

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE “3D” ÁREAS CAN_100, CAN_108 Y CAN_114, ARGENTINA

CAPÍTULO 5 - LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

MARZO 2021

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA	5
2.1	ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE BIÓTICO	7
2.1.1	Antecedentes de los potenciales efectos sobre la biota marina asociados a la emisión de energía sonora	7
2.1.2	Derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas	14
2.1.3	Delimitación del Área de influencia del Componente Biótico	15
2.2	ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE FÍSICO	17
2.3	ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO	17
3	MEDIO FÍSICO	20
3.1	GEOLOGÍA	20
3.1.1	Contexto estructural, geomorfológico y geosedimentario	20
3.1.2	Batimetría y lecho marino	23
3.1.3	Estructura	27
3.1.4	Factores que condicionaron el modelado y sedimentación en el margen continental argentino	30
3.1.5	Sedimentos	43
3.1.6	Peligrosidad geológica	47
3.2	OCEANOGRFÍA	50
3.2.1	Masas de Agua y Circulación	50
3.2.2	Corrientes	58

3.2.3	Mareas	72
3.2.4	Clima de olas	73
3.2.5	Parámetros físico-químicos del agua de mar	83
3.3	CLIMATOLOGÍA	101
4	MEDIO BIÓTICO	111
4.1	PLANCTON	114
4.1.1	Fitoplancton	115
4.1.2	Zooplancton	123
4.2	BENTOS	133
4.2.1	Comunidades fitobentónicas	133
4.2.2	Comunidades faunobentónicas	134
4.3	NECTON	158
4.3.1	Peces y cefalópodos	158
4.3.2	Reptiles	292
4.3.3	Aves marinas	304
4.3.4	Mamíferos marinos	359
4.4	ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES	388
4.4.1	Áreas Naturales Protegidas, Reservas de Biosfera MAB-UNESCO y Sitios Ramsar	388
4.4.2	Áreas Protegidas Alto Valor de Conservación como Potenciales Áreas Marinas Protegidas (Áreas Protegidas Futuras 2020)	392
4.4.3	Zonas de Protección Especial en el Litoral Argentino	396
4.4.4	Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP)	397
4.4.5	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves AICAS	398
4.4.6	Corredores Migratorios de Aves y Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP)	402
4.5	ESPECIES AMENAZADAS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	404
4.5.1	Peces	405
4.5.2	Reptiles	408
4.5.3	Aves	409
4.5.4	Mamíferos Marinos	411
5	MEDIO ANTRÓPICO	414

5.1	DESCRIPCIÓN A ESCALA REGIONAL	414
5.1.1	Contexto político administrativo	414
5.1.2	Localidades costeras próximas	416
5.1.3	Puerto de Mar del Plata	417
5.1.4	Permisarios de exploración y de reconocimiento superficial	424
5.1.5	Navegación	427
5.1.6	Actividad pesquera	435
5.1.7	Empleo	445
5.1.8	Actividad Hidrocarburífera	446
5.1.9	Infraestructura	449
5.2	IDENTIFICACIÓN Y PLAN DE INVOLUCRAMIENTO DE PARTES INTERESADAS	451
5.1.1.	Introducción y propósito	451
5.1.2.	Regulaciones y requisitos	451
5.1.3.	Identificación y mapeo de partes interesadas	452
5.1.4.	Estrategia y enfoque hacia las partes interesadas	455
5.1.5.	Procedimiento de gestión de quejas y reclamos	459
6	BIBLIOGRAFÍA	460
	ANEXO I - CONSULTA DE LA FASE INICIAL CON LAS PARTES INTERESADAS	490
	ANEXO II - COMUNICACIÓN CON LAS PARTES INTERESADAS	501
	ANEXO III - DOCUMENTACIÓN DEL DIÁLOGO CON LAS PARTES INTERESADAS	504

CAPÍTULO 5 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

El objetivo fundamental de este Capítulo es evaluar de manera integral el área de influencia del proyecto, para lo cual se presenta información tanto de aspectos físicos, biológicos y antrópicos correspondientes a esta. Esto permitirá evaluar y cuantificar los probables impactos ambientales, atribuibles o derivados de las actividades previstas, temas que serán abordados en los capítulos subsiguientes del estudio.

1 INTRODUCCIÓN

El impacto que un proyecto pueda tener en el ambiente depende tanto del conjunto de actividades y acciones involucradas en el mismo, como del conjunto de elementos y procesos que conforman el sistema ambiental en el cual se insertará este.

Por estas razones, como parte del estudio del impacto ambiental de cada proyecto, se hace necesario analizar el mismo desde un punto de vista ambiental, elaborando una caracterización profunda del ambiente mediante la descripción de los aspectos generales del medio (rasgos físicos, biológicos, culturales, socioeconómicos). Esto es lo que se conoce como Línea de Base Ambiental (LBA).

Para poder realizar la caracterización de LBA, el presente capítulo se nutrió de información secundaria, refiriéndose por tal a aquella obtenida del análisis de los trabajos antecedentes en cada uno de los temas abordados.

Como característica fundamental y prioritaria, para la incorporación de información secundaria al análisis se buscó que la misma cumpla con un conjunto de condiciones. Así, resultó importante que dicha información sea confiable, lo cual se encuentra relacionado principalmente con su fuente (origen), el tratamiento que se le dio a la misma y su representatividad. También se buscó que la misma sea lo más homogénea posible, de modo que las variables analizadas sean las mismas, así como también los criterios utilizados para su elaboración, permitiendo, de esta manera, la comparación entre estudios y entre estos y la información primaria generada. A su vez, se hizo énfasis en la actualidad de los datos, generando de esta manera un menor desfase temporal entre el momento que los mismos fueron tomados y el fenómeno que se desea analizar. Finalmente se utilizó solo la información considerada pertinente, es decir, aquella considerada realmente útil y adecuada para el análisis a llevar a cabo.

Así, a partir de la recopilación y del posterior análisis de la información secundaria se pudo realizar la contextualización del medio en el cual se encuadra el proyecto. De este modo, se pudo realizar una caracterización del medio físico (clima, geología y oceanografía), así como también del medio biótico (bentos, plancton, necton y áreas protegidas) y del medio antrópico, especialmente en lo referido a las actividades realizadas en la zona y sobre las cuales la realización del proyecto puede ocasionar una interferencia.

2 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA

Las áreas de adquisición de información sísmica asociadas a los bloques identificados como CAN_100, CAN_108 y CAN_114 se localizan en la Cuenca Argentina Norte de la Plataforma Continental Argentina.

Esto ubica al área de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 a una distancia de aproximadamente 300 km de la localidad costera más cercana, Mar del Plata, en la provincia de Buenos Aires. Por su parte, la superficie que se planea explorar en el área CAN_114 se encuentra a más de 400 km de la localidad de Necochea, también en la Provincia de Buenos Aires. Las principales vías de acceso son marítimas y/o aéreas desde estas localidades y hacia el área.

Se define como área de influencia de un proyecto a la zona sobre la que será posible medir impactos derivados de las acciones que proponga el mismo. Según sea el tipo de impacto, directo o indirecto, el área podrá ser de influencia directa (AID) o indirecta (AII). La “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental” de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS, 2019) define al Área de influencia directa (AID) como “*la máxima área envolvente del proyecto y sus instalaciones asociadas, dentro de la cual se pueden predecir con una razonable (fundamentada) confianza y exactitud los impactos ambientales directos sobre los receptores sensibles identificados en el área de estudio*” y al Área de influencia indirecta (AII) como “*el área dentro de la cual se prevén impactos indirectos vinculados a impactos directos del proyecto, y cuyos efectos se podrían superponer o acumular con efectos ambientales de otros proyectos pasados, presentes o futuros*”.

Evidentemente, no será posible determinar el área de influencia del proyecto hasta tanto no se tengan evaluados los impactos. Sin embargo, considerando antecedentes similares se puede determinar un área de estudio que estimativamente abarque con cierta holgura las áreas de influencia directas e indirectas. Consecuentemente, la definición del Área de Estudio permite definir zonas de mayor interés y concentrar los esfuerzos hacia las mismas (ver Figura 2).

Dado que la manifestación de los impactos ambientales de una actividad, obra o proyecto puede variar de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que, en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia de dicho proyecto, se establezcan áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, que luego se adicionan para definir el área de influencia del proyecto. De este modo, la delimitación del área de influencia puede considerar uno o varios polígonos.

De acuerdo a los “*Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de exploración sísmica marina en profundidades menores a 200 m.*” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2016), “*el área de Influencia de un proyecto de exploración sísmica marina, corresponde a la agregación de las siguientes áreas: i) polígono del área de exploración sísmica, ii) franja buffer o de protección, calculada a partir de los modelos de propagación de onda acústica generados, definiendo como distancia el nivel de sonido que potencialmente puede afectar la estructura y función de los componentes del ecosistema (principalmente tortugas y mamíferos marinos), iii) áreas de maniobra que la embarcación necesita para cambiar de rumbo; en razón a que, aunque no se realiza actividad sísmica en esta área, los equipos se encuentran desplegados, y iv) fracción de la zona continental, cuando aplique, en razón de la ubicación de comunidades que sufran afectación en el normal desarrollo de sus actividades económicas (p. e. pesqueras o de operación turística) a causa de la ejecución de proyecto.*”

Para la definición de dichas áreas para el proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114” se parte entonces de la determinación del área operativa (AO) del proyecto, es decir del espacio en el que se realizarán las acciones claves del mismo. El criterio asumido para establecer el AO fue considerar unos 12 km más allá de los límites del área de adquisición de datos sísmicos en el sentido de las líneas de adquisición (*prime lines*)¹, de modo de incluir los giros que realizará el buque sísmico para realizar los cambios de líneas, los cuales según la Descripción del Proyecto (Capítulo 4) no superarán los 11 km y en el resto del perímetro un buffer de 2 km. De este modo, el AO comprende el alcance máximo de los movimientos del buque durante el relevamiento.

El AO incluye asimismo el Puerto de Mar del Plata, donde el buque logístico se reabastecerá de combustible, alimentos frescos y suministros cada 2 o 3 semanas en promedio, y las rutas entre dicho puerto y las áreas de adquisición CAN_100–108 y CAN_114. Si bien el proyecto establece el puerto de Buenos Aires como puerto de embarque, este puerto sólo se utilizará durante la movilización (ingreso del buque sísmico al país) y la desmovilización (salida del país del buque sísmico) por lo que este puerto y esta ruta solo se utilizarán una vez al principio del proyecto y una vez al final del mismo. Dado lo limitado de estas operaciones y que resultan habituales de la actividad naviera, no se prevé que las actividades del proyecto impliquen un impacto significativo sobre dichas áreas.

La disposición geográfica del área operativa del proyecto se presenta en la Figura 1.

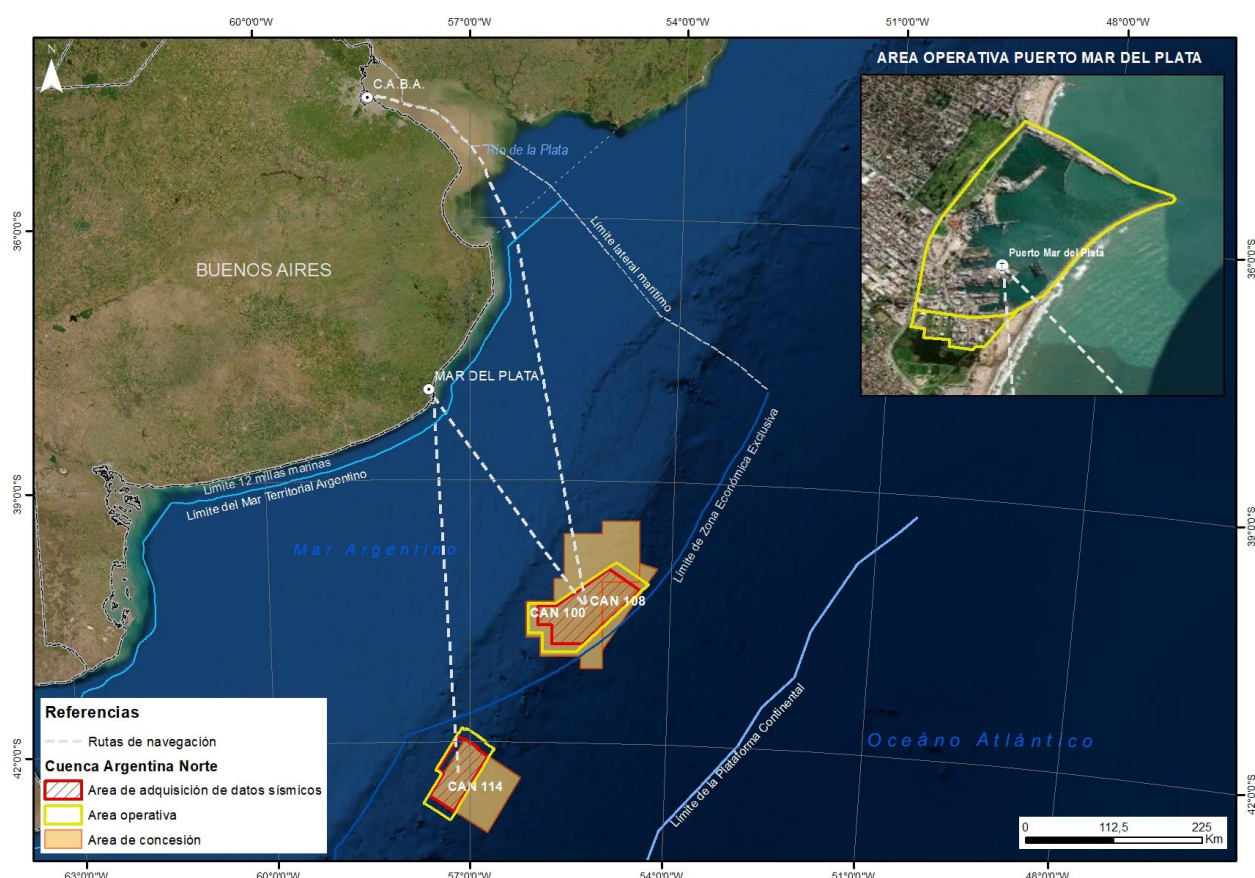


Figura 1. Área operativa del proyecto.

¹ Las líneas de adquisición se realizarán en dirección NO-SE.

En la Figura 2 se presenta el Área de Estudio.

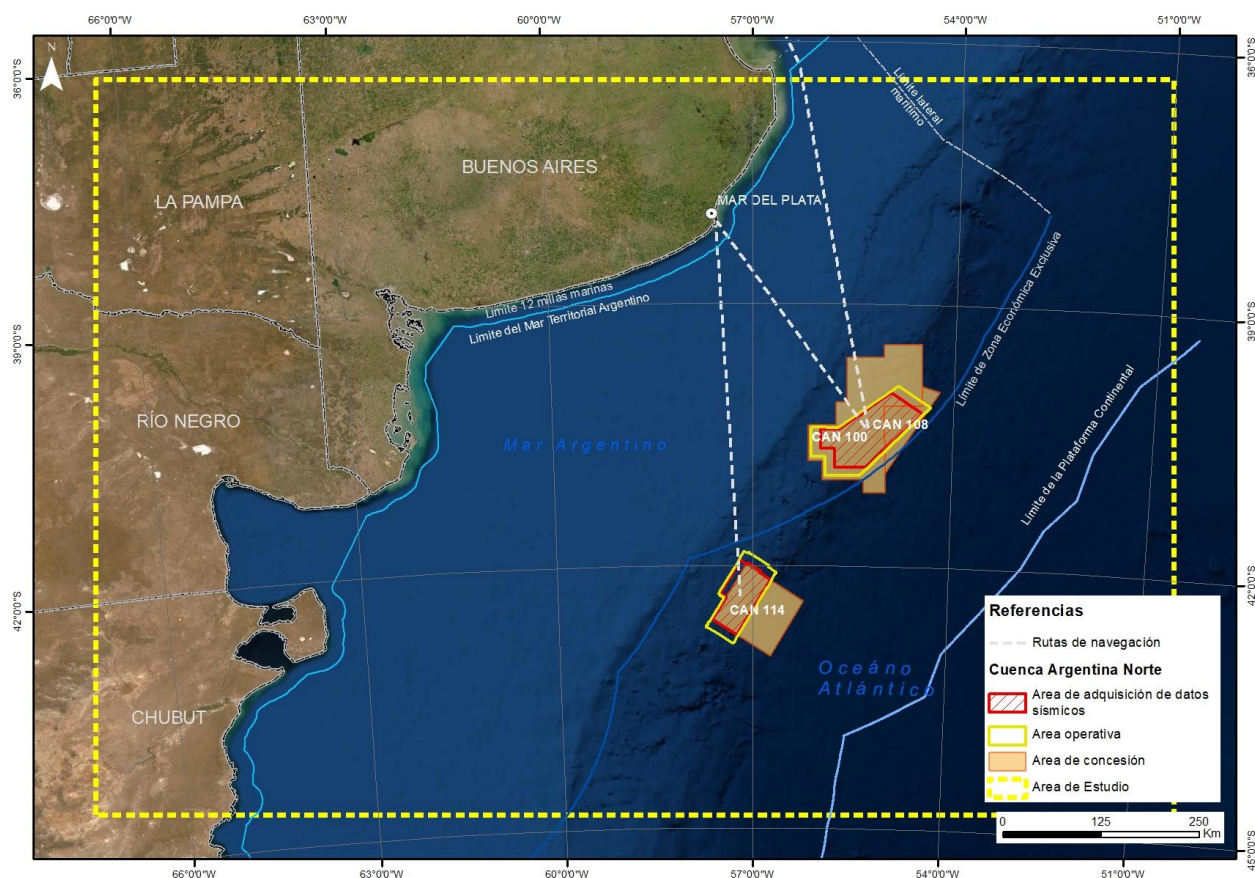


Figura 2. Área de estudio

Las áreas de influencia directa e indirecta se definen a continuación en función de los componentes bióticos, físico y antrópico.

2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE BIÓTICO

Para la delimitación del área de influencia del componente biótico se han considerado preliminarmente antecedentes de los potenciales efectos (y su alcance) sobre la biota marina típicamente asociados a los registros sísmicos exploratorios, que se caracteriza por la emisión de energía sonora. Asimismo, se ha tenido en cuenta la posibilidad de ocurrencia de incidentes de derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas con potenciales consecuencias para la fauna marina.

2.1.1 Antecedentes de los potenciales efectos sobre la biota marina asociados a la emisión de energía sonora

Mamíferos marinos

El impacto del ruido antropogénico sobre los mamíferos marinos ha sido descrito en numerosos artículos e informes, entre ellos Richardson et al. (1995) Southall et al. (2007) y Nowacek et al. (2007).

Richardson et al. (1995) proporcionaron un marco de referencia para la evaluación del impacto del ruido en el medio acuático introduciendo el concepto de cuatro zonas de influencia en el comportamiento y la audición de los mamíferos marinos. Estas zonas son "zona de audibilidad", "zona de respuesta", "zona de enmascaramiento" y "zona de pérdida de audición, molestias y lesiones". No obstante, los métodos para establecer estas cuatro zonas para diferentes especies y fuentes de ruido no están estandarizados (Tougaard et al., 2009).

En base al trabajo de Richardson et al. (1995) Australia (Government of Australia, 2012) ha definido 3 zonas de impacto, que pueden definirse de la siguiente manera:

- Zona de audibilidad: Área dentro de la cual los mamíferos marinos pueden percibir el ruido de la fuente pero no muestran respuesta de comportamiento significativa. El tamaño de la zona audible es altamente dependiente del entorno de ruido ambiente, el cual se viene incrementando en las últimas décadas.
- Zona de respuesta: Área dentro de la cual los mamíferos marinos pueden reaccionar conductualmente a la fuente de ruido. Esta zona puede ser más pequeña que la zona de audibilidad ya que los mamíferos marinos generalmente no muestran respuestas significativas de comportamiento a los ruidos que son débiles pero audibles.
- Zona de lesión auditiva: Área más cercana a la fuente de ruido donde los niveles de ruido pueden ser lo suficientemente altos como para causar un impacto fisiológico como TTS (cambio del umbral auditivo temporal que equivale a la pérdida de audición temporal) o PTS (cambio de umbral permanente que equivale a la lesión auditiva).

Estas zonas de impacto definen el área de influencia probable de una fuente de ruido e indican la distancia a la que se espera que esta fuente tenga un impacto en una especie de mamíferos marinos, ya sea en el comportamiento o en la fisiología. Esta información, junto con la información sobre la importancia biológica del entorno marino como hábitat de la especie considerada, por ejemplo, las zonas de reproducción, cría o descanso, las rutas migratorias o las zonas de alimentación, se utilizan para evaluar el probable impacto de una fuente de ruido (Government of Australia, 2012).



Figura 3 - Zonas de impacto de las fuentes de ruido submarino, incluyendo la zona de audición, la capacidad de respuesta y las lesiones auditivas. La zona de lesión auditiva se divide a su vez en zonas de desplazamiento de umbral temporal y permanente (TTS y PTS). (Government of Australia, 2012).

Impactos fisiológicos

Efectos físicos y fisiológicos no auditivos

Daños físicos severos (compromiso de órganos vitales) producidos por el ruido subacuático estarían limitados a situaciones inusuales en las que los animales puedan estar expuestos a corta distancia de la fuente energía sísmica durante períodos inusualmente largos (BOEM, 2014).

Lesiones auditivas - Desplazamiento del umbral de audición

La mayoría de los debates sobre los efectos fisiológicos del ruido submarino se han centrado en el sistema auditivo, ya que este sistema es probablemente el más sensible al ruido.

Los animales expuestos a un sonido intenso pueden experimentar una reducción de la sensibilidad auditiva durante algún tiempo después de la exposición. Este aumento del umbral auditivo se conoce como desplazamiento del umbral inducido por el ruido (TS, por sus siglas del inglés *Threshold Shift*). La cantidad de TS en la que se incurre está influida por la amplitud, la duración, el contenido de frecuencia, el patrón temporal y la distribución de la energía del ruido (Southall et al. 2007). También se ve influenciada por características del animal, como el comportamiento, la edad, el historial de exposición al ruido y la salud. La magnitud del TS generalmente disminuye con el tiempo después de la exposición al ruido y, si finalmente vuelve a cero, se conoce como desplazamiento temporal del umbral (TTS, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*). Si el TS no vuelve a cero después de algún tiempo, se conoce como cambio de umbral permanente (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*). Los niveles de sonido asociados con el inicio del TTS se consideran generalmente por debajo de los niveles que causarían el PTS, que se considera una lesión auditiva.

Criterios de impacto acústico

Desde mediados de la década de 1990, el Servicio Nacional de Pesca Marítima de los Estados Unidos (NMFS, por sus siglas en inglés) ha establecido umbrales acústicos que identifican los niveles de sonido recibidos por encima de los cuales podría producirse un deterioro permanente de la audición u otras lesiones, definidos como “Nivel A” (“*Level A Harassment -potential injury-*”). Históricamente, el NMFS identificó 180 y 190 dB re 1 μ Pa (rms) para los cetáceos y los pinnípedos, respectivamente, como los niveles por encima de los cuales, en opinión de un panel de especialistas en bioacústica convocado por el NMFS antes de que se dispusiera de mediciones de TTS, no se podía tener la certeza de que no habría efectos perjudiciales, auditivos o de otro tipo, para los mamíferos marinos. Este umbral de 180 dB re 1 μ Pa (rms) es el más difundido en las guías y estudios ambientales para estimar el impacto del ruido en la fauna marina, y en base al cual se establecen “Zonas de Exclusión” calculadas a partir de los modelos de propagación de onda acústica. Según características del medio, mediante la modelización suelen obtenerse distancias de 300 hasta 3000 metros de la fuente de energía sísmica para dicho umbral (MAGRAMA, 2012).

Recientemente, el NMFS emprendió un riguroso proceso de revisión y actualización de los umbrales para estimar el inicio de la lesión auditiva (que el NMFS considera el inicio del *Level A Harassment*) incorporando la ciencia más reciente y utilizando métodos mejorados. El desarrollo de estos umbrales acústicos revisados incluyó la creación de una Guía Técnica de referencia² que articula los umbrales y cómo estos se obtuvieron científicamente³. De acuerdo al estudio de los Efectos de las Actividades de Petróleo y Gas en el Océano Ártico (NOAA, 2016) que compara las distancias de seguridad establecidas según ambos criterios, indica que las obtenidas con el nuevo criterio se encuentran en general ampliamente contenidas dentro de las establecidas con el criterio de 180 y 190-dB re 1 μ Pa (rms) aplicado anteriormente.

² Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing. Disponible en: <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/document/technical-guidance-assessing-effects-anthropogenic-sound-marine-mammal-hearing>

³ Los mencionados umbrales coinciden con los umbrales considerados en este estudio para la evaluación del impacto auditivo sobre los mamíferos en base a Southall et al., 2019 (ver Capítulo 7) si bien a la fecha existen escasos ejemplos de aplicación que orienten sobre la implementación de estos criterios y no se cuenta con antecedentes de su aplicación en nuestro país.

Impactos en el comportamiento

Las respuestas conductuales al ruido incluyen una variedad de efectos, incluyendo cambios sutiles en el comportamiento, cambios más conspicuos en las actividades y desplazamientos. Las reacciones observables de los mamíferos marinos ante el sonido incluyen la atracción hacia la fuente sonora, el aumento de la vigilancia, la modificación de sus propios sonidos, el cese de la alimentación o de la interacción, la alteración de la conducta de natación o de buceo (cambio de dirección o velocidad), el abandono del hábitat a corto o largo plazo (desviación, evitación a corto o largo plazo), y, posiblemente, reacciones de pánico, como el estampido o el varamiento (Nowacek et al. 2007, Richardson et al. 1995 y Southall et al. 2007). El enmascaramiento de los sonidos de importancia biológica puede interferir con la comunicación y la interacción social, y también causan cambios de comportamiento (Government of Australia, 2012).

Los estudios del impacto de los relevamientos sísmicos se han centrado principalmente en las grandes ballenas. Resultados de estos estudios son las observaciones de comportamientos de evitación a rangos de hasta 12 km por yubartas, 5 km por ballenas grises o 3 km por ballenas de Groenlandia (MAGRAMA, 2012). Los estudios recopilados por Chicote et al. (2013) indican que el comportamiento de los cetáceos en respuesta a una exposición a una fuente de prospección sísmica, demuestra reacciones muy diversas en diferentes especies, e incluso entre individuos diferentes de una misma especie. Los resultados de los estudios demostraron un grado variable de perturbación de los cetáceos, indicando que los pequeños odontocetos (delfines, marsopas, calderones) mostraban una mayor evasión lateral mientras que los misticetos (ballenas) y las orcas mostraban alguna evasión espacial localizada. No se encontraron cambios en la orientación de los cachalotes, aunque el número de observaciones no fue suficiente para realizar un análisis estadístico fiable. Estudios similares (McCauley et al. 1998 citado en Gordon et al. 2003) evidenciaron distintas reacciones en las ballenas jorobadas durante su migración en la costa este de Australia. En algún caso observaron fuertes reacciones en el comportamiento de las ballenas, que aceleraron su nado hasta alcanzar los 10-15 nudos de velocidad, antes de avistarse a 1500 m de la fuente de energía sísmica. En otros casos las ballenas se mantuvieron más prolongadamente en la superficie y un ejemplar nadó en zig-zag, hasta distanciarse de la fuente de energía sísmica. Los autores sugirieron que la sensibilidad a las fuentes de ruido no variaría únicamente entre especies, sino que diferentes ballenas de una misma especie podrían exhibir diferentes niveles de sensibilidad. Goold (1996, citado en Gordon et al. 2003) realizó un seguimiento de la actividad acústica en una población de delfín común (*Delphinus delphis*) antes, durante y después de un registro sísmico en la costa de Gales y observó que en un área de 1 km de radio los delfines se comportaron de manera aversiva frente a las señales de una fuente sísmica.

De acuerdo a Gordon et al. (2003, citado en Chicote et al. 2013) en el caso de los cachalotes los resultados de los estudios son controvertidos. Se cree que los cachalotes tienen una audición de baja frecuencia muy superior a la de los odontocetos de menor tamaño, por lo que serían más sensibles a los pulsos de la fuente de energía sísmica. No obstante, los estudios discrepan. Mate et al. (1994) (citado en Gordon et al. 2003) registraron una reducción a aproximadamente un tercio en la densidad de cachalotes en un área preferente en el Norte del Golfo de México dos días después del inicio de una prospección sísmica. Cinco días después, la abundancia se había reducido a cero. Por su parte, Bowles et al. (1994) (citado en Gordon et al. 2003) observaron que los cachalotes cesaban de vocalizar durante algunos, pero no todos, los períodos en los que un buque de investigación sísmica fue percibido disparando a un rango de 370 km. Sin embargo, y en contraste con estos informes, otras observaciones sugieren que los cachalotes muestran poca respuesta por los estudios sísmicos y no son excluidos del hábitat por éstos (por ejemplo, Rankin & Evans, 1998; Swift 1998 citados en Gordon et al. 2003). La recopilación realizada por Gordon et al. (2003) indica que se han observado cambios de comportamiento en los mamíferos marinos en respuesta a la exposición a los pulsos de fuentes sísmicas mayormente a distancias que no superan los 10 km, y en algunos casos respuestas de evitación a distancias de hasta 70 km.

Dado que la delimitación de una “zona de respuesta” está relacionada con las reacciones de comportamiento de la especie objetivo, sólo puede establecerse mediante observaciones de comportamiento, que en muchos casos son difíciles de obtener (no todas las respuestas son visibles desde el exterior del animal, la porción de los animales expuestos bajo el agua [es decir, no son visibles], muchos animales se encuentran a muchos kilómetros de los observadores y cubren un área muy grande, etc.). Las mediciones prácticas se complejizan aún más por el hecho de que la mayoría de los animales muestran diferentes reacciones al ruido dependiendo de las experiencias de exposición previas y de los estados de comportamiento y fisiológicos del animal durante la exposición al ruido (Tougaard). En este sentido, el NMFS ha definido junto con los umbrales de lesión potencial, umbrales acústicos que estiman niveles de sonido en los que se podrían producir perturbaciones del comportamiento en los mamíferos marinos, definidos como “Nivel B” (“*Level B Harassment -behavioral harassment-*”)⁴. Para los ruidos impulsivos (como los pulsos de las fuentes de energía sísmica) este umbral acústico se estableció en 160 dB re 1 μ Pa rms. Así como los umbrales de lesión potencial fueron actualizados por el NMFS desde su establecimiento a mediados de la década del '90, los “umbrales de perturbación del comportamiento” también han sido objeto de un proceso de revisión incorporando los conocimientos obtenidos de las investigaciones más recientes (NOAA, 2016). No obstante, a la fecha, no se han publicado nuevos valores para los umbrales del “Nivel B”.

Teniendo en cuenta lo anterior, y a los solos fines de la delimitación de un área de influencia que abarque los mencionados efectos, si se considera la fuente involucrada en el proyecto de “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114”, y se asume una pérdida de transmisión teórica intermedia entre la cilíndrica y esférica, se puede estimar que el umbral de 160 dB re 1 μ Pa-m (rms) se alcanzaría para el presente proyecto entre los 50 y 100 km de distancia a la fuente.

Aves marinas y costeras

Las actividades sísmicas podrían tener efectos sobre las aves marinas y costeras a través de diversos mecanismos, como se resume a continuación.

Perturbación

Las respuestas de las aves a la perturbación varían según la especie, el estado fisiológico y reproductivo del individuo, la distancia de la perturbación y el tipo/intensidad/duración de la perturbación. Las exploraciones sísmicas dan como resultado una propagación del sonido tanto horizontal como vertical en la columna de agua. Las observaciones de aves en las proximidades de los registros sísmicos realizadas por Stemp (1985, citado en NOAA, 2016) no evidenciaron ninguna perturbación perceptible en las aves durante las emisiones de los pulsos sonoros. Este autor llegó a la conclusión de que los efectos negativos de las operaciones sísmicas no eran probables, siempre que las actividades se realizaran lejos de las colonias de aves y sus concentraciones de alimentación.

⁴ Bajo la Ley de Protección de Mamíferos Marinos de los Estados Unidos, el “*Level B Harassment -behavioral harassment-*” se define como “el acto de persecución, tormento o molestia que tiene el potencial de perturbar a un mamífero marino o a una población de mamíferos marinos en el medio silvestre causando una perturbación de los patrones de comportamiento, incluyendo, pero no limitado a, la migración, la respiración, la lactancia, la reproducción, la alimentación o el refugio, pero que no tiene el potencial de lesionar a un mamífero marino o a una población de mamíferos marinos en el medio silvestre”.

Lesiones/Mortalidad

Como se mencionó anteriormente el despliegue de la actividad sísmica da como resultado una propagación del sonido tanto horizontal como vertical en la columna de agua. Al igual que con otros animales, existe la posibilidad de que un ave resulte herida por la energía sísmica si la misma se encuentra muy cerca (<2 m) de la fuente en funcionamiento. Se estima que esta situación resulta rara porque las aves tienden a evitar los buques en funcionamiento y el sonido aéreo asociado a las fuentes de aire comprimido activa (NOAA, 2016).

Cambios en el hábitat

La energía de fuentes sísmicas puede afectar a los invertebrados y a los peces (especies presa utilizadas por las aves). Sin embargo, existen muy pocos efectos en los invertebrados y los peces asociados a estas emisiones, a menos que estén a unos pocos metros de la fuente de sonido (McCauly 1994, citado en NOAA, 2016). Estos efectos de perturbación son altamente locales y transitorios y no es probable que disminuyan la disponibilidad de presas para ninguna especie de aves.

Peces y pesquerías

La gama de potenciales efectos sobre los peces de fuentes de sonido intenso, como las fuentes de energía sísmica, varía mucho, pero está influida principalmente por el nivel de exposición al sonido, siendo los niveles de sonido elevados los más perjudiciales. Aunque pueden ocurrir efectos fisiológicos directos como lesión o pérdida de audición, lesión de los tejidos o muerte, los efectos indirectos que modifican el comportamiento de los peces son mucho más comunes y probables. Estas modificaciones del comportamiento son muy variables y dependen de una serie de factores, como la especie, la etapa del ciclo vital, la hora del día, si los peces se han alimentado, y cómo se propaga el sonido en un entorno determinado (CNLOPB 2007, citado en NOAA, 2016).

La revisión realizada por Chicote et al. (2013) señala que en los experimentos que realizaron McCauly et al. (2003) se registraron cambios de comportamiento natatorio, evitación, respuestas de alarma, concentración en el fondo de peces y cefalópodos, entre otros, a niveles recibidos a partir de 156 dB re 1 μ Pa rms. Estos resultados concuerdan con los de estudios realizados en peces en libertad. Algunos experimentos han demostrado una reducción en las densidades de distintas especies comerciales en áreas de prospección sísmica, a distancias superiores a 30 kilómetros (Dalen y Knutsen, 1986; Engås et al. 1996; Slotte et al. 2003, citados en Chicote et al. 2013). Engås et al. (1993, citado en Chicote et al. 2013) encontraron una media del 50% de reducción en captura y accesibilidad de bacalao y eglefino dentro de un radio de 20 millas náuticas desde un barco sísmico en operación, y mostraron un 70% de disminución de estas especies en el área de operación (3 x 10 millas náuticas). Las capturas de palangres de ambas especies se redujeron un 44% en el área, aunque este efecto no se notó a 18 millas náuticas del barco de prospección.

Los huevos y las larvas son más vulnerables a los efectos del ruido que los peces juveniles y adultos, ya que son mucho menos móviles y, en cambio, suelen depender de las corrientes para su movilidad. En algunos casos, los huevos están fijados al sustrato y por lo tanto completamente inmóviles. Davis et al. (1998, citado en NOAA, 2016) ha demostrado que los niveles de sonido cercanos a los 220 dB re 1 μ Pa son letales para los huevos y las larvas de los peces. Estos niveles de sonido corresponden a una distancia de 0,6 a 3 m de una fuente de aire comprimido. A 210 dB re 1 μ Pa pueden producirse daños visibles en las larvas, lo que corresponde a una distancia aproximada de 5 m (16 pies) de dicha fuente (NOAA, 2016).

Invertebrados

Los efectos de la energía de las exploraciones sísmicas en las poblaciones de invertebrados se debaten cada vez más a la luz de los estudios de caso en las aguas europeas del Océano Atlántico en los que se encuentran poblaciones de cefalópodos. Numerosos estudios de laboratorio han tratado de ilustrar los posibles efectos de la energía sísmica en las poblaciones de invertebrados, tanto larvales como adultas. En un estudio de laboratorio de cuatro especies de calamares, André et al. (2011, citado en NOAA, 2016) demostraron que la exposición a sonidos de baja frecuencia provocaba daños en los estatocistes, las estructuras responsables del sentido del equilibrio y la posición de los animales.

Zooplankton

En la revisión de la información disponible sobre los efectos de los sonidos sísmicos en los invertebrados, realizadas por el Departamento de Pesquerías y Océanos del Canadá (DFO, por sus siglas en inglés) reportó que en algunas oportunidades se han observado efectos letales y/o subletales en los invertebrados (por ejemplo, crustáceos, gasterópodos) expuestos a sonidos de fuentes de aire comprimido a distancias de <5 m en condiciones experimentales. Los autores consideraron que era poco probable que la exposición a las fuentes de energía sísmica diera lugar a una mortalidad directa de invertebrados, aunque éstos pueden presentar reacciones de comportamiento a corto plazo ante el sonido (DFO 2004, citado en NOAA, 2016). Encontraron pocos estudios sobre los efectos del ruido sísmico en el zooplankton. En el estudio realizado por el NOAA (2016) para la evaluación de las actividades sísmicas en el Océano Ártico se concluye en función de los antecedentes recopilados, que el zooplankton posiblemente reaccione a la onda de choque muy cerca de la fuente sísmica, pero se espera que los efectos sean locales.

2.1.2 Derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas

Por otro lado, como en la mayoría de los proyectos de esta naturaleza, existe, aunque baja, la probabilidad de que ocurra un evento accidental relacionado con el riesgo inherente a derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas. De producirse el impacto sobre el agua marina, se afectaría la calidad del agua y de los sedimentos, con consecuencias para la fauna acuática.

Estos riesgos son comunes a todas las operaciones de buques, y deben ser manejados a través de la adecuada planificación de estas actividades y de las medidas a ser aplicadas en caso de ocurrir contingencias.

En general, un derrame de hidrocarburos en los buques implica pequeñas cantidades. Los peligros asociados a los derrames de aceites y combustible durante el desarrollo del proyecto (que se consideran más plausibles) son:

- Fuga o derrame en la cubierta de pequeñas cantidades de aceite hidráulico o aceite lubricante en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo (inferiores a 50 litros sobre la base de los análisis de frecuencia de fugas de la industria naviera). En este caso, la mayor parte del material derramado será contenido en las bandejas de recolección y dirigida a los tanques de sentina impidiendo su vertido al agua. Por otro lado, los contenedores utilizados en los buques para el almacenamiento de hidrocarburos (tambores de hasta 200 litros) siempre se utilizarán y almacenarán en zonas internas y/o cercadas en las que cualquier derrame o fuga quedaría totalmente contenida a bordo.

- Pérdida de MGO (gas oil marino -diesel-) durante las operaciones de reabastecimiento de combustible del buque sísmico, como resultado de una falla en la conexión de la manguera, -aunque una hipótesis más probable es una fuga por un pequeño orificio o una grieta en la manguera (producidos por abrasión o daños mecánicos) –. En el caso de que se produzca una pérdida de este tipo daría lugar a un brillo muy visible en la superficie del agua, lo que permitirá adoptar medidas para detener la fuga (por parte de los supervisores de la operación) antes de que se hayan derramado unos pocos litros.

La probabilidad de un gran derrame de combustible es remota. El tamaño de los derrames típicos de hidrocarburos notificados durante actividades de exploración similares se sitúa en el rango de los 50 litros (Aecom, 2018; ERM 2019). La pérdida de todo el combustible del buque sísmico se considera particularmente improbable, ya que el mismo se almacena en una serie de tanques más pequeños con doble fondo y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. Además, las válvulas que conectan los tanques de combustible se mantienen cerradas, minimizando la pérdida de combustible si uno de los tanques se rompe, en tanto que las fugas en los depósitos de almacenamiento se dirigen a los tanques de agua de sentina oleosa. Solo en raras ocasiones una colisión entre buques puede provocar la ruptura del tanque de combustible y el vertido del mismo al agua. El análisis de las estadísticas de accidentes en el transporte acuático realizado por la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (OGP, 2010) muestra que las colisiones entre buques representan sólo el 12% del total de pérdidas de buques y que la probabilidad de que esto ocurra es extremadamente baja. Para que esto ocurra, la colisión debe tener la fuerza suficiente para penetrar en el casco del buque en el lugar donde se encuentra el tanque de combustible, lo cual es poco probable. Además, el casco del buque sísmico tiene doble revestimiento. En este sentido es dable destacar que es muy improbable que una colisión de ese tipo ocurra durante la prospección sísmica ya que el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo tendrán que cumplir con los procedimientos generales de seguridad marítima y de navegación (uso de luces, balizas, contacto por radio, etc.), sumado a la zona de exclusión de navegación que se establece entorno al buque sísmico y el arreglo para su navegación segura (de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y de hasta 12 km por detrás).

2.1.3 Delimitación del Área de influencia del Componente Biótico

En función de la exposición realizada se considera que para el componente biótico el alcance espacial de los potenciales efectos sobre los mamíferos marinos resulta abarcativo de los efectos sobre los otros factores del medio. De este modo se establece un Área de Influencia Directa (AID) o área de impacto directo, que se asocia principalmente con la propagación acústica del ruido generado por la actividad, y cuya área de máxima incidencia se encuentra típicamente circunscripta a una distancia de entre 500 metros y 3 km del área de adquisición de datos sísmicos. En este sentido, el AID se define como un buffer de 3 km circundante al AO de las áreas CAN_100–108 y CAN_114. De este modo, el AID comprende una distancia desde el área de adquisición de datos sísmicos de 5 km. Por fuera de este polígono, pero también como parte del AID se considera el entorno adyacente al puerto de Mar del Plata y a las rutas de navegación entre dicho puerto y las áreas de adquisición.

Circundante al AID se considera un área buffer de 100 km medida desde el área de adquisición de datos sísmicos que contempla el alcance de los potenciales efectos sobre los mamíferos que no están relacionadas con las lesiones, según los antecedentes expuestos anteriormente. Esta área conforma el área de influencia indirecta (AII). También circundante a las AID del puerto de Mar del Plata y la ruta logística se considera un área de influencia indirecta.

En relación a los eventos accidentales relacionados con derrames de hidrocarburos o sustancias peligrosas, como se mencionó anteriormente, si bien de baja probabilidad de ocurrencia, la situación más probable sería la de la pérdida de combustible en las operaciones de recarga o trasvase de combustible. Estas operaciones tendrán lugar en el puerto de Mar del Plata, establecido para servicios logísticos (donde el buque logístico se reabastecerá cada 2 o 3 semanas), y en el área de adquisición de datos sísmicos donde el buque sísmico será reabastecido. Evaluaciones ambientales y estudios de riesgo marítimos señalan que la extensión del área afectada por un derrame de combustible en operaciones de recarga, ya sea en áreas abiertas o en el puerto, se puede considerar como puntual o localizada (URS, 2014; SRL, 2017; ERM, 2016; PGS, 2018). Dado los pequeños volúmenes que se verían involucrados en caso de fugas de hidrocarburos en estas operaciones, y que las mismas se llevarán a cabo bajo protocolos de prevención y control en caso de que ocurran, no se espera que en caso de producirse un impacto este supere el AID establecido para las mencionadas áreas.

Más allá de dichas áreas, la caracterización del componente biótico abarca un área de estudio a una escala general más amplia o “área de influencia regional” que comprende los ambientes - y sus relaciones funcionales- entorno al proyecto, y que engloba a todas las áreas de influencia definidas anteriormente. En esta escala se realiza una caracterización general con énfasis en el análisis de ambientes sensibles (ANP, AICAs, Áreas Marinas Propuestas, etc.) (ver Figura 2).

En las zonas donde el alcance espacial general no es aplicable a un recurso determinado, dentro de esta “área de influencia regional” se definió el análisis de una subzona pertinente delimitada aproximadamente por el polígono denominado Área de Estudio Detallada.

La disposición geográfica de las mencionadas áreas de influencia para el componente biótico se presenta en la Figura 4.

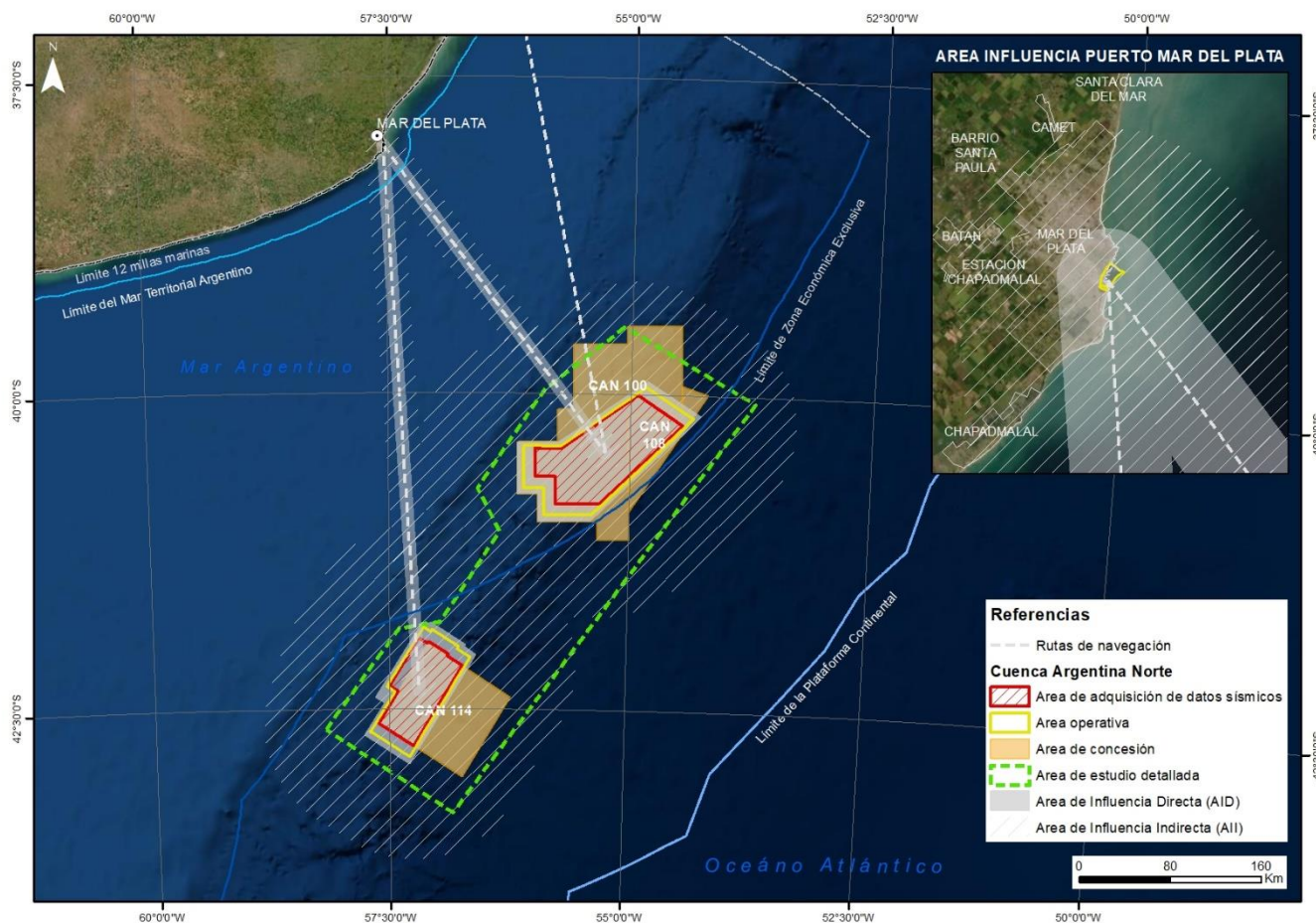


Figura 4. Área de Influencia del Componente Biótico.

2.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE FÍSICO

Dada la naturaleza del proyecto, las variables físicas (geológicas y oceanográficas) no se verán afectadas por las acciones del proyecto, sino, por el contrario, algunas acciones del proyecto serán condicionadas y afectadas por dichas variables en el sitio de emplazamiento.

En este sentido, los subcomponentes del medio físico han sido descriptos a escala general con el objeto de ayudar a conocer el sistema en su conjunto, caracterizando en detalle dentro del Área de Estudio Detallada las variables específicas que condicionan aspectos del proyecto o de la evaluación, tales como los vientos, las corrientes, mareas y olas, la temperatura, salinidad y velocidad de propagación del sonido en el agua, la batimetría y los sedimentos del fondo marino.

2.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO

Como se mencionó anteriormente, las áreas de adquisición de datos sísmicos se ubican costera afuera a más de 300 km de distancia del área costera más próxima en la provincia de Buenos Aires, más allá de las 12 millas del mar territorial, y dista aproximadamente 310 km de la localidad costera más cercana (Mar del Plata).

Dada la naturaleza del proyecto no se prevén interacciones entre el proyecto y la franja costera territorial. Es dable mencionar que la exploración sísmica marina con técnicas modernas no produce pulsos significativos de ruido aéreo (Richardson et al., 1991). Por otro lado, el proyecto no requiere de la instalación de bases logísticas ni de ninguna infraestructura alguna para su desarrollo. El proyecto establece al puerto de Buenos Aires como puerto de embarque y al Puerto de Mar del Plata como puerto de suministros o servicios logísticos. En dichos puertos las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en los mismos.

En este sentido, se consideran potenciales interferencias del proyecto sobre el medio antrópico con respecto a las actividades pesqueras, el tránsito marítimo y la infraestructura que pueda existir en el espacio costa afuera. También asociado al proyecto podrán vincularse algunos beneficios en cuanto a las actividades económicas en relación a la demanda de servicios y de mano de obra locales.

Con excepción de las actividades pesqueras y económicas, se estima que para el resto de los factores antes mencionados las interferencias se limitan al área en que dichas actividades y las del proyecto se superponen. En este sentido se considera el espacio que involucra al AO del proyecto y el área inmediatamente circundante que abarca el espacio que puede ser potencialmente impactado por la presencia física del buque sísmico y/o las embarcaciones de apoyo. En cuanto a las actividades económicas la demanda de servicios logísticos podrá tener alguna repercusión muy focalizada en relación a las prestaciones que brinde el puerto de servicios logísticos (Puerto de Mar del Plata) y posiblemente en algunas otras localizaciones en relación a otros suministros / servicios, pero en todo caso resultarían aspectos dispersos de escasa relevancia, que no incidirán sobre las economías locales. Lo mismo se puede mencionar en cuanto a la demanda de mano de obra, dado que el proyecto demanda en general personal con calificaciones específicas.

En cuanto a las actividades de pesquerías, desde el punto de la afectación de las especies de interés pesquero se remite a lo expuesto en el punto 2.1.1, por lo que este impacto de carácter indirecto (dado que el efecto potencial se da sobre las especies de interés comercial, e indirectamente sobre las actividades de pesca), se estima podría circunscribirse al entorno de los 50 km desde el área de adquisición de datos sísmicos de manera de abarcar ampliamente los potenciales efectos del proyecto sobre esta actividad. En cuanto a la interferencia del desplazamiento de las embarcaciones pesqueras, el impacto se limita al entorno cercano definido anteriormente para el resto de las embarcaciones.

El AID del componente antrópico se define entonces por un área circundante de 5 km al AO de las áreas de adquisición sísmica, que involucra el espacio que puede ser potencialmente impactado por la presencia del buque sísmico y las embarcaciones de apoyo, mientras que el AI queda delimitado por un buffer de 50 km de distancia respecto de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114. Dado que las operaciones logísticas en el puerto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en el mismo, el impacto de estas actividades no excederá el área operativa en el ámbito portuario del Puerto de Mar del Plata. Como área de influencia del Puerto de Mar del Plata se establece un AID entorno al mismo, mientras que como AI del puerto se considera la Ciudad de Mar del Plata que conforma el hinterland portuario.

Más allá de dichas áreas, la caracterización del componente antrópico comprende un área de estudio a una escala general más amplia y regional asociada a la identificación de los actores o partes interesadas en el proyecto.

La disposición geográfica de las mencionadas áreas de influencia para el componente antrópico se presenta en la Figura 5.

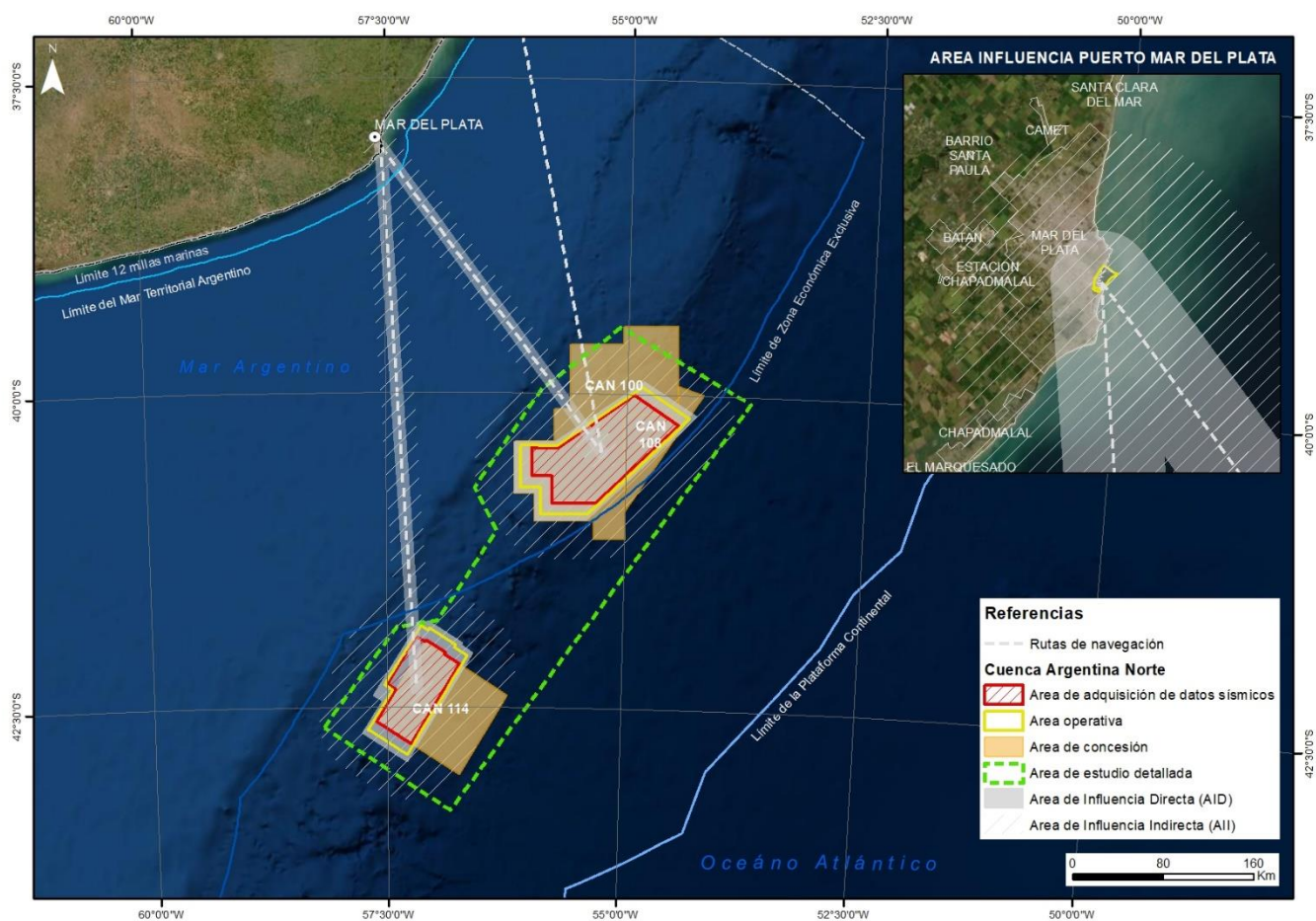


Figura 5. Área de Influencia del Componente Antrópico.

3 **MEDIO FÍSICO**

3.1 **GEOLOGÍA**

3.1.1 **Contexto estructural, geomorfológico y geosedimentario**

La corteza terrestre se divide en dos grandes tipos, la corteza continental y la corteza oceánica. La mayor parte de la corteza continental está sobre el nivel del mar, pero otra parte está sumergida en los océanos. A esta zona de transición entre los continentes y las cuencas oceánicas se le conoce como margen continental y, aunque comparte las características geológicas de los primeros, ha sido profundamente modelada por los procesos marinos.

En el margen continental se pueden distinguir tres áreas principales:

- Plataforma continental: zona bajo el nivel del mar que va descendiendo de forma suave hasta una profundidad que suele alcanzar los 200 metros.
- Talud continental: zona con una inclinación muy pronunciada y fuerte descenso que puede llegar hasta 3.000 - 4.000 metros de profundidad.
- Zona de transición: la zona de transición entre la corteza continental y la corteza oceánica se sitúa entre el talud y las llanuras abisales y puede ser de dos tipos: una fosa muy profunda, llamada fosa oceánica; o una zona de acumulación de sedimentos denominada “emersión continental” o “elevación continental”. La fosa se forma en los márgenes continentales activos (con subducción de placas tectónicas) y la emersión continental en los márgenes continentales pasivos (sin subducción).

El margen continental argentino (MCA) está situado mayoritariamente en la placa Sudamericana asociada a la extensión cortical vinculada a la apertura del océano Atlántico a partir del Jurásico Medio, en un contexto geotectónico dominado por un margen continental pasivo, aunque en su porción más austral se asocia a sectores de márgenes activos (Violante et al. 2014).

Una de las etapas más importantes que incidieron en la evolución del margen fue la transgresión marina global que inundó regiones de la actual Patagonia en el Maastrichtiano (70-65 Ma), la cual dio lugar a la primera plataforma continental de esta porción de la placa Sudamericana (Malumián 1999, Náñez y Malumián 2008). La profundización de ese mar y consecuente mayor circulación de las aguas a partir del Oligoceno (30-32 Ma), cuando se abrió definitivamente el pasaje de Drake entre Sudamérica y Antártida y se instaló la Corriente Circumpolar Antártica, llevaron a la instalación de condiciones oceanográficas de mar abierto.

Después de estos eventos mayores, la evolución del MCA pasó a ser dominada más por factores climático-oceanográficos que tectónicos, comenzando así a imprimirse los rasgos morfosedimentarios definitivos que, en el caso de la plataforma se vieron substancialmente influenciados por los procesos glacioeustáticos propios del Cuaternario (Violante et al. 2014).

En la Figura 6 se presentan los principales rasgos submarinos del sector continental e insular argentino, pudiéndose apreciar la gran extensión de la plataforma continental. En la Figura 7 se muestran los principales rasgos fisiográficos de la zona de estudio y se señalan las áreas operativas de las áreas CAN_100 – CAN_108, situadas sobre el sector medio e inferior del talud que se desarrolla desde el borde de la terraza Ewing en el área norte del sistema de cañones submarinos Bahía Blanca, así como el área operativa del área CAN_114 situada sobre el talud medio en el área sur del mismo sistema de cañones submarinos, inmediatamente al norte del gran sistema de cañones submarinos Ameghino.

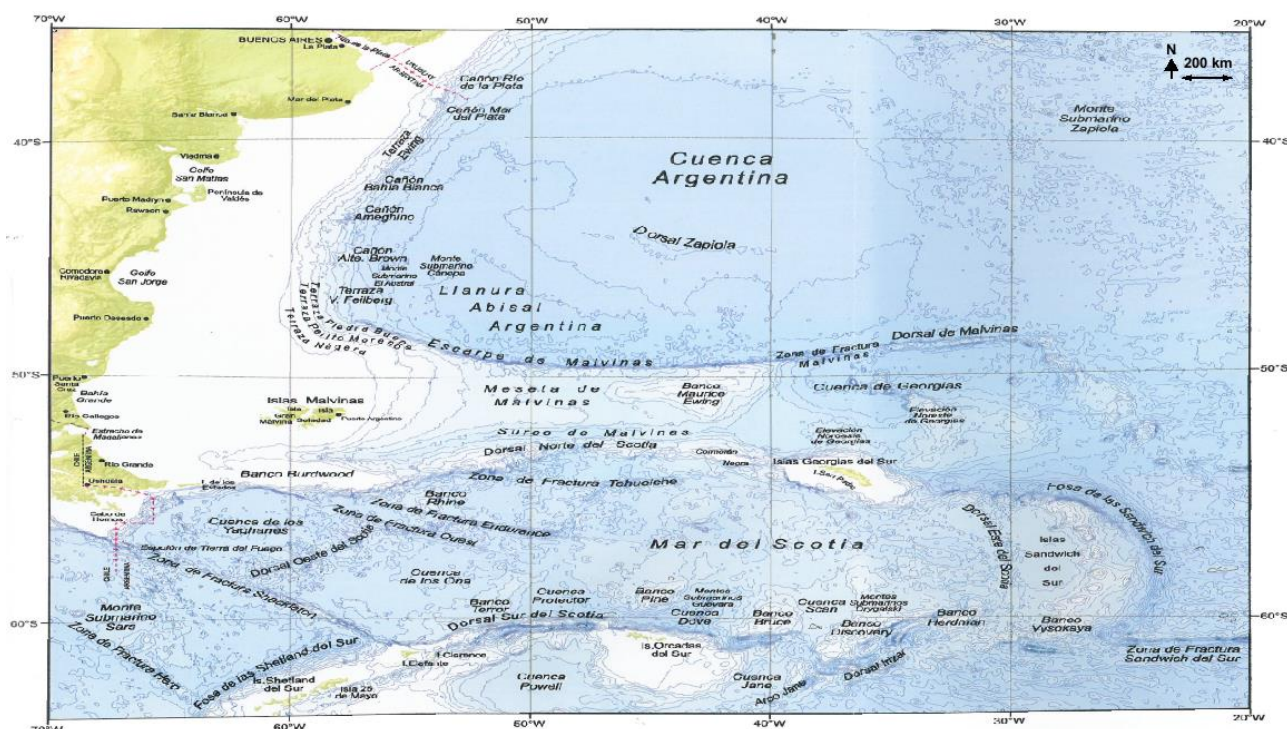


Figura 6. Principales rasgos submarinos del sector continental e insular argentino. Fuente: COPLA (2017).

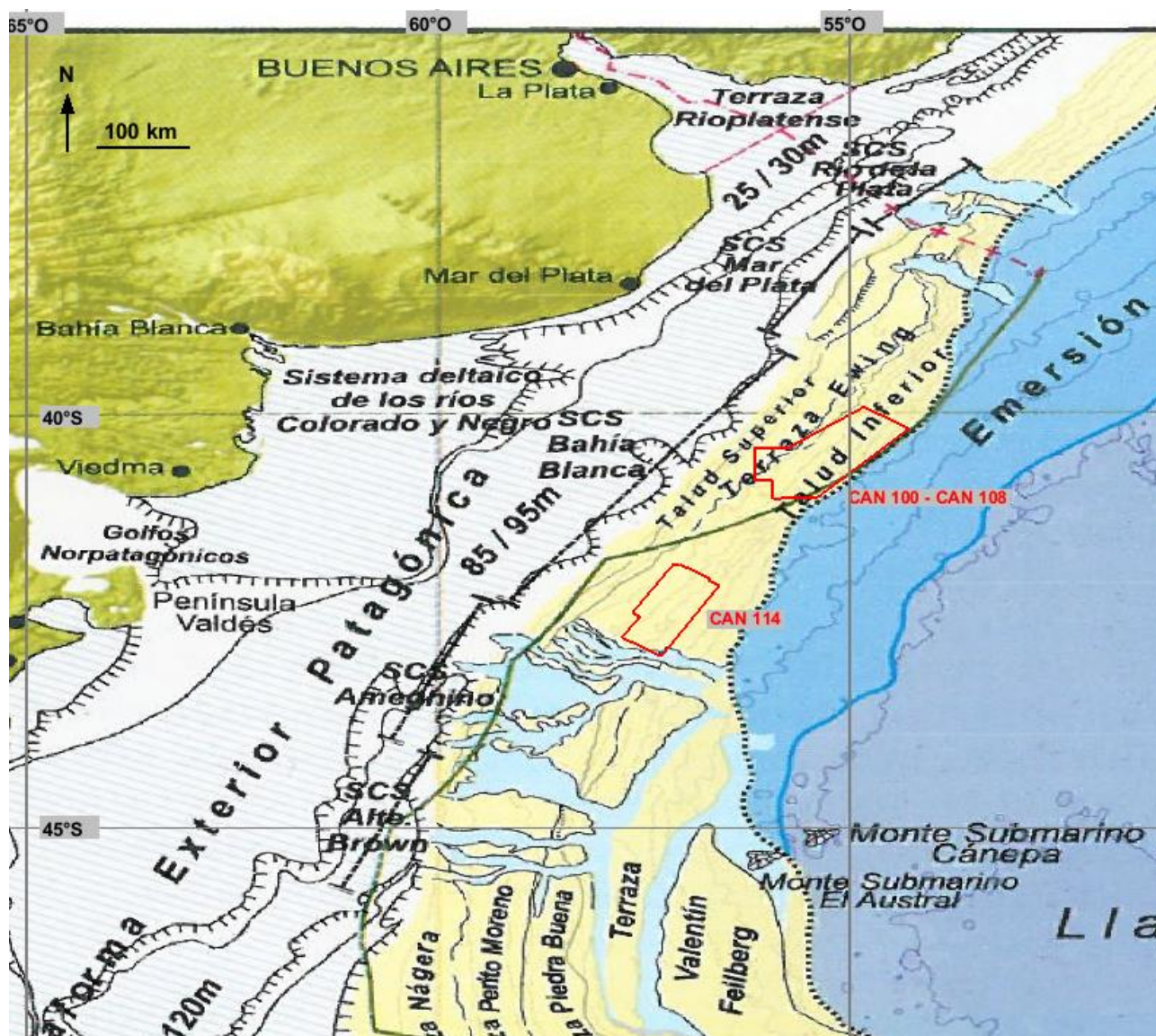


Figura 7. Principales unidades fisiográficas del margen continental argentino en el sector de las áreas operativas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114 (polígonos de color rojo). Fuente: modificado de COPLA (2017).

Cabe destacar que en este documento se adopta el término 'plataforma' o 'plataforma continental' *sensu stricto* en su concepto geomorfológico, no jurídico⁵.

En la Figura 8 se presenta un esquema básico de la plataforma continental jurídica y su relación con el margen continental (cuando supera las 200 M desde las líneas de base desde las cuales se mide el mar territorial).

⁵ El límite exterior de la plataforma continental jurídica argentina corresponde al presentado ante la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC) -órgano científico integrado por 21 expertos internacionales y creado por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR). El límite fue aceptado por Consenso (sin votos en contra) por dicha Comisión el 16 de marzo de 2016.

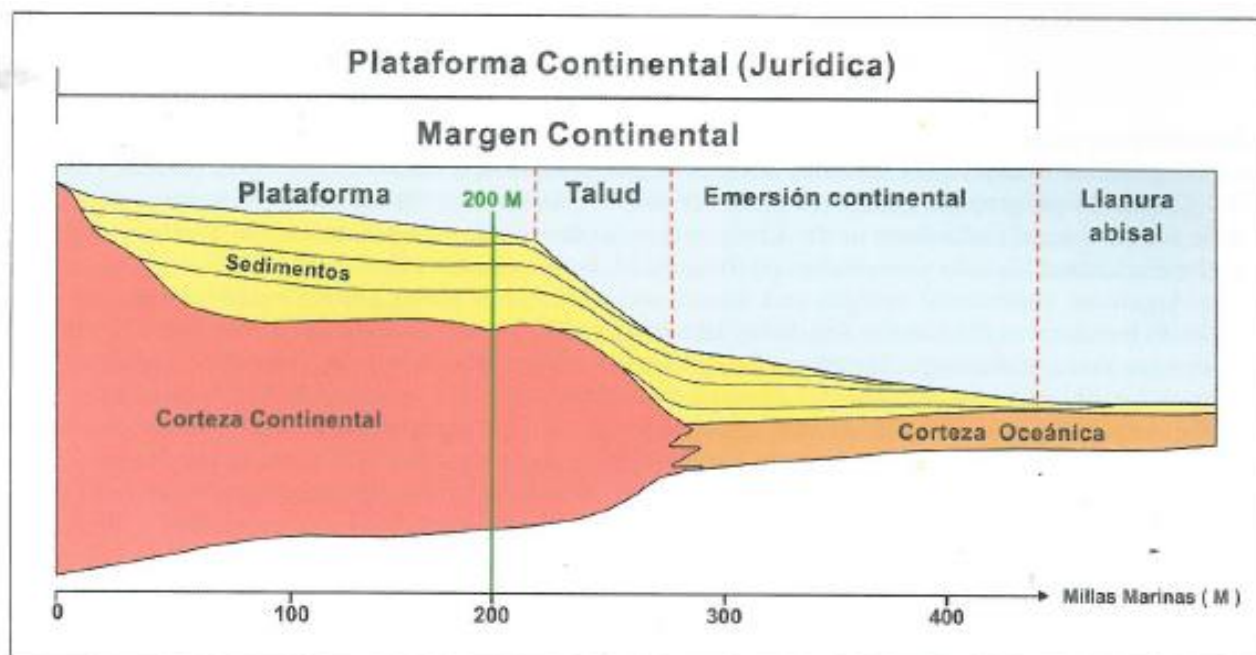


Figura 8. Esquema básico de la plataforma continental jurídica y su relación con el margen continental (cuando supera las 200 M desde las líneas de base desde las cuales se mide el mar territorial). Fuente: COPLA (2017).

3.1.2 Batimetría y lecho marino

A diferencia del talud, que es una formación tectónica, la emersión continental es una formación sedimentaria. En la zona de estudio, la emersión continental se caracteriza por una suave pendiente y escaso relieve. Se desarrolla en torno a los 3.500 a 4.000 m de profundidad y se conecta con la llanura abisal a partir de los 5.000 m de profundidad, estando atravesada por cañones y valles submarinos, que han sido la vía principal del transporte sedimentario hacia la llanura abisal (Hernández-Molina et al., 2009; COPLA, 2017).

La plataforma continental argentina se extiende a lo largo de unos 2.400 km entre el Río de la Plata y el cabo de Hornos, aunque la línea de costa que la margina tiene una longitud de unos 5.300 km si se consideran sus irregularidades mayores. Su ancho es variable entre 170 y ~1.200 km. El borde interior (hacia el continente) está marcado por un frente de costa de fuerte pendiente cuya base llega hasta los -10/20 m en el litoral bonaerense y va incrementando su profundidad hacia el sur. El borde exterior, que marca la transición hacia el talud, sigue un rumbo NE-SO entre 36°S (Río de la Plata) y 44°S, a partir de donde cambia gradualmente a N-S para, a los 50°S, dirigirse hacia el este rodeando las islas Malvinas y volver a acercarse al continente frente al estrecho de Magallanes.

La profundidad del borde exterior (Figura 9) también es variable con una tendencia regional de profundización de norte a sur y con características cambiantes, ya que en el área adyacente a la región pampeana su perfil es convexo (mayor pendiente regional hacia la plataforma exterior) mientras que en la región adyacente a Patagonia es cóncavo (mayor pendiente regional hacia el lado del continente) (Violante et al 2014).

La variabilidad en la profundidad del borde exterior de la plataforma es uno de los aspectos más interesantes de la configuración morfológica regional. Southard y Stanley (1976) y Pratson et al. (2007), entre otros, sintetizaron la complejidad de las variables que intervienen en el modelado de ese rasgo, entre las que se cuentan procesos estructurales, isostáticos, eustáticos, oceanográficos, la dinámica sedimentaria continental, litoral y marina profunda, y aún procesos biológicos, todos ellos actuando de manera diferencial durante etapas de posiciones variables del nivel del mar.

En el talud se desarrollan numerosos sistemas de cañones submarinos, destacándose el sistema Alte. Brown-Ameghino (entre golfo San Jorge y península Valdés) y el sistema Río de la Plata-Mar del Plata.

Las áreas operativas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114 se encuentran entre estos dos principales sistemas de cañones submarinos, específicamente en el área donde se desarrolla el sistema de cañones submarinos Bahía Blanca (ver Figura 7).

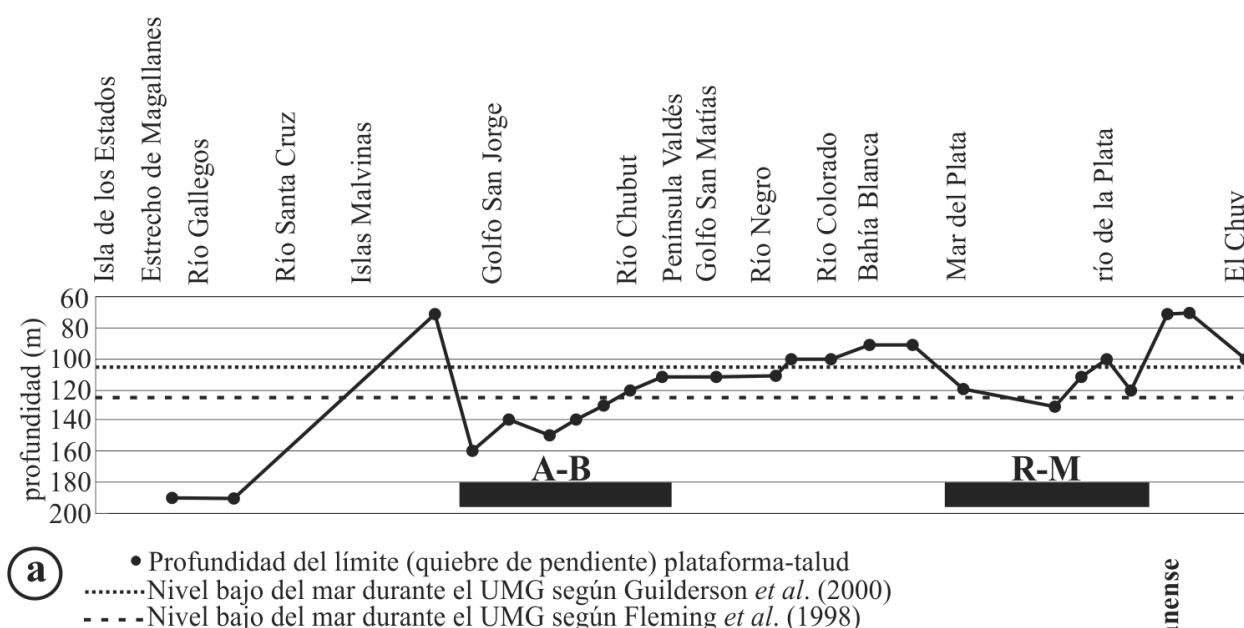


Figura 9. Perfil S-N a lo largo del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud. R-M y A-B: zona influenciada por la actividad de los sistemas de cañones submarinos Río de la Plata-Mar del Plata y Ameghino-Alte. Brown respectivamente (para su ubicación ver Figura 16). Las áreas operativas bajo estudio se ubican entre estos dos grandes sistemas de cañones submarinos. Fuente: Violante et al. 2014.

La batimetría del lecho en la zona de estudio, obtenida de la base global de datos GEBCO “The General Bathymetric Chart of the Oceans”, se presenta en la Figura 10. El área operativa de CAN_100 – CAN_108 se localiza en el talud medio e inferior y comienzo de la emersión continental, en profundidades de entre 900 m y 4100 m. Por otro lado, el área operativa de CAN_114 se ubica en el talud medio, en profundidades de entre 1300 m y 3000 m.

Para cada una de las áreas de exploración sísmica, se extrajeron de la mencionada base de datos GEBCO dos perfiles batimétricos (ver ubicación en Figura 10).

La Figura 11 y la Figura 12 muestran, respectivamente, los perfiles que atraviesan el área operativa CAN_100-108 y CAN_114. Se incluye, también, la pendiente del lecho marino.

En los perfiles correspondientes al área de exploración sísmica CAN_100-108 se señala la terraza Ewing como rasgo distintivo del talud (ver Punto 3.1.1 y Punto 3.1.4).

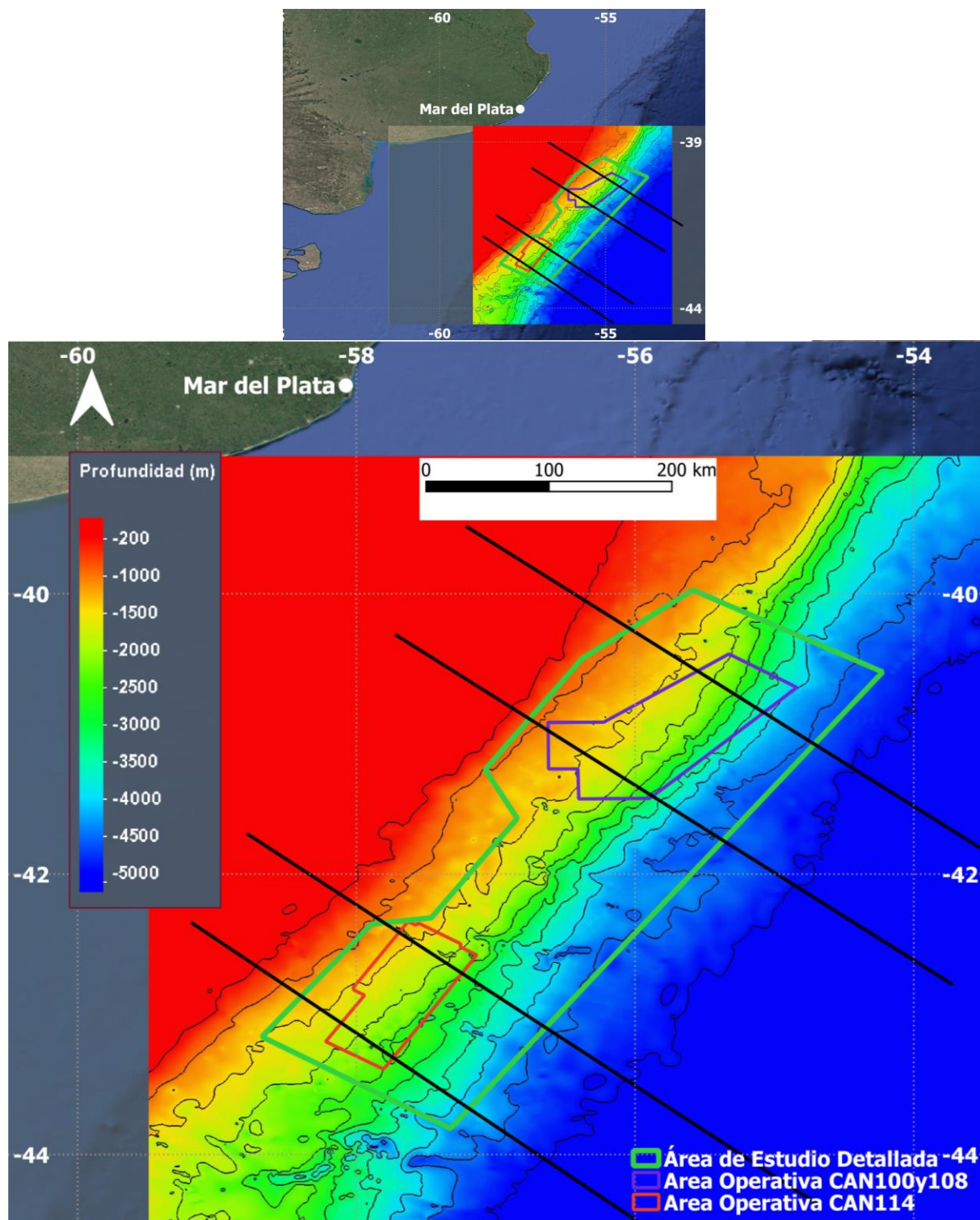


Figura 10. Batimetría de la zona de estudio. Fuente: base global de datos GEBCO “The General Bathymetric Chart of the Oceans”:

https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

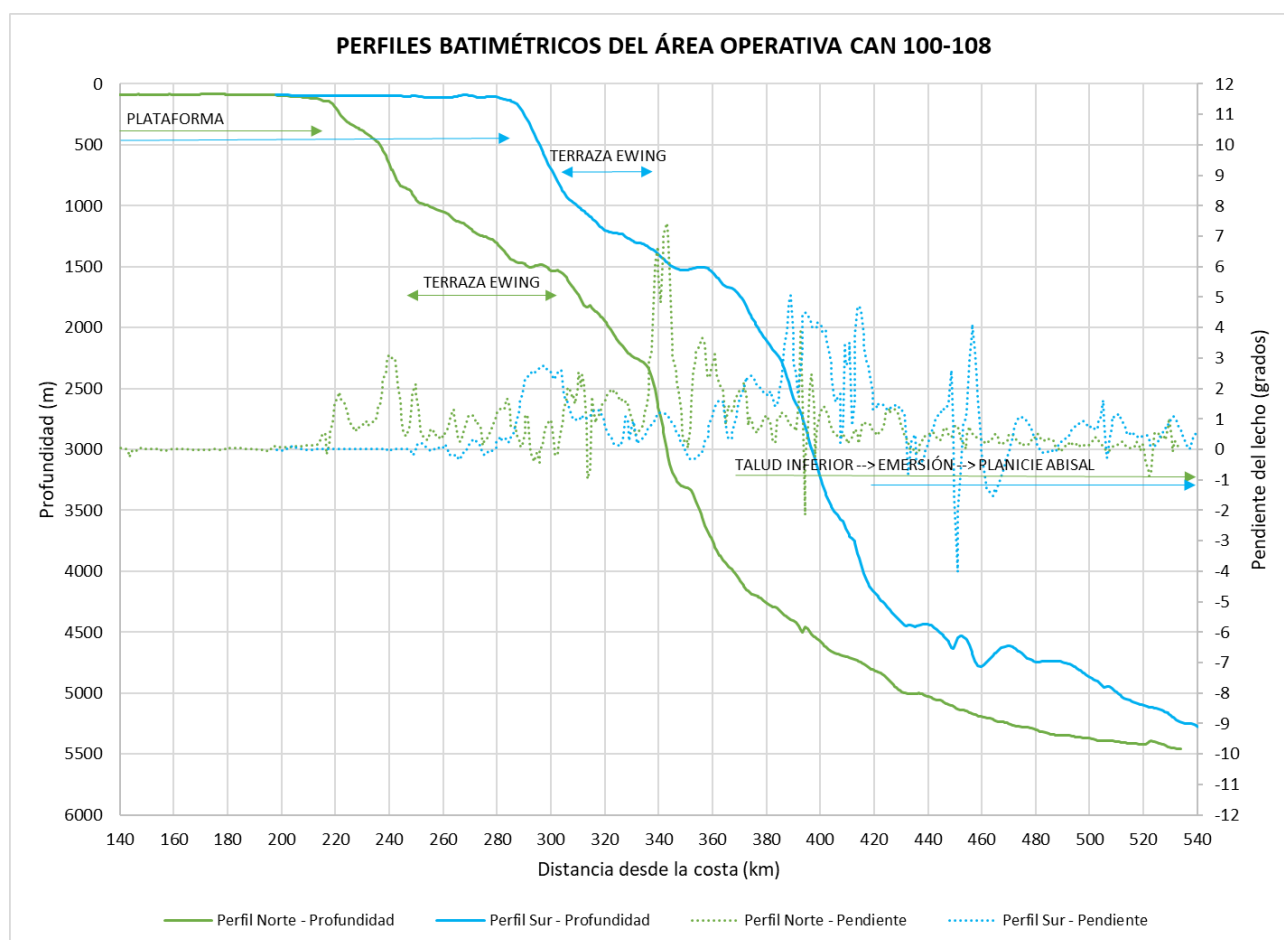


Figura 11. Perfiles batimétricos (y sus pendientes) que atraviesan el área operativa correspondiente al área CAN_100-108. Ver ubicación en Figura 10.

