INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

INFORME FINAL

Convenio: Asesoría Integral para la toma de decisiones en Pesca y Acuicultura, 2012

Caracterización y modelación de patrones de circulación marina en la XII Región de Magallanes

SUBPESCA / Octubre 2013

I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

INFORME FINAL

Convenio: Asesoría Integral para la toma de decisiones en Pesca y Acuicultura, 2012

Caracterización y modelación de patrones de circulación marina en la XII Región de Magallanes

SUBPESCA / Octubre 2013

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
Subsecretario de Pesca y Acuicultura
Pablo Galilea Carrillo

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
José Luis Blanco García

Jefe División Investigación en Acuicultura
Leonardo Guzmán Méndez

JEFE DE PROYECTO
Elías Pinilla Matamala

AUTORES
Elías Pinilla Matamala
Marcela Arriagada Ortega
Gabriel Soto Soto
Cristian Ruiz Soto

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo de la acuicultura en Chile no ha estado exento de problemas, derivados en algunos casos de la expansión de una industria que está estrechamente ligada a la utilización del medioambiente. El desconocimiento de los límites reales de un cuerpo de agua, especialmente en el caso de un sistema estuarino, es una de las situaciones más difíciles de resolver a corto plazo, determinando la necesidad de desarrollar estudios que permitan formular una línea base suficientemente robusta sobre la cual establecer los marcos regulatorios de la industria. En los últimos años han surgido una serie de nuevos desafíos; por un lado se tiene el cuidado del ambiente y la compresión espacio-temporal que conlleva la dinámica de este ambiente, sumado al desarrollo sustentable de la actividad acuícola considerando el cuidado del ambiente. Existen fundados antecedentes que señalan que una parte importante de los desechos de la acuicultura son solubles o no sedimentables, lo que permite su transporte a grandes distancias desde su origen. Asimismo, se estima que la circulación general de las áreas de cultivo determina los patrones de dispersión de la mayoría de los patógenos y plagas.

Aun cuando los niveles en los cuales se deberá desarrollar la investigación que proporcione la información necesaria, son múltiples en cuanto a variedad y complejidad, abarcando diversas líneas de investigación, es claro que la descripción del medioambiente físico, especialmente de su dinámica, variabilidad espacial y temporal, son la base para la comprensión y manejo de este medioambiente. Sin embargo, la gran extensión de la zona sur austral, y en especial de la XII Región, sumado a la presencia de profundos canales y fiordos que comunican numerosos cuerpos de agua, permite la existencia de complicados patrones de circulación como resultado de la influencias de forzantes meteorológicos y oceanográficos, que son a su vez consecuencia de la influencia regional de fenómenos de mayor escala derivados de la interacción océano-atmósfera del Océano Pacifico y Atlántico y el gran sistema estuarino continental. La suma de estas complejidades dificultan estos objetivos trazados. Es así como existen múltiples puntos de los cuales la dinámica local es diferente y particular, pero basada en principios generales de amplia aplicación, que han sido estudiados en la investigación de la dinámica estuarina en los pasados años. De esta investigación se desprende una de las líneas más interesantes y de mayor desarrollo en la actualidad, correspondiente a implementación y aplicación de métodos de modelación numérica de la hidrodinámica para el estudio de amplias zonas geográficas. Este tipo de estudios tiene como una de sus ventajas, la capacidad de extender los resultados de la medición y monitoreo puntual a un área geográfica mayor, con la capacidad de predecir su comportamiento en diferentes escenarios.

Con el fin de caracterizar los patrones de circulación marina que permitan predecir el transporte de partículas en la región de Magallanes, se han completado una serie de campañas oceanográficas y la implementación de un modelo hidrodinámico regional y dos modelos de alta resolución en los sectores del Golfo Almirante Montt y Seno Skyring.

Respecto de la caracterización de condiciones oceanográficas en la región de Magallanes, los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en el Golfo Almirante Montt, permiten identificar 2 zonas diferentes respecto a su hidrografía. La primera zona de características oceánicas, correspondió a la cuenca oeste, formada desde el Canal Sarmiento hasta el Paso Morla-Vicuña. Ésta estuvo caracterizada por presentar una columna de agua estratificada definida a través de una haloclina, con termoclina inversa en invierno y termoclina normal en verano, picnoclina y oxiclina. El segundo estrato localizado debajo de los 50 metros reveló valores más estables, exhibiendo una columna de agua con tendencia a la homogeneidad dada la baja variabilidad. Esta zona en general presenta una batimetría de considerable profundidad (200-600m app.), influenciada por la masa de agua Sub antártica Modificada (ASAAM).

La segunda zona con características estuarinas, localizada dentro del Golfo Montt, conformó 2 cuencas diferentes. La cuenca central, conformada por la entrada del Canal Kirke hasta el Canal Señoret incluyendo el Golfo Almirante Montt. Dentro de esta cuenca la columna de agua se presenta más homogénea, debido a la baja variabilidad de los parámetros. La excepción estuvo dada por el oxígeno disuelto, el cual disminuyó a través de toda la columna de agua en la mayoría de los perfiles. La situación cambia en algunos aspectos para verano, donde la termoclina es de carácter normal (*ie.* la temperatura superficial es mayor que la temperatura de la capa profunda). Esta cuenca es de menor profundidad que la cuenca oeste, no superando los 50 metros. Sin embargo, en algunos brazos, como el caso del Paso Vattuone, Estero Worsley y Canal Valdés, la profundidad máxima llega a los 200m. Este hecho es relevante debido a que produce la formación de microcuencas, donde posiblemente ocurra mayor retención del cuerpo de agua profundo. La circulación observada es menor que en la cuenca oeste, lo cual quedó corroborado por la constricción que se produce en el Canal Kirke y Santa María, los cuales son disipadores de energía. Se identificó una tercera constricción localizada en el canal Señoret, observándose de esta manera la formación de una tercera cuenca entre el Canal Señoret y Seno Última Esperanza, con una profundidad media de 400m aproximadamente. Ésta última cuenca se exhibe estratificada, destacando los menores valores de salinidad, sobre todo en la capa superficial, donde la influencia del agua dulce es notable. Los resultados obtenidos indicarían que entre estas dos cuencas existiría una circulación estuarina positiva, donde el agua estaría saliendo del Golfo Almirante Montt a través de una capa superficial de agua estuarina (salinidad<28psu), hecho que estaría determinado por el gran aporte de agua dulce provenientes del Río Serrano, cuyo caudal máximo se sitúa en febrero, producto del aporte proveniente del derretimiento de hielo. Las mediciones en este estudio, realizadas en la misma época, son coincidentes con este antecedente, lo cual también sería corroborado por las diferencias estacionales (invierno/verano), donde el aporte de agua dulce disminuyó en el periodo invernal, lo cual se vio reflejado en un aumento significativo de la salinidad dentro del Seno Última Esperanza.

Las mediciones del Seno Skyring indicarían la presencia de un sistema de circulación general similar a lo registrado en Golfo Montt, así las condiciones hidrográficas serian diferentes dentro del Seno

Skyring y Canal Gajardo. Se presentó una columna de agua con tendencia a la homogeneidad en algunos sectores de profundidad inferior a 30m, como fue el caso del canal Fitz Roy (*e.g.* valores de la salinidad menores a 20 psu), evidenciando la formación de agua estuarina, lo que podría estar indicando una circulación restringida dentro del Seno Skyring (como también se observó en Golfo Montt). La estructura térmica dentro del Seno Skyring presenta una termoclina de condiciones normales, mayor temperatura en superficie y un paulatino descenso de ésta en los estratos inferiores.

En contraste, las condiciones hidrográficas registradas al oeste del Canal Gajardo, como el Golfo Xaultegua hasta la Bahía Beaufort, muestran una columna altamente estratificada en todos los parámetros considerados, donde la columna de agua superficial (1-10m), tiende a mostrar agua de características estuarina (salinidad<28 psu). Éste agua de menor salinidad se muestra principalmente a la salida oeste del Canal Gajardo y la conexión que éste posee con el Golfo Xaultegua, mientras que el estrato más profundo mostraría agua de influencia oceánica.

Se implementó un modelo hidrodinámico regional con bordes en la zona oceánica del Océano Pacífico por el oeste y parte del Océano Atlántico por el este. Tal modelo se proyecta como continuación natural al dominio del modelo hidrodinámico de Chiloé-Aysén, parte del proyecto del Convenio Asesoría Integral para la toma de decisiones en Pesca y Acuicultura ASIPA – Subpesca, 2011: "Diseño y estudio técnico de macrozonas de agrupaciones de concesiones en la Zona Sur Austral, X a XII Regiones". De la misma forma se implementaron dos modelos de alta resolución en zonas interiores de la región de Magallanes. Uno de estos está centrado en el Golfo Almirante Montt e incluye los canales Unión, Morla-Vicuña, Kirke, Santa María, Última esperanza, Obstrucción y Poca Esperanza, en otros. La resolución de este modelo va desde los 450 a 90m. El otro modelo de alta resolución se extiende desde el Estrecho de Magallanes por el oeste hasta el Seno Skyring (incluyendo todos los esteros y canales intermedios). La resolución máxima en este dominio alcanza los 90m, mientras que la mínima los 450m.

El objetivo del modelo regional está fundamentado en la generación de condiciones iniciales y de bordes para los modelos de alta resolución. Las primeras pruebas con estos modelos dan cuenta de una alta capacidad de cómputo necesaria para poder completar las simulaciones, las cuales tardan aproximadamente 3 veces más tiempo que el modelo Aysén–Chiloé, lo cual se explica tanto por la mayor extensión territorial como por la mayor profundidad de los canales en la región de Magallanes, generando con esto una mayor cantidad de elementos a procesar. Cabe señalar que los bordes de dominio incluyen tanto el Océano Pacifico como el Atlántico, requisito necesario para poder realizar una propagación estable de la onda de marea hacia zonas interiores. La evaluación del nivel del mar en 3 estaciones en zonas costeras de la región de Magallanes da cuenta de que a medida que la onda de marea ingresa a zonas interiores va perdiendo calidad en cuanto a su propagación. En Caleta Meteoro, ubicada a la entrada oeste del estrecho de Magallanes, se obtienen las mejores correlaciones (97%) y los menores errores (8 cm.), mientras que en el Canal Morla-Vicuña, a la entrada del Golfo Almirante Montt, se obtienen las más bajas correlaciones (85%) y los errores más altos (22 cm). Puerto Edén, ubicado en la zona norte de la

región de Magallanes (Canal Messier), se encuentra en punto intermedio con valores de correlación de 89% y 18 cm de error. Todos estos valores, a pesar de que presentan una alta relación lineal entre lo observado y lo modelado, presentan una disminución de la calidad de la propagación de la onda de marea a medida que ingresa hacia los canales más interiores. Esto último es lógico de pensar ya que se requiere de resoluciones más altas para poder resolver el flujo que ingresa en canales más estrechos y de batimetría más compleja. En este sentido, cabe señalar que este modelo regional no puede ser usado con validez para canales y senos interiores, sino más bien, para otorgar condiciones de bordes a modelos de alta resolución en donde se requiere una mejor definición tanto de la línea de costa como de la batimetría.

Los resultados de las primeras modelaciones al interior de Golfo Almirante Montt indican principalmente que se produce un fuerte cambio en balance dinámico de circulación una vez que el flujo cruza las constricciones de canal Santa María y Kirke, al lado oeste. El modelo muestra una gran similitud comparado con las observaciones de corrientes en el Paso Morla-Vicuña, alcanzado valores de correlación cercano al 90 %, teniendo en cuenta que en este sector la principal forzante es la marea y que el efecto de viento tiende a ser más marginal. Hacia el interior del golfo el control que ejerce el viento sobre todo en periodos de mayor intensidad tiende controlar la circulación; en este sentido cabe señalar que el modelo atmosférico usado no replica de buena forma el comportamiento del viento lo que se traduce en inconsistencias en cuanto a replicar por ejemplo, los peak de corrientes asociados al viento. Las correlaciones bajan ostensiblemente en estos sectores no superando el 50%. La futura implementación del modelo atmosférico WRF en esta zona y su posterior validación debiesen transformarse en una buena herramienta para mejorar los resultados al interior de esta zona.

En general, la evaluación del modelo tanto en Golfo Almirante Montt como en Seno Skyring tienen enormes complejidades y limitaciones, uno de estos aspectos se refiere a la calidad de los datos batimetricos. En ambos dominios fue usada escasa cantidad de datos, provenientes estos principalmenete de las cartas nauticas de SHOA. Estos datos, debido a la función de cumplen, están enfocados a navegación en la parte central de los canales, dejando los sectores cercanos a la linea de costa sin densidad de datos suficientes para poder caracterizar las zonas mas someras en donde usualmente de instalan los centros de cultivo, ademas donde se realizan las mediciones de correntometría; sumado a esto existen amplios sectores en que no existe ni siquiera información de cartas nauticas, por tanto, el error que se ingresa en el modelo batimétrico puede llegar a ser bastante grande. Otra limitación importante sucede con la cuantificación de los flujos de agua dulce; actualmente la única información disponible y de utilidad es operada por la Dirección generla de Aguas (DGA) con una estación en la desembocadura del Rio Serrano. Con sólo esta información es dificil poder aproximar cuál es el volumen total de agua dulce total que entra al sistema, tomando en cuenta que no existe cuantificación de cómo los sistemas glaciares a traves de deshielo o escorrentia superficial inciden dentro del sistema marino. Para la zona de Seno Skyring, no existe ninguna cuantificación del sistema glaciar Gran Nevado, que realiza una importante aporte de agua dulce al sistema Skyring. Los patrones de circulación, sobre todo en esta zona por las caracteristicas atmosféricas, son extraordinariamente dependientes de una

buena forzante viento. En este sentido, aún no se ha logrado validar un modelo atmosferico ya sea de escala global o local que logre reproducir la variabilidad en estos sistemas tan complejos. Finalmente los modelos de alta resolución requeridos para poder simular las caracteristicas de zonas tan complejas, como es la zona sur austral de Chile, necesitan de una alta capacidad de computo, por tanto, lo costoso que resultó la implementación de estos modelos de alta resolución fue en detrimento de la cantidad de simulaciones necesarias para poder realizar una mejor calibración.

La evaluación de los modelos de dispersión a traves de simulación de derivadores indica que el porcentaje de error de la velocidad media del derivador modelado, revela que en Canal Fitz Roy se encuentran los mayores errores de velocidad media en torno a 70%, mientras que los menores se encuentran en Seno Última Esperanza, Punta Rocallosa y Canal Gajardo-Skyring en torno al 20 %. Cabe señalar que el patrón general de circulación dado por la dirección de la deriva tiende a replicarse de muy buena manera generando las mismas direcciones en casi todos los experimentos evaluados.

También se realizaron cálculos de Average Age (AvA), la cual es una medida suavizada del tiempo de residencia ().Enqvist *et al*, 2006 Este cálculo mostró que existen importantes umbrales que limitan el intercambio de agua del golfo Almirante Montt con una baja capacidad de renovación, el principal límite que existe son las constricciones de los canales Kirke y Santa María. Para seno Skyring ocurre una condición similar, aunque se observa que no existe mayor intercambio entre éste y el Canal Gajardo limitado por una importante constricción (<4m) y por tanto, sería el canal Jerónimo a través del Seno Otway la principal vía de intercambio con los canales exteriores.

Se evaluaron diversos escenarios de modelación para ver el comportamiento de la capacidad de transporte al interior del Golfo Almirante Montt, Seno Skyring, Bahía Beaufort y Canal Córdova, utilizando escenarios con diversos forzantes (viento, marea y aporte de agua dulce) para los primeros 5 metros de profundidad. Los resultados de estos modelos mostraron que en Golfo Almirante Montt el viento sería el forzante principal, dejando con un aporte marginal a la variabilidad de la dispersión a aportes de aguas dulces y mareas. En Seno Skyring la presencia de deshielos junto al viento aportó mayor variabilidad a la dispersión, mientras que en Bahía Beaufort y Canal Valdés, la marea juega un rol protagonista en la dispersión de partículas, dejando al aporte de aguas dulces junto al viento en un segundo plano, pero sin dejar de ser forzantes importantes en la dinámica local.

Finalmente se hace mención al proceso de desarrollo actual que se está llevando a cabo para facilitar el manejo de información obtenida a través de los modelos. Estas líneas de desarrollo apuntan hacia un uso libre y expedito de toda la información recopilada, con el objeto de que cualquier usuario pueda acceder a ella de manera simple y pueda hacer uso de ella en cualquier plataforma de libre acceso. En torno a esto, se debe señalar que las salidas del modelo MIKE tienen

una estructura propia, la cual no tiene compatibilidad con los formatos de uso común. Esto ha llevado a tener que desarrollar procesos de reescritura de los formatos, lo cual ha sido una enorme tarea, considerando los volúmenes de información con los que se trabajan. Recopilar esta información a un formato estándar es una de las tareas pendientes en las que se está trabajando.

ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN EJECUTIVO **1**
ÍNDICE GENERAL **7**
ÍNDICE DE FIGURAS **9**
ÍNDICE DE TABLAS **18**
ÍNDICE DE ANEXOS **18**

1. INTRODUCCIÓN **19**

2. JUSTIFICACIÓN **21**

3. ANTECEDENTES **23**

4. OBJETIVOS **26**
4.1 Objetivo general 26
4.2 Objetivos específicos 26

5. METODOLOGÍA **28**
5.1 Objetivo específico 4.2.1 28
5.2 Objetivo específico 4.2.2 31
5.3 Objetivo específico 4.2.3 34
5.4 Objetivo específico 4.2.4 37
5.5 Objetivo específico 4.2.5 38
5.6 Objetivo específico 4.2.6 40
5.7 Objetivo específico 4.2.7 40
5.8 Objetivo específico 4.2.8 41
5.9 Objetivo específico 4.2.9 42

6. RESULTADOS. **44**
6.1 Objetivo específico 4.2.1 44
6.2 Objetivo específico 4.2.2 54
6.3 Objetivo específico 4.2.3 76
6.4 Objetivo específico 4.2.4 77
6.5 Objetivo específico 4.2.5 78
6.6 Objetivo específico 4.2.6 81

6.7 Objetivo específico 4.2.7 87
6.8 Objetivo específico 4.2.8 89
6.9 Objetivo específico 4.2.9 93

7. DISCUSION 95

8. CONCLUSIONES 100

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104

FIGURAS
TABLAS
ANEXOS:

ANEXO I. Estadística de mareas y corrientes en la región de Magallanes.
ANEXO II. Modelación numérica como herramienta de apoyo a la gestión en acuicultura.
ANEXO III. Aplicación práctica de la modelación regional en atmósfera y océano.
ANEXO IV. Correntometría lagrangiana en la región de Magallanes.
ANEXO V. Caudales de Magallanes y data CIMAR fiordo 2 y 3.
ANEXO VI. Prospecciones exploratorias realizadas en las proximidades de Isla Rennell.
ANEXO VII. Tutorial básico para la visualización de archivos de modelos de corrientes tipo dfsu 2D y 3D en MIKE ZERO2012, y la extracción de series de tiempo.
ANEXO VIII. Climatología de vientos en la región de Magallanes.
ANEXO IX. Avance publicación.
ANEXO X. Graficas dispersión de partículas.
ANEXO XI. Base de Datos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa con la ubicación de las tres campañas en la Región de Magallanes.
Figura 2.	Track de las distintas secciones transversales en invierno en la campaña de Messier.
Figura 3.	Track de las distintas secciones para medir las corrientes transversales en verano e invierno en la campaña Golfo Almte. Montt.
Figura 4.	Track de las distintas secciones para medir las corrientes transversales en verano en la campaña Seno Skyring.
Figura 5.	Ubicación Geográfica de las principales estaciones donde se realizaron mediciones de corrientes eulerianas (ADCP), vientos y nivel del mar en la campaña Canal Messier.
Figura 6.	Ubicación Geográfica de las principales estaciones donde se realizaran mediciones de corrientes eulerianas (ADCP), vientos y nivel del mar en la campaña Golfo Almte. Montt.
Figura 7.	Ubicación Geográfica de las principales estaciones donde se realizaron mediciones de corrientes eulerianas (ADCP), vientos, nivel del mar en la campaña Seno Skyring.
Figura 8	Ubicación Geográfica de las estaciones de ctd crucero Skyring noviembre-diciembre 2012.
Figura 9	Ubicación geográfica de las estaciones de CTD para el crucero Messier invierno.
Figura 10 a	Ubicación geográfica de las estaciones de CTD para el crucero Golfo Montt febrero 2012.
Figura 10 b	Ubicación geográfica de las estaciones de CTD para el crucero Golfo Montt agosto 2012.
Figura 11.	Dominio regional para el modelo hidrodinámico tridimensional en la región de Magallanes.
Figura 12.	Dominio de alta resolución para el modelo hidrodinámico tridimensional en Canal Messier y Wide.
Figura 13.	Dominio de alta resolución para el modelo hidrodinámico tridimensional en Golfo Almte. Montt.
Figura 14.	Dominio de alta resolución para el modelo hidrodinámico tridimensional en Seno Skyring.
Figura 15.	Esquema conceptual de los escenarios para experimentos de modelación en periodo de deshielo.
Figura 16.	Esquema conceptual de los escenarios para experimentos de modelación en periodo sin deshielo.
Figura 17.	Tiempo de residencia normalizado por método euleriano en una bahía según Burwell (2000).
Figura 18.	Tiempo de residencia por método lagrangiano normalizado según Burwell (2000).
Figura 19.	Esquema de la plataforma de visualización de escenarios.
Figura 20.	Batimetría GEBCO en zona oceánica.
Figura 21a.	Densidad de información batimétrica SHOA, cartas náuticas.
Figura 21b.	Densidad de información batimétrica SHOA, con cartas náuticas digitalizadas desde imágenes.
Figura 22a.	Transecto en seno Obstrucción.
Figura 22b.	Flujo residual V en transecto de seno Obstrucción.
Figura 23a.	Transecto en estero Worsley, paso Vattuone.
Figura 23b.	Flujo residual V en paso Vattuone.
Figura 24a.	Transecto en estero Poca esperanza.
Figura 24b.	Flujo residual en estero de Poca Esperanza.
Figura 25a.	Transecto en seno Última Esperanza.
Figura 25b.	Flujo residual V en transecto T3 en seno Ultima Esperanza.

Figura 26.	Vectores de viento en el Golfo Almte. Montt.
Figura 27.	Corriente residual en Canal Morla-Vicuña a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de verano 2012).
Figura 28.	Corriente residual en Seno última esperanza a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de verano 2012).
Figura 29.	Corriente residual en Golfo Almte. Montt a 5-10-20 metros de profundidad (periodo de verano 2012).
Figura 30.	Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 200m, las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante verano de 2012.
Figura 31.	Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 30m. Oxígeno disuelto (0-25m). Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante verano de 2012.
Figura 32.	Área de estudio Canal Fitzroy y posición de transectos (en colores) para medición de corrientes. Las letras son esquinas del circuito y numero son el transecto.
Figura 33.	Flujo residual de la componente U en la boca del Canal Fitzroy (transecto 5) durante verano 2012.
Figura 34.	Área de estudio Isla Larga y posición de transectos (en colores) para medición de corrientes. Las letras son esquinas del circuito y numero son el transecto.
Figura 35.	Flujo residual de la componente V en transecto 1 de Isla Larga durante verano de 2012.
Figura 36.	Flujo residual de la componente V en el transecto 2 de Isla Larga durante verano de 2012.
Figura 37.	Flujo residual de la componente V en el transecto 3 de Isla Larga durante verano de 2012.
Figura 38.	Área de estudio Canal Gajardo y posición de transectos (en colores) para medición de corrientes. Las letras son esquinas del circuito y numero son el transecto.
Figura 39.	Flujo residual de la componente V en el transecto 1 de Canal Gajardo durante verano de 2012.
Figura 40.	Área de estudio Rocallosa y posición de transectos (en colores) para medición de corrientes.
Figura 41.	Flujo residual de la componente U en el transecto 1 de Rocallosa durante verano de 2012.
Figura 42.	Componentes u y v del viento en seno Skyring durante la campaña de verano durante verano de 2012.
Figura 43.	Corriente residual en Altamirano a 5-10-20-30-40-50m de profundidad (campaña de verano, 2012).
Figura 44.	Corriente residual en Canal Gajardo a 5-10-20-30-40-50m de profundidad (campaña de verano, 2012).
Figura 45.	Ubicación de las estaciones de muestreo del crucero CIMAR 2 Fiordos.
Figura 46.	Ubicación de las estaciones de muestreo del crucero CIMAR 3 Fiordos.
Figura 47.	Ubicación de las estaciones de muestreo del crucero CIMAR 15 Fiordos.
Figura 48.	Información de estaciones meteorológicas en la región de Magallanes (Fuente: UMAG).
Figura 49.	Programa del seminario realizado en Punta Arenas como inicio del proyecto.
Figura 50.	Secciones verticales de la hidrografía realizadas en canal Messier entre la estación E2 E6 (sur).
Figura 51.	Secciones verticales de la hidrografía realizadas en canal Messier entre la estación E18 E26.
Figura 52.	Flujo residual (V) en transecto de Angostura Inglesa. Campaña invierno.
Figura 53.	Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 200m, las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante Montt invierno de 2012.

Figura 54.	Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 30m, las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante Montt invierno de 2012.
Figura 55.	Transectas (T1-T2-T3) de bottom track dentro del Estero Poca Esperanza, durante crucero Golfo Almirante Montt invierno de 2012.
Figura 56.	Flujo residual (V) en estero Poca Esperanza (T1) durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte Montt.
Figura 57.	Flujo residual (U) en estero Poca Esperanza (T2) durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte Montt.
Figura 58.	Flujo residual (V) en estero Poca Esperanza (T3) durante la campaña de invierno de 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 59.	Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 8 metros de profundidad dentro del estero Poca Esperanza durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 60.	Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 30metros de profundidad dentro del Estero de Poca Esperanza durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 61.	Transecta en Paso Obstrucción.
Figura 62.	Flujo residual V Paso Obstrucción durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 63	Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 5m de profundidad en el Seno Obstrucción durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 64.	Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 15m de profundidad en seno Obstrucción durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 65.	Transectos T1 y T2 del bottom track en el sector de Isla Evans.
Figura 66.	Flujo residual U en transecto T1 de isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 67.	Flujo residual V en transectoT2 de isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 68.	Vectores de velocidad residual en capa de 8 m en Isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 69.	Vectores de velocidad residual en la capa de 30 m en isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.
Figura 70.	Serie de vientos en Isla Quena (51,8181S-73,66813W) entre Agosto y Octubre 2012.
Figura 71.	Corriente residual en Golfo Almte. Montt a 5-10-20 metros de profundidad (periodo de invierno 2012).
Figura 72.	Corriente residual en Poca Esperanza a 5-10-20-30-40 metros de profundidad (periodo de invierno 2012).
Figura 73.	Corriente residual en Morla-Vicuña a 5-10-20-30 metros de profundidad (periodo de invierno 2012).
Figura 74.	Secciones verticales de hidrografía medidas entre 0-225m, las mediciones fueron realizadas durante el crucero golfo Montt, verano 2013.
Figura 75	Secciones verticales de hidrografía medidas entre 0-30m, las mediciones fueron realizadas durante el crucero golfo Montt, verano 2013.
Figura 76a.	transecto en estero Ultima Esperanza
Figura 76b	Flujo residual (V) en estero Ultima Esperanza durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Montt.
Figura 77a.	transecto en estero Worsley.

Figura 77b.	Flujo residual (V) en Estero Worsley, paso Vattuone durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Montt.
Figura 78a.	Transecto en Canal Unión.
Figura 78b	Flujo residual (V) en canal Unión, durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Almirante Montt.
Figura 79a.	Transecto en bahía Stewart.
Figura 79b.	Flujo residual (U) en bahía Stewart, durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Almirante Montt.
Figura 80.	Corriente residual en canal Unión a 5-10-20-30-40m de profundidad (campaña verano 2013).
Figura 81.	Corriente residual en Estero Última Esperanza a 5-10-20-30-40-50m (campaña verano 2013).
Figura 82.	Corriente residual en canal Valdés a 60-70-80-90-100m (campaña verano2013).
Figura 83.	Corriente residual en Golfo Almte. Montt a 60-70-80-90-100m (campaña verano 2013).
Figura 84.	Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 200m, las mediciones fueron efectuadas durante crucero seno Skyring primavera de 2012.
Figura 85.	Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 30m, las mediciones fueron efectuadas durante crucero seno Skyring primavera de 2012.
Figura 86.	Secciones verticales de la hidrografía medida en sentido latitudinal, las mediciones fueron efectuadas durante crucero seno Skyring primavera de 2012.
Figura 87a.	Transecto en canal Cascada.
Figura 87b.	Flujo residual (V) en canal Cascada durante la campaña de primavera de 2012 en seno Skyring.
Figura 88a.	Transecto en Seno Glacier.
Figura 88b	Flujo residual (U) en Seno Glacier durante la campaña de primavera de 2012 en seno Skyring.
Figura 89.	Transectos T1 y T3 en Estero Córdova.
Figura 90a.	Flujo residual (V) en el transecto T1 en Estero Córdova.
Figura 90b	Flujo residual (V) en el transectoT3 en Estero Córdova durante la campaña de primavera de 2012 en seno Skyring.
Figura 91a.	Transecto en punta Tegualda, Golfo Xaultegua.
Figura 91b.	Flujo residual (U) en Pta. Tegualda durante la campaña de primavera de 2012 en seno Skyring.
Figura 92a.	Transecto en Punta Quidora Golfo Xaultegua.
Figura 92b.	Flujo residual (V) en Pta. Quidora durante la campaña de primavera en seno Skyring.
Figura 93a.	Transecto en canal Gajardo, sector Seno Skyring.
Figura 93b.	Flujo residual (V) en canal Gajardo durante la campaña de primavera 2012 en seno Skyring.
Figura 94.	Transecto en Isla Larga, Seno Skyring, durante la campaña de primavera de 2012.
Figura 95a.	Flujo residual de la componente U en el transecto T1.
Figura 95b.	Flujo residual de la componente V en el transecto T2. Sector de Isla Larga durante la campaña de primavera de 2012 en seno Skyring.
Figura 96a.	transecto en punta Rocallosa, interior seno Skyring.
Figura 96b.	Flujo residual (U) en Rocallosa durante la campaña de primavera 2012 en seno Skyring.
Figura 97a.	Transecto en canal Fitzroy, sector seno Skyring.

Figura 97b.	Flujo residual (V) en canal Fitz Roy durante la campaña de primavera de 2012 en seno Skyring.
Figura 98.	Corriente residual en bahía Beaufort a 5-10-20-30-40m de profundidad (campaña octubre-diciembre 2012).
Figura 99.	Corriente residual en golfo Xaultegua a 5-10-20-30-40m de profundidad (campaña octubre-diciembre 2012).
Figura 100.	Corriente residual en estero Córdova a 5-10-20-30m de profundidad (campaña octubre-diciembre 2012).
Figura 101a.	Transecto en Seno Glacier
Figura 101b.	Flujo residual (U) en bahía Beaufort, seno Glacier durante la campaña de otoño 2013 de seno Skyring.
Figura 102a.	Transecto en estero Córdova.
Figura 102b.	Flujo residual (V) en estero Córdova, durante la campaña de otoño 2013 de seno Skyring.
Figura 103a.	Transecto en el golfo Xaultegua.
Figura 103b.	Flujo residual (V) en Golfo Xaultegua durante la campaña de otoño 2013 de seno Skyring.
Figura 104a.	Transecto en canal Gajardo.
Figura 104b.	Flujo residual (U) en canal Gajardo, durante la campaña de otoño 2013 de seno Skyring.
Figura 105a.	Transecto en Punta Rocallosa.
Figura 105b	Flujo residual (V) en el seno Skyring, durante la campaña de otoño 2013.
Figura 106.	Corriente residual en Canal Swett, bahía Beaufort a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de otoño 2013).
Figura 107.	Corriente residual en estero Córdova, a 5-10-20-30 metros de profundidad (periodo de otoño de 2013).
Figura 108.	Corriente residual en Canal Gajardo a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de otoño de 2013).
Figura 109.	Corriente residual en isla Escarpada, Seno Skyring a 5-10-20-30-40 metros de profundidad (periodo de otoño de 2013).
Figura 110.	Modelo de elevación digital (DEM), con batimetría compilada GEBCO y SHOA.
Figura 111.	Malla flexible de elementos finitos del dominio del modelo regional.
Figura 112.	Comparación nivel del mar observado v/s modelado en Puerto Edén (A), Canal Morla Vicuña (B) y Caleta Meteoro (C).
Figura 113.	Dominio de alta resolución en Golfo Almirante Montt.
Figura 114.	Malla con resolución de 450m en el borde oeste (canal Unión) canal Morla vicuña.
Figura 115.	Malla con resolución de 300m en canal Morla Vicuña a inicio de canales Kirke y Santa María.
Figura 116.	Malla con resolución de 90m en constricción de canal santa María.
Figura 117.	Malla con resolución de 90m en constricción de canal Kirke.
Figura 118.	Dominio de alta resolución en seno Skyring y estrecho de Magallanes.
Figura 119.	Malla con resolución de 450m en el borde oeste del estrecho de Magallanes.
Figura 120.	Malla con resolución de 300m en estrecho de Magallanes y golfo Xaultegua.

Figura 121.	Malla con resolución de 150m en canal Gajardo y 90m en punta Rengo.
Figura 122.	Malla con resolución de 150m en seno Skyring y 90m en canal Fitz Roy.
Figura 123.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 5m en Golfo Almirante Montt.
Figura 124.	Rosa de corrientes en capa de 5m en Golfo Almirante Montt. ADCP vs Modelo.
Figura 125.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 10 m. en Golfo Almirante Montt.
Figura 126.	Rosa de corrientes en capa de 10m en Golfo Almirante Montt. ADCP vs Modelo.
Figura 127.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 20m en Golfo Almirante Montt.
Figura 128.	Rosa de corrientes en capa de 20m en Golfo Almirante Montt. ADCP vs Modelo.
Figura 129.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 10 m. en seno Poca Esperanza.
Figura 130.	Rosa de corrientes en capa de 10m en seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.
Figura 131.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 20 m. en seno Poca Esperanza.
Figura 132.	Rosa de corrientes en capa de 20m en seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.
Figura 133.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 30 m. en seno Poca Esperanza.
Figura 134.	Rosa de corrientes en capa de 30m en seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.
Figura 135.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 40 m. en seno Poca Esperanza.
Figura 136.	Rosa de corrientes en capa de 40m en seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.
Figura 137.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 10 m. en canal Morla-Vicuña.
Figura 138.	Rosa de corrientes en capa de 10m en Paso Morla Vicuña. ADCP vs Modelo.
Figura 139.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 20 m. en canal Morla-Vicuña.
Figura 140.	Rosa de corrientes en capa de 20m en Paso Morla Vicuña. ADCP vs Modelo
Figura 141.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 30 m. en canal Morla-Vicuña.
Figura 142.	Rosa de corrientes en capa de 30m en Paso Morla Vicuña. ADCP vs Modelo.
Figura 143.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 40 m. en canal Morla-Vicuña.
Figura 144.	Rosa de corrientes en capa de 40m en Paso Morla Vicuña. ADCP vs Modelo.
Figura 145.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 5m en bahía Beaufort.
Figura 146.	Rosa de corrientes en capa de 5m en bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP)
Figura 147.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 10m en bahía Beaufort.
Figura 148.	Rosa de corrientes en capa de 10m en bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP).
Figura 149.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 20m en bahía Beaufort.
Figura 150.	Rosa de corrientes en capa de 20m en bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP).
Figura 151.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 30m en bahía Beaufort.
Figura 152.	Rosa de corrientes en capa de 30m en bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP).
Figura 153.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 5m en Xaultegua.
Figura 154.	Rosa de corrientes en capa de 5m en Xaultegua, Modelo vs Observación (ADCP).