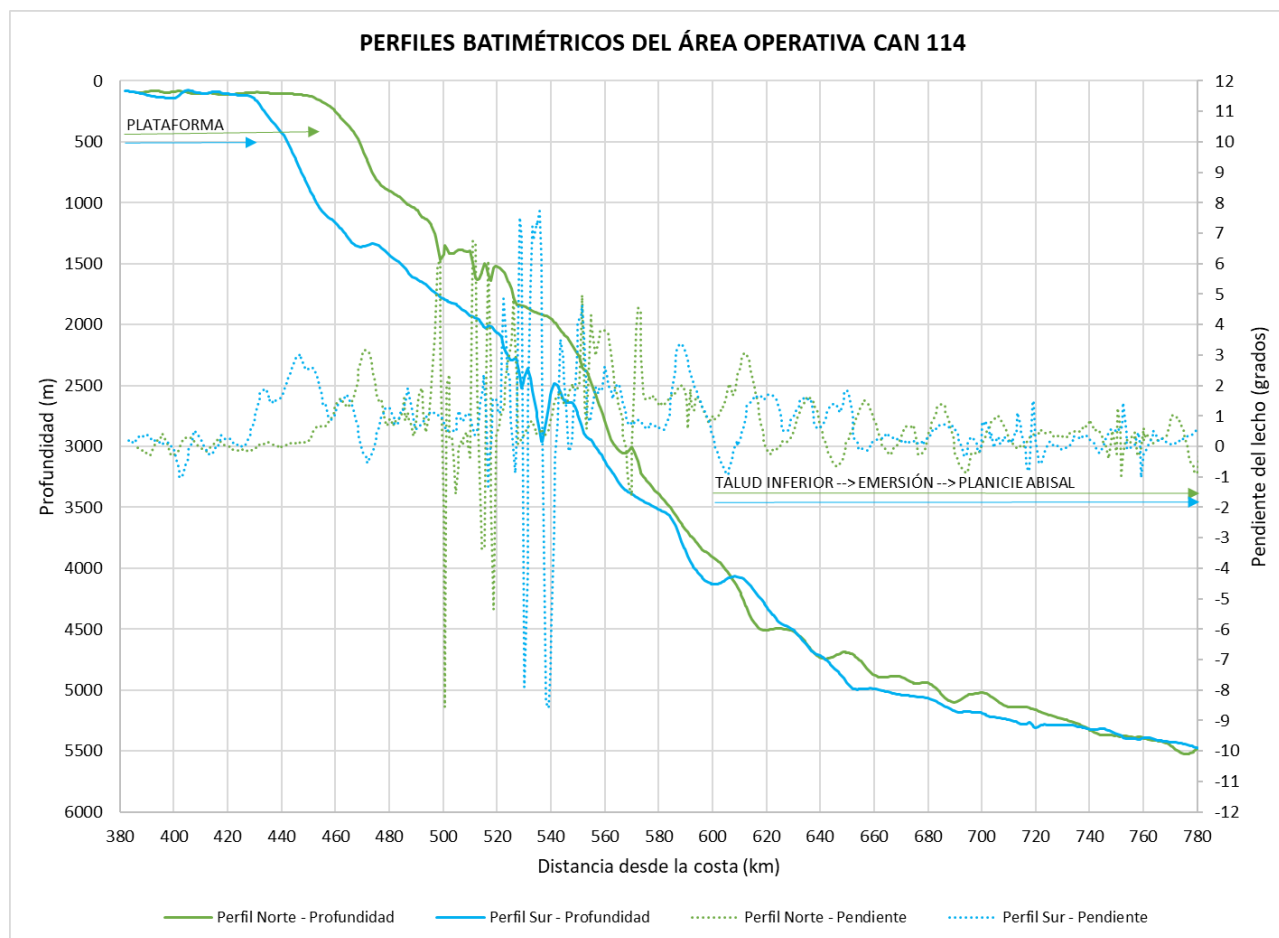


Figura 12. Perfiles batimétricos (y sus pendientes) que atraviesan el área operativa correspondiente al área CAN_114. Ver ubicación en Figura 10.

3.1.3 Estructura

En su mayor parte, las cuencas costa afuera de Argentina son manifestaciones de procesos extensivos de retro-arco del Triásico tardío/Jurásico temprano con una posterior respuesta de rifting en el Mesozoico superior relacionado con la ruptura del Gondwana. Luego, a lo largo del resto del Terciario, la región desarrolló características de margen pasivo, excepto en el extremo sur, donde se observa una faja plegada debido a la interacción de las Placas Sudamericana, Scotia y Antártica, durante el Cretácico superior y el Terciario.

La extensión del estadio de rift, asociada con la fase de separación temprana del Gondwana, contribuye a que las cuencas costa afuera de Argentina generalmente se dispongan perpendiculares a la costa debido a la naturaleza rotacional de la separación de la placa Sudamericana de la Africana al sur del Walvis / Río Grande Ridge. Al norte de éste las cuencas se disponen paralelas a la costa (ENARSA, s/f).

Las cuencas reconocidas en el margen continental argentino (de norte a sur) son las de: Salado, Colorado, Rawson, Golfo de San Jorge, San Julián, Austral y Malvinas y sus extensiones en el talud continental (Figura 13). La arquitectura de las cuencas del Salado y del Colorado (zona de exploración sísmica del proyecto) se muestra en la Figura 14.

CUENCA

- 1 DEL SALADO
- 2 DEL COLORADO
- 3 RAWSON
- 4 GOLFO SAN JORGE
- 5 MALVINAS
- 6 MALVINAS NORTE
- 7 AUSTRAL
- 8 SAN JULIAN

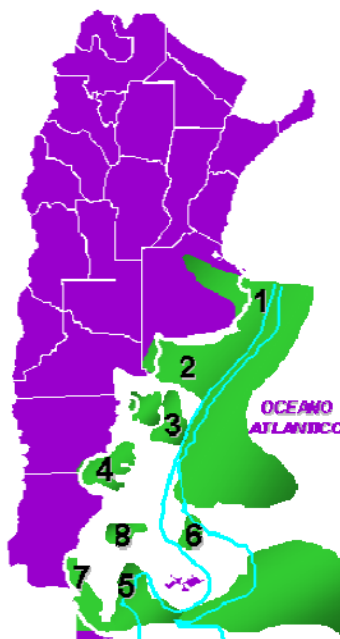


Figura 13. Principales cuencas sedimentarias del margen continental argentino. Fuente: ENARSA (s/f).

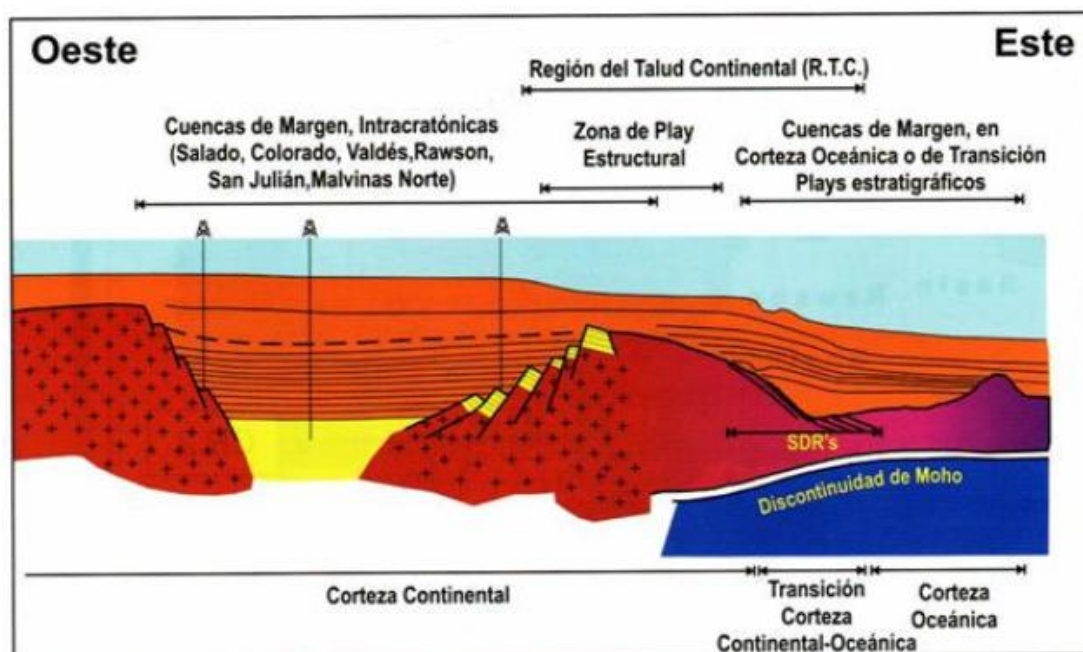


Figura 14. Arquitectura de las cuencas del Salado, Colorado y Rawson. Fuente: ENARSA (s/f).

El Walvis / Río Grande Ridge, a medida que Sudamérica se mueve hacia el oeste con respecto a África, separa al Atlántico Sur en dos partes. La apertura hacia el norte es pequeña y angosta, mientras que hacia el sur es más amplia. Esto explica el desarrollo de espesos mantos salinos al norte de Walvis / Río Grande y su ausencia al sur.

En síntesis, los procesos extensionales de las cuencas costa afuera de Argentina están relacionados con la partición del Gondwana. Así, no obstante, la gran variedad de nombres para formaciones geológicas equivalentes y diferentes estilos estructurales observables en cuencas separadas, lo concreto es que el modelo tectono/estratigráfico es básicamente común, con sus particularidades. Solamente al llegar al extremo sur de la placa Sudamericana se desarrollaron procesos sedimentarios diferentes en lo que hoy son las cuencas Austral y Malvinas. En general la carta tectono/estratigráfica de las cuencas costa afuera incluye una fase de Pre-Rift, que corresponde a rocas del Precámbrico y/o del Paleozoico, una fase de Rift continental del Neocomiano al Aptiano y una fase de Drift o Deriva del Cretácico superior y Terciario.

La fase de Rift da origen a un mosaico de fallas maestras E-O en ocasiones interrumpidas por fallas antitéticas, creando una red de half grabens con algunos altos internos. Los estilos tectónicos resultantes pueden ser divididos en que el Basamento está involucrado (Fases de Rift) y los no vinculados al Basamento (Fases de Drift).

Las áreas de sedimentación de estas cuencas están limitadas por rasgos estructurales mayores. En general los depocentros de los rifts se localizan en áreas de plataforma, particularmente al norte de la línea Islas Malvinas/San Julián.

Las cuencas sedimentarias identificadas tienen continuidad en el continente, a excepción de las de Rawson, San Julián y Malvinas, que se desarrollan por completo bajo el Océano Atlántico.

El margen continental argentino en la zona de estudio es del tipo pasivo volcánico, el cual se extiende desde el límite con Uruguay hasta aproximadamente los 48°S (COPLA, 2017).

La arquitectura típica de este margen se presenta en la Figura 15. Presenta una cobertura sedimentaria de superficie y subsuelo que se extiende formando la emersión continental, rasgo morfológico característico de los márgenes pasivos.

En este tipo de márgenes se presenta una potente cuña volcánica que se expresa, en los perfiles sísmicos, por la presencia de reflectores convexos buzantes hacia el mar denominados *Seaward Deeping Reflectors* (SDRs) (COPLA, 2017).

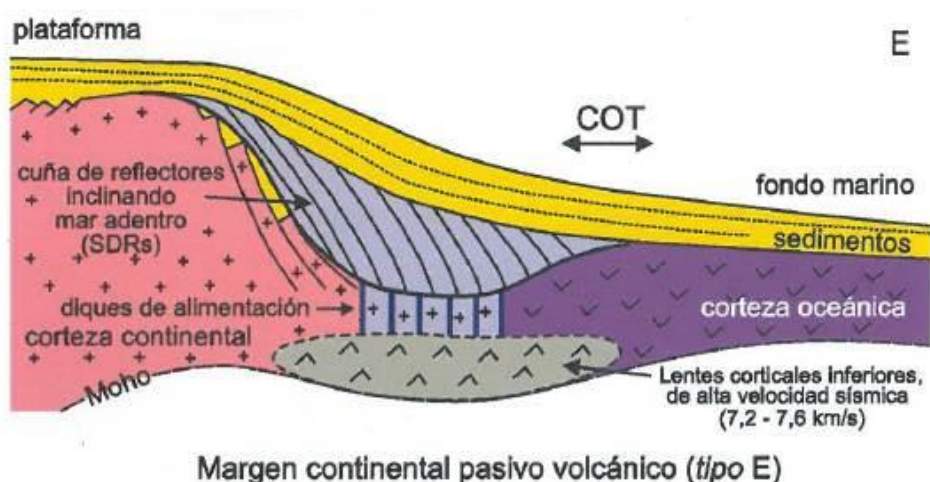


Figura 15. Arquitectura típica (corte geológico regional oeste-este) del margen pasivo volcánico. COT: zona de transición corteza continental-oceánica. Fuente: COPLA (2017).

3.1.4 Factores que condicionaron el modelado y sedimentación en el margen continental argentino

La configuración morfosedimentaria del MCA resultó de dos aspectos principales: en primer lugar, la herencia geotectónica dominada por los factores endógenos involucrados en la estructura y evolución del margen, entre los cuales parecen haber sido relevantes los procesos de flexohundimiento y, en segundo lugar, los factores externos condicionados por el clima y los procesos oceanográficos, los cuales fueron haciéndose con el tiempo más importantes que los endógenos pasando a ser dominantes en el Cenozoico y manifestándose fundamentalmente con las fluctuaciones glacioeustáticas del Cuaternario.

De esta manera, los rasgos morfosedimentarios de la plataforma continental argentina fueron adquiridos como resultado de la interacción de diversos factores como las fluctuaciones del nivel del mar, isostasia, clima, procesos oceanográficos, dinámica sedimentaria y morfología y composición del sustrato pre-transgresivo, siendo el proceso condicionante más relevante la transgresión postglacial, responsable de la configuración final de la plataforma, sus terrazas y su cobertura sedimentaria (Violante et al. 2014).

La historia geológica de la plataforma es más compleja que la de las regiones costeras; su extensión y escaso relieve han favorecido un profundo efecto modelador producto de las sucesivas transgresiones y regresiones marinas del Cuaternario, que le imprimieron variados rasgos morfosedimentarios (Violante et al. 2014).

El descenso del nivel del mar durante la última época glacial (ocurrida hace 18.000 años) hizo que las aguas marinas retrocedieran hasta profundidades de unos 120 metros por debajo del nivel actual, de tal manera que la plataforma entera quedó expuesta a condiciones subaéreas, pudiéndose encontrar actualmente en su subsuelo restos de antiguas áreas continentales, relictos de redes fluviales, playas y suelos. El posterior ascenso intermitente del mar resultó en la conformación de terrazas marinas escalonadas, a diferentes profundidades, que forman el lecho de la plataforma y están constituidas por sedimentos pertenecientes a las primitivas playas hoy sumergidas (Violante et al. 2014). Las interrupciones en la velocidad de ascenso del nivel del mar, con la consiguiente estabilización de la línea de costa por tiempos relativamente prolongados, permitieron el modelado de una superficie erosiva que conforma la base de cada terraza (Parker et al. 1997, Violante 2005, Perillo y Kostadinoff 2005, Ponce et al. 2011).

En el talud continental, debido a sus profundidades por debajo de los 120 metros, las variaciones del nivel del mar no tuvieron un efecto directo. Sin embargo, los cambios climáticos se manifestaron allí a través de variaciones en la circulación de las corrientes oceánicas. Estas corrientes son significativos procesos que influyen en la dinámica sedimentaria y el modelado de la topografía submarina y han dejado una fuerte impronta en los ambientes que estuvieron permanentemente sumergidos. El MCA está dominado, en sus regiones profundas, por corrientes de origen antártico que circulan de sur a norte a diferentes profundidades, siguiendo las isobatas (corrientes de contorno). La consecuencia de esa dinámica oceánica fue un transporte de sedimentos que conformó grandes secuencias sedimentarias a lo largo del margen, desarrollando depósitos denominados “contorníticos”, que se manifiestan como acumulaciones en superficies aterrazadas (Violante et al. 2014).

Paralelamente, las altas pendientes del talud favorecieron la acción de procesos gravitacionales manifestados a través de corrientes densas de sedimentos (corrientes de turbidez) que se deslizan sobre las mismas, cavando cañones submarinos y produciendo depósitos turbidíticos y deslizamientos submarinos. Estos procesos son más complejos en el margen bonaerense, donde las corrientes que circulan de sur a norte interactúan con otras en sentido contrario, formando la Zona de Confluencia. De esta manera, el talud bonaerense está formado por alternancia de sedimentos formados tanto por procesos longitudinales como transversales, dominando estos últimos en las cercanías de los cañones submarinos (Violante et al. 2014).

En la Figura 16 y en la Figura 17 se presentan los principales rasgos geomorfológicos con la ubicación de las distintas terrazas y los sistemas mayores de cañones submarinos.

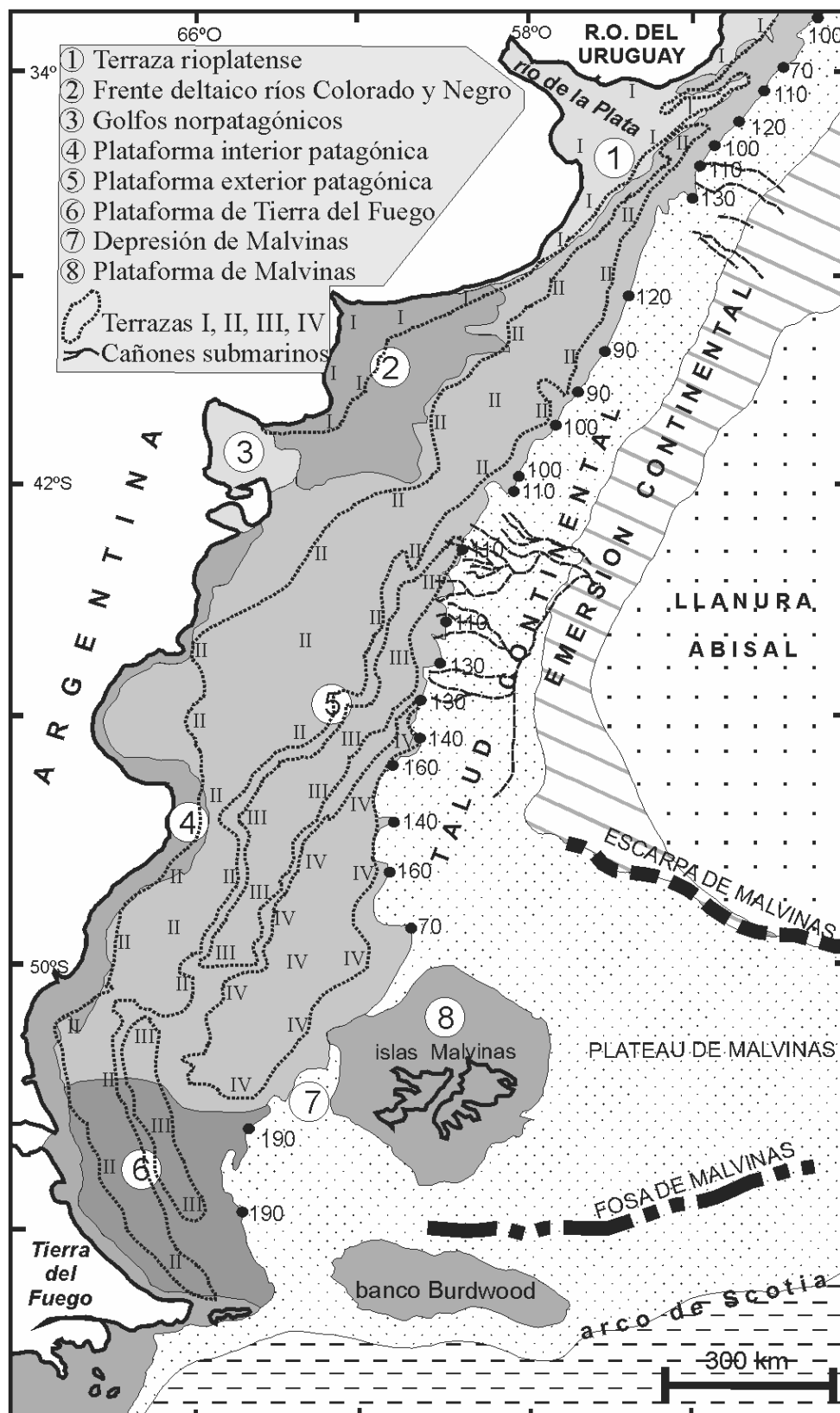


Figura 16. Mapa geomorfológico con indicación de las profundidades del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud (puntos negros). Nótese en el talud la ubicación de los sistemas mayores de cañones submarinos. Fuente: Violante et al. 2014 (modificado de Parker et al. 1996).



Figura 17. Unidades fisiográficas del margen continental en la zona de estudio. SCS: sistema de cañones submarinos. Línea verde: 200 M. En color rojo se indica el área de operación las áreas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114. Modificado de COPLA (2017).

Variabilidad paleoclimática desde el último máximo glacial

Los factores paleoclimáticos globales fueron esenciales en la evolución del extremo sur de Sudamérica durante las épocas glaciales y postglaciales, sumados a la influencia de factores regionales y locales tales como: a) las condiciones atmosféricas y consecuentes patrones de vientos impuestos por la variabilidad entre los anticiclones del Pacífico Sur y del Atlántico Sur; b) la cercanía de las masas de hielo antártico y los hielos continentales de los Andes del sur, y su transformación en volúmenes de agua oceánica después de su derretimiento; c) la relación variable entre la superficie de tierras emergidas y sumergidas a través del ciclo glacial-postglacial, que llevó no solamente a una duplicación del continente durante el Último Máximo Glacial al quedar emergida la actual plataforma y su progresiva reducción a la mitad de su extensión original en los tiempos postglaciales, sino también a consecuentes cambios climáticos (Violante et al. 2014). A escala global se consideran tres períodos caracterizados por particulares condiciones climáticas: Último Máximo Glacial, Glacial Terminal y Postglacial (Fleming et al. 1998).

Durante el Último Máximo Glacial, como resultado de la baja posición del nivel del mar se produjo el incremento de la superficie patagónica continental y la exposición subaérea de la plataforma (Clapperton 1993, Rabassa 2008).

El período Glacial Terminal se caracteriza por la ocurrencia de significativos y recurrentes cambios climáticos (con recesiones y avances glaciares) que marcaron la transición entre la época glacial y la actual.

El Postglacial representa el período que evolucionó hacia las condiciones climáticas actuales.

Condiciones hidrográficas

Como se explica en detalle en el Punto 3.2, desde el punto de vista oceanográfico la plataforma continental argentina está dominada por masas de agua de origen subantártico que circulan de sur a norte, cuyos niveles superiores corresponden a la corriente de Malvinas, diluidas por los aportes fluviales y el balance evaporación-precipitación, por lo que pueden diferenciarse regiones con masas de aguas de diferentes salinidades (Perillo y Kostadinoff 2005, Piola et al. 2001).

Frente a la provincia de Buenos Aires, a 38°S, esas masas de agua se encuentran con otras provenientes de zonas ecuatoriales que circulan de norte a sur -siendo la parte superior la corriente de Brasil-, generando ese encuentro la zona de confluencia (Piola y Gordon 1989, Piola y Matano 2001).

Las olas y mareas se constituyen en procesos esenciales en la dinámica sedimentaria en la zona litoral, variando en su importancia a lo largo de las costas. Tanto la altura de ola como la amplitud de la marea aumentan de norte a sur. La relación entre estos factores hace que mientras en las costas bonaerenses las olas de tormenta sean el factor dominante (D'Onofrio et al. 1999) condicionando el transporte y disponibilidad de arenas en la franja litoral, en las costas patagónicas la acción de las mareas es mucho más significativa, en función de su amplitud y velocidades de corrientes (Glorioso y Flather 1997, Simionato et al. 2004).

La influencia fluvial en la plataforma continental argentina tiene al Río de la Plata como principal aporte de agua dulce, descargando entre 22.000 y 25.000 m³/s (Jaime et al. 2002, Giberto et al. 2004, Simionato et al. 2007). Este volumen de agua acarrea una carga sedimentaria en suspensión, transferida desde los ríos Uruguay y Paraná, del orden de 92 millones de toneladas anuales según Milliman y Meade (1983) y 79,8 millones de toneladas anuales según Giberto et al. (2004). De acuerdo a Campos et al. (2008b), 57 millones de toneladas anuales irían al océano. En menor grado aportan a la plataforma los ríos patagónicos, que en conjunto no exceden 2000 m³/s, destacándose como más importantes los ríos Negro (858 m³/s), Santa Cruz (691 m³/s) y Colorado (131 m³/s) (Gaiero et al. 2002, 2003).

Tanto los procesos oceanográficos como los fluviales han variado a través del tiempo. Los cambios paleoceanográficos pueden sintetizarse a partir de la variabilidad en las temperaturas oceánicas y desplazamiento de las masas de agua entre los períodos glaciales e interglaciales. Estos cambios estuvieron significativamente influenciados durante la última glaciación por la transferencia de enormes volúmenes de agua desde las regiones marinas a las continentales donde se acumularon como masas de hielo, y en forma inversa por derretimiento de estos últimos durante las interglaciaciones (Violante et al. 2014).

Variaciones del nivel del mar

La gran extensión de la plataforma continental argentina y sus regionalmente diferentes características hacen compleja la tarea de establecer una curva de variaciones relativas del nivel del mar como consecuencia de las complejas variables eustáticas, tectónicas e isostáticas que han intervenido en su evolución (Violante et al. 2014).

Diversos autores (ver recopilación en Violante y Parker, 2000 y Cavallotto et al., 2004) han elaborado curvas en diferentes regiones de las posiciones de la línea de costa, esencialmente centradas en la regresión marina de los últimos 6.000 años. Esas curvas evidencian la falta de coincidencia en los detalles de las fluctuaciones marinas, lo que puede considerarse como consecuencia de la influencia de factores locales (climáticos, isostáticos, etc.) en cada una de las regiones consideradas (Violante et al. 2014).

Rostami et al. (2000) afirmaron que existen diferencias en el comportamiento de las regiones norte y sur de Patagonia, ya que las predicciones de las fluctuaciones del nivel del mar y los modelos de deglaciación coinciden para la primera pero no para la segunda, como consecuencia de la alta relación tierras emergidas/sumergidas dada por el excepcional ancho de la plataforma en el sur, como así también por la cercanía de Antártida y la influencia de los mantos de hielo patagónicos, y por la ocurrencia de procesos tectónicos vinculados a las zonas de subducción y tectónica del no tan alejado margen chileno.

Sin embargo, es indudable que la velocidad de ascenso del nivel del mar ha tenido fluctuaciones, evidenciadas en relictos de paleolíneas de costas actualmente sumergidas que muestran la posición estacionaria que el mar ha tenido en determinados momentos. Posibles posiciones del nivel del mar en distintos momentos claves de la transgresión postglacial se presentan en la Figura 18 (Violante et al. 2014).

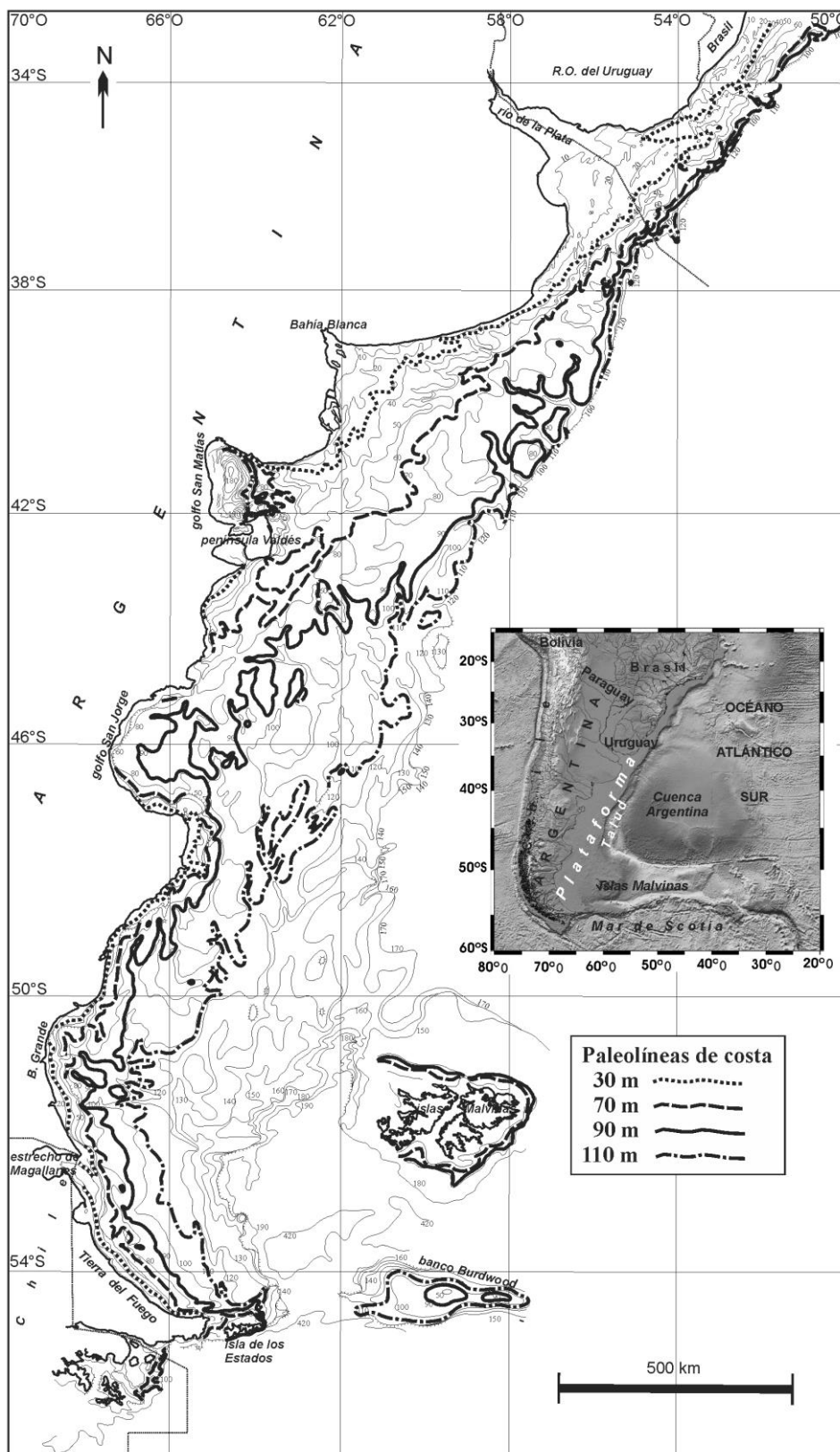


Figura 18. Mapa batimétrico de la plataforma, con indicación de paleolíneas de costas a diferentes profundidades. Se ilustran las de 30, 90 y 110 m según los detalles evidenciados en la plataforma bonaerense más la de 70 m que correspondería a la base de la terraza I, coincidente con el nivel del mar al momento de ocurrencia del período Younger Dryas. Fuente: Violante et al. 2014.

Procedencia de sedimentos

El análisis de la concentración de elementos mayoritarios en sedimentos superficiales del margen continental argentino documenta, desde los aspectos geoquímicos, el origen terrígeno de los mismos (Frenz et al., 2004; Mahiques et al., 2008; Chiessi et al., 2009; Govin et al., 2012).

La plataforma continental argentina recibe sedimentos terrígenos procedentes de dos áreas de aporte principales: la región andina y el escudo de Brasilia. Sin embargo, no deben descartarse aportes menores de las Sierras Pampeanas y otras regiones del centro de Argentina.

No obstante, la presencia de las dos asociaciones, el predominio de la primera es evidente en la mayor parte de la plataforma continental argentina, tal como queda documentado por la composición mineralógica a nivel regional (Potter, 1994; Marcolini, 2005), como también por análisis isotópicos (Mahiques et al., 2008; Noble et al., 2012) y de mineralogía de arcillas (Campos et al., 2008a).

La región andina fue afectada por intenso volcanismo Mesozoico y Cenozoico, cuyos productos de erosión fueron transportados hacia el este por acción fluvial y eólica, esta última también interviniendo en la movilidad de cenizas volcánicas y materiales piroclásticos. Todos estos materiales fueron depositados y retransportados en las regiones pampeana y patagónica a través de diversos ciclos sedimentarios multigenéticos hasta que finalmente alcanzaron las costas y el mar (Violante y Rovere 2005). La asociación mineralógica resultante fue definida como asociación volcánico-piroclástica (Teruggi 1954, Etchichuri y Remiro 1963, Gelos et al. 1988). El análisis petrográfico de fragmentos de rocas y rodados hallados en depósitos marinos del talud a más de 500 m de profundidad en las inmediaciones del cañón submarino Mar del Plata (38°S) reveló el predominio de materiales de procedencia bonaerense (Tandilia) y patagónica (Bozzano et al. 2011).

Por su parte, las regiones cratónicas de Uruguay y Brasil están constituidas por rocas ígneo-metamórficas del Precámbrico y Paleozoico inferior, así como por basaltos jurásicos, cuyos productos de erosión son transportados por los ríos Paraná y Uruguay hacia el Río de la Plata y de allí llevados hacia la plataforma (Etchichuri y Remiro 1963, Berkowsky 1986). Debe considerarse que por esta vía sólo llegan a la plataforma los excedentes de sedimentos que no quedan retenidos en el ámbito deltaico-estuario del Río de la Plata. El límite sur de alcance de estos sedimentos en la plataforma fue establecido en 35°S (Etchichuri y Remiro 1963), aunque estudios posteriores señalan que llegarían más al sur (hasta 45°S) al menos en una de las terrazas descriptas en la plataforma (Marcolini 2005, Marcolini y Bozzano 2007).

Dinámica sedimentaria

Dada la composición terrígena de los sedimentos que componen la plataforma, la dinámica sedimentaria debe ser considerada en forma integral abarcando tanto los procesos continentales que inciden en la costa como así también los litorales y marinos.

Los sedimentos son introducidos en el sistema dinámico litoral desde el continente adyacente de diferentes maneras, tanto por transporte fluvial y eólico como por erosión costera, para ser posteriormente transferidos hacia la plataforma.

No obstante, en el caso del transporte fluvial y eólico (este último incluyendo tanto el aporte de sedimentos por erosión eólica como también tefras y cenizas originadas en erupciones andinas) puede ocurrir un bypass que los lleve directamente hacia las zonas profundas sin estacionarse en el sistema litoral. Durante la transgresión postglacial estos procesos han ocurrido en cada etapa del ascenso eustático, con variantes en función de la velocidad de ascenso, factores climáticos, circulación oceánica, procesos litorales y cambios en los aportes sedimentarios. La transgresión postglacial actuó sobre un substrato Neógeno-Cuaternario poco consolidado provocando el progresivo barrido de su superficie por la acción erosiva de las olas y corrientes litorales con el consecuentemente rápido retroceso costero, manifestado a través de una alta tasa de erosión de la costa y transferencia de sedimentos hacia los fondos marinos adyacentes (Urien y Ewing 1974, Parker y Violante 1982, Violante y Parker 2000, 2004, Perillo et al. 2005, Parker et al. 2008). En plataforma, los depósitos resultantes sobre la superficie de erosión (*ravinement*, Swift 1976), son palimpsestos o relictos de acuerdo a cómo hayan sido o no afectados por las condiciones hidrodinámicas.

El aporte total de sedimentos terrígenos a la plataforma por acción directa de los agentes de transporte fue estimado en 70×10^6 ton/año (Pierce y Siegel 1979, Gaiero et al. 2003), de los cuales 39×10^6 ton/año (56%) corresponden a erosión costera, 29×10^6 ton/año (41%) a transporte eólico y 2×10^6 ton/año (3%) a actividad fluvial. Isla y Cortizo (2005) estimaron valores muy distintos ($243,8 \times 10^6$ ton/año) para los sedimentos erosionados de los acantilados patagónicos e introducidos al mar, aunque sin duda deben considerarse importantes diferencias entre regiones, dependientes de factores locales.

Las redes fluviales transportan hacia las zonas costeras volúmenes sedimentarios relativamente reducidos, ya que los ríos más pequeños tienen poca capacidad de transporte mientras que los más caudalosos generalmente desembocan en ambientes estuáricos que retienen buena parte de los detritos. La mayor capacidad fluvial durante épocas pasadas está evidenciada no solamente por el tamaño desproporcionado de los valles en el continente respecto a los caudales actuales, sino también por la gran cantidad de gravas de origen glacifluvial que tapizan la plataforma patagónica (Perillo y Kostadinoff 2005).

Las olas y mareas, especialmente bajo condiciones de tormenta, son capaces de removilizar grandes volúmenes de sedimentos (Perillo y Kostadinoff 2005), como queda documentado por los campos de ondas de marea que ocupan algunos sitios de la plataforma donde las velocidades son mayores (Servicio de Hidrografía Naval 1961, Urien y Ewing 1974, So et al. 1974, Perillo y Kostadinoff 2005).

Con relación al transporte por corrientes litorales, la circulación neta es hacia el norte, a excepción de células locales de circulación opuesta influenciada tanto por la morfología de la línea de costa como por los aportes fluviales.

Teniendo en cuenta la dinámica sedimentaria imperante en la plataforma, Violante (2004) siguiendo los conceptos de Swift (1976) la consideró como de régimen sedimentario pasivo de carácter autóctono. Algunas de las estructuras sedimentarias superficiales, como los complejos de bancos arenosos formados por el retroceso costero (*shoal retreat massif*, Swift 1976) con desarrollo de bancos alineados presentes en la plataforma interior norbonaerense (Parker et al. 1978, 1982, Swift et al. 1978, Parker y Violante 1982), son típicas de esos regímenes de sedimentación.

Por otra parte, los mecanismos de transferencia de sedimentos desde el borde exterior de la plataforma hacia el talud superior y desde éste hacia los cañones submarinos, no están aun adecuadamente conocidos, principalmente si se considera que los cañones están en gran parte desconectados de la plataforma (Ewing y Lonardi 1971). Pierce y Siegel (1979) estimaron una transferencia de sedimentos hacia el talud de $17 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$. Al menos en el sector del talud bonaerense, el transporte sedimentario por procesos gravitacionales parece ser dominante (Hernández-Molina et al. 2009, Violante et al. 2010, Krastel et al. 2011).

La Figura 19 presenta el mapa morfosedimentario del margen continental pasivo volcánico en la zona de estudio. Las áreas CAN_100 – CAN_108 se ubican sobre el talud e inicios de la emersión continental, a continuación de la terraza Ewing, en la zona norte del sistema de cañones submarinos Bahía Blanca. Por su lado, el área CAN_114 se ubica sobre el talud medio en la zona sur del mismo sistema de cañones submarinos, inmediatamente al norte del gran sistema de cañones submarinos Ameghino.

Las referencias correspondientes al mapa se presentan en la Figura 20.

La terraza Ewing (*sensus* Hernández-Molina et al., 2009) es una plataforma pelágica localizada en el talud medio entre los 37°S y los 41°S. Se desarrolla entre los 900 m y 1440 m de profundidad con un ancho de 35 a 75 km y está limitada por dos escarpes acusados, talud superior y talud inferior.

Los cañones submarinos son otros rasgos significativos presentes en el talud, representan geoformas erosivas que lo modelan y marcan en muchos casos el alcance más oriental de los depósitos de origen terrígeno que son llevados hacia las cuencas marinas. Han sido la vía principal del trasvase sedimentario hacia la llanura abisal, alcanzando su mayor desarrollo a profundidades de entre 2000 m y 4000 m.

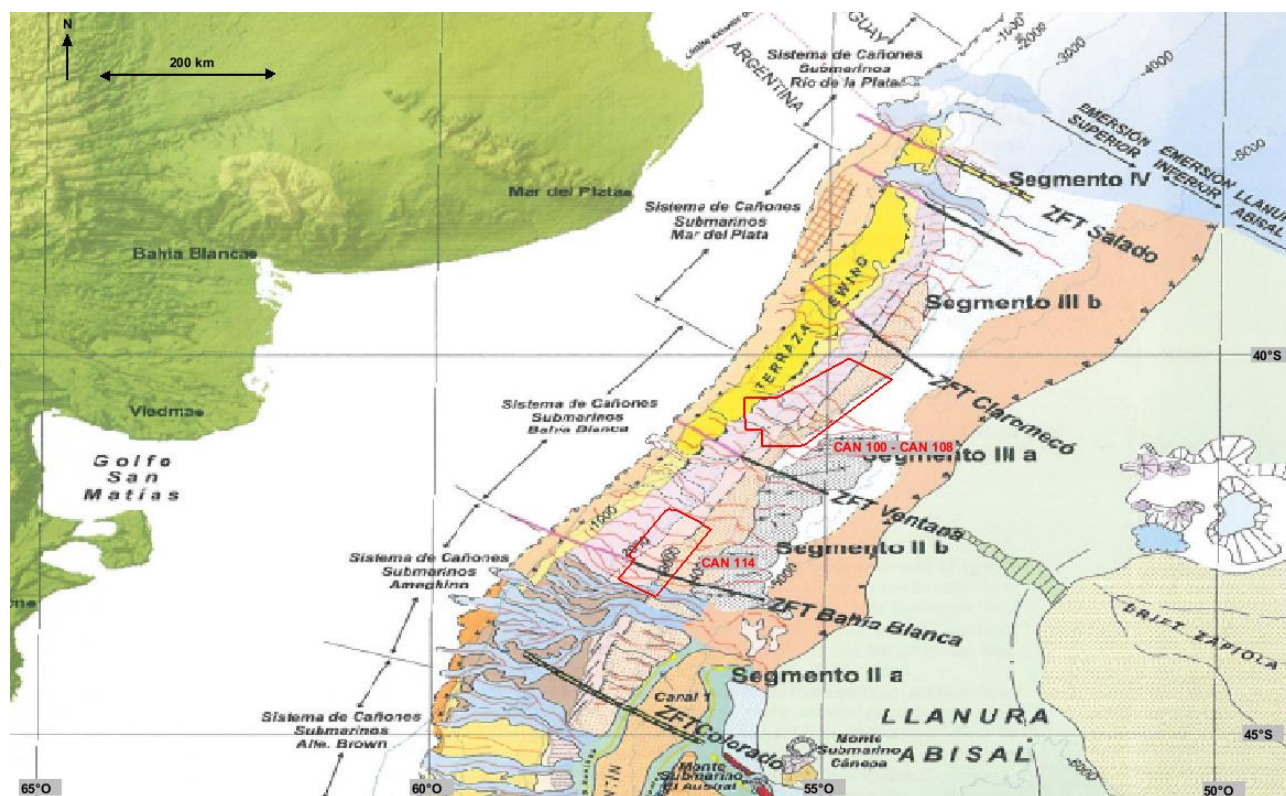








Figura 19. Mapa morfosedimentario del margen continental pasivo volcánico en la zona de estudio. En color rojo se indica el área operativa de las áreas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114. Modificado de COPLA (2017).






Referencias

-  Zona de fractura de transferencia principal
-  Zona de fractura de transferencia secundaria
-  Alineaciones continentales





Plataforma






-  Quiebre de la Plataforma:
-  Cartografiado
-  Inferido

Talud Superior

-  Abrupto
-  Suave
-  Terraza
-  Cicatriz
-  Talud superior límite distal

Talud Medio







-  Terraza Ewing
-  Talud suave
-  Terraza escarpada
-  Terraza Perito Moreno

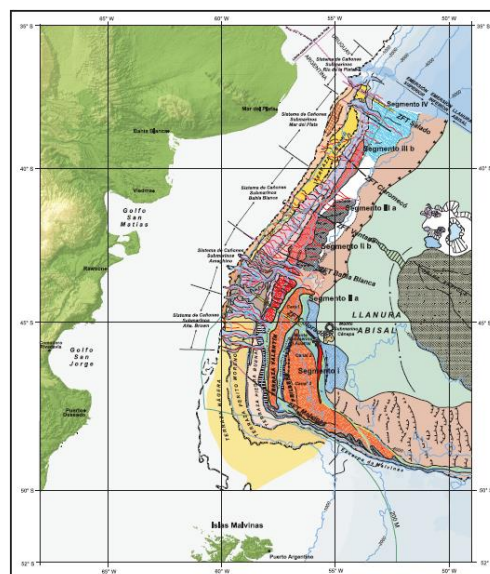
-  Límite distal interno
-  Límite distal externo
-  Cañones submarinos mayores
-  Eje del cañón
-  Cañones submarinos pequeños y medianos

Talud Inferior





-  Forma convexa
-  Forma cóncava
-  Talud distal empinado
-  Drift adosado
-  Talud medio e inferior irregular y erosivo
-  Escarpe erosiva de terraza
-  Gran campo de ondulas

Emersión Continental



-  Zona de transición talud inferior - emersión superior
-  Drifts mixtos (lóbulos sedimentarios)
-  Cañones
-  Depósitos turbidíticos
-  Emersión superior
-  Límite distal de la emersión



Terraza Piedra Buena

-  Fondo marino proximal suave
-  Fondo marino distal empinado
-  Fosa contornítica
-  Eje de fosa contornítica

Terraza Valentín Feilberg

-  Canales contorníticos
-  Ejes de canales contorníticos
-  Drifts monticulares y laminares
-  Cresta del Drift
-  Fondo marino distal empinado
-  Aloramiento de un gran drift monticular y elongado
-  Cresta del drift
-  Escarpe de Malvinas
-  Límite exterior del escarpe
-  Límite distal del escarpe

Llanura Abisal










-  Llanura abisal
-  Eje de máxima profundidad
-  Drift suavemente monticular
-  Gran campo de ondas de fango
-  Drift Zapiola
-  Eje del drift Zapiola
-  Monte submarino
-  Escarpe
-  Estructuras de depresión sub-circular

Figura 20. Referencias correspondientes al mapa morfosedimentario presentado en la Figura 19. Modificado de COPLA (2017).

Sistema depositacional contornítico

Hasta mediados del siglo XX, el conocimiento que se tenía del margen continental argentino señalaba que los procesos sedimentarios dominantes en las regiones profundas del talud y la emersión eran los gravitacionales y pelágicos.

Se desconocía la influencia de las corrientes de fondo como significativos agentes modeladores del suelo marino, siendo Hernández-Molina et al. (2009) quienes describieron por primera vez el complejo sistema depositacional contornítico que se desarrolló desde los tiempos del Eoceno-Oligoceno a lo largo de 1600 km del margen continental pasivo volcánico argentino.

Dicho sistema constituye un proceso sedimentario asociado a corrientes profundas paralelas al margen capaces de construir cuerpos contorníticos (*drifts*) elongados en el sentido de circulación de aquellas. Se trata de una compleja dinámica sedimentaria determinada por la actividad de energéticas corrientes de fondo con capacidad para producir fuertes procesos de erosión y sedimentación sobre el fondo marino.

Los rasgos morfosedimentarios mayores que componen el sistema contornítico en el sector norte del margen pasivo (al norte de 43°S) son cuatro terrazas: La Plata (T1, a ~500–600 m de profundidad), Ewing (T2, a 1000-1500 m), T3 (restringida al interior del cañón Mar del Plata, en su flanco norte, a 2500 m) y Necochea (T4, a 3500 m). También han sido mencionadas en ese sector otras terrazas más profundas (Hernández-Molina et al., 2009; Violante et al., 2017).

MARGEN CONTINENTAL ARGENTINO						
Sector meridional			Sector central		Sector septentrional	
MASAS DE AGUA	TERRAZAS				TERRAZAS	MASAS DE AGUA
CM	Nágera	~ 500 m	?	~ 400 / 600 m	T0	CB = TW+SACW
AAIW	Perito Moreno	~ 1000 m		~ 1200 / 1300 m	T1 = La Plata	Termoclina prof.
CDW	UCDW	~ 2500 m			T2 = Ewing	AAIW
	LCDW				T3	UCDW
	V. Feilberg	~ 3500 / 3800 m	~ 3500 m		T4	NADW
AABW	sin nombre	~ 5000 / 5500 m	~ 5500 m		T5	LCDW
						AABW

Figura 21. Terrazas contorníticas, sus profundidades en diferentes sectores del margen, y su relación con las masas de agua. CM: Corriente de Malvinas. CB: Corriente de Brasil. TW: Agua Tropical. SACW: Agua Central del Atlántico Sur. AAIW: Agua Intermedia Antártica. CDW: Agua Circumpolar Profunda. UCDW: Agua Circumpolar Profunda Superior. LCDW: Agua Circumpolar Profunda Inferior. NADW: Agua Profunda del Atlántico Norte. AABW: Agua de Fondo Antártica. Fuente: Violante et al. (2017).

De acuerdo con los diferentes factores involucrados (geotectónicos, morfológicos, sedimentarios, oceanográficos, etc.) en las características que presentan las formas resultantes de los procesos dominantes en el margen continental argentino, que son los contorníticos y gravitacionales, Hernández-Molina et al. (2009) subdividieron el margen de norte a sur, en seis regiones, cada una con sus rasgos morfosedimentarios propios (Figura 22).

Las áreas operativas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114 corresponden, respectivamente, a las zonas denominada B y C del margen pasivo volcánico.

En la zona B (38-40°30'S) predominan los procesos contorníticos (Hernández-Molina et al., 2009; Violante et al., 2017) con influencia menor de cañones submarinos y procesos gravitacionales. Varios tipos de cuerpos contorníticos han sido descriptos en esta región, siendo dominantes los adosados, así como otros rasgos depositacionales, erosivos y mixtos. Las terrazas La Plata y Ewing manifiestan importante desarrollo y extensión lateral, con espesores de las secuencias contorníticas de hasta 1 km. Un sistema denso de cañones submarinos angostos que atraviesan las terrazas y pendientes del talud, aunque está subordinado a las contornitas, tiene suficiente capacidad para transportar sedimentos hacia la emersión, donde llegan a formar lóbulos turbidíticos y depósitos resultantes de transporte en masa, los cuales muestran una reorientación hacia el noreste influenciada por la acción de corrientes contorníticas profundas, originando cuerpos contorníticos mixtos separados (Hernández-Molina et al., 2009). En esta región, la extensión de la emersión se va reduciendo hacia el sur.

La zona C (40°30'-42°30'S) corresponde al ámbito que fuera definido como Sistema de Cañones Colorado-Negro (Lonardi y Ewing, 1971) o Bahía Blanca (Hernández-Molina et al., 2009). Este sistema de cañones está compuesto por al menos veinte cañones pequeños, angostos y en general de reducida expresión morfológica. Entre ellos se desarrollan cuerpos contorníticos tanto adosados como monticulares. El espesor del sistema contornítico en este sector alcanzaría a unos 1200 m. A juzgar por el alto significado de los procesos depositacionales en la base del talud, la reducida extensión lateral de la Terraza Ewing y la abundancia de deslizamientos y evidencias de transporte en masa en el talud medio, los procesos gravitacionales parecen tener aquí un rol relevante. Particularmente, el cañón Bahía Blanca es uno de los pocos ejemplos en el MCA de un cañón que entra profundamente en la emersión y llega aún a la planicie abisal con una posible influencia significativa en los procesos sedimentarios del borde noroccidental de la Cuenca Argentina (Violante et al., 2017).

Los cuerpos contorníticos están constituido por diferentes facies sedimentarias de texturas gravosas, arenosas, limosas y fangosas.

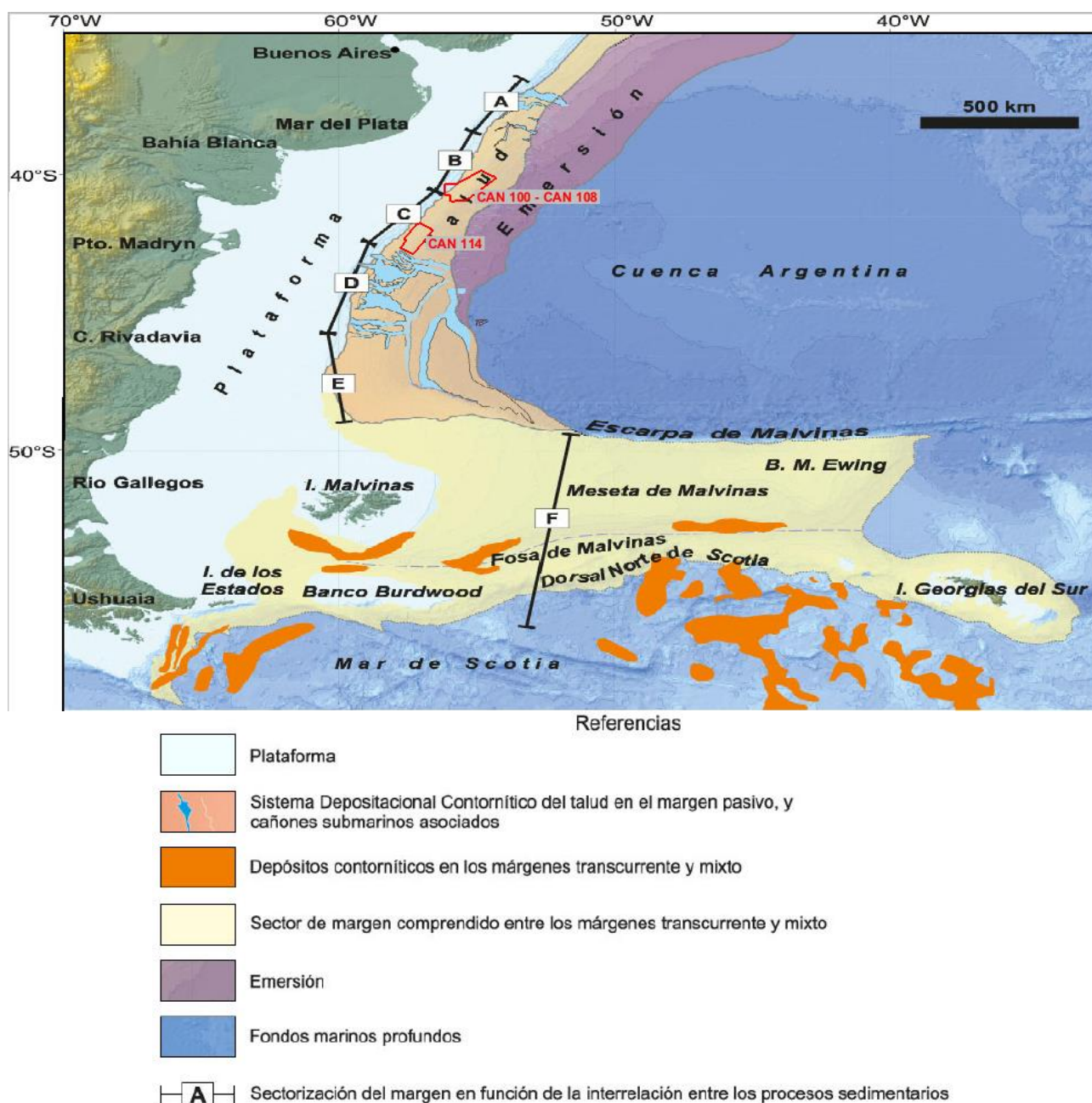


Figura 22. Zonación del margen continental argentino en función de los principales procesos marinos profundos actuantes, y Sistemas Deposicionales Contorníticos. En color rojo se indica el área operativa de las áreas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114. Modificado de Violante et al. (2017).

3.1.5 Sedimentos

Los sedimentos correspondientes a los niveles superiores del subsuelo de la plataforma continental argentina están representados por secuencias que datan del Plioceno superior-Holoceno (Parker et al. 1999, 2008).

La unidad sedimentaria más reciente del subsuelo de la plataforma continental argentina corresponde al paquete sedimentario post-Último Máximo Glacial con una edad entre ~18 ka y el presente (Violante et al., 1992; Parker et al., 1999, 2008; Violante y Parker, 2000, 2004), definida como una secuencia depositacional identificada mediante relevamientos sísmicos de alta resolución efectuados en las áreas marinas del este bonaerense. La secuencia se extiende desde el borde exterior de plataforma (y aún sectores del talud) hasta las llanuras costeras, estando limitada en su base por la superficie transgresiva, mientras que su tope está representado por la superficie topográfica actual. Su espesor promedia unos 5 m a 10 m, siendo mayor en la plataforma bonaerense donde llega a 10-15 m y menor en la patagónica donde generalmente no excede los 5 m, teniendo aquí una distribución discontinua (Urien y Ewing, 1974; Parker et al., 1996, 1997; Urien et al., 2003). La configuración sísmica interna de la secuencia es en general de carácter caótico y no transparente, indicando alto contenido de arena, aunque en aquellos lugares donde incrementa su proporción de fangos, como en ambientes estuáricos, es transparente o libre de reflexiones internas.

La cobertura sedimentaria superficial de la plataforma está formada esencialmente por arenas, que cubren alrededor del 65% de su superficie. Siguen en proporción las conchillas y gravas, con una participación de aproximadamente un 25% (Urien y Ewing, 1973; Parker et al., 1997, 1999, 2008; Violante y Parker, 2000, 2004; Violante, 2004; COPLA, 2017).

Las texturas sedimentarias superficiales del lecho marino según el Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino (2008) se presenta en la Figura 23, junto con la ubicación de testigos de fondo extraídos en la zona en la cual el mencionado Atlas no brinda información.

Sobre la plataforma, el Atlas muestra gran predominio de las texturas arenosas, mientras que sobre las áreas más profundas del margen, el talud y la emersión, son los fangos los materiales dominantes.

La información de los testigos fue obtenida a través de GeoMapApp, una aplicación de Lamont-Doherty Earth Observatory de la Universidad de Columbia que permite la búsqueda, visualización y análisis de sets de datos globales de las ramas de la geofísica, la geología, la oceanografía física, la climatología y otras.

La descripción del material encontrado en los testigos se presenta en la Tabla 1.

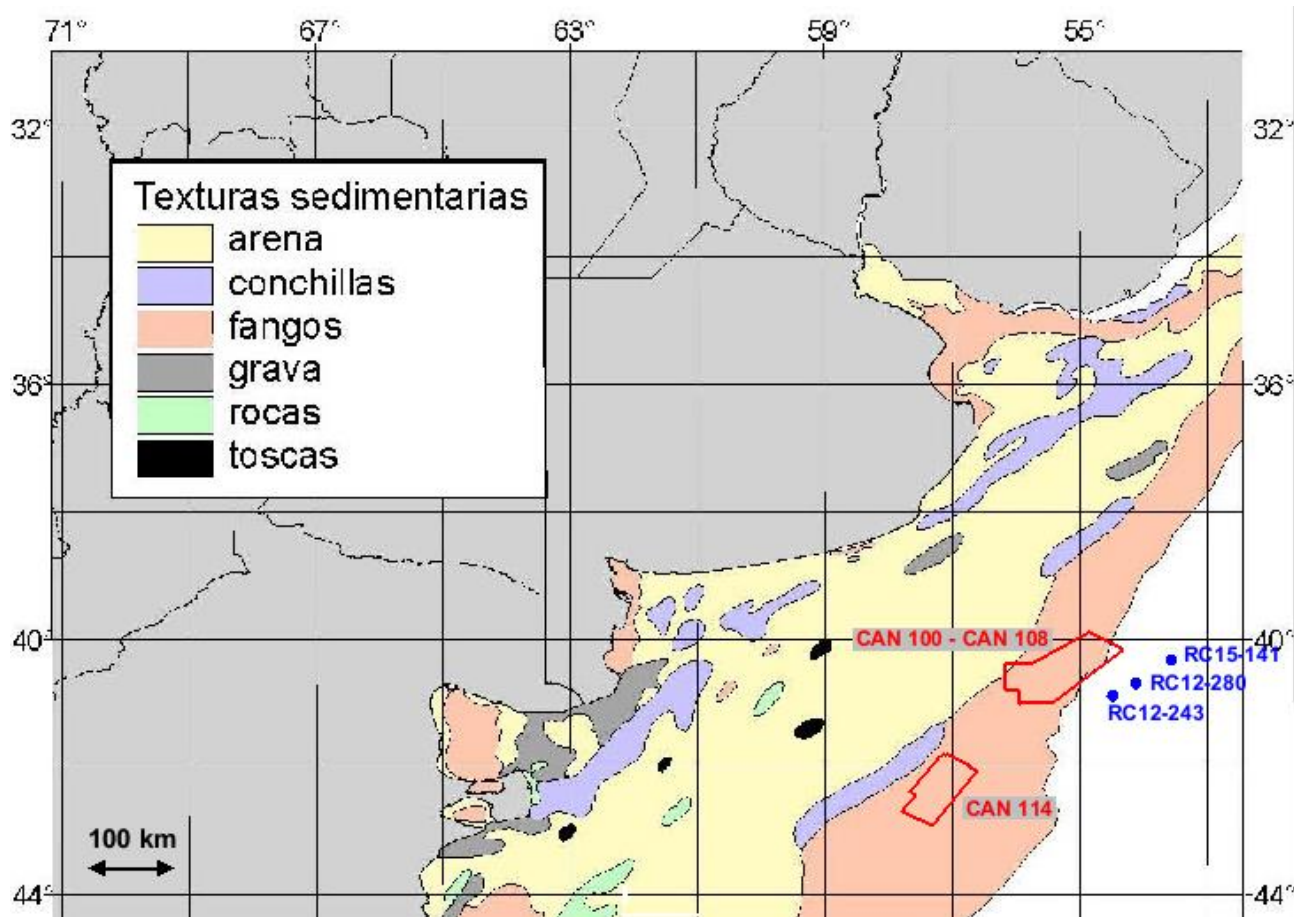


Figura 23. Cobertura sedimentaria superficial del lecho del margen continental argentino. En color rojo se indica el área operativa de las áreas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114 y en color azul la ubicación de testigos de fondo. Fuente: Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino (2008) y GeoMapApp (www.geomapapp.org).

Tabla 1. Descripción del material encontrado en los testigos. Fuente: GeoMapApp (www.geomapapp.org).

<p>RC12-243 (Prof. del lecho 4700 m):</p> <p>0-127 cm: arcilla arenosa, con láminas de arena (94-95 cm, 107-108 cm y 115-116 cm)</p> <p>127-131 cm: arena</p> <p>131-567 cm: arcilla arenosa, con láminas de arena (147-148 cm, 173-177 cm, 180-182 cm, 183-187 cm, 426-429 cm y 467-469 cm)</p>
<p>RC12-280 (Prof. del lecho 4750 m):</p> <p>0-330 cm: arcilla arenosa</p> <p>330-332 cm: arena</p> <p>332-433 cm: arcilla arenosa</p>
<p>RC15-141 (Prof. del lecho 4900 m):</p> <p>0-2 cm: arcilla; fracción gruesa (<1%): principalmente cuarzo, con algunos fragmentos de rocas ígneas y minerales oscuros.</p> <p>2-18 cm: arcilla arenosa; fracción gruesa (aprox. 7%): principalmente cuarzo, con algunos fragmentos de rocas ígneas y minerales oscuros.</p> <p>18-462 cm: arcilla arenosa; fracción gruesa (aprox. 10%): principalmente cuarzo, con algunos fragmentos de rocas ígneas y minerales oscuros.</p> <p>462-468 cm: ceniza volcánica.</p> <p>468-626 cm: arcilla arenosa.</p> <p>626-630 cm: arenas no consolidadas; fracción gruesa (aprox. 95%): principalmente cuarzo, con algunos fragmentos de rocas ígneas y minerales oscuros.</p> <p>630-1090 cm: arcilla arenosa; fracción gruesa (7-25%): principalmente cuarzo, con algunos fragmentos de rocas ígneas y minerales oscuros.</p>

En las áreas operativas de las áreas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114, el espesor sedimentario es muy importante, llegando a superar los 2,5 km (Figura 24).

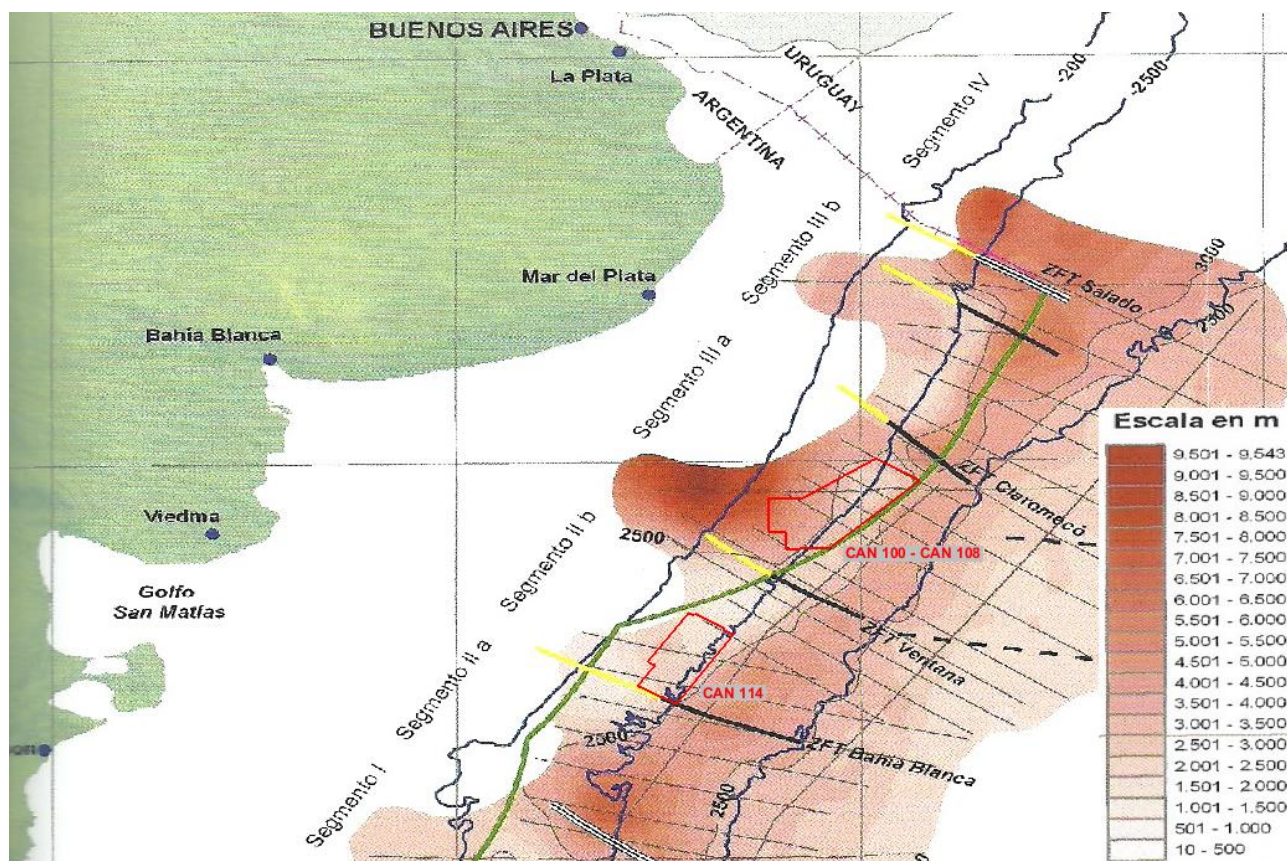


Figura 24. Mapa de espesor sedimentario del margen continental argentino. En color rojo se indican las áreas operativas de las áreas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114. Las líneas gruesas azul oscuro indican las isobatas de 200 m, 2500 m y 5000 m. Las líneas finas de color negro corresponden a las isopacas (escala en metros). Modificado de COPLA (2017).

3.1.6 Peligrosidad geológica

Distintos procesos naturales de origen geológico afectan al planeta Tierra, originados por actividad interna o externa. Al primer caso pertenecen los terremotos y el volcanismo, que son procesos formadores de montañas. Los procesos externos son activados por los agentes meteorológicos (agua, nieve, viento) o por las fuerzas de la gravedad y otros procesos erosivos, que modifican la superficie terrestre.

El concepto de peligrosidad geológica hace referencia únicamente al efecto del proceso, mediante una estimación cualitativa de la posibilidad o probabilidad de ocurrencia del mismo, independientemente de las consecuencias que éste pueda tener o de las pérdidas a que pueda dar.

Con relación al presente proyecto, la única temática a desarrollar es la sismicidad del área de estudio.

La costa argentina en el área del proyecto corresponde a una costa de margen pasivo, con una extensa plataforma continental, lo que supone cierta estabilidad tectónica (Codignotto et al. 1992).

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica de la Argentina (INPRES) tiene a su cargo la instalación y el mantenimiento de la Red Nacional de Acelerógrafos. El acelerógrafo es un instrumento que permite obtener un gráfico que se denomina acelerograma, el cual muestra la variación de las aceleraciones en el lugar de su emplazamiento en función del tiempo.

A partir del análisis de los diferentes terremotos registrados en el país y en otros lugares del mundo con características sísmicas similares se determina el denominado sismo de diseño. En general, se adopta el movimiento más destructivo que puede ocurrir en una determinada zona, con una recurrencia de 500 años.

El peligro sísmico, que es la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento del suelo en un intervalo de tiempo fijado, depende del nivel de sismicidad de cada zona. Los Mapas de Zonificación Sísmica individualizan zonas con diferentes niveles de Peligro Sísmico.

En el Mapa de Zonificación Sísmica del Reglamento INPRES-CIRSOC 103 se encuentran identificadas 5 zonas. Un valor que permite comparar la actividad sísmica en cada una de ellas es la máxima aceleración del terreno "as" para el sismo de diseño antes definido. Esta aceleración se expresa en unidades de "g" (aceleración de la gravedad).

La Figura 25 muestra el mencionado Mapa de Zonificación Sísmica. Las áreas operativas del proyecto se ubican offshore de la costa sur bonaerense y norte patagónica, zonas de peligrosidad sísmica con valor 0 (muy reducida).

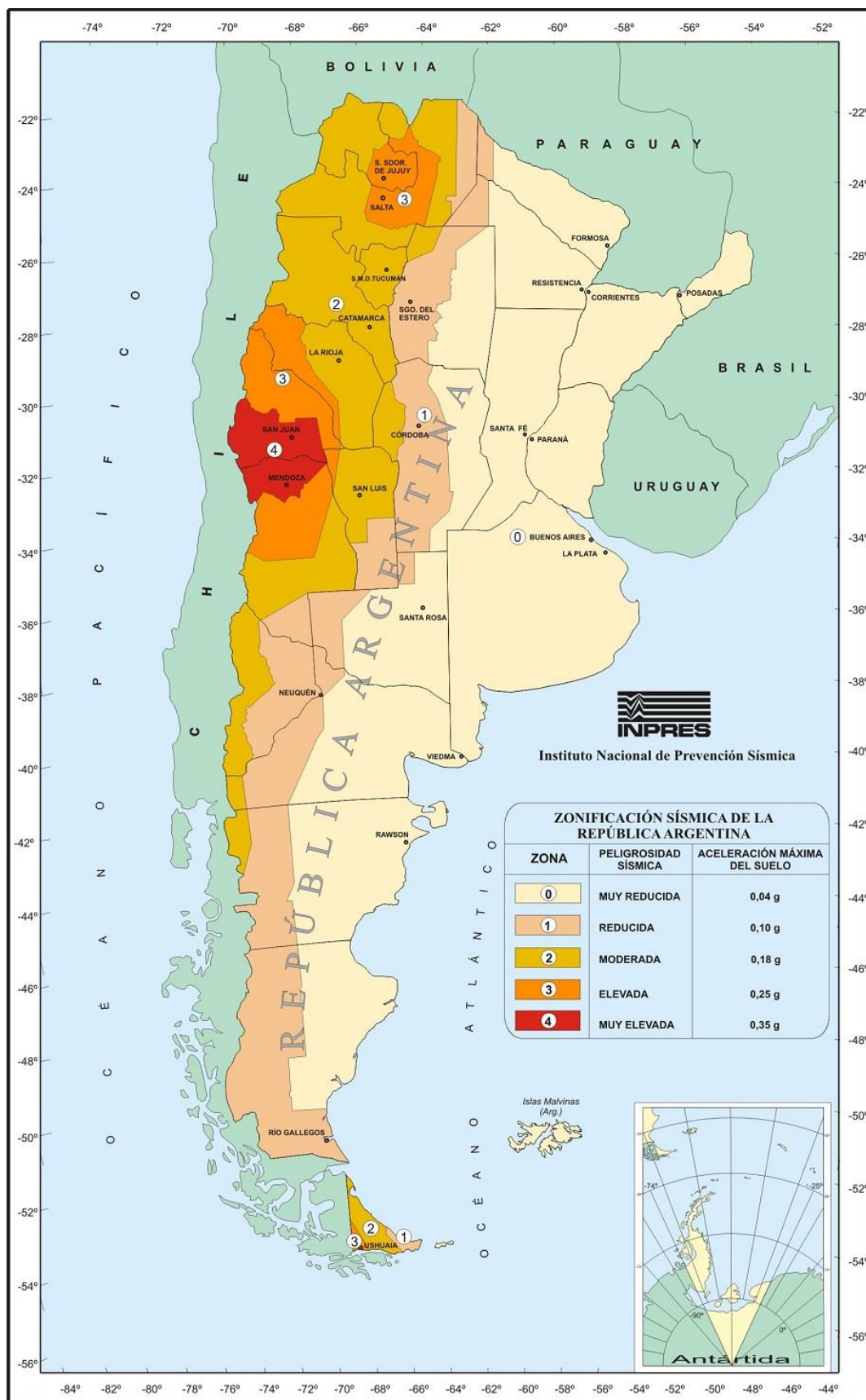


Figura 25. Mapa de Zonificación Sísmica del Instituto Nacional de Prevención Sísmica de la Argentina (INPRES).

3.2 OCEANOGRAFÍA

3.2.1 Masas de Agua y Circulación

La fuente principal de las masas de agua de la plataforma continental patagónica la constituye el agua subantártica, transportada desde el norte del pasaje de Drake por la corriente del Cabo de Hornos que fluye entre la costa atlántica y las Islas Malvinas, así como por la corriente de Malvinas que fluye a lo largo del borde de la plataforma (Figura 26 y Figura 27). Por otro lado, existen pequeñas descargas continentales que aportan agua dulce y una fuente de agua de baja salinidad dada por el flujo que ingresa a través del estrecho de Magallanes. Esta última es consecuencia de las altas precipitaciones que se producen en el océano Pacífico cerca de la costa de Tierra del Fuego, así como del derretimiento del hielo continental que drena hacia el estrecho por importantes cañadones (Bianchi et al., 2005).

Como consecuencia de los aportes mencionados, en la plataforma continental argentina se observan las siguientes masas de agua (Bianchi et al., 2005): Agua Costera de baja salinidad (<33,4 UPS), Agua de Plataforma o de plataforma media (entre 33,4 UPS y 33,8 UPS), Agua de Malvinas (>33,8 UPS) y Agua costera de alta salinidad en la zona cercana a los golfos San Matías y Nuevo (>34,0 UPS), donde se produce el desvío hacia mar adentro de la intrusión o pluma de aguas de baja salinidad derivada de la descarga a través del estrecho de Magallanes (Figura 28).

Cabe destacar que las isohalinas de 33,8 UPS y 33,4 UPS, en la Figura 28, marcan los bordes de dos frentes oceánicos (donde las propiedades del agua cambian abruptamente): el frente de talud, entre las aguas de Malvinas y las aguas de la plataforma media, y el frente de marea que se desarrolla durante la estación estival entre las aguas costeras cuasi homogéneas en la vertical y las aguas estratificadas de la plataforma media (Bianchi et al., 2005).

La pluma de Magallanes, derivada de la descarga de aguas poco salinas a través del estrecho del mismo nombre a una latitud de 52,5°S, constituye un rasgo distintivo de la plataforma. Este flujo tiene una extensión muy importante, alcanzando los 42°S. Hay mucha incertidumbre en cuanto a su caudal, pero lo que sí es seguro es que tiene una influencia enorme en el área (Piola et al., 2018).

La corriente de Malvinas tiene su origen en la desviación alrededor de la plataforma patagónica de la rama norte de la Corriente Circumpolar Antártica, la cual fluye hacia el este transportando aguas subantárticas frías, poco salinas (34,0 PSU) (Guihou et al, 2020; Piola and Gordon, 1989) y ricas en nutrientes (Acha et al., 2004) desde el pasaje de Drake a lo largo de la porción superior del talud de la plataforma continental argentina.

Luego de atravesar el pasaje de Drake la corriente de Malvinas rodea el somero banco Burdwood (o Namuncurá) y las Islas Malvinas, contorneando la topografía dibujada por el borde de la plataforma continental (Campagna et al. 2006).

Otra fuente de masas de agua, muy importante para la caracterización oceanográfica regional en el ámbito del Atlántico Sudoccidental, es el agua transportada por la corriente de Brasil. Esta corriente fluye hacia el sur a lo largo del margen continental de América del Sur (constituye el límite oeste del llamado giro subtropical del Atlántico sur) transportando aguas de origen subtropical, cálidas y salinas.

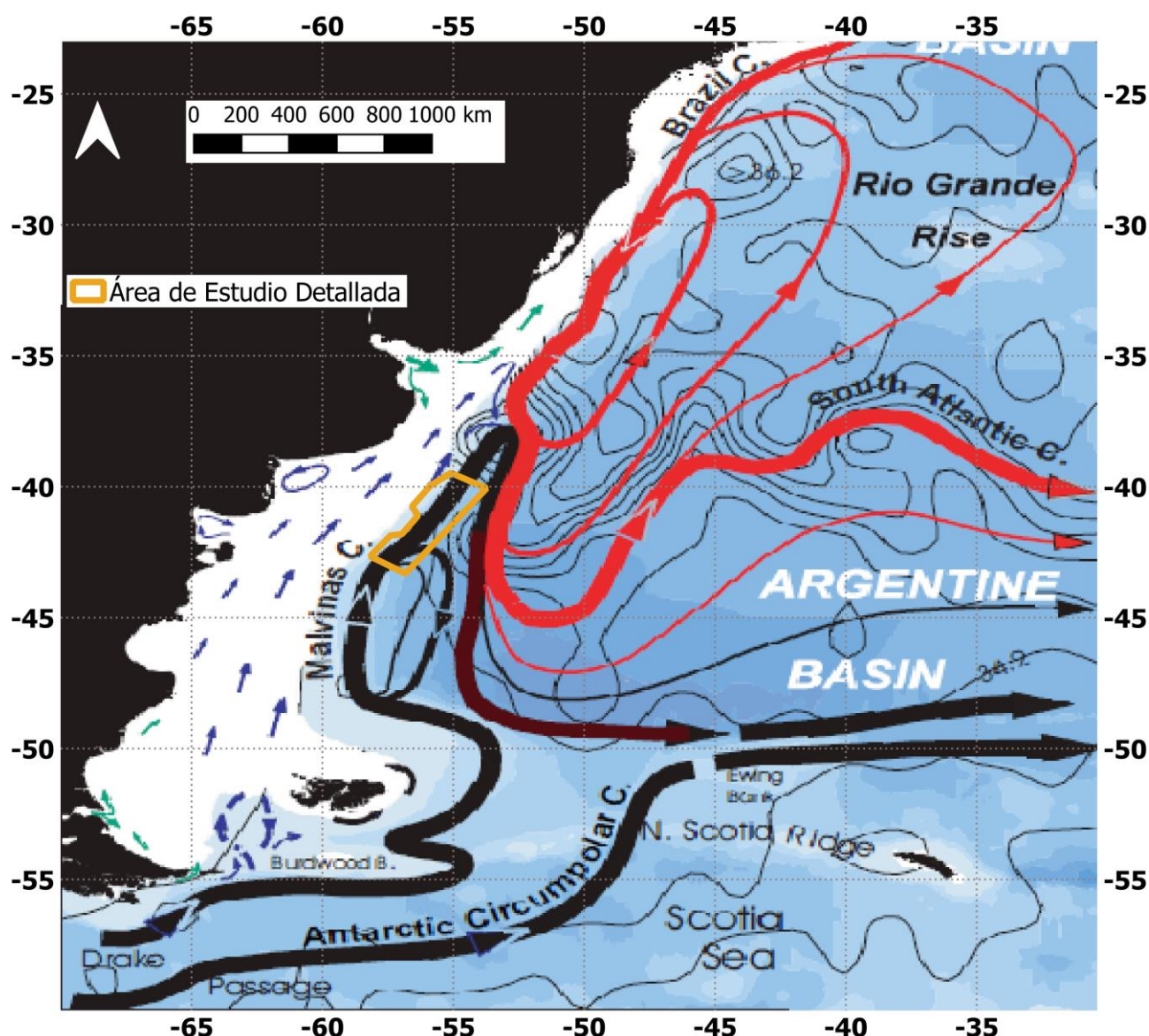
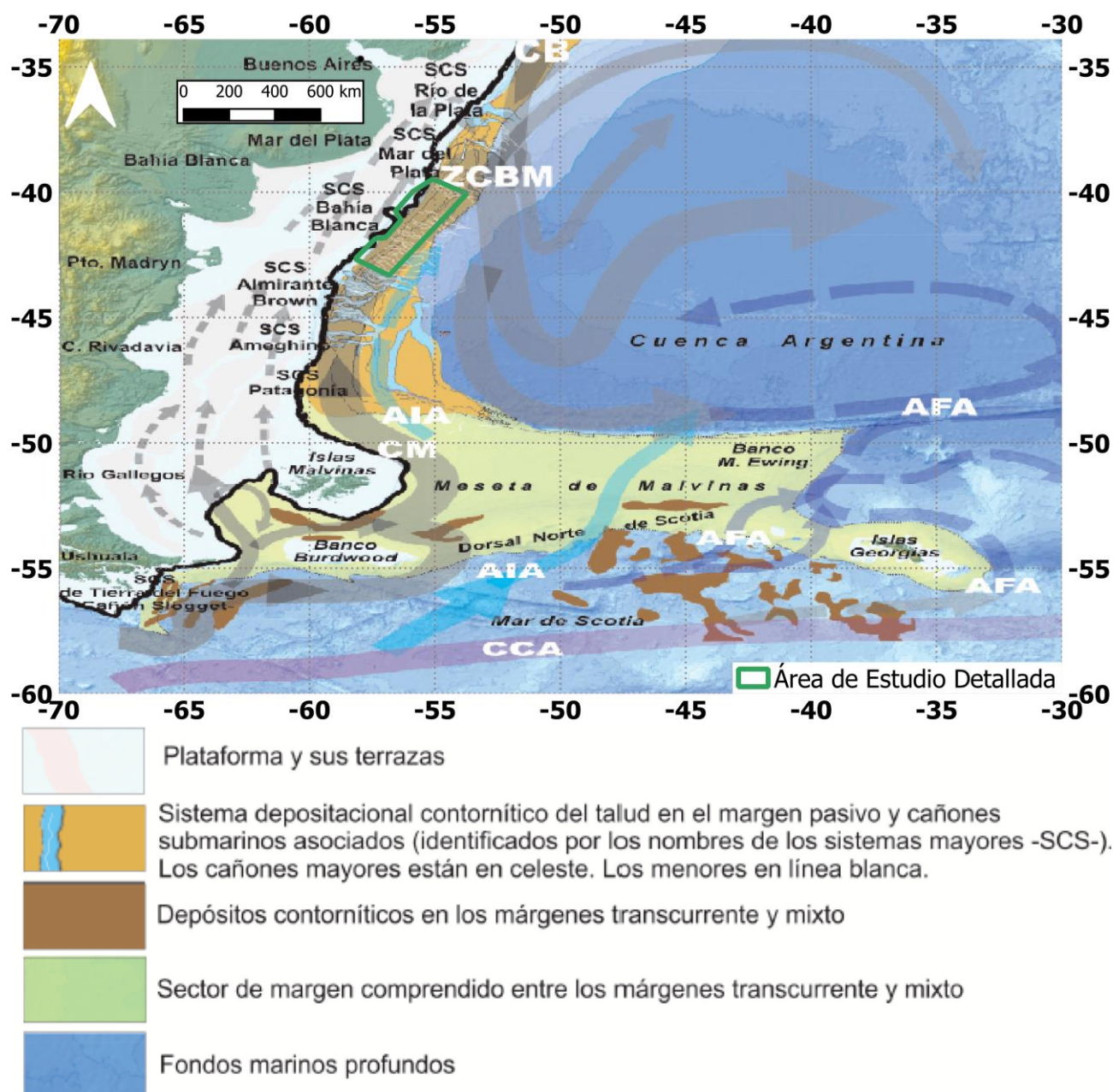


Figura 26. Esquema de la circulación superior de las principales corrientes del Atlántico Sudoccidental. Las líneas negras corresponden al flujo de las aguas antárticas y subantárticas, asociadas con la Corriente Circumpolar Antártica y la corriente de Malvinas respectivamente. Las líneas rojas representan el flujo de las aguas subtropicales transportadas por la corriente de Brasil. Sobre la plataforma continental patagónica, las flechas azules y verdes representan las corrientes medias en superficie. Las isoclinas finas de color negro muestran el campo de salinidad a 200 m de profundidad, usado para inferir parte del esquema de la circulación. En la confluencia Brasil-Malvinas se desarrolla un fuerte frente de salinidad que se extiende con un patrón meandroso hacia el interior del océano formando la corriente del Atlántico Sur. Fuente: Piola et al. (2017).



CORRIENTES MARINAS:

Flechas grises punteadas en la plataforma: corrientes superficiales de plataforma asociadas a los niveles superiores de la Corriente de Malvinas.

CM: Corriente de Malvinas (flechas grises mas gruesas en el talud)

CB: Corriente de Brasil

ZCBM: Zona de Confluencia Brasil-Malvinas

AIA: Agua Intermedia Antártica (flechas celestes)

AFA: Agua de Fondo Antártica (flechas azules)

Figura 27. Rasgos morfo-sedimentarios y corrientes características del Margen Continental Argentino. Fuente: Violante, et al. 2017.

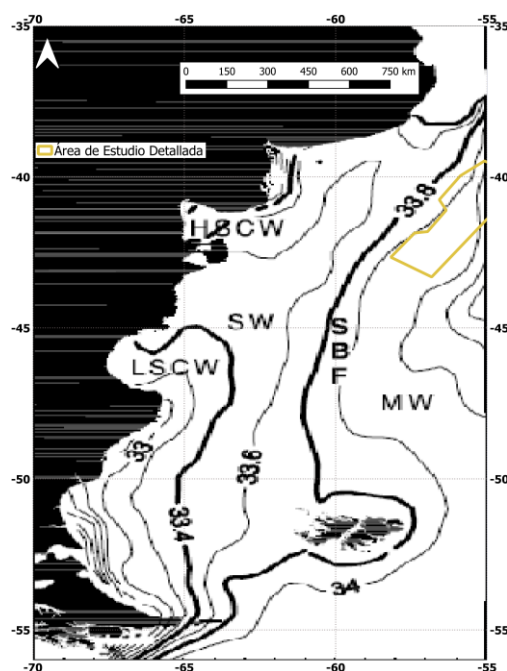


Figura 28. Distribución horizontal de la salinidad climatológica superficial de la plataforma continental argentina. Se resaltan las isohalinas que separan las distintas masas de agua (33,4 UPS y 33,8 UPS). Las abreviaturas corresponden a: agua costera de baja salinidad (*Low Salinity Coastal Water* -LSCW-), agua costera de alta salinidad (*High Salinity Coastal Water* -HSCW-), agua de plataforma (*Shelf Water* -SW-), agua de Malvinas (*Malvinas Water* -MW-) y frente de talud (*Shelf Break Front* -SBF-). Fuente: Bianchi et al., 2005.

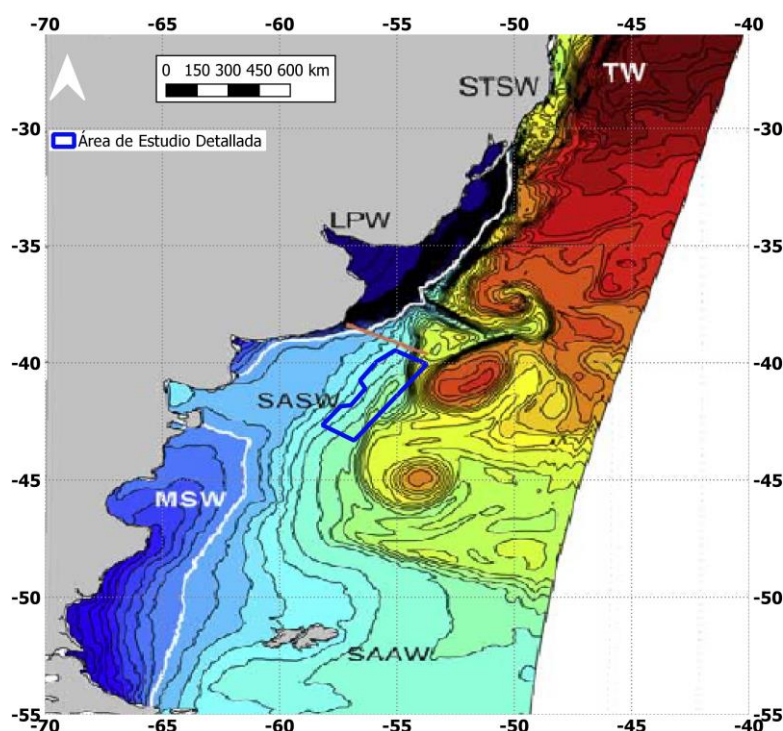


Figura 29. Distribución de salinidad superficial, instantánea obtenida del modelo POM (Palma et al. 2008).

Las principales masas de agua que se muestran son: Agua del Estrecho de Magallanes (MSW), Agua de la plataforma subantártica (SASW), Agua de la plataforma subtropical (STSW), Agua del río de La Plata (LPW), Agua subantártica (SAAW) y Agua tropical (TW).

La línea blanca indica el contorno de 33,5 psu. Nótese el desprendimiento de remolinos anticiclónicos de alta salinidad de la corriente de Brasil. Fuente: Palma et al. 2008.

La capa superior, de la masa de agua transportada por la corriente de Brasil, se denomina Agua Tropical (Tropical Waters, TW), y se caracteriza por su elevada temperatura potencial ($\theta > 20^{\circ}\text{C}$) y elevada salinidad ($S > 36$ PSU). La temperatura se debe al calor aportado desde la atmósfera en latitudes bajas, mientras que las salinidades altas responden a la pérdida de aguas de menor salinidad que ocurre en latitudes medias. En esta capa superior se observa, además, la presencia de capas relativamente delgadas de baja salinidad, que probablemente respondan a la mezcla entre TW y aguas de plataforma y ríos. Por debajo de la capa TW se encuentra el Agua Central del Atlántico Sur (SACW), que se caracteriza por su fuerte termoclina y haloclina (observar la relación θ -S casi lineal en el rango de temperatura $20 - 10^{\circ}\text{C}$, Figura 31). La masa de agua SACW tiene un patrón θ -S muy estable que presenta solo variaciones menores, en el límite sur de la corriente de Brasil, inducidas por la interacción aire-mar durante el invierno (Piola et al., 2017).

El encuentro de las corrientes de Brasil y de Malvinas se produce cerca de los 38° de latitud sur (desplazándose hacia el norte o hacia el sur según la estación del año) en el ambiente de aguas profundas del talud y forman la zona de confluencia Brasil/Malvinas (Frente Subtropical), una de las regiones de mayor concentración de energía de todos los océanos del mundo. En la misma coexisten y se mezclan aguas subtropicales y subantárticas que determinan importantes gradientes físicos-químicos y favorecen la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes consecuencias biológicas para todo el ecosistema.

Después de encontrarse con la corriente de Malvinas, la corriente de Brasil se bifurca y una de sus ramas (la más externa) forma la corriente del Atlántico Sur (Campagna et al. 2006), mientras que el flujo principal de la corriente de Malvinas describe un brusco giro y forma el flujo de retorno de Malvinas que se dirige al sudeste. Este flujo de retorno genera la surgencia de aguas profundas que enriquecen el contenido de los nutrientes de las aguas superficiales (Campagna et al. 2006).

Es necesario resaltar que, si bien la circulación en la plataforma continental depende de la propagación de la onda de marea, la tensión del viento, las descargas de agua dulce y las corrientes de contorno (corriente de Malvinas y de Brasil), la contribución relativa de cada uno de estos forzantes al patrón de circulación varía entre las distintas regiones que conforman dicha plataforma.

En la plataforma continental Patagónica, la circulación es dominada por fuertes mareas (Glorioso y Flather 1997, Palma et al. 2004a), importantes descargas de agua dulce (Piola et al. 2005) y vientos fuertes y persistentes (Palma et al. 2004b, Piola y Matano 2001). Mientras que en la zona de interés del presente estudio (área de Estudio Detallada) las amplitudes de marea son relativamente pequeñas (Palma et al., 2004a), y el patrón de vientos se caracteriza por intensidades débiles y grandes variaciones estacionales (Palma et al., 2004b).

La esquematización de la circulación del Atlántico Sudoccidental se presenta en la Figura 27 y Figura 28. En la Figura 29, se representan las principales masas de agua del mencionado sector oceánico, junto a la distribución superficial de salinidad, correspondiente a un instante de los resultados obtenidos por Palma et al. (2008) con el modelo POM (Princeton Ocean Model).

La Confluencia Brasil Malvinas genera uno de los campos de remolinos (*eddies*) más espectaculares del océano global (Piola et al., 2001). En estos remolinos la anomalía de temperatura y salinidad superficial puede presentar valores de hasta 10°C y 2 UPS y, por lo tanto, constituyen un importante mecanismo de transferencia de sal y calor. La variabilidad de la zona de confluencia se ilustra en la Figura 29 con la presencia de una intrusión *eddy* ubicada alrededor de los 45°S , 54°O y, más al norte, un segundo *eddy* próximo a desprenderse.

Puntualmente, cabe destacar que como se observa en la Figura 29, el área de Estudio Detallada se ubica en la zona de influencia de la corriente de Malvinas y de la convergencia de ésta con la corriente de Brasil (Frente Subtropical). En consecuencia, tanto la temperatura como la salinidad del agua pueden presentar una elevada variabilidad espaciotemporal. Los meandros y remolinos (*eddies*) de gran escala que se desprenden de las dos corrientes generan intrusioniones de una masa de agua cálida (corriente de Brasil) en una masa de agua fría (corriente de Malvinas) y viceversa. De esta manera, el área de Estudio Detallada, además de estar caracterizada por la mezcla de estas dos corrientes marinas, puede ser bañada tanto por las aguas frías de Malvinas como por las cálidas de Brasil. En consecuencia, en cualquier época del año el buque de exploración sísmica podría estar desplazándose ya sea en la zona de mezcla o en aguas de Malvinas o de Brasil.

A continuación, se presentan los perfiles verticales (temperatura y salinidad) y los diagramas T-S característicos de las masas de agua de las corrientes de Brasil (Figura 30) y de Malvinas (Figura 31). Por su parte, en la Figura 32 se caracterizan las distintas masas de agua presentes en el área de Estudio Detallada mediante diagramas T-S elaborados en base a los datos descargados de World Ocean Database (ver Figura 31 para la identificación de la zona de confluencia y de las corrientes de Malvinas y de Brasil). Se debe destacar que la comparación de ambas figuras (Figura 31 y Figura 32) permite establecer la presencia, en la zona de interés, de masas de agua de las corrientes de Brasil, de Malvinas y de la confluencia de ambas.

En la Figura 33 se ilustra la distribución vertical de temperatura y salinidad en secciones transversales ubicadas en las latitudes 38,25°S, 39,75°S y 41,75°S. En estos perfiles se representan las condiciones medias en los extremos del ciclo estacional (cálido y frío) y fueron elaborados en base a las observaciones realizadas durante el período 1911-2010 y recopiladas en la Base Regional de Datos Oceanográficos (BaRDO) del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP (Baldoni, et al. 2015).

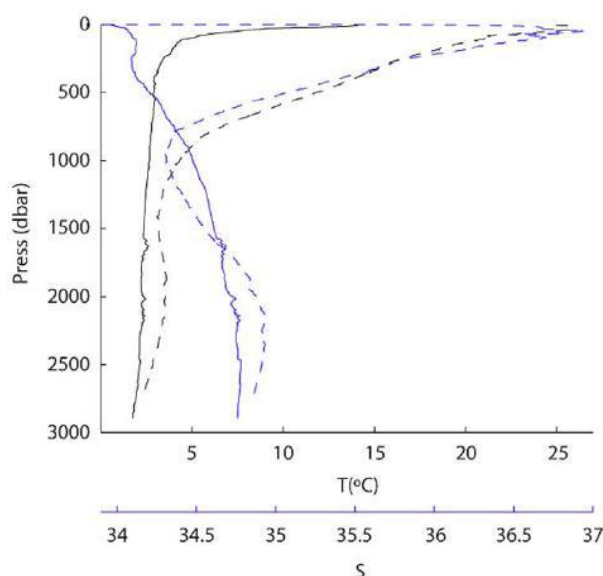


Figura 30. Perfiles verticales de temperatura y salinidad característicos de la corriente de Malvinas (línea continua) y de la corriente de Brasil (línea punteada). Fuente: Orúe-Echevarría et al. (2019).

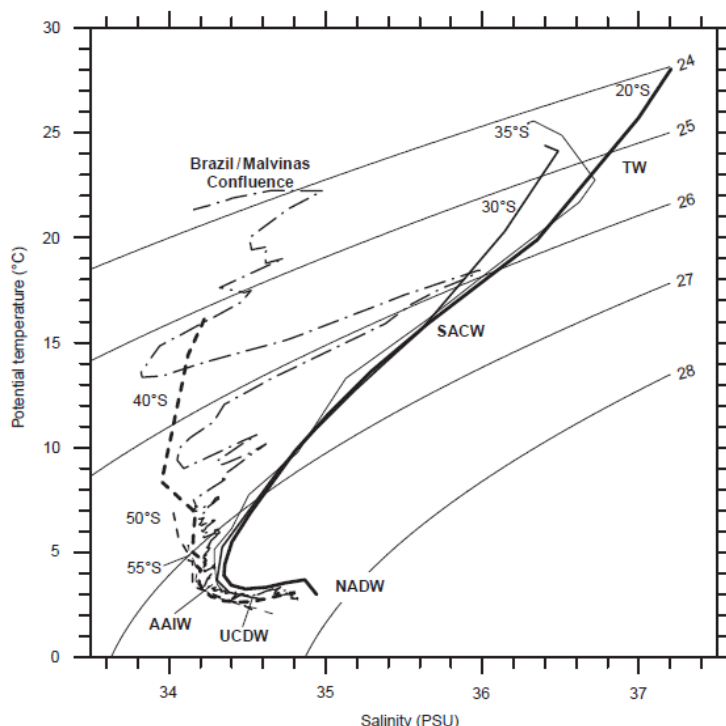


Figura 31. Diagrama T-S de estaciones oceanográficas realizadas a lo largo de la corriente de Brasil (desde 20°S en la cuenca de Brasil hasta 35°S, líneas continuas) y a lo largo de la corriente de Malvinas (desde 55°S en el norte del Pasaje de Drake hasta 40°S, líneas de rayas). Estas estaciones están localizadas entre las isobatas de 1000 m y 2000 m cerca de los núcleos de estas corrientes de contorno oeste. También se incluye una estación de la Confluencia Brasil / Malvinas luego de la separación del borde oeste (línea de rayas y puntos). Se incluyen las isolíneas de anomalía de densidad (σ_θ).

TW: Tropical Water; SACW: South Atlantic Central Water; NADW: North Atlantic Deep Water; AAIW: Antarctic Intermediate Water; UCDW: Upper Circumpolar Deep Water. Fuente: Piola et al. (2017).

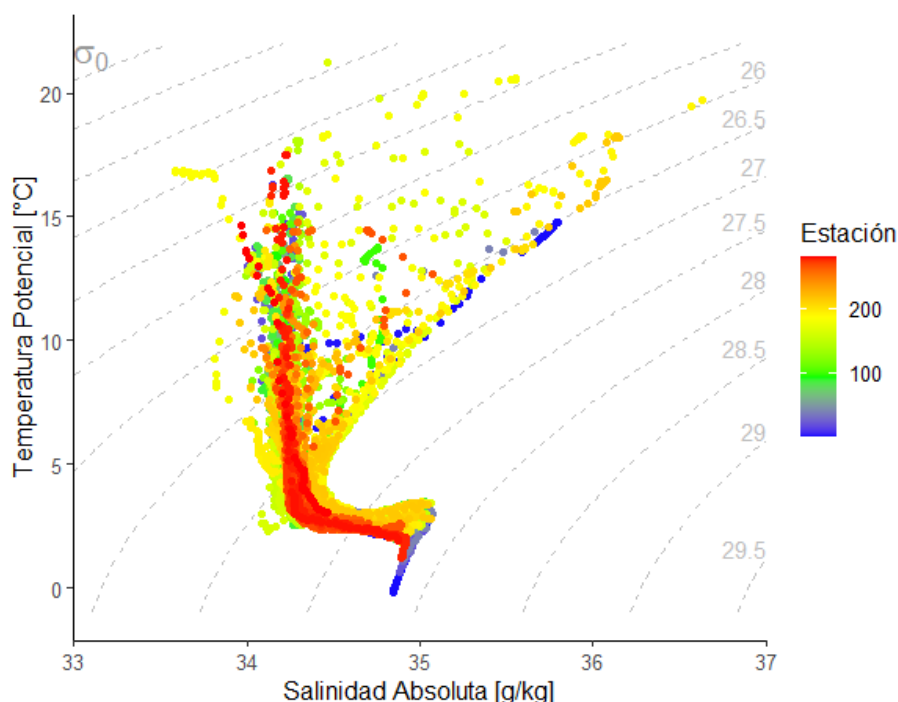


Figura 32. Diagrama T-S de todos los perfiles de temperatura y salinidad descargados de la base de datos mundial World Ocean Database 09 (<http://www.nodc.noaa.gov>) de la NOAA, registrados en el área de Estudio Detallada.

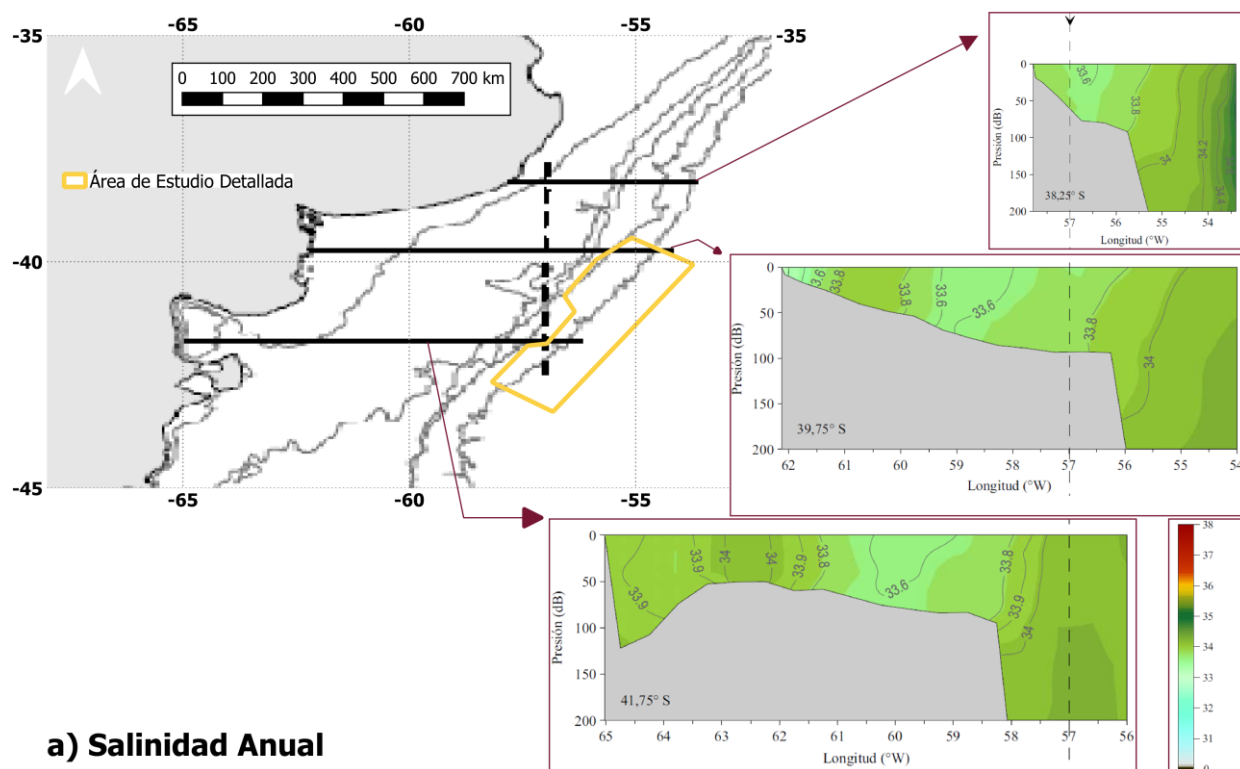


Figura 33. Secciones verticales de temperatura y salinidad, en las latitudes 38,25 °S, 39,75 °S y 41,75 °S. a) Distribución anual de salinidad, b) Distribución Temperatura durante el periodo frío, c) Distribución Temperatura durante el período cálido. Fuente: Baldoni et al. 2015.

3.2.2 Corrientes

Según un estudio llevado a cabo por Palma et al. (2008) la circulación promedio en profundidad en la plataforma consiste en un flujo de dirección norte con velocidades medias de aproximadamente 3,5 cm/s y picos de más de 7 cm/s. La circulación se intensifica en la zona exterior de la plataforma, donde es influenciada por la corriente de Malvinas. Al sur de los 49°S existe un jet bien definido en el sector interno de la plataforma.

La estructura vertical de la circulación sigue la solución de Ekman, la cual explica el efecto del viento manejando las corrientes en profundidad, tal como ocurre en el caso de estudio. La misma plantea que cuando un viento constante sopla sobre un mar ideal plano, homogéneo e ilimitado se producirá un movimiento de las aguas más superficiales en una dirección desviada 45° (hacia la izquierda en el hemisferio sur) respecto a la del viento. Este movimiento se va transmitiendo hacia las sucesivas capas más profundas con una atenuación de tipo exponencial debida al rozamiento y desviándose continuamente en sentido anticiclónico (espiral de Ekman, Figura 34).

Esto significa máximas velocidades en superficie y diferentes velocidades para cada profundidad, con el vector de dirección rotando en sentido contra reloj. Este patrón se puede observar en la Figura 35, en la cual se observa la estructura vertical de la circulación en la plataforma patagónica, la cual es equivalente a un flujo de dos capas donde la superior se dirige directamente al noreste y la inferior en la dirección contraria Palma et al. (2008).

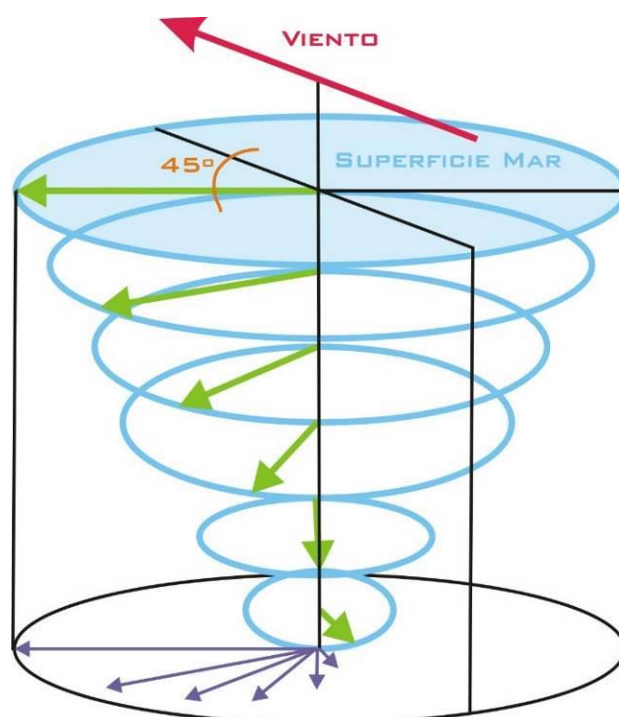


Figura 34. Espiral de Ekman.

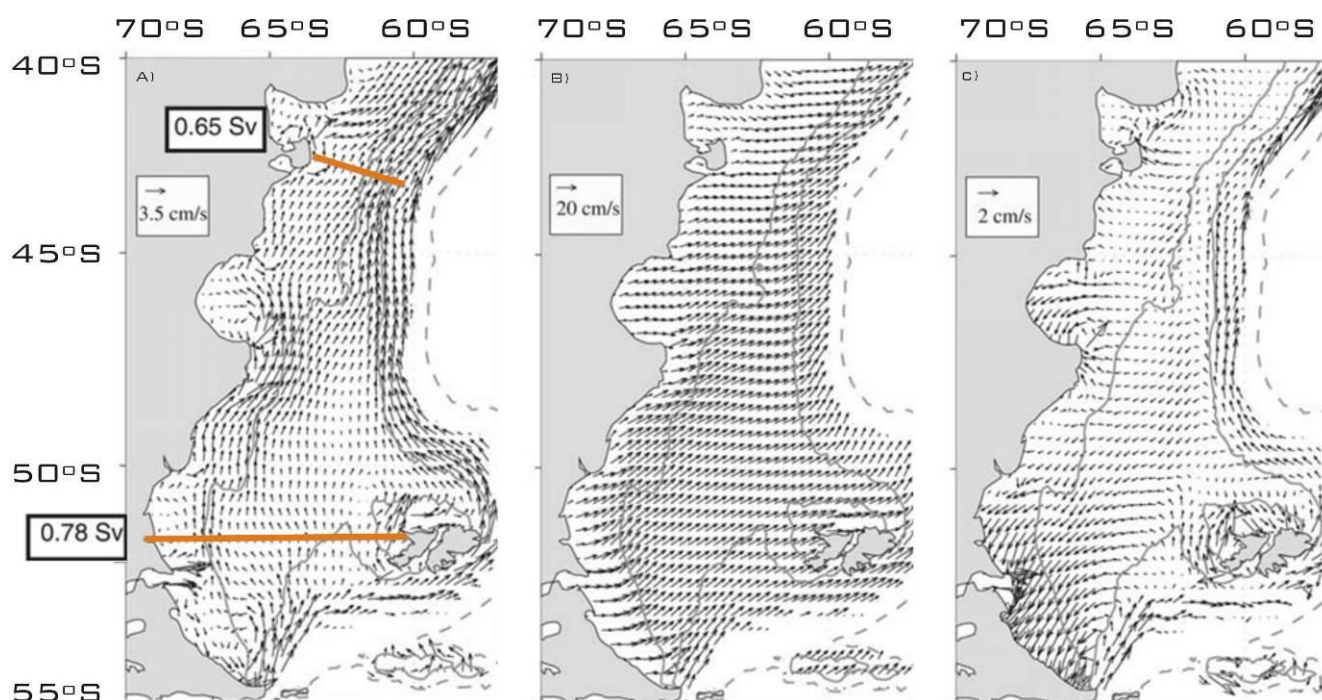


Figura 35. Circulación anual media en el sector de la plataforma continental argentina. A) Vectores de velocidad de profundidad media. Los números dentro de los recuadros indican el transporte (en Sv) a través de la sección indicada. B) Vectores de velocidad en superficie. C) Vectores de velocidad de la capa inferior. Las líneas sólidas grises indican las isobatas de 100 y 200 metros; la línea punteada corresponde a la isobata de 1000 m. Los vectores están indicados para profundidades menores a 500 m. Fuente: Palma et al. 2008.

En la Figura 36 se muestran los vectores de la velocidad de la corriente para distintos períodos del año, de acuerdo con la variabilidad de la posición de la convergencia.

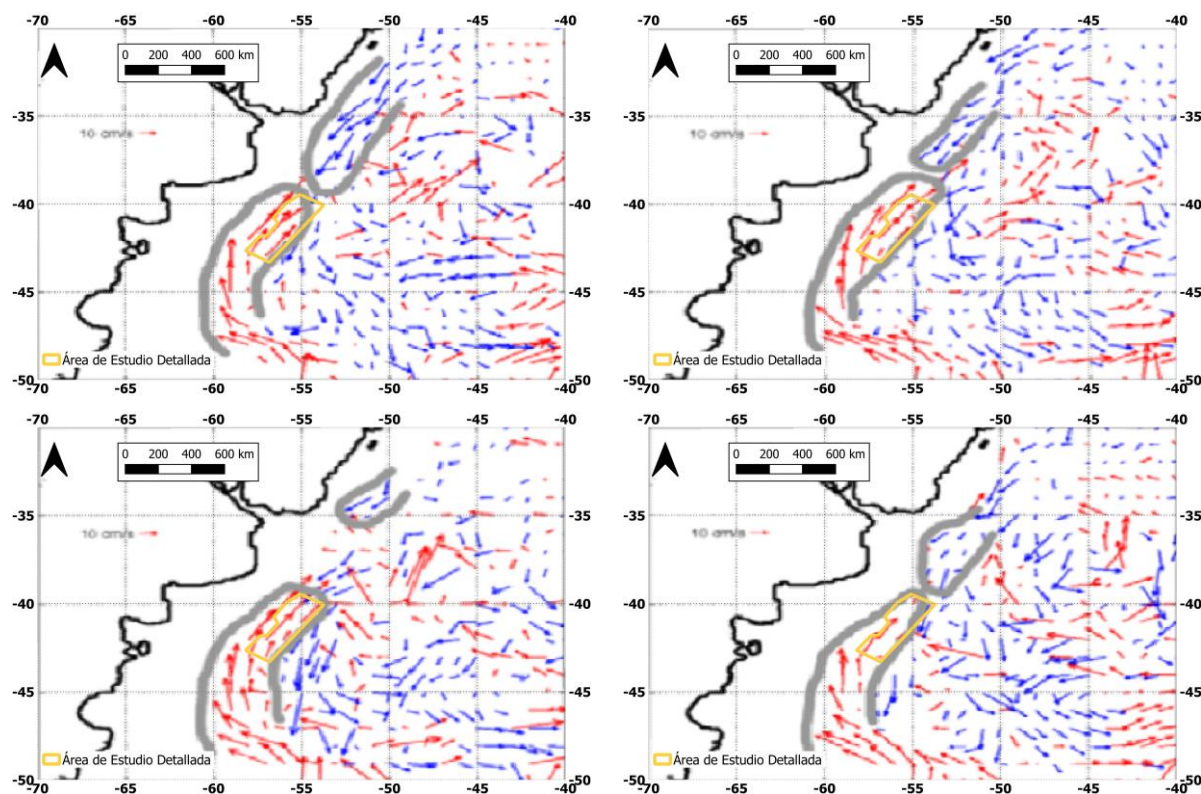


Figura 36. Variabilidad de la posición de la convergencia para distintos períodos del año. Los vectores representan la velocidad de la corriente representativa de un trimestre, entre 800 y 1100 dbar. Los vectores en rojo son hacia el norte y azul hacia el sur. Las líneas grises gruesas indican la extensión de las corrientes de Brasil y de Malvinas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre. Imagen tomada de EIA, S y B SISMICA OFFSHORE 3D ÁREA 3 – Uruguay. Fuente: Ezcurra & Schmidt S.A. 2013.

Con relación a la velocidad de las corrientes, en la Figura 37 se muestra una sección de velocidad de las corrientes marinas (en cm/s) sobre la plataforma exterior y el talud continental a una latitud entre los 38°S y 39°S. Los colores celestes representan flujo hacia el norte (valores positivos), asociados a la corriente de Malvinas. Los colores verde-amarillo-rojo (valores negativos) representan flujo hacia el sur, asociado al retorno de la corriente de Malvinas y a la corriente de Brasil (Piola et al. 2008).

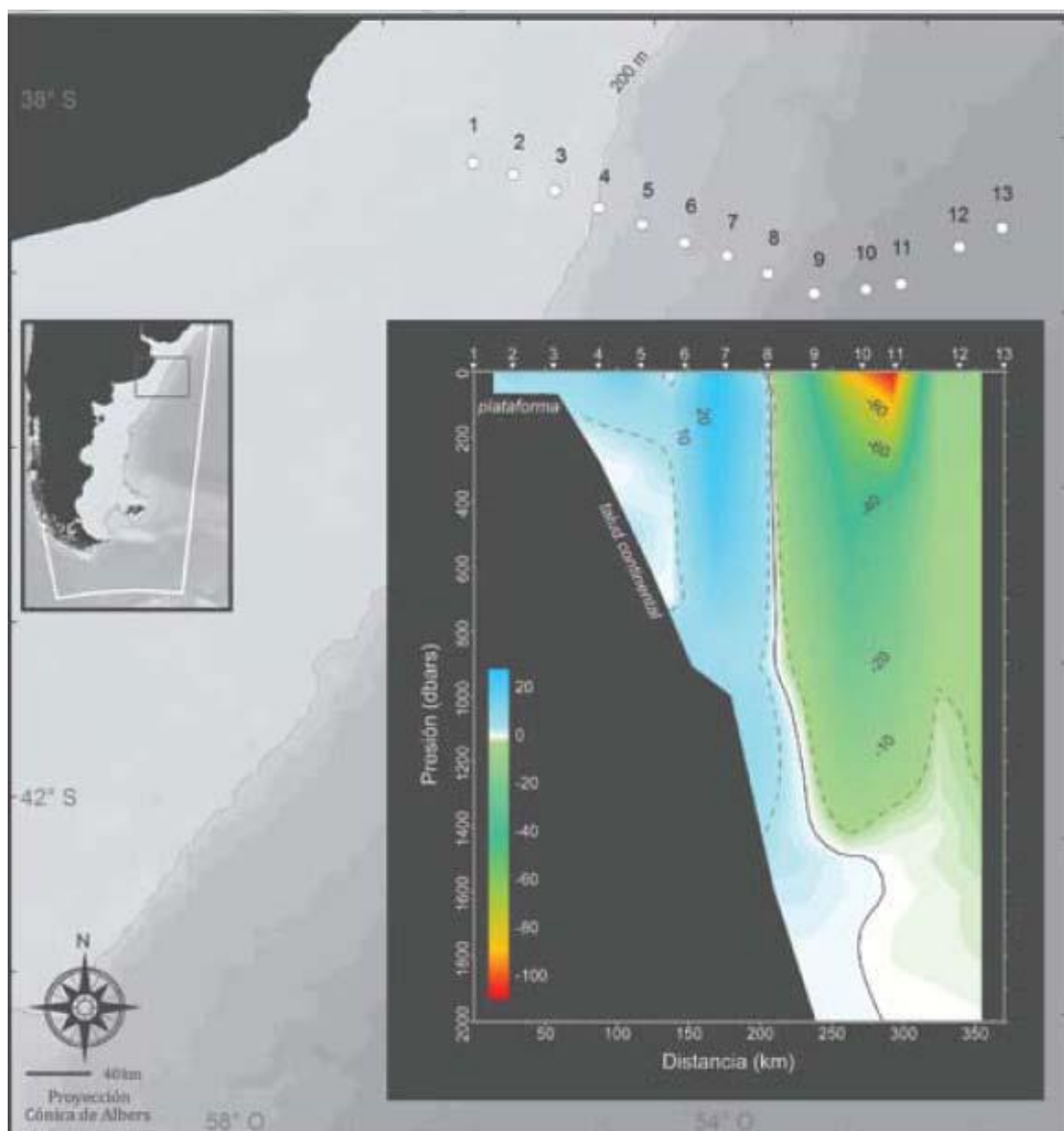


Figura 37. Sección de velocidad de las corrientes marinas sobre la plataforma exterior y el talud continental. Fuente: Ezcurra & Schmidt S.A. 2013 (modificado de Piola et al. 2008).

Palma et. al (2008) proponen un modelo para simular las corrientes en la plataforma continental y en el océano profundo adyacente. Según el modelo, la circulación inducida por el viento se caracteriza por un flujo hacia el NE y una reducción del transporte de masa hacia el N. Las corrientes presentan una variación estacional significativa al norte de 45°S y estos cambios se manifiestan en las variaciones estacionales del transporte. En otoño el modelo sugiere una circulación ciclónica (horaria) en la plataforma central.

La Figura 38 muestra las corrientes superficiales en otoño y primavera. Por el efecto del viento predominante del oeste, estas simulaciones, que no incluyen la corriente de Malvinas, sugieren que el agua de la capa superficial fluye principalmente hacia el ENE y es exportada hacia el océano profundo a través del talud continental.

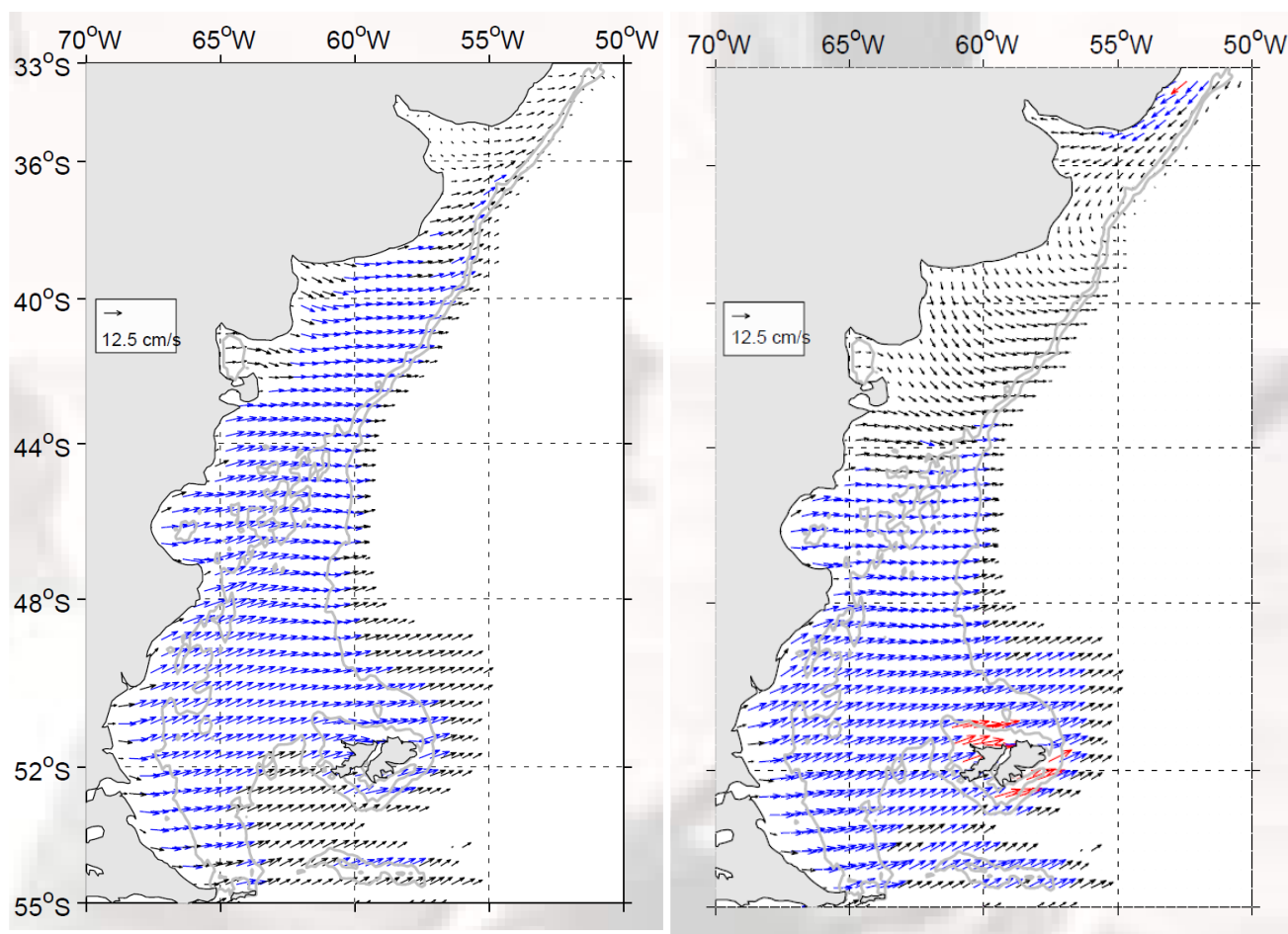


Figura 38. Corrientes superficiales en otoño (izquierda) y primavera (derecha) generadas por un modelo barotrópico (densidad uniforme) forzado con vientos climatológicos (ECMWF). Los vectores rojos representan velocidades medias entre 15 y 20 cm/s, azules entre 10 y 15 cm/s y negros menor que 10 cm/s. Las líneas grises representan las isobatas de 100 y 200 m. Fuente: Palma et. al (2008).

En el océano real, la corriente de Malvinas ejerce un rol importante y fuerza el flujo superficial principalmente hacia el NE. La conservación de la masa sugiere que el flujo hacia el E cerca de la costa debe ser compensado por una circulación transversal opuesta en las capas profundas (Figura 39).

La velocidad de la corriente en la zona del Cabo de Hornos excede los 60-70 cm/s (Zyranov y Sererov, 1979). La velocidad promedio de la corriente divergente de Malvinas alcanza valores de 25 cm/s a 50 cm/s (Servicio de Hidrografía Naval, 1993).

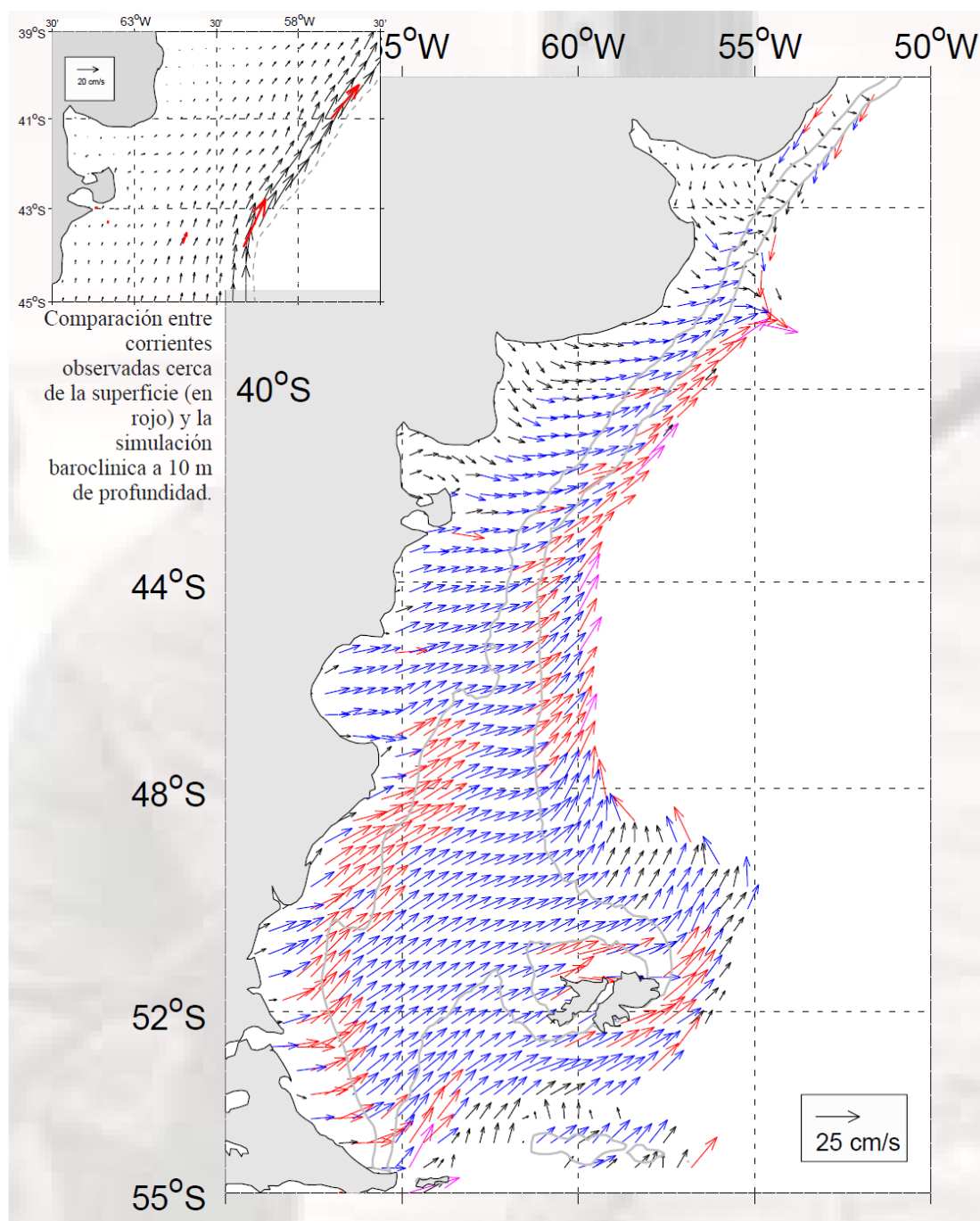


Figura 39. Corrientes medias anuales a 10 m de profundidad generadas a partir de una simulación baroclínica (con estratificación vertical) que incluye la corriente de Malvinas. Nótese cómo las corrientes en la plataforma se desvían hacia el N y NE en la plataforma externa y aumenta su intensidad hacia el talud. Las líneas grises representan las isobatas de 100 y 200 m del modelo.
Fuente: Palma et. al (2008).

En el promedio anual, el transporte de masa decrece uniformemente hacia el norte. Sin embargo, en otoño la parte norte del dominio presenta un transporte intenso hacia el NE, asociado al flujo relativamente intenso en esa dirección sobre la totalidad de la plataforma al sur de 38°S (Figura 40). La inversión de las corrientes en primavera en ese sector de la plataforma (Figura 40) produce un transporte débil hacia el SW.

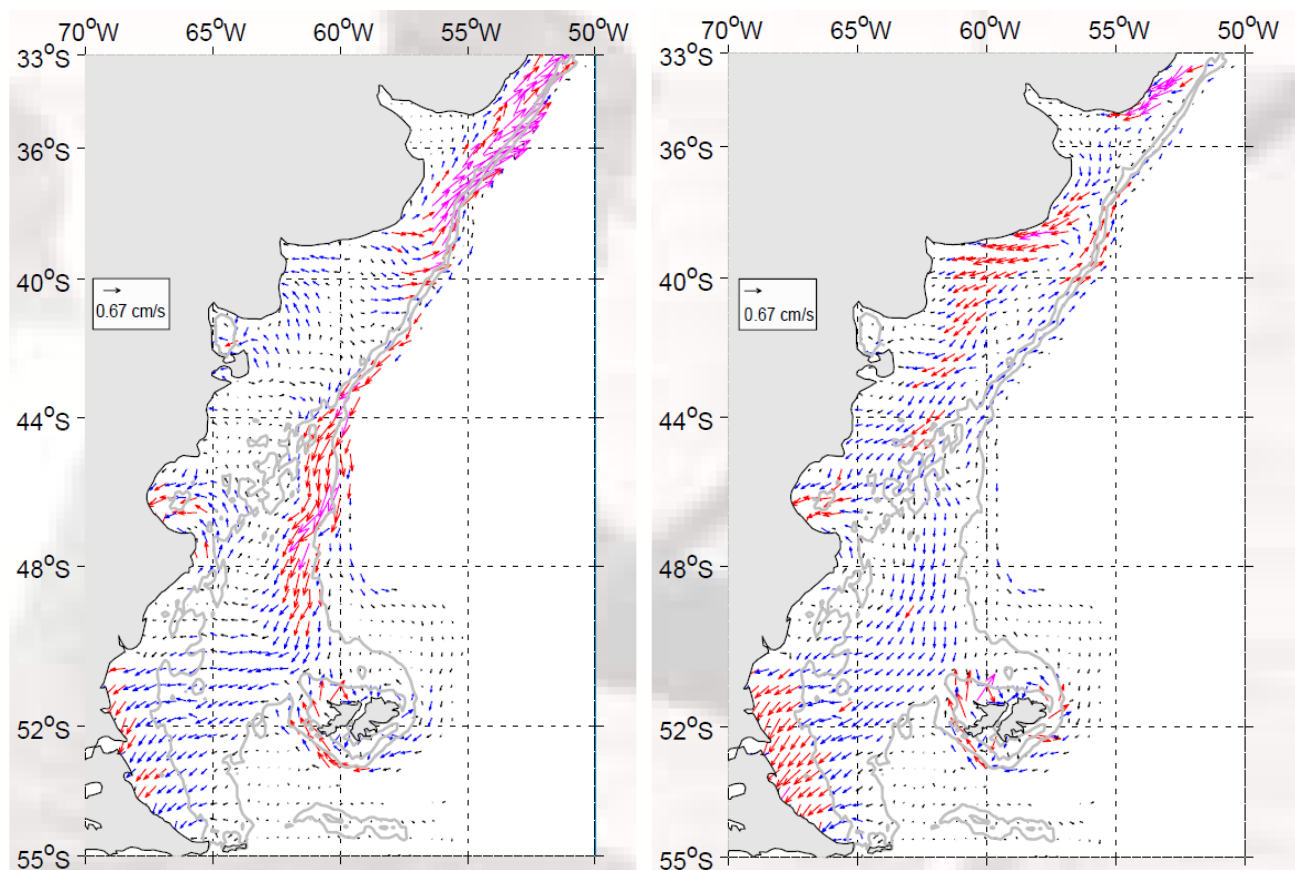


Figura 40. Corrientes de fondo en otoño (izquierda) y primavera (derecha). Los vectores magenta representan velocidades medias mayores que 1 cm/s, rojos entre 0,5 y 1 cm/s, azules entre 0,25 y 0,5 cm/s y negros menores que 0,25 cm/s. Las líneas grises representan las isobatas de 100 y 200 m.

Fuente: Palma et. al (2008).

Al norte de 41°S, la intensidad del viento se reduce hacia el norte y la dirección presenta variaciones estacionales significativas. Por otro lado, la precipitación excede a la evapotranspiración en aproximadamente 50 mm/año y la descarga continental más al norte es apreciable. Para el Río de la Plata se estima una descarga media anual de entre 15 y 20x10³ m³/s y en ocasiones extraordinarias puede duplicar este valor.

Según Piola y Rivas (1997) existen discrepancias en cuanto al sentido y la magnitud de las corrientes en la región. Los modelos numéricos que incluyen el efecto del viento medio y del campo de masa, indican la existencia de un flujo medio hacia el NNE con velocidades superficiales del orden de 0,10 m/s entre la costa y el talud. Sin embargo, en ocasiones, la influencia de las aguas del Río de la Plata se manifestaría también hacia el sur hasta la latitud de Mar del Plata.

Analizando datos biológicos y ambientales, Balech (1949, 1965, 1971) también infiere un flujo hacia el NNE, pero propuso la existencia de una contracorriente hacia el SSW en verano a la que denominó Deriva Cálida Costera.

También Boltovskoy (1970, 1981) sugiere que la presencia de aguas cálidas en el litoral bonaerense se restringe al norte de los 40°S y que la misma se debe principalmente al calentamiento estacional. La aparición de especies subtropicales en la región costera se debería a la penetración de una rama occidental de aguas subtropicales al oeste de la corriente de Malvinas que llegaría a la zona costera por efecto del viento y por *eddies* o remolinos.

Los campos de corriente media mensual en el área del presente estudio se muestran en la Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46, Figura 47, Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51 y Figura 52.

Estos campos de corriente constituyen un producto del Programa Espacial COPERNICUS, ex GMES (Global Monitoring for Environment and Security), que es el Programa Europeo orientado a promover la capacidad europea para la Observación y Monitoreo de la Tierra. Se accede a este producto a través de la Plataforma “My Ocean”.

En las mencionadas figuras, los polígonos corresponden a las áreas operativas CAN_100 – CAN_108 (color blanco) y CAN_114 (color fucsia).

Es posible observar una gran variabilidad en el campo de corrientes de la zona de interés, tanto en intensidad como en dirección, la cual está asociada a la dinámica de la confluencia de las corrientes de Brasil y de Malvinas.

Sobre la plataforma corre la rama oeste (corriente Patagónica) de la corriente de Malvinas.

En el frente de talud, contorneando el borde de la plataforma continental, se distingue claramente la rama este de la corriente de Malvinas, con velocidades que alcanzan en algunos sectores valores de 1 m/s.

Frente a la provincia de Buenos Aires, al encontrarse con la corriente cálida de Brasil que fluye hacia el sur, la corriente de Malvinas dibuja un brusco giro hacia el sur constituyéndose en la corriente de retorno de Malvinas, con velocidades que llegan a 1,5 m/s.

Como producto de la alta dinámica de la confluencia se producen numerosos meandros y eddies (remolinos) de gran escala, desprendimientos de las dos corrientes que generan intrusionas de una masa de agua cálida (corriente de Brasil) en una masa de agua fría (corriente de Malvinas) y viceversa.

La zona está caracterizada por variaciones estacionales significativas, ya que el encuentro de las corrientes de Brasil y de Malvinas se produce hacia el norte o hacia el sur según la estación del año.

En el sector correspondiente al área operativa del área CAN_114 la masa de agua característica es la de Malvinas, con velocidades que no superan los 0,5 m/s salvo en el sector más cercano al borde de la plataforma, en donde la corriente puede alcanzar velocidades algo mayores.

Hacia el norte, en la zona de la confluencia de las corrientes, el área operativa CAN_100 – CAN_108 es bañada tanto por la masa de agua fría de Malvinas como por la cálida de Brasil, así como por la zona de mezcla entre las mismas con sus grandes remolinos (eddies) o y meandros.

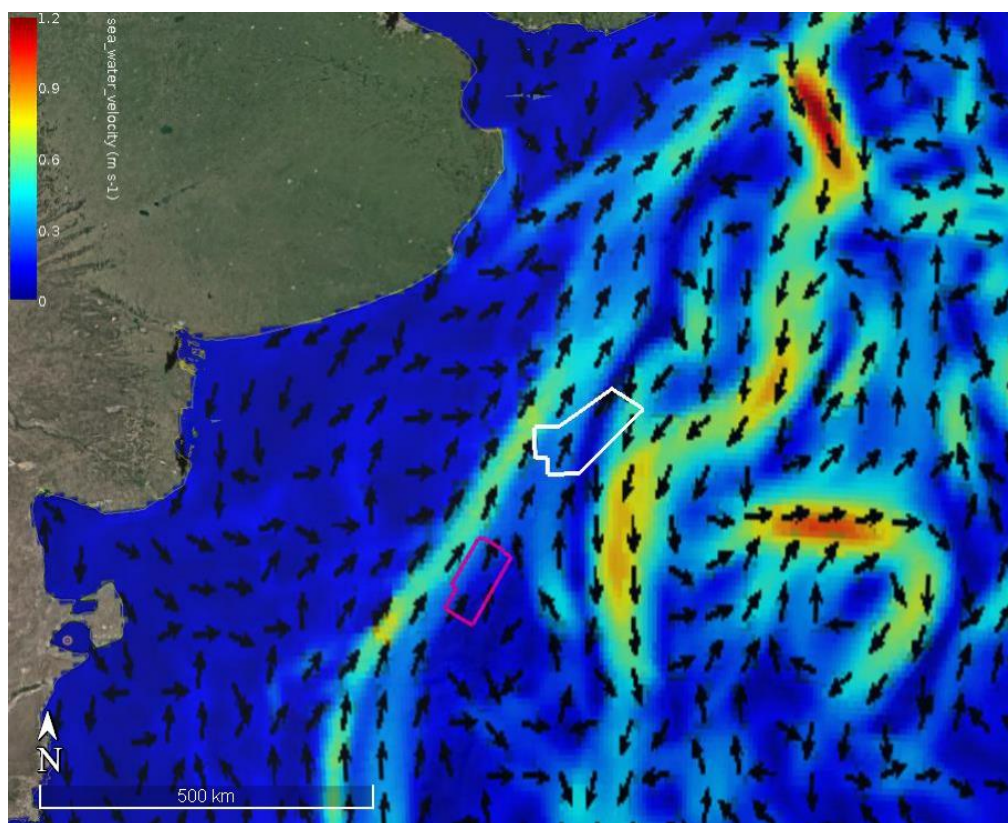


Figura 41. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de enero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

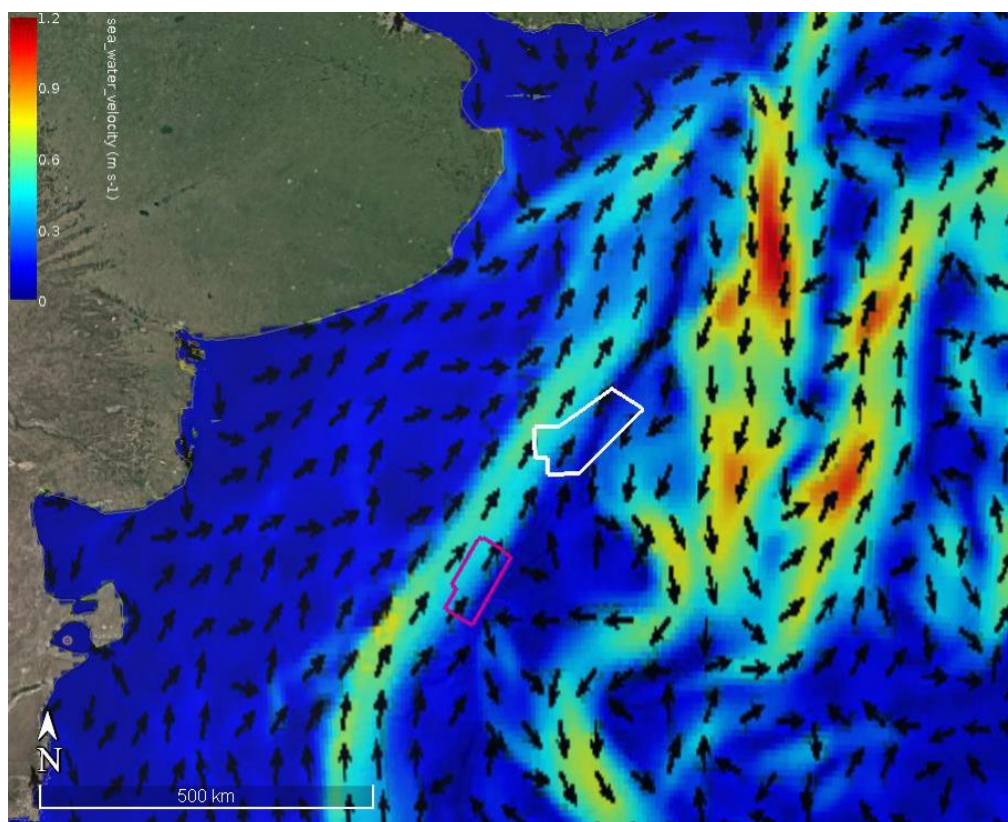


Figura 42. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

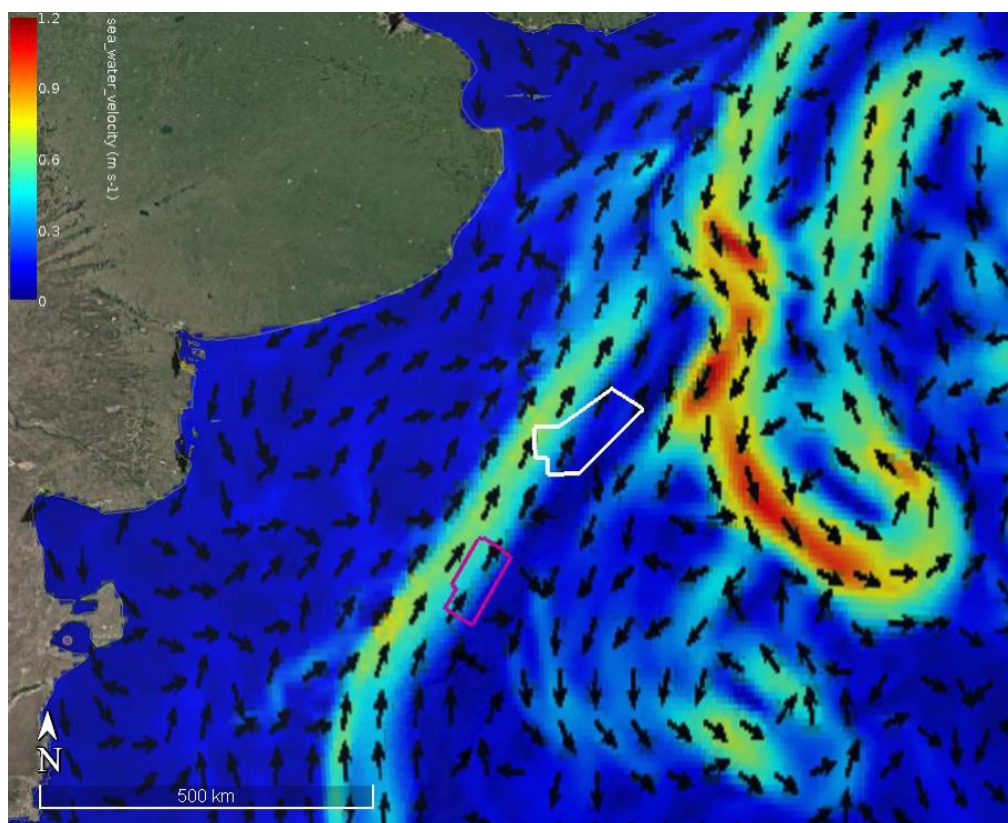


Figura 43. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de marzo. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

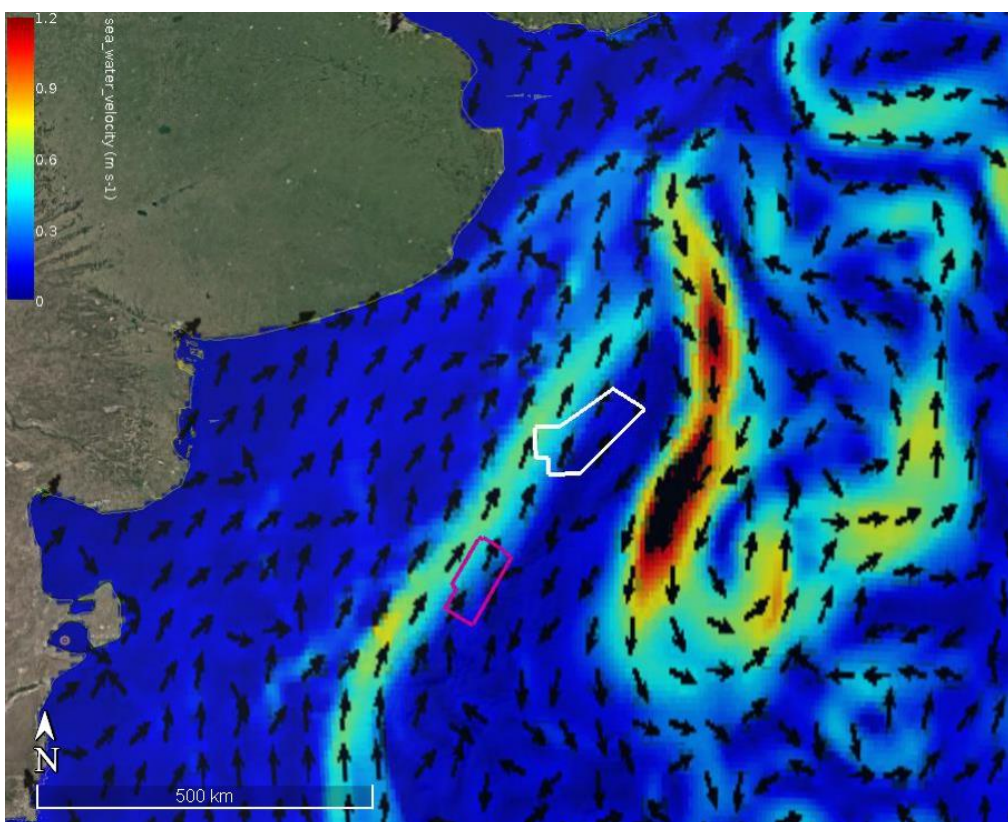


Figura 44. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

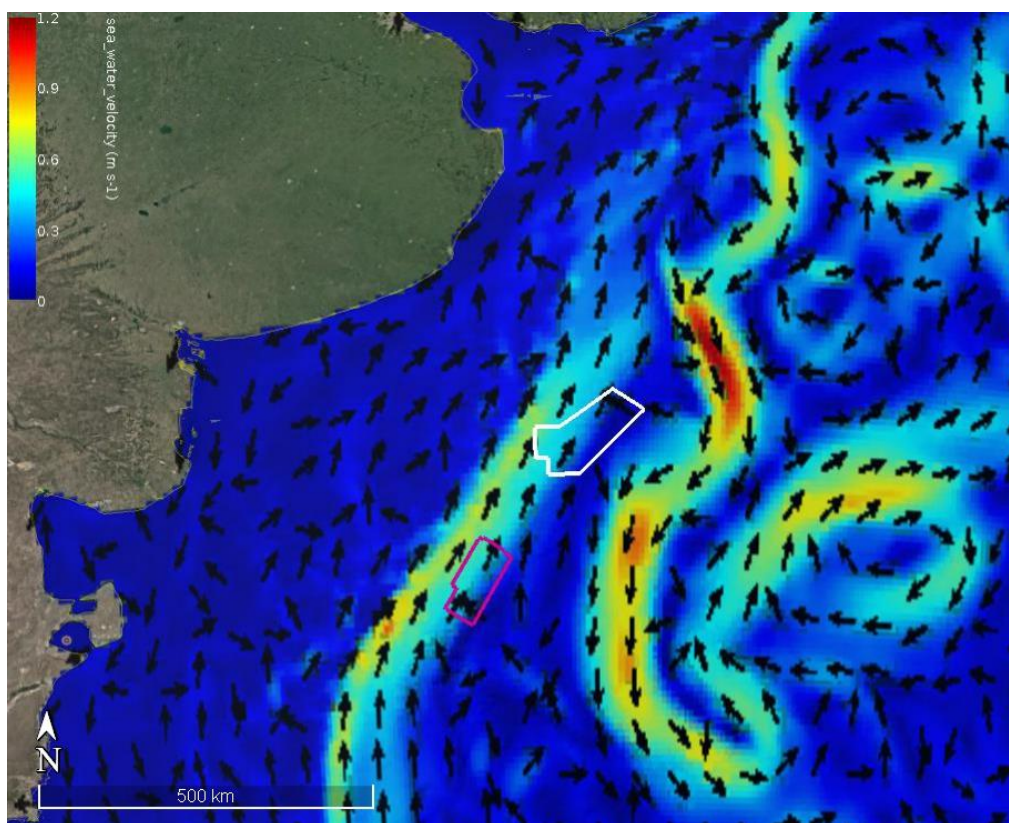


Figura 45. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de mayo. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

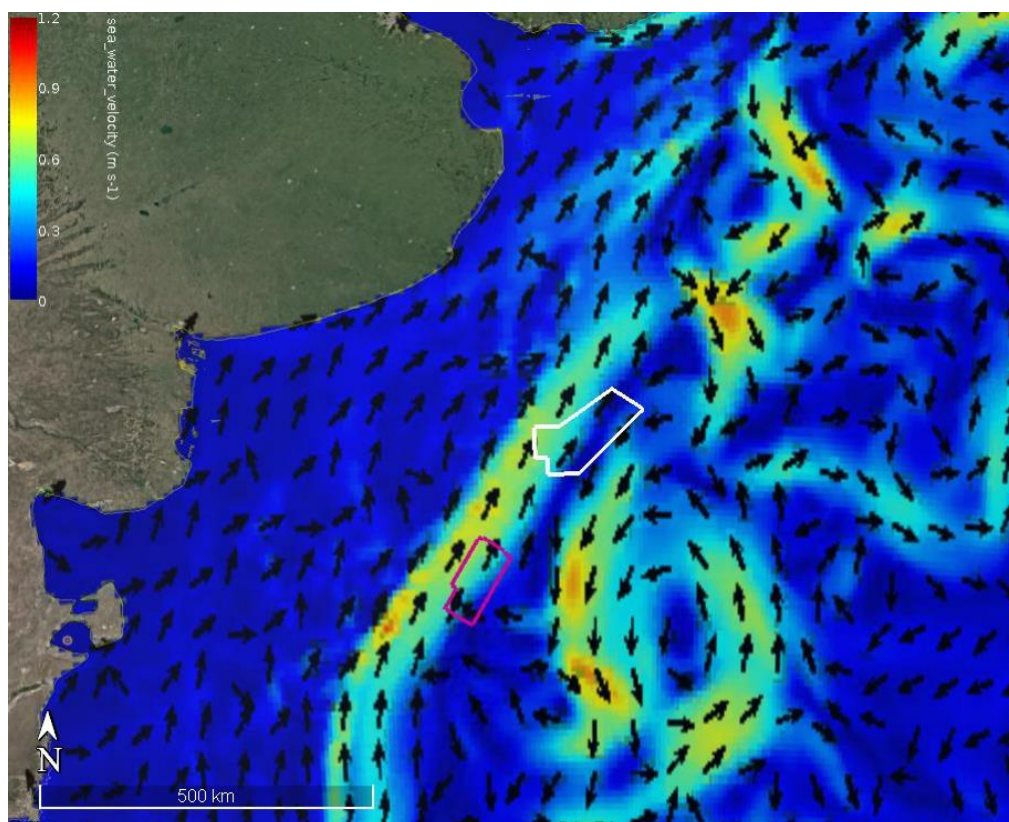


Figura 46. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de junio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

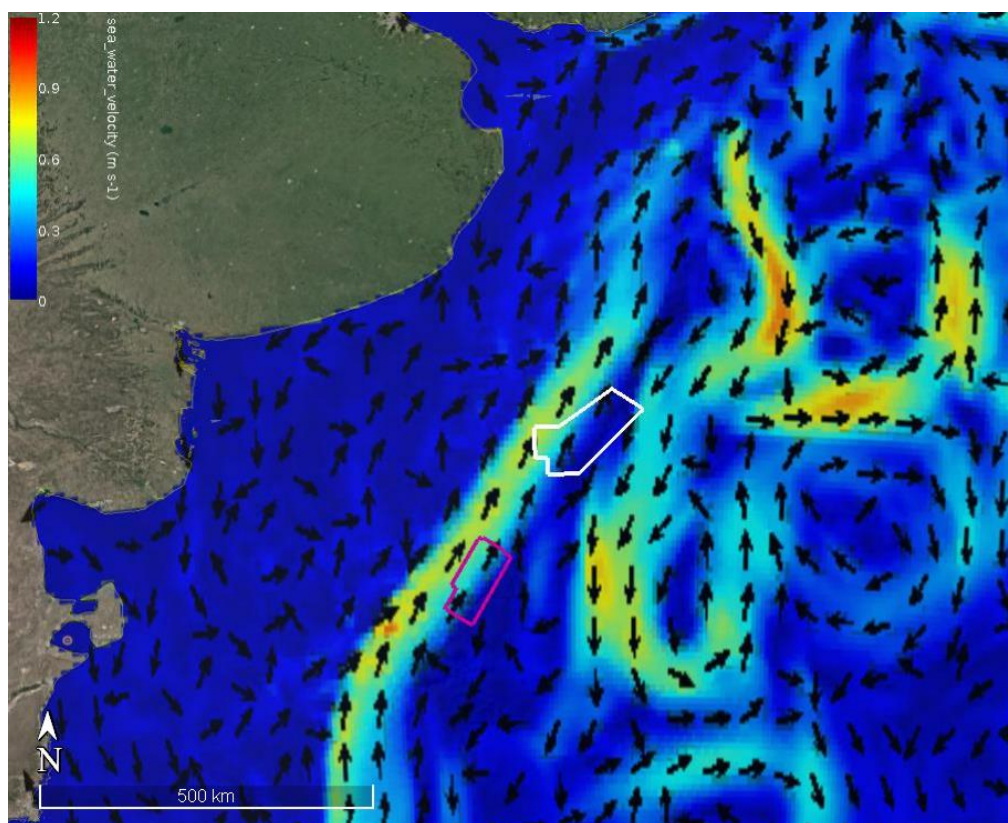


Figura 47. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

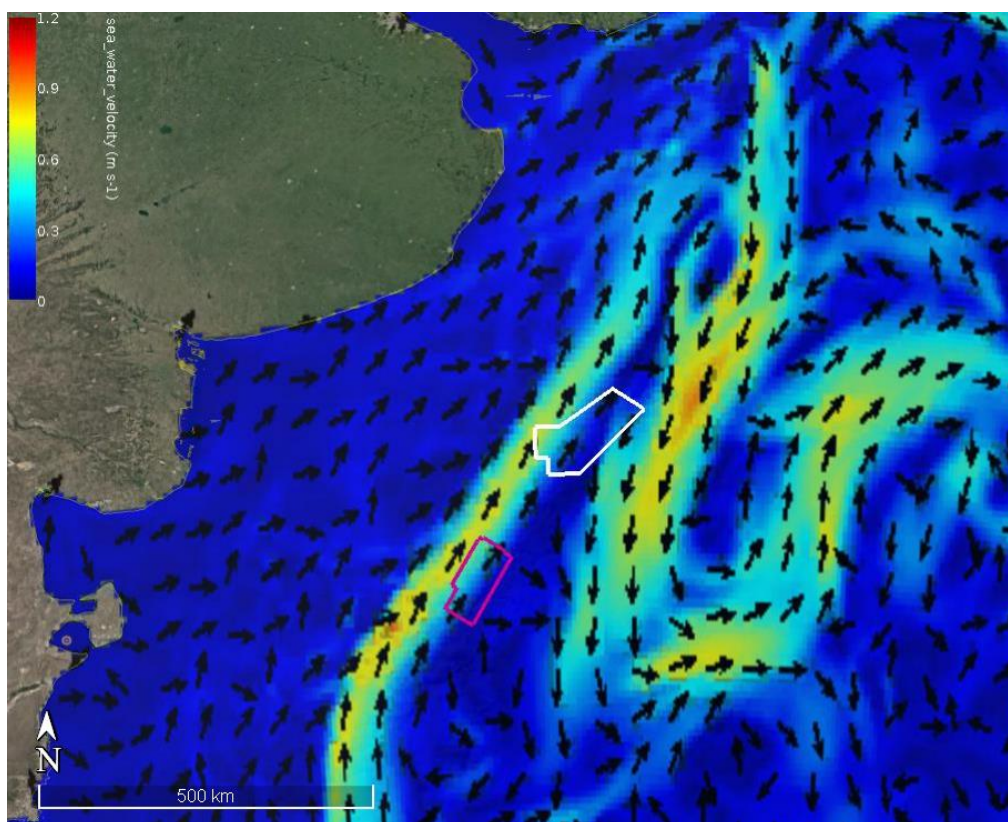


Figura 48. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de agosto. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

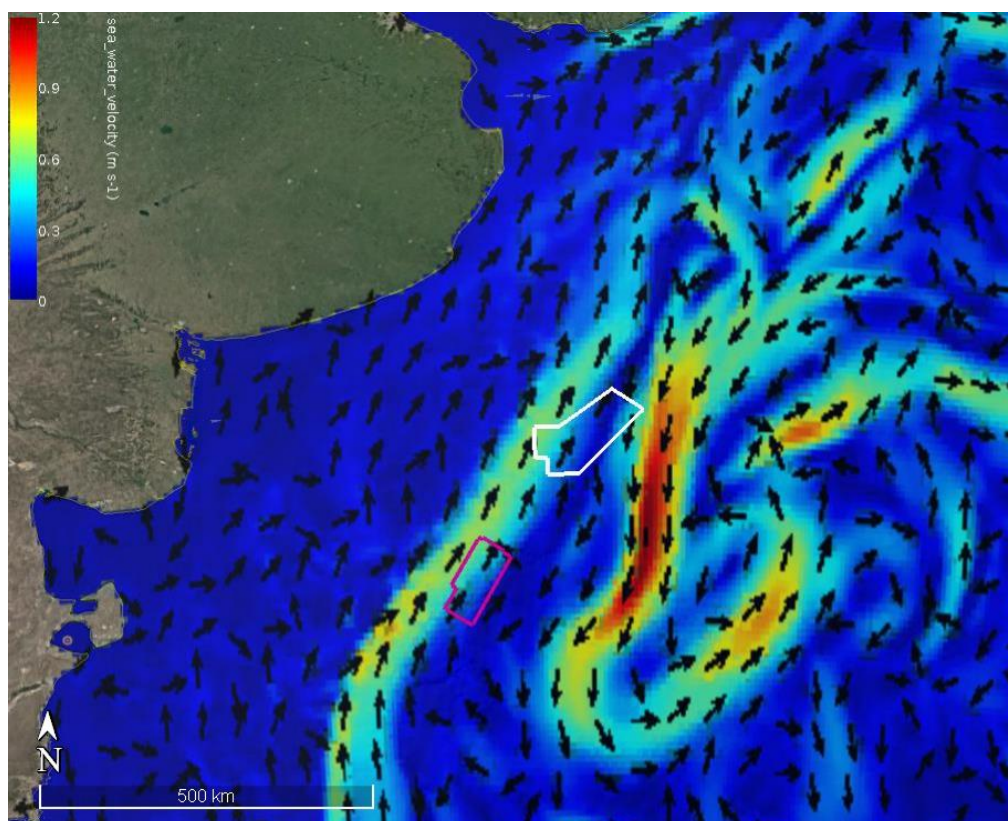


Figura 49. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de septiembre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

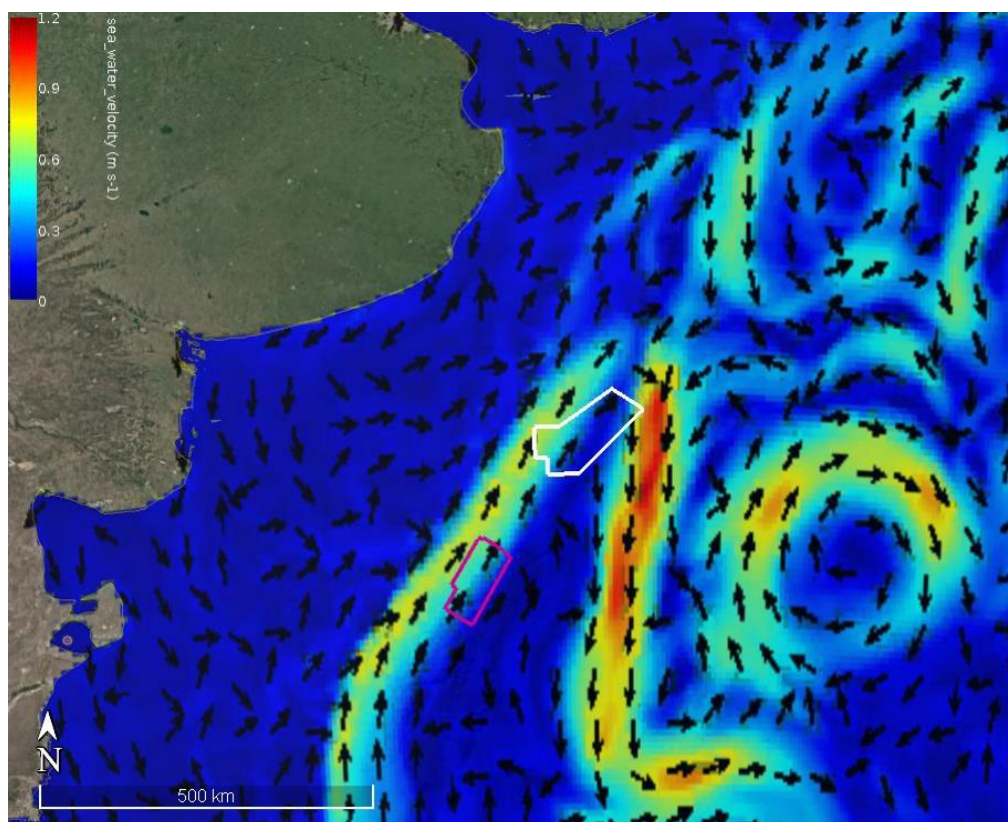


Figura 50. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

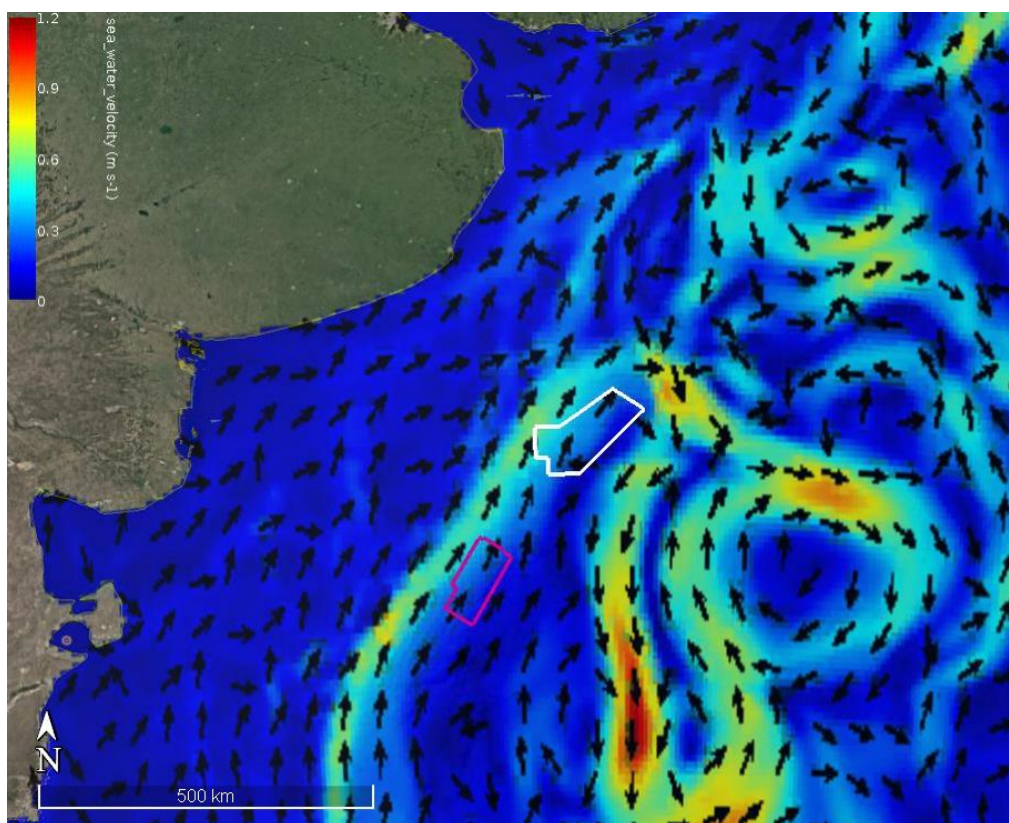


Figura 51. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de noviembre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

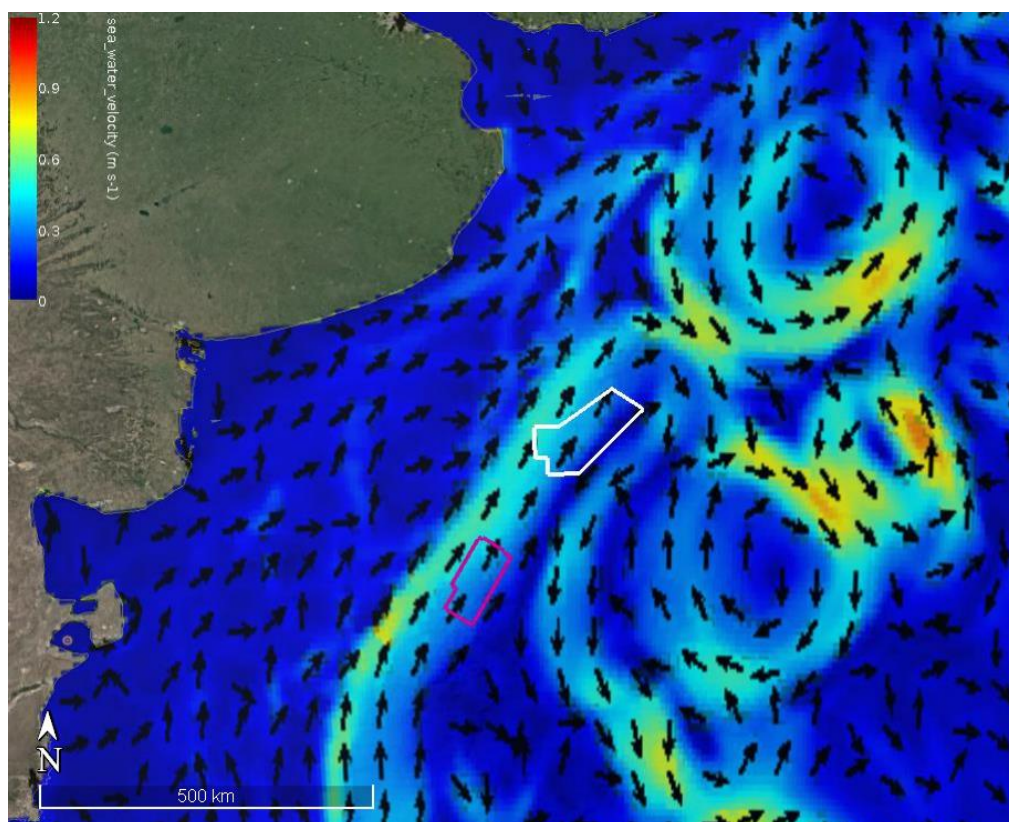


Figura 52. Velocidad media en superficie (m/s) para el mes de diciembre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

3.2.3 Mareas

En una simulación, el forzante marea se puede caracterizar por la amplitud y la fase del armónico principal (M2), la tasa de disipación de las mareas y los flujos de energía de las mareas (Palma et al., 2004). El armónico M2 es parte de un sistema anfídromico ubicado en la proximidad del meridiano de Greenwich y 60° S (Genco et al., 1994). Se propaga desde el suroeste hacia el noreste y su amplitud disminuye, debido a efectos de fricción, desde un máximo de 4 m en la Bahía Grande a menos de 30 cm al norte de Bahía Blanca (Figura 53).