Figura 155.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 10m en Xaultegua.
Figura 156.	Rosa de corrientes en capa de 10m en Xaultegua, Modelo vs Observación (ADCP).
Figura 157.	Componentes u-este y v-norte de ADCP vs. Modelo capa 20m en Xaultegua.
Figura 158.	Rosa de corrientes en capa de 20m en Xaultegua, Modelo vs Observación (ADCP).
Figura 159.	Centros de cultivos de salmones en el Golfo Almirante Montt. Fuente: Intesal-SalmonChile.
Figura 160a.	Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 160b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 161a.	Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 161b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 162a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.
Figura 162b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.
Figura 163a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.
Figura 163b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.
Figura 164a.	Dispersión de partículas para 24 y 48, horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 164b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 165a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 165b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 166a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 166b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 167a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario sin deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 167b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario sin deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 168	Centros de cultivos de salmones en seno Skyring. Fuente: SIG-Acuicultura-IFOP, Subpesca.
Figura 169a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 169b.	Dispersión de partículas para 24, 48, 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.

Figura 170a.	Dispersión de partículas para 24 y48 horas en seno Skyring con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 170b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 171a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.
Figura 171b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.
Figura 172a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 172b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 173a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en seno Skyring con escenario de sin deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 173b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de sin deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 174a.	Dispersión de partículas para 24, 48, horas en seno Skyring con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 174b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 174a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 174b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en seno Skyring con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 175.	Posiciones de dispersión de partículas para Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova.
Figura 176a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Bahía Beaufort estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 176b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.
Figura 177a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 177b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 178a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario sin deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 178b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario sin deshielo, sin viento y sicigias.
Figura 179a.	Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 179b.	Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort, estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.
Figura 180.	Conformación geomorfológica del golfo Almirante Montt, desde canal unión hasta seno Ultima Esperanza, basado en la batimetría a) horizontal b) vertical.

Figura 181.	Diagrama MDS, para el ordenamiento espacial de las variables hidrográficas, a) hidrografía superficial 1-25m, b) hidrografía con toda la columna de agua integrada. Los datos corresponden al crucero invierno 2012.
Figura 182.	Diagrama MDS, para el ordenamiento espacial de las variables hidrográficas, a) hidrografía superficial 1-25m, b) hidrografía con toda la columna de agua integrada. Los datos corresponden al crucero verano 2013.
Figura 183.	Distribución en la columna de agua representada por los perfiles de las estaciones y rango de valores (scatter plot) invierno 2012.
Figura 184.	Distribución en la columna de agua representado por los perfiles de las estaciones y rango de valores (scatter plot) verano 2013.
Figura 185.	Distribución horizontal isohalinas para las estratos de 5, 20 50 y 100 metros durante el crucero golfo Montt invierno 2012.
Figura 186.	Distribución horizontal isohalinas para las estratos de 5, 20 50 y 150 metros durante el crucero golfo Montt verano 2013.
Figura 187.	Muestra la edad del agua en la capa superficial.
Figura 189.	Muestra la edad del agua en la capa de 50m.
Figura 191.	Muestra la edad del agua en la capa de 200m.
Figura 192.	Muestra la edad del agua en la capa de 300m.
Figura 193.	Edad del agua observada a través de una sección vertical desde el seno Última Esperanza hasta el canal Unión.
Figura 194.	Conformación geomorfología del seno Skyring, desde canal Fitz-Roy hasta bahía Beaufort basado en la batimetría a) horizontal, b) vertical.
Figura 195.	Diagrama MDS, para el ordenamiento espacial de las variables hidrográficas, a) hidrografía superficial 1-25m, b) hidrografía integral de la columna de agua. Los datos corresponden al crucero de primavera 2012).
Figura 196.	Distribución en la columna de agua representado por los perfiles de salinidad y densidad rango de valores (scatter plot) primavera 2012.
Figura 197.	Distribución superficial de isohalinas, para estratos 5m y 20m, durante el crucero Skyring primavera 2012.
Figura 198.	Muestra la edad del agua en la capa superficial.
Figura 199.	Muestra la edad del agua en la capa de 20m.
Figura 200.	Muestra la edad del agua en la capa de 50m.
Figura 201.	Muestra la edad del agua en la capa de 100m.
Figura 202.	Muestra la edad del agua en la capa de 200m.
Figura 203.	Muestra la edad del agua en la capa de 300m.
Figura 204.	Edad del agua observada a través de una sección vertical desde el canal Fitz-Roy hasta el canal Unión.

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Lugar donde se realizó el ADCP remolcado para las campañas de verano e invierno en la región de Magallanes.

Tabla 2. Índice numérico de estaciones meteorológicas de la región de Magallanes.

Tabla 3. Expositores del seminario de inicio del proyecto en Punta Arenas.

Tabla 4. Índices estadísticos del nivel del mar en modelo regional.

Tabla 5. Índice estadístico de calidad del modelo en Golfo Almirante Montt.

Tabla 6. Índice estadístico de calidad del modelo en Seno Poca Esperanza.

Tabla 7. Índice estadístico de calidad del modelo en Canal Morla-Vicuña.

Tabla 8. Índices estadísticos de calidad del modelo en Bahía Beaufort.

Tabla 9. Índices estadísticos de calidad del modelo en Xaultegua.

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO I. Estadística de mareas y corrientes en la región de Magallanes.

ANEXO II. Modelación numérica como herramienta de apoyo a la gestión en acuicultura.

ANEXO III. Aplicación práctica de la modelación regional en atmósfera y océano.

ANEXO IV. Correntometría lagrangiana en la región de Magallanes.

ANEXO V. Caudales de Magallanes y data CIMAR fiordo 2 y 3.

ANEXO VI. Prospecciones exploratorias realizadas en las proximidades de Isla Rennell.

ANEXO VII. Tutorial básico para la visualización de archivos de modelos de corrientes tipo Dfsu 2D y 3D en MIKE ZERO2012, y la extracción de series de tiempo.

ANEXO VIII. Climatología de vientos en la región de Magallanes.

ANEXO X. Graficas dispersión de partículas.

ANEXO XI. Base Datos.

1. INTRODUCCIÓN

El área de estudio está inserta en el sector septentrional de la zona de fiordos y canales del sur de Chile, considerada esta última como una de las más extensas zonas estuarinas del mundo (Cameron & Pritchard, 1963). En general estas zonas estuarinas son altamente productivas (Wolff, 1980), presentando característica topográficas que conforman áreas protegidas de las condiciones meteorológicas.

La presencia de profundos canales y fiordos que comunican numerosos cuerpos de agua genera la existencia de complicados patrones de circulación, los cuales son un resultado de la influencias de forzantes meteorológicos y oceanográficos, que son a su vez consecuencia de la influencia regional de fenómenos de mayor escala, derivados de la interacción océano atmósfera del Océano Pacifico y Atlántico y el gran sistema estuarino continental. Estos sistemas oceánicos introducen energía a la zona estuarina mediante la llegada de ciclones extratropicales que generan la presencia de fuertes vientos oceánicos, junto a la formación de sistemas frontales que continuamente generan uno de los ambientes de mayor pluviosidad en el planeta. Asimismo, la penetración de energía hacia aguas interiores, proveniente de la propagación de ondas de marea hacia la zona estuarina, genera la existencia de diversas estructuras hidráulicas, que en fiordos y canales determinan patrones de transporte de agua complejos de caracterizar.

Desde el punto de vista geográfico, se observa como uno de los detalles característicos la presencia de constricciones batimétricas que, si bien no actúan como limites absolutos para la circulación entre cuencas, si determinan la existencia de singularidades en el intercambio de agua entre éstas. Estas singularidades se expresan, por ejemplo, en la presencia de flujos contrarios en dos o más capas, haciendo necesario la descripción de éstas como parte de la estimación de parámetros relevantes, tales como el tiempo de residencia de una cuenca.

En este marco geográfico se ha registrado el desarrollo de la acuicultura en la zona sur austral, la cual ha visto en las pasadas décadas un aumento progresivo, tornándose esta industria en una de las más pujantes en Chile, llevando a nuestro país a niveles de competitividad pocas veces vistos en otros sectores de la industria. Dicha expansión ha generado el avance y desarrollo de técnicas, procedimientos y normativas en las cuales han participado en forma coordinada tanto el sector estatal como el privado, motivados por la posibilidad de participar en un mercado atractivo y a la vez, lograr el desarrollo económico y social de una de las regiones de más difícil acceso en el país, la zona sur austral.

Bajo estos antecedentes, la gestión de la acuicultura y su regulación por parte del estado de Chile se perfilan como actividades de alta complejidad. Asimismo, es clara la necesidad de información ambiental detallada y de una amplia distribución con el fin de hacer posible la toma de decisiones en cualquiera de las áreas en las cuales se desarrolle la actividad acuicultora. Sumado a estos antecedentes, la Política Nacional de la Acuicultura (PNA), promulgada en el año 2003, estableció

como objetivo principal el “promover el máximo nivel posible de crecimiento económico de la acuicultura chilena en el tiempo, en un marco de sustentabilidad ambiental y equidad en el acceso a la actividad”, propósito que determina una necesidad constante de información a fin de establecer el marco ambiental y monitorear los efectos de la gestión desarrollada, tanto sobre la industria como sobre el medio ambiente.

El marco legal en el cual la Subsecretaria debe desarrollar sus actividades en pro de estos fines es establecido por el D.F.L. Nº 5/1983, modificado por el D.F.L Nº 1/1992 que fija las funciones de la Subsecretaria de Pesca, señala en su artículo 19 numeral 3 literal c) que le corresponde al Departamento de Acuicultura “ Evaluar y proponer medidas especiales para la sanidad y protección de las especies hidrobiológicas y del medioambiente en relaciónalas actividades de acuicultura, de propagación o de repoblación” Asimismo, la ley General de Pesca y Acuicultura establece exigencias en el sentido de mantener el equilibrio de las zonas concedidas, asegurando la operación de los centros de cultivo en niveles compatibles con la capacidades de los cuerpos de agua.

Aun cuando los niveles, en los cuales se deberá desarrollar la investigación que proporcione la información necesaria, son múltiples en cuanto a variedad y complejidad, abarcando diversas líneas de investigación, es asumido que la descripción del medioambiente físico, especialmente de su dinámica, variabilidad espacial y temporal, son la base para la comprensión y manejo de este medioambiente. Sin embargo, la gran extensión de la zona sur austral, y en especial de la XII región, dificultan estos objetivos. Es así como existen múltiples puntos en los cuales la dinámica local es diferente y particular, pero basada en principios generales de amplia aplicación, los cuales han sido estudiados en los pasados años de investigación en dinámica estuarina. De esta investigación se desprende una de las líneas más interesantes y de mayor desarrollo en la actualidad, que corresponde a la implementación y aplicación de métodos de modelación numérica para el estudio de amplias zonas geográficas. Este tipo de estudios tiene como una de sus ventajas la capacidad de extender los resultados de la medición y monitoreo puntual a un área geográfica mayor, con la capacidad de predecir su comportamiento en diferentes escenarios.

2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la acuicultura no ha estado exento de problemas, derivados en algunos casos de la expansión de una industria que está estrechamente ligada a la utilización del medioambiente. El desconocimiento de los limites reales de un cuerpo de agua, especialmente en el caso de un sistema estuarino, es una de las situaciones más difíciles de resolver a corto plazo, determinando la necesidad de desarrollar estudios que permitan formular una línea base suficientemente robusta sobre la cual establecer los marcos regulatorios de la industria.

Uno de los aspectos más importantes entre dichos estudios es la determinación en las zonas de influencia de la actividad de uno o más productores, con el fin de establecer el nivel de utilización e interacción de los cuerpos de agua. El desarrollo de conceptos ecológico-productivos, tales como la capacidad de carga de un cuerpo de agua, dan cuenta de la importancia del establecimiento de los límites del mismo, en función de la interacción entre la utilización antrópicas y natural de sus recursos. Asimismo, la existencia de enfermedades y parásitos que potencialmente puedan afectar a la industria a la escala epidémica, tales como el virus ISA o el parasito Caligus, enfatizan la necesidad de conocer el alcance espacial y temporal de un centro de cultivo o una concesión, como posible foco de expansión de un problema sanitario.

Es así como es posible observar que el conocimiento de estos límites determinará la evolución en la generación de áreas o zonas de gestión, conocidas como macrozonas, en las cuales sea posible desarrollar un manejo coordinado frente a problemas ambientales (principalmente sanitarios). De esta forma, es prioritario el desarrollo de esfuerzos en investigación y levantamiento de información oceanográfica, meteorológica y geográfica, permitiendo de esta forma avanzar en el manejo de dichos subsistemas o macrozonas a través de la aplicación de regulaciones y normativas sobre una sólida base de información ambiental.

Los nuevos desafíos normativos contemplan mecanismos para la operación acuícola sea acorde con la capacidad de los cuerpos de agua de lagos, estuarios, fiordos y canales. Por lo tanto, se estima necesario realizar estudios a mesoescala en áreas geográficas delimitadas para determinar el estado ambiental de los cuerpos de agua donde se desarrolla esta actividad y así poder realizar ajustes a las normativas.

Existen fundados antecedentes que indican que parte importante de los desechos de la acuicultura son solubles o no sedimentables, lo que permite su transporte a grandes distancias desde su origen. Asimismo, se estima que la circulación general de las áreas en cultivo determina los patrones de dispersión de patógenos y plagas.

La información representativa de cada concesión acumulada durante los años recientes, junto a la información obtenida por esfuerzos desarrollados por el mundo científico, debe ser incorporada a este tipo de modelos, los cuales permiten dar un enorme valor de proyección en el tiempo y el espacio a lo medido en terreno.

3. ANTECEDENTES

Oceanografía en la Patagonia chilena:

La intricada conformación geográfica y batimétrica de los canales y fiordos Australes, son el resultado de los extensos periodos de glaciación en la región sur austral chilena. De esta manera, finalizado el último periodo glaciar y debido a un aumento del nivel medio del mar, fueron establecidos los actuales sistemas de canales, fiordos y mares interiores, de la región patagónica chilena (41°30' 56°00´). Las condiciones oceanográficas de estos sistemas han sido definidas como extremas, en gran medida por un aporte de agua dulce proveniente de contribución fluvial, glaciar y pluvial, conformando una hidrodinámica de tipo estuarina positiva, con dos estrados definidos, uno superficial de agua estuarina (salobre) proveniente del interior de los canales y/o fiordos con flujo de agua hacia la zona oceánica. Por debajo un estrato de mayor espesor, con un flujo de agua de características oceánicas (salada), ingresando al interior de estos sistemas (Dyer, 1973). Sin embargo, este esquema de circulación hidrodinámica con un flujo de dos capas, puede ser modificado debido a la interacción de una o varios forzantes, actuando de manera tal que, puedan presentarse flujos residuales de 3 capas y/o flujos laterales (Cáceres y Valle-Levinson, 2009). En relación a esto, un aspecto relevante de la topografía submarina lo constituyen las constricciones batimétricas; éstas operan como umbrales que provocan barreras en la circulación de las aguas de mayor profundidad (Pickard, 1971). Si bien estas barreras no son absolutas, restringen y/o modifican el intercambio de agua entre las cuencas que conforman la constricción. Cáceres y Valle-Levinson (2009), señalan como un sistema interesante los umbrales que forman el Canal Kirke y Santa María. Estos canales presentan un intenso intercambio de agua entre la cuenca constituida por el Golfo Almirante Montt (considerado como un mar interior) y la cuenca occidental (que se localiza al oeste del canal Kirke y que presenta una conexión con el océano a través un complejo sistema de canales y pasos). La baja profundidad de estos canales (Kirke y Santa María) podría estar generando una mezcla turbulenta que sumado a su topografía de fondo, crearía fuertes fenómenos de vorticidad, que rompería la típica estructura estuarina de dos capas (Cáceres *et al*., 2003).

Durante el año 2011 y parte del 2012, se realizaron una serie de campañas oceanográficas, en la región de Magallanes, enmarcadas dentro del proyecto: **Diseño y estudio técnico de macrozonas de agrupaciones de concesiones en la zona sur austral X a XII regiones**. SUBPESCA/2012 (Convenio Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2011). A continuación se señalan algunos de los alcances de este estudio.

Características oceanográficas Golfo Almirante Montt: Los análisis de corrientes residuales realizados mediante ADCP anclado y remolcado sumado a los análisis de los armónicos, revelaron una circulación restringida, denotada por una baja magnitud al interior del Golfo Almirante Montt, que estaría relacionada a la configuración de la costa en el sector, siendo una de sus tipologías más sobresalientes el ser una cuenca semi-cerrada, esta situación genera que el movimiento del flujo dependa de la descarga de agua dulce, provenientes principalmente del rio Serrano (ubicado en Seno Última Esperanza con una caudal promedio en marzo de 594 m^3/s) y el estrés del viento. Al

interior del Golfo Almirante Montt se exhibe una disminuida influencia mareal en comparación a lo registrado al oeste del canal Kirke, esto debido a causa de la disipación en la energía a través de los canales Kirke y Santamaría, única ruta de intercambio entre la cuenca con el mar interior (Cáceres & Valle-Levinson, 2009) y que puede ser corroborado por los resultados del análisis armónico dentro del canal Morla-Vicuña, los cuales exteriorizan una alta energía mareal antes de atravesar los canales localizados al interior del Canal Kirke.

Silva *et al.,* (1998) determinaron la presencia de 3 masas de agua diferentes en la región de canales y fiordos australes: agua superficial subantártica (ASSA); Agua ecuatorial subsuperficial (AESS) y agua intermedia antártica (AIAA,). Estas masas de agua también estarían presentes en la región de Magallanes. Por los alcances de este estudio sólo fue considerada la masa de agua superficial subantártica ASSA, debido a que es la masa de agua correspondiente a la profundidad a la cual fueron realizados los diferentes perfiles hidrográficos (0-200m), además los rangos de temperatura y salinidad observados concuerdan a los valores propios de la masa de agua ASSA (8-9°C y 33psu).

Es muy importante señalar que en conjunto con las mencionadas masas de agua, en la zonas de canales australes se encuentran también otros tipos de agua, como agua estuarina AE (<28 psu) y agua dulce AD (<1psu). La interacción de estos tipos de agua con el ASSA estimulan la trasformación de las características del ASSA, igualmente Silva *et al.,* (1998) denomina a esta agua con una diferente constitución, agua subantártica modificada ASAAM.

Silva (2009), ha reportado un esquema de circulación tipo estuarino positivo dentro del Golfo Almirante Montt, que en teoría, es el tipo de transporte que se produce en los canales y fiordos de la zona austral de Chile. Esto está fundamentado en un transporte de agua dulce (AD) y posterior mezcla formando agua estuarina (AE) desde el origen del AD, que en este caso estaría principalmente en la cabeza del estero Ultima Esperanza, aportación del Río Serrano que presenta un aporte fluvial promedio anual de 31 m3/s (Nieyemer & Cereceda 1984), sumado al aporte provocado por los deshielos provenientes del Ventisquero Balmaceda y Glaciar Serrano. Este hecho es relevante debido a que los flujos residuales, obtenidos a través de los ADCP remolcados, indican baja circulación, sumado a la hidrografía que exhibe menores valores de salinidad y densidad dentro del golfo. En complementación a esto el agua proveniente del canal Sarmiento, que es agua de mayor salinidad y densidad, ingresaría al Golfo Montt por el canal Kirke; esta agua, al ser más densa, se hundiría llenando la cuenca del golfo, denotado por la profundización de las isohalinas e isopicnas, al pasar del canal Sarmiento al golfo Montt y por principio de conservación de volumen el agua menos densa seria transportada fuera del golfo Montt por la capa superficial de menor densidad y salinidad AE (<28psu). Esto tiene bastante sentido debido a que esta capa menos densa y salina es observada a través de todo el Paso Lautaro y Canal Sarmiento (observándose estratificación).

Las diferencias espaciales en torno a los valores observados junto a patrones de distribución horizontal y vertical en la hidrografía de la campaña Golfo Almirante Montt, se encuentran estrechamente relacionados a la circulación y mecanismos de intercambios generados a través de la constricción umbral que compone el Canal Kirke y el Canal Santa María (Cáceres y Valle-Levinson

2009). Estas constricciones originan la formación de dos cuencas, las cuales se encuentran interconectadas por estos 2 canales, dándoles características diferentes a cada una que bien podrían potencialmente conformar zonas hidrográficas con características diferentes.

Modelamiento hidrodinámico

Una de las formas de entender y poder predecir el comportamiento de un sistema marino es a través de modelos numéricos. Estos son abstracciones de la realidad, nunca son la realidad que representan, y por ello tienen errores al intentar simularla *(Davies et al, 2000)*. Cualquier modelo de predicción intenta simular los múltiples procesos que producen cambios en un sistema, por lo tanto, su objetivo es comprender estos procesos y predecir los efectos en los cambios e interacciones *(*Kamga *et al, 2000)*. La simulación se realiza mediante la descripción de un sistema en términos de leyes físicas, por consiguiente, un modelo numérico está compuesto por una serie de ecuaciones que expresan estas leyes *(*Kalnay *et al, 1998).*

Siempre existen desviaciones entre lo simulado y lo real, que se corrigen a medida que las simulaciones avanzan y se contrastan frente a lo real, ajustando a posteriori los datos, y volviendo a ejecutar las simulaciones. Es un proceso de retroalimentación, sin el cual, sería muy imprudente tomar como certeras las predicciones realizadas *(*Jolliffe *et al, 2003).*

Existen múltiples experiencias de modelamiento hidrodinámico en sistemas similares a la Patagonia Chilena como los fiordos Escandinavos o Canadienses. De especial interés es el experimento NorKyst-800 (Albretsen *et al,* 2011) el cual es un sistema de modelamiento hidrodinámico basado en ROMS para las zonas costeras de Noruega. El dominio de este modelo cubre toda la costa de Noruega con una resolución de 800 m. Funciona como un dominio madre para ejecuciones de alta resolución en zonas particulares. El uso que actualmente tiene este sistema está relacionado a diversas áreas entre las cuales destacan: derrames de petróleo, bloom de algas, dispersión de partículas y modelamiento de alta resolución en fiordos. Norkyst-800 fue creado y desarrollado en trabajo conjunto por el Instituto de Investigación Marina (IMR), el Instituto Meteorológico Noruego (met.no) y el Instituto Noruego para Estudio del Agua (NIVA) (Albretsen *et al*, 2011). Un objetivo importante en el desarrollo del NorKyst-800, ha sido la simplificación del proceso de modelar una parte específica de la costa de Noruega durante un periodo de tiempo. Hasta ahora, este trabajo ha consistido en la colección de datos externos, como batimetrías, condiciones iniciales, condiciones atmosféricas y las escorrentías fluviales, y varios pasos de programación manual para la recopilación de datos necesarios para el modelo oceánico. El concepto se basa en las necesidades de los usuarios de simular sub-áreas a lo largo de la costa Noruega. NorKyst-800 consta con una base de datos reales, herramientas necesarias para configurar automáticamente y simular las condiciones a lo largo de la costa Noruega. La base de datos para topografía del fondo marino contiene una grilla de 2600 x 900 cuadrículas de tamaño por 800 x 800 metros de resolución, verticalmente hay 35 niveles y una topografía de GEBCO-08 (IMR, 2011).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Desarrollar los estudios de campo necesarios para caracterizar los patrones y magnitudes de la circulación marina en el sector comprendido por la XII región, aplicando herramientas de modelación hidrodinámica a fin de lograr la cobertura espacial de toda el área indicada, cubriendo un conjunto suficiente de escenarios climáticos que permitan prever el comportamiento de la circulación futuro con una representación como mínimo de la variabilidad intra-anual.

4.2. Objetivos específicos

4.2.1 Realizar un levantamiento de toda la información disponible que pueda ser aplicada e integrada en el modelo de circulación a desarrollar, aplicando los procesos de control de calidad necesarios a fin de establecer la calidad de los datos en el logro del objetivo general, incorporando dicha información a una base de datos estandarizada que permita su integración a la base de datos desarrollada en la Subsecretaria de Pesca.

4.2.2 Desarrollar los trabajos de campo necesarios para obtener y establecer las condiciones iniciales y de bordes necesarias para la implementación de un modelo hidrodinámico regional que cubra toda el área de interés, comprendiendo dichos trabajos la realización de observaciones hidrográficas, de correntometría lagrangiana y euleriana, marea, viento y aportes de agua dulce a la cuenca.

4.2.3 Implementar un modelo regional con un dominio suficientemente amplio para proveer resultados efectivos en toda la zona de interés, incluyendo la plataforma continental en los sectores oceánicos. Dicho modelo deberá proveer resultados capaces de representar los distintos escenarios observables con una resolución suficiente para caracterizar procesos de micro y mesoescala, tanto en el exterior de la zona de canales como al interior de las cuencas que conforman esta área. Dicho modelo deberá ser validado con respecto a mediciones de campo independientes no utilizadas en el proceso de implementación del modelo.

4.2.4 Desarrollar e implementar un mínimo de 3 modelos de alta resolución para áreas previamente seleccionadas al interior del dominio general. Dichos modelos deberán ser capaces de representar la circulación con una resolución necesaria para resolver la interacción entre las diferentes agrupaciones de concesiones salmonicultoras o miticultoras establecidas en el área, proveyendo la información necesaria para caracterizar dichas condiciones en los distintos escenarios climatológicos escogidos.

4.2.5 Realizar la validación de los modelos desarrollados con respecto a observaciones de terreno (series de tiempo), estableciendo el error cometido y la incertidumbre estadística de los patrones de circulación elaborados, tanto en escala temporal como espacial.

4.2.6 Elaborar modelos conceptuales para cada uno de los escenarios establecidos, tanto en el caso del modelo de escala regional elaborado en todo el dominio como también en el caso de los modelos de alta resolución implementados en las áreas seleccionadas.

4.2.7 Evaluar la capacidad de dispersión de las partículas al interior de los dominios establecidos, para alta resolución y para el modelo regional, comparando estadísticamente dicha información con observaciones de correntometría lagrangiana de una duración mínima de 48 horas.

4.2.8 Identificar la presencia de cuencas definidas geomorfológicamente, limitadas por ejemplo por umbrales o constricciones, ubicadas al interior de los dominios de alta resolución, llevando a cabo en dichas cuencas un cálculo de tiempo de residencia de la cuenca en la capa superficial y en la cuenca en general, para a lo menos dos periodos representativos del año, como por ejemplo invierno y verano. En el desarrollo de este objetivo deberá tomarse como referencia la zonificación en macrozonas desarrollada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

4.2.9 Incorporar toda la información producida por lo modelos desarrollados (campos vectoriales de corrientes, esquemas de circulación, etc.) a una base de datos que permita representar gráficamente (en un esquema geográfico) los diferentes escenarios caracterizados por los modelos implementados, posibilitando su uso y evaluación posterior.

5. METODOLOGÍA

5.1 Objetivo específico 4.2.1.

Realizar un levantamiento de toda la información disponible que pueda ser aplicada e integrada en el modelo de circulación a desarrollar, aplicando los procesos de control de calidad necesarios a fin de establecer la calidad de los datos en el logro del objetivo general, incorporando dicha información a una base de datos estandarizada que permita su integración a la base de datos desarrollada en la Subsecretaria de Pesca.

Se recopiló información relativa a estudios y datos de carácter oceanográfico y meteorológico en la zona de interés, esto es, principalmente información de corrientes, mareas, batimetría, temperatura, salinidad y viento. Las fuentes de información batimétricas fueron recopiladas desde el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y complementadas con datos GEBCO (General Bathymetric Chart of Ocean). La información hidrográfica fue recopilada de los cruceros CIMAR-FIORDOS y el programa de Monitoreo de Mareas Rojas (IFOP). Los datos meteorológicos fueron obtenidos desde la Dirección Meteorológica de Chile y el Servicio Meteorológico de la Armada. La información de caudales de ríos se obtuvo de datos de la Dirección General de Aguas (DGA).Toda esta información fue procesada y posteriormente puesta en una base de datos conforme a los estándares y formatos de datos oceanográficos.

Para la primera etapa del cumplimiento del objetivo 4.2.1, fue utilizada parte la información generada durante el proyecto Diseño y estudio técnico de macrozonas de agrupaciones de concesiones en la zona sur austral X a XII regiones (SUBPESCA octubre 2012). Fueron utilizadas las mediciones realizadas dentro de Golfo Montt y Seno Skyring durante el verano de 2012. La información comprendió mediciones de: ADCP bajo la modalidad de ADPC remolcado (**Tabla 1**) y anclado, boyas derivadores, también se incluyó información de marea obtenida a través de la instalación de mareógrafos y datos de viento adquiridos a través de estaciones meteorológicas portátiles. La información fue además complementada con datos hidrográficos obtenidos mediante CTD para registros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad. A continuación se detallan los procesos en la toma de información y control de calidad realizado a los datos de CTD y ADCP remolcados.

Para obtener muestras de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad en la columna de agua fue utilizado un CTD Seabird 19 plus V2, con la finalidad de realizar perfiles de distribución de los parámetros citados anteriormente, observar, medir y relacionar su comportamiento en la columna de agua, para de esta manera poder caracterizar la estructura termo-halina y así identificar estratificación, tipos de aguas y/o masas de agua. Se tomaron muestras en columna de agua desde superficie (1m) hasta la máxima profundidad de fondo dependiendo de la batimetría, la profundidad máxima de medición fue de 200m.

Utilizando un protocolo estándar para la toma de muestra (recomendaciones SHOA). El proceso hidrográfico fue dividido en 3 etapas; A, B, C. Finalmente para cada una de las diferentes etapas fue realizado un protocolo de calidad de datos para garantizar la confiabilidad de la información obtenida.

Etapa A: toma de datos

- Observación de la superficie del mar, evitando contaminar la celda de conductividad con sustancias extrañas al agua de mar.
- Encender el equipo en cubierta verificando que la bomba encendiera mediante burbujeo en agua.
- Estabilizar por 3 minutos en el agua, lo más cercano a la superficie y confirmando que el equipo está sumergido por completo
- Realizar el perfil hasta la profundidad programada con velocidad constante, virándolo inmediatamente una vez que se alcanza esta profundidad.
- Apagado inmediatamente del equipo una vez en cubierta.
- Extracción de los datos recogidos por el equipo mediante Software SeaTerm AF, quedando almacenados en formato Hexadecimal.

Etapa B: procesamiento de los datos y control de calidad

- Para un óptimo resultado de los datos, estos fueron procesados siguiendo recomendación del fabricante, software SBE Data Processing de SeaBird. Esta etapa lleva una serie de procedimientos que son detallados a continuación:
- DATA CONVERSION: Convierte los datos originales en formato hexadecimal a formato ASCII y en unidades de ingeniería. Las variables de salida fueron salinidad, temperatura, concentración de oxígeno (mg/L) y densidad (expresado en unidades de sigma-t).
- LOOP EDIT: Marca como malos los datos escapados, en base a la desviación estándar de un bloque de 20 datos.
- FILTER: Este módulo es un filtro de paso bajo que se aplica sobre una o más columnas de datos, suavizando altas frecuencias (cambios abruptos).
- ALIGN CTD: Alinea en el tiempo las observaciones de los demás sensores respecto al sensor de presión. De esta manera los datos obtenidos por todos los sensores corresponden a la misma parcela de agua.

- WINDOW FILTER: Permite filtrar los datos, determinando un valor promedio. El tamaño de la ventana utilizado fue de 5 puntos.

- DERIVE: Permite derivar distintas variables. En este caso se derivaron las variables de salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto.

- BIN AVERAGE: Este programa permite promediar los datos a intervalos elegidos por el usuario en función de la presión, para determinar que cada dato en su parcela de agua, sea ajustado a una profundidad determinada mediante el ajuste de la presión.

Etapa C: revisión sinóptica

Una vez que los datos han pasado el procesamiento junto al control de calidad se construye una matriz numérica integrando salinidad (psu), temperatura (°C) oxígeno disuelto (mg/L) y densidad, expresada en unidades de sigma-t (σ_T) en función de la profundidad. Posteriormente se realizó una construcción de 2 graficas sinópticas, con perfiles verticales de cada variable para cada estación, elaboradas mediantes graficas Excel y construcción de secciones verticales con lugares geográficos estratégicos, mediante interpolaciones verticales de los perfiles seleccionados a través de los software Matlab v 5.0 y Ocean Data View 4.5. Finalmente una revisión sinóptica de los perfiles verticales permite descartar o corregir algún error final de tendencia o conjunto de datos de tendencia erráticas.

En la técnica de medición de ADCP remolcado, es utilizado un perfilador acústico Doppler de 150 kHz. Dicho equipo está equipado con la opción Bottom Tracking, lo que permite medir las corrientes durante un track de navegación a tiempo real, remolcando en una embarcación un ADCP orientado hacia el fondo marino, a una velocidad no superior a 5 nudos, con una programación para medir cada 5 segundos y donde el track de navegación es posicionado mediante un GPS Garmin 60cx. La finalidad de este análisis es obtener la corriente residual que es definida como aquella parte de la corriente que queda después de remover las señales de frecuencia semidiurna y diurna durante uno o más ciclos de marea (Tee, 1977). Los datos de compás del ADCP son corregidos siguiendo el método de Joyce (1989) y los datos erróneos de velocidades son removidos siguiendo el procedimiento explicado por Valle-Levinson & Atkinson (1999). La señal semidiurna de la marea, representada por la constituyente M2 con un período de 12,42 horas, y la señal diurna, representada por la constituyente K1 con un período de 23,93 horas, son separadas de la señal submareal de los componentes del flujo observado usando análisis de regresión sinusoidal de mínimos cuadrados (Lwiza *et al*., 1991). La señal submareal representa el flujo residual o promedio de estas dos componentes armónicas para el período de mediciones. Por último, los datos de velocidad son rotados en la dirección de más alta variabilidad.