Cuando el patrón de marea presenta gran amplitud, las mareas influyen en la magnitud de la mezcla vertical, como por ejemplo ocurre en la Plataforma Patagónica. Cabe destacar que en el área de Estudio Detallada, ubicada más allá del borde de la plataforma continental (no jurídico - ver Punto 3.1.1), la amplitud de la marea y en consecuencia sus velocidades son de pequeña magnitud, por lo que su contribución a la corriente de campo total es despreciable.

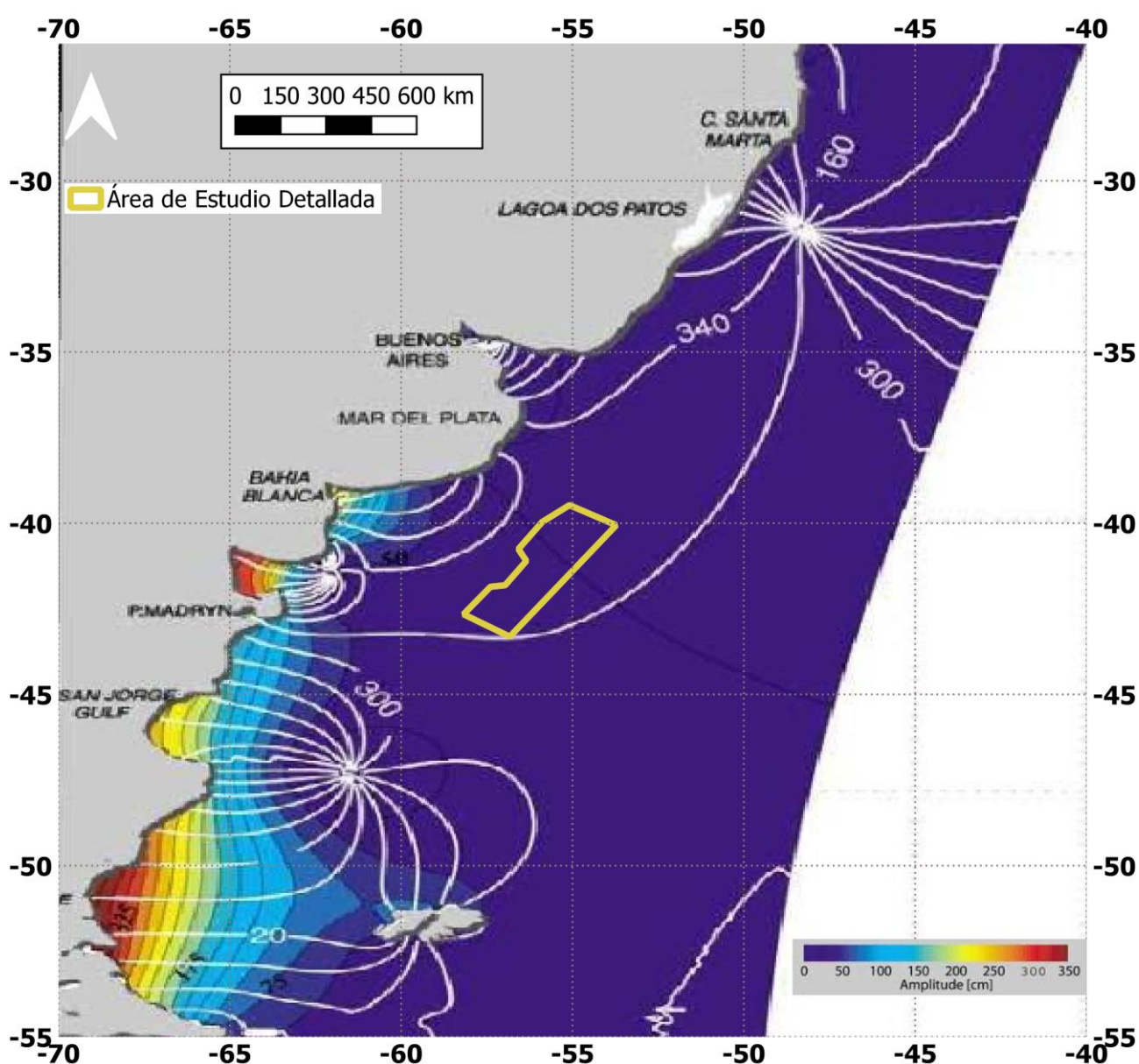


Figura 53. Carta cotidal y de amplitudes de la componente principal lunar de marea (M2) cada 20°. Fuente: Palma et al., 2004.

3.2.4 Clima de olas

El régimen de viento en la zona de estudio genera un mar muy movido en todas las estaciones del año con olas de altura y dirección variables (Environment Technology & Resource 1997). En este sentido, el aumento en el estado del mar (*sea-state*) se genera típicamente como resultado del paso de tormentas locales a través del Pasaje de Drake y sobre América del Sur. El paso de tormentas desde el oeste genera rápidamente incrementos en el estado del mar, pero que no persisten por más de 2 o 3 días, a menos que la zona se vea afectada por una sucesión de tormentas consecutivas (Upton y Shaw 2002).

Dragani et al. (2010) estudiaron las tendencias en las últimas décadas de los valores anuales medios y máximos del oleaje en el sector oriental de la plataforma continental sudamericana entre 32°S y 40°S, a partir de observaciones *in situ* y remotas y de simulaciones numéricas llevadas a cabo con el modelo SWAN forzado con los reanálisis NCEP/NCAR (NCEP: National Centers for Environmental Prediction, NCAR: National Center for Atmospheric Research).

En la Figura 54 se muestra la zona de estudio y la localización de distintos puntos de análisis del oleaje.

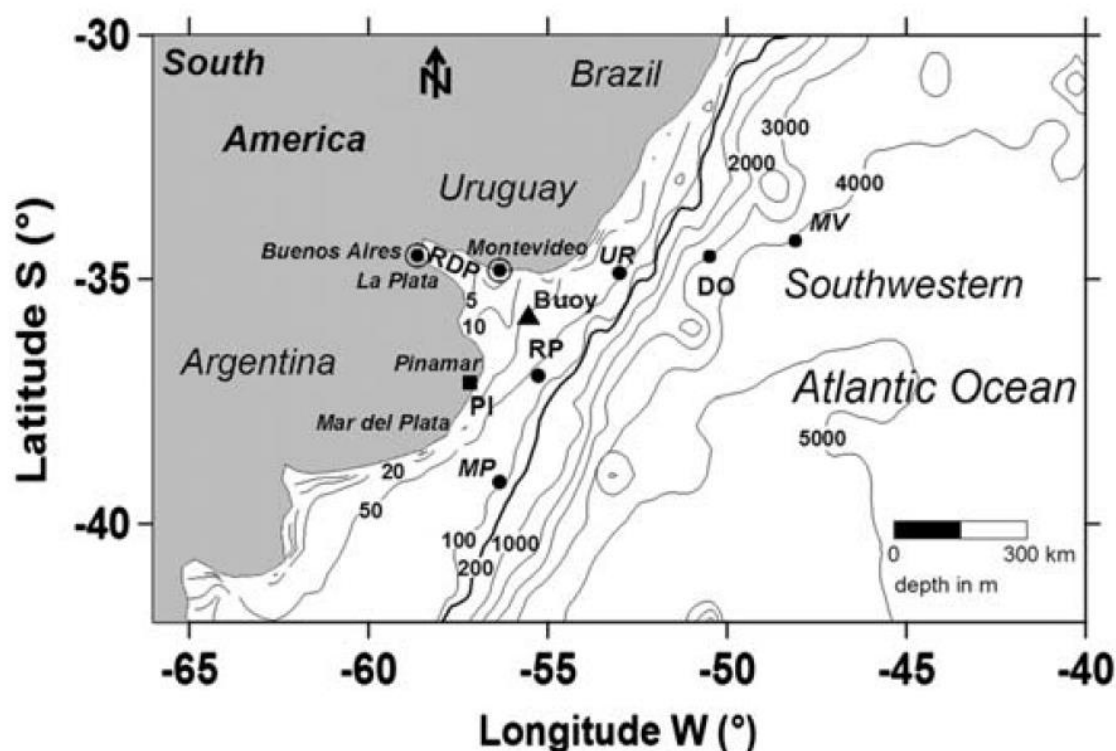


Figura 54. Área de implementación del modelo SWAN. Los puntos de estudio de alturas de ola son MP: plataforma continental Mar del Plata, RP: boca del Río de la Plata, UR: plataforma continental uruguaya, DO: profundidades oceánicas (deep ocean) y MV: máxima variación. RDP: Río de la Plata. El triángulo muestra la posición de un olímetro Datawell Waverider. Fuente: Dragani et al. (2010).

Las series de alturas de olas medias anuales registradas mediante observaciones remotas (TOPEX Ocean Topography Experiment) entre los años 1993 y 2002 se muestran en la Figura 55 para los puntos UR, MP y DO señalados en la Figura 54).

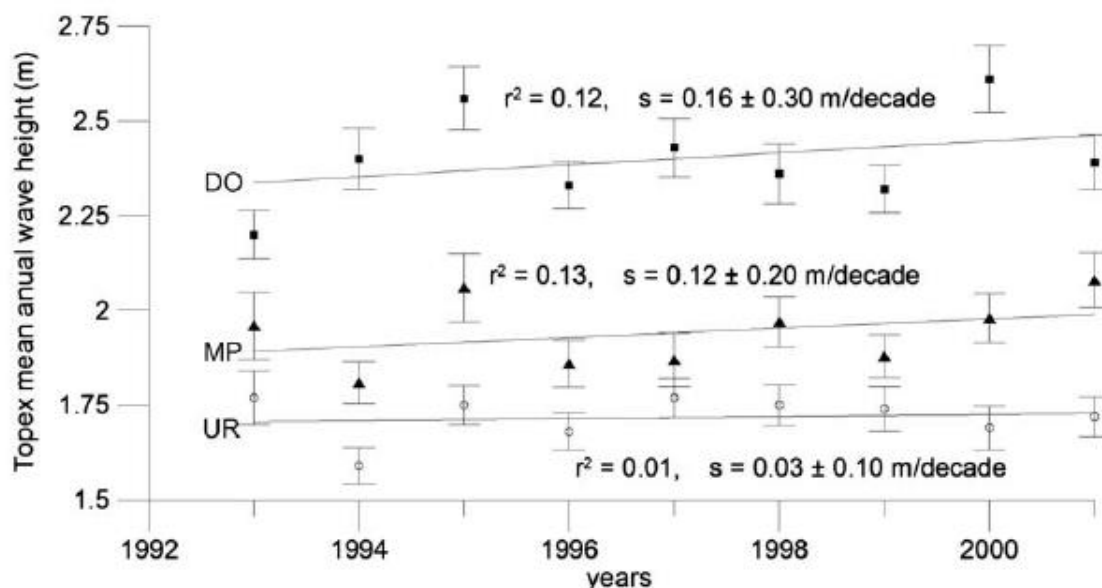


Figura 55. Medias anuales de altura significativa de ola (TOPEX, período 1993-2002) en UR, MD y DO (ver localización en Figura 53). Se incluyen las correspondientes líneas de regresión de cuadrados mínimos. Fuente: Dragani et al. (2010).

Es posible observar una gran variabilidad interanual, con una ligera tendencia al incremento de la altura. Los mayores incrementos se registraron entre 1994 y 1995 en los tres puntos y entre 1999 y 2000 en DO.

Por otro lado, se muestran a continuación los resultados obtenidos mediante la aplicación regional del modelo matemático SWAN forzado por el campo de vientos NCEP/NCAR para el período 1971-2005 en el dominio de cálculo presentado en la Figura 54 (Dragani et al. 2010), que incluye regiones tan disímiles como el somero Río de la Plata, la plataforma continental uruguaya, parte de las plataformas continentales brasilera y argentina, el borde exterior de la plataforma y un sector del Océano Atlántico Sudoccidental.

Los campos medios (período 1971-2005) de altura cuadrática media y período de ola obtenidos mediante la modelación con SWAN se presentan en la Figura 56.

Puede observarse que la altura y el período de ola decrecen gradualmente hacia la costa, desde aproximadamente 2,5 m / 4,5 s en el sector sudoriental del modelo hasta menos de 1,0 m / 2 s en la boca del Río de la Plata. Las direcciones son predominantemente hacia el oeste al norte de 37°S y hacia el noroeste al sur.

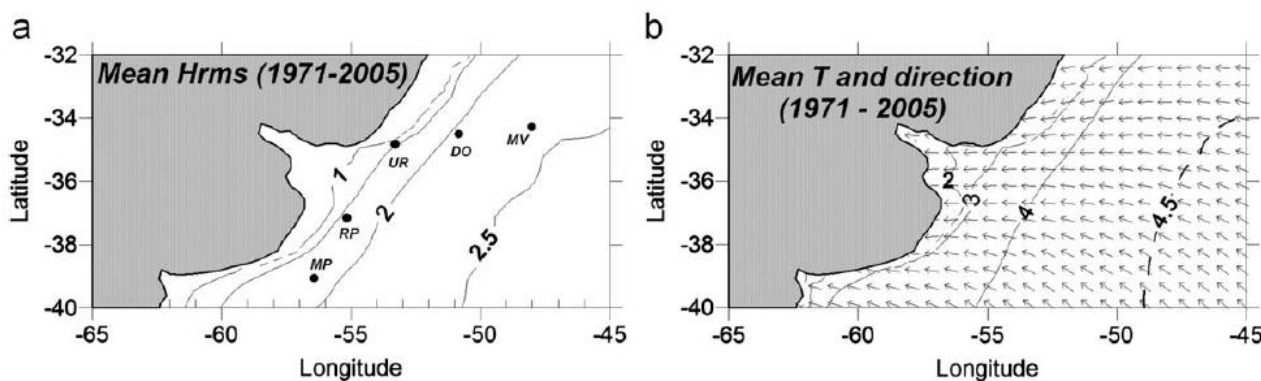


Figura 56. Modelo SWAN período 1971-2005: (a) media de altura significativa cuadrática de ola (metros) y (b) período medio (segundos) y dirección media de propagación (flechas sin escala). Fuente: Dragani et al. (2010).

Las series de tiempo obtenidas de máximos anuales de altura significativa de ola se presentan en la Figura 57, observándose una ligera tendencia al incremento, de la misma manera que para las alturas medias anuales de TOPEX (Figura 55).

Es importante destacar que los resultados arrojados por el modelo SWAN reflejan únicamente el oleaje producido por el viento actuante sobre el dominio de cálculo ("sea"), ya que el que ingresa a través de los límites del modelo ("swell") no se considera en las simulaciones.

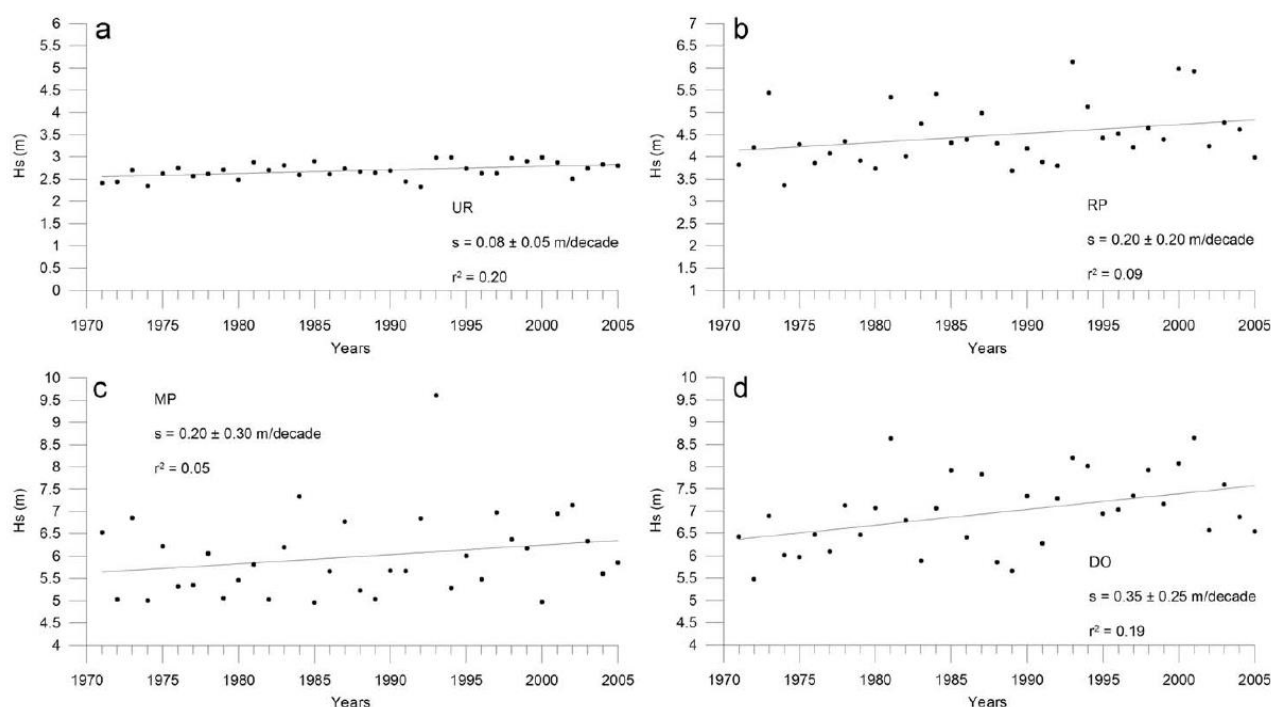


Figura 57. Máximos anuales de altura significativa de ola (modelo SWAN, período 1971-2005) en UR (a), RP (b), MP (c) y DO (d) (ver localización en Figura 53). Se incluyen las correspondientes líneas de regresión de cuadrados mínimos. Fuente: Dragani et al. (2010).

De acuerdo a Dragani et al. (2010) y distintos estudios por ellos citados, estas variaciones podrían ser consecuencia de la ocurrencia de cambios en la circulación baja de la atmósfera en el Atlántico Sudoccidental.

Información del clima de olas también está disponible a través de distintos modelos globales. Aquella provista por el Global Atlas of Ocean Waves (período 1970-2011) se presenta a continuación.

El Global Atlas of Ocean Waves está basado en observaciones VOS (Programa de Buques de Observación Voluntaria) y es el resultado de un proyecto de cooperación financiado por la Unión Europea cuyos participantes son P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science (Moscow), Southampton Oceanography Centre (Southampton) and Royal Netherlands Meteorological Institute (De Bilt).

En la Figura 58 se muestra la altura significativa de ola media anual de acuerdo con dicha fuente y, en la Figura 59, los correspondientes períodos.

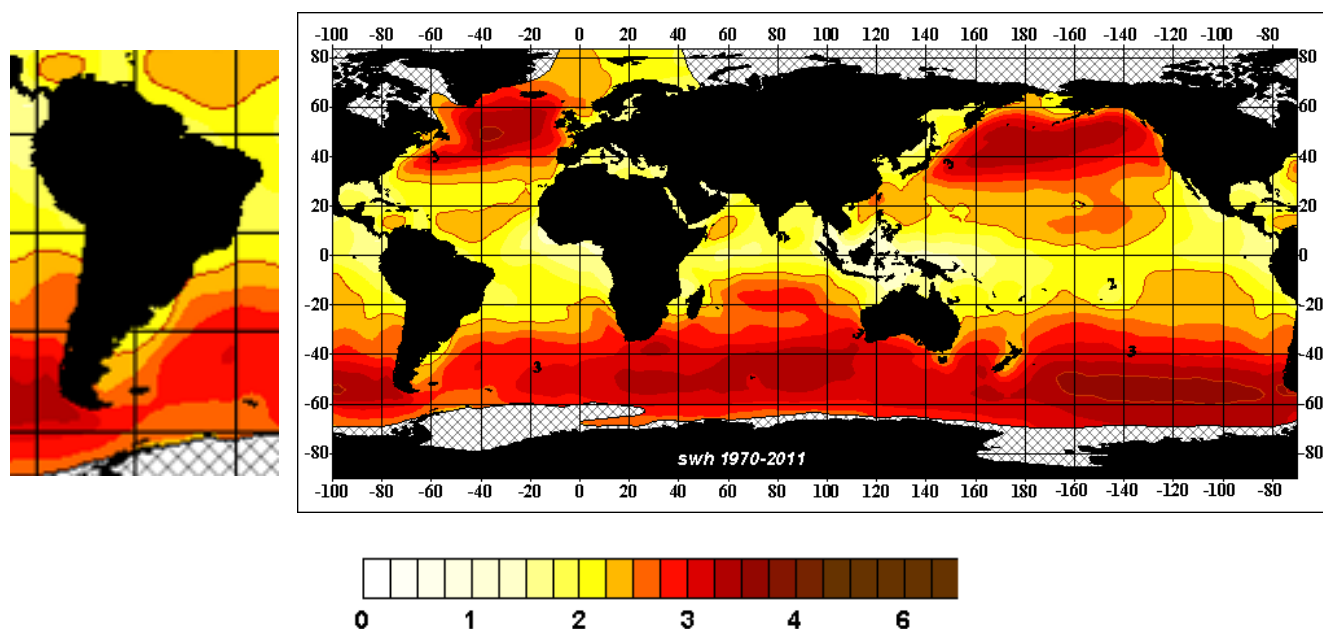


Figura 58. Altura significativa de ola media anual (en metros) para el período 1971-2005. Fuente: Global Atlas of Ocean Waves.

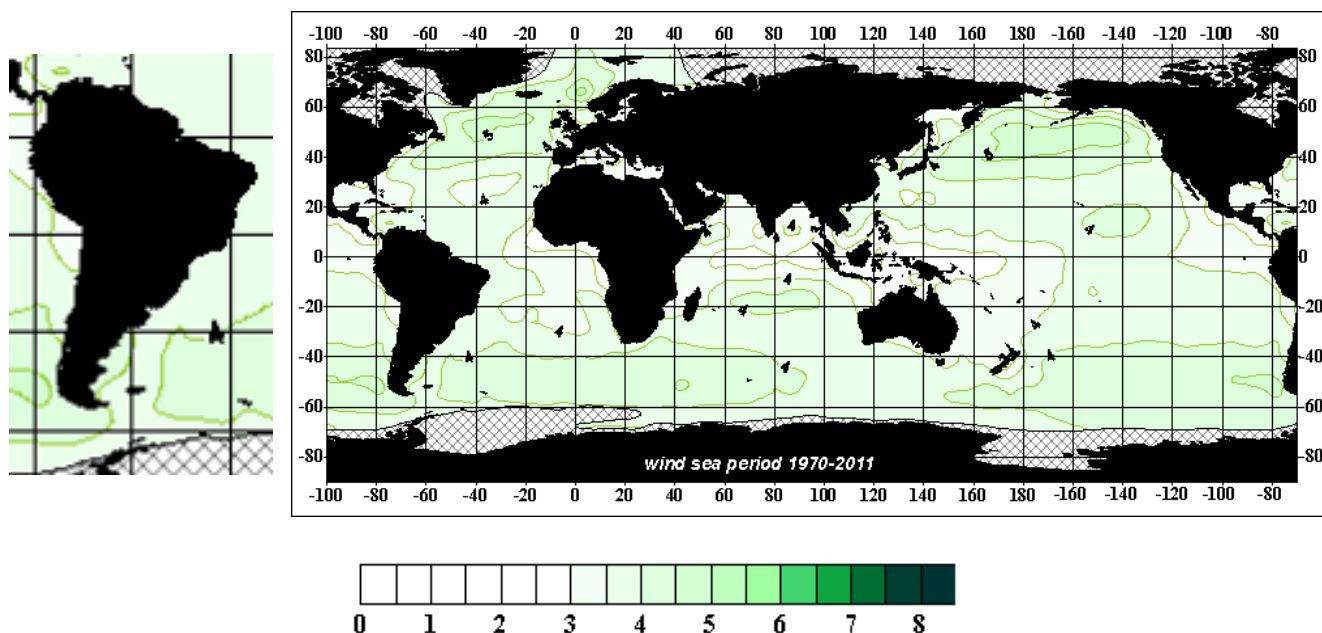


Figura 59. Período de ola medio anual (en segundos) para el período 1971-2005. Fuente: Global Atlas of Ocean Waves.

Se presenta a continuación el análisis de series de datos de vientos y olas del proyecto IOWAGA (Integrated Ocean Waves for Geophysical and other Applications), desarrollado por el instituto de investigación IFREMER (Francia). El modelo numérico aplicado en la obtención de la base de datos corresponde al WAVE-WATCH III, el cual es un modelo de oleaje de tercera generación desarrollado por la NOAA/NCEP (National Oceanic and Atmospheric Administration/ National Centers for Environmental Predictions). El mismo fue implementado en su modalidad de grilla GLOBAL, con vientos provenientes de la base de ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts).

Los datos se encuentran organizados por mes y con un intervalo de tiempo de 3 horas. El tamaño de celda de la grilla de datos varía según la zona, desde la grilla de costa atlántica francesa con una resolución de $1/30^\circ$ hasta la grilla GLOBAL con una resolución de $0,5^\circ$.

La información suministrada por esta base de datos contempla no solo la descripción del espectro total de energía correspondiente a cada instante del registro, sino que además entrega información específica sobre la componente energética aportada por el oleaje generado por vientos locales (sea) y por las distintas componentes principales asociadas al oleaje oceánico propagado desde diferentes zonas de generación (swell).

Validaciones mensuales con mediciones de boyas han demostrado una confiabilidad excelente de este modelo.

En la Figura 60 se muestra un mapa de las áreas operativas CAN_100 – CAN_108 y CAN_114 y de dos nodos IFREMER ubicados uno en cada una de ellas.

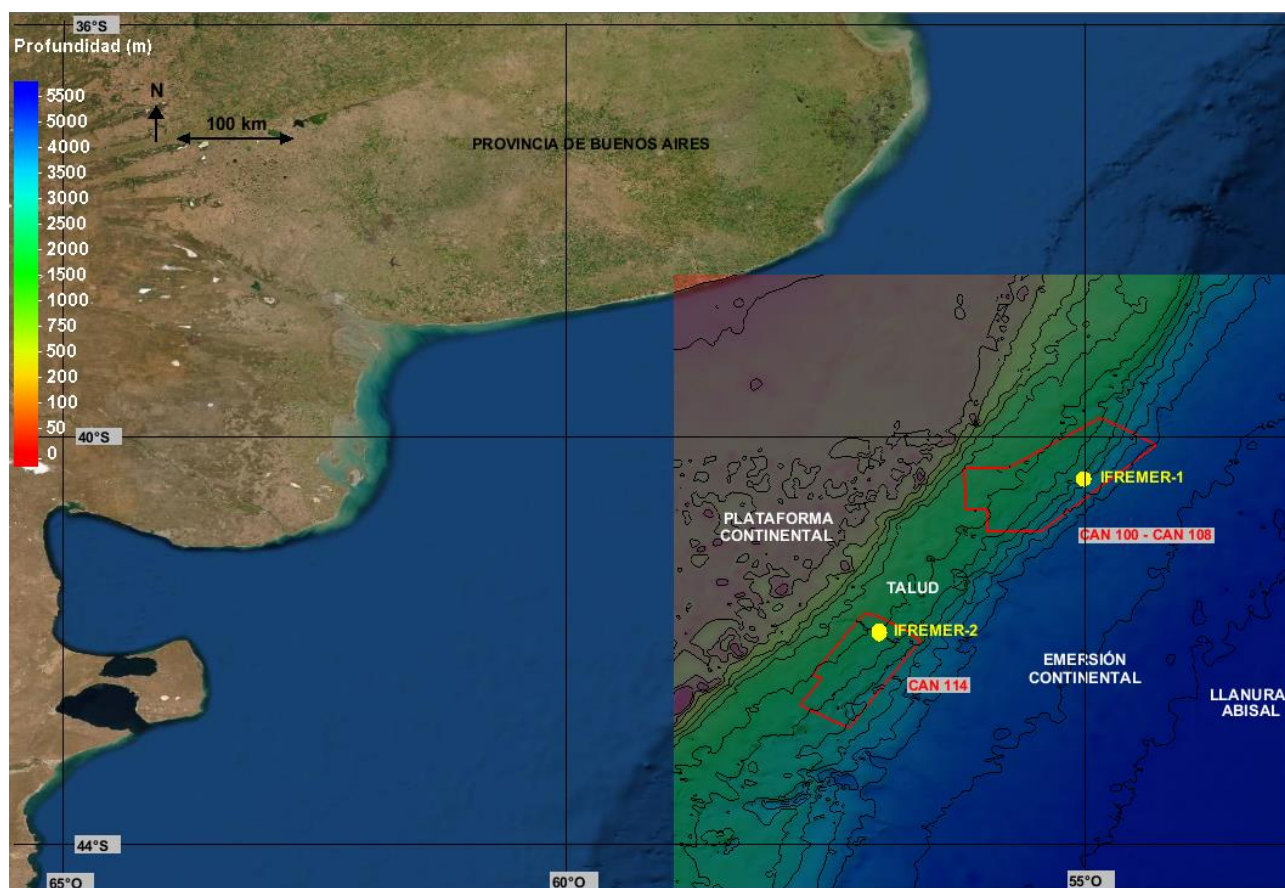


Figura 60. Ubicación de los nodos de la base de datos IFREMER analizados, sobre la batimetría de la zona de estudio. Fuente de la batimetría: base global de datos GEBCO “The General Bathymetric Chart of the Oceans”: https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

De estos nodos, IFREMER-1 (área CAN_100 – CAN_108) e IFREMER-2 (área CAN_114), se extrajeron datos de intensidad y dirección del viento, así como de altura significativa (hs), periodo pico (tp) y dirección pico (dp) del oleaje, para los últimos 10 años completos (período 2009 a 2018).

Las distribuciones direccionales para la hs y tp del oleaje de los nodos IFREMER-1 e IFREMER-2 se presentan en la Figura 61 y Figura 62 respectivamente.

En ambos nodos se observa que las olas tienen principalmente direcciones N-NNE y SO-OSO, siendo las primeras las de períodos más largos, superando los 14 s. Este oleaje que se dirige hacia el N-NNE se trata de Swell marino, que son olas de período regular, en general mayores a los 10 segundos, que se propagan en océano abierto varios kilómetros lejos de su zona de generación casi sin pérdida de energía.

Las olas de períodos más cortos (menores a los 8 segundos) corresponden a Sea u ola de viento. Este oleaje, de períodos menos regulares que el Swell, es generado localmente debido a los vientos de la zona.

Con respecto a las alturas, en los dos nodos analizados se observan olas que superan los 4 m de altura, cuyo mayor porcentaje de ocurrencia corresponde a las que se dirigen hacia el N-NNE.

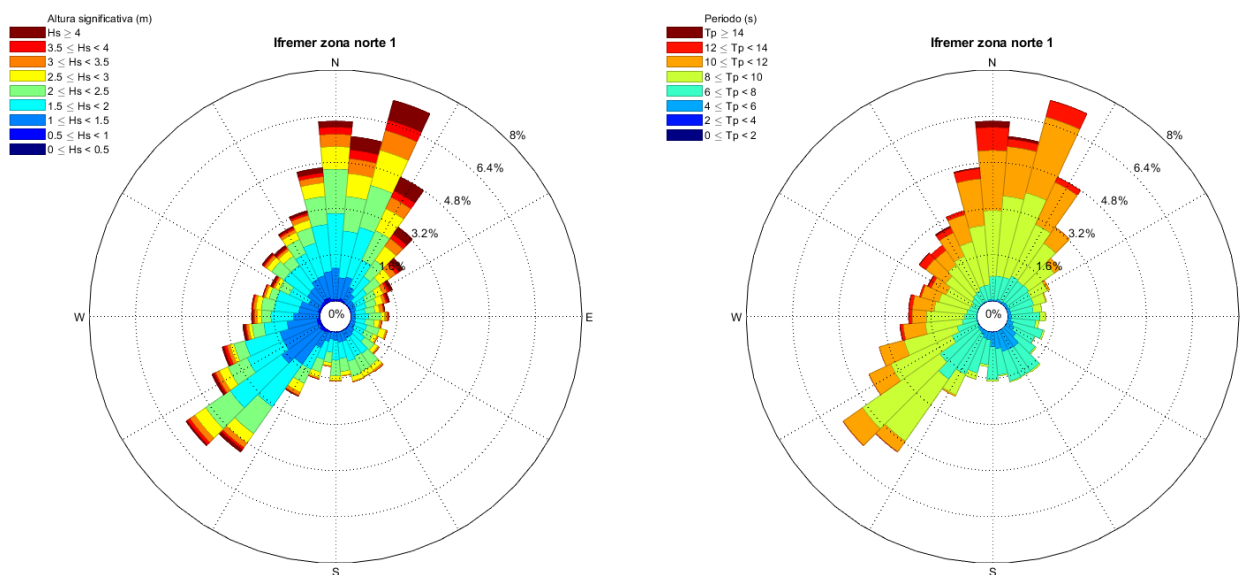


Figura 61. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1. Hs izquierda, Tp derecha, período 2009 a 2018.

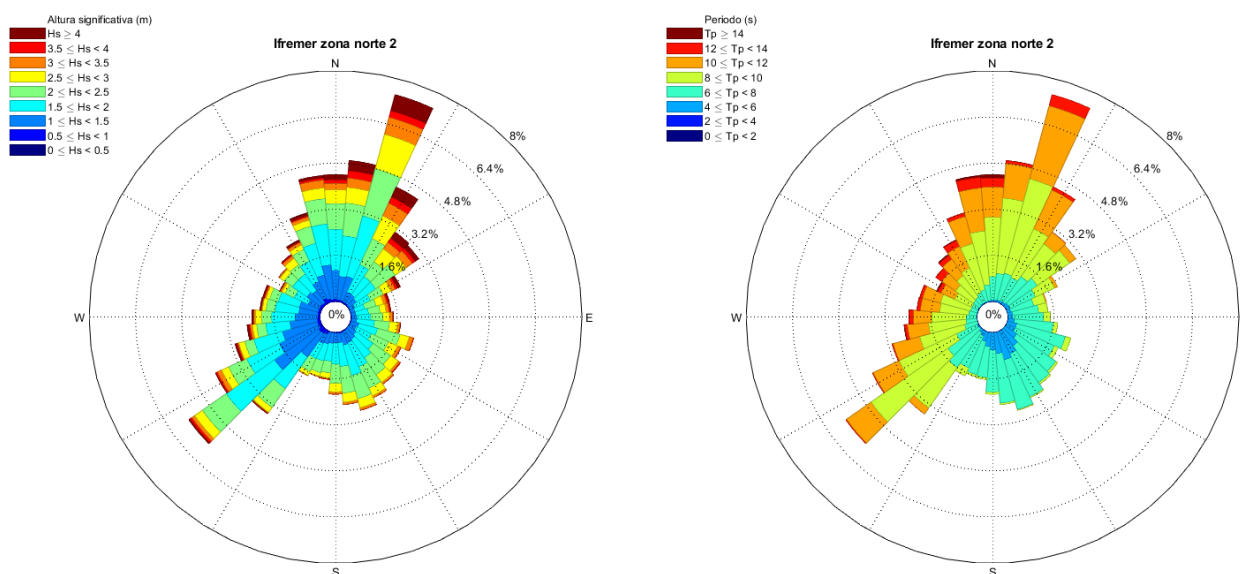


Figura 62. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2. Hs izquierda, Tp derecha, período 2009 a 2018.

El análisis estacional de las series temporales del oleaje se presenta a continuación.

Para el nodo IFREMER-1 se observan las distribuciones direccionales estacionales para hs en la Figura 63 y para tp en la Figura 64. Para el nodo IFREMER-2, dichas distribuciones se presentan, respectivamente, en la Figura 65 y la Figura 66.

Las olas más altas se registran preponderantemente durante el otoño y el invierno, son aquellas que se dirigen hacia el N-NE. Cabe destacar que la campaña se desarrollará en el período octubre – marzo, evitándose así las peores condiciones del oleaje.

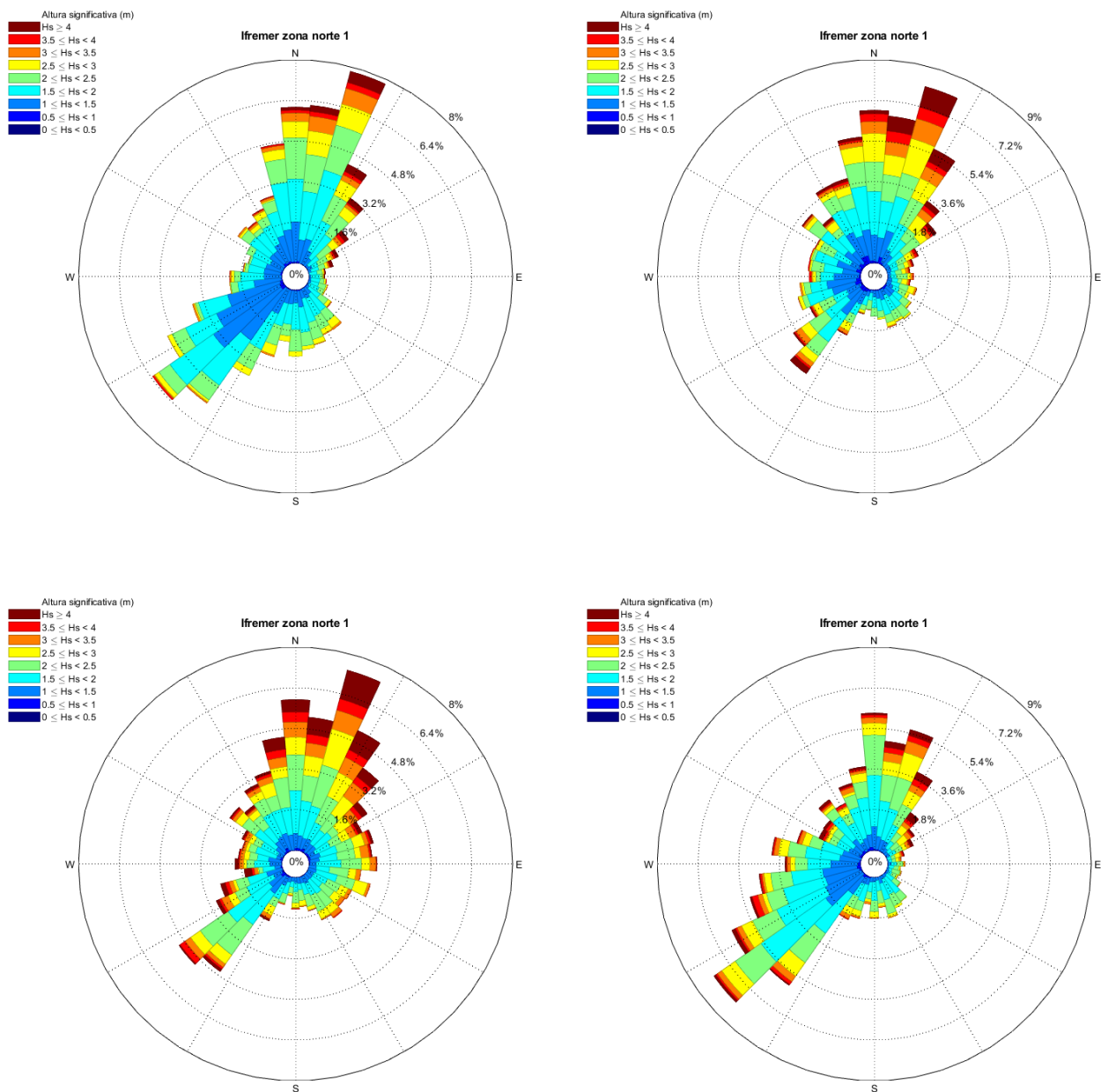


Figura 63. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER-1, Hs dividida por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

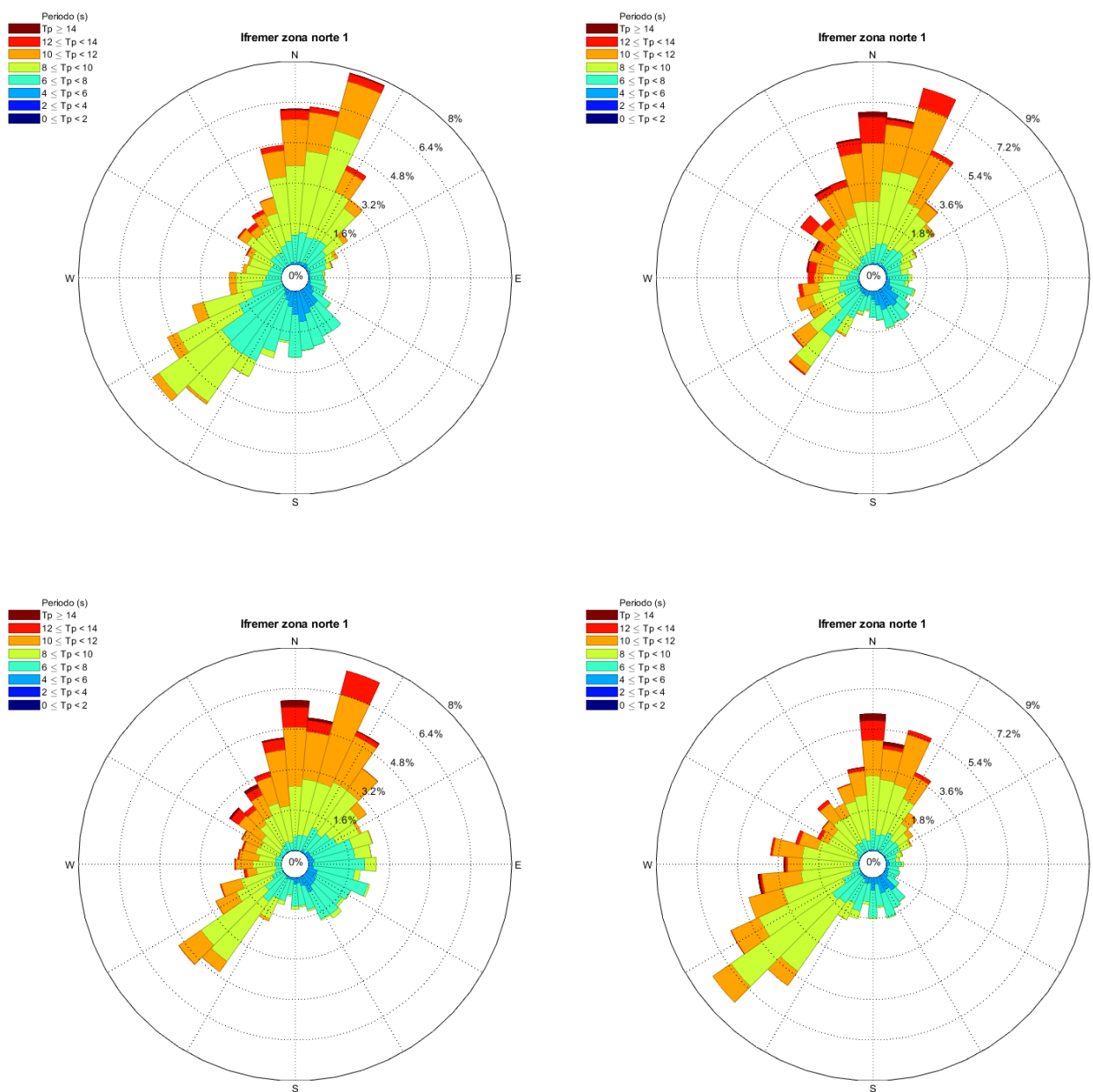


Figura 64. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER-1, T_p dividido por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

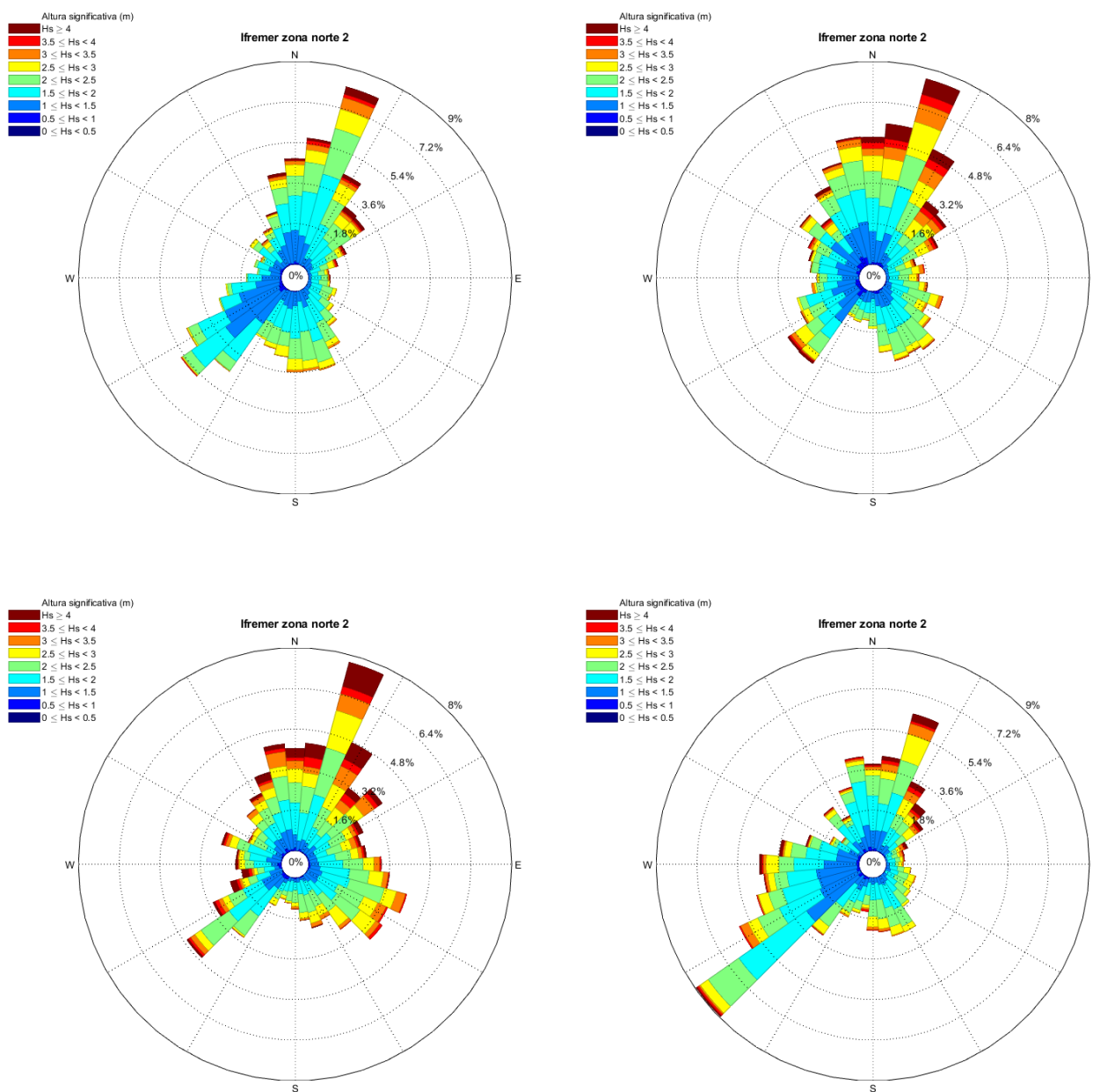


Figura 65. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER-2, Hs dividida por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

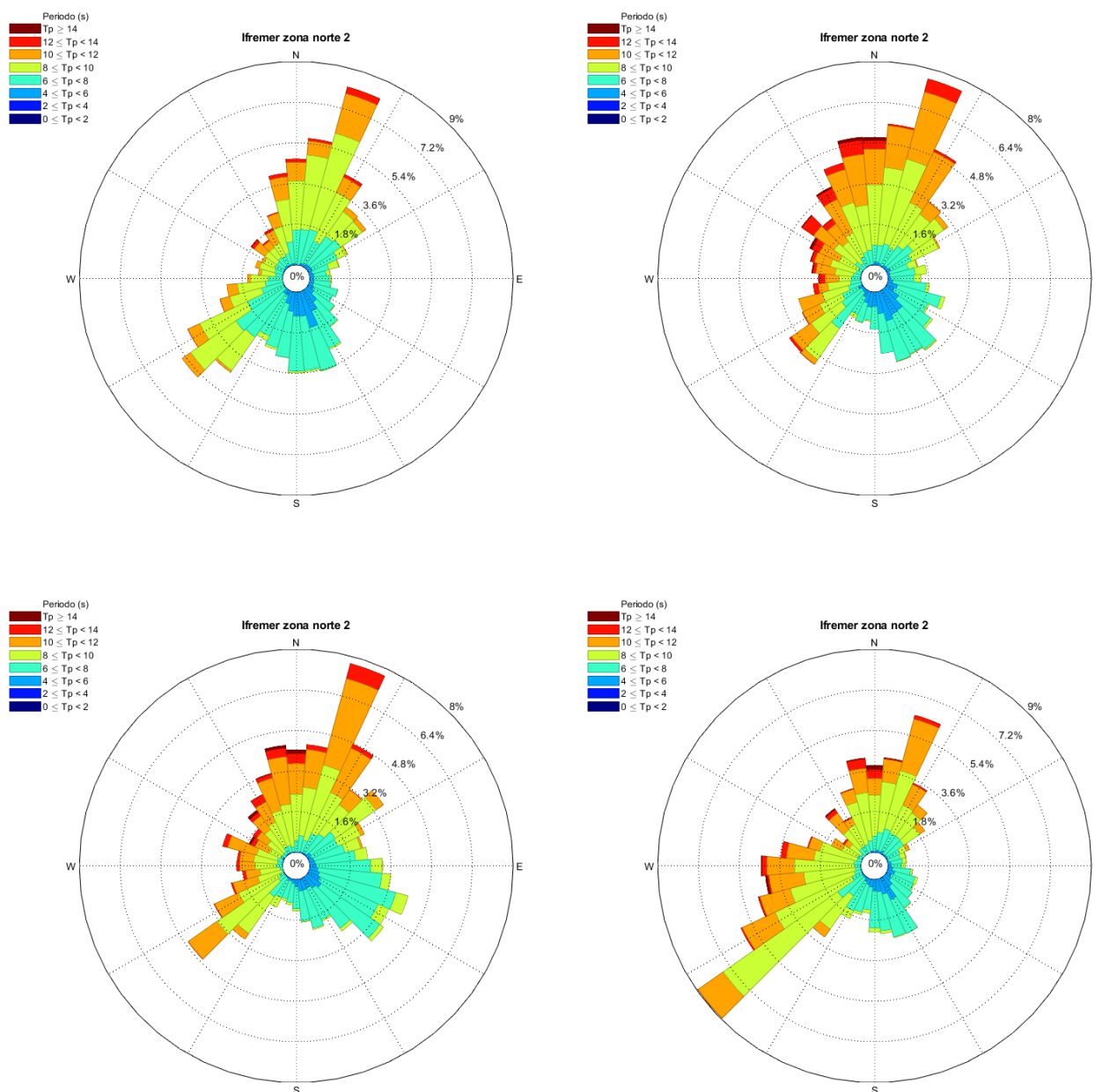


Figura 66. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER-2, Tp dividido por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

3.2.5 Parámetros físico-químicos del agua de mar

De la misma manera que con los campos de corrientes, se extrajeron los distintos parámetros físico-químicos característicos del agua de mar puestos a disposición por el Programa Espacial COPERNICUS, accediendo a ellos a través de la Plataforma “My Ocean”.

En las siguientes figuras se presentan los campos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, silicatos, fitoplancton y clorofila (a) en la superficie del mar para los meses de enero (verano), abril (otoño), julio (invierno) y octubre (primavera), a saber:

Figura 67, Figura 68, Figura 69 y Figura 70: temperatura en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 71, Figura 72, Figura 73 y Figura 74: salinidad en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 75, Figura 76, Figura 77 y Figura 78: oxígeno disuelto en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 79, Figura 80, Figura 81 y Figura 82: nitratos en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 83, Figura 84, Figura 85 y Figura 86: fosfatos en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 87, Figura 88, Figura 89 y Figura 90: silicatos en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 91, Figura 92, Figura 93 y Figura 94: fitoplancton en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Figura 95, Figura 96, Figura 97 y Figura 98: clorofila (a) en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

En las mencionadas figuras, los polígonos corresponden a las áreas de operación y de influencia directa del área CAN_100 – CAN_108 (color blanco) y del área CAN_114 (color fucsia).

Los campos de temperatura y de salinidad dan cuenta de la presencia de la corriente fría de Malvinas, de la corriente cálida y más salina de Brasil y del extraordinario proceso que constituye la confluencia de las mismas.

La zona objeto de este estudio está caracterizada por regiones de alta productividad que pueden ser análogas a “oasis”. Los frentes marinos pueden considerarse como tales, dado que ocupan una superficie pequeña de gran importancia en la regulación del transporte de sales, calor, nutrientes, interacciones mar-atmósfera y varios procesos ecosistémicos. Los procesos biológicos que allí ocurren determinan propiedades ecológicas particulares, necesarias para un aumento de la producción primaria en dichas regiones (Schejter et al. s/f).

En la confluencia coexisten y se mezclan aguas subtropicales y subantárticas que determinan importantes gradientes físico-químicos y favorecen la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes consecuencias biológicas para todo el ecosistema. Asimismo, el flujo de retorno de la corriente de Malvinas, que se dirige al sudeste, genera la surgencia de aguas profundas que enriquecen el contenido de los nutrientes de las aguas superficiales.

Por otro lado, la región del frente de talud situado en el borde de la plataforma continental, y que se extiende por más de 1.500 km, es una de las de mayor productividad del mundo.

A lo largo de este frente se encuentran altas concentraciones de nutrientes, transportados por las aguas subantárticas de la corriente de Malvinas. La producción primaria, determinada por la clorofila y el fitoplancton, está asociada a la presencia de nutrientes.

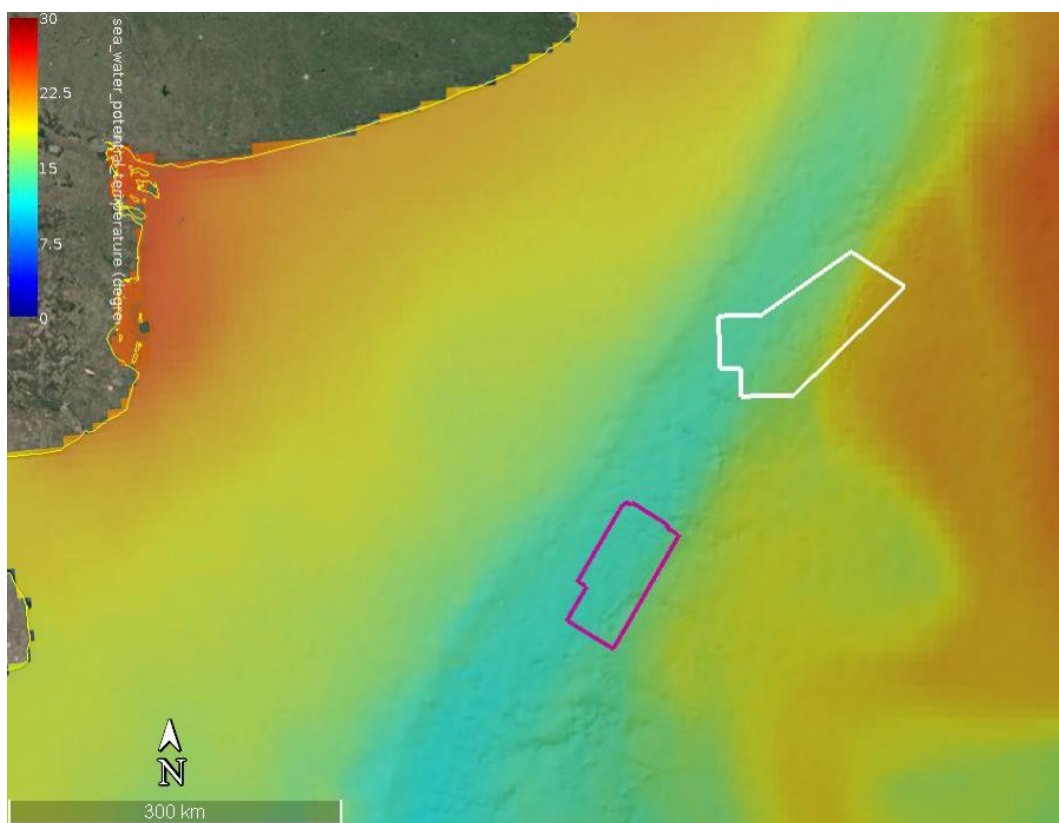


Figura 67. Temperatura potencial en superficie (°C) para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

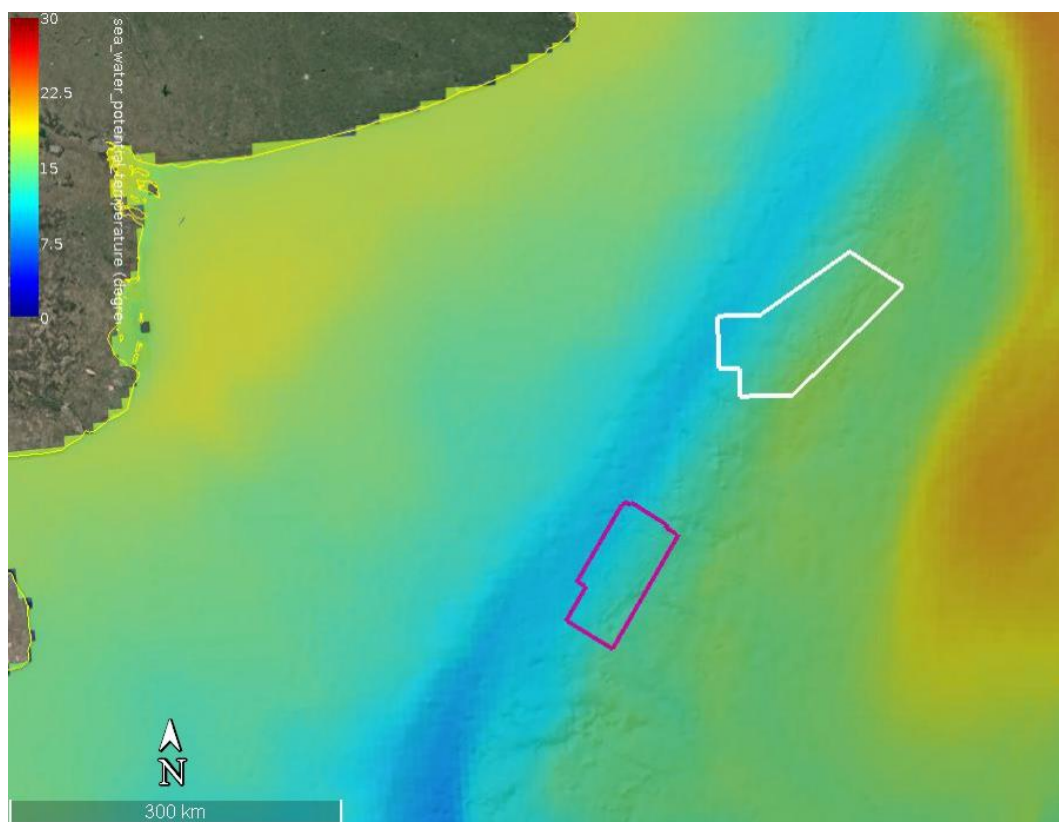


Figura 68. Temperatura potencial en superficie (°C) para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

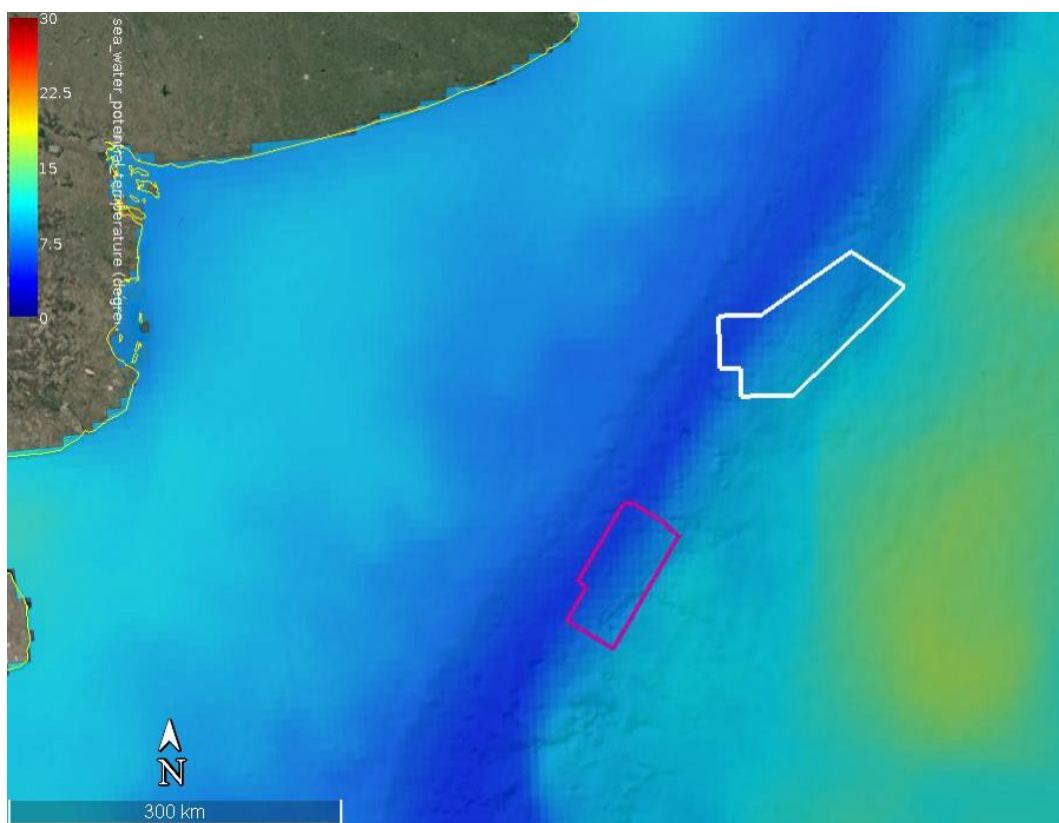


Figura 69. Temperatura potencial en superficie (°C) para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

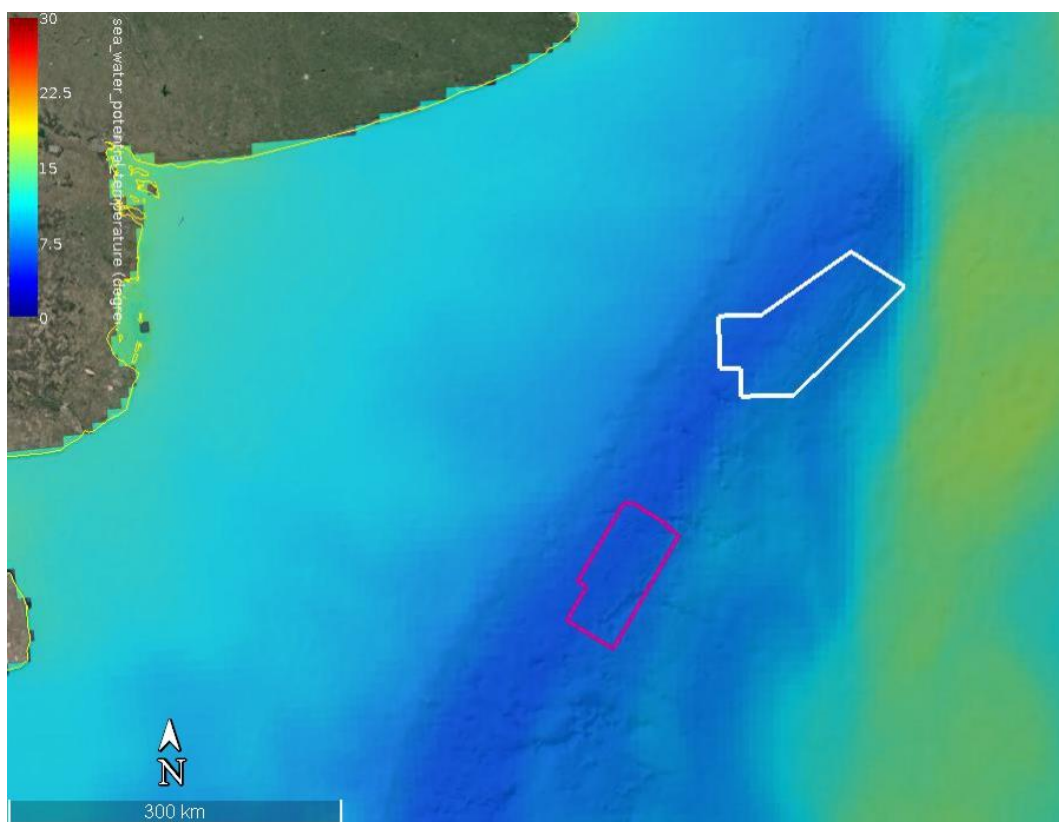


Figura 70. Temperatura potencial en superficie (°C) para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

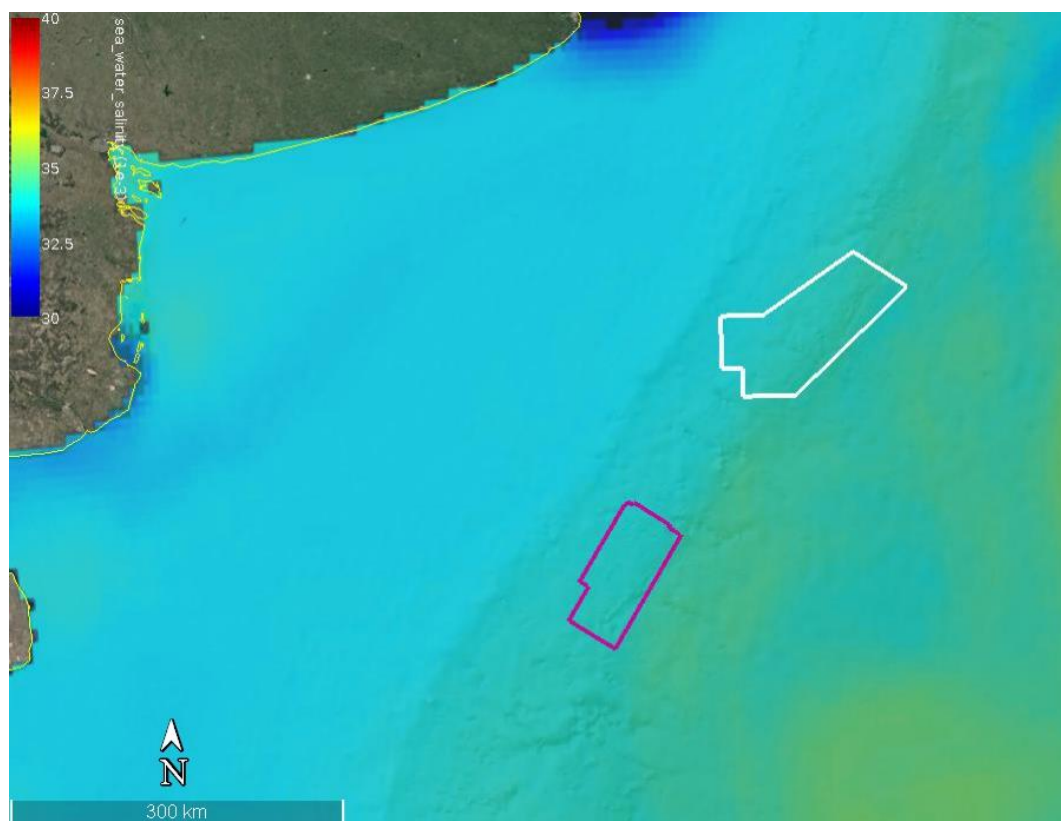


Figura 71. Salinidad (‰) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

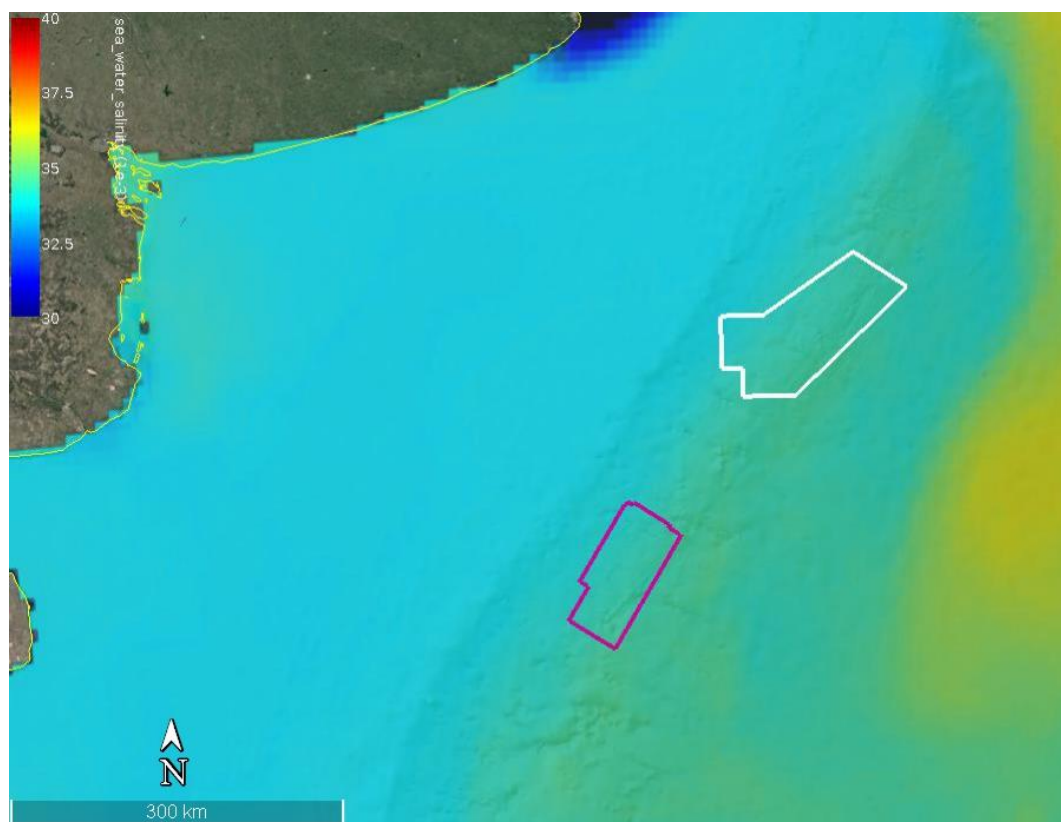


Figura 72. Salinidad (‰) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

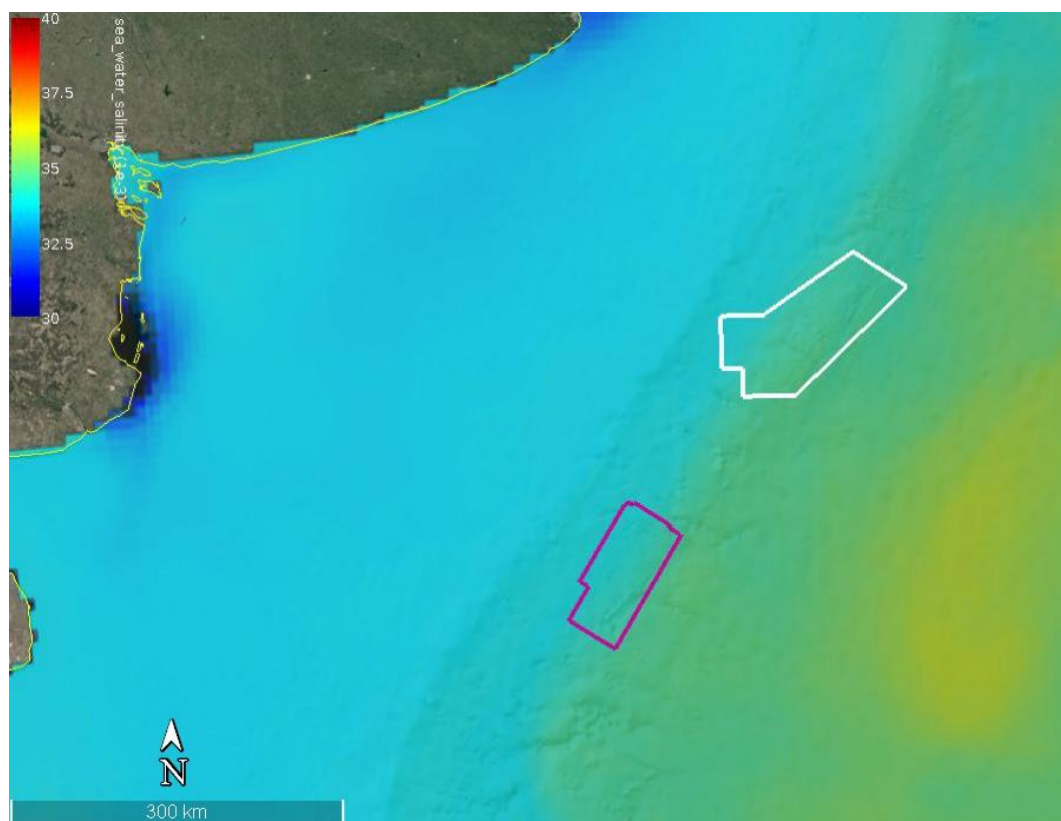


Figura 73. Salinidad (‰) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

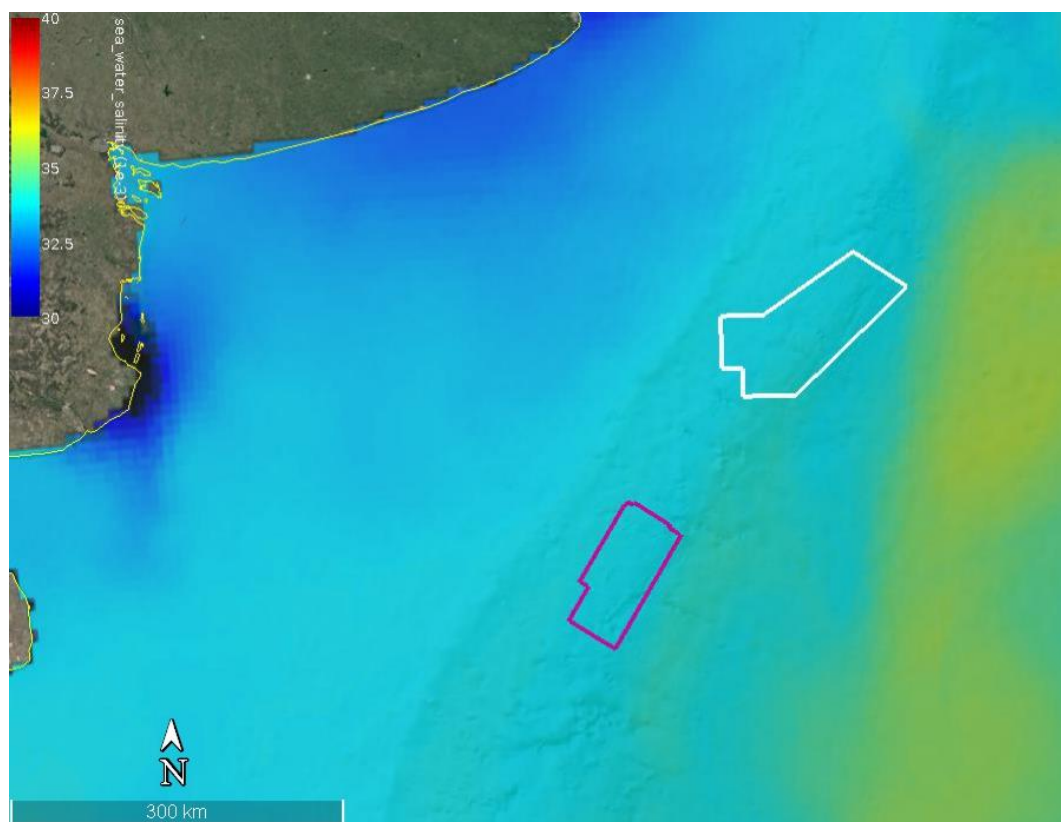


Figura 74. Salinidad (‰) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

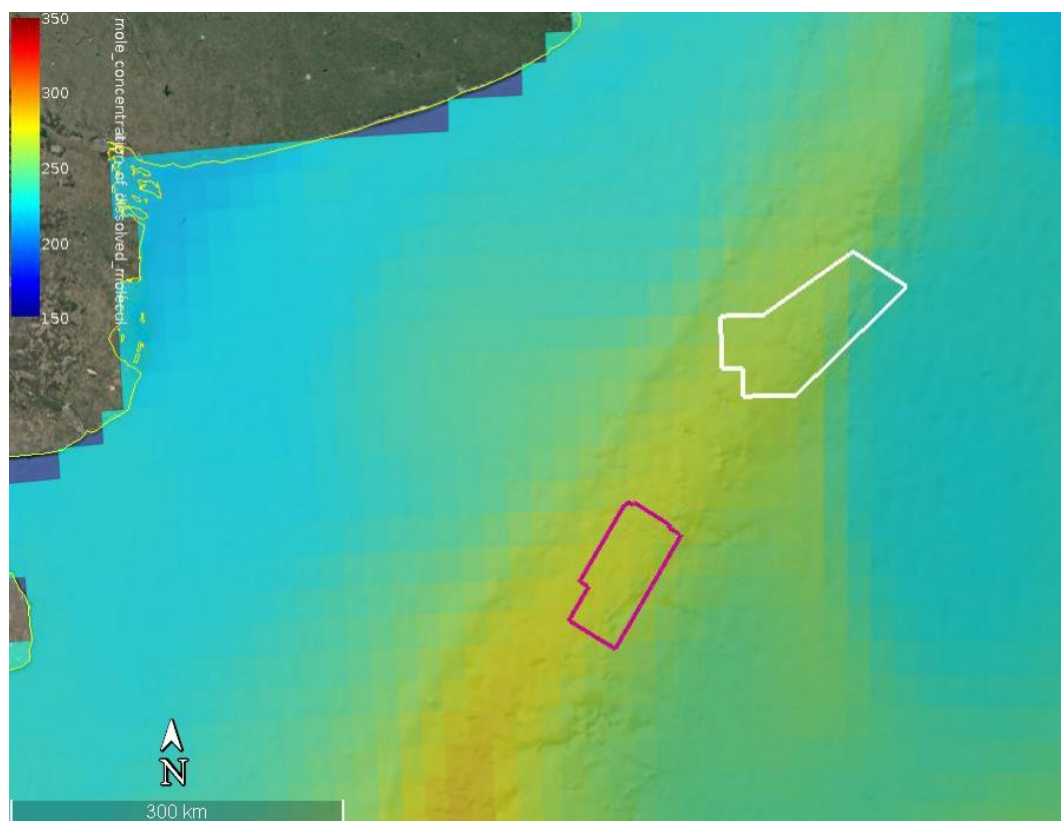


Figura 75. Oxígeno Disuelto (mmol/m³) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

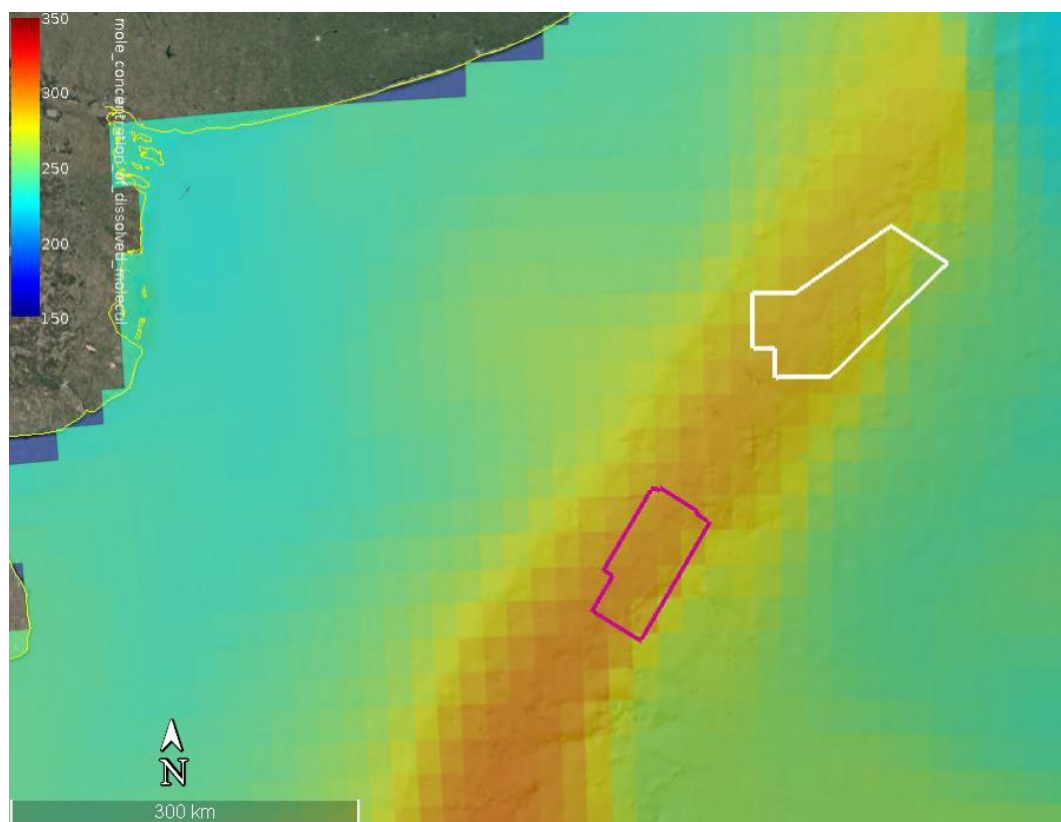


Figura 76. Oxígeno Disuelto (mmol/m³) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

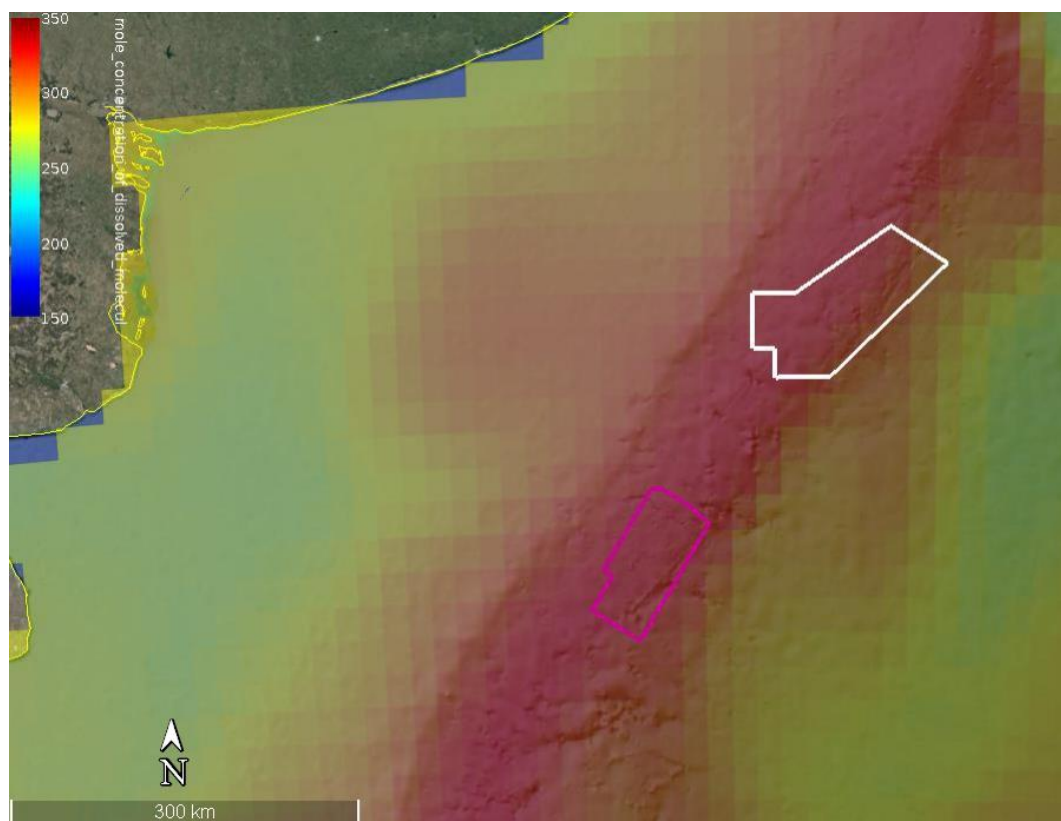


Figura 77. Oxígeno Disuelto (mmol/m³) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma "My Ocean".