Las bases de datos son entregadas como archivo texto plano (tabuladas, separadas por espacio y utilizando puntos). Cada archivo de texto posee un encabezado, donde se indica el origen de la fuente de datos, el lugar donde fueron tomados los datos, el instrumento utilizado y la posición geográfica del instrumento y/o datos. Para el caso de las bases de datos de CTD, estos fueron construidos utilizando un formato estándar adecuado al software Ocean Data View (ODV). ODV es un software para la exploración interactiva y la visualización de datos oceanográficos y otras características georeferrenciadas, como ARGO, WOCE (World Ocean Circulation Experiment), World Ocean Database Project, SeaDataNet, World Ocean Atlas, and Medar/Medatlas projects. Estos datos son entregados en un dispositivo de almacenamiento digital (DVD) anexo a este informe.

5.2 Objetivo específico 4.2.2.

Desarrollar los trabajos de campo necesarios para obtener y establecer las condiciones iniciales y de bordes necesarias para la implementación de un modelo hidrodinámico regional que cubra toda el área de interés, comprendiendo dichos trabajos la realización de observaciones hidrográficas, de correntometría lagrangiana y euleriana, marea, viento y aportes de agua dulce a la cuenca.

Los trabajos de campo fueron divididos en tres áreas de la XII región **(Figura 1)**, por lo tanto, se realizaron campañas estacionales en cada una de estas. Se seleccionaron secciones transversales a los principales accesos de las tres áreas de estudio con el fin de determinar la variabilidad transversal de los flujos **(Figuras 2, 3 y 4**). Dichas mediciones tuvieron una duración mínima de un ciclo mareal completo (24.5 horas.), efectuándose en los periodos de invierno y verano para determinar la variabilidad estacional en cada sección.

Se realizaron mediciones de correntometría eulerianas en la columna de agua a través de anclajes de ADCP´s, en modo de auto-contenido en los principales canales durante los periodos estacionales (invierno y verano) con una duración de 30 días. Para complementar la información se realizaron mediciones lagrangianas de corrientes, las cuales se realizaron con boyas derivadores por un periodo de 48 horas. Acoplado a estas mediciones se realizaron mediciones de nivel del mar, por medio de mareógrafos de la línea RBR modelo TGR-1050HT Hydrotide instalados a 10 metros de profundidad con medición y registros de datos cada 10 minutos. Para caracterizar los procesos atmosféricos se instalaron estaciones meteorológicas automática modelo Davis 6152 Vantage Pro2, que es capaz de medir dirección y velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica (**Figuras. 5, 6 y 7**). Además de estaciones fijas para medir temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad (**Figuras 8, 9, 10a y 10b**).

De los datos de corrientes obtenidos a través del ADCP anclado se calcularon los flujos residuales para las capas de 5-10-20-30-40 y 50m con el propósito de separar las oscilaciones de marea con las fluctuaciones asociada a un forzamiento distinto a la marea. Para ello cada componente de la corriente (U y V) fue filtrada mediante un filtro de paso bajo Lanczos de 121 pesos con un periodo de corte de 40

horas; para tal efecto fueron empleados programas de Matlab ya preparados. De esta manera se visualizó por un lado el comportamiento de los vectores de corriente a través del tiempo y de la baja frecuencia sobre las corrientes. Por otra parte y de manera análoga a las mediciones de ADCP remolcado, a los registros de corrientes se les realizó un análisis armónico utilizando como entrada el algoritmo de Pawlowicz (2002) el vector complejo de la forma: **w = u+vi**. El algoritmo utilizado para estimar la amplitud y fase se basa en el algoritmo descrito por Godin (1972), Foreman (1977) y Foreman (1978) implementado por Pawlowicz (2002). Por lo tanto se definió la corriente total (VT) asociada a la corriente directa medida por el ADCP, es decir, la corriente por marea más la componente residual (VR) asociada a otros mecanismos (viento, topografía, inercial, etc.).

Área de estudio y actividades de campo

Durante el año 2012 se efectuaron un total de cinco cruceros oceanográficos, en Canal Messier, Golfo Montt y Seno Skyring. Es importante mencionar que en la campaña de Magallanes norte (Canal Messier), solo fue realizado el crucero de invierno.

La campaña de Messier contó con mediciones de ADCP remolcado en Angostura Inglesa, Puerto Edén, Paso el Indio, Punta Hayman e Isla Angle; ADCP anclado en Punta Wilmot, Canal Escape y Puerto Edén, mareógrafos instalados en Isla Topar, Piloto Pardo y Angostura Inglesa, estaciones meteorológicas en Punta Camero y Piloto Pardo (**Figuras 2 y 5**). A lo largo de todo el Canal Messier se realizaron mediciones de CTD (**Figura 9**) en, conjunto con el seguimiento de boyas derivadoras (ver **ANEXO IV**).

En las mediciones de la campaña de verano en el Golfo Montt se empleó ADCP remolcado con transectas en el Seno Última Esperanza, Paso Vattuone, Seno Obstrucción y Seno Poca Esperanza **(Figura 3).** Se instalaron 3 ADCP anclados ubicados en Canal Morla-Vicuña, Golfo Almte. Montt y Seno de Última Esperanza; 3 mareógrafos en los sectores de Canal Morla-Vicuña, Seno Obstrucción y Seno de Última Esperanza. Para caracterizar los procesos atmosféricos se instaló una estación meteorológica automática en Islote Cóndor (-51.856017°, -72.727782°) (**Figura 6**). También se efectuó un estudio de corrientes lagrangianas mediante boyas derivadoras. Las estaciones de CTD (**Figura 10a**) solo se consideraron hasta su punto más oeste, el Paso Morla-Vicuña (entrada de Canal Kirke).

En la campaña de invierno en Golfo Almte. Montt las mediciones de ADCP remolcado se efectuaron en Isla Evans, Canal Morla-Vicuña y Estero de Poca Esperanza (**Figura 3**). Las estaciones de ADCP anclado se ubicaron en Golfo Montt, Estero Poca Esperanza y Canal Morla-Vicuña, los mareógrafos se instalaron en Canal Morla-Vicuña y Paso Obstrucción, la estación meteorológica se ubicó en Isla Quena e Isla Focus (**Figura 6**) y las estaciones de CTD (**Figura 10a**) se realizaron hasta el Canal Sarmiento incluyendo el Paso Lautaro, donde también se contó con mediciones de boyas derivadoras.

En el crucero de primavera en Seno Skyring las mediciones de ADCP remolcado se efectuaron en Bahía Beaufort, Estero Córdova, Golfo Xaultegua, Canal Gajardo, Isla Larga, Altamirano-Rocallosa y Canal Fitz Roy (**Figura 4**); se dejaron instalados 2 estaciones meteorológicas en Estero Córdova y en Seno Skyring, 2 mareógrafos en Bahía Beaufort y Canal Gajardo, 3 ADCP anclados en Bahía Beaufort, Estero Córdova y Golfo Xaultegua (**Figura 7)**; también se realizó el lance de boyas derivadoras y estaciones de CTD (**Figura 8**) desde el Canal Fitz Roy hasta la Bahía Beaufort, incluyendo el Paso del Mar (entrada noroeste Estrecho de Magallanes).

En la campaña de verano (2013) en Golfo Almirante Montt se utilizó ADCP remolcado en Estero Ultima Esperanza, Estero Worsley, Canal Unión, Bahía Stewart. Se instalaron 4 ADCP anclados en Canal Unión, Estero Última Esperanza, Canal Valdés y en Golfo Montt. Los mareógrafos se instalaron en Isla Salustio, al interior de Golfo Montt y en Canal Unión, este último presentó fallas y sus resultados no se muestran en este informe. Las estaciones meteorológicas se ubicaron en Canal Unión y en Islote Condor. Las estaciones de CTD (**Figura 10b**) se realizaron hasta el Estrecho Collingwood (incluyendo el paso Lautaro), donde también se contó con mediciones de boyas derivadoras.

En el crucero de otoño (2013) en Seno Skyring las mediciones de ADCP remolcado se efectuaron en Bahía Beaufort (Seno Glacier), Estero Córdova, Golfo Xaultegua, Canal Gajardo, Altamirano-Rocallosa, Isla Larga y Canal Fitz Roy, presentando estos 2 últimos transectos problemas ocasionados por mal tiempo y por tanto los resultados no se muestran en este estudio. Se dejaron instalados 2 estaciones meteorológicas en Estero Córdova y en Seno Skyring, 1 mareógrafo en Canal Fitz Roy 4 ADCP anclados en Bahía Beaufort, Estero Córdova, Canal Gajardo e Isla Escarpada (**Figura 7)**. También se realizó el lance de boyas derivadoras y estaciones de CTD (**Figura 8**) desde el Canal Fitz Roy hasta la Bahía Beaufort incluyendo el Paso del Mar (entrada noroeste Estrecho de Magallanes). Las mediciones de CTD para el crucero Skyring de invierno no obtuvieron resultados debido a un desperfecto del CTD arrendado.

Las bases de datos son entregadas, como archivo texto plano (tabuladas, separadas por espacio y utilizando puntos). Cada archivo de texto posee un encabezado, donde se indica el origen de la fuente de datos, el lugar donde fueron tomados los datos, el instrumento utilizado y la posición geográfica del instrumento y/o datos. Para el caso de las bases de datos de CTD, estos fueron construidos utilizando un formato estándar adecuado al software Ocean Data View (ODV), ODV es un software para la exploración interactiva y la visualización de datos oceanográficos y otras características georeferrenciadas, como ARGO, WOCE (World Ocean Circulation Experiment), World Ocean Database Project, SeaDataNet, World Ocean Atlas, and Medar/Medatlas projects. Estos datos son entregados en un dispositivo de almacenamiento digital (DVD) anexo a este informe.

5.3 Objetivo específico 4.2.3.

Implementar un modelo regional con un dominio suficientemente amplio para proveer resultados efectivos en toda la zona de interés, incluyendo la plataforma continental en los sectores oceánicos. Dicho modelo deberá proveer resultados capaces de representar los distintos escenarios observables con una resolución suficiente para caracterizar procesos de micro y mesoescala, tanto en el exterior de la zona de canales como al interior de las cuencas que conforman esta área. Dicho modelo deberá ser validado con respecto a mediciones de campo independientes no utilizadas en el proceso de implementación del modelo.

El modelo que se implementó fue MIKE 3 HD FM, este es un sistema de modelamiento en 3 dimensiones que considera la solución numérica de las ecuaciones tridimensionales incompresibles de Navier-Stokes utilizando el enfoque de Reynolds, los supuestos de Boussinesq y de presión hidrostática, por lo que el modelo consiste en las ecuaciones de conservación de masa y momentum, temperatura, salinidad y densidad considerando un esquema turbulento de cierre. Como algoritmo de solución discreta de las ecuaciones indicadas, el modelo utiliza el método de volúmenes finitos centrados en cada celda. La estructura de discretización en una malla irregular permite un buen ajuste al borde costero, por lo que se considera que este tipo de solución es la adecuada para zonas de topografía compleja. En la vertical utiliza coordenadas sigma que pueden ser combinadas con una estructuración rectangular. Para la integración temporal se utiliza un enfoque semi-implícito donde los términos horizontales son tratados explícitamente y los verticales de manera implícita. Este modelo ha sido ampliamente utilizado para reproducir distintos procesos en distintos escenarios en sectores costeros, oceánicos, canales, estuarios y lagos (Tchepikova & Chubarenko, 2001). Fue desarrollado por DHI (Instituto de Hidráulica y Medio Ambiente Danés, www.dhigroup.com/).

Este modelo permitirá simular los flujos en dos y tres dimensiones resolviendo las ecuaciones diferenciales que representan los flujos horizontales y verticales con sus respectivas condiciones iniciales y de borde. El modelo incluso puede ser forzado sólo con el nivel del mar y los flujos en los bordes como condiciones iniciales (DHI, 2011). La fricción del viento, número de Manning y coeficiente de viscosidad se puede utilizar como parámetros de calibración en las simulaciones. El modelo posee además, módulos de pre y post proceso lo cual permite ingresar la información de una forma fácil e interactiva. Asimismo, las salidas de los resultados pueden ser fácilmente evaluadas. El modelo puede también generar la predicción de mareas y corrientes de marea. Cuenta también, con herramientas de análisis dentro del módulo de MIKE 3.

Debido a que las mareas pueden caracterizarse como variaciones periódicas del nivel del mar, bajo la influencia de las fuerzas astronómicas, es posible analizar y pronosticar su comportamiento considerando la suma de constituyentes armónicas, la amplitud y fase de las constituyentes de marea (y la velocidad angular).

Los principales datos y parámetros de entrada del modelo son: la batimetría del área de estudio, las condiciones de frontera o borde en los límites norte y sur de la región a estudiar y el tiempo de simulación total (www.dhigroup.com/Sofware.aspx). También permite incluir la vorticidad para dar cuenta de los flujos asociados a la integración vertical de la turbulencia, y fluctuaciones de escala menor que podría presentarse en la malla. Considera además las variaciones de densidad, de caudales de ríos y la precipitación. Una descripción detallada de la formulación matemática y los métodos numéricos del modelo pueden ser obtenidas de DHI (2011).

I.- Dominio

Para la generación de la grilla o malla en el dominio regional se estimó ésta como una continuación natural de la malla utilizada en el proyecto ASIPA 2011 "Diseño y estudio técnico de macrozonas de agrupaciones de concesiones en la Zona Sur Austral, X a XII regiones". Así se definen sus límites por el norte a -47º, y -56º por el sur, -65º por el este y -77º por el oeste **(Figura 11).**

Para definir la topografía del fondo marino se utilizaron datos batimétricos de GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) que consiste en un grupo internacional que trabaja en el desarrollo de datos batimétricos, atlas digitales y opera bajo el auspicio de la Comisión Intergubernamental Oceanográfica (IOC) de la UNESCO y la Organización Hidrográfica Internacional (IHO). Estos datos son de dominio público y tienen un rango de resolución conocido como GEBCO_08 Grid (30 segundos arco). Así pues, esta batimetría es ensamblada e interpolada mediante métodos lineales junto a la batimetría obtenida de sondas de las cartas batimétricas del Servicio Hidrográfico de la Armada**.** El resultado será el dominio que se usará en la modelación regional.

El dominio se discretizó usando una malla flexible de elementos finitos triangulares según el método de Delaunay. Los pasos necesarios para concretar esta tarea se resumen de la siguiente forma.

- Adquisición y posterior procesamiento de la línea de costa de la zona de interés usando información del Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM). Si bien esta línea de costa es de alta resolución, en la definición de pasos posteriores como la triangulación y la resolución estos contornos se van suavizando acorde al tamaño de los triángulos en las zonas costeras, pues la resolución de este contorno no puede ser superior al tamaño de los triángulos de menor tamaño.
- Definición de las líneas de contorno abiertas del dominio.
- Generación de arcos que permiten el cambio de resolución de zonas oceánicas a costeras, es decir, aquí se genera una zona de transición los más suave posible, desde elementos más grandes a los más pequeños para una mayor definición.
- Triangulación de la línea de costa en software de pre-proceso MESH GENERATOR de MIKEZERO, ajustando máxima área de elementos, mínimo ángulo permitido de los triángulos y el máximo número de nodos.

- Suavizamiento de los triángulos generados.
- Interpolación de la batimetría al dominio mediante una técnica de interpolación triangular usando para ello el método de vecino natural.
- Refinamiento de los elementos de la malla ajustados a la batimetría.
- Análisis de la malla mediante técnicas de análisis en búsqueda de triangulaciones defectuosas.

En general, el proceso de creación de la malla se considera iterativo teniendo en cuenta diversos índices y consideraciones que deben cumplirse, tales como pasos de tiempo demasiado pequeños considerando profundidad y nivel del mar, así como generación de triángulos demasiado pequeños o ángulos muy agudos.

II.- Condiciones de borde

Se generaron condiciones de borde de marea a lo largo de los 3 contornos abiertos del dominio con series de tiempo cada 1 hora de las variaciones del nivel del mar basados en un modelo global de mareas y que representan las constituyentes mayores diurnas (K1, O1, P1, Q1) y semi-diurnas (M2, S2, N2, K2) con una resolución espacial de 0.25°×0.25º basado en datos de altimetría de TOPEX/POSEIDON**.** Este modelo forma parte del módulo de pre-procesamiento de MIKE 3.

III. - Condiciones iniciales

La condición inicial es denominada “arranque en frío” la cual es un campo de flujo nulo al comenzar la simulación, el cual se estabiliza luego de ciertos pasos de tiempo hasta alcanzar un equilibrio asociado a los forzantes. En cuanto a la temperatura y salinidad es necesario especificar valores en todos los nodos del dominio en el estado inicial. Esos datos se obtuvieron de los cruceros realizados por IFOP durante distintas etapas de las campañas y complementados por datos de cruceros anteriores (CIMAR o IFOP)**.**

IV.- Forzantes atmosféricas

Se utilizó el modelo global GFS (Global Forecat System) con resolución de 55 km para proporcionar condiciones de viento las cuales varían tanto espacial como temporalmente. Una vez que las matrices de datos del modelo GFS son ingresadas al modelo MIKE 3, éste las interpola a cada nodo usando un método de ajuste lineal.

5.4 Objetivo específico 4.2.4.

Desarrollar e implementar un mínimo de 3 modelos de alta resolución para áreas previamente seleccionadas al interior del dominio general. Dichos modelos deberán ser capaces de representar la circulación con una resolución necesaria para resolver la interacción entre las diferentes agrupaciones de concesiones salmonicultoras o miticultoras establecidas en el área, proveyendo la información necesaria para caracterizar dichas condiciones en los distintos escenarios climatológicos escogidos.

Tomando en cuenta el dominio regional desarrollado en el objetivo 3.2.3 se especificaron 3 zonas dentro de éste, en las cuales se implementarán dominios de alta resolución. Los lugares en donde estos dominios serán implementados serán: bahía Beaufort y estero Cordova, incluyendo el estrecho de Magallanes **(Figura 12)**; Golfo Almte. Montt, incluyendo los Senos de Última Esperanza y Obstrucción y cerrado al oeste en el Canal Unión **(Figura 13)** y finalmente en el Seno Skyring incluyendo el Canal Gajardo. **(Figura 14).**

Para definir la topografía del fondo marino se utilizaron datos batimétricos del Servicio Hidrográfico de la Armada. El dominio fue discretizado usando una malla flexible en elementos finitos triangulares según el método de Delaunay. Los pasos para la generación fueron idénticos a la implementación del modelo regional.

Se generaron condiciones de borde de marea a lo largo de los contornos abiertos de los dominios con series de tiempo cada 1 hora de las variaciones del nivel del mar basados en el modelo regional implementado como parte de objetivos anteriores. En cuanto a la temperatura y salinidad se obtuvieron secciones del de las mediciones de CTD realizadas durante las campañas.

La condición inicial es denominada “arranque en frío” la cual es un campo de flujo nulo al comenzar la simulación, el cual, se estabiliza luego de ciertos pasos de tiempo hasta alcanzar un equilibrio asociado a los forzantes. En cuanto a la temperatura y salinidad se obtuvieron de mediciones realizadas durante las campañas.

Se utilizó el modelo global GFS (Global Forecat System) con resolución de 55 km para proporcionar condiciones de viento las cuales varían tanto espacial como temporalmente. Una vez que las matrices de datos del modelo GFS son ingresadas al modelo MIKE 3, éste las interpola a cada nodo usando un método de ajuste lineal.

Los efectos de la descarga de agua dulce por parte de los ríos sobre el sistema son incluidos en la modelación como un punto en donde una cantidad de agua dulce es introducida dentro del dominio del modelo afectando tanto la ecuación de continuidad como de momentum. Estos datos se incluyeron en términos de caudales medios mensuales en los lugares en donde existe aquella información.

5.5 Objetivo específico 4.2.5.

Realizar la validación de los modelos desarrollados con respecto a observaciones de terreno (series de tiempo), estableciendo el error cometido y la incertidumbre estadística de los patrones de circulación elaborados, tanto en escala temporal como espacial.

Los resultados de las simulaciones fueron contrastados con datos de observaciones para estimar los rangos de error y grado de relación mediante índices estadísticos ampliamente usados dentro de la evaluación de calidad de los modelos. Se utilizarán los métodos descritos por Murphy (1993).

Sesgo (Bias) o desviación sistemática
Referido a la concordancia entre la predicción media y la observación media. Las medidas de sesgo se definen de tal modo que un sesgo positivo indica una sobrestimación del valor a predecir, mientras un sesgo negativo indica una subestimación (por ejemplo, Desviación Media, BIAS).

Asociación
Indica el grado de relación lineal entre observación y predicción (por ejemplo, coeficiente de correlación, medida de la relación lineal).

Precisión
Nivel de concordancia entre el pronóstico y las observaciones, promediada sobre una muestra de parejas individuales de simulación y observaciones. Las diferencias entre el pronóstico y las observaciones son el error; a menor error más grande es la precisión. Medidas de precisión son por ejemplo: DMA y RMSE.

Habilidad, o precisión relativa
Es la precisión de una simulación, referida a otra que se toma como referencia. Este pronóstico de referencia suele ser un pronóstico no calificado, como uno de persistencia (por ejemplo, la precipitación predicha para hoy será la que se haya observado ayer) o climatológico (por ejemplo, la precipitación predicha para un día de enero será la media de los valores diarios de precipitación en Enero en los últimos diez años). La habilidad, por lo tanto, se define de modo que el aumento en precisión indica que el sistema es mal hábil que el de referencia.

Agudeza
La tendencia del pronóstico para predecir valores extremos. La agudeza es una propiedad del pronóstico solamente, y como la resolución, este pronóstico puede tener el atributo, aun cuando éste sea erróneo.

Índices de verificación de pronósticos
Cuando el resultado de la predicción es una estimación del valor de una variable continua, la calidad se mide con relativa facilidad mediante medidas de precisión (funciones de error) y de habilidad.

Estas funciones son medidas globales de precisión, en el sentido de que sólo consideran la distribución conjunta, calculando la distancia entre los datos previstos y los observados. Por lo tanto resultan mejor representados los eventos frecuentes (Stanski *et al*, 1989). Los índices de verificación más habituales son:

Desviación Media (BIAS)

Indica la dirección media de las diferencias entre la observación y el pronóstico, pero no refleja la magnitud del error. Un error positivo indica que el valor simulado excede el valor observado. Mientras un error negativo corresponde a una subestimación del valor observado.

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)$$

Desviación Media Absoluta

Es un grado lineal que da la magnitud media de los errores, pero no la dirección de la desviación.

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|x_i - y_i\right|$$

Error Medio Cuadrático (RMSE)

Es una medida cuadrática que mide la media de la magnitud del error, como el DMA, tampoco muestra la dirección de las desviaciones.

$$\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$$

En donde,

x = dato del modelo

y = dato de la observación

n = número de datos.

Coeficiente de Correlación

Es una medida estadística que trata de medir la relación entre dos variables, oscila entre -1 y 1, siendo el signo, la dirección de la relación (proporcional o inversamente proporcional) y la cifra, la magnitud de la relación

$$R = \frac{Cov_{xy}}{S_x S_y}$$

Cov_{xy} = covarianza entre el modelo y la observación,

S_x = desviación estándar del modelo

S_y = desviación estándar de la observación.

5.6 Objetivo específico 4.2.6.

Elaborar modelos conceptuales para cada uno de los escenarios establecidos, tanto en el caso del modelo de escala regional elaborado en todo el dominio como también en el caso de los modelos de alta resolución implementados en las áreas seleccionadas.

Se elaboraron esquemas conceptuales mediante los cuales se simuló, y posteriormente analizó en detalle, cuál es la cuantía de cada forzante dentro del sistema. Para esto se definieron 8 escenarios tomando en cuenta las distintas escalas que deben estar ponderadas respecto de las forzantes.

La primera escala dentro de los esquemas conceptuales estará proporcionada por la variabilidad interanual, dada principalmente por el comportamiento de aquellas variables que presentan cambios estacionales, esto es, la descarga de ríos, asociada a periodos de deshielo principalmente y variables atmosféricas, características del viento en cuanto a condiciones extremas. Una segunda escala se sitúa en la variabilidad del nivel de mar, en donde se evaluará la importancia de periodos de sicigias y cuadraturas. Los experimentos fueron realizados para para capa superficial (0-5m) **(Figuras 15 y 16).**

5.7 Objetivo específico 4.2.7.

Evaluar la capacidad de dispersión de las partículas al interior de los dominios establecidos, para alta resolución y para el modelo regional, comparando estadísticamente dicha información con observaciones de correntometría lagrangiana de una duración mínima de 48 horas.

Acoplado a la implementación del modelo hidrodinámico se generó un modelo de transporte de partículas, considerando advección y dispersión, el cual permitió estimar el transporte de una partícula pasiva (bacteria, virus y/o larva), y el área de influencia de una determinada partícula en función del transporte difusivo y advectivo. En este caso se evaluó el modelo cuantitativamente con mediciones de corrientes lagrangianas obtenidas en los objetivos previos de manera que se calculó la velocidad media del derivador observado versus la velocidad media del derivador simulado, en cuanto a las direcciones se calculó si los derivadores observados y simulados correspondían al mismo cuadrante. Las simulaciones se realizaron por periodos variables de acuerdo al tiempo de medición de los derivadores observados que en general son de 24 a 48 horas, se extrajeron los resultados en la capa superficial (0 - 5 m).

Se realizó un cálculo de error del modelo definido como la diferencia entre la velocidad media observada y la velocidad media simulada.

Error velocidad media = velocidad media observada – velocidad media simulada

También se calculó un índice de porcentaje de error definido como la razón entre el error de la velocidad media y la velocidad media del derivador observado

% Error= (Error velocidad media / velocidad media observada) x 100

5.8 Objetivo específico 4.2.8.

Identificar la presencia de cuencas definidas geomorfológicamente, limitadas por ejemplo por umbrales o constricciones, ubicadas al interior de los dominios de alta resolución, llevando a cabo en dichas cuencas un cálculo de tiempo de residencia de la cuenca en la capa superficial y en la cuenca en general, para a lo menos dos periodos representativos del año, por ejemplo invierno y verano. En el desarrollo de este objetivo deberá tomarse como referencia la zonificación en macrozonas desarrollada por la Subsecretaria de Pesca.

El tiempo de residencia es una característica fundamental de los estuarios y fiordos, que describe el equilibrio integral de los flujos de agua dulce, la circulación interna y el intercambio con el océano. Una definición aplicable a un sistema de masa de agua, o un segmento de ella, es el tiempo promedio para que toda el agua existente se mantenga dentro del sistema. Si todas las celdas de agua existentes, o un segmento de ella son marcados en un cierto instante de tiempo, inevitablemente, algunos de estos será expulsado del sistema de forma rápida, mientras que algunos pueden permanecer por un periodo más largo de tiempo (Shen, 2004). Existen diversos métodos para el cálculo de tiempo de residencia ya sea a través de métodos eulerianos como lo define Burwell (2000) (**Figura 17)** que es el tiempo requerido para que la masa total de una traza conservativa originalmente disuelta en todo el dominio, se reduzca en un factor 1/e, o bien mediante métodos lagrangianos que es el tiempo que una partícula de agua emplearía hasta abandonar el dominio desde su posición inicial. Teniendo en cuenta que el tiempo de residencia lagrangiano es una propiedad sujeta a los diferentes puntos del espacio por los que nuestro volumen de control discurrirá con el flujo, se trata por tanto de una aproximación lagrangiana **(Figura 18).**

La presente metodología se centrará en la descripción de los tiempos de residencia en una cuenca dentro de los dominios de alta resolución, mediante modelación numérica, lo que permite una evaluación precisa de la distribución espacial de la circulación, la mezcla y el transporte. La circulación en la cuenca se describe utilizando MIKE 3 FM, obtenida de objetivos anteriores. El tiempo de residencia se describirá mediante el método de Average Age (AvA).

Método AvA: Para la determinación del Average Age (AvA), se utilizó un periodo de simulación hidrodinámico de 20 días. Se calculó AvA para ese periodo y posteriormente la condición final fue usada como condición inicial de una nueva simulación con la misma hidrodinámica hasta completar un periodo de 150 días de simulación. El supuesto de este mecanismo es que la hidrodinámica de

20 días puede ser representativo para calcular cual es el tiempo de residencia en un sistema como este. Si bien es cierto que sería mucho más exacto hacer un cálculo hidrodinámico real por un periodo mucho más largo de tiempo (ej: 1 año) la ventaja de generar un "loop" con la hidrodinámica es que permite realizar simulaciones de AvA que son mucho más rápidas de generar, permitiendo alcanzar un periodo mayor de estimación. Se hace hincapié en que el cálculo de AvA no necesariamente puede representar el tiempo de residencia de una cuenca, pues para poder determinar esto se requiere que AvA alcance un periodo de estabilización es decir cuando la curva de AvA para un punto específico tienda a un valor estacionario. En este sentido en las cuencas interiores de Golfo Almirante Montt y Skyring no lograron una estabilización, y es posible que este periodo pueda llegar a ser incluso de años.

Para determinar si existían diferencias espaciales de los parámetros hidrográficos (temperatura, salinidad oxígeno disuelto y densidad), se realizaron métodos multivariados de comparación, mediante permutaciones múltiples, a través de los procedimientos SIMPER NMDS (Clarke & Warwick 2001). Para esto se construyó una matriz de similitud con los promedios integrados de la columna de agua considerando entre 1 y 25 metros de profundidad (capa de mezcla) y entre 1 metro hasta la máxima profundidad (columna de agua total).

Las relaciones de disimilitud entre las estaciones, se muestran mediante escalamiento multidimensional no-paramétrico (MDS) usando matrices de similitud, a través de la distancia euclidiana. Con el procedimiento SIMPER se detecta el o los parámetros discriminantes de grupos, aquellas variables que no sólo contribuyen a la disimilaridad entre grupos, sino que lo hacen consistentemente entre todas las muestras por grupos. NMDS y SIMPER fueron realizados con PRIMER 5.0.

Los resultados fueros contrapuestos con la conformación batimétrica, para determinar relaciones y poder discriminar cuencas.

5.9 Objetivo específico 4.2.9.

Incorporar toda la información producida por los modelos desarrollados (campos vectoriales de corrientes, esquemas de circulación, etc.) a una base de datos que permita representar gráficamente, en un esquema geográfico, los diferentes escenarios caracterizados por los modelos implementados, posibilitando así su uso y evaluación posterior.

Se utilizó la plataforma de visualización de MIKEZERO (**Figura 19)** que es el módulo de pre y post procesamiento del modelo MIKE 3. De esta manera se pueden visualizar campos de información provenientes del modelo, se generó una guía simple paso a paso de cómo utilizar el software para realizar la correcta visualización y procesamiento de los datos. El visualizador de MIKE3, el cual es gratuito y descargable de la página (http://www.dhisoftware.com/Download/MIKEByDHI2012.aspx), encontrándose disponible la última versión MIKE by DHI 2012 es la herramienta más completa que

podemos encontrar, ya que además de ser de libre acceso, y poder visualizar y generar videos de la modelación para archivos .Dfsu 3D y 2D, posee herramientas de pre y post proceso, las cuales permiten realizar análisis más avanzados a los datos, como también extraer series de tiempo de puntos específicos y trabajarlas como estaciones.

6. RESULTADOS

6.1 Objetivo 4.2.1

Realizar un levantamiento de toda la información disponible que pueda ser aplicada e integrada en el modelo de circulación a desarrollar, aplicando los procesos de control de calidad necesarios a fin de establecer la calidad de los datos en el logro del objetivo general, incorporando dicha información a una base de datos estandarizada que permita su integración a la base de datos desarrollada en la Subsecretaria de Pesca.

Batimetría:

De acuerdo a lo estipulado en la metodología se incluyen dos fuentes de datos:

a) GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans): Datos de dominio público auspiciados por organismos internaciones (IOC – IHO). Estos datos suministran la información de sectores oceánicos o aquellos lugares en donde no se disponga de información de cartas náuticas locales (SHOA). La **Figura 20** muestra el área que cubre la zona de interés, en donde dispondremos de esta información.

b) Cartas Náuticas SHOA: Se hizo petición de carácter oficial al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, por todas las cartas náuticas que se encuentran desde el Golfo de Penas hasta Cabo de Hornos publicadas en su Catálogo, de las cuales, fueron entregadas las siguientes cartas:

N°	Nombre
9100	Canal Baker
9100	Canal Sierralta
9100	Puerto Sargento
9100	Puerto Contreras
9100	Puerto Valenzuela
9100	Ensenada y Caleta Tortel
9100	Puerto Valdés
9300	Acceso Norte a Canal Messier Boca de Canales a Isla Van der Meulen
9400	Acceso Sur a Canal Messier Isla Van der Meulen a Paso del Indio
9400	Puerto Simpson
9411	Canal Messier Bahía Tribune
9412	Fiordo Iceberg
9412	Caleta Hoskyn
9412	Caleta Connor
9510	Angostura Inglesa
9510	Paso del Indio
9520	Caleta Oyarzún

9520 – Fiordos Eyre, Falcón y Exmouth
9530 – Canales Grappler Icy y Escape
9541 – Fiordo Ringdove, Caletas Chacabuco y Richmond
9542 – Fiordo Antrim
9542 – Fiordo Gage
9600 – Acceso Oceánico a Canal Fallos
10200 – Canal Trinidad
10300 – Canal Wide a Canales Concepción e Inocentes
10300 – Seno Landslip
10330 – Bahía Corbeta Papudo
10330 – Canal Oeste
10330 – Puerto Caracciolo
10340 – Canales Inocentes, Sarmiento y Angostura Guía
10350 – Canal Pitt, Esteros Andrés y Peel
10500 – Canales Sarmiento, Esteban, Castro y García Domínguez
10610 – Canal Señoret, Esteros Eberhardt y Última Esperanza
10611 – Canal Señoret, Puertos Natales y Bories
10642 – Bahía Año Nuevo
10732 – Fondeaderos en Canales Smyth y Unión – Puerto Fontaine
10732 – Fondeaderos en Canales Smyth y Unión – Bahía Isthmus
10732 – Fondeaderos en Canales Smyth y Unión – Bahía Welcome
11100 – Islotes Evangelistas a Paso del Mar
11230 – Canal Jerónimo
11300 – Cabo Froward a Paso Tortuoso
11310 – Senos Penguín y Jarpa
11400 – Punta Arenas a Cabo Froward
11600 – Primera Angostura a Punta Dungenes