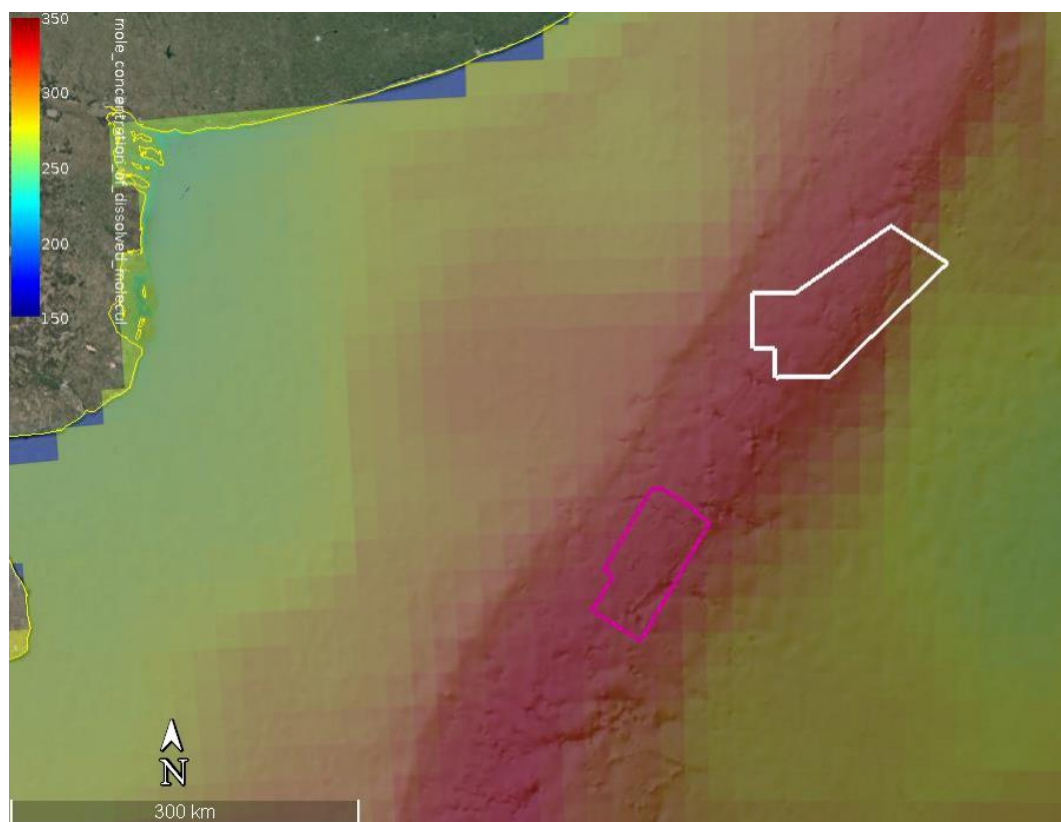


Figura 78. Oxígeno Disuelto (mmol/m³) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma "My Ocean".

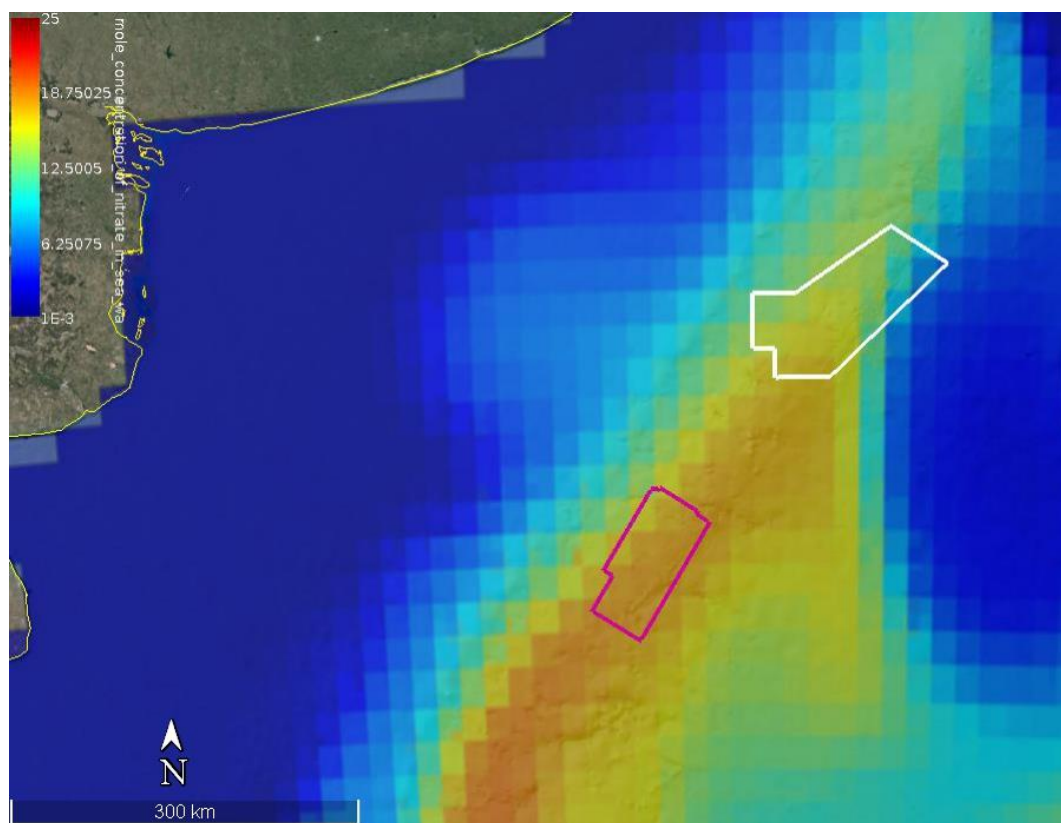


Figura 79. Nitrato (mmol/m³) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

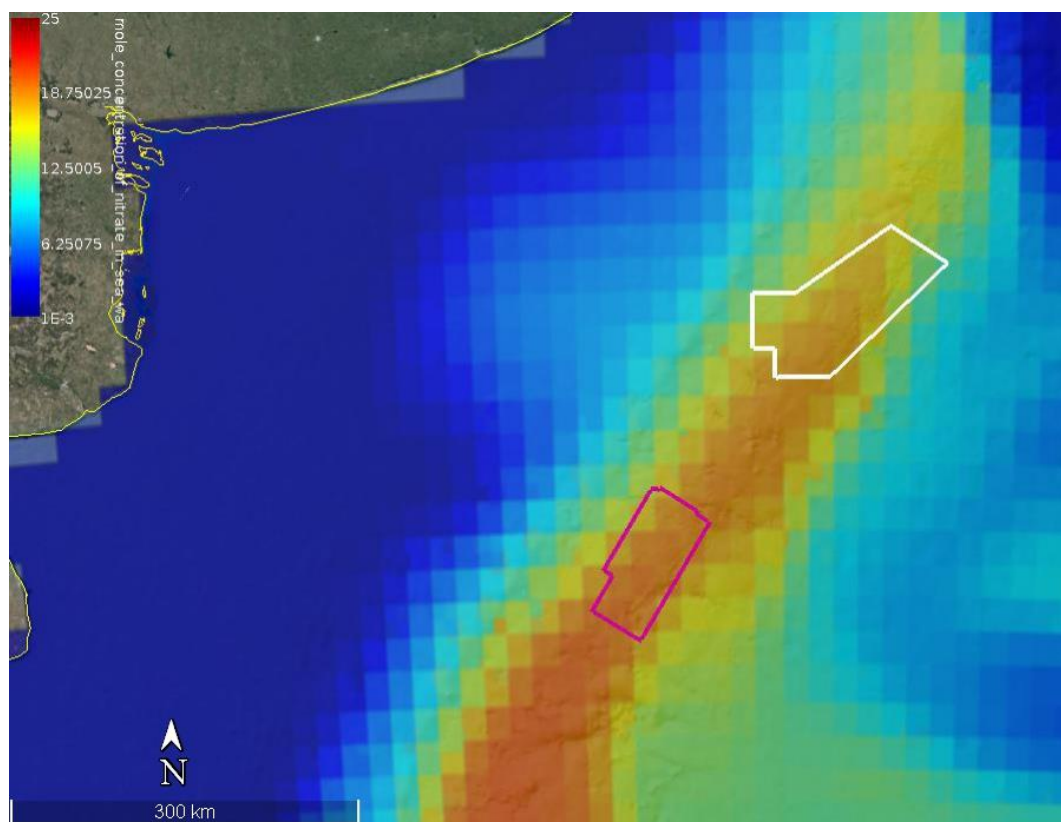


Figura 80. Nitrato (mmol/m³) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

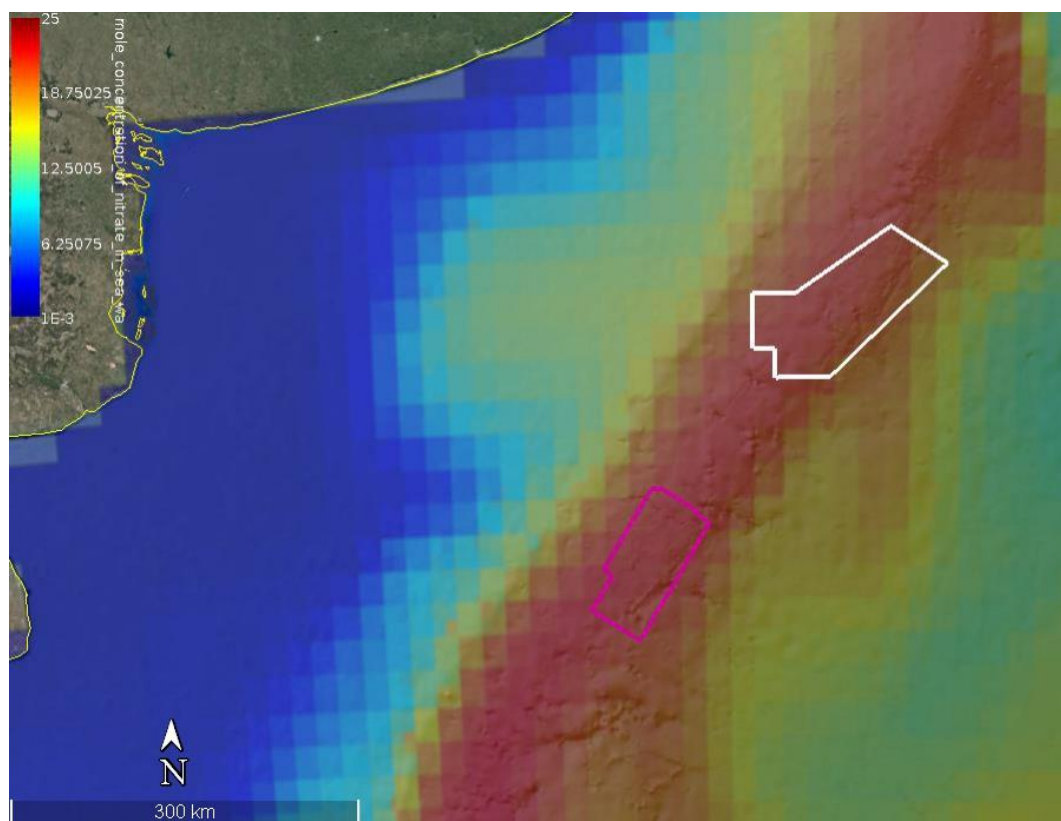


Figura 81. Nitrato (mmol/m3) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

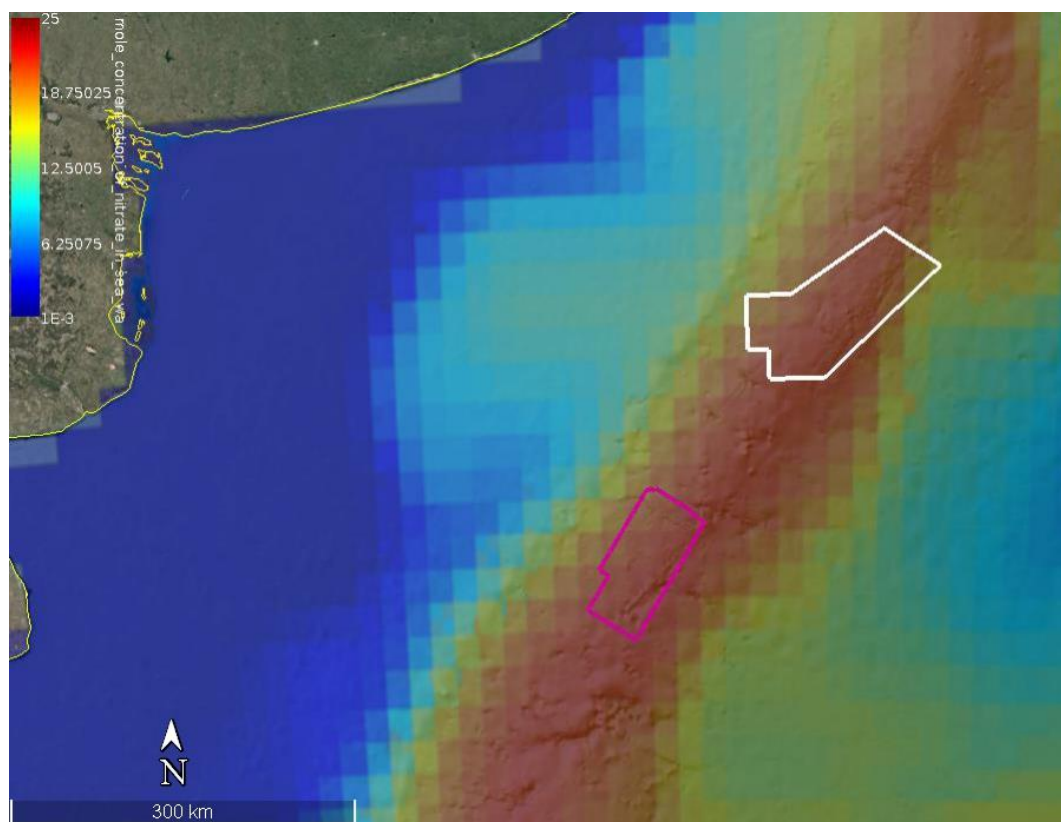


Figura 82. Nitrato (mmol/m3) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

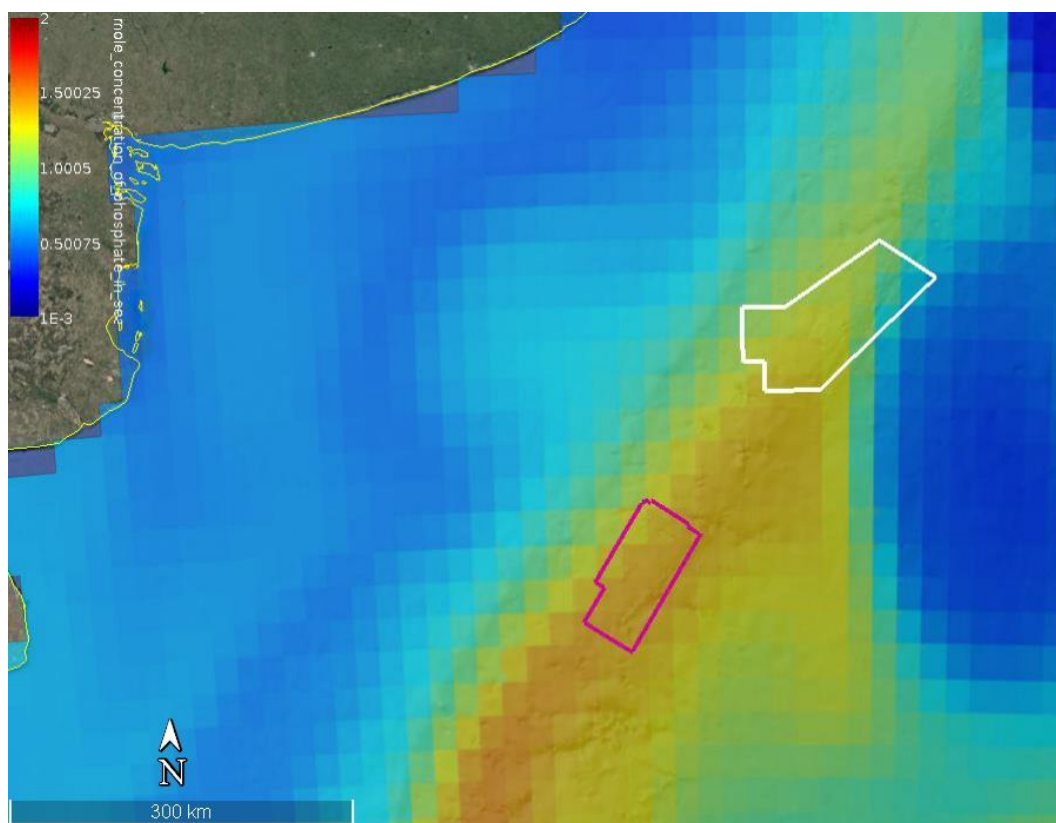


Figura 83. Fosfato (mmol/m3) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma "My Ocean".

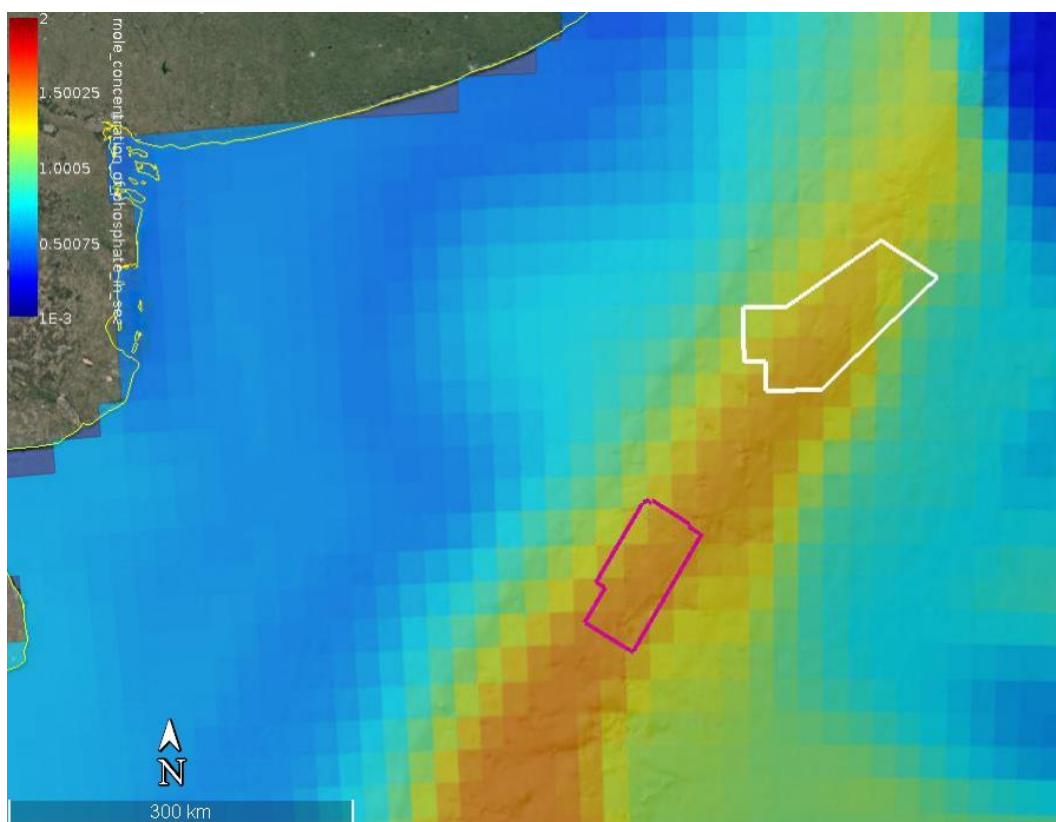


Figura 84. Fosfato (mmol/m3) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma "My Ocean".

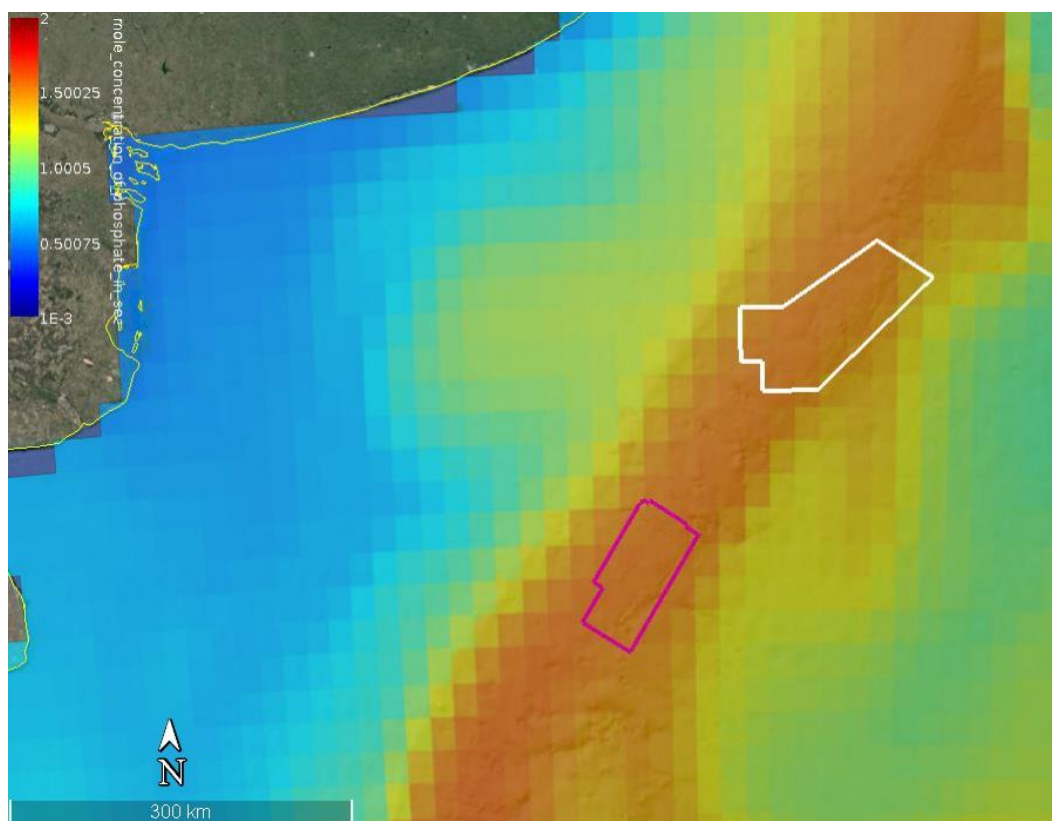


Figura 85. Fosfato (mmol/m3) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma "My Ocean".

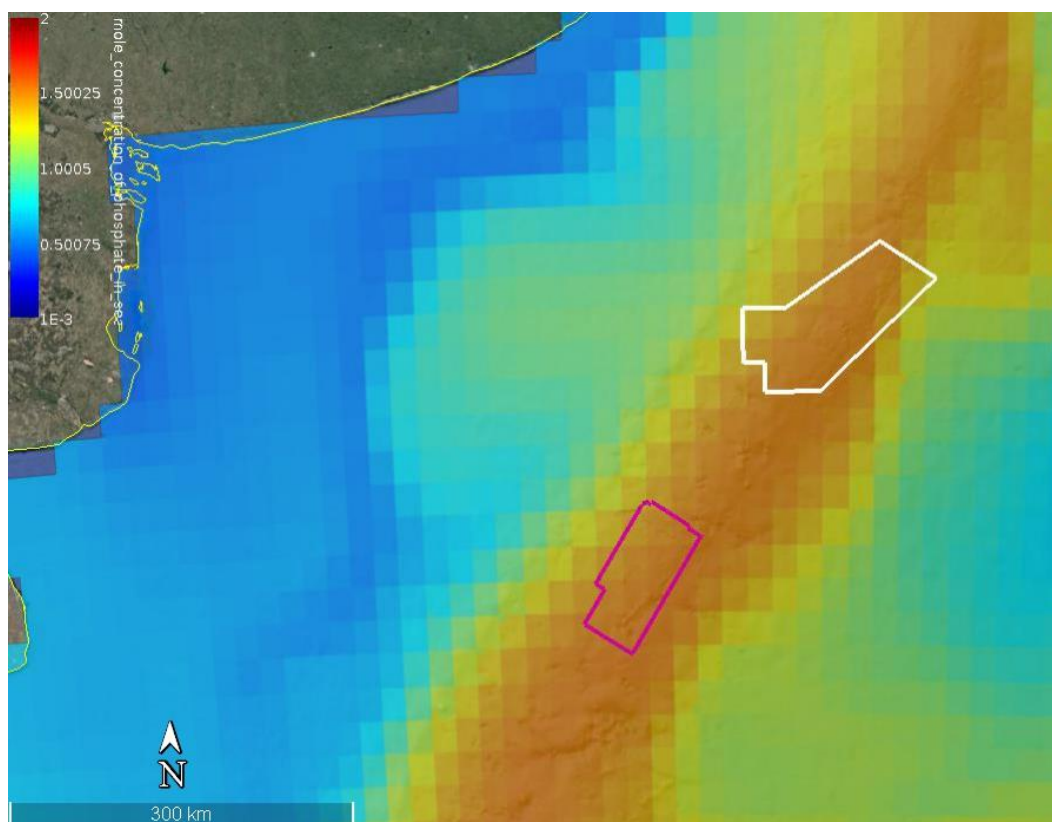


Figura 86. Fosfato (mmol/m3) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma "My Ocean".

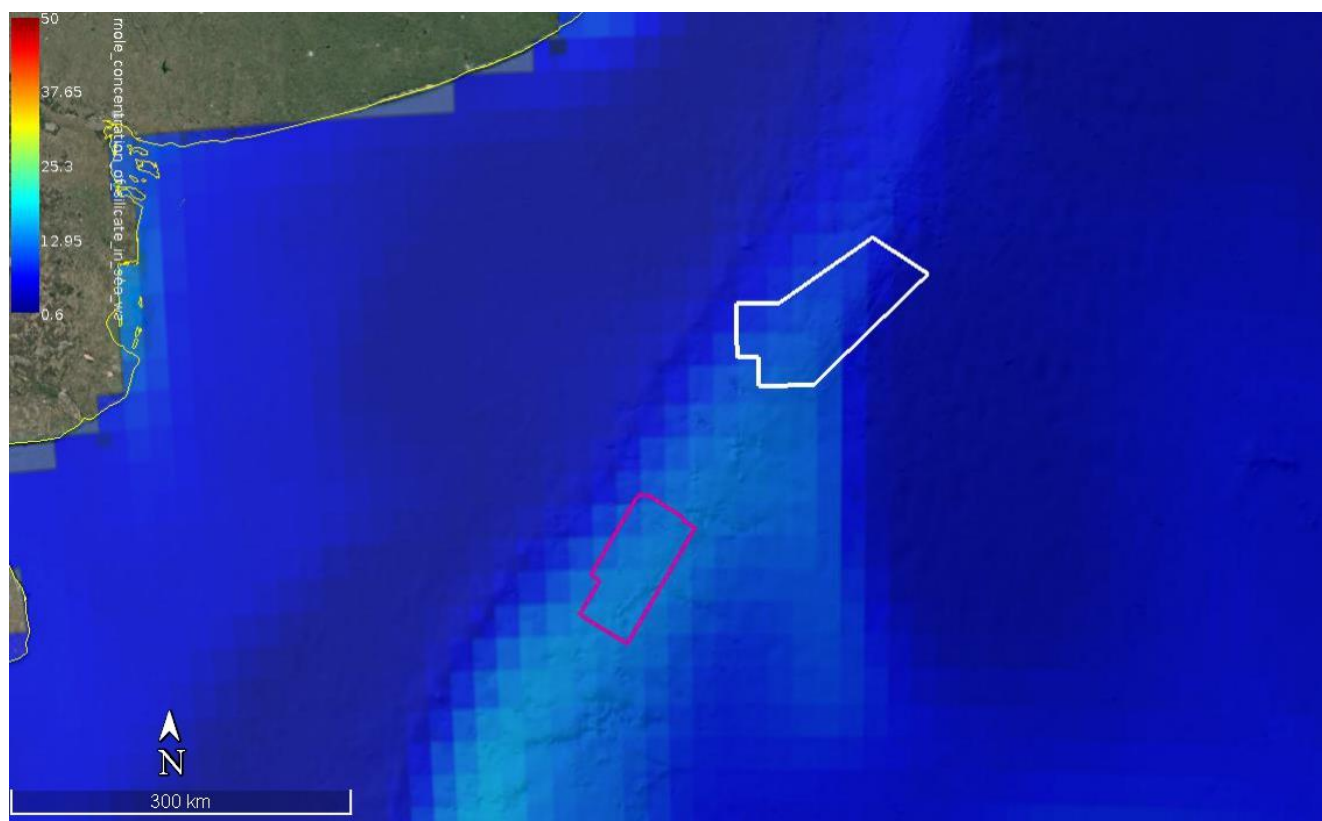


Figura 87. Silicato (mmol/m³) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

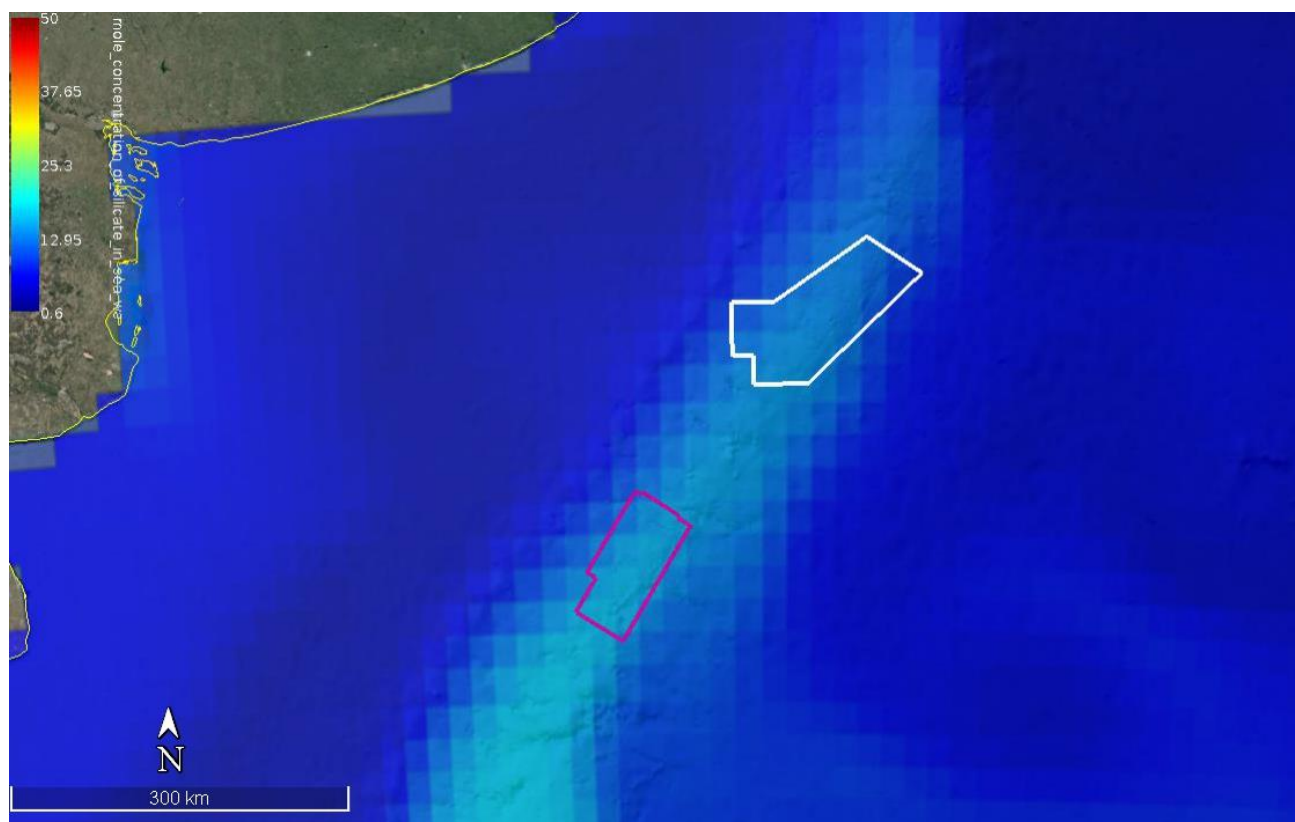


Figura 88. Silicato (mmol/m³) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

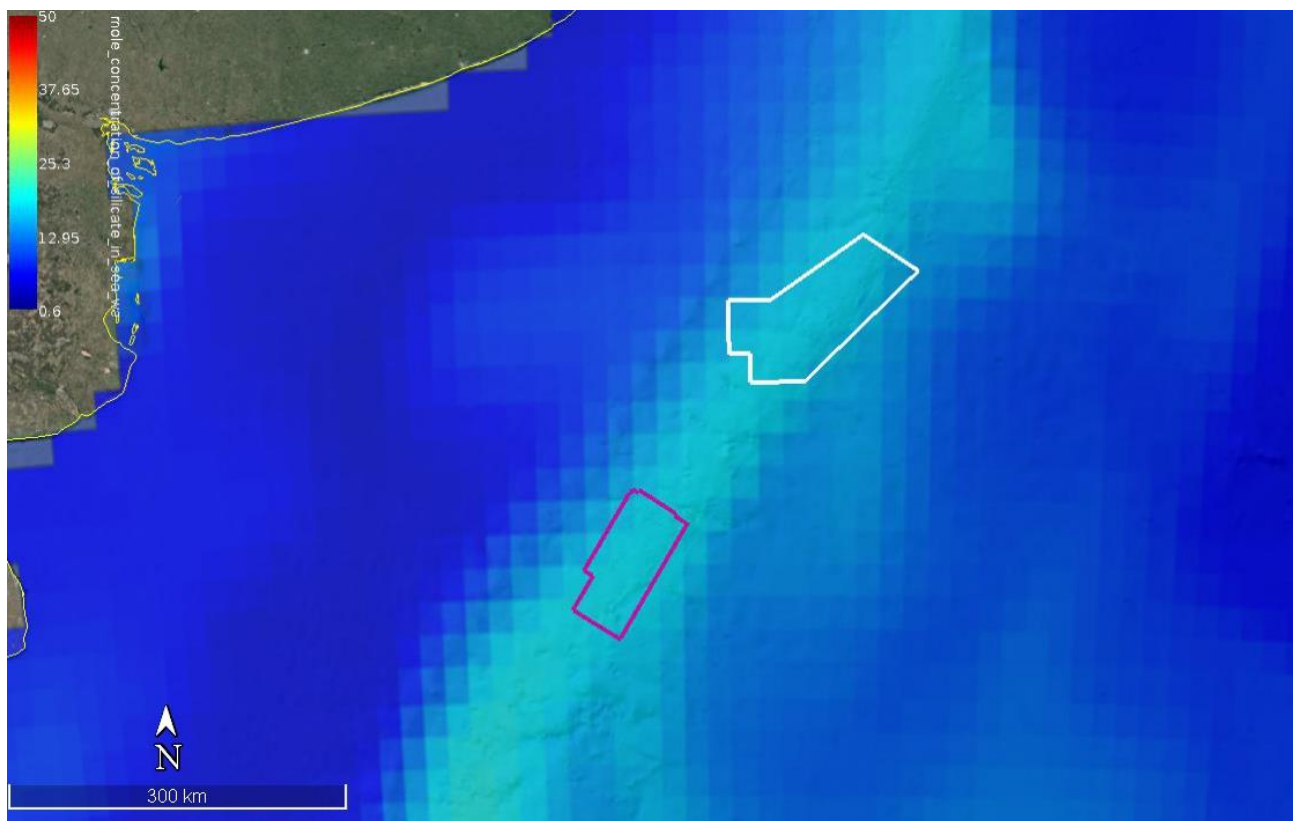


Figura 89. Silicato (mmol/m3) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

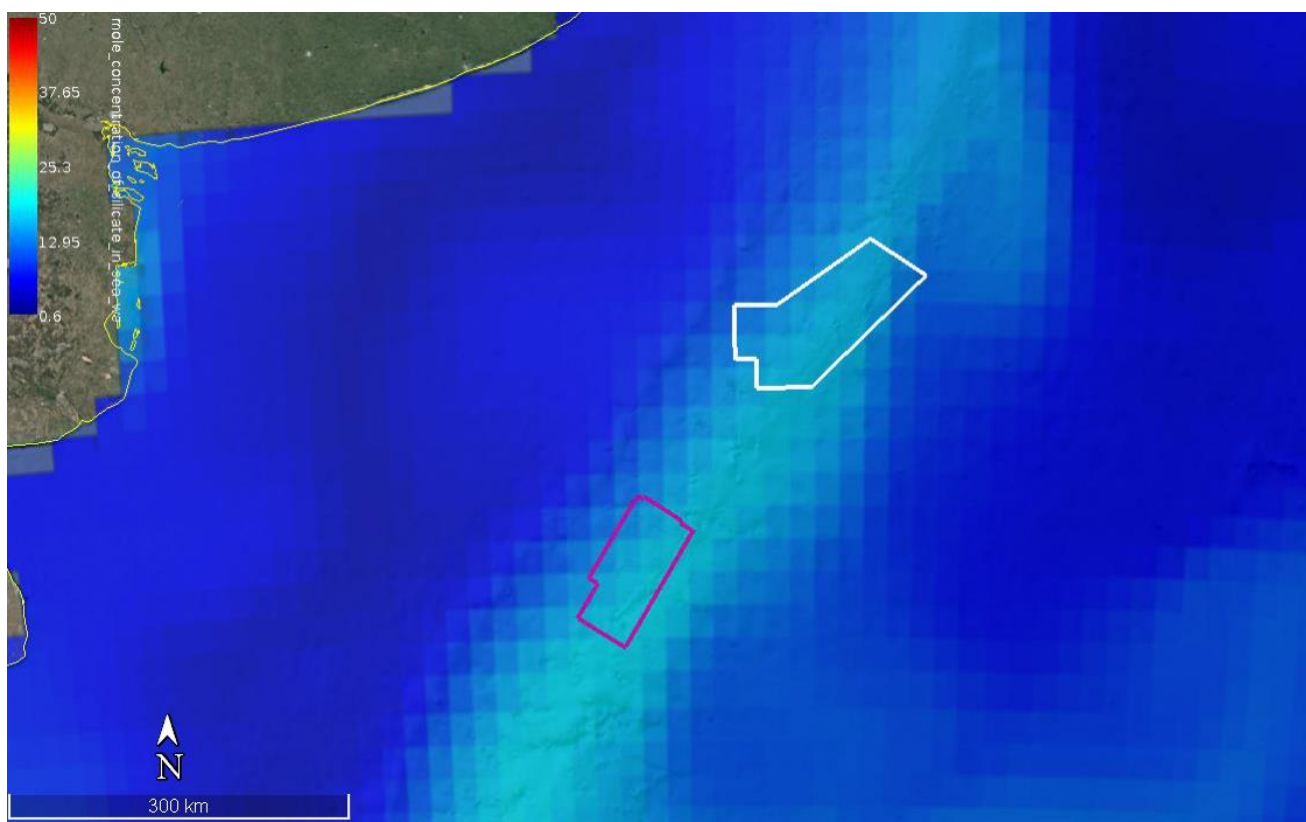


Figura 90. Silicato (mmol/m3) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

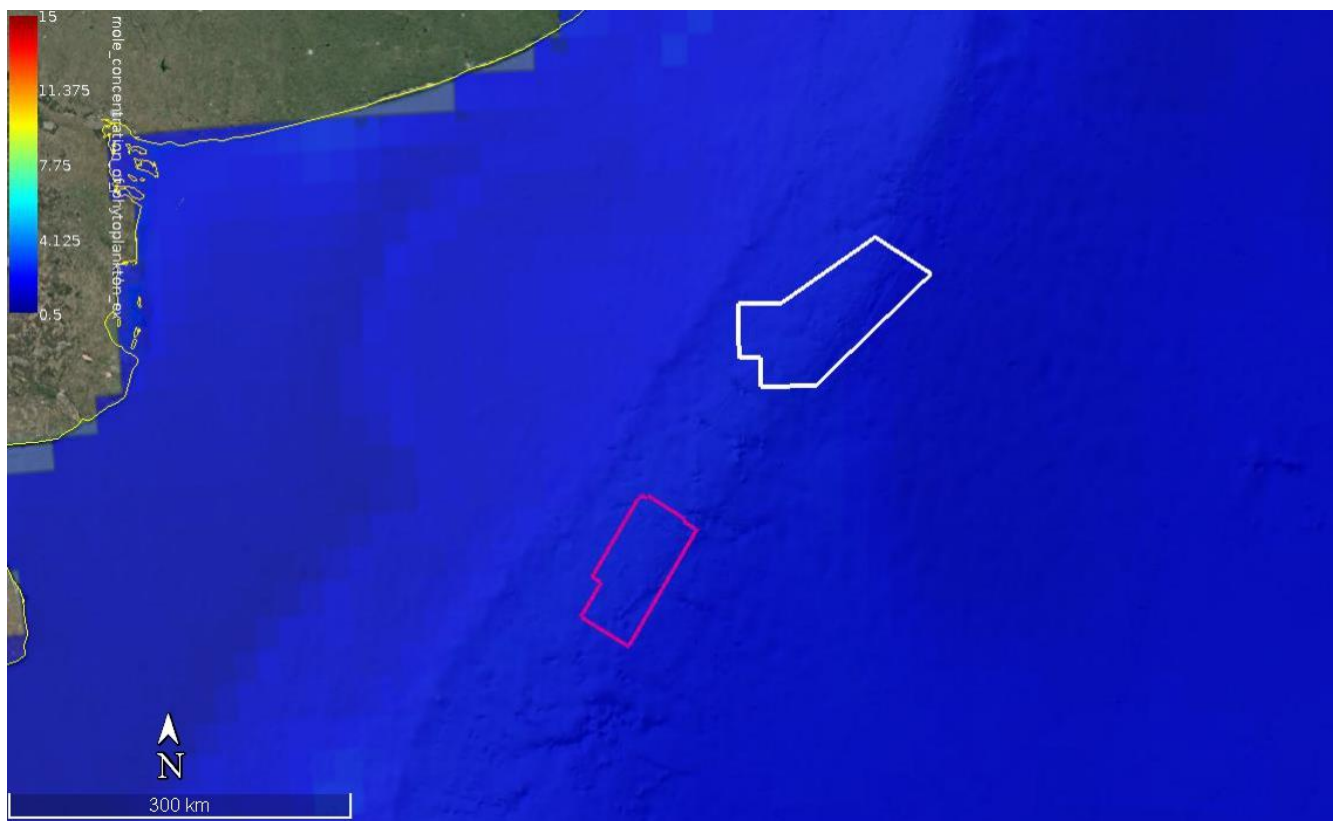


Figura 91. Fitoplancton (mmol/m3) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

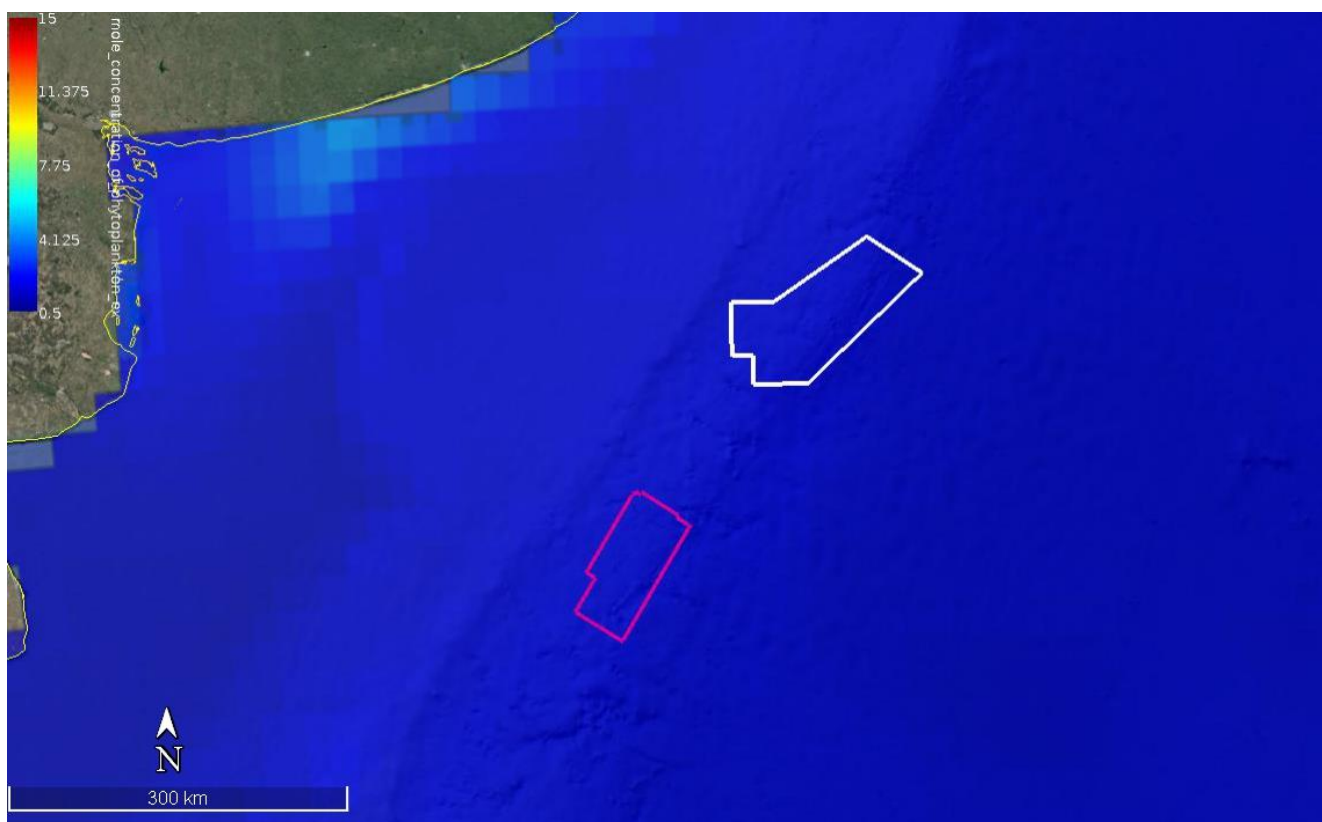


Figura 92. Fitoplancton (mmol/m3) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

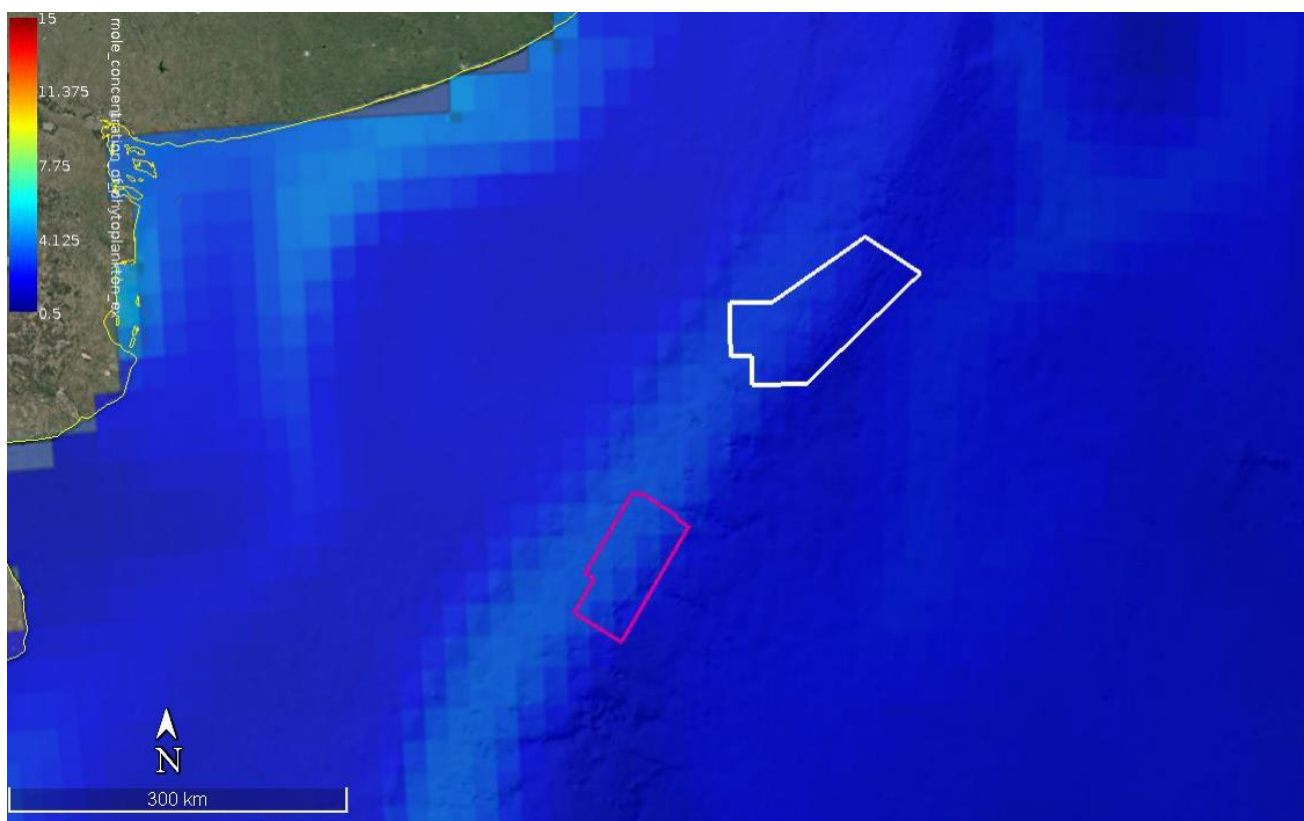


Figura 93. Fitoplancton (mmol/m3) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

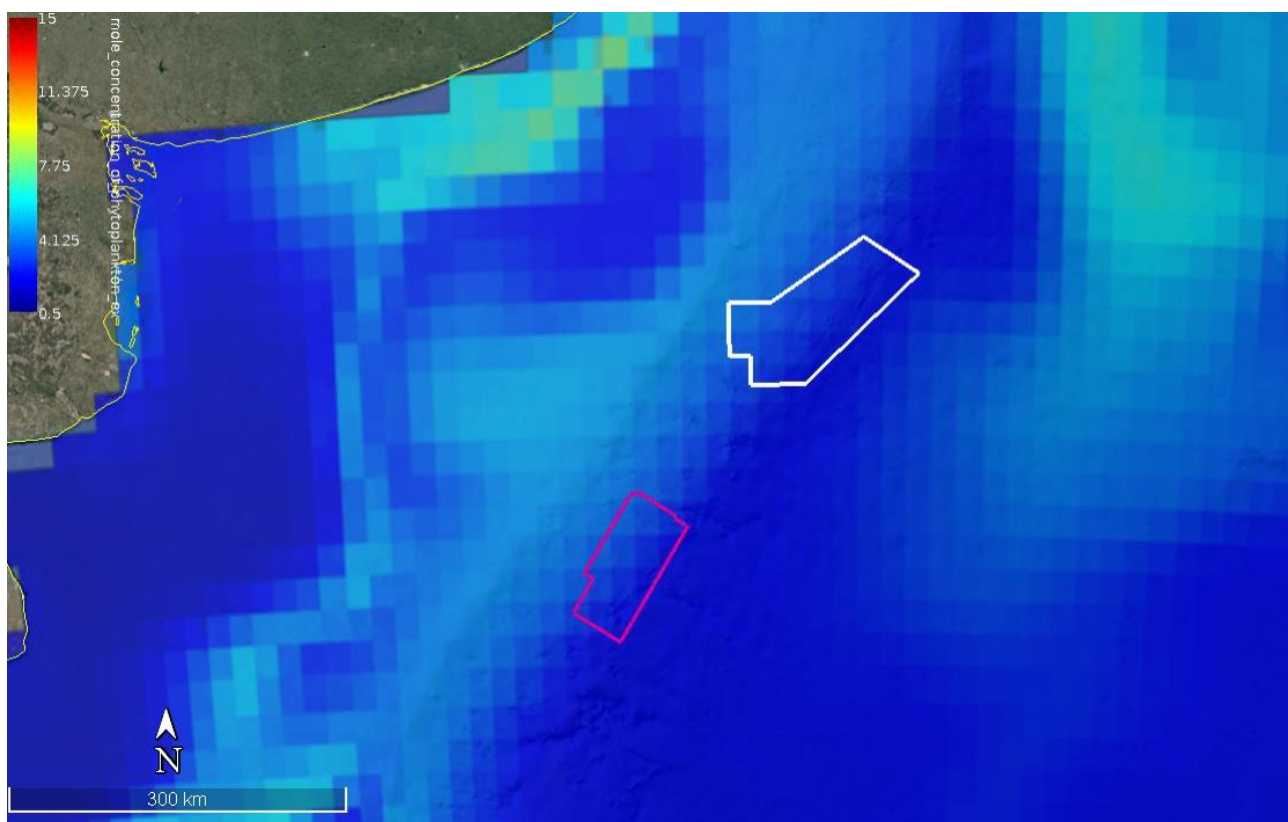


Figura 94. Fitoplancton (mmol/m3) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

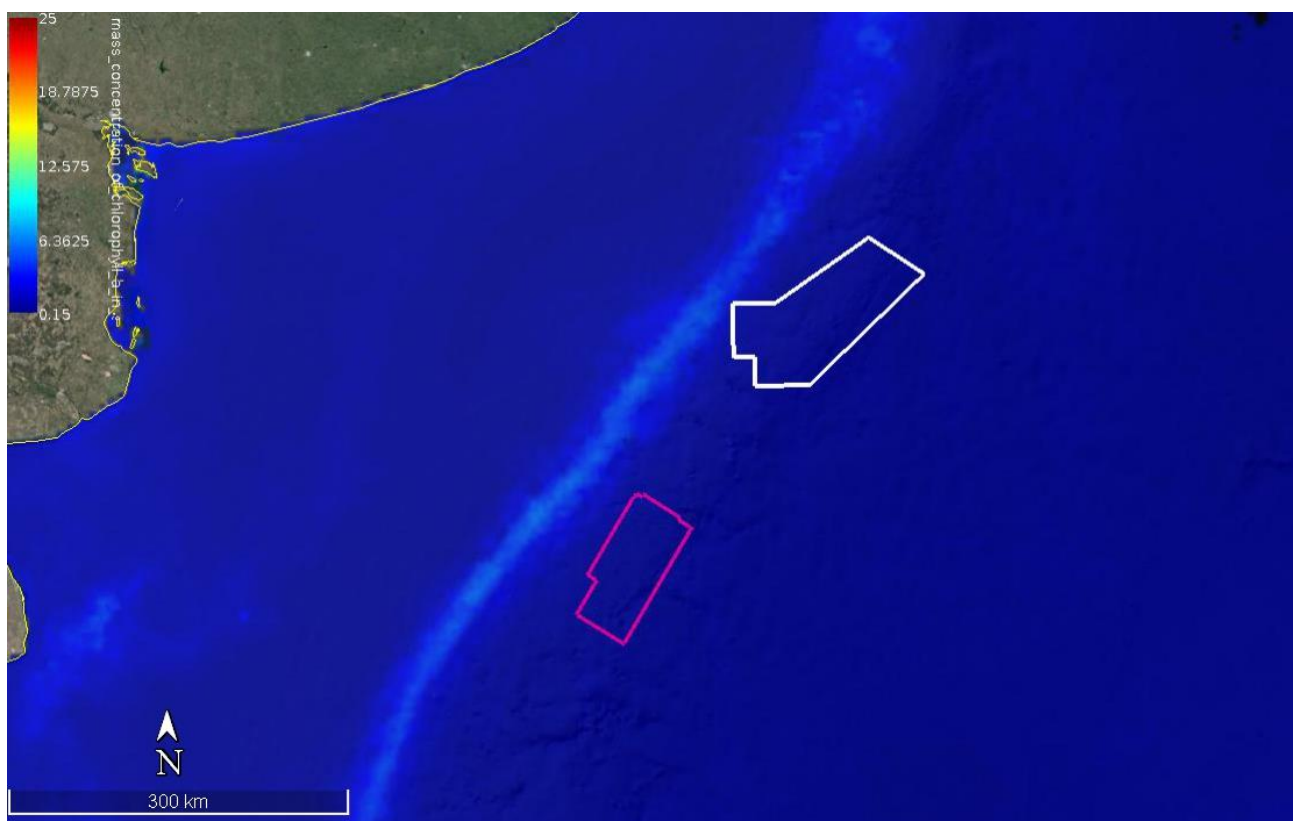


Figura 95. Clorofila (a) (mg/m3) en superficie para el mes de febrero. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

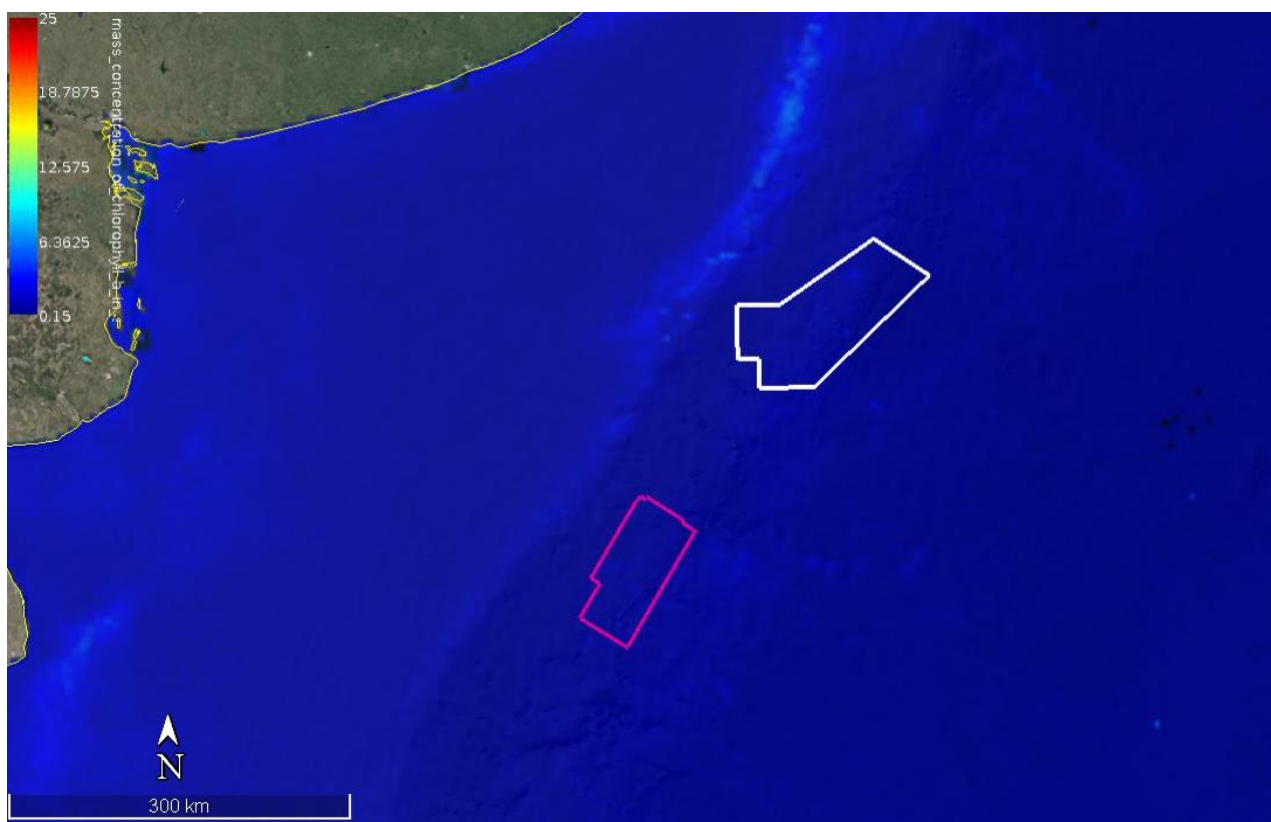


Figura 96. Clorofila (a) (mg/m3) en superficie para el mes de abril. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

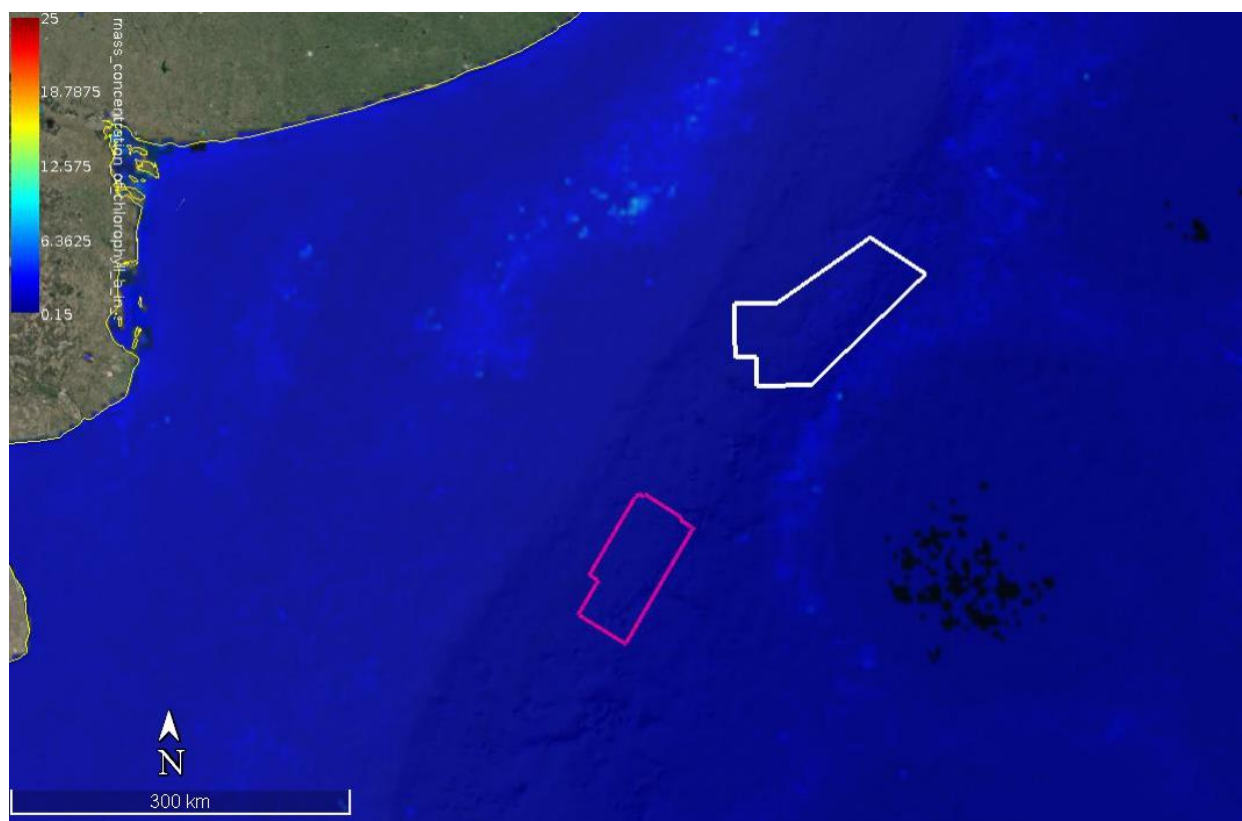


Figura 97. Clorofila (a) (mg/m3) en superficie para el mes de julio. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

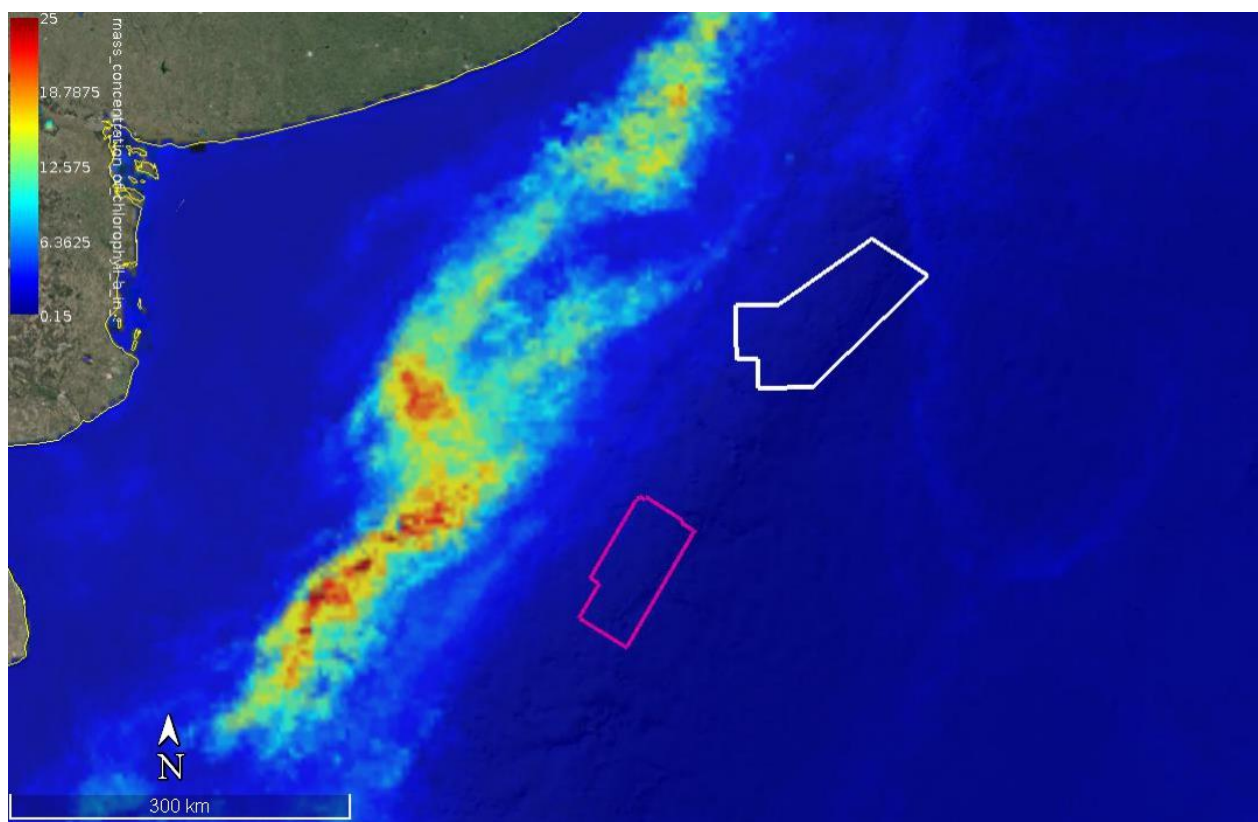


Figura 98. Clorofila (a) (mg/m3) en superficie para el mes de octubre. Fuente: Programa Espacial COPERNICUS, plataforma “My Ocean”.

3.3 CLIMATOLOGÍA

En la zona de estudio la circulación atmosférica local está controlada por la combinación de los sistemas de alta presión del Pacífico Sur y Atlántico Sur. La circulación en dirección Sudoeste, asociada con el sistema de alta presión del Atlántico Sur, provoca la advección de aire cálido y húmedo desde regiones subtropicales. Anticiclones fríos sobre el sur de Argentina impulsan periódicamente (particularmente en invierno) masas de aire marítimo frío del Atlántico Sudoccidental sobre el área del litoral (FREPLATA, 2004).

En la Tabla 2 se presenta el detalle climático estacional del mar del Océano Atlántico Sudoccidental (Bottomley, 1990).

Tabla 2. Tabla climática para el área comprendida entre 35°S-40°S y 60°W-50°W en el Océano Atlántico Sudoccidental. Fuente: Bottomley (1990).

Mes	V (m/s)	PV (%)	P (mb)	Temperatura (°C)			e (mb)	r (%)	C (%)
				Mar	Aire	D			
Ene	5,3	18	1012	20,5	20,6	0,1	19,1	78	46
Feb	6,4	10	1012	20,6	20,1	-0,6	18,5	78	41
Mar	6,8	17	1016	19,9	18,7	-1,3	16,8	77	47
Abr	6,4	14	1016	18,6	17,6	-1,1	16,1	79	46
May	5,6	29	1016	15,8	14,9	-1,0	14,0	82	61
Jun	5,9	32	1015	13,1	12,3	-0,7	12,2	83	66
Jul	6,4	24	1019	10,9	10,8	-0,1	10,6	80	65
Ago	6,5	19	1018	11,7	11,1	-0,5	10,9	80	54
Sep	5,9	16	1018	12,0	12,1	0,0	11,7	84	55
Oct	5,4	23	1015	13,6	13,9	0,2	13,5	84	49
Nov	5,9	26	1014	16,2	16,5	0,3	15,5	81	58
Dic	6,0	27	1011	18,7	18,5	-0,2	16,9	78	51
Anual	6,0	21	1015	16,0	15,6	-0,4	14,6	80	53
V= Viento medio PV= Permanencia del viento P= Presión atmosférica media D= Tmar-Taíre					e= Presión de vapor media r=Humedad relativa media C=Nubosidad				
El sombreado, destaca el período en el cual se llevará a cabo la campaña.									

Como fuera mencionado anteriormente (ver Punto 3.2), la plataforma continental argentina está dominada por aguas de origen subantártico diluidas por los aportes fluviales y el balance evaporación-precipitación, por lo que pueden diferenciarse regiones con masas de aguas de diferentes salinidades (Perillo y Kostadinoff 2005, Piola et al. 2010).

Asimismo, existe una fuerte variabilidad estacional impuesta por la circulación de dos corrientes: la de Malvinas de aguas subantárticas frías, de baja salinidad y ricas en nutrientes, que fluye hacia el norte y la de Brasil de aguas subtropicales, cálidas y salinas, que fluye hacia el sur.

Estas corrientes representan las columnas vertebrales o ejes que marcan los ritmos oceanográficos y biológicos del área. La confluencia de ambas se caracteriza por un importante frente termohalino de alta energía, con numerosos remolinos (*eddies*) y meandros de gran amplitud (información detallada sobre el fenómeno de la confluencia se presenta en el Punto 3.2.1).

La posición de la convergencia de estas corrientes varía latitudinalmente, 3° a 4° aproximadamente a lo largo del año, encontrándose más al sur durante el verano y más al norte durante el invierno (Figura 99, Programa 2Mp de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales - CONAE- y Figura 101, Boschi 1997).

Las temperaturas medias del agua en verano e invierno se presentan en la Figura 101. Se puede observar que las temperaturas medias del agua en verano varían desde los 22°C frente a las costas bonaerenses hasta los 6°C al sur de las Islas Malvinas, mientras que en invierno oscilan entre 12°C y 2°C respectivamente.

La zona está caracterizada por variaciones estacionales significativas. Provost, et al. (1992) muestran las variaciones de temperatura superficial a partir de mediciones en un punto ubicado en la zona de la convergencia. Las temperaturas varían entre 24° y 6° para las estaciones de verano e invierno (Figura 100).