Estas se pueden apreciar de forma general en la **Figura 21a**. Con respecto de las cartas faltantes este orgnismo responde textualmente "*Con respeto a las Cartas Náuticas SHOA faltantes de lo solicitado, informo a Ud. que por ser de data antigua no se encuentran en formato digital y no posee datum conocido, por lo tanto, no es posible generar archivos XYZ de sondas solicitado". Esto genera un problema de envergadura ya que justamente 2 de las 3 zonas de estudios (Almte. Montt y seno Skyring) se encuentran sin densidad de datos suficientes. La solución a esta problemática fue digitalizar la información de las cartas náuticas de papel. Esto fue realizado geo-referenciando las imágenes de las cartas náuticas en el software Global Mapper, de esta forma de colocan una a una las sondas mostradas en la carta quedando estos puntos geo-referenciados y posteriormente exportados en formato digital XYZ (longitud-latitud-profundidad). Esto nos permitió aumentar la densidad de información batimétrica principalmente en el Golfo Almirante Montt, Seno Skyring y algunos lugares del Estrecho de Magallanes (**Figura 21b**).*

Caudales Zona de estudio

La constitución topográfica de las zonas de estudio sumado a las características climáticas p.e menores precipitaciones en el sector oriental andino no presenta condiciones favorables para la formación de hoyas hidrográficas de gran magnitud, siendo los ríos en general de escaso desarrollo. Sin embargo, en el sector sub-andino oriental de Última Esperanza, se encuentra el Río Serrano; éste nace en la parte oriental de la Cordillera Patagónica, en el Campo de Hielo Sur, específicamente en el Lago Toro. Este río presenta una cuenca de 7.350 km2, con un largo de 38 kilómetros y con un caudal medio de 61 m^3/s en su parte superior. Presenta una gran cantidad de lagos, los más destacados son Toro, Sarmiento, Pehoe y Nordenskjöld. Su principal afluente es el Río Grey, además del curso Paine que desemboca en el Lago Pehoe. El sistema de alimentación del Río Serrano es pluvial con aportes nivales por derretimiento de nieves en verano, hecho en particular de significativa relevancia debido a que parte importante de su caudal desemboca en el Estero Última Esperanza. De acuerdo al reporte de la DGA (dirección general de agua), el registro comprendido entre marzo de 2012 y febrero de 2013, señala que el mayor caudal es localizado en febrero de 2012 con valores sobre los 1200 m3/s, lo cual es coincidente también con un mayor nivel del agua para este mes; los menores valores en el caudal se registraron durante julio con caudales inferiores a 50 m^3/s (**ANEXO 5 Figura 1**). Esto también fue reforzado de acuerdo al informe técnico de 2004 realizado por la consultora CADE-INDEPE, donde los mayores valores en el caudal corresponde a los meses febrero-marzo mientras que los menores correspondieron al periodo junio-julio (**ANEXO 5 Figura 2**).
Consultores en ingeniería, disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Serrano.pdf

Campañas realizadas por IFOP

La información de las campañas que se detallan a continuación pertenece a muestreos realizados bajo el proyecto ASIPA-SUBPESCA, "Diseño y estudio técnico de macrozonas de agrupaciones de concesiones X a XII Regiones" realizados entre enero y marzo de 2012 en los sectores del Golfo Almirante Montt y Seno Skyring.

Golfo Almirante Montt Campaña verano 2012

a) ADCP Remolcado

Seno Obstrucción (**Figura 22a**): El flujo residual V en la boca del Seno Obstrucción (**Figura 22b)** mostró una distribución vertical de dos capas bien definidas. La superficial de salida tiene una profundidad aproximada de 20m y magnitudes mayores en la parte central del transecto (6cm/s) y se encuentra asociada a la descarga de agua dulce proveniente del Estero Última Esperanza. La segunda capa de entrada se muestra bajo los 20m con magnitudes de 3 cm/s.

Paso Vattuone (**Figura 23a**)**:** El flujo residual a lo largo del paso Vattuone (**Figura 23b)** mostró una capa superficial (10m de profundidad) con flujos de salida (hacia el este) y magnitudes máximas de 10cm/s, asociados a la descarga de agua dulce. Bajo la capa superficial dominaron los flujos de

salida dentro del primer kilómetro (partiendo desde A). Entre 1km y 2.5km dominaron los flujos de entrada (hacia el oeste) hasta aproximadamente los 50m de profundidad con intensidades de hasta 10cm/s. Bajo esta capa dominaron los flujos de salida con intensidades menores a 10cm/s.

Seno Poca Esperanza (**Figura 24a**)**:** El flujo residual a lo largo del estero Poca Esperanza (**Figura 24b)** presentó un flujo de tres capas. Una primera capa superficial con flujos de salida (hacia el norte) y magnitudes que no superaron los 10cm/s. La segunda capa se ubicó bajo los 50m con flujos de entrada (hacia el sur) de baja intensidad (<5cm/s) con algunos máximos asociados al vértice B del transecto. La tercera capa se situó bajo los 80m con flujos de salida y baja magnitud (<5cm/s).

Seno Última Esperanza (**Figura 25a**)**:** El flujo residual en el sector del Seno Última Esperanza, T3 (**Figura 25b)** presentó una ligera asimetría en la dirección transversal y bajas magnitudes dentro de todo el transecto (<5cm/s), destacando flujos de entrada (hacia el norte) en el lado oeste, donde la presencia de un promontorio (~150m de altura) y el efecto del viento podrían influir en la configuración de la corriente; y un predominio en los flujos de salida en la parte media y este del seno. Estos resultados coinciden con Niemeyer & Cereceda, (1984), quienes afirman que el principal aporte de agua dulce al Seno Última Esperanza proviene de la hoya del Río Serrano, de 38 km de largo, que descarga en el extremo norte del Estero Última Esperanza.

b) Corrientes eulerianas residuales (ADCP anclados)

Canal Morla-Vicuña: La corriente residual en el Canal Morla-Vicuña (**Figura 27)** mostró un predominio de las direcciones noreste y este dentro de todas las profundidades con magnitudes máximas de 15 cm/s, destacando flujos hacia el sur entre el 10 y 12 de marzo, que coincidieron con pulsos de viento en ese sentido durante ese corto periodo (**Figura 26**). Cáceres & Levinson (2009) indican que el régimen de vientos dentro de esta región presenta una dominancia del viento desde el suroeste y oeste, lo que estaría forzando la corriente en este sector, sin embargo la batimetría y la orientación de la costa también podrían ocasionar este efecto.

El análisis armónico de la corriente total reveló que la influencia de la marea fue de 61.3% a 5 metros y de 46.6% a 50 metros. Tal disminución en la energía con la profundidad podría ser atribuido a efectos topográficos del sector, aun así se destaca la alta energía mareal del sector (Cáceres & Levinson, 2009).

Seno Última Esperanza: La corriente residual en el Seno Última Esperanza (**Figura 28)** muestra una mayor cantidad de flujos entrada (entrando al Estero), distinguiendo entre los 5 y 20m de profundidad un dominio en las direcciones noroeste y oeste con máximos de 20cm/s. Las capas de 5 y 10 metros muestran corrientes de mayor magnitud a partir del día 14 de marzo hasta el día 25 de marzo, asociado a pulsos de viento hacia el noroeste de una mayor intensidad durante ese periodo (**Figura 26**). A los 30m el flujo cambia de dirección y se dirige principalmente hacia el sur. En la capa de los 40m la dirección cambia nuevamente hacia el noreste-este (<10cm/s). Por último la capa de 50 metros parece variar en las direcciones este-noroeste con un pulso hacia el sur entre el 13 y 15 de marzo.

El análisis armónico de la corriente reveló una influencia de la marea entre 25.3% a los 10 metros y de 20.3% a los 40 metros. Dichos resultados sugieren la poca influencia mareal del sector ocasionada por la pérdida de energía de la marea en los estrechos canales que conectan el Golfo Montt con el mar interior.

Golfo Almte. Montt: La corriente residual en el Golfo Almte. Montt (**Figura 29)** mostró dentro de los primeros 10m un predominio de la dirección sur y suroeste, con magnitudes entre 5cm/s y 15cm/s destacando cortos pulsos hacia el norte en la capa superficial entre el 2 y 5 de marzo y entre el 12 y 17 de marzo. A los 20m la corriente muestra variaciones en su dirección de norte-noreste a sur-suroeste con magnitudes menores a 10cm/s. Estos resultados podrían explicar la influencia de la descarga de agua dulce proveniente del Estero Última Esperanza sobre el efecto del viento en la capa superficial de la corriente en este punto. Por último, el análisis armónico de la corriente total reveló una influencia de la marea entre 27.8% a los 5 metros y de 12.4% a los 20 metros.

El **ANEXO I** contiene información estadística detallada de las series de mareas y corrientes de esta campaña de medición.

c) Hidrografía

Crucero Golfo Almirante Montt verano 2012 (febrero)

Los resultados para los diferentes puntos analizados durante este crucero mostraron que la salinidad osciló entre 1,61 y 31,24 psu con un valor medio de 19,74psu ± 5,6. Los rangos de temperatura estuvieron entre 6,5 y 11,6 ºC con una media de 8,29 ºC ± 1,5. La concentración de oxígeno disuelto varió desde 3,24 a 12,29 mg/L, con un valor medio 7,01 mg/L ± 1,97. La densidad expresada como unidades de sigma t, varió entre un mínimo de 1,03 $\sigma_T$mientras que el máximo fue de 24,22 σ_T, con una densidad media de 15,03 Kg/L ± 4,4.

Dentro del Golfo Montt se observó una estructura termo-halina con una estratificación de valores menores a los presentados hacia el oeste del Canal Kirke (**Figura 30**), destacando una capa superficial de profundidad variada comprendida aproximadamente entre 0-30m (**Figura 31**) con mayores valores de temperatura, oxígeno y menores valores de salinidad y densidad. La capa de mayor profundidad mostró un aumento de densidad y salinidad y una disminución de temperatura y oxígeno, con tendencia a la homogeneidad. De manera contrario los registros hidrográficos en el Paso Morla-Vicuña mostraron mayores valores en toda la columna de agua en comparación a las estaciones situadas dentro del golfo, destacando mayores registros en los estratos superficiales con una haloclina termoclina, oxiclina y picnoclina fuertemente marcada.

Seno Última Esperanza: La salinidad en este sector osciló entre un mínimo superficial de 1 y un máximo de 17,5 psu, localizado en la parte más profunda. La estratificación vertical del estero se caracterizó por revelar los menores valores de salinidad en la capa superficial (dentro del Golfo

Almte. Montt) la cual aumenta consistentemente con la profundidad desde sus registros mínimos. Debajo de los 40 metros y hasta la profundidad de fondo la salinidad se mantiene estable en valores ~ 17 psu. Los rangos de temperatura del estero fueron desde 6°C hasta 10°C, la capa superficial reveló las mayores temperaturas, después un estrato profundo donde la temperatura es menor y estable (aproximadamente 6°C). Entre medio de estas dos capas se ubicó una termoclina demostrada por el abrupto descenso entre los 20 a 40 metros de profundidad. Es importante mencionar que el Estero Última Esperanza registró las menores salinidades (en toda la columna de agua) y las menores temperaturas (principalmente en la capa superficial) en comparación con el resto de las estaciones dentro del Golfo Almte. Montt. El oxígeno presentó un comportamiento diferente, respecto a la salinidad y temperatura, mostrando máximos superficiales (12,5 mg/L) seguidos de mínimos en las capa más profundas (6,45 mg/L a 200m), con una disminución continúa a través de toda la columna de agua. La densidad presentó el mismo comportamiento de la salinidad, una capa superficial con valores entre 1 y 12 σ_T, mientras que debajo de los 40m la densidad tiende a homogenizarse a través de toda la columna de agua (~13 σ_T).

Canal Señoret : Dentro del canal los perfiles de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y densidad presentan patrones de distribución diferente a lo observado en el Paso Vattuone y Canal Santa María. Algunos de los parámetros no advierten una estratificación, sino más bien una disminución paulatina con estrechos rango de variación entre superficie y fondo (~1,5°C), tal es el caso de la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto. En el caso de la salinidad y densidad, que presentan el mismo comportamiento, es visualizada sobre los 10 metros una capa de baja salinidad (~13,5psu) y densidad (10 σ_T), mientras que debajo de los 10 metros, la salinidad y densidad experimentan una aumento, para llegar a los 25 m aproximadamente, con valores de ~16 psu y 12.5 $\sigma_T$respectivamente.

Paso Morla-Vicuña Canal Kirke: El Paso Morla-Vicuña presentó los valores hidrográficos más elevados en comparación a las estaciones localizadas dentro del golfo, destacando una columna de agua estratificada con una capa superficial entre los primeros 30m y una segunda capa debajo de esta profundidad. A diferencia de lo observado en las estaciones dentro del Golfo Montt, en la capa superficial (0-30m) los cambios se observaron más marcados y abruptos denotados a través de una haloclina, termoclina, oxiclina y picnoclina respectivamente.

Así la salinidad registró la isohalina de 20 psu sobre los 5m (dentro de Golfo Montt se ubica alrededor de los 25m). Por debajo de esta profundidad la salinidad aumenta abruptamente manteniéndose estable alrededor de los 30 psu.

La temperatura en la capa superficial se mantiene sobre los 10°C, para luego descender en 2 grados y mantenerse estable por debajo de los 25m. El oxígeno mantiene valores sobre 10 mg/L en la capa superficial, decayendo constantemente para estabilizarse en 7mg/L bajo los 25m.
La densidad manifiesta el mismo comportamiento de la salinidad con valores menores en la capa superficial (15 σ_T) y un marcado aumento hasta llegar a una densidad de 22 σ_T a través de toda la columna de agua.

Estas marcadas diferencias detectadas entre el Paso Morla-Vicuña y el Golfo Montt, a nivel superficial como en estratos profundos, estarían advirtiendo un tipo de gradiente en sentido longitudinal (este-oeste), donde los menores valores de salinidad, densidad y temperatura, fueron localizados en el Estero Última Esperanza con una tendencia a aumentar hacia el Paso Morla-Vicuña. Por otra parte el oxígeno disuelto mostró los menores valores en los estratos profundos del Estero Última Esperanza.

Crucero Seno Skyring campaña de verano 2012

a) ADCP Remolcado

Canal Fitz Roy (**Figura 32** En el flujo residual de la componente U en el transecto de salida del canal (vértices **G-H**) se muestra en las **figura 33 a y b**. Se observó una dominancia de la corriente de salida, hacia el Seno Otway, con mayores intensidades en los extremos (~ 40cm/s) y de menor intensidad en la parte media del canal (~ 10cm/s), sin embargo destacaron algunos flujos de entrada entre los 200 y 250 metros de distancia con intensidades de hasta 30cm/s.

Isla larga (**Figura 34**): En el flujo residual de la componente V en el sector de Isla Larga se observa en las **Figuras.35, 36 y 37**. El flujo residual a lo largo del transecto 1(**figura 35**) presentó flujos de entrada y salida en forma lateral. En los transectos T2 y T3 dominaron los flujos con sentido norte. Esta configuración en el flujo parece estar siendo modificada por la batimetría del sector.

Canal Gajardo (**Figura 38**): En el flujo residual de la componente V en el transecto 1 de canal Gajardo (**Figura 39**) se observó un dominio en el flujo de salida (hacia el sur) destacando flujos de entrada en la capa superficial, probablemente asociado a la acción del viento, y en la capa de agua profunda fondo tal vez ocasionado por la batimetría.

Rocallosa (**Figura 40**): El flujo residual de la componente U en Rocallosa (**Figura 41**) presentó una leve dominancia en el sentido este, con datos de baja magnitud (<30 cm/s).

b) Corrientes eulerianas residuales (ADCP anclados)

Altamirano-Rocallosa**:** el flujo residual en Altamirano (**Figura 43**) mostró un predominio en sentido sur, a lo largo de todas las profundidades, exceptuando los días cercanos al 12 de marzo donde la dirección cambia hacia el norte-noroeste. En ambos casos las intensidades bordearon los 20cm/s. Esta configuración en la dirección del flujo podría ser atribuido a la ubicación del equipo junto con la acción del viento (**Figura 42a y b**).

El análisis armónico reveló una influencia mareal de 22.1% a 10m; 15% a 20m; 20% a 30m; 26.7% a 40m y 16% a 50m. El análisis de correlación cruzada mostró que la corriente superficial tarda 10 horas en alcanzar un máximo atribuido al esfuerzo del viento con un coeficiente de correlación de 57% (en 1 hora alcanza un 48%).

Canal Gajardo: el flujo residual en Canal Gajardo (**Figura 44**) mostró en la capa de 5 m un sentido norte hasta el día 4 de marzo donde varía de oeste y suroeste. La capas de 10 y 20m presentó una dirección predominante suroeste. Las capas de 30, 40 y 50m mostraron una dirección predominantemente noreste.

El análisis de correlación entre la corriente superficial y el viento del Seno Skyring fue de un 20%. El análisis armónico reveló una influencia de la marea de un 11.2% a 5m, 12.5% a 10m; 10.3% a 20m; 42.9% a 30m; 28.8% a 40m y 31.8% a 50m, destacando la alta influencia mareal del sector.