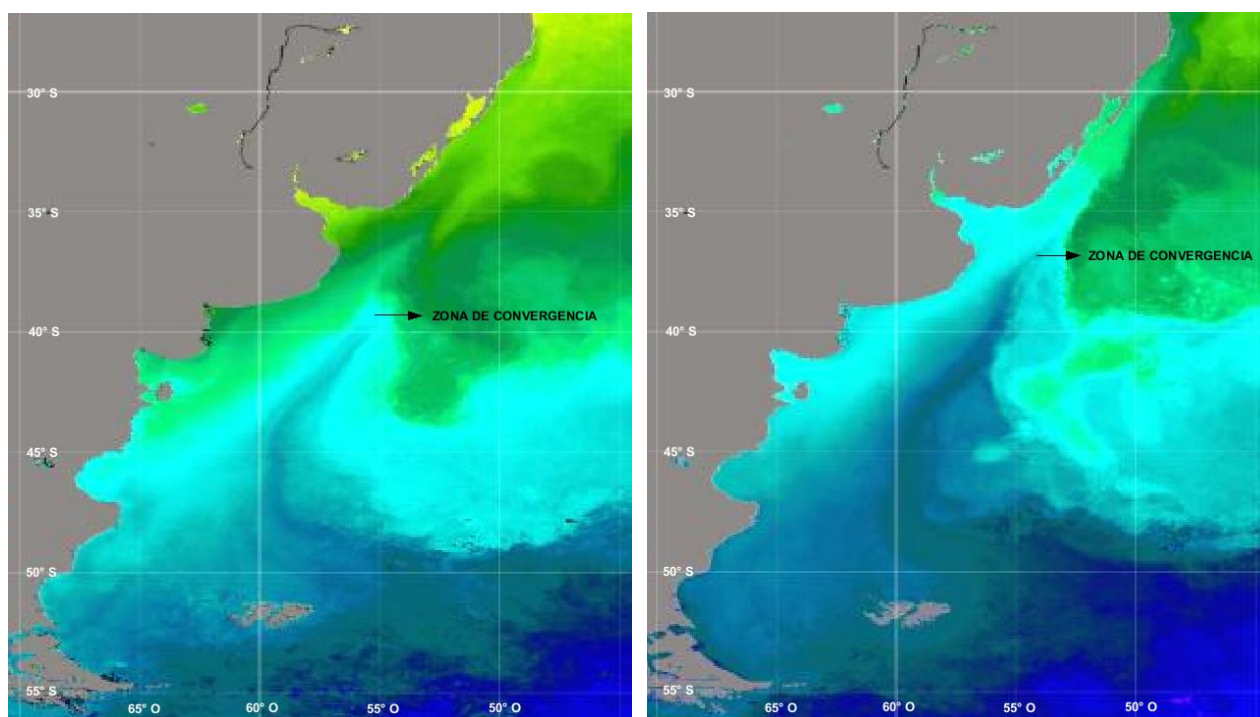


Figura 99. Temperaturas superficiales del agua en la zona de convergencia de la corriente fría de Malvinas y la corriente cálida de Brasil. Izquierda: verano austral; derecha: invierno austral. Fuente: Programa 2Mp de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales -CONAE-, <https://2mp.conae.gov.ar/index.php/materiales-educativos/material-educativo/imagenes-satelitales/821-temperatura-superficial-del-mar>.

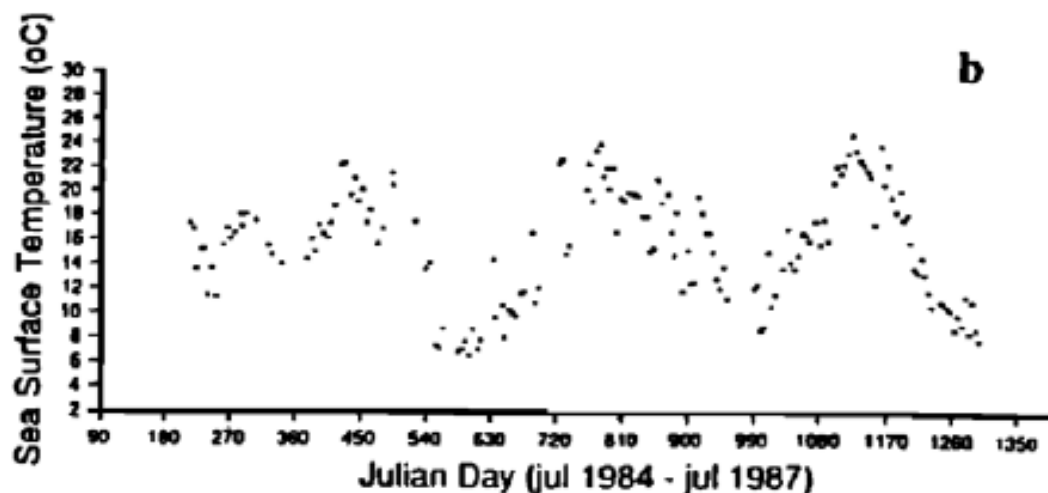


Figura 100. Variaciones de temperatura superficial a lo largo de 3 años. Fuente: Provost et al. (1992).

Sobre el mar, la temperatura del aire se ajusta rápidamente a la temperatura de la superficie del agua debido al intercambio calórico mar-atmósfera. La Figura 102 muestra las temperaturas medias del aire en superficie (Höflich, 1984) para los meses de enero y julio respectivamente. Éstas exhiben rasgos similares a las del mar. Las isotermas son relativamente paralelas y el gradiente térmico horizontal es mayor en verano que en invierno.

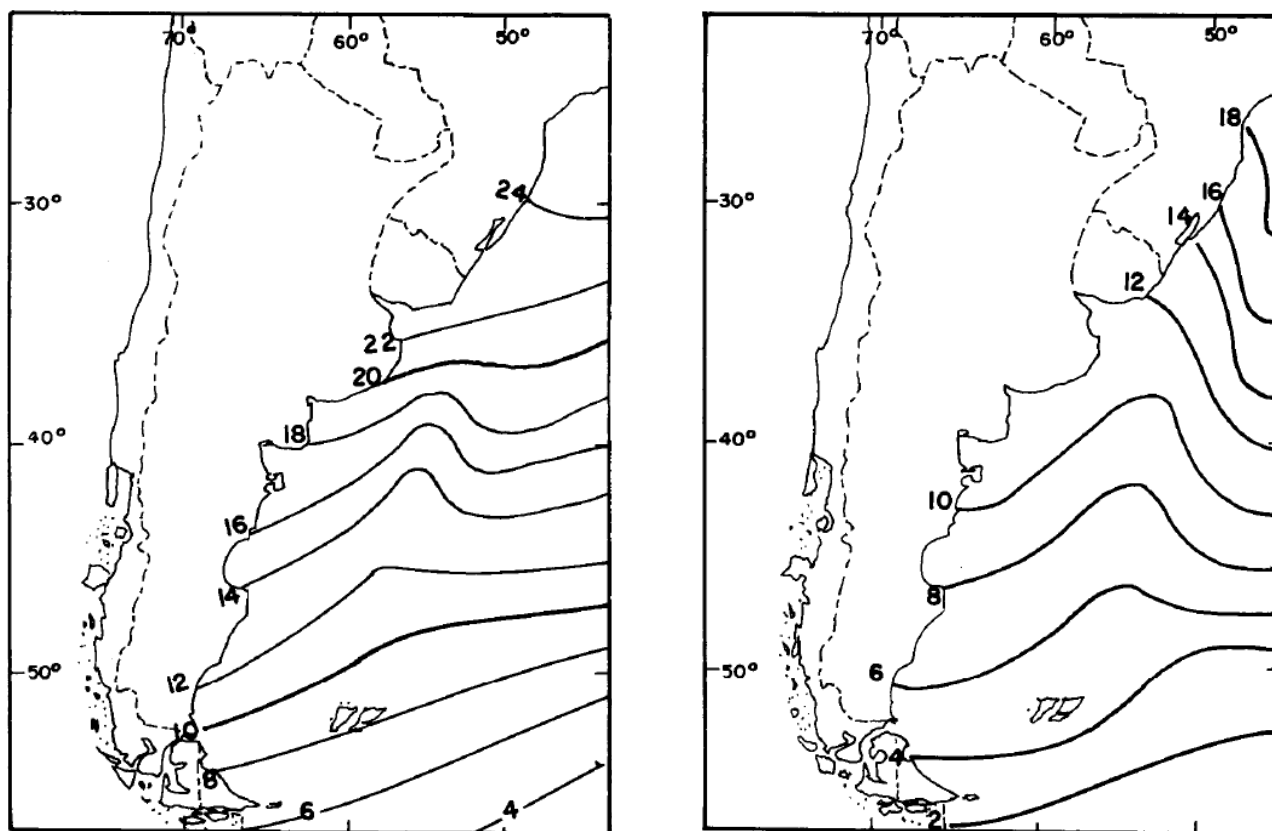


Figura 101. Temperatura de la superficie del mar (°C) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

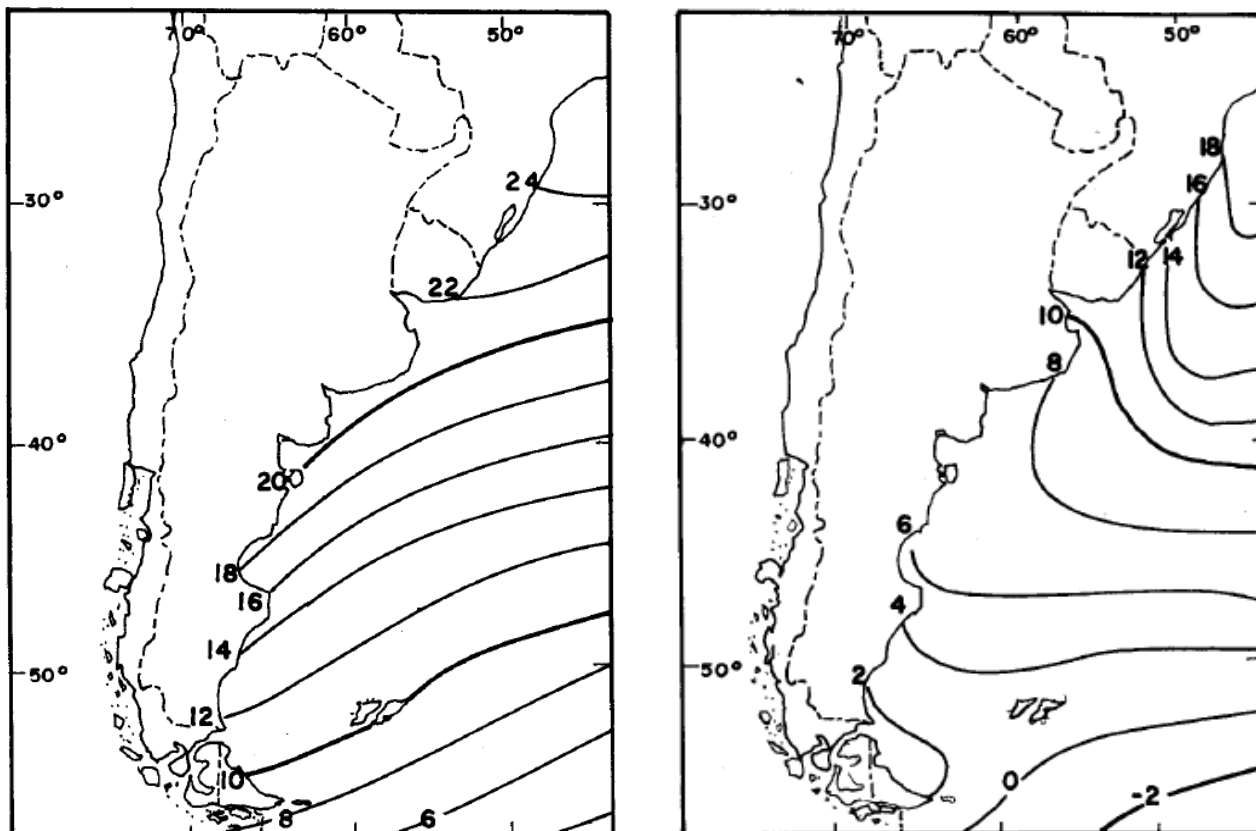


Figura 102. Temperatura del aire en superficie (°C) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

La diferencia de temperaturas entre el mar y el aire ($T_{\text{mar}} - T_{\text{aire}}$) es un indicador importante de la estabilidad del aire en zonas marinas. Valores positivos indican una estratificación inestable que estimula la turbulencia atmosférica y el flujo de calor desde el mar a la atmósfera, pues el aire se calienta y absorbe vapor de agua. Este calor y humedad se propagan rápidamente hacia capas más altas de la atmósfera produciéndose la formación de nubes, precipitación, etc. Valores negativos muestran una estratificación estable e indican que la atmósfera está siendo enfriada. Pero este enfriamiento no se propaga con la misma rapidez ni alcanzará capas muy altas de la atmósfera, produciéndose en algunos casos formación de nieblas o nubosidad del tipo *stratus*. Esta diferencia de temperatura, aunque pequeña, es responsable de la generación de procesos atmosféricos que afectan en parte el desarrollo de los sistemas de tiempo sobre el mar. Uno de los ejemplos más característicos es la formación de nieblas marinas. Sobre el mar epicontinental argentino la atmósfera transfiere calor al mar durante la estación estival. En invierno, en cambio, se invierte el flujo de calor y el mar le transfiere calor a la atmósfera (Boschi, 1997).

Las escasas precipitaciones anuales en la Patagonia, inferiores a 250 mm, caracterizan también el sector occidental del Mar Argentino hasta una distancia de 150 km a 200 km de la costa; a partir de allí las precipitaciones aumentan hacia el este hasta unos 700 mm por año sobre la corriente de Malvinas y decrecen en las mismas Islas Malvinas (600 mm a 650 mm). En el mismo sentido aumenta también la frecuencia de la precipitación (Boschi, 1997).

La humedad del aire puede obtenerse de diferentes maneras. Una de ellas es la presión de vapor que se define como la presión de saturación del vapor de agua a una temperatura dada. Esta variable nos indica el grado de saturación de la atmósfera. Debido a que siempre existe evaporación sobre los mares, la saturación sólo puede ser reducida por intercambio vertical con aire relativamente más seco. Entonces, la humedad relativa en el mar representa un balance entre evaporación y el intercambio vertical de vapor de agua (Boschi, 1997).

En el océano Atlántico Sudoccidental entre los 30°S y los 40°S, la humedad relativa es del orden del 80% (Figura 103). En la Tabla 2 se muestra la variación media mensual de la humedad relativa y la presión de vapor. Se observa que la humedad relativa es constante a lo largo del año. La presión de vapor, como la temperatura, es una función de la latitud aunque su gradiente es más fuerte en latitudes bajas.

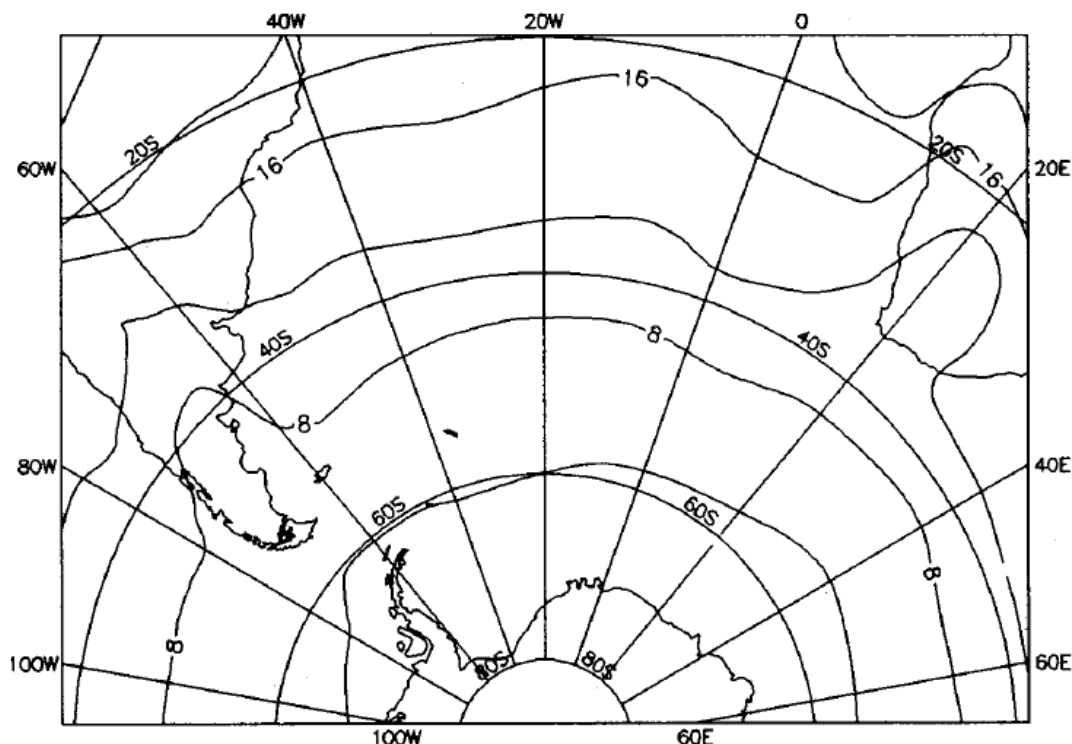


Figura 103. Humedad del aire (g/kg) a 100 m sobre el nivel medio del mar correspondientes al mes de enero. Fuente: Boschi (1997).

La nubosidad se refiere al porcentaje de cielo cubierto por nubes considerando todos los tipos de nubes presentes. En enero, la nubosidad alcanza su valor mínimo del orden del 40% de cielo cubierto en el sector marítimo comprendido entre Mar del Plata y la Península de Valdés; de allí aumenta a 50% en 30°S y a 80% en 55°S. En julio, la nubosidad media varía desde 55% en 30°S a 60% en la latitud de San Clemente del Tuyú y a 70% en latitudes de Tierra del Fuego e Islas Malvinas (Tabla 2, Boschi, 1997).

La presión atmosférica puede ser considerada como el peso del aire por unidad de área sobre la altura, y en un nivel determinado varía de lugar y con el tiempo. Las variaciones horizontales de la presión son muchos menores que las verticales; sin embargo, pequeñas variaciones horizontales de presión son de una importancia fundamental para la dirección y velocidad del viento.

En los mapas de la Figura 104 se muestran los valores medios de presión para los meses de enero y julio y se observa que tanto en verano como en invierno el anticiclón subtropical domina la región hacia las latitudes bajas. En verano, el centro del anticiclón se ubica aproximadamente a 30° S y su valor supera los 1020 hPa, mientras que en invierno se desplaza hacia el norte, aproximadamente a 25°S, con un valor superior a 1024 hPa. En ambos meses, la posición del centro se encuentra alejada de la costa sudamericana, alcanzando aproximadamente el meridiano de 10°O en invierno (posición más cercana) y el de 5°O en verano (Boschi, 1997).

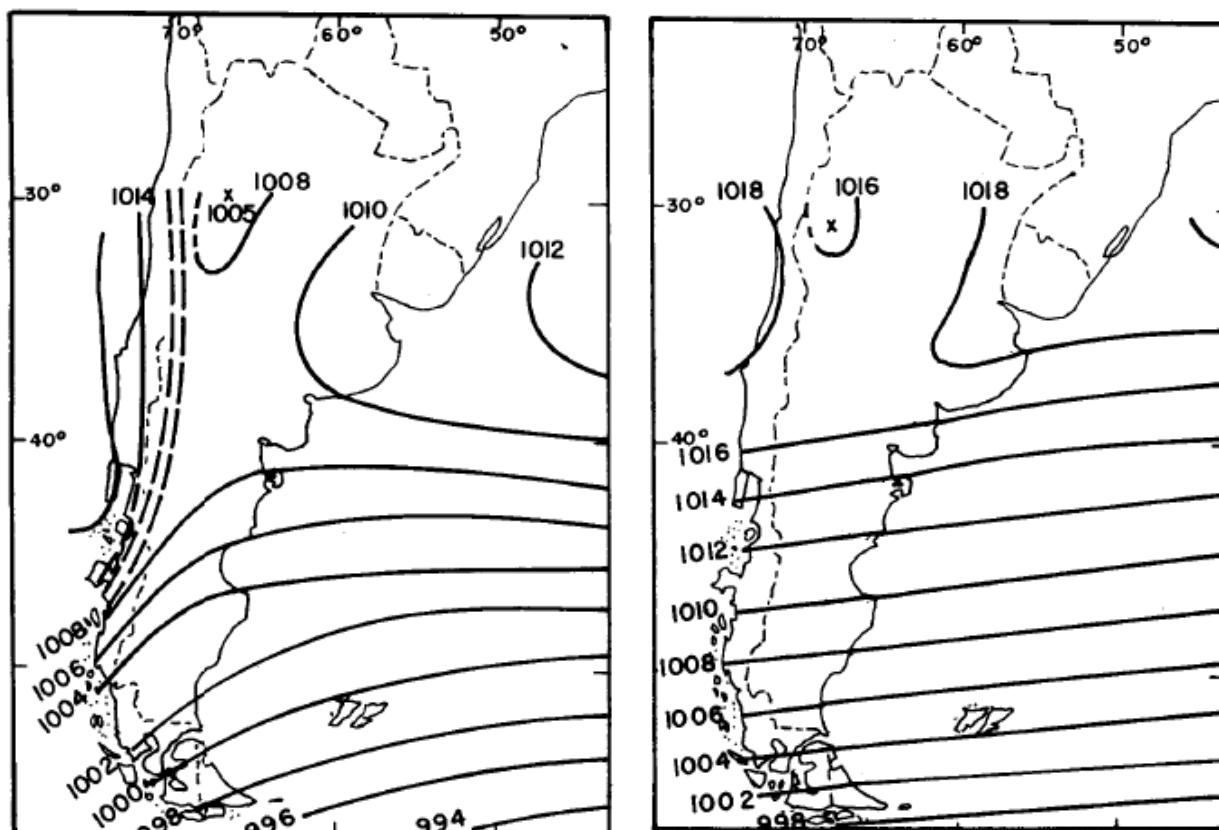


Figura 104. Presión de superficie (hPa) correspondientes a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

Para el viento en superficie, Boschi (1997) encontró que las isotajas presentan direcciones aproximadamente paralelas a la costa, de modo que sobre el Mar Argentino la velocidad del viento aumenta tanto hacia el este como hacia el sur, alcanzando valores muy altos en latitudes del sur de la Patagonia y Tierra del Fuego, así como en el área de las islas Malvinas, del orden de 8 m/s en enero y 10 m/s en julio.

El curso casi equidistante y paralelo de la isotajas (Figura 105) se manifiesta también en el caso de isolíneas de frecuencia del viento fuerte y de vendaval (Figura 106). Se define vendaval cuando las velocidades de viento son mayores que 8 según la escala Beaufort. El aumento de los tres parámetros descriptos hacia el este se debe al incremento de los procesos ciclogénicos en la misma dirección; sus mayores valores en julio corresponden a la mayor intensidad de la circulación de los vientos del oeste y la mayor frecuencia de sus perturbaciones en esta estación del año (Boschi, 1997).

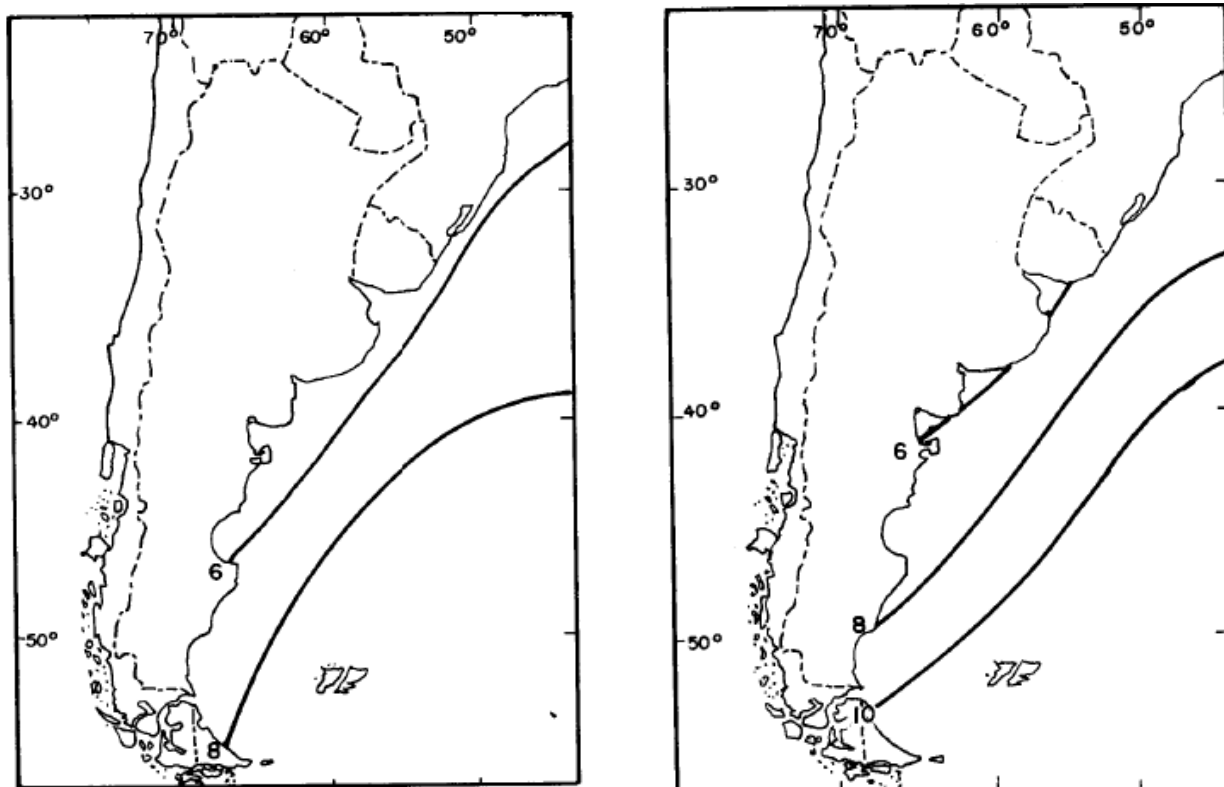


Figura 105. Velocidad media del viento (m/s) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

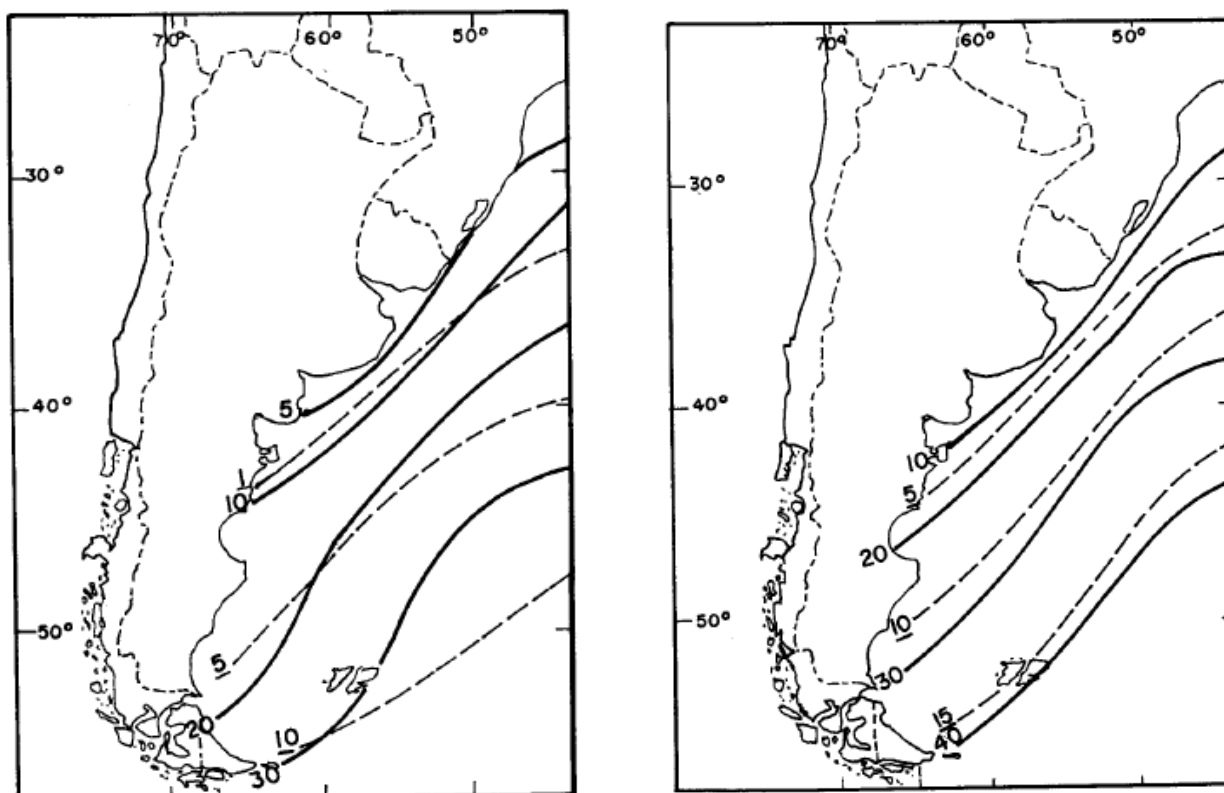


Figura 106. Frecuencia del viento fuerte (>6 en escala Beaufort, línea llena) y vendaval (>8 Beaufort, línea punteada) correspondiente al mes de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

Se presenta a continuación el análisis de series de datos de vientos del proyecto IOWAGA (Integrated Ocean Waves for Geophysical and other Applications), desarrollado por el instituto de investigación IFREMER (Francia). El proyecto utiliza los vientos provenientes de la base de ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts).

Los datos se encuentran organizados por mes y con un intervalo de tiempo de 3 horas. El tamaño de celda de la grilla de datos varía según la zona, desde la grilla de costa atlántica francesa con una resolución de $1/30^\circ$ hasta la grilla GLOBAL con una resolución de $0,5^\circ$.

En la Figura 60 se muestra la posición de los dos nodos IFREMER analizados: nodo IFREMER-1 (área operativa CAN_100 – CAN_108) y nodo IFREMER-2 (área operativa CAN_114).

De estos nodos se extrajeron datos de intensidad y dirección del viento para los últimos 5 años completos (período 2014 a 2018).

En la Figura 107 se presentan las rosas de los vientos elaboradas para cada uno de estos nodos IFREMER.

En ambos nodos, IFREMER-1 (Área CAN_100 – CAN_108) e IFREMER-2 (Área CAN_114), se observa que los vientos son predominantemente del NNO, seguidos por los del OSO, siendo estos últimos los más intensos, con velocidades que superan los 15 m/s.

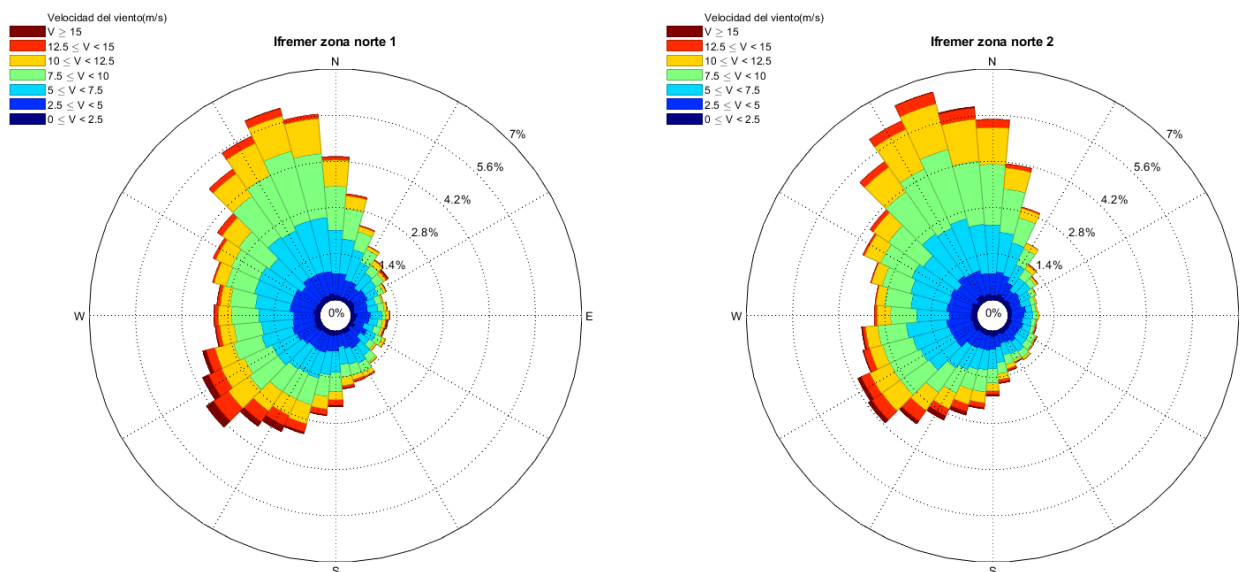


Figura 107. Rosas de los vientos para los nodos IFREMER-1 e IFREMER-2, período 2009 a 2018.

A continuación, se presenta el análisis estacional de las series temporales de viento.

En la Figura 108 y en la Figura 109 se graficaron las rosas de los vientos para los nodos IFREMER-1 e IFREMER-2, respectivamente, para las estaciones verano, otoño, invierno y primavera.

Los vientos más intensos se dan con mayor frecuencia en otoño e invierno, son aquellos que provienen del ONO. Cabe destacar que la campaña se desarrollará en el período octubre – marzo, evitándose así las peores condiciones de viento.

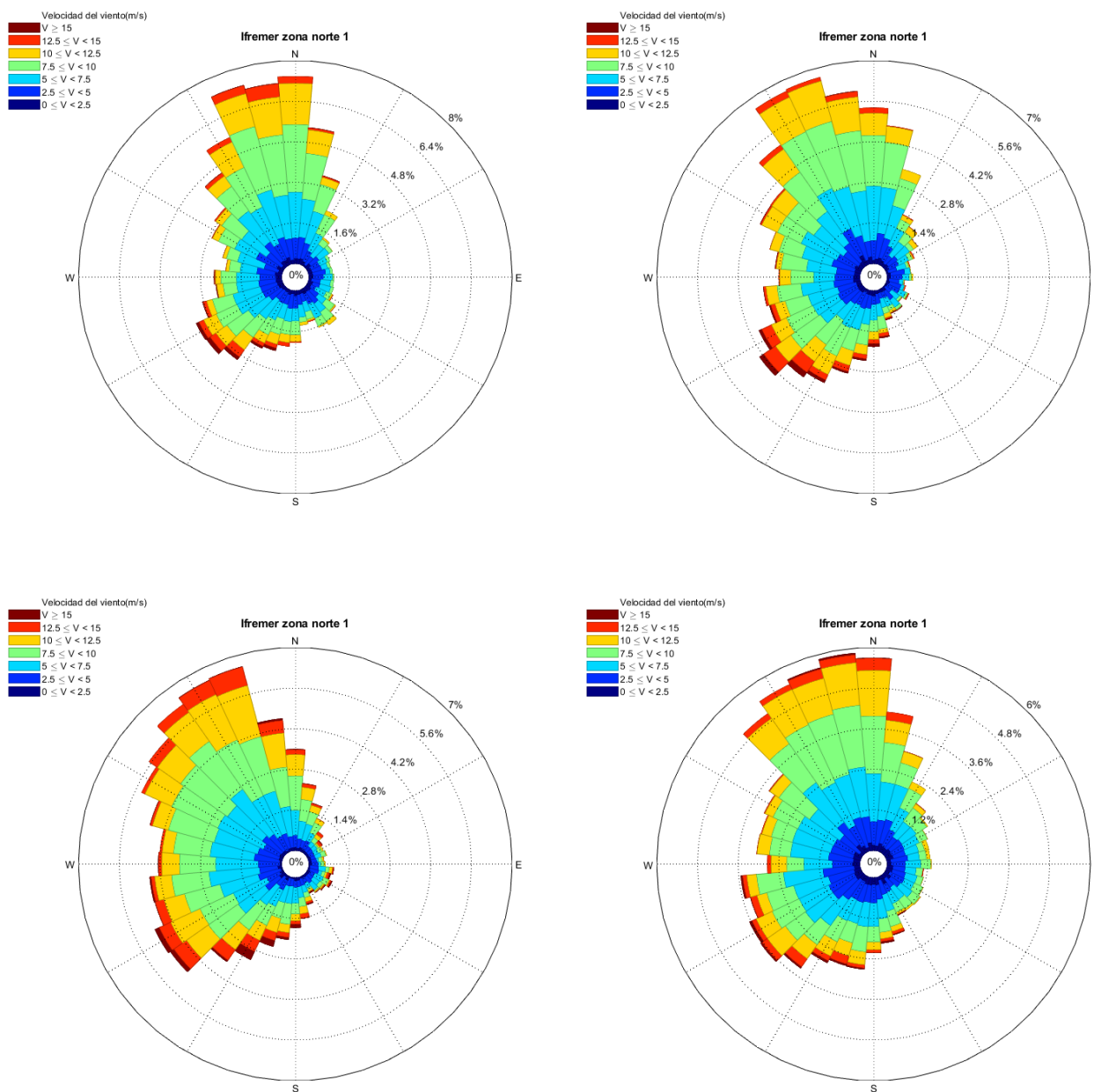


Figura 108. Rosas de los vientos para el nodo IFREMER-1, división estacional, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

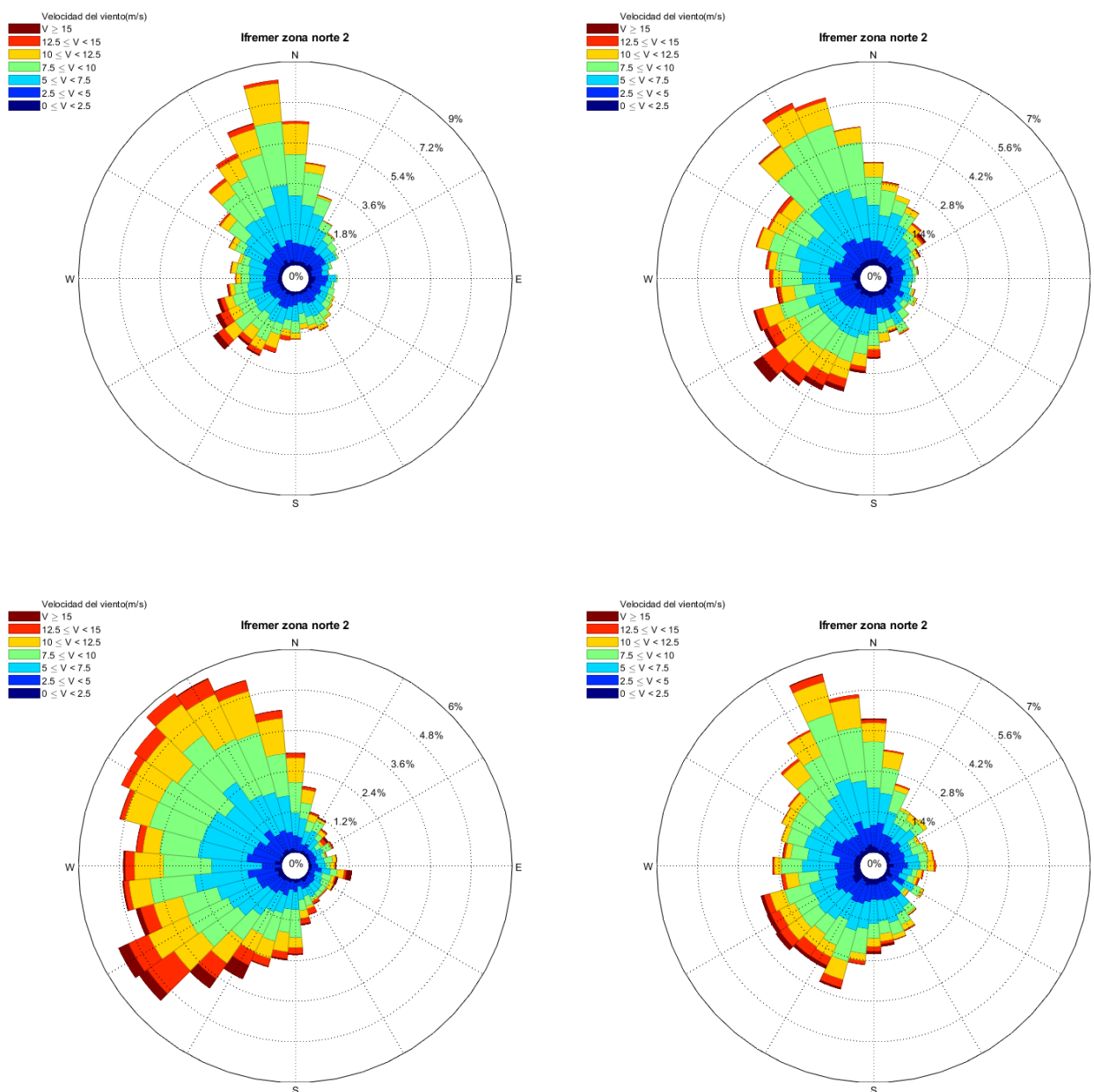


Figura 109. Rosas de los vientos para el nodo IFREMER-2, división estacional, período 2009 a 2018.
De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

4 **MEDIO BIÓTICO**

Como fuera mencionado, el área operativa del Proyecto se encuentra emplazada sobre un área del Mar Argentino que abarca parte de la Plataforma Continental Argentina y el Talud Continental (Figura 1). Estas áreas integran un ecosistema marino oceánico de alta diversidad biológica y alta productividad, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.

Si bien las áreas de adquisición de datos sísmicos se encuentran inmersas en el Mar Argentino, en las costas adyacentes hay zonas sensibles desde el punto de vista biológico por ser poseedoras de una importante biodiversidad. Las aguas costeras bonaerenses y patagónicas representan zonas de elevada productividad donde se congregan representantes de los distintos niveles tróficos para hacer uso de su provecho. Los intermareales albergan una fauna particular que son el alimento de numerosas aves marinas y costeras que se concentran allí para alimentarse. Además, las zonas terrestres adyacentes son sitios de asentamientos de aves marinas y costeras y mamíferos marinos.

En el marco del presente proyecto, resulta importante mencionar que las zonas costeras no se verían afectadas de forma directa, con excepción del tránsito de buques desde y hacia el área de operaciones, para el cual el puerto de Mar del Plata se utilizará como área de embarco y desembarco.

En el Mar Argentino existe una fuerte variabilidad hidrológica impuesta por la circulación de dos corrientes por el borde del talud: la Corriente de Malvinas y la Corriente de Brasil (ver Punto 0). La primera está conformada por aguas subantárticas, frías, de baja salinidad y ricas en nutrientes, que fluyen hacia el norte. La Corriente de Brasil, presenta aguas subtropicales, cálidas y salinas, que fluyen hacia el sur.

Las masas de agua que fluyen sobre la plataforma continental (Corriente Patagónica Subantártica) son de origen subantártico, y se originan tanto por desprendimiento de las corrientes de borde (Corriente Circumpolar Antártica - Corriente de Malvinas), como por la contribución de aguas de derrames continentales subpolares (canales fueguinos y Estrecho de Magallanes). Esto resulta porque el extremo austral del continente americano se encuentra fuertemente influenciado por la Corriente de Convergencia Antártica. A partir de esta corriente, se desprende la Corriente de Malvinas, que fluye en dirección predominante sur-norte por el borde de la plataforma continental.

Frente a la plataforma argentina, sobre el talud continental, cerca de los 38° de latitud sur, se produce el encuentro de estas corrientes, en la llamada Zona de Confluencia (Figura 110), una de las regiones de mayor concentración de energía de todos los océanos del mundo, donde la mezcla de aguas subtropicales y subantárticas determina importantes gradientes físico-químicos y favorece la presencia de altas concentraciones de nutrientes de importantes implicancias biológicas para todo el ecosistema.

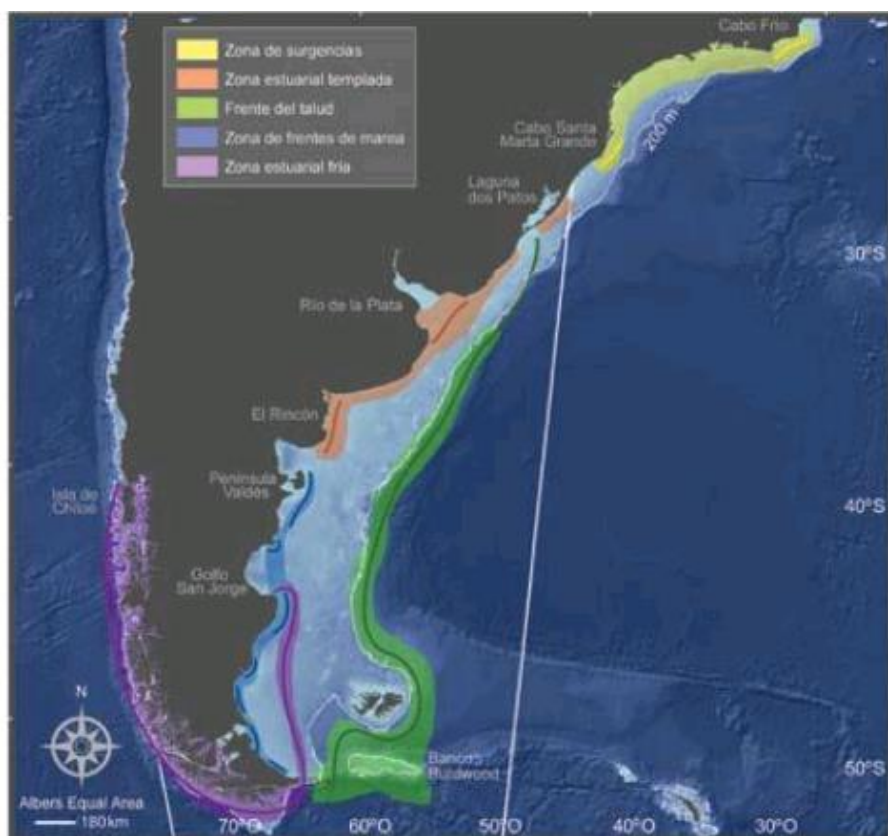


Figura 110. Principales zonas frontales de alta productividad del cono sur. Fuente: Acha et al. 2004.

En este contexto, las aguas de la Plataforma Continental Argentina resultan de la mezcla de masas de agua costeras, subantárticas y subtropicales. Sus proporciones relativas y el grado de mezcla varían de acuerdo a la latitud y la longitud. En su conjunto, el Mar Argentino conforma uno de los mares templados más extensos y biológicamente más importantes del planeta.

En el Mar Argentino se reconocen dos provincias zoogeográficas: la Provincia Argentina y la Provincia Magallánica (Figura 111). La primera se extiende desde el sur de Brasil (23° S) y pasando por la costa uruguaya, hasta la desembocadura del Río Negro (41° S). Las aguas frente a la costa bonaerense forman parte del llamado Distrito Bonaerense. Por otro lado, la Provincia Magallánica se extiende desde el norte de la Isla de Chiloé (40° S) en el Océano Pacífico, pasando por el Cabo de Hornos, ocupando la mayor parte de la plataforma continental patagónica, incluyendo las Islas Malvinas y sector más profundo de la plataforma bonaerense, separándose de la costa a los 42-43° S aproximadamente y continuando hacia el norte hasta los 35° S, a unos 100-150 km de la costa y con profundidades de entre 60 y 200 m. Esta Provincia Magallánica, caracterizada por la presencia de aguas templado-frías, está subdividida en dos distritos: el Surchileno y el Patagónico. El área de operaciones del Proyecto se encuentra en el límite entre la Provincia Argentina y la Provincia Magallánica, lo cual implica la presencia de componentes faunísticos y florísticos de ambos distritos.

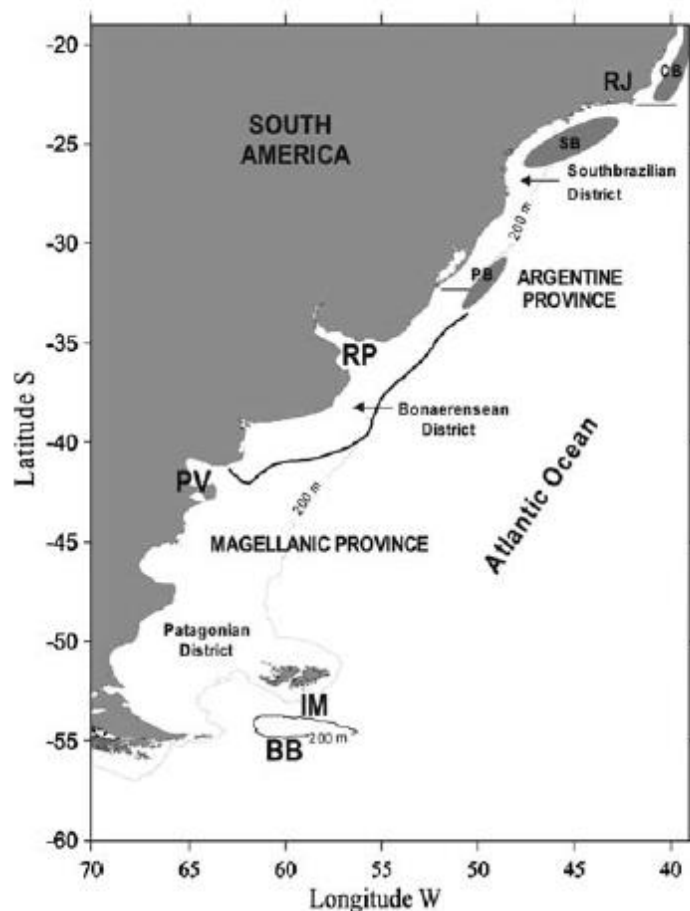


Figura 111. Ubicación de las Provincias zoogeográficas. Fuente: Menni et al. 2010

A continuación se mencionan los principales organismos bentónicos (incluyendo peces) característicos de la Provincia Argentina (Tabla 3) y de la Provincia Magallánica (Tabla 4) (Balech y Erlich, 2008).

Tabla 3. Organismos de la Provincia Argentina. Fuente: Balech y Erlich, 2008.

Celenterados	Equinodermos	Crustáceos	Moluscos	Peces
<i>Renilla reniformis</i>	<i>Astropecten cingulatum</i>	<i>Artemesia longinaris</i>	<i>Mytilus edulis platensis</i>	<i>Micropogonias furnieri</i>
<i>Bunodactis marplatensis</i>	<i>Enoplopatiria marginata</i>	<i>Pleoticus muelleri</i>	<i>Glycymeris longior</i>	<i>Cynoscion guatucupa</i>
<i>Phymactis clematis</i>	<i>Luidia</i> spp.	<i>Neohelice granulata</i>	<i>Adrana electa</i>	<i>Macrodon ancylodon</i>
<i>Corynactis carnea</i>	<i>Poraniopsis mira</i>	<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	<i>Macra janeiroensis</i>	<i>Umbrina canosai</i>
	<i>Arbacia dufruesnei</i>	<i>Platycanthus crenulatus</i>	<i>Aequipecten tehuelchus</i>	<i>Pagrus pagrus</i>
	<i>Encope emarginata</i>	<i>Ovalipes trimaculatus</i>	<i>Amiantis purpuratus</i>	<i>Nemadactylus bergi</i>
	<i>Mellita platensis</i>		<i>Pitar rostratus</i>	<i>Acanthistius patachonicus</i>
	<i>Amphiodia planispina</i>		<i>Calliostoma coppingeri</i>	<i>Percophis brasiliensis</i>
	<i>Ophioplocus januari</i>		<i>Buccinanops monilifer</i>	<i>Parona signata</i>
			<i>Diodora patagonica</i>	<i>Pseudopercis semifasciata</i>
			<i>Brachidontes rodriguezi</i>	<i>Mustelus schmitti</i>
			<i>Macra patagonica</i>	<i>Engraulis anchoita</i>
			<i>Mesodesma mactroides</i>	<i>Scomber japonicus</i>
			<i>Tagelus plebeius</i>	<i>Seriola lalandei</i>
			<i>Notocochlis isabelleana</i>	
			<i>Urosalpinx ruxhii</i>	
			<i>Muricopsis necocheanus</i>	
			<i>Adelomelon brasiliana</i>	
			<i>Macoma uruguayensis</i>	

Tabla 4. Organismos de la Provincia Magallánica. Fuente: Balech y Erlich, 2008.

Celenterados	Equinodermos	Crustáceos	Moluscos	Peces
<i>Antholaba achates</i>	<i>Cycethra verrucosa</i>	<i>Lithodes santolla</i>	<i>Modiolus patagonicus</i>	<i>Macruromus magellanicus</i>
<i>Isotealia antarctica</i>	<i>Partiriella fimbriata</i>	<i>Paralomis granulosa</i>	<i>Aulacomya atra</i>	<i>Merluccius australis</i>
<i>Phiaella falklandica</i>	<i>Poraniopsis echiniaster</i>	<i>Peltarion spinosulum</i>	<i>Ostrea puelchana</i>	<i>Micromesistius australis</i>
	<i>Arbacia dufruesnei</i>	<i>Libidoclaea granaria</i>	<i>Ensis macha</i>	<i>Salpilota australis</i>
	<i>Pseudechinus magellanicus</i>	<i>Mimida</i> spp.	<i>Macra</i> sp.	<i>Dissostichus eleginoides</i>
	<i>Austrocidaris canaliculata</i>	<i>Euphausia vallentini</i>	<i>Mulinia edulis</i>	<i>Eleginops maclovinus</i>
	<i>Cosmasteria lurida</i>	<i>Euphausia longirostris</i>	<i>Protothaca antiqua</i>	<i>Patagonotothen ramsayi</i>
		<i>Tryphosites chevreuxi</i>	<i>Tawera gayi</i>	<i>Ilucoetes fimbriatus</i>
		<i>Tmetonyx serratus</i>	<i>Tegula patagonica</i>	
		<i>Themisto gaudichaudii</i>	<i>Capulus compressus</i>	
			<i>Amauropsis andersoni</i>	
			<i>Mangelia purissima</i>	
			<i>Photimula coerulescens</i>	

A continuación, se presenta una caracterización de los principales componentes bióticos del ecosistema marino oceánico en el área de influencia del proyecto.

4.1 PLANCTON

El plancton corresponde al grupo de organismos acuáticos que se mueven con la columna de agua. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton). El fitoplancton está compuesto por algas planctónicas que representan la base de la red alimenticia de los ecosistemas acuáticos. Por su parte, el zooplancton está constituido por organismos, fundamentalmente microinvertebrados, cuyo ciclo biológico se desarrolla por completo en el plancton (holoplancton); y por organismos que forman parte del plancton solamente durante una parte de su ciclo de vida (meroplancton), como ser huevos y estadíos larvales de invertebrados y vertebrados.

Estos organismos constituyen los primeros niveles tróficos del ecosistema, siendo de importante valor como fuente de alimento para los niveles tróficos superiores. Su abundancia, biomasa y distribución son determinantes en la estructura de la trama trófica que sustenta el ambiente acuático. Por lo tanto, las alteraciones en el plancton generan efectos en cascada en el resto de la trama trófica, convirtiendo a estos organismos en indicadores de las condiciones ambientales reinantes.

4.1.1 Fitoplancton

4.1.1.1 Distribución espacial

En algunas zonas del océano se produce el encuentro de masas de agua de diferentes características y donde los cambios en las propiedades del agua (principalmente salinidad, temperatura o turbidez) se intensifican y alcanzan el máximo gradiente. Estas áreas son denominadas Zonas Frontales, ocupan una superficie relativamente pequeña respecto de todo el sector nerítico y presenta una elevada productividad biológica. Existen distintos frentes en las aguas del mar argentino (Allega et al. 2020) (Figura 112).

Los sistemas frontales se caracterizan por un flujo de energía que ingresa al ecosistema a través del fitoplancton, atraviesa el zooplancton y fluye hacia los niveles tróficos superiores entre los cuales se encuentran los recursos pesqueros.

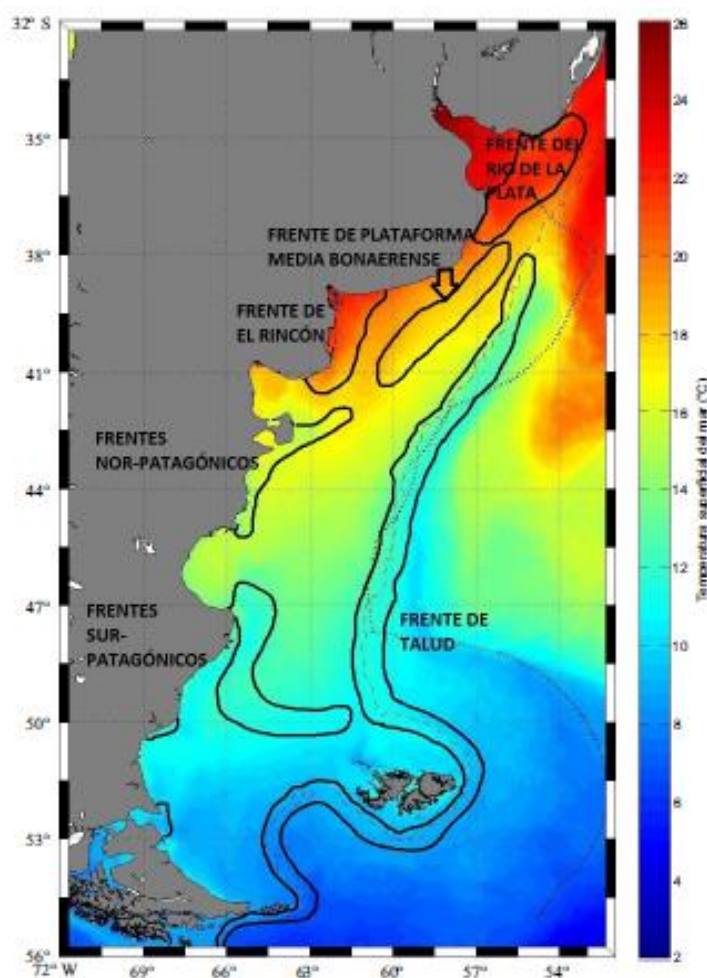


Figura 112. Esquema de las principales zonas frontales de la ZEEA realizado sobre la base de un mapa de temperatura superficial del mar. Fuente: Allega et al. 2020.

La producción fitoplanctónica varía en función de las dos corrientes características de la zona. En este sentido, las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil muestran una reducida concentración de clorofila, entre 0,02 y 0,20 mg/m³ (Campagna et al. 2006). En cambio, en aquellas aguas bajo el dominio de la Corriente de Malvinas, se observa una alta concentración de clorofila, la cual oscila entre 0,20 y 2,25 mg/m³.

Si bien, en líneas general existe una importante concentración de clorofila, y por lo tanto, de fitoplancton a lo largo de la Corriente de Malvinas, existen determinadas zonas en donde la concentración se vuelve muy importante.

Una de ellas la constituye el sector donde se produce la confluencia de las corrientes Brasil/Malvinas, en donde se mezclan aguas subtropicales y subantárticas, determinando importantes gradientes físico-químicos y favoreciendo la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes implicancias biológicas para todo el ecosistema. La alta concentración de clorofila no se limita sólo a los frentes en la zona de confluencia Brasil/Malvinas, sino que alcanza también las aguas más homogéneas. La productividad se sustenta en el hecho que ambas corrientes aportan elementos que favorecen el crecimiento y la concentración del fitoplancton. La corriente de Malvinas aporta aguas subantárticas ricas en nutrientes, y la de Brasil, la estabilidad requerida para el crecimiento del fitoplancton (Campagna et al. 2006).

En cuanto a la distribución de las especies, los frentes constituyen una barrera de dispersión y definen patrones biogeográficos de los organismos marinos. En las aguas cálidas cercanas a los frentes, el fitoplancton está dominado por flagelados y pocas especies de diatomeas. Las aguas de la confluencia Brasil/Malvinas están dominadas por diatomeas de zonas templadas (*Leptocylindrus*, *Pseudonitzschia*, *Rhizosolenia*, *Fragilariopsis* y pequeños *Chaetoceros* y *Odontella*). La población de dinoflagelados en esta zona está conformada por una mezcla de especies heterotróficas de aguas frías y subtropicales. También abundan unas pocas formas autotróficas que contribuyen al máximo de clorofila que se registra en estas aguas. En las aguas superficiales en las que los valores de clorofila son altos, entre los 38° y los 40 °S, se encuentran foraminíferos propios de aguas frías (*Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma*) en mayor proporción que los observados al norte o al sur de dicha posición. La flora de diatomeas de la corriente de Malvinas, al sur del área de confluencia, es más diversa y se encuentra dominada por especies de aguas frías de los géneros *Pseudonitzschia*, *Rhizosolenia*, *Fragilariopsis* y *Thalassiosira*, entre otros) (Cañete 2005). Mediante el empleo de microscopía y análisis de pigmentos, Carreto et al., (2003) determinaron la presencia de tres asociaciones fitoplanctónicas en una sección que atravesaba el Río de la Plata desde la zona estuarial hasta el sector oceánico: 1) Comunidades estuariales y costeras, dominadas por la criptofita *Cryptomonas* sp., con presencia del flagelado heterótrofo *Noctiluca scintillans*. 2) Comunidades de la plataforma continental y la Corriente de Malvinas, dominadas por el cocolitofórido *Emiliania huxleyi*. 3) Comunidad de la Corriente de Brasil, caracterizada por la abundancia de la cianobacteria picoplanctónica *Synechococcus* sp.

En la siguiente figura se observan concentraciones de cocolitoforidos con imagen SeaWiFS en color real mostrando la banda de alta reflectividad en las proximidades del talud (Garcia et al 2005).

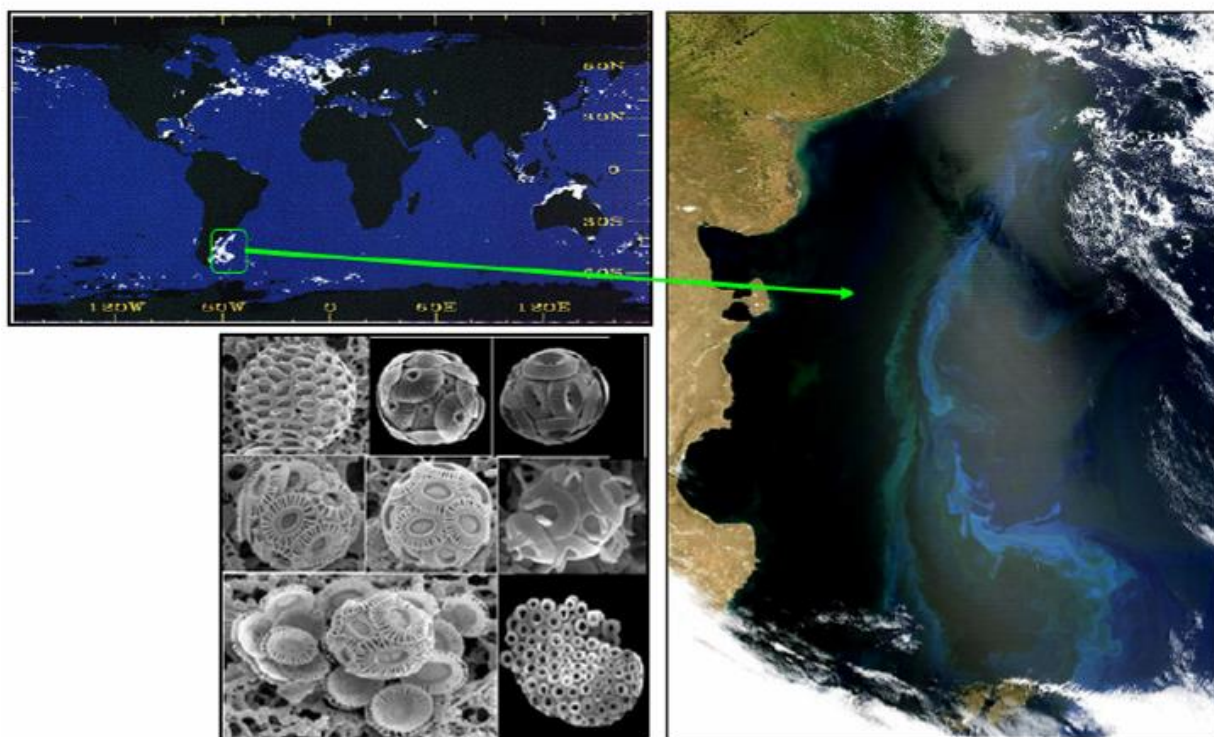


Figura 113. Concentraciones de cocolitoforidos con imagen real. A la izquierda abajo fotografías detalladas de caparzones microscópicos de calcita de distintas especies de cocolotoforidos.
Fuente: García et al. 2005.

La zona económica exclusiva Argentina (ZEEA) presenta 6 frentes, tal como se mencionó anteriormente: Frente del Río de la Plata, Frente del talud continental, Frente de la plataforma media, frente “El Rincón”, Frentes norpatagónicos y surpatagónicos. El área de influencia indirecta del proyecto se ubica en el Frente del Talud Continental, donde se puede verificar la presencia de concentraciones importantes de fitoplancton (Romero 2008; Cepeda et al. 2018).

El Frente del Talud se define entre las aguas de la Corriente de Malvinas y las aguas que están sobre la plataforma a profundidades menores de los 200 m. A lo largo del frente se dan procesos de surgencias donde la Corriente de Malvinas provee de nutrientes hacia las capas iluminadas en la plataforma lindante, dando lugar a una importante producción fitoplanctónica que sostiene la trama trófica de la región, especialmente en primavera (octubre a diciembre) y verano (enero a marzo). El zooplancton de esta región es muy diverso y está compuesto por grandes abundancias de anfípodos hipéridos, eufásidos, salpas y especies zooplanctónicas carnívoras entre las que sobresalen la medusa *Desmonema gaudichaudi* por las grandes biomásas alcanzadas durante sus frecuentes explosiones demográficas. Las proximidades de este frente constituyen uno de los caladeros más importantes de calamar argentino (*Illex argentinus*), merluza común (*Merluccius hubbsi*), viera patagónica (*Zygochlamys patagónica*), polaca (*Micromesistius australis*), merluza austral (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) (Allega et al. 2020).

Olguín et al. (2006) realizaron el primer estudio sobre los patrones de distribución espacial del fitoplancton (principalmente diatomeas) a megaescala en el océano Atlántico Sudoccidental. Los cambios en la composición del ensamble a lo largo de la transecta permitieron identificar 5 áreas discretas: Subtropical, Transicional del Sur, Transicional del Norte, Subantártica y Antártica. La diversidad cambia poco con la latitud pero la diversidad es más alta al norte de los 40 ° (Figura 114).

Para el borde del talud, en el área de influencia indirecta del proyecto, el ensamble de fitoplancton corresponde al conjunto “Transicional del Norte”. Este ensamble está caracterizado por la presencia de 119 especies de diatomeas registradas, de las cuales 20 son especies restringidas pero invariablemente poco abundantes. 13 especies de diatomeas fueron encontradas características de esta área; entre estas, *Chaetoceros contortus*, *Pseudo-nitzschia multiseries* y *C. rostratus* son particularmente abundantes. Con excepción de *P. fraudulenta*, cuyo rango se extiende más allá de los 55°, el resto de estas diatomeas están prácticamente ausentes al sur de los 41° (Olguín et al. 2006).

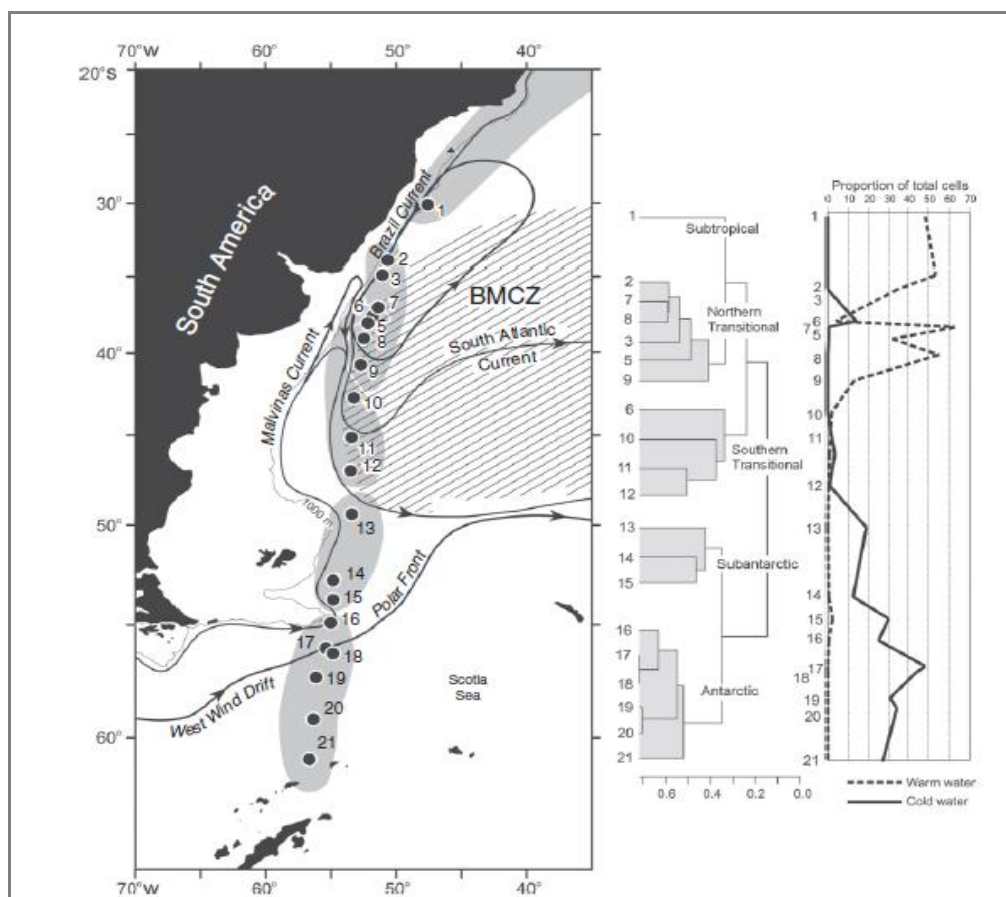


Figura 114. Zonación geográfica del área basada en los datos integrados de las diatomeas y profundidades para los sitios relevados mediante análisis UPGMA. Fuente: Olguín et al. 2006.

4.1.1.2 Distribución temporal

La producción de fitoplancton en el Mar Argentino describe un ciclo bimodal anual, de aumento y posterior descenso, típico de ecosistemas de aguas templado-frías con termoclinas estacionales. El máximo de producción fitoplanctónica ocurre en primavera, iniciándose con un explosivo crecimiento en los meses de octubre y noviembre en aguas costeras de baja profundidad al Norte de la plataforma. La onda de producción se expande gradualmente hacia el Sur y se aleja de la costa a medida que se ingresa en el período estival. Un máximo secundario de producción primaria se observa en los primeros meses de otoño (Campagna et al. 2006).

Por lo general, después de los máximos de producción primaria primaveral se produce una reducción en la concentración de nutrientes, especialmente de silicatos, que limita el crecimiento de las diatomeas, por lo que se opera un cambio de elenco en la flora fitoplanctónica a favor de los cocolitofóridos, los dinoflagelados y otros pequeños flagelados que tienen la capacidad de utilizar nutrientes a partir de la mineralización de compuestos orgánicos (Campagna et al. 2006).

Según Lutz et al. (2009) el primer estudio en la Plataforma Continental Argentina y Antártida mostró que la producción fitoplanctónica fue mayor en el norte que en el sur del quiebre de la plataforma en el comienzo del florecimiento de primavera, y que la eficiencia de producción por unidad de clorofila aumenta a medida que la estación avanza. Según se puede observar (Figura 115), en las fechas de muestreo los máximos de clorofila cambiaron de posición de una semana a la otra lo que posiblemente incidió sobre el posicionamiento del zooplancton que las consume. Si bien la zona del talud de la Plataforma Continental Argentina es considerada de alta producción biológica propiciado por diversos factores, las imágenes satelitales muestran situaciones dinámicas y cambios rápidos en la posición de los florecimientos fitoplanctónico. Esto sugiere que si bien es una zona de alta producción biológica favorecida por la surgencia de aguas ricas en nutrientes provistas por la Corriente de Malvinas y que son utilizadas por las algas cuando son propicias las condiciones ambientales en primavera, éstas no permanecerían de forma estática en el talud sino que serían transportadas rápidamente. Dicha movilidad, condicionante de la presencia del zooplancton, podría deberse a patrones de circulación derivados de la confluencia de las corrientes de Brasil y Malvinas y sus interacciones en la región central de la plataforma. Sin embargo, según lo observado en el trabajo de Palma et al. (2004 y 2008) otra posibilidad de rápido cambio en la posición de la biomasa fitoplanctónica es el producido por la presencia de vientos sobre la superficie marina que propiciaría un rápido barrido.

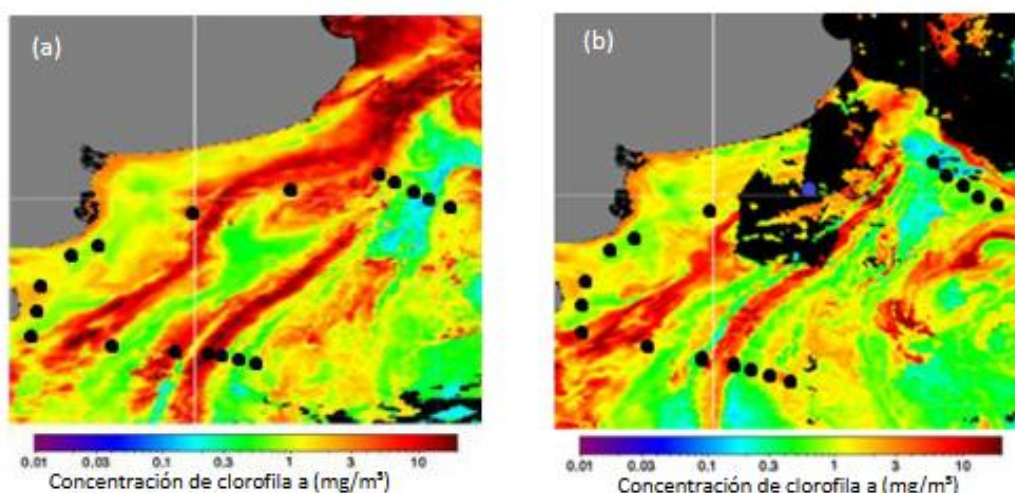


Figura 115. Concentración de clorofila a determinada en la región de estudio. Imagen satelital compuesta (a) de 8 días entre las fechas 9 y 16 de noviembre e imagen satelital compuesta (b) de 8 días entre las fechas 17 y 24 de noviembre del año 2010. Fuente: Priotto 2017.

Segura et al. (2013) muestrearon 70 estaciones en 3 periodos (Figura 116) para distinguir diferentes tipos de fitoplancton fotosintético y Bio-óptico (PBPT). Estos autores examinaron la composición taxonómica principal y porcentaje de *chl a* en fracciones menores a 5 μm encontradas en el PBPT. Los resultados muestran que hay un alto grado de variabilidad en las propiedades fotosintéticas y bio-ópticas, lo que indica que las comunidades fitoplanctónicas se adaptan a la alta heterogeneidad en las condiciones ambientales de esta región.

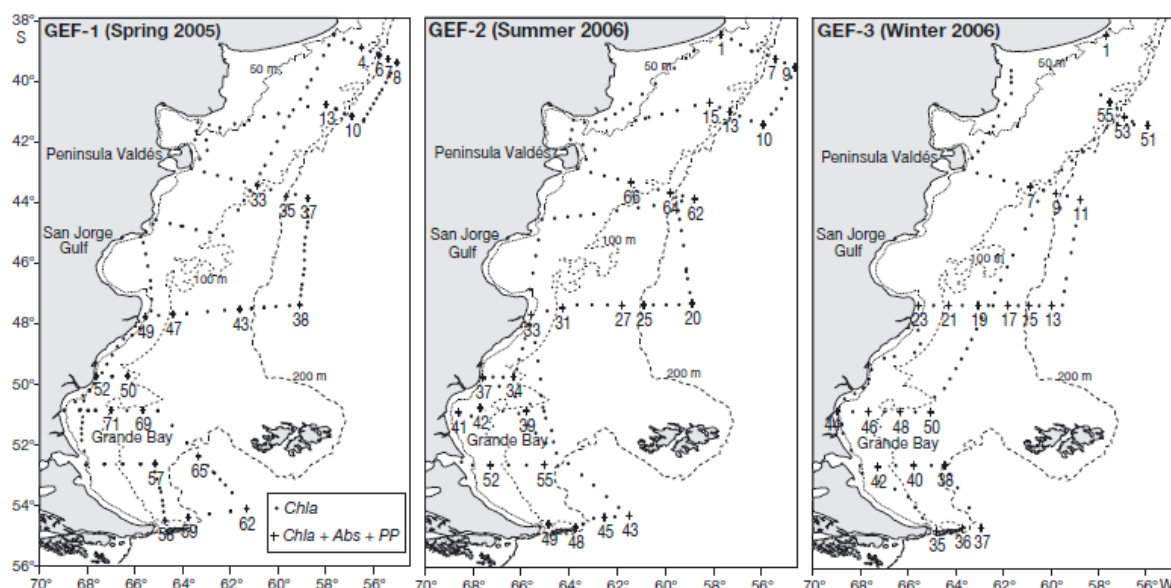


Figura 116. Localización de las estaciones de los 3 cruceros (GEF-1, GEF-2 y GEF-3). Símbolos indican donde se colectaron las muestras en las estaciones. *Chl a* representa los puntos donde solo fue medida *chl a* en superficie, y *Chl a + Abs* (Absorción + PP (producción primaria de campo) representa la producción primaria en cada estación. Fuente: Segura et al 2013.

En la Figura 117 se observa que, para el área de influencia indirecta del proyecto, las mayores concentraciones de *chl a* en superficie corresponden a la estación verano (Segura et al 2013).

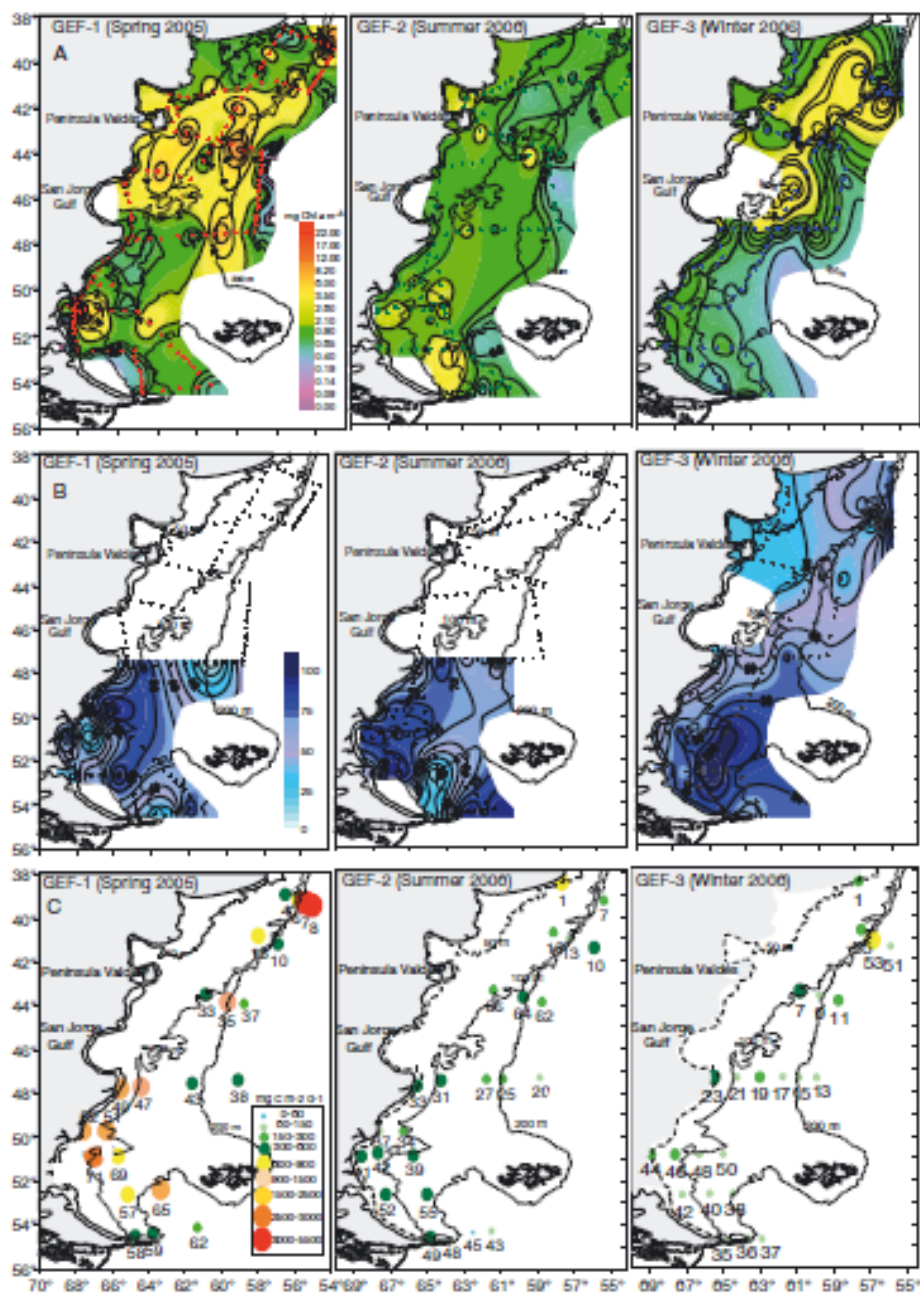


Figura 117. Distribución de (A) superficie total de *Chl a*, (B) porcentaje de la superficie de *Chl a* en la fracción menor a 5 µm, y (C) productividad primaria integrada diaria de las 3 campañas. Fuente: Segura et al. 2013.

En la Figura 118 se pueden observar los mapas de distribución de clorofila satelital, indicador de la biomasa de fitoplancton (Allega et al. 2020). Se observa un florecimiento del fitoplancton en casi toda la plataforma durante la primavera, debido al incremento de la radiación solar, la estratificación de la columna de agua en muchos lugares (permitiendo al fitoplancton permanecer en la capa iluminada) y la disponibilidad de nutrientes que fueron distribuidos en toda la columna por la mezcla invernal. Las mayores concentraciones se registran a lo largo del frente de talud continental, en la región próxima a Península Valdéz, y en Bahía Grande. Durante el verano los valores de clorofila disminuyen (en gran medida por empobrecimiento de nutrientes) en la región de la plataforma media y se concentran en el talud y Patagonia Austral, así como en la zona sur de Península Valdéz. Durante el otoño la concentración de clorofila baja en toda la región, pero permanecen los valores medios en toda la plataforma (hasta el talud) con focos en regiones costeras. En el invierno se dan las concentraciones más bajas, principalmente debido a la baja radiación solar y a la activa mezcla de la columna de agua. No obstante, en la zona norte se evidencia el comienzo de la floración primaveral. Este patrón general de distribución presenta variabilidad intra e inter-anual (Negri et al. 2010)

Para el Frente del talud, en el área de influencia indirecta del proyecto, los valores máximos de productividad fitoplanctónica se registran durante las estaciones de primavera y verano.

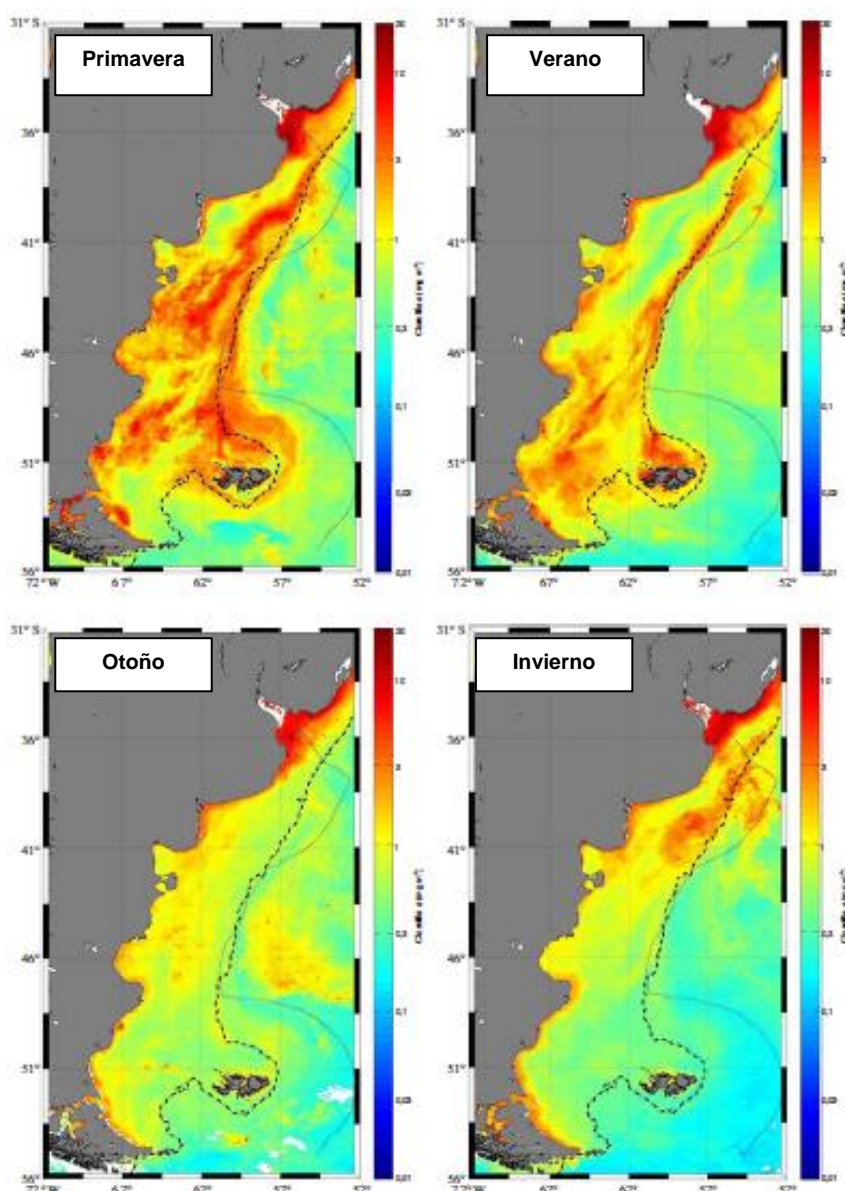


Figura 118. Mapas de distribución de clorofila satelital en las cuatro estaciones de 2018: verano (enero-febrero-marzo), otoño (abril-mayo-junio), invierno (julio-agosto-septiembre) y primavera (octubre-noviembre-diciembre). Imágenes MODIS AQUA de 4 km de resolución compuestos cada 3 meses, procesadas por el Subprograma de sensoramiento Remoto del INIDEP. Fuente: Allega et al. 2020.

4.1.2 Zooplankton

En el Mar Argentino el ciclo de producción del zooplankton adopta patrones típicos de mares templado-fríos, con una variación estacional de su biomasa asociada al explosivo crecimiento primaveral del fitoplancton, que experimenta un gradiente progresivo desde la costa hacia el talud y del Norte al Sur, de acuerdo con la abundancia de nutrientes y la estabilización de la columna de agua.

En las aguas de las corrientes de Malvinas y Brasil viven más de 1.000 especies de zooplancton marino. La mayoría de las especies son escasas y la representación en grupos taxonómicos es desigual: más del 80 % de los individuos corresponden a menos del 20 % de las especies. En la Figura 119 se observa la cantidad de especies de varios grupos zooplantónicos para el océano mundial y el Mar Argentino y sus adyacencias (Boltovskoy et al 1999).

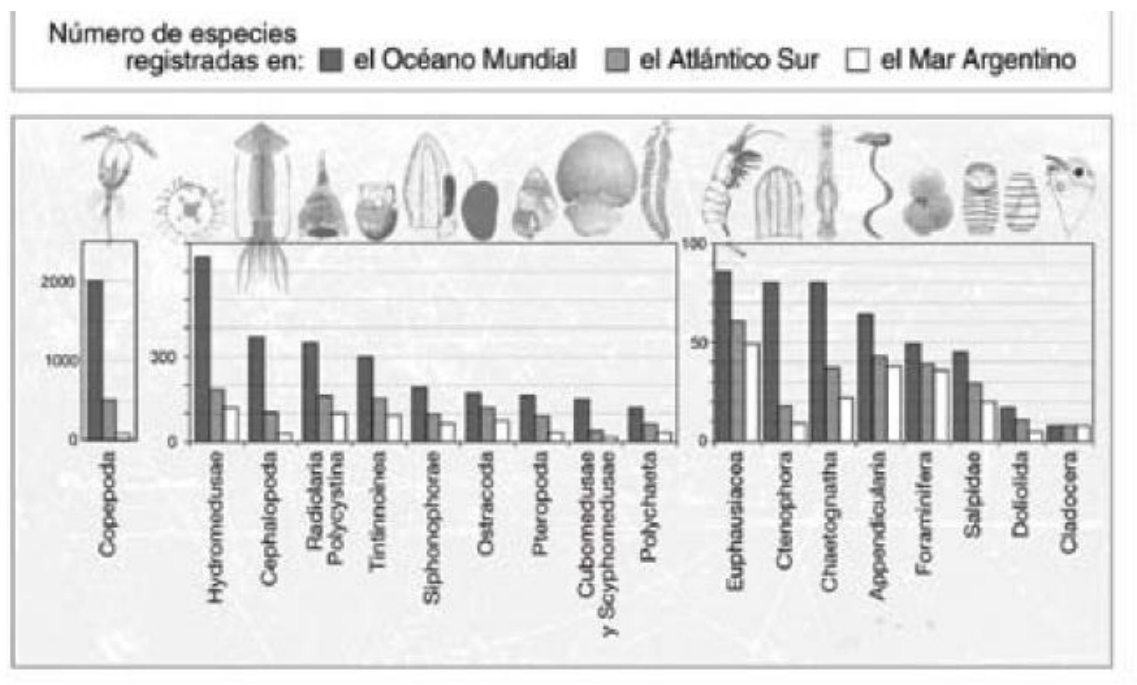


Figura 119. Diversidad del zooplancton comparando el océano, el mar patagónico y sus adyacencias
Fuente: Boltovskoy et al. 1999.

Con respecto a la composición del zooplancton, la fracción que comprende a los organismos de menos de 5 mm de largo (mesozooplancton) se compone principalmente de copépodos (89%) y ocasionalmente de ostrácodos, pterópodos, formas juveniles de eufáusidos y anfípodos y también larvas de otros crustáceos y huevos de peces (Sabatini et al. 2001). Esta fracción aporta aproximadamente entre un 50 y un 60% de la biomasa total del zooplancton en otoño y primavera, respectivamente. Las dos especies dominantes de copépodos calanoideos son: *Drepanopus forcipatus* (que se distribuye ampliamente en aguas de la plataforma) y *Calanus australis* (que se ubica en aguas de la plataforma interna y media). En general, el mesozooplancton muestra una leve tendencia a aumentar en aguas costeras (en proximidades a la isobata de 50 m), disminuyendo en aguas intermedias y volviendo a incrementarse en la zona del talud y aguas adyacentes (Campagna et al. 2006).

El macrozooplancton (formado por organismos de más de 5 mm de largo) incluye fundamentalmente eufáusidos (krill), anfípodos y chaetognatos (Sabatini et al. 2001). Uno de los organismos zooplantónicos más importantes en el área es el krill, ya que representa la fuente de alimento de muchas especies de peces, cetáceos, pinípedos, pingüinos y otras aves marinas que frecuentan el área. Se conoce con ese nombre a los crustáceos pelágicos del género *Euphausia* (eufáusidos). Por otro lado, el grupo de anfípodos es prácticamente monoespecífico y está representado casi exclusivamente por *Themisto gaudichaudii*. Esta especie constituye el alimento clave para la mayoría de las especies de peces que se distribuyen en el área (Campagna et al. 2006).

4.1.2.1 Distribución espacial

Cepeda (2006) estudió la variación espacial de la biodiversidad mesozooplanktónica en un sector de la plataforma costera bonaerense. En el área de influencia indirecta del proyecto se identificaron un total de 15 especies de copépodos y 5 especies de cladócero. También se registraron otros grupos de apendicularias, quetognatos, medusas, petropodos y varios tipos de larvas mesozooplanktónica, como los poliquetos, lamelibranquios, cirripedios y calyptosis y furciliias de eufasidos. Las apendicularias y larvas de lamelibranquios fueron dominantes en la comunidad mesozooplanktónica. Se identificaron tres áreas faunísticas: estuarina, costera y de plataforma interna (área de influencia indirecta), los organismos característicos de cada área se observan en la Figura 120. La estratificación fue la variable que mejor explicó la distribución espacial obtenida.

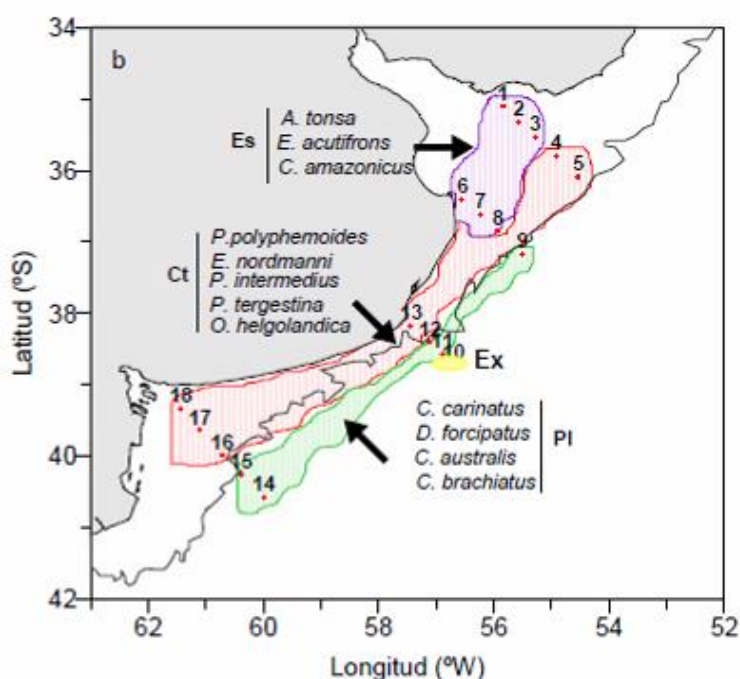


Figura 120. Mesozooplankton de un sector de la plataforma costera bonaerense (noviembre 2002).
Fuente: Cepeda, 2006.

Di Mauro (2011) coincide con lo hallado por Cepeda (2006) sobre la distribución y abundancia del mesozooplankton de plataforma. Dicho análisis agrupa 4 áreas faunísticas bien representadas. El área de Plataforma, cercana a la zona de estudio quedó definida por los copépodos grandes como *Calanoides carinatus*, *Drepanopus forcipatus* y *Centropages brachiatus*. Las especies *Clausocalanus brevipes*, *Ctenocalanus vanus*, *Oithona helgolandica*, *Microsetella norvegica* también contribuyeron con altos porcentajes a la formación del grupo, aunque en algunos casos se encontraron también en estaciones costeras. Estas especies, de hábitos preferentemente herbívoros (Mauchline, 1998), se verían favorecidas por los florecimientos fitoplanctónicos primaverales durante el período de estudio. La especie *Clausocalanus brevipes* posee además la capacidad de producir huevos de resistencia (Mauchline, 1998), lo cual le permitiría explotar ambientes como éste donde la disponibilidad de alimento no es constante.

Cepeda et al. (2018) realizaron una revisión de la información disponible sobre la diversidad y ecología del zooplancton del Océano Atlántico Sur. El foco estuvo en los copépodos y secundariamente los anfípodos hyperídeos y eufásidos. En este trabajo se consideró la estructura y dinámica de las comunidades zooplanctónicas en relación a las masas de agua, áreas frontales y circulación en general, específicamente en la plataforma norte, el sistema frontal Valdéz y la plataforma sur. En la Figura 121 se observa el detalle de la abundancia relativa en el área de estudio.

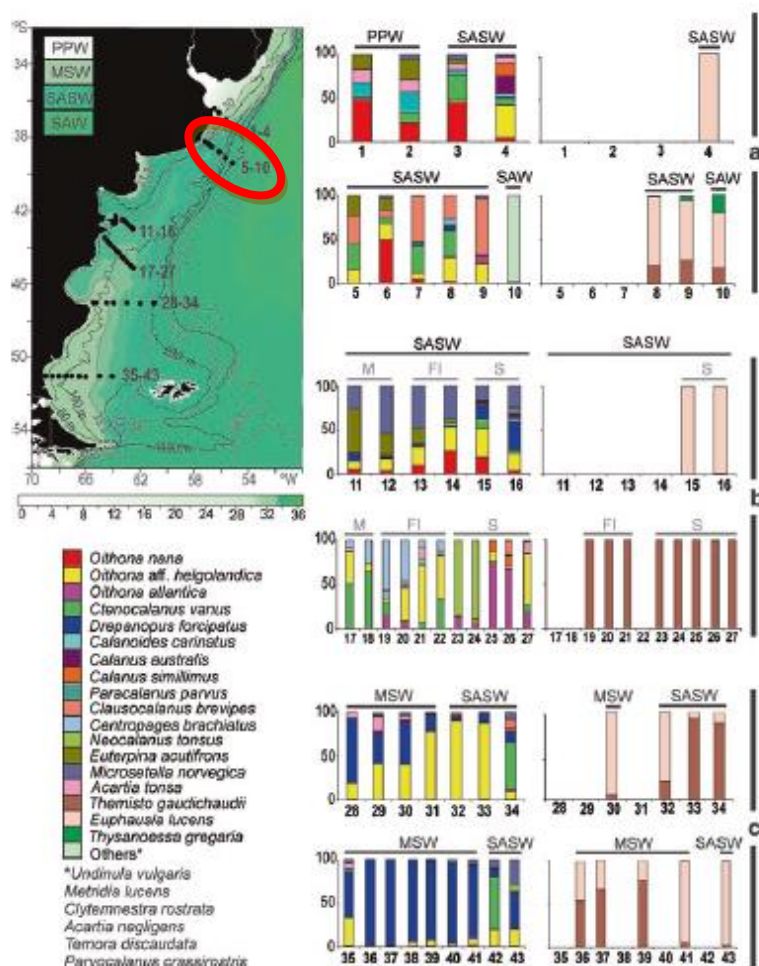


Figura 121. Abundancia relativa de las especies de copépodos y macrozooplancton a lo largo de distintas transectas que atraviesan la plataforma. a) Plataforma norte; b) Sistema Frontal Valdez sobre Patagonia Norte; c) Plataforma Patagonia sur. Se observa la distribución horizontal del promedio anual de salinidad de superficie correspondiente a las masas; PPW: aguas de la Pluma del Plata; MSW: aguas del estrecho de Magallanes; SAW: Aguas de la plataforma subantártica y corriente de Malvinas; SASW: Aguas de la plataforma subantártica. M: aguas mixtas. Fi interface frontal y S estratificada representando 3 sectores del Frente Valdéz El recuadro rojo indica la transecta de la plataforma sur, cercana al área de estudio. Fuente: Cepeda et al. 2018.

En la Figura 122 se observa la distribución y abundancia de las principales especies presentes en toda la plataforma y el borde del Talud (Cepeda et al. 2018). Con abundancias variables a lo largo de las estaciones, los componentes principales para la zona SASW consisten en adultos y copepoditos tardíos de *D. forcipatus*, copepoditos C5 y hembras adultas de *C. australis* y el amphipodo *T. gaudichaudii*. Mientras que la zona SASW se caracteriza por copepoditos C4-5 de *D. forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *C. vanus*, *C. brevipes* y *C. similimus*; el cyclopoidio *O.aff.helgolandica* y *O.atlantica*; *T. gaudichaudii*, juveniles de euphasidos. Migrantes estacionales epipelágicos tales como *N. tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *M. lucas* han sido registrados en bajo número sobre la plataforma externa, cerca del talud (Ramírez y Sabatini 2000). Las contribuciones significativas de especies de pequeño tamaño como *O. aff.helgolandica* y *M. norvegica*, sólo se han hecho evidentes recientemente a partir de muestreos con redes de malla fina. En términos de ocurrencia y abundancia, estos copépodos ocupan, respectivamente, el segundo y tercer lugar en abundancia en la comunidad después de *D. forcipatus*. *C. vanus* aparece cuarto en abundancia, más concentrado en las aguas offshore, mientras que la importancia numérica relativa de *C. australis* parece ser menor que la establecida previamente usando redes más gruesas (Antacli et al. 2010; 2014).

Las masas de agua SAW y SASW están tan estrechamente relacionadas en su origen que sus comunidades asociadas son parecidas. Diferencias en la abundancia de las especies es el resultante de historias de vida distintivas y el desarrollo de la población podría ser más importante para definir los conjuntos. La comunidad SASW de nivel medio puede ser caracterizada como un conjunto de ecotono, relacionada con una extensión de la comunidad MSW, pero con fuertes contribuciones del SAW (Cepeda et al. 2018).

Las masas de agua de MSW se caracterizan por adultos y copepoditos tardíos de *D. forcipatus*, copepoditos C5 y adultos, hembras de *C. australis* y el anfípodo *T. gaudichaudii*. El SASW se caracteriza principalmente por copépodos C4–5 de *D. forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *C. vanus*, *Clausocalanus brevipes* y *C. similimus*; los ciclopoides *O. aff. helgolandica* y *O. atlantica*; *T. gaudichaudii*; y juveniles euphausidos. La mayoría de estas especies también son típicas del conjunto SAW. Migrantes estacionales epipelágicos como como *N. tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *M. lucas* también se registran, aunque en números reducidos, sobre la plataforma exterior cerca de la pendiente (Ramírez y Sabatini 2000). Debido a la amplia extensión de la plataforma continental, la comunidad SAW tiene solo una representación menor en el área del frente patagónico, respecto a lo históricamente registrado. Las importantes contribuciones de especies de pequeño tamaño, como *Oithona aff. helgolandica* y *Microsetella* norvegica, sólo recientemente se han hecho evidentes a partir de muestreo con redes de malla fina (Antacli et al. 2010, 2014b). En términos tanto de abundancia numérica como de ocurrencia, estos copépodos ocupan, respectivamente, el segundo y terceros lugares en la comunidad después de *D. forcipatus*, que es consistentemente el más componente conspicuo del mesozooplankton en el sistema ACS del sur, con mucho superando en número a cualquier otra especie en todas las estaciones. *Ctenocalanus vanus* aparece como la cuarta especie más numerosa, concentrada principalmente en aguas marinas, mientras que La importancia numérica relativa de *C. australis* más grande parece ser menor que la establecida previamente usando redes más gruesas (Cepeda et al 2018).

Para el área de influencia indirecta del proyecto se observa que el macrozooplankton, se destaca con el anfípodo híperido *T. gaudichaudii* y el eupasido *Euphasia lucas* (Figura 122). Otras especies de importancia al Norte del área de prospección son las especies *O.aff.helgolandica* y *O.atlantica*.

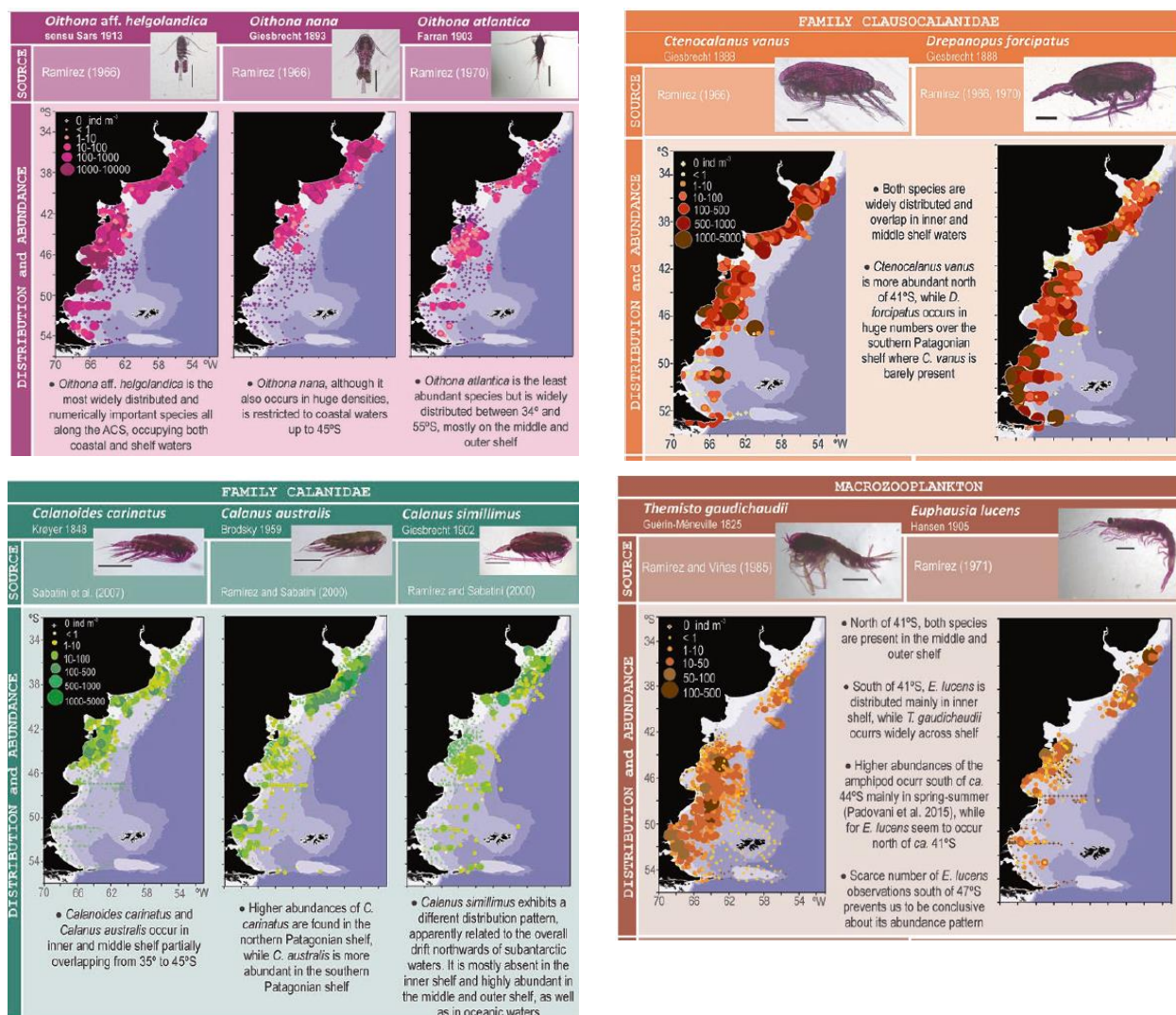


Figura 122. Distribución y abundancia de especies del zooplancton en el Mar Argentino. Fuente: Cepeda et al. 2018.

4.1.2.2 Distribución temporal

La plataforma se caracteriza por cambios estacionales en las comunidades de plancton, típicos de regiones de temperaturas frías, con una marcada estacionalidad en la abundancia del mesozooplancton después del bloom primaveral del fitoplancton (Sabatini et al. 2016).

La mayoría de las especies de copépodos muestran estructuras poblacionales diferenciadas para las áreas norte y sur de la plataforma patagónica sur, estas diferencias también se aplican a las actividades de alimentación y reproducción de las poblaciones de *D. forcipatus* y *C. australis* (Antacli et al. 2014; Sabatini et al. 2016). Esto probablemente se deba en gran parte a la importancia de la temperatura, que tiene un marcado gradiente latitudinal a lo largo de la plataforma patagónica sur, más fría hacia el sur (Sabatini et al. 2004).

La abundancia total de mesozooplankton aumenta aproximadamente 2.5 veces desde el comienzo de la primavera hasta fines del verano y luego disminuye al menos cuatro órdenes de magnitud en invierno. En todas las estaciones, los copépodos representan más del 70 al 80% de todo el mesozooplankton en la mayor parte de la plataforma patagónica sur. Aunque las diferencias estacionales en la abundancia son sorprendentes, la distribución espacial de mesozooplankton es muy similar a lo largo de la temporada, con concentraciones relativamente más altas principalmente en Bahía Grande y sus alrededores. La biomasa de los productores primarios aumenta localmente en éste área durante los meses de abril y verano (Lutz et al. 2010; Dogliotti et al. 2014), y grandes biomásas de mesozooplankton se registran de manera recurrente al final de la temporada productiva (Sabatini 2008; Antacli 2014).

La influencia de la corriente de Malvinas y el fuerte forzamiento de las mareas en la dinámica frontal local parecen fortalecerse en Bahía Grande y probablemente estén generando un área de recirculación rica en nutrientes (Sabatini 2004; Piola 2018). Allí una proporción significativa de la producción puede retenerse a escalas temporales, permitiendo el desarrollo de abundantes productores primarios y secundarios (Sabatini et al. 2016).

Los análisis a nivel poblacional de especies claves como los copépodos de tamaño mediano y grande (*D. forcipatus* y *C. australis*) y anfípodos (ejemplo *T. gaudichaudii*), indican una alta productividad durante la primavera y principios del verano, siendo el final del verano el inicio de la temporada menos productiva en la plataforma sur patagónica, con la prevalencia de la red trófica microbiana, mostrando condiciones limitantes para los copépodos (Lutz et al. 2010; Antacli 2014). En esta época del año, la población de los dos copépodos dominantes (en gran parte copepoditos C4 y C5) almacenan lípidos, y las especies se distribuyen de manera diferente en la columna de agua. La mayor parte de la población de *D. forcipatus* se concentra en las capas superiores hasta 50 m, mientras que *C. australis* se retira a aguas más profundas, incluso cerca del fondo. Los resultados del muestreo sugieren que mientras *D. forcipatus* todavía se alimenta en la columna de agua superior, la mayor parte de la población de *C. australis* puede estar entrando en un período de metabolismo detenido en la profundidad y, por lo tanto, no se alimenta o apenas lo hace (Sabatini et al. 2008). A finales del verano las hembras adultas y los copépodos tardíos de *D. forcipatus* y *C. australis* muestran una baja actividad de alimentación, aunque ambas poblaciones muestran algo de desove en curso (Antacli et al. 2014). La dieta de las hembras adultas durante el final del verano, basadas en análisis del contenido intestinal, indican que *D. forcipatus* se alimenta de forma oportunista de las partículas más pequeñas, pero más abundantes del medio ambiente. El contenido intestinal de *C. australis* sugiere una ingestión relativamente mayor de presas autótrofas, particularmente diatomeas grandes. La capacidad de ingerir pequeñas partículas de alimentos podría proporcionar a *D. forcipatus* una ventaja importante sobre los copépodos más grandes y tal vez sea una de las razones de su abrumadora abundancia numérica en algunas áreas de la plataforma patagónica sur (Antacli et al. 2014).

Por su parte, el hyperido *T. gaudichaudii* alcanza su mayor biomasa en esta área de la plataforma (Sabatini y Alvarez Colombo 2001; Padovani et al 2015), donde su población se desarrolla sobre la base de concentraciones muy elevadas de copépodos como alimento y temperaturas adecuadas del agua. Se han reportado biomásas muy grandes de este anfípodo en el área de la Bahía Grande sobre la plataforma interior y media, principalmente en verano-otoño (Sabatini y Alvarez Colombo 2001). La población local tiene un período reproductivo más extenso (primavera-verano), un mayor número de cohortes (dos principales) y un tamaño de madurez menor (alrededor de 10 mm) que otras poblaciones de *T. gaudichaudii* en latitudes similares. Ésta adaptación favorecería mayores abundancias, ubicando el sistema de plataforma sur patagónica entre los más favorables para el desarrollo de este anfípodo en cualquier parte de su rango de distribución global (Padovani et al. 2015). *T. gaudichaudii* sustenta firmemente a la comunidad de peces planctívoros y calamares de la zona (Padovani et al. 2012). Debido a esta relevancia trófica, *T. gaudichaudii* se ha postulado como una especie de "cintura de avispa", canalizando el flujo de energía en una cadena alimentaria corta y eficiente, papel similar al del krill en aguas antárticas (Cepeda et al 2018).

Para el Frente del Talud, en el área de influencia indirecta del proyecto, la mayor biomasa de zooplancton se registra desde el comienzo de la primavera hasta fines del verano, principalmente compuesto por macrozooplancton, destacándose las especies *T. gaudichaudii* y *E. lucens*. Otras especies de importancia al Norte del área de prospección son las especies *O.aff.helgolandica* y *O.atlantica*.

4.1.2.3 Zooplancton gelatinoso

Las medusas, salpas y ctenoforos son categorizados como parte del zooplancton gelatinoso (GZ). Éstos representan un grupo funcional compuesto por diferentes phyla (ejemplo Chaetognatha, Ctenophora, Cnidaria, Chordata, etc), y contienen un alto contenido acuoso en su cuerpo (mayor al 95 %) lo cual les da el peculiar aspecto gelatinoso y cierto grado de transparencia y fragilidad (Tapia y Genzano 2019). El GZ está compuesto por especies meroplantónicas con estadios bentónicos adaptados, y especies holoplantónicas que se asocian solo en una parte de su ciclo de vida.

El GZ cumple varios roles ecológicos, tales como efectos considerables en la comunidad de plancton a través de la depredación directa y la competencia por el alimento, efectos en las cascadas tróficas, y diversas interacciones no tróficas con otros grupos biológicos (Schiariti et al. 2018). Sin embargo, debido a la presencia altamente estacional de muchas especies gelatinosas, su efecto estructurador es a menudo temporal (Tapia y Genzano 2019).

Recientemente, Díaz Briz y colaboradores (2017) cuantificaron la ocurrencia del zooplancton gelatinoso (ctenoforos, salpas y medusas) en contenidos estomacales de peces en el Océano Atlántico Sur. Las muestras fueron obtenidas en el periodo de octubre hasta abril, desde 1986 al 2000 de campañas del BO "Oca Balda" INIDEP. Se analizaron 107 especies y encontraron GZ en 39 especies. En total hay 44 especies de peces que consumen ZG, 5 no fueron reportadas en este trabajo. Algunas especies de peces son consumidoras frecuentes de ZG y otras ocasionales. Solo unas pocas especies de peces consumen ZG como fuente principal de nutrición. La mayoría de estas familias que son medusofagas con del suborden Stromateioides y cuentan con una serie de adaptaciones anatómicas en su tracto digestivo que facilitan la predación de estos organismos (Harbinson 1993). En la Figura 123 se observa la distribución espacial de las muestras obtenidas con red de arrastre y los puntos rojos representan donde hubo ocurrencia de ZG en los estómagos de los peces.

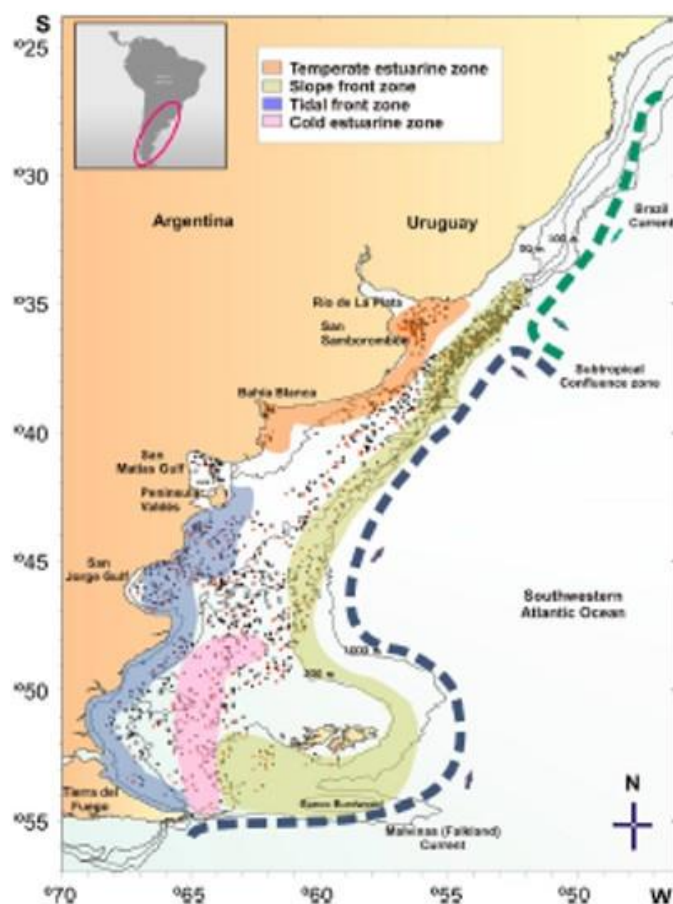
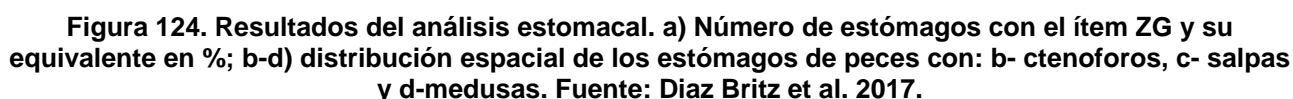


Figura 123. Área de estudio de la plataforma Argentina y Uruguay tomada del trabajo de Díaz Britz et al. (2017). Las áreas coloreadas indican las diferentes zonas frontales de la región. Los puntos negros corresponden al total de muestras por red de arrastre y los puntos rojos representan donde hubo ocurrencia de ZG en los estómagos de los peces.

En la Figura 124 se observa la distribución en la Plataforma Continental Argentina y uruguaya de los estómagos de peces con el ítem ZG, siendo el consumo de ctenóforos el más uniforme en toda el área con valores similares de frecuencia. Los ctenóforos se consumieron en niveles elevados en casi todas las zonas de las plataformas continentales de Argentina y Uruguay. Las salpas son presas más frecuentes en el talud y la plataforma sur. En cambio, las medusas se consumen más en las zonas costeras, el talud y la plataforma sur (Díaz Britz et al. 2017).



En el área de influencia indirecta del proyecto hay presencia de estómagos de peces con ctenoforos, siendo baja la diversidad de ZG en la zona. Los principales grupos de ZG son tenóforos, salpas y medusas. Los más frecuentes en el área de influencia indirecta son los Ctenoforos. No se encontraron estudios sobre la distribución estacional del ZG para el área de prospección.

4.2 BENTOS

El bentos está constituido por los organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas. Las comunidades bentónicas son muy diversas según la naturaleza del sustrato (roca, arena, limo) y la profundidad. En los fondos marinos suele reinar una estabilidad de condiciones muy superior a la propia de las aguas pelágicas, donde se encuentran el plancton y el necton, y que están sometidas a movimientos y cambios incesantes. Los organismos vegetales se fijan directamente en el fondo, mientras que los animales se pueden anclar, enterrar o reptar. Su hábitat suele ser la superficie y los pocos centímetros superiores del material del fondo oceánico formado por arena, rocas o fango. Los organismos bentónicos tienen escasa o ninguna capacidad de natación, lo cual les permite adoptar formas que no se ajustan a exigencias hidrodinámicas y, como no se enfrentan con problemas de flotación, pueden desarrollar estructuras esqueléticas gruesas como conchas y alcanzar tamaños considerables.

Los invertebrados bentónicos desarrollan un papel esencial en los ecosistemas marinos. Muchos representan especies explotadas comercialmente que sostienen pesquerías de gran importancia, como el langostino (*Pleoticus muelleri*), la vieira (*Zygoclamys patagónica*) o la centolla (*Lithodes santolla*). Además, presentan una estrecha relación con especies de peces de interés comercial, ya sea porque son componentes de sus dietas, porque generan hábitats para la deposición de huevos o bien por constituir refugio o alimento para estadios larvales o juveniles (Giberto et al. 2015, Giberto et al. 2017, Vázquez et al. 2018). Asimismo, algunos organismos bentónicos se comportan como ingenieros ecosistémicos y constituyen ambientes altamente estructurados que permiten el desarrollo de comunidades de una alta biodiversidad, como en el caso de los “bosques animales” (Rossi et al. 2012, 2017). En ellos se encuentran organismos sésiles y suspensivos como las esponjas, corales, briozoos, brachiopodos y ciertos moluscos (Rossi et al. 2017).

Determinados grupos de invertebrados bentónicos (esponjas, cnidarios, tunicados, braquiópodos) son denominados Taxones Indicadores y se destacan especialmente por su rol ecológico y porque poseen una alta susceptibilidad ante cualquier cambio natural o antrópico. Cuando en estos grupos se registran biomásas mayores a 10 kg 1.200 m⁻², los hábitats se enmarcan en Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs). En la zona patagónica austral (48° S-55° S) entre los 50 y 400 m de profundidad se detectaron aproximadamente 90 taxones de macroinvertebrados, incluyendo varios TI, algunos de los cuales son muy frecuentes y abundantes (Allega et al. 2020).

4.2.1 Comunidades fitobentónicas

En las costas de la Provincia de Buenos Aires, los arribazones (grandes volúmenes de algas que el mar deposita ocasionalmente sobre las costas, principalmente en las playas) de algas son poco frecuentes y de menor magnitud que en la costa patagónica. Becheruci M.E y Benavides H (2016) caracterizaron la composición florística y la biomasa húmeda de las especies que componen tres arribazones de algas ocurridos en 2012 y 2013 en las playas de Quequén, Necochea y Mar del Plata; con el propósito de contribuir al conocimiento de las poblaciones sub-mareales locales.

Se identificó un total de 19 especies de macroalgas, previamente registradas en catálogos de algas marinas de la provincia de Buenos Aires, y en diversos estudios de ecología realizados en los intermareales de Mar del Plata y Quequén; con excepción de *Ahnfeltiopsis* sp. y Gigartinaeae no identificada.

Tabla 5. Porcentaje de biomasa relativa (%) de macroalgas registradas en las playas de Necochea, Quequén y Mar del Plata. Fuente: Becheruci y Benavides, 2016.

Phylum	Orden	Especie	Biomasa húmeda relativa (%)		
			Necochea	Quequén	Mar del Plata
<i>Heterokontophyta</i>	<i>Dictyotales</i>	<i>Dictyota</i> spp.	35.28	47.68	0.09
<i>Rhodophyta</i>	<i>Corallinales</i>	<i>Jania rubens</i> (L.) Lamour	19.64	3.78	2.82
		<i>Bossiella</i> sp.	0.18	0.02	0.85
		<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	10.44	1.61	13.18
	<i>Ceramiales</i>	<i>Anotrichium furcellatum</i> (J. Agardh) Baldock	7.97	12.05	3.52
		<i>Pterosiphonia</i> sp.	1.29	2.83	0.03
		<i>Callithamnion</i> sp.	0.24	-	0.15
		<i>Ceramium</i> spp.	0.15	0.13	0.58
		<i>Chondria</i> sp.	1.57	0.25	2.85
		Delesseriaceae sp	1.43	0.16	-
	<i>Rhodymeniales</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	2.37	0.61	23.15
		<i>Gastroclonium trichodes</i> (C. Pujals) B. Santelices, I.A. Abbott & M.E. Ramírez	0.15	-	-
	<i>Gigartinales</i>	Gigartinaceae no identificada.	0.71	1.40	32.85
		<i>Ahnfeltiopsis</i> sp.	-	-	14.33
		<i>Gymnogongrus torulosus</i> (J.D. Hooker & Harvey) F. Shmitz	-	-	0.43
<i>Chlorophyta</i>	<i>Ulvales</i>	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	-	-	0.06
		<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	0.04	-	-
	<i>Cladophorales</i>	<i>Chaetomorpha</i> sp.	0.03	-	-
	<i>Bryopsidales</i>	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	3.76	-	5.01
Restos de especies no identificadas		14.76	29.49	0.06	

4.2.2 Comunidades faunobentónicas

Respecto a las comunidades faunobentónicas, Bastida et al. (1992) estudiaron la composición específica de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la Plataforma Continental Argentina. Las comunidades del distrito Patagónico están dominadas por moluscos (filum Mollusca), equinodermos (filum Equinodermata) y briozoos (filum Bryozoa), en ese orden. Los braquiópodos (filum Brachiopoda) son el siguiente grupo en importancia.

Estos autores identificaron dos regiones dentro del Distrito Patagónico, que se diferencian fundamentalmente por su riqueza específica. Las comunidades de la región interna (<100 metros de profundidad) presentaron menor riqueza específica que aquellas comunidades de la región externa (100-200 metros de profundidad). De hecho, prácticamente la totalidad de las especies reportadas en la región interna fueron identificadas en la región externa, pero no así en el sentido inverso. Mientras que las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la región externa presentan un 16,3% de especies exclusivas para la Plataforma Continental Argentina, las comunidades de la región interna sólo presentan un 0,54% (Bastida et al. 1992). Las diferencias entre las distintas comunidades parecieran deberse a la temperatura de las aguas y, en segundo lugar, a la morfología de fondo. La región externa está influenciada por la Corriente de Malvinas y por lo tanto sus aguas son más frías. En cambio, la región interna se encuentra influenciada por la Corriente Patagónica Subantártica, de aguas más templadas. De hecho, muchas de las especies presentes en la región externa, pero no en la interna, son especies asociadas a bajas temperaturas como *Solariella kempfi*, *Beania costata* y *Ampidostoma giganteum* (Bastida et al. 1992). Los anélidos poliquetos (filo Annelida, clase Polychaeta) son otro grupo faunístico muy bien representado en las comunidades bentónicas de la Plataforma Continental Argentina. Su diversidad y abundancia se reporta elevada para todas las profundidades (Perry, 2005).

El área de influencia indirecta de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100 y CAN_108 se superpone con el área “B” en la región interna de la plataforma, presenta 112 especies de macroinvertebrados, conjunto subdominado por briozoos y equinodermos, de los cuales solo una especie es exclusiva de esta área (Figura 125). Mientras que el área CAN_114 se ubica en el área “C”, bajo la influencia de la corriente de Malvinas (de alta productividad y bajas temperaturas) con un total de 152 especies, muestra un alto porcentaje de especies exclusivas (16.30 %), la comunidad está dominada por briozoos y brachiopodos, siendo los echinodermos menos abundantes que en el área “B”.

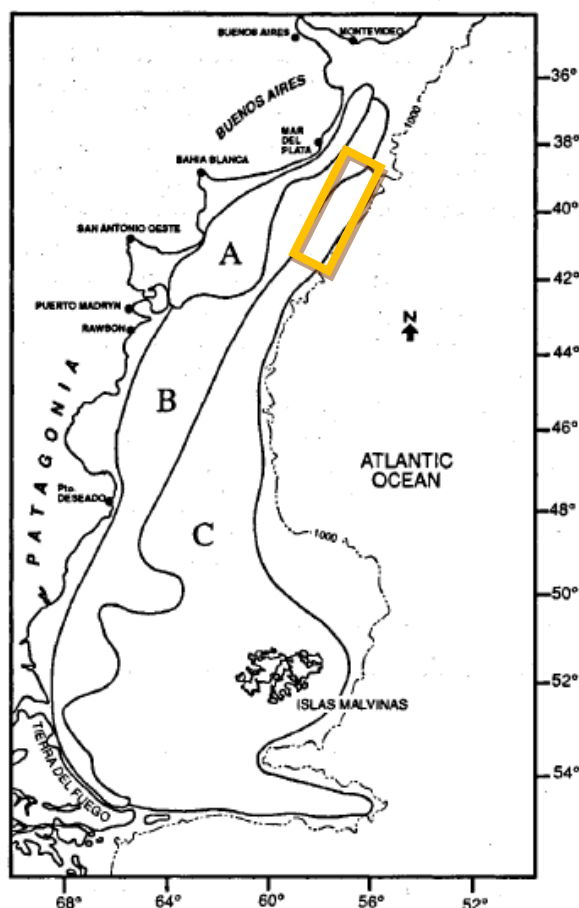


Figura 125. Mapa con las estaciones definidas por Bastida et al. 1992, señalando la superposición con las áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114.

4.2.2.1 Comunidades bentónicas asociadas a las UM de las Vieiras

En la zona de la plataforma externa y el talud se realizaron estudios para la caracterización del bentos utilizando la localización de unidades de manejo (UM) para la pesca de la vieira patagónica (Bremec y Giberto 2017). Se realizó una recopilación y actualización de la información de las comunidades bentónicas de diferentes sectores, siendo poríferos, equinodermos, hidroides, organismos infaunales y epibionticos, la fauna más común acompañante de la vieira patagónica.

La vieira, *Zyglochamys patagónica*, es una de las especies dominantes en las comunidades bentónicas del frente de talud, especialmente en la franja que oscila entre los 80 y los 120 m, en la que se distribuye formando las densas agregaciones que son explotadas (Bogazzi et al., 2005). Las unidades de manejo se observan en la Figura 126. El funcionamiento del ecosistema bentónico en esta región está estrechamente vinculado al flujo de energía que llega desde la superficie como “lluvia de fitoplancton” y como subproductos de la actividad que se desarrolla en los primeros metros de la columna de agua (Acha, 2015).

Hasta el presente, el listado de taxones capturados incidentalmente como parte del monitoreo de áreas de pesca de vieira patagónica y que se identifica en labores rutinarias alcanza unas 90 especies (Schejter et al. 2014). Estudios particulares realizados sobre diferentes grupos zoológicos han contribuido a ampliar el conocimiento sobre la riqueza faunística en dichas áreas y aportan información sobre la riqueza de poríferos, equinodermos, hidroides, organismo infaunales, peces demersales y bentónicos más frecuentes y endobiontes de esponjas (Schejter et al 2017). Como resultado se ha estimado la riqueza bentónica conocida hasta el presente en unas 250 especies (Schejter et al 2013), las que incluyen más de 50 organismos epibiontes de la Viera Patagónica (Romero et al 2017: Schejter et al 2017).

El área de adquisición de datos sísmicos CAN_100 – CAN_108 se encuentra en una zona cercana a la UM B, mientras que la CAN_114 a la UM C (Figura 126).

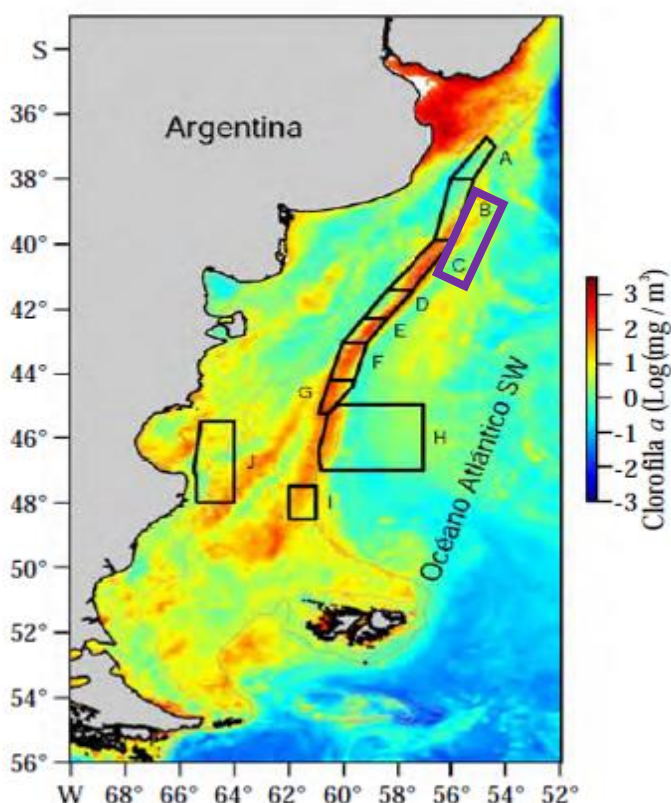


Figura 126. Imagen satelital de clorofila *a* correspondiente al verano de 2010 que muestra máximos en la localización del frente de talud. Se muestra la localización de las Unidades de manejo para la pesca de vieira (A-J). El recuadro violeta representa el área de estudio. Fuente: Schejter 2017.

La vieira cumple un rol muy importante como ingeniero ecosistémico proveyendo sustrato y refugio a una gran cantidad de organismos asociados con este bivalvo en las áreas de pesca que lo componen la esponja *Tedania* sp., la anémona *Actinostola crassicornis*, los equinodermos *Ophiactis asperula*, *Ophiacantha vivípara*, *Ophiura lymani*, *Sterechinus agassizii*, *Diplosterias brandti*, *Ctenodiscus australis*, *Psolus patagonicus* y *Pseudocnus dubiosus* (Bremec et al. 2003). En las UM A y B se registran altas densidades del poliqueto tubícola *Chaetopterus* cf. *antarcticus*, y también son frecuentes la estrella *Labidiaster radiosus* y la estrella canasto *Gorgonocephalus chilensis*. En el área B los principales taxones asociados a la vieira fueron la esponja y varias especies de equinodermos, entre los que cabe mencionar a las estrellas *Ctenodiscus australis* y *Diplasterias brandti*, al erizo *Austrocidaris canaliculata* y a la ofiura *Ophiactis asperula*. En el extremo más meridional de la UM “B”, se localizan asimismo parches con altas densidades del cangrejo ermitaño *Sympagurus dimorphus* y del erizo *Sterechinus agassizii* (Schejter y Mantelatto 2015). La UM C presenta menor densidad de vieiras que otras áreas y se caracteriza por poseer una mayor riqueza de especies que áreas más explotadas, así como una biomasa de esponjas que represento entre 22 y 90 % de la captura (Schejter y Bremec, 2013). Al sur de la UM C se registran biomasa muy altas de ofiuroides, principalmente de *Ophiactis asperula* y de *Ophiacantha vivípara*, y en ciertos sectores se registran parches de altas densidades del coral *Flabellum* cf. *Curvatum* y del erizo *Sterechinus agassizii* (Escolar, 2010).

Prospecciones pesqueras de vieira patagónica han permitido también recolectar fauna bentónica en el límite externo de la UM C, a profundidades de 400 m (Figura 127). En dichas localidades se registró predominancia de equinodermos, así como la presencia de falsos corales (Stylasteridae) y de corales blandos entre los que se destacan las plumas de mar (Pennatulacea) y los primnoideos. En áreas más profundas, con motivo de detectar Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región arrecifes de corales de aguas frías, principalmente compuestos de la especie *Bathelia candida*, jardines de coral que presentan a su vez gran cantidad de fauna asociada, localizados en profundidades de entre 400 y 1000 metros, y campos de esponjas, localizados entre 250 y 1300 metros de profundidad (Portela et al 2012, Schejter 2017, Campodonico 2019).

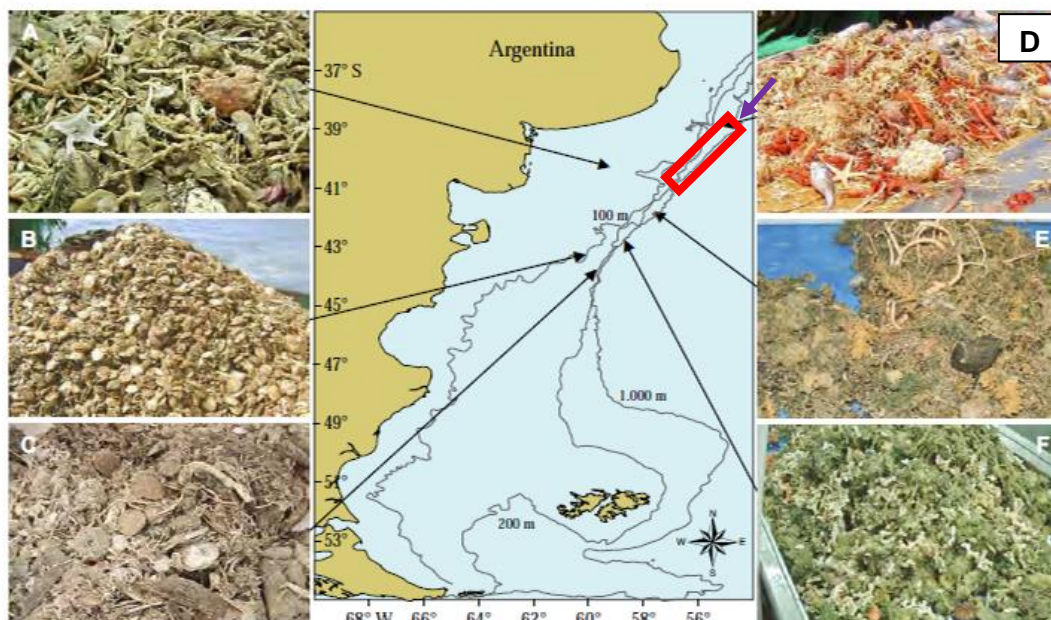


Figura 127. Capturas colectadas con redes de arrastre mediante campañas de investigación y prospección. B- UM frente de talud, C-cabecera de cañón submarino (350 m), E-área externa de la UM C (400 m), E-F- Jardines de corales y arrecifes (400-1000m). Fuente: Schejter et al 2017. El recuadro rojo indica el área de prospección.

La distribución espacial de la vieira coincide con la ubicación de tres sistemas frontales: el frente de Talud, el frente Norpatagónico y el frente Surpatagónico (Bogazzi et al. 2005) (Figura 128). Bajo la influencia del frente del Talud y a lo largo de la isobata de los 100 m, se encuentran los bancos de vieiras más rentables desde el punto de vista pesquero (Bogazzi et al. 2005). Estos frentes constituyen importantes hábitats de alimentación y reproducción, actuando a menudo como áreas de concentración de larvas pelágicas o como barreras para su dispersión. La presencia de vieira estaría relacionada con los sedimentos de arena y arena muy fina (Mandirolas et al. 2005, Lasta 2013). La vieira es la especie dominante y actúa como ingeniero ecosistémico (Schejter et al. 2014).

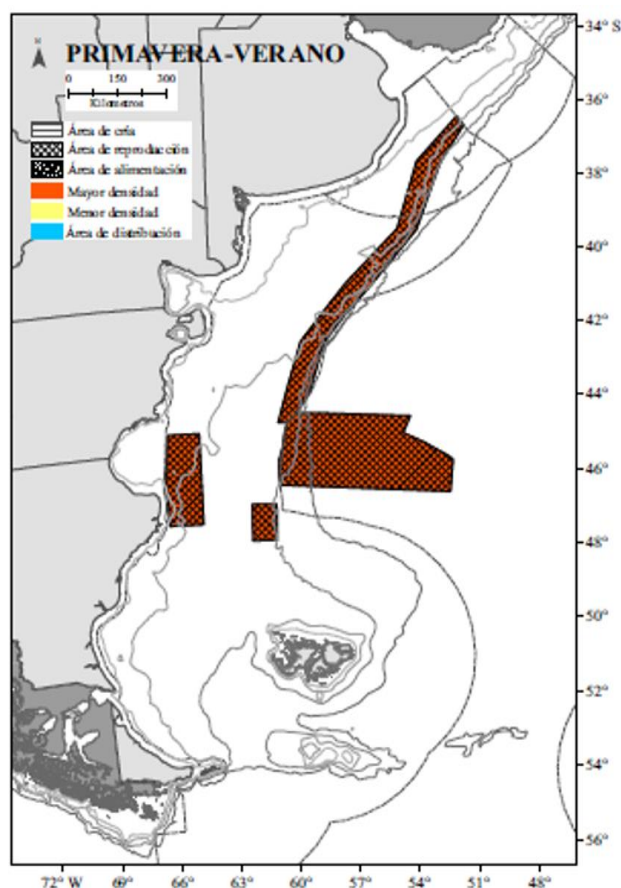


Figura 128. Esquema de las áreas con altas densidades de vieira patagónica *Zygochlamys patagónica*, indicando las áreas sensibles respecto de la reproducción del recurso. Fuente: Allegra et al. 2019.

En conclusión, en el área de influencia indirecta, se observa una baja densidad en la biomasa de vieiras. En el área de influencia directa del proyecto no se observan áreas de reproducción, alimentación o cría de vieira patagónica.

La vieira patagónica ha mostrado hasta el presente una conducta de reclutamiento que sugiere una dinámica muy incierta de prever. Los stocks de vieiras pueden fluctuar ampliamente de un año a otro sin presentar un patrón claro, tal es el caso de poblaciones cuyo reclutamiento se encontraría fuertemente influenciado por las condiciones hidrográficas. Actualmente, esta pesquería ya evidencia una reducción en las biomásas de capturas y una limitación de las áreas factibles de pesca. La biomasa que sustenta las capturas actuales y del futuro inmediato de la pesquería se debe solo a reclutamientos localizados, los cuales no son suficientes como para mantener los niveles de capturas similares a los de inicio de la pesquería (Campodonico et al 2019; Allegra et al 2020).

Los bancos de vieiras más rentables desde el punto de vista pesquero se ubican bajo la influencia del Frente del Talud y a lo largo de la isobata de los 100 m. En las Áreas CAN_100-108 se observa que la actividad de la flota pesquera de vieiras es baja o nula. En el área CAN_114 no se observa una alta densidad del recurso viera, sin embargo en la área de influencia indirecta hay una alta densidad en el primer trimestre del año (Figura 129).

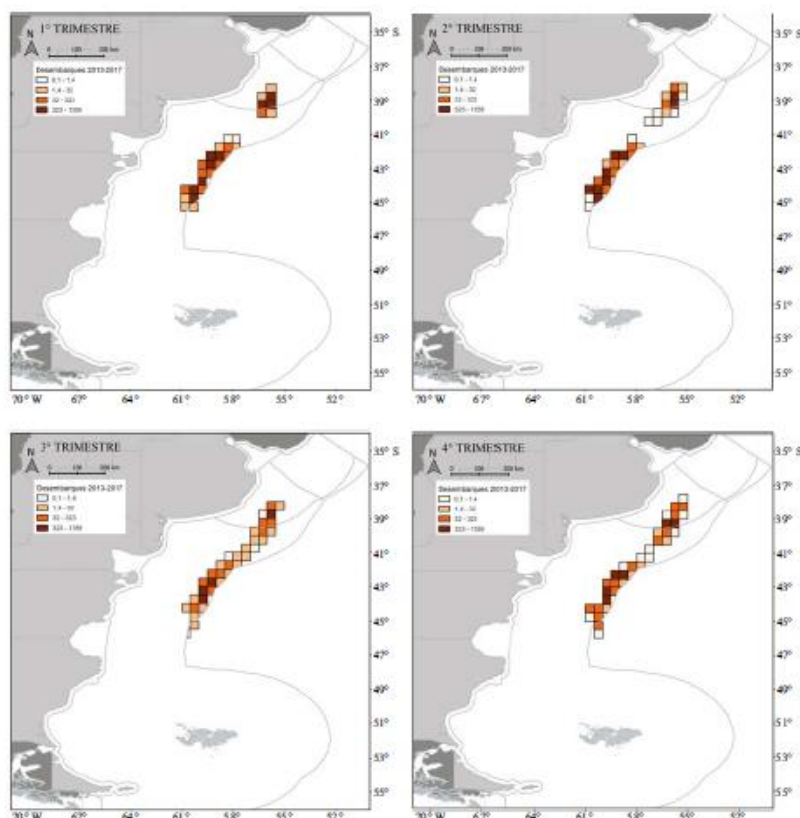


Figura 129. Distribución de los desembarques (t) de la flota que opera sobre el recurso vieira durante el periodo 2013-2017 (callos). Fuente: Allega et al. 2020.

4.2.2.2 Ecosistemas Marinos Vulnerables

Se denomina “Ecosistema Marino Vulnerable” a todo ecosistema marino cuya estructura y función específicas puedan verse amenazadas, de acuerdo con la mejor información científica disponible y con el principio de precaución, como consecuencia del estrés provocado por el contacto físico con artes de fondo en el transcurso de operaciones de pesca, incluidos, en particular, los arrecifes, los montes marinos, las fuentes hidrotermales, los corales de aguas frías o los campos de esponjas de aguas frías.

Desde el año 2007 al 2010 el Instituto Español de Oceanografía llevó a cabo una serie de 13 campañas de investigación multidisciplinar en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental en colaboración con la Secretaría General de Pesca, propietaria del B/O «Miguel Oliver». Estas campañas se enmarcaron dentro de las actividades del proyecto estructural del IEO dirigido al estudio de las pesquerías y de los recursos marinos en aguas del Atlántico Sudoccidental (Proyecto ATLANTIS). El objetivo general de estas campañas fue la descripción, dentro de un enfoque ecosistémico, de los EMVs y de las posibles interacciones con las actividades pesqueras en la zona de estudio (Del Rio et al., 2012).

Las especies coloniales originan en su lento crecimiento estructuras tridimensionales muy complejas que albergan a gran cantidad y diversidad de organismos tanto sésiles, como pueden ser otras especies de corales coloniales y solitarios, alcyonaceos, gorgonias, antipatharios, briozoos, hydrozoos, poríferos, cirrípedos, etc, así como invertebrados de carácter vágil que viven y se alimentan sobre ellos. Estos corales coloniales precisan de sustratos duros o consolidados para su fijación y desarrollo. Como es sabido estos organismos, debido a su gran fragilidad al impacto directo o indirecto de diversas actividades humanas entre las que se incluye la pesca de fondo y a que presentan tasas anuales de crecimiento de escasos mm, son uno de los grupos prioritarios de protección en sí mismos y por formar una parte estructural primordial de los EMVs.

Las dos especies coloniales observadas en el Proyecto ATLANTIS del IEO fueron *Bathelia candida* Moseley, 1881, de modo mayoritario, y en mucha menor medida *Solenosmilia variabilis* Duncan, 1873. Sobre estas especies coloniales se observó la presencia de una gran biodiversidad de epifauna. Por otra parte, se constató por medio de los muestreos la existencia de áreas con abundancia de escleractinias solitarias adaptadas a la vida sobre los sedimentos, como es el caso de la familia Flabellidae, principalmente *F. thouarsi* Milne Edwards and Haime, 1848 y *F. curvatum* Moseley, 1881 entre otras especies.

En la Figura 130 se observa el mapa resultante con las posiciones de todos los organismos (lances y dragas) considerados como vulnerables o sensibles según criterio de Naciones Unidas y OSPAR, obtenido en las campañas de investigación del B/O Miguel Oliver.

El área de influencia directa para la zona de la CAN_114 se superpone en parte al norte de las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables, con presencia de especies frágiles las cuales son también considerados Taxones Indicadores.

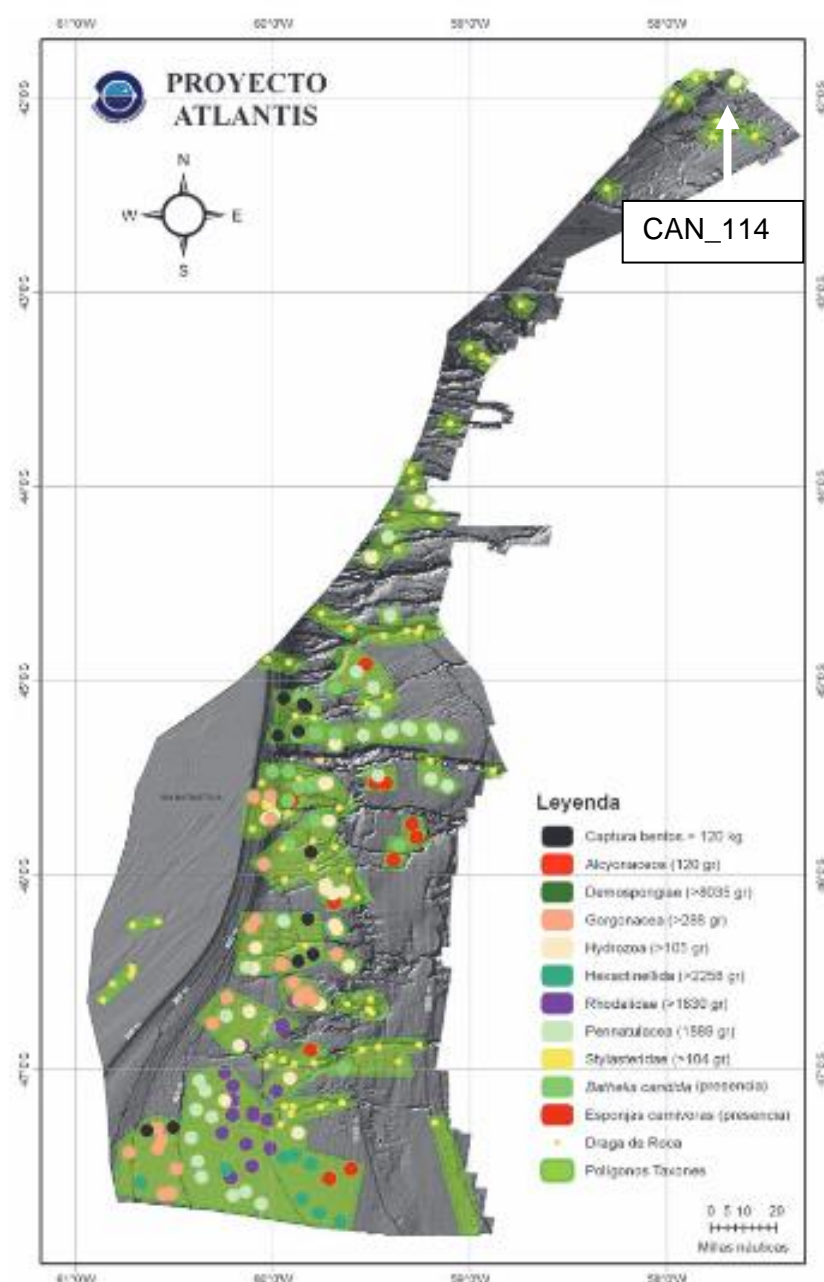


Figura 130. Posiciones de todos los organismos (lances y dragas) considerados como vulnerable o sensibles según criterio de Naciones Unidas y OSPAR, obtenidos en las campañas de investigación del B/O Miguel Oliver. Se representan también los polígonos de conservación que los circunscriben.
Fuente: Del Río et al. 2012.

4.2.2.3 Muestreos del Bentos por el ARA “Puerto Deseado” (BO)

Para la descripción de las comunidades bentónicas en el área de estudio detallada se realizó una búsqueda bibliográfica de campañas realizadas recientemente por CONICET y el INIDEP en el área de estudio, asimismo se utilizó la herramienta disponible en el Geoportal de SHN (<http://geoportal.ddns.net/#/burdwood>) para completar la búsqueda.

En la campaña del Buque Oceanográfico ARA Puerto Deseado (BO) del 2012, se realizaron 33 lances con distintas artes de pesca, aproximadamente entre 200 y 3000 metros de profundidad frente a la ciudad de Mar del Plata. En la Figura 131 se observan las estaciones de muestreo recorridas por el BO.



Figura 131. Localización general de las estaciones muestreadas (Informe de Campaña Cañón Submarino B/O “Puerto Deseado. 10-17 agosto del 2012. CONICET).

4.2.2.4 Cnidarios

Rodriguez et al (2017) analizaron los ensambles de Hydromedusas en Sudamérica (desde los 22 °S- 56°S hasta los 40 °O- 80°O) asociados con las masas de agua y la influencia del ciclo de vida en la distribución de las medusas. La variación en relación a los ambientes que habitan estuvo explicada por la profundidad y temperatura. Los patrones de distribución de las hidromedusas en el Atlántico Sur estuvieron asociados con masas de agua neríticas, apoyando provincias biogeográficas previamente propuestas. Este trabajo sugiere que las hidromedusas del meroplancton parecían tener una distribución más restringida que las holoplanctónicas.



Bajo el nombre de “corales” se agrupa comúnmente a un conjunto de animales del Phylum Cnidaria (Scleractinia, Antipatharia, Octocorallia, Stylasteridae, Milleporidae, algunos Zoanthidea y tres Hydryactiniidae) con un esqueleto continuo o discontinuo de carbonato de calcio y/o con morfologías de cuernos o astas. La diversidad que sostienen las comunidades dominadas por corales de aguas frías es típicamente muy alta debido a que las especies estructurantes que las componen buscan refugio, hábitat y se constituyen en zonas de cría para muchos otros organismos, tanto vertebrados como invertebrados. Si bien existen registros de corales en casi toda la Plataforma Continental Argentina, las áreas del talud entre 42° S y 48° S y los 200 a 1.500 m de profundidad, caracterizados por fuertes corrientes, gran cantidad de nutrientes y temperaturas adecuadas, son óptimas para el desarrollo de hábitats dominados por estos organismos (Allega et al. 2020).

Dentro de las especies de corales verdaderos, *Bathelia candida* se destaca por ser una de las especies formadoras de arrecifes profundos, los cuales se localizan precisamente en el talud (Cairns y Polonio 2013). Los jardines de coral, que son agregaciones de colonias o individuos de más de una especie (Buhl-Mortensen et al 2017), se han localizado principalmente en el borde continental entre los 400 y los 1.000 m, en grandes extensiones arenosas de poca pendiente (Del Río et al 2012). En otras zonas profundas donde predomina el sustrato blando y fangoso se registraron varias especies de plumas de mar (Pennatulacea), siendo *Anthoptilum grandiflorum* la más frecuente (Del Río et al. 2012; Schejter et al 2018). Asimismo, en muchas ocasiones estas zonas coexisten con otros hábitats caracterizados como “vulnerables”, como por ejemplo los bancos de esponjas (Del Río et al. 2012, Durán Muñoz et al. 2012, Portela et al. 2012; 2015).

El área de estudio detallada del proyecto no se superpone con las áreas de mayor densidad de corales.

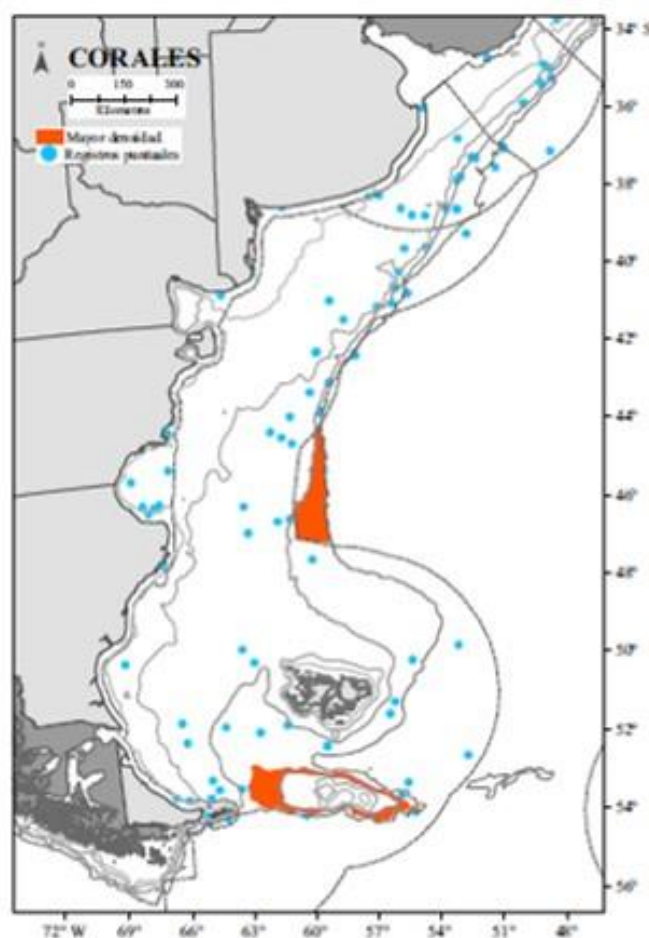


Figura 133. Corales registrados en la plataforma continental argentina. Se indican las regiones en las que se han registrado altas densidades, que se corresponden con Ecosistemas Marinos Vulnerables. Los puntos celestes representan registros puntuales de diferentes especies de corales. Fuente: Allega et al. 2020.

Como resultado de la campaña al Talud Continental 2012 se hallaron cnidarios en el 97 % de los lances realizados, y en algunos lances fueron los organismos predominantes (Ejemplo *Flabellum* sp. en el lance N° 4 y *Anthomasthus* sp. en el lance N° 26. Se recolectaron representantes de las clases Hydrozoa, Scyphozoa y Anthozoa, siendo los antozoos los más diversos y abundantes (particularmente los órdenes Actiniaria, Scleractinia y Pennatulacea). En total se recolectaron al menos una especie de hidozoos, al menos dos especies de scyphozoos, al menos 14 especies de Actinarios: (?) *Actinostola crassicornis*, *Antholoba achates*, *Isosicyonis alba*, *Metridium senile lobatum*, al menos dos especies de *Hormathiidae* y otras), cinco especies de corales (*Bathelia candida*, *Flabellum* sp y otras), cuatro especies de penatulaceos (*Pennatula argentina?* y otras), y número indeterminado de octocorales. En la Tabla 6 se muestra la distribución de las especies más características halladas durante la campaña y su profundidad (Lauretta y Penchaszadeh, 2012).

Tabla 6. Resumen de las especies más representativas halladas durante la campaña (Lauretta y Penchaszadeh, 2012).

Clase	Orden	Especie	Lance	Profundidad (m)
Hexacorallia	Actiniaria	<i>Antholoba achates</i>	L3; L33.	250 – 308
		? <i>Actinostola crassicornis</i>	L3; L33.	250 – 308
		? <i>Isosicyonis alba</i>	L3; L19; L33.	250 – 1508
		<i>Hormathiidae</i> sp.	L3; L4; L5; L8; L10; L11; L14; L25; L33.	250 – 1950
	Scleractinia	<i>Bathelia candida</i>	L10; L11; L12; L13; L15; L20; L31.	852 – 2010
		<i>Flabellum</i> sp.	L1; L2; L3; L4; L5; L6; L7; L8; L10; L12; L15; L18; L19; L25; L26; L27; L28; L29; L30; L31.	201 – 1950
Octocorallia	Pennatulacea	<i>Pennatula argentina?</i>	L2; L8; L9; L10; L14; L19; L25; L26; L27; L28; L29.	327 – 1950
	Alcyonacea	<i>Anthomastus</i> sp.	L7; L8; L26; L25; L5; L6; L8; L9; L10.	647 – 1950
		Primnoidae sp.	L11; L16; L19; L25; L26.	527 – 1950

4.2.2.5 Macrocrustáceos de interés económico y ecológico

Los decápodos constituyen uno de los grupos más conocidos, principalmente por su interés comercial. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Casi todos los decápodos superiores son carnívoros oportunistas, generalistas y a veces, carroñeros. Forman poblaciones muy numerosas y poseen hábitos gregarios que permiten la formación de enjambres o mangas fácilmente capturables. Otra característica destacable del grupo es su papel de presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Para el área de influencia indirecta del proyecto se registran cinco especies de interés económico.

***Munida gregaria* (Fabricius, 1793)**

Nombre vulgar: Langostillas o bogavantes

La distribución está restringida al hemisferio Sur, principalmente América del Sur y Nueva Zelanda. En América del sur se distribuye por el océano Pacífico desde la isla de Chiloé (47° S) hasta el cabo de Hornos (56° S), y hacia el norte por el océano Atlántico hasta las costas de Uruguay (27° S), incluyendo las islas Malvinas (Figura 134). La distribución batimétrica va desde el submareal hasta los 1.100 m de profundidad (Zaixso y Boraso, 2015).

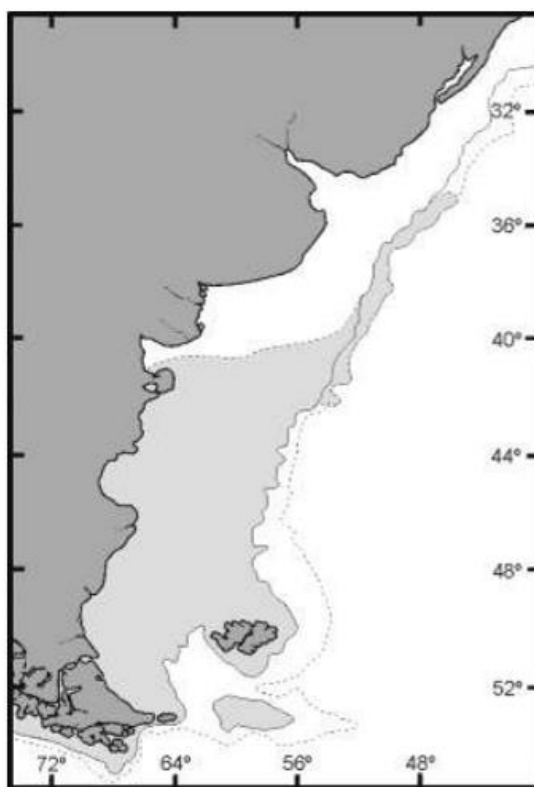


Figura 134. Distribución de la langostilla en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.

En el canal de Beagle se alimenta de crustáceos, algas, poliquetos, detritos y sedimentos. Por otro lado, la especie representa un importante porcentaje de la captura incidental o bycatch. En la pesquería de merluza y langostino del año 2000 se capturaron aproximadamente 7.000 toneladas de *Munida* spp. sobre un total de 24.000 toneladas de fauna acompañante (Zaixso y Boraso, 2015).

La langostilla *M. gregaria* tiene dos hábitos alimentarios diferentes y simultáneos: es depredadora y depositívora. Como depredadora se alimenta principalmente de crustáceos, macroalgas y poliquetos, mientras que como depositívora es capaz de ingerir materia orgánica particulada, sedimento y material biológico asociado a la capa superior del bentos marino, como foraminíferos, diatomeas y nematodos (Romero et al. 2004). Estos dos hábitos alimentarios complementarios y simultáneos ocurren a lo largo del año, sin ninguna diferencia estacional e independientemente de la profundidad a la que se encuentren los animales. *M. gregaria* también es considerada como una especie omnívora y oportunista (Romero et al. 2004).

***Lithodes santolla* (Molina, 1782)**

Nombre vulgar: centolla común

En el Atlántico se distribuye desde la costa SE de Tierra del Fuego e isla de los Estados, hacia el norte no existen registros de la especie hasta el Golfo San Jorge. De allí se encuentra presente hacia el norte sobre la plataforma y descendiendo en profundidad (Figura 135). Costas afuera de Buenos Aires, en el talud continental. Típicamente, desde el intermareal hasta los 200 m de profundidad; llegaría hasta los 700 m.

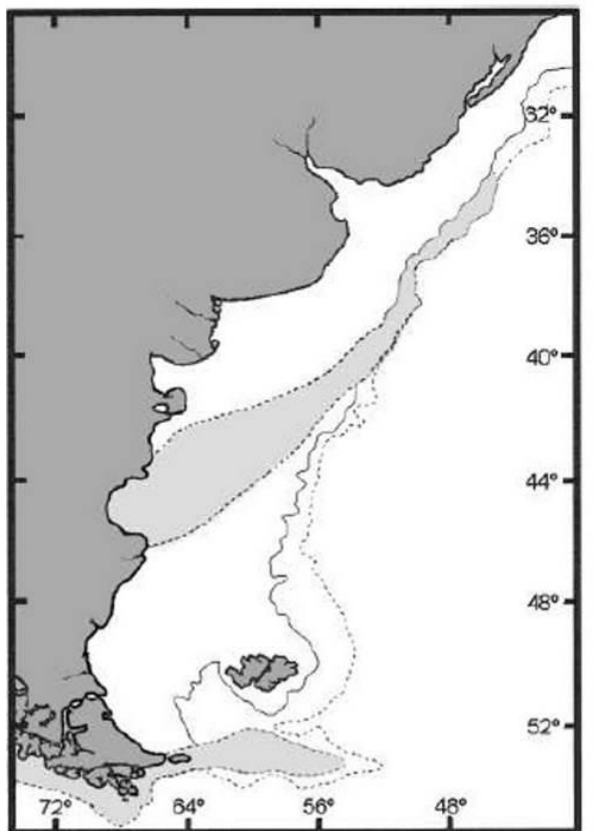


Figura 135. Distribución de la centolla común en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.

En el canal de Beagle, durante el verano se la encuentra en aguas someras y en invierno a profundidades mayores. Los movimientos se efectúan siguiendo las isobatas, con desplazamientos cortos, por ejemplo, 14 km en 70 días. En la población del Golfo San Jorge existe una migración de reproducción a aguas someras ben notable: hacia fines de la primavera se acercan a las costas centrales y del sector norte del golfo, donde se aparean, y a partir de enero se dispersan hacia aguas más profundas. En el Golfo San Jorge se alimenta de peces, langostillas, moluscos bivalvos y erizos.

En Argentina pueden identificarse cuatro sectores efectivos de Centolla (Figura 136). El Sector Patagónico Central, denominada Área Central de manejo de esta especie (entre los 43° 30' S y 48° C), es el más importante, ya que aporta gran parte del volumen de desembarco (Allega et al., 2019). Los núcleos de mayor abundancia en el Área central se ubican dentro del Golfo San Jorge (Sector de alto rendimiento del Golfo San Jorge) y en aguas de plataforma (sector de alto rendimiento norte y sector de alto rendimiento sur). El sector efectivo Patagonia Sur es el segundo en importancia y se distribuye al sur del 48 ° S.

En el área de influencia directa del proyecto CAN_100-108 solo se registra un sitio de reproducción y muda pero de muy baja densidad de centollas. El área de influencia directa para CAN_114 no se superpone con sitios de reproducción o alimentación de centolla. No hay desembarques provenientes de esta zona.

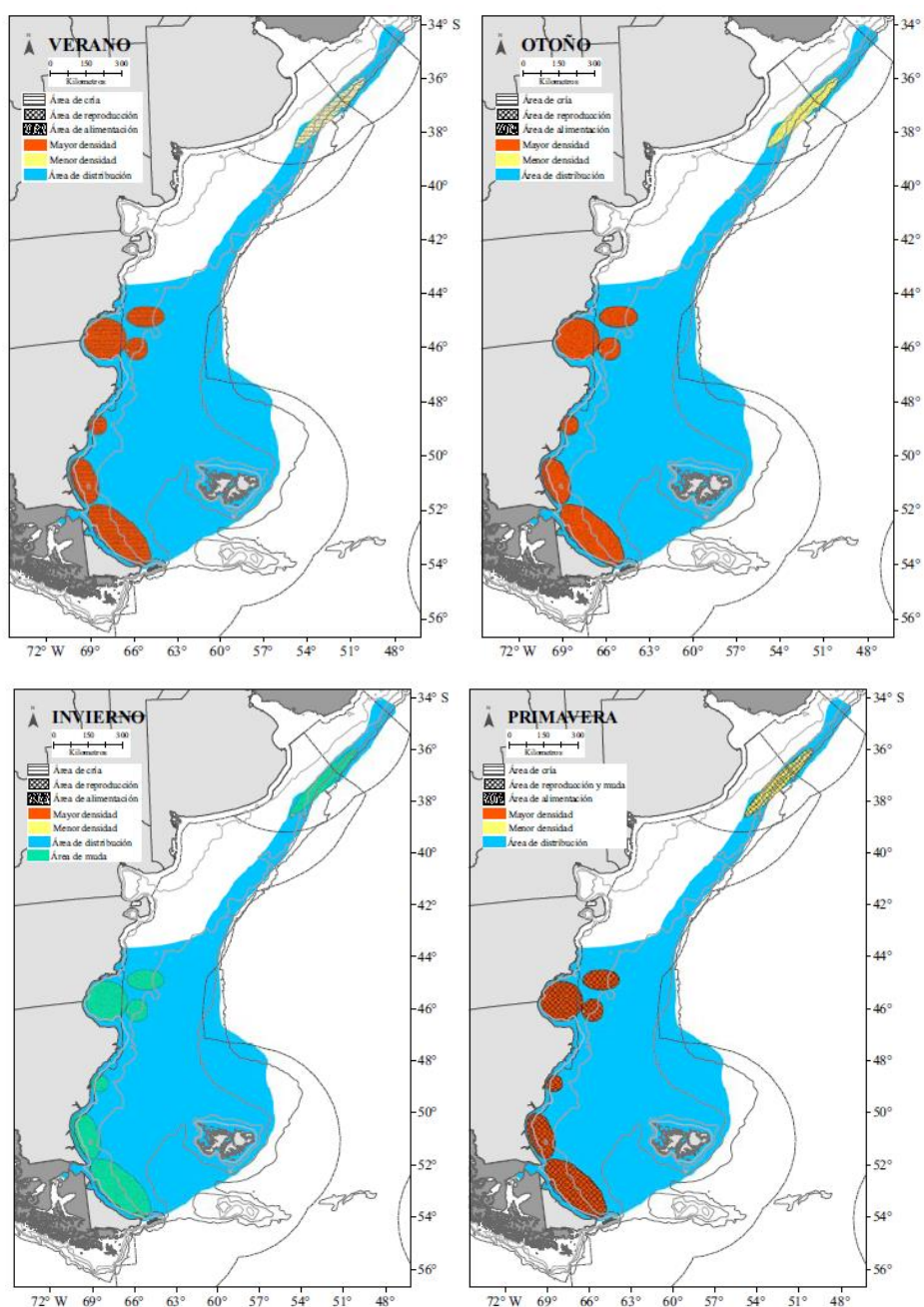


Figura 136. Distribución espacio temporal de la Centolla *Lithodes santolla*, indicándose las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación de la especie. Fuente: Allega et al. 2020.

Thymops birsteini* (Molina, 1782)*Nombre vulgar: Langosta, Langosta de agua profundas**

Esta especie se distribuye en aguas del talud argentino, desde los 55° S hasta los 36° S (ZCPAU), Aunque se han realizado también algunos hallazgos en aguas de la plataforma. Se la encuentra también en proximidades de las Islas Malvinas y Georgias del Sur. La distribución batimétrica conocida de la especie la ubica en profundidades de 122 y 1.940 m, con una profundidad media de captura de 885 m (Firpo et al. 2004, Boschi 2016). La temperatura del fondo en los lances oscila entre 2,2 y 5,5 ° C. Prefiere sustratos fangosos donde construye madrigueras. Yau et al. (2002) las filmaron en el talud de las Islas Georgias del Sur, entre 600 y 1500 m entrando y saliendo de cuevas de 20ª 25 cm de diámetro. Se desconoce el periodo de incubación. También se han colectado datos en campañas de investigación y durante la prospección de crustáceos bentónicos establecidas por el Consejo Federal Pesquero el BP “Wiron IV” realizó actividades específicas con trampas en aguas del talud bonaerense entre 1057 y 1357 m (Firpo et al. 2004). Allí se colectaron 263 ejemplares (54 kg), con valores de CPUE que oscilaron entre 4 y 113 ejemplares por línea; se estimó que el peso del abdomen o cola, representa el 27 % del peso total del animal. El largo total de los machos varió entre 161 y 245 mm con una media de 198,9 mm, el peso medio fue de 192 g. Las hembras oscilaron entre 163 y 267 mm con una media de 183,5 mm. En las Georgias del Sur se observó una distribución batimétrica diferencial por sexo y talla, con las mayores tallas registradas entre 1000 y 1400 m (Boschi 2016).

Chaceon notialis**Nombre vulgar: cangrejo rojo**

En nuestro país, el cangrejo rojo se localiza en el sector atlántico de la “Provincia Biogeográfica Magallánica, desde la desembocadura del Río de La Plata hacia el sur, desconociéndose el límite latitudinal de su distribución. Algunas especies de geriónidos habitan en fondos fangosos o arenosos parcialmente enterrados y otros en cuevas y formaciones rocosas de plataforma y talud, principalmente en profundidades entre 200 y 1000 m. Distintas especies de esta familia tienen un importante valor comercial. En cuanto al ciclo de vida, el apareamiento ocurre entre un macho de mayor tamaño con una hembra madura que muda, los huevos son llevados por las hembras por un largo periodo y constituyen una masa ovígera mayor al 22 % de su peso corporal (Boschi 2016).

Ovalipes trimaculatus**Nombre vulgar: Cangrejo nadador**

El cangrejo nadador es una especie cosmopolita que tiene distribución mundial. En el Océano Atlántico se lo encuentra desde el sudeste de los Estados Unidos, por América central, el sudeste de Brasil y Uruguay hasta la Patagonia argentina. En Argentina es frecuente en el litoral de las Provincias de Buenos Aires, Río Negro y Chubut y se encuentra típicamente en el piso infralitoral de fondos blandos. Tiene una alimentación omnívora, principalmente se alimenta de invertebrados y peces, ingiriendo tanto organismos vivos como muertos. En cuanto a su estrategia reproductiva, la copula se produce cuando las hembras mudan y los machos son potencialmente poliginicos. Si bien se encontraron hembras maduras portando huevos en estudios realizados en meses estivales, no se ha determinado aun la época de reproducción (Boschi 2016).

4.2.2.5.1 Crústaceos Peracáridos

En los 33 lances realizados en la campaña BO 2012, se obtuvo abundante cantidad de crustáceos peracáridos (Chiesa et al. 2012). En un análisis preliminar del lance 12, realizado con rastra epibentónica con red de malla de 1 mm se pudieron reconocer los siguientes taxones:

Orden Cumacea

Diastylidae

Gro. Vemakylindrus

Leuconidae

Gro. Leucon

Lampropidae

*Gro. Paralamprops**Gro. Hemilamprops*

Nannastacidae

Gro. Campylaspis

La familia Lampropidae fue la más abundante entre el material analizado. Los miembros de dicha familia habitan principalmente aguas profundas y/o frías.

Orden Isopoda

Acanthaspidiidae

Acanthaspidia

Ischnomesidae

Gro. indet.

Haploniscidae

Gro. indet.

Stenetriidae

Tenupedunculus

Munnopsidae

*Echinozone**Disconectes*

Janiridae

Iathrippa

Joeropsidiidae

Joeropsidae

Paramunnidae

*Abyssianira**Pleurosigum**Neasellus*

Sphaeromatidae

cf. Moruloidea

Ischnomesidae, Haploniscidae y *Acanthaspidia* (Acanthaspidiidae) son taxones típicos de aguas profundas, siendo todos ellos muy diversos en aguas antárticas. Esta es la primera campaña del BO en donde representantes de estas familias y géneros son obtenidos. Asimismo, 4 especies del género *Tenupedunculus* (Stenetriidae) fueron mencionadas en la literatura para aguas del talud sin embargo no fueron halladas en campañas previas. Es probable que las especies de estas familias (Ischnomesidae, Haploniscidae, Acanthaspidiidae y Stentriide) correspondan a nuevas especies.

Orden Amphipoda

Ampeliscidae
Caprellidae
Dexaminidae
Iphimediidae
Ischyroceridae
Leucothoidae
Liljeborgiidae
Lysianassidae
Oedicerotidae
Phoxocephalidae
Podoceridae

4.2.2.5.2 Crustáceos Decápodos

Durante la campaña “Cañones submarinos- Talud Continental BO 2012” se colectaron un total de nueve especies: tres especies de camarones Caridea de la familia Hippolitidae y Pandalidae, una langosta Astacidea de la familia Nephropidae, una especie de bogavantes Anomura Galatheidea de la familia Galatheidae, una especie de centolla de profundidad Anomura Paguroidea de la familia Lithodidae, una especie de cangrejo ermitaño de la familia Parapaguridae, una especie de cangrejo Brachyura de la familia Geryonidae y una especie de la familia Majidae (Scelzo, 2012).

Listado de Especies de Crustáceos Decapodos colectados por el B/I Puerto Deseado/CONICET durante la campaña “Cañones Submarinos 2012”.

Suborden PLEOCIEMATA
Infraorden CARIDEA

Familia Hippolitidae

1. *Corismus tuberculatus* Bate, 1888

Material examinado: Hembra 15.1 mmLC

Lance 15. Fecha: 12/8/2012. Localidad 38° 0,500'S- 54° 25,069'W

Prof. 1200 m. Sal. 33.8‰. Temp. 6.04°C

Observaciones: Según Boschi et al., (1992) la especie era conocida para las latitudes entre 45°59'y 54°10', y a profundidades entre 400-540 m., por lo que las presentes capturas amplían la distribución geográfica y batimétrica de la especie.

Familia Pandalidae

2. *Austropandalus grayi* (Cunningham, 1871)

Observaciones: El material fotografiado a bordo correspondería a la especie *A. grayi* pero lamentablemente se ha extraviado el ejemplar y no forma parte de las colecciones. Carecemos de datos del lance de pesca.

3. *Caridea indeterminado*.

Infraorden ASTACIDEA
Familia Astacidae

4. *Thymops birsteini* (Zarenkov & Semenov, 1972)

Figs.

Material examinado: Macho LC con rostro 58.6mm. LC sin rostro 43.1 mm

Lance 19. Fecha: 13/8/2012. Localidad 37° 56,688'S- 54° 10,997'W

Prof. 1508 m. Sal. 33.859‰. Temp. 5.7°C

Macho LC con rostro 46.9mm. LC sin rostro 34.8 mm

Lance 26. Fecha: 15/8/2012. Localidad 37° 52,303'S- 53° 57,433'W

Prof. 1738 m. Sal. 33.724‰. Temp. 6.53°C.

Observaciones: Datos previos de captura de la especie indican una distribución batimétrica hasta 1500 m (Boschi et al., 1992). Con las presentes captura se amplía hasta 1738 m de profundidad.

Infraorden ANOMURA
Superfamilia Galatheaidea
Familia Galatheididae

5. *Munida spinosa* Henderson, 1885

Material examinado:

Una hembra 24.1 mmLC, Dos hembras ovígeras 18.4 y 26.1mmLC. Tres machos: 10.5, 14.2 y 17 mmLC.

Lance 15. Fecha: 12/8/2012. Localidad 38° 0,500'S- 54° 25,069'W

Prof. 1200 m. Sal. 33,8‰. Temp. 6,04°C

2 hembras 13.4 y 16.5mmLC.

Lance 19. Fecha: 13/8/2012. Localidad 37° 56,688'S- 54° 10,997'W

Prof. 1508 m. Sal. 33.859‰. Temp. 5.7°C

Hembra ovígera 22 mmLC

Lance 31. Fecha: 16/8/2012. Localidad 38° 1,499'S- 54° 44,171'W.

Prof. 819 m. Sal. 33.74‰. Temp. 6.8°C

Dos ejemplares: macho 24.1 mm LC, hembra 22 mmLC

Lance 26. Fecha: 15/8/2012. Localidad 37° 52,303'S- 53° 57,433'W

Prof. 1738 m. Sal. 33.724‰. Temp. 6.53°C.

Dos ejemplares: hembra ovígera 19 mmLC, una hembra rota sin medir

Lance 16. Fecha: 12/8/2012. Localidad 37° 57,288'S- 54° 23,456'W

Prof. 1307 m. Sal. 33.83‰. Temp. 5.95°C.

Observaciones: Información bibliográfica previa (Scelzo, 1973. Boschi et al., 1992) indica que la especie tiene una distribución batimétrica entre 100-1100 metros de profundidad, con lo cual los ejemplares obtenidos en la presente campaña amplían la batimetría hasta 1738 metros.

Superfamilia Paguroidea
Familia Lithodidae

6. *Paralomis formosa* Henderson, 1888

Macho 31.2 y 56.5 mm LC hembra 32.4 mmLC.

Lance 19. Fecha: 13/8/2012. Localidad 37° 56,688'S- 54° 10,997'W

Prof. 1508 m. Sal. 33.859‰. Temp. 5.7°C

Observaciones: el material ha sido obtenido dentro del rango batimétrico y localidad geográfica previamente para la especie. Uno de los ejemplares muestra una abundante epibiosis de crustáceos cirripedios del género *Lepas* sp.

Infracorden BRACHYURA
Superfamilia Portunoidea
Fam. Geryonidae

8. *Chaceon notialis* Manning & Holthuis, 1989

Figs.

Material examinado: 17,8 mmAC

Lance 15. Fecha: 12/8/2012. Localidad 38° 0,500'S- 54° 25,069'W

Prof. 1200 m. Sal. 33,8‰. Temp. 6,04°C

Cuatro machos: 11 mmAC, 43.8 mmAC, 49.4mmLC, 50.1 mmAC.

Lance 19. Fecha: 13/8/2012. Localidad 37° 56,688'S- 54° 10,997'W

Prof. 1508 m. Sal. 33.859‰. Temp. 5.7°C

Observaciones: Scelzo y Valentini, (1974) citan a la especie como *Geryon quinquedens* y posteriormente descripto como *Chaceon notialis* por Manning y Holthuis (1989) el material ha sido obtenido dentro del rango batimétrico y localidad geográfica previamente para la especie. La especie es la de mayor tamaño de cangrejo de aguas argentina y habita aguas profundas de la provincia de Buenos Aires, entre Argentina y Uruguay, donde esta especie de "cangrejo rojo" es explotado comercialmente por la flota pesquera de este último país.

9. *Brachyura* indet. (Majidae? Parthenopidae?)

Material examinado: 1 ejemplares: Hembra mm LC

Lance 3. Localidad: 37°59'S-55°09'W. Fecha: 10/8/2012

Prof. 250 m. Sal. 33.65‰. Temp. 7.26°C

Observaciones: Ejemplar roto. No citado por Boschi et al., 1992. Material llevado a la Universidad Nacional de Mar del Plata para determinar especie. Se carece de fotografías de este ejemplar.

4.2.2.6 Moluscos

Clase Gastropoda: Constituyeron uno de los grupos de invertebrados presentes desde los primeros lances a partir de los 200 m de profundidad y hasta los últimos (Pastorino et al. 2012). La presencia en la campaña de formas de mayor tamaño pertenecientes a la familia Volutidae con dos especies dominantes: *Odontocymbiola pescalia* y *Provocator corderoi* se hace visible en la mayoría de las estaciones por encima de los 300 m. Un ejemplar de *Zidona palliata* una especie relativamente poco frecuente de esta misma familia fue coleccionada viva en 1000 m de profundidad. La familia Naticidae estuvo bien representada por varias especies incluyendo *Bulbus carcellesi* y *Falsilunatia eltanini* con ejemplares de varios tamaños, juveniles y adultos. Ambas especies raras, la última solo conocida por sus partes duras, fueron descriptas recientemente. Esta familia se encuentra bien representada por muchas especies más algunas de ellas claramente nuevas para la ciencia. La familia Turridae incluyó representantes en todos los lances, sin embargo, es tan poco conocida que para la asignación específica requiere un estudio mucho más detallado. Asimismo, los Muricidae estuvieron representados por especies muy poco conocidas o recientemente descriptas como *Trophon columbarioides* o *Trophon mucrone* o bien conocidas por escasos ejemplares como *Trophon clenchi*. Se coleccionaron numerosos ejemplares de *Addisonia* sp. Otras familias como Marginellidae, Buccinidae, Epitoniidae, Olividae se encuentran bien representados en muchos lances. Por otro lado, en las mismas muestras se coleccionaron capsulas ovígeras de varias especies de la familia Volutidae y Naticidae (Pastorino et al. 2012).

Clase Bivalvia: la mayoría de estas formas son de hábitos infaunales, fuera del alcance de las artes de pesca utilizadas. Sin embargo, en uno de los lances a unos 2400 m de profundidad se coleccionaron varios ejemplares muertos pero articulados y un ejemplar con partes blandas de una especie aparentemente nueva del género *Laubiericoncha* (Familia Vesicomidae), sin representantes descriptos en estas latitudes. Otros grupos de bivalvos, entre ellos representantes de la familia Nuculidae fueron coleccionados en varias profundidades (Pastorino et al. 2012).

Clase Cephalopoda: se colectados dos ejemplares de Octopodidae que restan ser identificados (Pastorino et al. 2012).

Clase Aplacophora: Se han coleccionado varias formas no identificadas. Por otro lado, algunas especies como *Neomedia hertwigi* una forma conocida, pero de tamaño inusual (30 cm de longitud) no presente en los repositorios locales fue coleccionada y preservada en forma para estudios genéticos (Pastorino et al. 2012)

Clase Scaphopoda: Se coleccionaron en gran cantidad al menos dos formas de esta clase que están en proceso de estudio para su asignación específica (Pastorino et al. 2012)

Clase Polyplacophora: se hallaron 13 ejemplares en los lances 4,6,11,15 y 25, dichos individuos poseen características morfológicas externas afines con la especie *Leptochiton medinae* (Lepidopleuridae: Leptochitonidae). Fueron hallados a profundidades entre 528 a 1950 m. Es una especie característica de la Provincia Biogeográfica Magallánica. Los límites de esta provincia se encuentran alejados de la costas en las latitudes que abarco el muestreo, lo cual es compatible con la zona de influencia de la corriente de Malvinas (Figura 137) (Pastorino et al 2012).

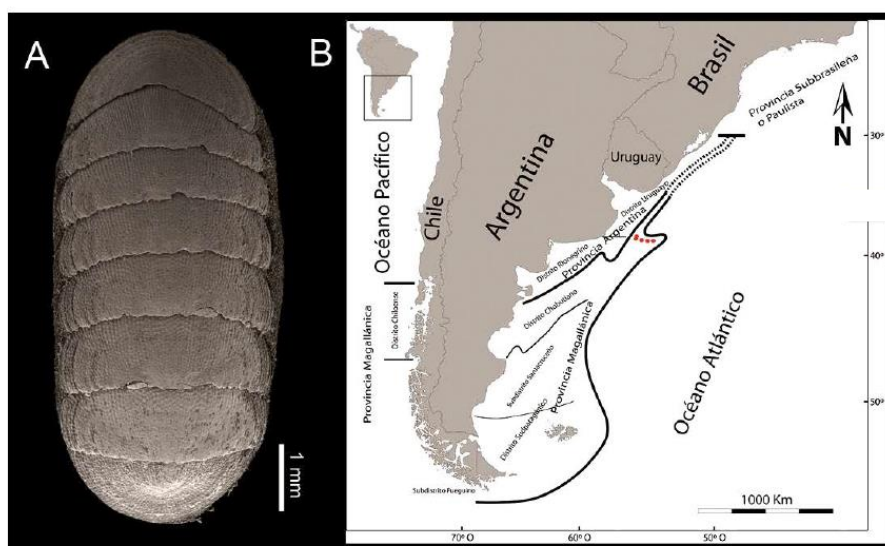


Figura 137. A-*Leptochiton medinae*. B. Provincias Biogeográficas del Atlántico Sudoccidental. Los puntos marcan los lances que coleccionaron *L. medinae*. Fuente: Pastorino et al. 2012.

4.2.2.7 Equinodermos

En la Tabla 7 se muestran los taxones identificados durante la campaña B/O Puerto Deseado 2012 en el Talud continental para cada una de las clases y los lances correspondientes en los cuales fueron coleccionados (Brogger y Martinez, 2012).

Tabla 7. Especies de equinodermos coleccionados en el Talud Continental. Fuente: Brogger y Martínez, 2012.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nº Lance
Crinoidea	Comatulida	Antedonidae	<i>Isometra vivipara</i>	1, 2, 5, 10, 11, 12, 19, 31, 33
Holothuroidea	Molpadia	Molpadiidae	<i>Molpadia</i> sp.	8, 14, 19, 21, 24, 25, 28
Holothuroidea	Molpadia	Molpadiidae	<i>Paracaudina</i> sp.	8, 9, 10, 14, 19, 23, 27, 33
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Cucumariidae	sp. 1	14
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Psolidae	<i>Psolus murrayi</i>	8, 33
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Psolidae	<i>Psolus patagonicus</i>	33
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Psolidae	<i>Psolus segregatus</i>	25, 33
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Psolidae	<i>Psolus</i> sp. 1	14
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Psolidae	<i>Psolus</i> sp. 2	15
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Psolidae	<i>Psolus</i> sp. 3	33
Holothuroidea	Dendrochirotrida	Cucumariidae	<i>Cladodactyla crocea</i>	8, 32, 33
Holothuroidea	Aspidochirotrida		sp. 1	19, 25, 28, 29
Ophiuroidea	Euryalida	Gorgonocephalidae	<i>Gorgonocephalus chilensis</i>	3, 14, 33
Ophiuroidea	Euryalida	Gorgonocephalidae	<i>Astrotoma agassizii</i>	10, 11, 15, 16, 31
Ophiuroidea	Euryalida	Asteronichidae	<i>Asteronix loveni</i>	20, 21, 26, 29
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiacanthidae	<i>Ophiacantha vivipara</i>	1, 2, 3, 5, 11, 33
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiacanthidae	<i>Ophiachondrus stelliger</i>	5, 10, 15, 31
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiacanthidae	sp. 1	5, 15, 16
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiacanthidae	sp. 2	16, 26
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiacanthidae	sp. 3	31
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiuridae	<i>Ophura lymani</i>	3, 4, 5, 6, 8, 33
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiuridae	<i>Ophioten amittum</i>	3, 10, 12, 14, 19, 24, 26, 31, 32, 33
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiuridae	<i>Ophioplithus inornata</i>	5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 19, 22, 24, 31
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiuridae	sp. 1	14, 24
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiuridae	sp. 2	31
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiactidae	<i>Ophiactis asperula</i>	1, 2, 3, 5, 33
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiolipidae	<i>Ophiomastus lymani</i>	18, 21, 22
Ophiuroidea	Ophiurida	Amphiuridae	sp. 1	5, 6, 12, 16, 24, 25, 26, 31
Ophiuroidea	Ophiurida		sp. 1	10
Ophiuroidea	Ophiurida		sp. 2	10
Ophiuroidea	Ophiurida		sp. 3	22
Ophiuroidea			spp.	13, 17, 23, 27, 28
Echinoidea	Camarodonta	Tennopleuridae	<i>Pseudechinus magellanicus</i>	1, 2, 3, 33
Echinoidea	Camarodonta	Echinidae	<i>Sterechinus agassizii</i>	3, 5, 6, 8, 14, 16, 31
Echinoidea	Camarodonta	Echinidae	sp. 1	19
Echinoidea	Camarodonta		sp. 1	10
Echinoidea	Cidaroida	Cidaridae	<i>Austrocidaris canaliculata</i>	4, 5, 8, 10, 14, 31
Echinoidea	Cidaroida	Cidaridae	sp. 1	15, 16, 25, 26
Echinoidea	Cidaroida	Cidaridae	sp. 2	16, 33
Echinoidea			sp. 1	24
Echinoidea	Spatangoida		sp. 1	2, 3, 5, 14, 33
Asteroidea	Paxillosida	Ctenodiscidae	<i>Ctenodiscus australis</i>	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 14, 19, 25, 26, 28, 32, 33
Asteroidea	Paxillosida		sp. 1	4, 24
Asteroidea	Paxillosida		sp. 2	24
Asteroidea	Velatida	Pterasteridae	<i>Calyptraster</i> sp.	3, 5, 10
Asteroidea	Valvatida	Goniasteridae	<i>Hippasteria</i> sp.	14, 16
Asteroidea	Valvatida		sp. 1	28
Asteroidea	Forcipulatida		sp. 1	3, 33
Asteroidea			sp. 1	2, 3, 5, 8, 24, 25, 32, 33
Asteroidea			sp. 2	5, 22
Asteroidea			sp. 3	10, 15
Asteroidea			sp. 4	1, 3, 8, 10, 15, 16, 19, 22, 26, 32
Asteroidea			sp. 5	5, 10, 24, 25
Asteroidea			sp. 6	5, 15
Asteroidea			sp. 7	10, 19, 27

4.2.2.8 Tunicados de aguas profundas

En la campaña se registraron un total de 14 morfoespecies distintas de tunicados, de las cuales 10 son coloniales y 4 solitarias. Todas ellas pertenecen a la Clase Ascidiacea (Maggioni 2012).

4.2.2.9 Poliquetos

Durante la campaña 2013 Talud Continental II y III se relevaron los poliquetos: en total se identificaron 11 familias: Ampharetidae, Aphroditidae, Eunicidae, Lumbrineridae, Maldanidae, Nereididae, Onuphidae, Polynoidae, Sabellidae, Sternaspidae y Terebellidae. Los más frecuentes fueron Polynoidae, Ampharetidae y Eunicidae, las cuales aparecieron en la mayoría de las muestras y por ende en rangos más amplios de profundidades que van desde 780 hasta 3282 m (Palomo y Calla 2013).

4.2.2.10 Turbelarios

En la campaña 2013 del BO Puerto Deseado se realizaron un total de 20 lances con diferentes artes. En dos de las muestras se hallaron cocones de triclados marícolas. Estos constituyen citas novedosas debido a la latitud/longitud y profundidad en que fueron encontrados. También fueron separados y fijados especímenes de otros grupos de invertebrados (ejemplo Sipunculida, Echiura, Priapulida y Brachipoda) para su posterior determinación (Brusa y Damborenea, 2013).

Tabla 8. Materiales transportados al Laboratorio de Zoología Invertebrados del Museo de La Plata.
Fuente: Brusa y Damborenea 2013.

		Protosol- foramifera	Porifera	Cnidaria- Hydrozoa	Cnidaria- Anthozoa	Platyhelminthes- "Turbellaria"	Nemertea	Mollusca- Bivalvia	Mollusca- Gastropoda	Mollusca- Scaphopoda	Annelida- Polychaeta	Sipuncula	Arthropoda- Crustacea	Arthropoda- Chelicerata	Nematoda	Bryozoa	Brachiopoda	Echinodermata- Asteroidea	Echinodermata- Ophiuroidea	Echinodermata- Holothuroidea	Sedimento
LANCE	PROFUNDIDAD																				
45	2934											+						Paxillosida		+	
46	3282																+				
47	2950																+				
48	2958	+	?																		
49	2711	+																			
50	3447	+	2 morfos								?					2 morfos	+				+
51	2212	+		Hidrocoral?							+					4 morfos	+				
52	1970																				
53	1963	+			Flabellum sp. (MLP- OI3810); Anthomastus (MLP- OI3816)			+		ejemplares; tubos hialinos;			Cirripedia Lepas sp.			+	+		+	+	
54	2845										Sternaspis sp										
55	1712	+	+	colonia	Flabellum sp.					+	ejemplares, tubos 2 morfos		Serolis sp.								
56	2204		+	Hidrocoral, 2 morfos	Pennatulida, otros octocorales												+				
57	1853	+		colonia	colonia			2 morfos	+	+			Ostracoda								+
58	1444			+	Pennatula argentina; Flabellum sp (MLP- OI3811)						Polychaeta (MLP-OI3812)			Serolidae							
59	1398	+	+	Hidrocoral	Pennatula argentina; Octocorallia morfo 1 MLP OI 3615; Octocorallia morfo 2; Bathelia candida (OI3813); Flabellum sp. (OI3814)		?	+		tubos			microcrusta ceos	picnogo nidos	+	+			+		
60	1584		esponjas rojas		Gorginida						poliquetos con puestas; en galerías de gorgonidas			Amphipoda		+					
61	2161					Cocones Tricladida	+										+				
62	1404																				
63	1310	+		colonias							Sternaspis sp.	en caracol									+
64	1395	+		+	Flabellum sp., Gorgonacea	Cocones Tricladida		+	+	+	+		Serolis sp.; microcrusta ceos	picnogo nidos	+				+	+	

4.3 NECTON

El necton es una comunidad de organismos que integra a aquellas especies animales, en general macroscópicas, que presentan una gran capacidad de natación. Tradicionalmente los organismos que suelen integrar esta comunidad son: peces (óseos y cartilaginosos), cefalópodos (calamares), reptiles (tortugas marinas), mamíferos marinos (ballenas, delfines, lobos y leones marinos), y se incluye a aquellas aves que están íntimamente relacionadas con el medio marino (como gaviotines, albatros y petreles, entre otras). El grupo de especies pertenecientes a la comunidad nectónica cumple un rol importante en el ecosistema marino, ocupando los niveles tróficos más altos (Nybakken y Bertness, 2004). Algunos grupos de especies que componen el necton (condricteos, aves, mamíferos y reptiles) tienen características comunes, además de ser predadores tope la mayoría de ellas presentan estrategias de historia de vida similares: madurez tardía, baja tasa reproductiva y longevidad. Este conjunto de características hace que sean especies extremadamente vulnerables a un decrecimiento poblacional, incluso si sufren bajos niveles de mortalidad (Bastida et al., 2007). Es conocido que, para muchas de las especies de aves, tortugas, mamíferos marinos y tiburones, la interacción con la actividad pesquera constituye una de las principales amenazas a su supervivencia junto con la contaminación del medio marino, la degradación de hábitat y la relación con especies introducidas (Franco-Trecu et al., 2009). A continuación, se describen las especies registradas para el área de estudio detallada del proyecto.

4.3.1 Peces y cefalópodos

4.3.1.1 Caracterización general

Como parte del presente punto se mencionan y/o describen brevemente aquellas especies cuyo rango de distribución abarca el área del proyecto ya sea durante todo el año o en forma estacional. Cuando la información estuvo disponible, se puso énfasis en los aspectos tróficos de las especies a fin de evaluar su vinculación con otras comunidades que puedan verse impactadas y en los aspectos reproductivos y áreas de cría.

A continuación, se presentan las principales características de aquellas especies que podrían vincularse al área de las actividades de exploración sísmica, considerando solo aquellas que habitan el borde más externo de la plataforma con registros mayores a 500 m, así también como del talud continental argentino.

La Tabla 9 resume las especies identificadas en el área de proyecto y sus adyacencias. La riqueza totaliza 69 especies de peces. Para el área de influencia directa del proyecto CAN_100, CAN_108 y CAN_114 se registran un total de 33 especies de peces. Dentro de los peces cartilaginosos más destacados se identificaron 14 especies, la gran mayoría de la cuales corresponden a los Rajiformes, mientras que para los peces óseos el número registrado fue de 19 especies de peces.

Tabla 9. Especies detectadas en el área de influencia directa del proyecto (*) y adyacentes en el talud y borde de la plataforma. Fuente: OBIS; Nakamura et al. 1986; Diaz de Astarloa y Bruno 2012; Diaz de Astarloa et al. 2013.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Rajiformes	Arhynchobatidae	<i>Bathyrāja macloviana</i> *	Raya espinosa
		<i>Bathyrāja albomaculata</i> *	Raya de manchas blancas
		<i>Bathyrāja griseocauda</i>	Raya lisa
		<i>Bathyrāja scaphiops</i> *	Raya picuda
		<i>Bathyrāja brachyurops</i> *	Raya cola corta
		<i>Bathyrāja magellanica</i> *	Raya magellanica
		<i>Bathyrāja cosseasuae</i> *	Raya de aletas juntas
		<i>Bathyrāja multispinnis</i> *	Raya aserrada
	Rajidae	<i>Zearaja chilensis</i> *	Raya hocicuda
		<i>Amblyrāja doellojuradoi</i> *	Raya erizo
		<i>Psammobatis normani</i> *	Raya marrón claro
		<i>Psammobatis rudis</i> *	Raya hocico blanco
Squaliformes	Squalidae	<i>Squalus acanthias</i> *	Tiburón espinoso
Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	<i>Schorederichthys bivius</i> *	Pinta roja
Chimeriformes	Callorhynchidae	<i>Callorhynchus callorhynchus</i> *	Pez gallo
Gadiformes	Macruridae	<i>Coryphaenoides filicauda</i>	Granadero
		<i>Coelorhynchus fasciatus</i> *	Granadero chico
		<i>Macrourus holotrachys</i>	Granadero grande
		<i>Macrourus carinatus</i>	Granadero
		<i>Lucigadus nigromaculatus</i>	Granadero manchas negra
		<i>Haplomacrourus nudirostris</i>	/
	Muraenolepididae	<i>Muraenolepis marmorata</i>	Morena de aguas frías
	Merluciidae	<i>Merluccius hubbsi</i> *	Merluza
		<i>Merluccius australis</i>	Merluza austral
		<i>Macruronus magellanicus</i> *	Merluza de cola
	Moridae	<i>Antimora rostrata</i>	Antimora azul
		<i>Lepidion ensiferus</i>	Brotola patagonica
		<i>Guttigadus kongi</i>	Bacalao austral
		<i>Notophycis marginata</i> *	Brotola enana
		<i>Salilota australis</i> *	Bacalao criollo
	Gadidae	<i>Micromesistius australis</i> *	Polaca
	Centropholidae	<i>Seriola porosa</i>	Savorin
	Phycidae	<i>Urophycis cirrata</i>	Brótola
Pleuronectiformes	Achiropsettidae	<i>Mancopsetta maculata</i> *	Lenguado de profundidad o pintado
		<i>Mancopsetta milfordi</i> *	Lenguado

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Scorpaeniformes	Psychrolutidae	<i>Cottunculus granulosus</i> *	Pez piedra
		<i>Psychrolutes marmoratus</i>	Sapo de piel blanda
	Liparidae	<i>Praematoliparis anarthractae</i>	Pez babosa
		<i>Paraliparis cf. anarthractae</i>	Pez babosa
		<i>Paraliparis eltanini</i>	Pez babosa
	Congiopodidae	<i>Congiopodus peruvianus</i>	Chanchito
	Sebastidae	<i>Sebastes oculatus</i>	Escrofalo
Anguiliformes	Congridae	<i>Ariosoma opisthophthalmum</i>	Congrio
		<i>Bassanago albescens</i>	Congrio de profundidad
		<i>Conger orbignianus</i>	Congrio
		<i>Pseudoxenomystax albescens</i> *	Congrio
	Synphobranchidae	<i>Diastobranchus capensis</i>	Anguila degolladora
Nocanthiformes	Halosauridae	<i>Aldrovandia phalacra</i>	/
	Notacanthidae	<i>Notacanthus sexspinis</i>	Anguila espinosa
		<i>Notacanthus chemnitzii</i>	Anguila espinosa nariz chata
Myctophiformes	Myctophidae	<i>Mictophidae sp.</i>	Mictofido
Perciformes	Zoarcidae	<i>Ophthalmolycus macrops</i>	Viuda
		<i>Plesienchelys stehmanni</i>	Viudita
		<i>Phucocoetes cf. latitans</i>	/
		<i>Illucoetes fimbratus</i> *	Viuda
		<i>Lycenchelys bachmanni</i> *	Viuda
	Stromateidae	<i>Stromateus brasiliensis</i> *	Palometa moteada
	Gempylidae	<i>Thyrstites atun</i> *	Barracuda
	Notothenidae	<i>Dissotichus eleginoides</i> *	Merluza negra
		<i>Patagonotothen ramsayi</i> *	Nototenia
	Epigonidae	<i>Epigonus robustus</i> *	Besugo robusto
	Bovichtidae	<i>Cottoperca gobio</i>	Torito
	Centrolophidae	<i>Schedophilus griseolineatus</i>	/
Stomiiformes	Sternophychidae	<i>Argyropelecus aculeatus</i>	Hachita
	Stomiidae	<i>Stomias boa</i>	Pez dragon
		<i>Bathophilus vaillanti</i>	/
Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Genypterus blacodes</i> *	Abadejo
	Bythitidae	<i>Cataetys messieri</i>	Brótula patagónica
Aulopiformes	Notosudidae	<i>Scopelosaurus lepidus</i> *	/
	Ipnopidae	<i>Bathypterois longipes</i>	Pez tripode

4.3.1.2 Peces Cartilaginosos

Orden Squaliformes

1- *Squalus acanthias* (Tiburón espinoso)

Su distribución es notablemente amplia ya que abarca aguas costeras, de plataforma y de talud (Figura 138). Puede ser encontrado hasta 350 m de profundidad (Menni et al. 2010). Se alimenta principalmente de peces y cefalópodos cuando es adulto, y de macroplancton (medusas, ctenóforos, salpas) en estadios juveniles. La puesta tendría lugar en invierno (Oddone et al. 2015), aunque Chavez et al (2016), señalan que el período sería de invierno a primavera. La especie es vivípara con ciclo reproductivo bienal y asincrónico (Colonello et al 2016).

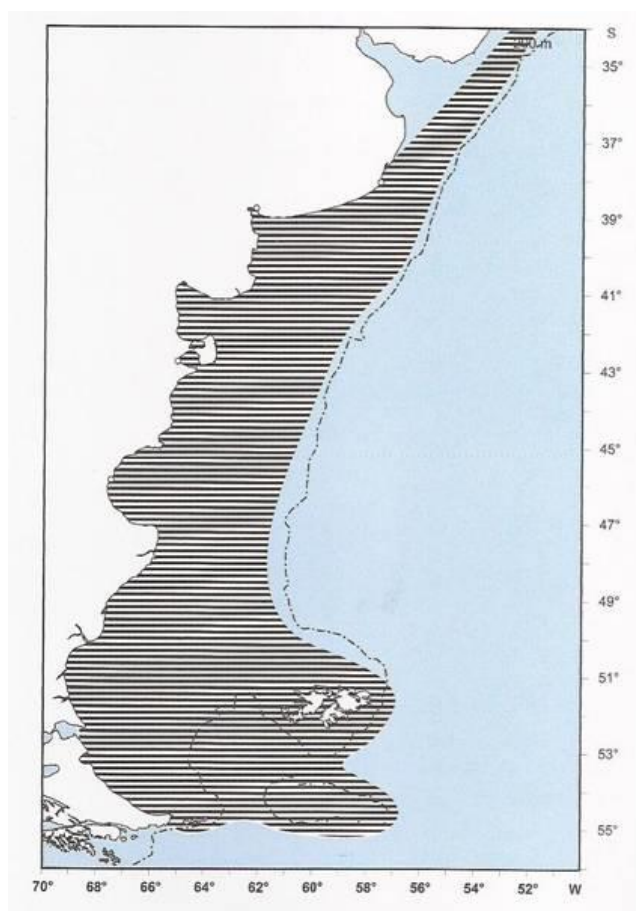


Figura 138. Distribución geográfica de *S. acanthias*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

Orden Carcharhiniformes

2- *Schorederichthys bivi* (pintaroja)

Esta especie tiene un muy amplio rango de distribución que abarca todo el Mar Argentino (Figura 139) y se lo encuentra entre profundidades de 50 a 350 m en la Patagonia norte (Figura 140). En la plataforma Patagónica Norte se registran capturas hasta 150 m (Figura 141). Su espectro trófico general está integrado por cefalópodos (39%), peces (36%), crustáceos bentónicos (18%), otros invertebrados bentónicos (6%) y zooplancton gelatinoso (1%). En la Plataforma Bonaerense y Norpatagónica la presa principal fueron los peces y en la plataforma austral, los cefalópodos. Si bien, no se observaron diferencias en la alimentación entre machos y hembras, se encontró un cambio en la dieta de la pintarroja alrededor de los 64 cm de longitud total (Sanchez et al. 2009). La reproducción de esta especie se realiza en la plataforma.

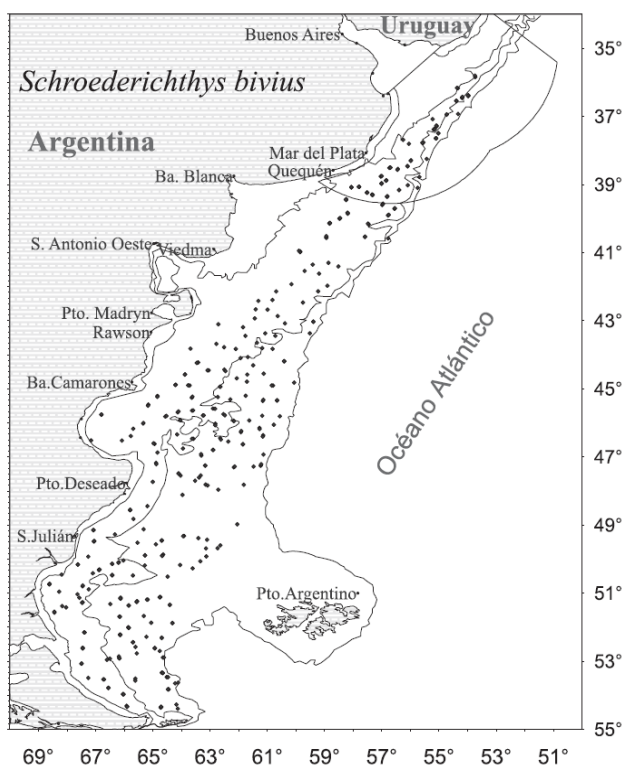


Figura 139. Distribución de *S. biviús* en el Mar Argentino. Fuente: Wöhler et al. 2011.

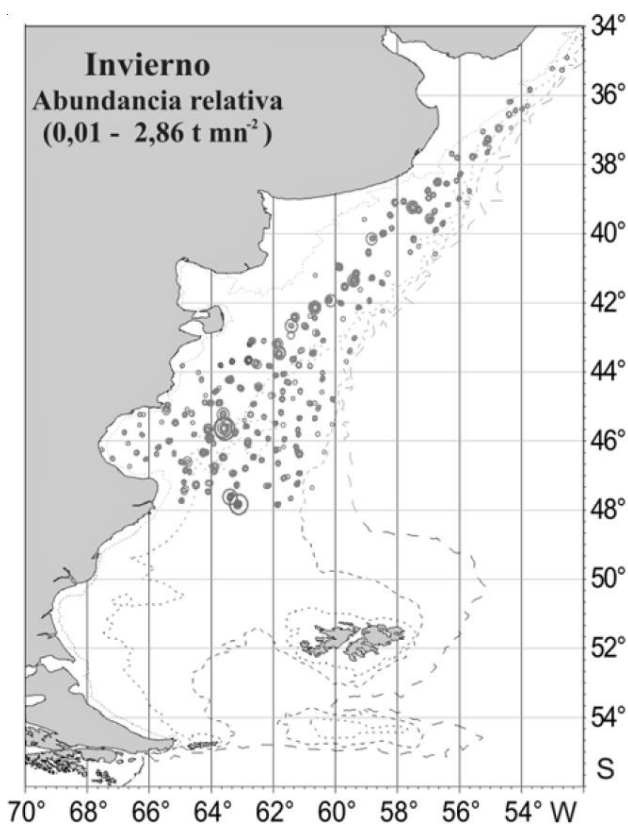


Figura 140. Abundancia de *S. biviús* (t/mn²) en la plataforma patagónica norte. Fuente: Sanchez et al. 2009.

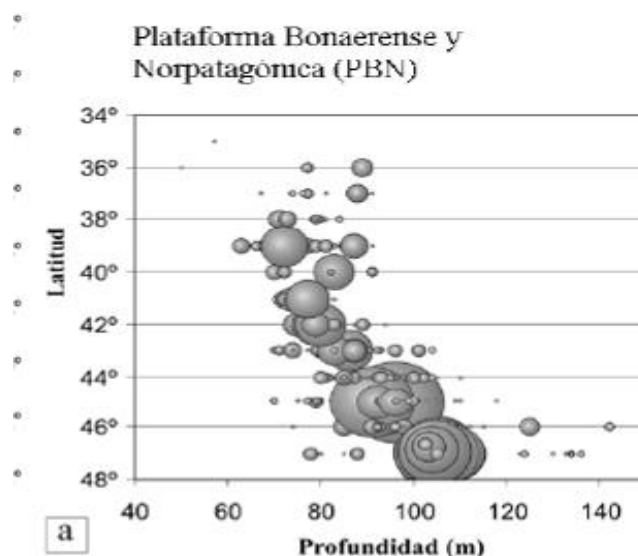


Figura 141. Distribución de *S. biviús* en función de profundidad y latitud. Fuente: Sanchez et al. 2009.

Orden Rajiformes⁶

3- *Amblyraja doellojuradoi* (Raya erizo)

En el Atlántico está presente en latitudes mayores de 36° S, en profundidades de 80 a 600 m, con la mayor frecuencia entre 36° S y 42° S, en plataforma intermedia y externa (Figura 142). Menni et al. (2010) mencionan un rango de profundidad entre 100 y 1200 m. La especie posee un pico reproductivo en otoño, pero tendría un ciclo durante todo el año (Delpiani 216). Se alimenta de crustáceos (cangrejos, anfípodos, etc.) poliquetos y en menor medida de peces pequeños (Sánchez y Mabragaña 2002), pero su dieta es predominantemente carcinófaga y además ingiere peces y poliquetos (Delpiani et al. 2013).

⁶ Incluye aproximadamente 65 especies, la mayoría de las cuales poseen escasa información.

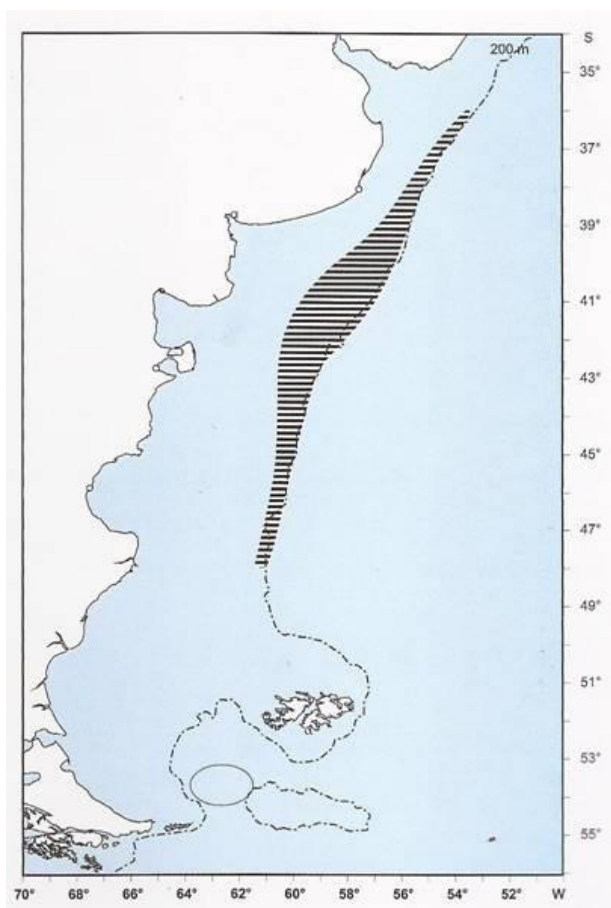


Figura 142. Distribución geográfica de *A. doellojuradoi*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

4- *Bathyraja brachyurops* (Raja de cola corta)

Se distribuye desde el sudeste de Brasil hasta los 52° S en el litoral chileno (Figura 143). En el Atlántico abarca la plataforma intermedia y externa en el norte hasta los 47° S aproximadamente, y toda la plataforma y talud al sur de esa latitud. Menni et al. (2010) menciona que su rango de profundidad puede llegar a 1500 m, aunque los estudios de Ruocco et al. (2007) la muestran como una especie que se encuentra solo en el borde del talud. Por su parte, Arkhipkin et al (2008) registran capturas hasta 500 m (Figura 144). Se alimenta principalmente de peces, particularmente en las tallas menores, pero además consume crustáceos, calamares, poliquetos y otros invertebrados (Bellegia et al. 2008). Su reproducción tiene lugar casi todo el año excepto en enero (Arkhipkin et al. 2008).

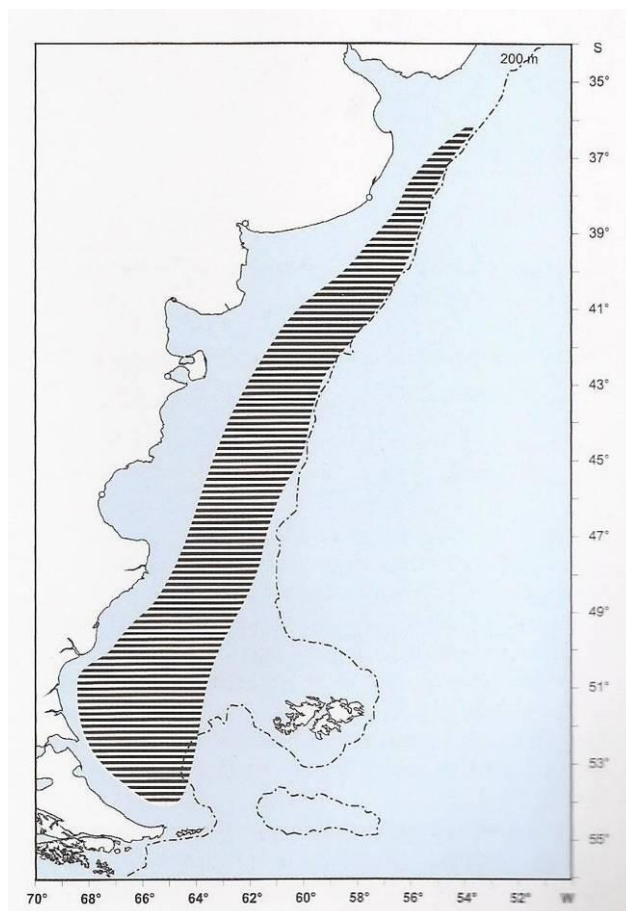


Figura 143. Distribución geográfica de *B. brachyurops*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

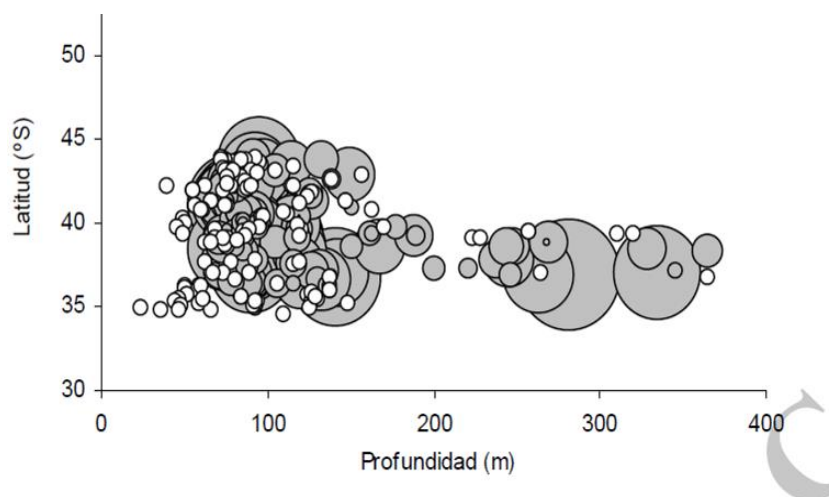


Figura 144. Distribución de *B. brachyurops* en función de profundidad y latitud (1993-1994). Fuente: Ruocco et al. 2007.

5- *Psammobatis normani* (Raya marrón claro)

Se distribuye en el cono sur sudamericano en aguas del Pacífico desde los 30° S y en el Atlántico hasta los 37° S, a la altura de la provincia de Buenos Aires, en profundidades de 50 m a 200 m (Figura 145). La dieta está compuesta por crustáceos, cefalópodos y en menor medida por peces. Es capturada por embarcaciones medianas y grandes, con redes de arrastre de fondo.

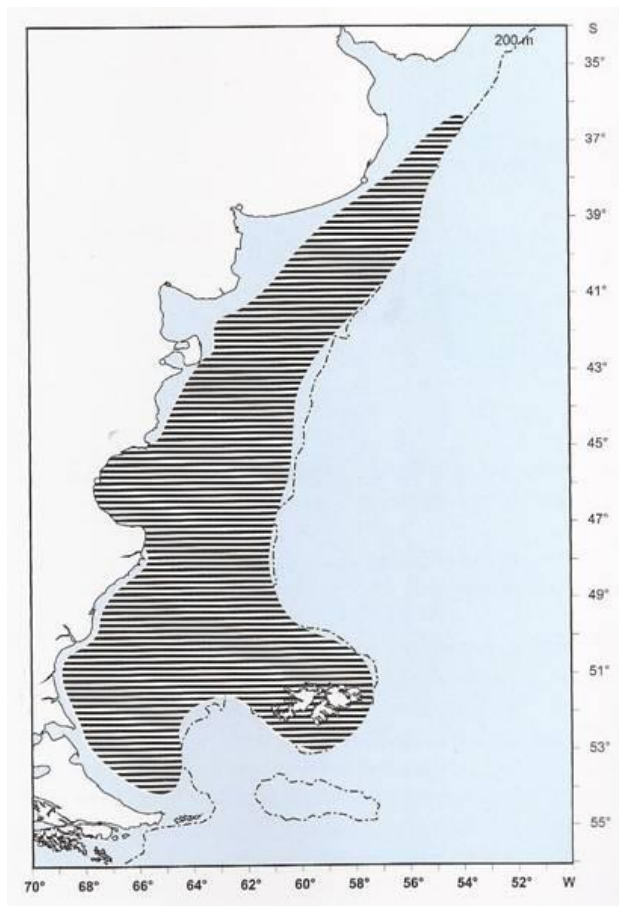


Figura 145. Distribución geográfica de *P. normani*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

6- *Psammobatis rudis* (Raya hocico blanco)

En la Argentina se encuentra desde 37° S a 55° S, en profundidades de 50 a 200 m (Figura 146). Su alimentación es similar a *P. normani* pero tienen menor importancia los poliquetos y pequeños peces. Es capturada por las embarcaciones medianas y grandes, con redes de arrastre de fondo.

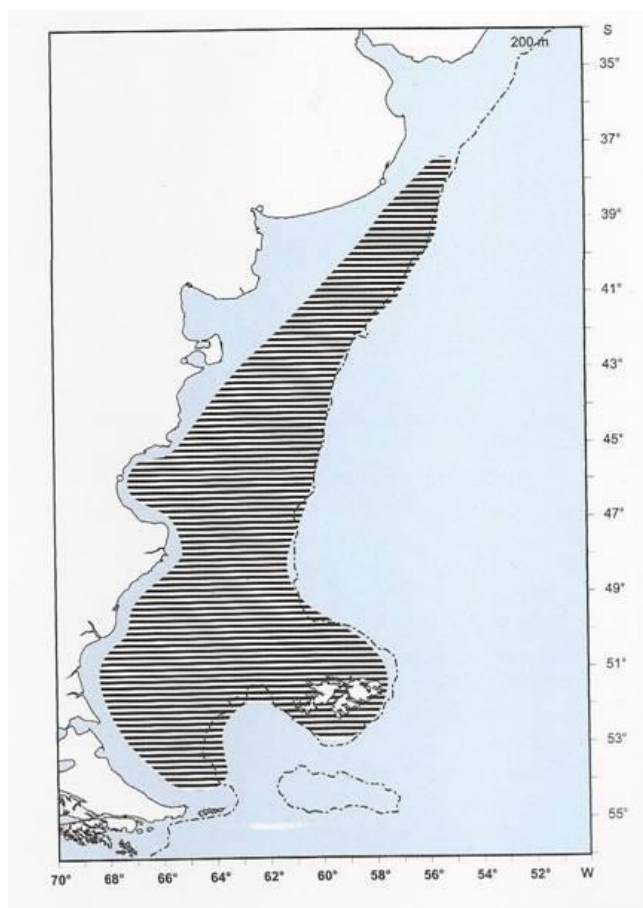


Figura 146. Distribución geográfica de *P. rudis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

7- *Bathyrroja macloviana* (raya espinosa)

Habita el cono sur americano, desde los 36° S en el Atlántico hasta los 51° S en el Pacífico. En la Figura 147 se observa la distribución en Argentina. Es ovípara y los machos maduran sexualmente a partir de los 53 cm de longitud y las hembras a partir de los 56 cm. Se alimenta principalmente de poliquetos y en menor medida de crustáceos (anfípodos, isópodos, cangrejos).

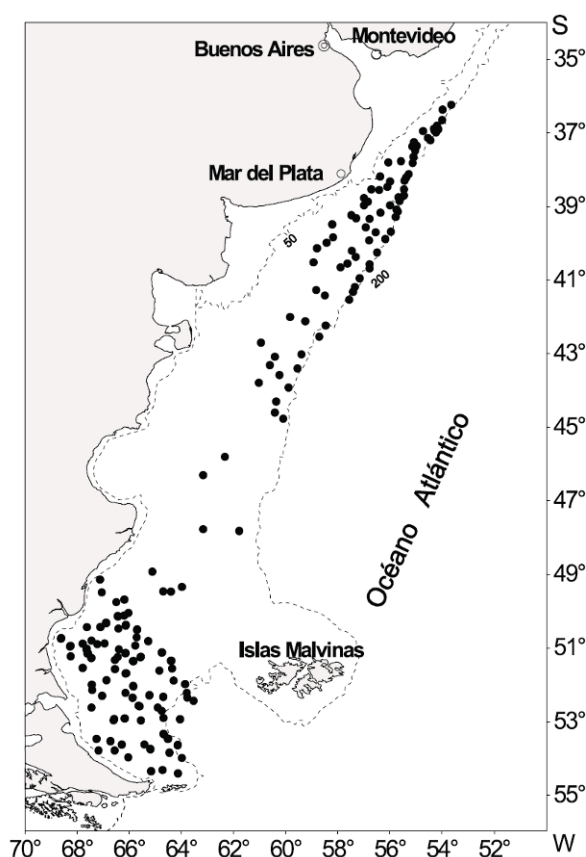


Figura 147. Área de distribución de *B. macloviana*. Fuente: Cousseau et al. 2010.

8 - *Zearaja chilensis* (Raya hocicuda)

Habita el cono sur sudamericana, desde Arica, en el Pacífico (18° S), hasta por lo menos 34° en el Atlántico (Figura 148) y es endémica de las aguas templadas de América del Sur (Licandeo y Cerna 2007). En profundidad se distribuye hasta 350 m, con la mayor incidencia entre los 50 m y 150 m (Cousseau y Perrotta, 2000) pero Menni y Stehmann (2000) señalan que la especie ha sido capturada a profundidades entre 58 y 435 m. Su reproducción al igual que otros Rajiformes de profundidad sería extendida a lo largo del año sin presentar picos de desove estacionales (Colonello y Cortes 2014). Vázquez et al. (2016) notan que esta especie deposita las cápsulas ovígeras en profundidades de hasta 1000 m.

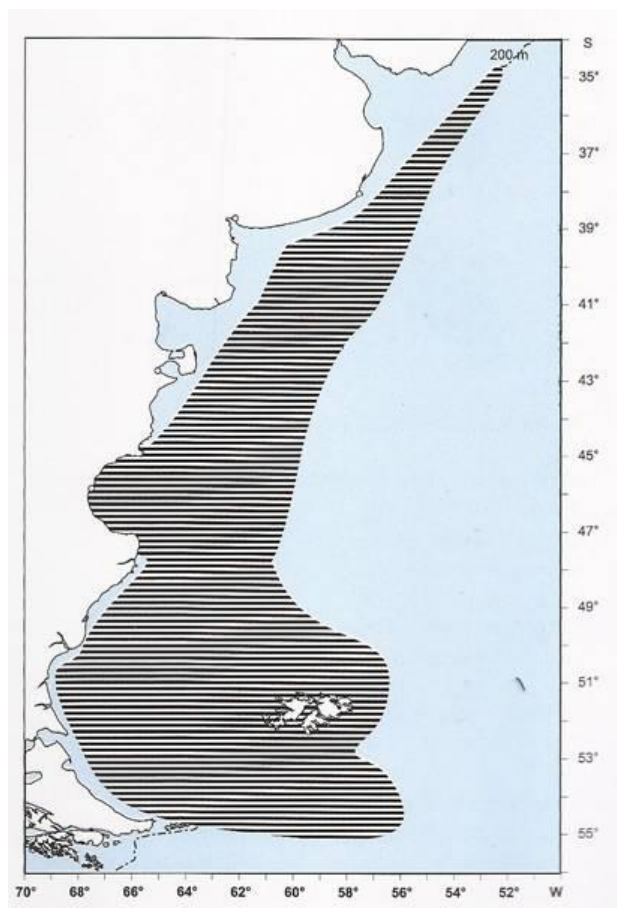


Figura 148. Distribución geográfica de *D. chilensis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

9 - *Bathyrāja magellanica* (Raya magallánica)

Posee una muy amplia distribución, concentrándose en áreas cercanas al talud en el sector norte y en la plataforma en la zona sur (Figura 149). Habita en profundidades entre 50 y 550 metros (Menni y Stehmann 2000). Su dieta está compuesta por peces, seguido de anfípodos, isópodos y decápodos (Barbini et al. 2010).

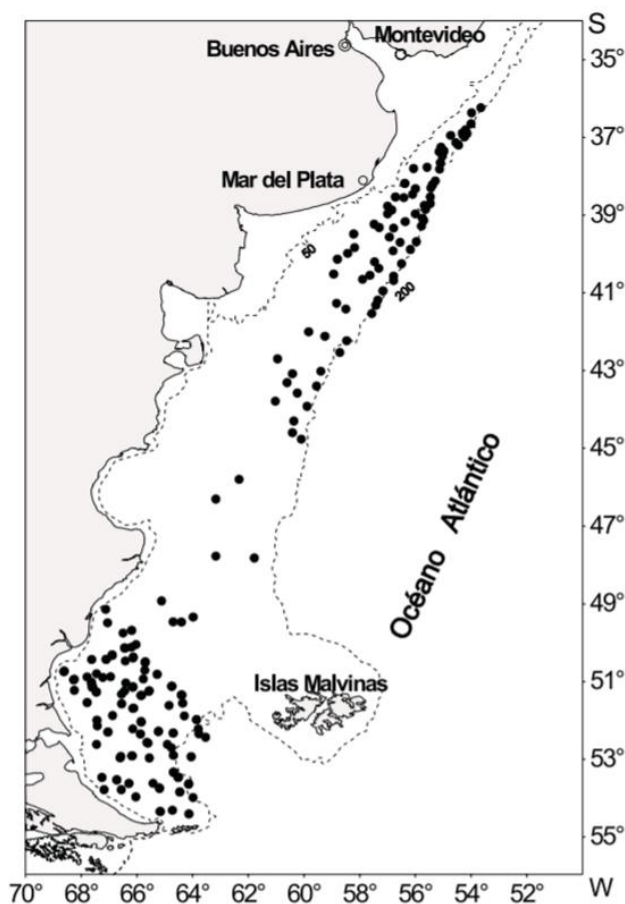


Figura 149. Distribución de *B. magallánica* en la plataforma sur patagónica. Fuente: Cousseau et al 2000.

10 - *Bathyrroja cousseauae*

Esta especie de aparente amplia distribución frecuenta profundidades moderadas habiendo sido encontrada en la sección norte del talud a casi 300 m de profundidad (Díaz de Astarloa y Mabragaña 2004) (Figura 150). Ello es coincidente con lo observado por Bellaggia et al. (2014). Su dieta principal está compuesta por peces seguida por isópodos y anfípodos (Bellaggia et al. 2014).

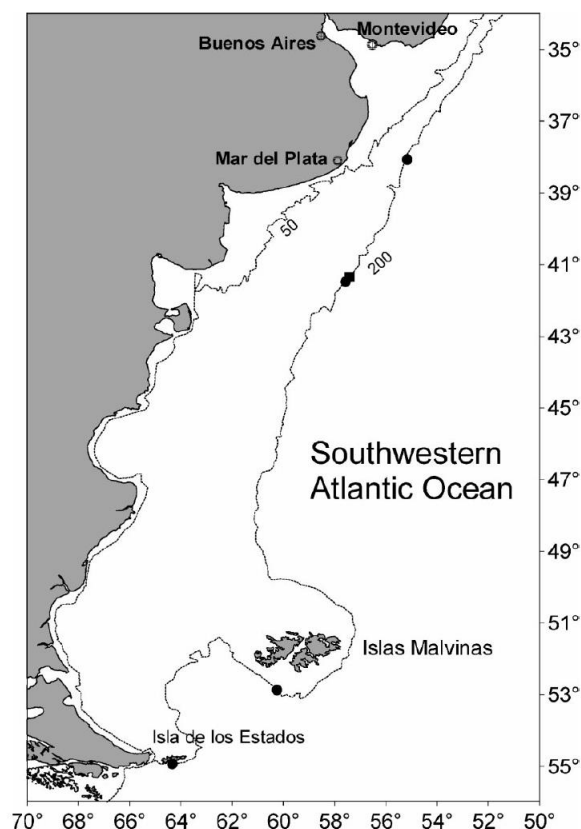


Figura 150. Distribución preliminar de *B. cousseauae*. Fuente: Diaz de Astarloa y Mabragaña 2004.

11 - *Bathyrāja multispinnis* (raya aserrada)

La escasa información existente sobre esta especie muestra una distribución latitudinal amplia y circunscripta a áreas mayor profundidad en la plataforma y borde de talud, pudiendo llegar a casi 500 m (Figura 151 y Figura 152). La dieta está compuesta por decápodos siendo las principales especies *Peltarion spinosulum* y *Libidoclaea granaria*, mientras los isópodos fueron la segunda presa más importante y poliquetos y moluscos tuvieron mucha menor relevancia (Belleggia et al. 2014).

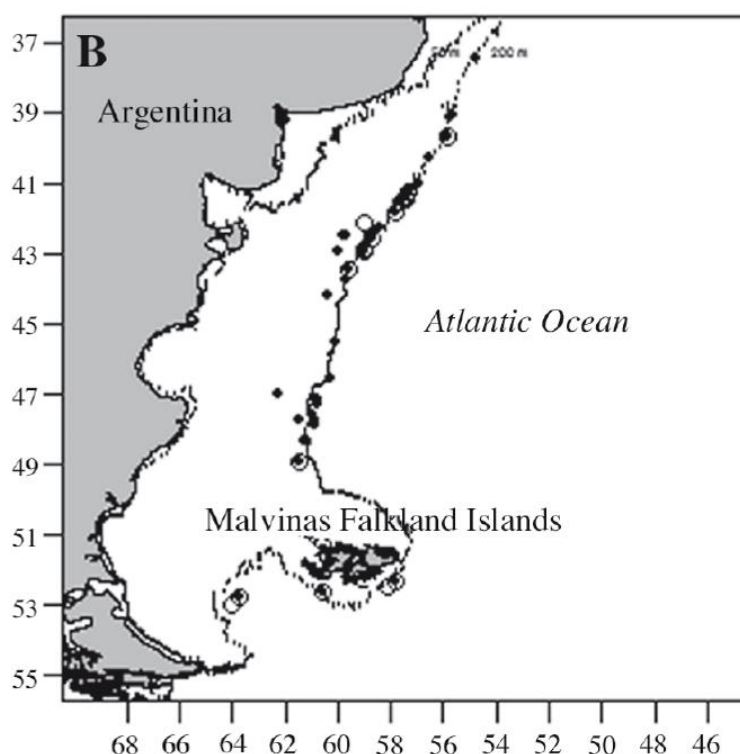


Figura 151. Distribución de *B. multispinnis*. Fuente: Belleggia et al. 2014.

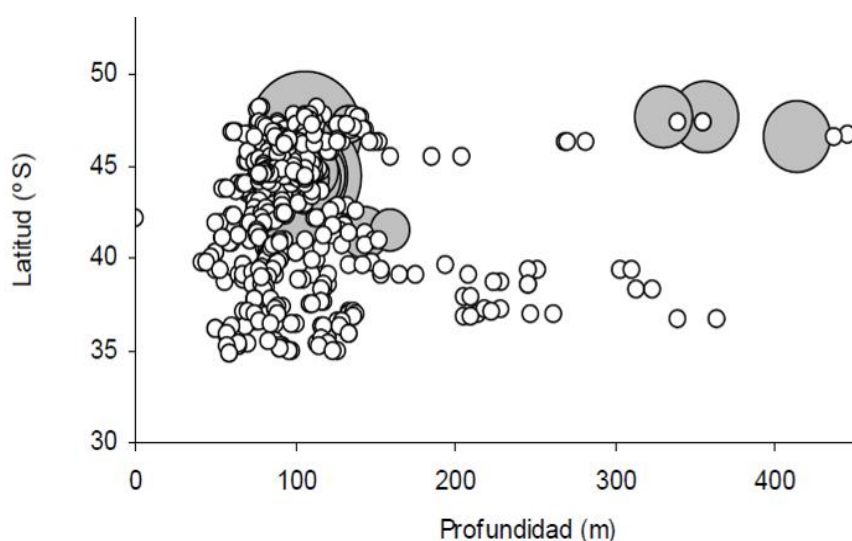


Figura 152. Distribución de *B. multispinnis* según profundidad y latitud. Fuente: Belleggia et al. 2014.

12 - *Bathyraja scaphiops* (raya picuda)

No se dispone de información biológica de esta especie limitándose a un reconocimiento aún preliminar a su distribución geográfica que muestra un rango de distribución estrecho y limitado al sector superior del talud (Figura 153 y Figura 154).

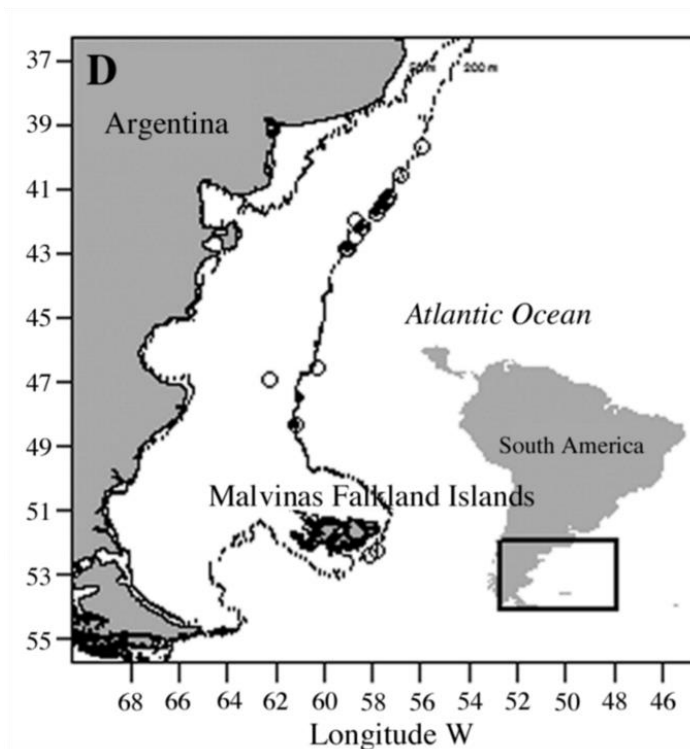


Figura 153. Distribución de *B. scaphiops*. Fuente: Belleggia et al. 2014.

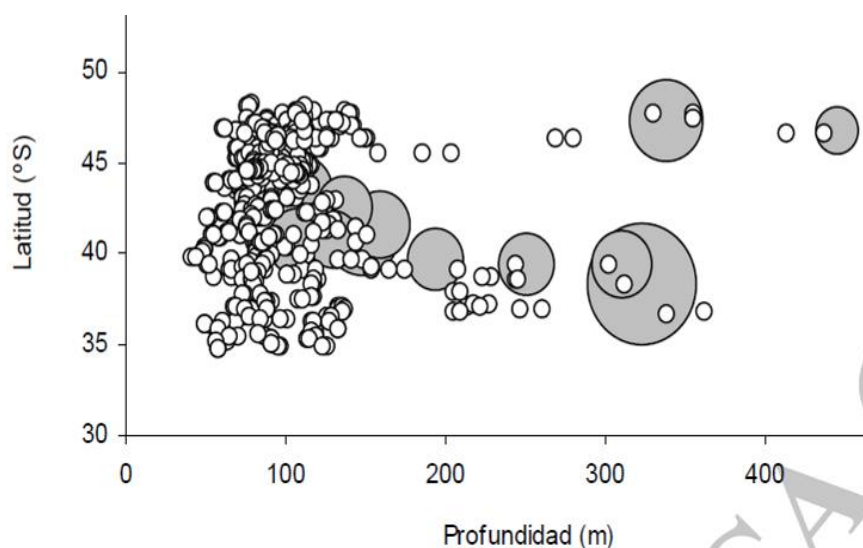


Figura 154. Distribución de *B. scaphiops* por profundidad y latitud. Fuente: Belleggia et al. 2014.

13 - *Bathyrhaja albomaculata* (Raya de manchas blancas)

La especie posee una distribución cercana al área del proyecto (Figura 155 y Figura 156). Los desoves se producen entre 200 y 300 m (Henderson et al. 2005).

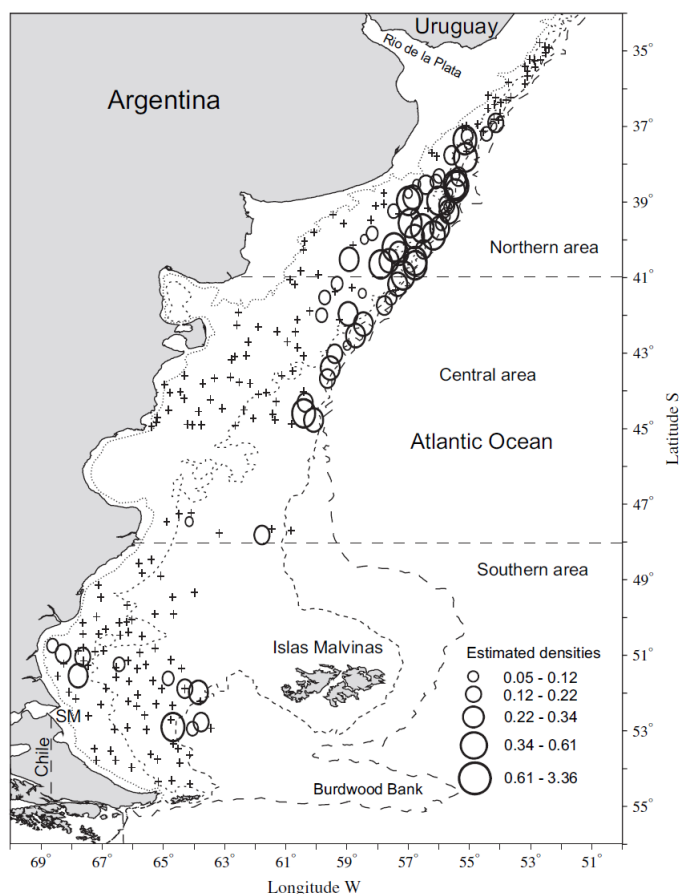


Figura 155. Distribución y densidad de *B. albomaculata* (t/mn²). Fuente: Belleggia et al. 2014.

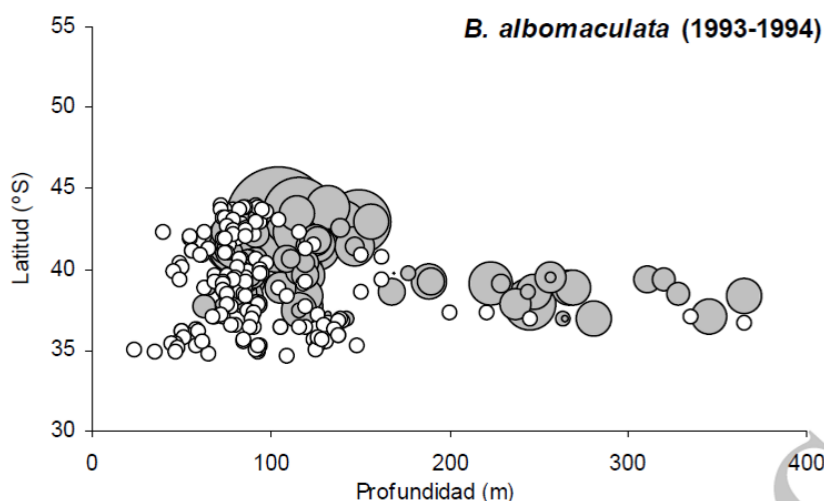


Figura 156. Distribución de *B. albomaculata* según profundidad y latitud. Fuente: Belleggia et al. 2014.

Otras especies como *Bathyrhaja macloviana*, *B. multispinnis* y *B. griseocauda* no fueron incluidas en el análisis ya que sus rangos de profundidad conocidos no superan los 200 m y por lo tanto sobrepasan la plataforma.

Si bien no se dispone de mucha información biológica sobre las rayas se ha visto que además de depositar sus huevos en zonas de plataforma, también lo hacen en el borde del talud donde se han encontrado importantes densidades de huevos (Colonello 2019), con lo cual es factible que aquellos individuos que se encuentren a mayor profundidad y cercano ya al área del proyecto, puedan tener puesta. Es común que se encuentren condriktios hasta profundidades de 1200 m (Menni 2010).

Orden Chimaeriformes

14 - *Callorhynchus callorhynchus* (Pez gallo)

Especie de muy amplia distribución que se la encuentra desde Uruguay hasta Tierra del Fuego habitando aguas someras hasta la isobata de 200 m (Figura 157). Habita aguas costeras, de plataforma y de talud. Parece existir una segregación entre juveniles y adultos, ya que los primeros habitan aguas someras y los segundos zonas más profundas. De alimentación eurífaga ingiere poliquetos, cefalópodos, anélidos, gasterópodos, bivalvos etc. Los juveniles habitan en aguas someras, pero los adultos se encuentran en aguas costeras, de plataforma y talud. En el norte de Patagonia la especie posee una actividad reproductiva ovípara, que extiende todo el año, pero la principal actividad reproductiva y de puesta es de julio a febrero (Di Giacomo y Perier 1991; Chierichetti et al. 2017). La pesca es realizada tanto por parte de la flota costera como por embarcaciones medianas y grandes que operan en alta mar, en ambos casos con red de arrastre de fondo. Representa un recurso importante tanto para pescadores artesanales como industriales (Di Giacomio y Perier 1991) y en los últimos años se ha transformado en una especie blanco con mayor importancia (Bernasconi et al. 2015).

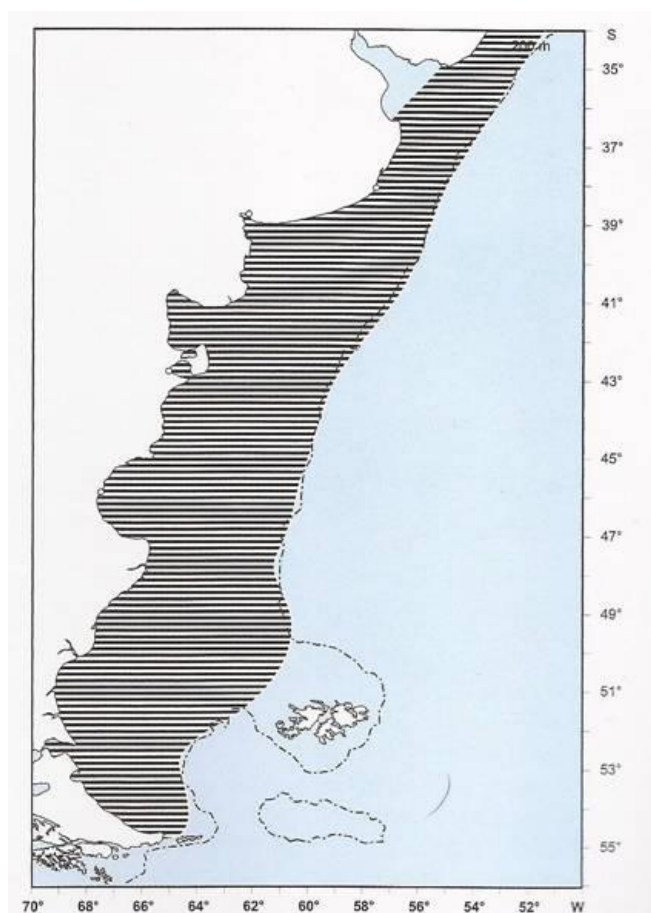


Figura 157. Distribución geográfica de *C. callorhynchus*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.