CRUCEROS CIMAR FIORDOS

El programa CIMAR FIORDOS cuenta con 5 cruceros realizados en la región de Magallanes, los cuales se detallan a continuación:

CIMAR FIORDOS 2: este trabajo realizado el año 1996 considera 95 estaciones oceanográficas realizadas desde el Golfo de Penas hasta el Golfo Almirante Montt. **(Figura 45).**

CIMAR FIORDOS 3: este trabajo realizado entre los años 1997-1998 considera 57 estaciones oceanográficas realizadas entre el Estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos. **(Figura 46)**

CIMAR FIORDOS 14: Realizado entre octubre y noviembre de 2008, entre el Golfo de Penas y Canal Trinidad.

CIMAR FIORDOS 15: Realizado entre octubre y noviembre de 2009, entre el Canal Trinidad y el Canal Smyth. (**Figura 47).**

CIMAR FIORDOS 16: Realizado entre octubre y noviembre de 2010 entre el Estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos.

Marea y corrientes

El **ANEXO I** presenta un análisis de las estaciones de marea tanto del SHOA (Puerto Edén, Puerto Meteoro, Punta arenas y Puerto Williams) como las estaciones instaladas en campañas realizadas por IFOP con anterioridad en Golfo Montt y seno Skyring (Morla-Vicuña, Paso Obstrucción, Canal Gajardo). Además se presenta un análisis estadístico de anclajes de corrientes realizados por IFOP entre los meses de enero y marzo de 2012.

Meteorología:

Dentro de la información usada para generar los escenarios de modelación se encuentran diversas estaciones dentro de la región de Magallanes. La Universidad de Magallanes, publicó información con un total de 74 estaciones meteorológicas dentro de la región. **(Figura 48 y Tabla 2).**

Actividad complementaria

Seminario inicial de difusión del proyecto.

El día 23 de marzo de 2012, en dependencias de la Base IFOP de Punta Arenas se realizó el seminario de presentación del proyecto: "Caracterización y modelación de los patrones de circulación marina en la XII región de Magallanes", el que contó con la participación de los expertos: Dr. Mario Cáceres de la Universidad de Valparaíso, Dr. Andrés Sepúlveda de la Universidad de Concepción y el Dr. Gonzalo Olivares de I-MAR. Además de académicos, personal científico-técnico y empresarios del rubro acuícola **(Tabla 3).**

.

Los objetivos de este seminario fueron:

- Presentar de forma precisa las metodologías insertas dentro de este proyecto
- Conocer el estado del arte de la oceanografía en fiordos de Magallanes
- Conocer el estado del arte en modelación numérica en atmosférica y océano y sus aplicaciones
- Conocer las ejecución de proyectos similares
- Facilitar el establecimiento de mecanismos de interacción técnica con profesionales.

Resumen del seminario

La presentación del proyecto se inició con las palabras de bienvenida de Leonardo Guzmán, Jefe de la División de Investigación en Acuicultura del Instituto de Fomento Pesquero, el cual, destacó los desafíos del Instituto y su rol público (**Figura 49**).

Dr. Mario Cáceres: Hidrodinámica de fiordos en la región de Magallanes

Presentó una serie de estudios realizados en la región de Magallanes, principalmente enfocado a temas de generación de energía. Destacó tanto características del viento, la orografía y la marea.

Así mismo se profundizó en características de estratificación variable del sistema y de la ausencia de grandes ríos. De los glaciares indicó que los caudales no están cuantificados y que existe un peligro en la navegación e investigación debido a encuentros con hielo a la deriva. Respecto de las mediciones realizadas, éstas se insertan preferentemente en zonas de constricciones topográficas en donde el flujo suele incrementarse tales como: Primera Angostura, Canal Jerónimo, Canal Fitz Roy, Canal Kirke y Canal Santa María.

Las conclusiones de su presentación fueron las siguientes:

- Todos los canales estudiados son altamente energéticos. Primera Angostura (4-5 m/s); Fitz Roy (3-4 m/s); Kirke, Santa María y Jerónimo (2-3 m/s).
- Fuertes cizalles laterales, remolinos e inestabilidades en Kirke Santa María y Jerónimo.
- Los canales Kirke y Santa María son los únicos estudiados que evidencian estratificación. Resto de sitios completamente mezclado. ¿Origen de los gradientes de presión longitudinal?
- Patrón lateral de flujo residual de rectificación mareal por batimetría en Jerónimo
- Indicios de bloqueo en Jerónimo y Fitz Roy
- El incremento de componentes diurnas y altos flujos residuales sugieren amplificación de sobre mareas (M4, M3, M6) y mareas compuestas.

Dr. Andrés Sepúlveda: Aplicación práctica de la modelación océano - atmósfera
Presentó el estado del arte en modelación océano-atmosfera. Cuáles son las principales limitaciones, y hacia dónde debiese dirigirse la investigación en este ámbito en los siguientes años. La presentación completa se adjunta en el **ANEXO II**.

Dr. Gonzalo Olivares: Modelación numérica como herramienta de apoyo a la gestión en acuicultura
Presentó la importancia de usar modelos océano-atmosfera en ámbitos productivos y ambientales en la acuicultura y ejemplos prácticos del uso de éstos. La presentación completa se adjunta en el **ANEXO II**.

Mesa Redonda: Discusión Final
Además de la ronda de preguntas/sugerencias realizadas por los asistentes sobre detalles dentro del proyecto, la discusión fue centrada principalmente en 3 ámbitos que están relacionados a la generación de información base para modelos océano-atmosfera, véase: información batimétrica, entradas de agua dulce al sistema marino e información meteorológica confiable para validar modelos atmosféricos.

a) Batimetría: uno de los problemas que se da, y principalmente en la zona de Magallanes, es la falta de información batimétrica de calidad suficiente para la generación de modelos de alta resolución, en este sentido se conformó una comisión para buscar las posibles soluciones a esta problemática en el sentido de obtener esta información desde los organismos que la posean, o bien, la generación a través de este proyecto u otro de este tipo de datos a través de la tecnología multihaz. Esta comisión está conformada por el Dr.

Cristian Rodrigo del Instituto Nacional Antártico (INACH) y Elías Pinilla del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

b) Agua dulce: el aporte de ríos, precipitación directa o escorrentía produce cambios significativos dentro del medio marino por esto es de gran importancia su cuantificación dentro de la modelación numérica. En este sentido se creó una comisión a cargo del Dr. Gonzalo Olivares del I-MAR para gestionar una posible solución a esta problemática.

c) Información meteorológica: es sabido que el sistema marino está enormemente influenciado por variables atmosféricas como la temperatura del aire, el viento, la precipitación, etc. En este sentido la falta de una base de datos con esta información validada en términos de calidad es una gran limitante en la evaluación de los modelos atmosféricos que se aplican en el forzamiento de los modelos hidrodinámicos. Se conformó una comisión, liderada por el Dr. Andrés Sepúlveda, para la búsqueda y validación de esta información que vaya en el sentido de darle el sustento necesario a la generación de los futuros modelos.

6.2 Objetivo 4.2.2

Desarrollar los trabajos de campo necesarios para obtener y establecer las condiciones iniciales y de bordes necesarias para la implementación de un modelo hidrodinámico regional que cubra toda el área de interés, comprendiendo dichos trabajos la realización de observaciones hidrográficas, de correntometría lagrangiana y euleriana, marea, viento y aportes de agua dulce a la cuenca.

Canal Messier Crucero invierno 2012

La Campaña efectuada en el Canal Messier durante el mes de junio del 2012 corresponde a la zona ubicada entre Angostura Inglesa por el norte e Isla Topar por el sur, donde se aplicaron técnicas de medición a través de ADCP anclado, mareógrafos, estaciones meteorológicas (**Figura 5**), ADCP remolcado (**Figura 2**) y de boyas derivadoras (ver **ANEXO 4**). Los resultados preliminares mostrados aquí, comprenden: flujo residual obtenido a través de ADCP remolcado en el sector de Angostura Inglesa, mareas (ver **ANEXO 1**), boyas derivadoras (**ANEXO 4**) y estaciones de CTD. Después de efectuada esta campaña Subpesca determinó que Canal Messier no era apto para formar parte de este proyecto, debido a que se encuentra dentro de áreas marinas protegidas (Parque O'Higgins). Para compensar este cambio se consideró efectuar una prospección exploratoria en el sector de Isla Renell (Canal Smyth, Canal Viel y Canal Cutler). Los resultados obtenidos en esa campaña, efectuada en verano de 2013, se encuentran dentro del **ANEXO VI**.

a) Hidrografía figura 50 y 51

Debido a la disposición de las estaciones, el análisis del Canal Messier será descrito en sentido latitudinal (sur-norte).

La salinidad en el Canal Messier fluctuó entre un mínimo de 25,26 psu localizada en la superficie de la estación E1, mientras que el mayor valor fue registrado a los 200 m en la estación E29 con un valor de 33.39psu.

En la **Figura 50** Se Observa una estratificación, denotada por capas bien definida a través de toda la columna de agua. El primer estrato abarca desde 0 a 25 metros. La salinidad en este estrato se encuentra en rangos desde 25 psu experimentando un fuerte incremento, hasta los 25 metros donde los valores se estabilizan alrededor de los 31 psu. Desde los 30 metros la salinidad los aumenta a valores sobre 32 psu, desde los 25 metros hasta la profundidad de fondo la salinidad experimenta un incremento moderado que se observa con una tendencia a la homogeneidad, hasta alcanzar una salinidad cercana a 33,5 psu para las estaciones de mayor profundidad).

Destacan las estaciones que conformaron el canal escape donde se denota una disminución de la batimetría aproximadamente a 80m, correspondiente a la entrada de la Angostura Inglesa (estaciones 27-30). Pese a mostrar el mismo patrón descrito a lo largo de canal, exhibe una diferencia en cuanto a presentar los menores valore superficiales, marcando en la capa superficial salinidades que van desde los 20psu (1m) psu hasta 30 psu (25m). A partir de los 30 metros la salinidad muestra valores de 32 psu, aumentando paulatinamente para alcanzar las mayores salinidades registradas 34,9 psu (**Figura 51**).

La sección vertical realizada entre las estaciones E18-E26 muestra claramente definido el estrato superficial de menor salinidad y se aprecia como la isohalina de 32 psu comienza a profundizar (por debajo de 25m), con una proyección hacia la entrada de Angostura Inglesa, lo cual reforzaría el planteamiento de la mayor salinidad encontrada en los estratos profundos ≈ 35 psu. La sección vertical del transecto conformado por el canal Wide (estaciones E2-E6) evidencia que los estratos están bien definidos, sin embargo, esta estratificación se muestra de manera constante a través de toda la columna de agua, a diferencia de lo observado en el transecto próximo a Angostura Inglesa.

La menor temperatura estuvo localizada en la capa superficial a 1m en la estación E1 y E2 con registró de 4,20 ºC respectivamente, mientras que la mayor temperatura fue observada a los 23m en la estación 29 con 11,16ºC. La temperatura a los largo de todo el Canal Messier estuvo caracterizada por una termoclina inversa, donde los menores registros térmicos se localizaron en la capa superficial con valores entre 4 ºC en la entrada del Canal Wide y 6ºC en la entrada de Angostura Inglesa. Desde la superficie y hasta los 25m la temperatura experimenta un marcado aumento, alcanzando sus máximos entre 9 y 11 ºC. A partir de estos máximos sub-superficiales la temperatura vuelve a disminuir para estabilizarse entre 30-40 m con valores centrados en los 8 ºC. En la capa superficial se observa una tendencia a disminuir desde la entrada de la cuenca norte hacia la entrada de la cuenca sur, así en la estación E28 la temperatura media entre 1-25m fue de 8,9ºC, mientras que en la estación E1 entre 1-25m la temperatura promedió los 6,96ºC.

El oxígeno disuelto durante este crucero estuvo entre mínimo de 5,7 mg/L localizado en la estación E20 a 104m, mientras que la máxima fue registrada en superficie (1m), en la estación E14 con 12,4mg/L. el oxígeno también presentó una estratificación marcada a través de una oxiclina con concentraciones elevadas en superficie (9-12mg/L), entre 1 y 25 m la concentración desciende abruptamente hasta valores entre 7-8 mg/L. entre 30-40 la concentración de oxigeno sigue disminuyendo aunque de forma monótona, presentando una estructura vertical casi homogénea.

La densidad presentó un patrón concordante con la salinidad, al igual que las variables anteriormente descritas. Este parámetro presentó una estratificación de dos capas a lo largo de todo el Canal Messier. Un estrato superficial con valores superficiales centrados en 20 σ_T (unidades de sigma-t), a partir de estos valores la densidad aumenta consistentemente de manera marcada hasta los 25m, donde la densidad se ubica con valores centrados 25 σ_T, después de los 30m la densidad tiente a estabilizarse y pese a seguir aumentando con la profundidad, lo hace de forma paulatina evidenciando una tendencia a la homogeneidad.

Es importante mencionar que al igual que la salinidad, las estaciones que conformaron la entrada de la cuenca norte (E27-E30), presentaron los menores valores en la densidad superficial, con rangos entre 15 y 16 σ_T entre los 30-40m la densidad se estabiliza en valores 24-25. A partir de los 40m la densidad continúa aumentando de forma paulatina, hasta alcanzar los máximos valores registrados de 26 σ_T (cercano a los 200m de profundidad).

Estos resultados estarían indicando una fuerte influencia de agua dulce, la cual es trasladada a través del estrato superficial, perdiendo influencia a medida que el agua se desplaza en dirección norte-sur.

b) ADCP Remolcado

Angostura Inglesa El flujo residual obtenido a través del ADCP remolcado ubicado en Angostura Inglesa (**Figura 52**) reveló flujos dominantes hacia el norte. La circulación en este sector fue descrita por Sievers *et al.,* (2002). Quienes emplearon datos de temperatura, salinidad y densidad como trazador. Estos autores definieron dos zonas separadas por la Angostura Inglesa denominadas cuenca norte y sur, las que poseen notables diferencias entre sí. En la cuenca sur observaron aguas bastante más frías entre la superficie y los 50m, derivadas del ingreso de aguas de los fiordos adyacentes a los campos de hielo sur. La relativamente baja salinidad (20 – 25 PSU) de la zona central, formó frentes salinos superficiales hacia ambos lados del sistema de canales, presentándose los mayores gradientes hacia la desembocadura del Messier y en todo el Canal Concepción. La presencia de esta distribución de salinidad y sus respectivos frentes sugieren que el agua dulce, aportada desde los fiordos, sale hacia el océano por el Golfo de Penas y el Canal

Concepción, entre otros. La cuenca norte por su parte mostró que bajo los 50 metros de profundidad la salinidad y densidad fue mayor mientras, que la temperatura resultó menor al compararla con la cuenca sur. Estos autores sugieren que las aguas que llenan ambas cuencas tienen distinto origen y no se mezclan entre sí. La de la cuenca norte del Messier es agua que penetra desde el Golfo de Penas, proveniente del nivel 50 – 150 m y las del sur de la Angostura Inglesa (canales Wide y Messier) se llenan con agua que ingresan por el Canal Concepción pasando sobre el umbral de sólo 75 m de profundidad en su boca. Dicho de otra forma, la profundidad del umbral puede afectar el intercambio de agua con el océano, modificando su circulación, restringiendo la entrada de agua salina profunda y provocando el estancamiento de ésta.

Por otra parte Ríos & Cisterna (1998) proponen que el Canal Messier, Paso del Indio y bocas del Pengüin y Europa, tienden a presentarse como una unidad sometida a una mayor variabilidad de sus procesos dinámicos. Esta variabilidad podría estar relacionada con la fluctuación de las corrientes mareales, ya que los mayores rangos de mareas de sicigia (1,74 - 2,40 m) se encuentran en el Canal Messier y Paso del Indio (SHOA, 1996).

El Canal Messier está ubicado en el pacifico austral y es uno de los canales principales de la Patagonia. Éste corre entre la costa continental y la costa oriental en la parte norte del Archipiélago Wellington con una dirección general norte-sur. La marea presente en esta área es producto de la transición que experimenta la onda de marea oceánica al ingresar a los canales y fiordos interiores donde las condiciones morfológicas, la presencia de aguas someras y la acción de fenómenos meteorológicos, distorsionan sus características iniciales, regulando la velocidad y altura que la onda de marea alcanza durante su propagación en los canales patagónicos. En el Canal Messier las corrientes de marea son débiles y presentan un régimen de marea semidiurno mixto con desigualdad diaria en las alturas de las pleamares y bajamares (ver **ANEXO 1**).

Por otra parte los resultados preliminares indicaron que la corriente superficial, obtenida a través de las boyas derivadoras, mostraron una trayectoria principalmente hacia el sur (ver **ANEXO 4**), asociada a la entrada de agua a través del Golfo de Penas y la acción del viento. Esta región es afectada continuamente por vientos del oeste (con velocidades máximas > 100 km/h) y por el paso frecuente de sistemas frontales. Estos sistemas frontales se generan en la latitud 60° S, zona en la que confluyen masas de aire subtropical y masas de aire polar creando un cinturón de bajas presiones que forma los sistemas frontales.

Golfo Almte. Montt Crucero invierno 2012

a) Hidrografía (Figuras 53-54)

Canal Sarmiento (51°22'S 73°57'W) y Paso Lautaro (52°06'S 73°11'W: la sección comprendida entre el Canal Sarmiento y el Paso Lautaro se presentó altamente estratificada, con una capa superficial percibida entre 0 y 40m y un segundo estrato de mayor profundidad localizada debajo de los 40m.

Salinidad: en la capa superficial los valores tuvieron rangos comprendidos entre 24-31 psu; los menores registros se encontraron en superficie (la salinidad aumenta abruptamente con la profundidad). En el Canal Sarmiento esta capa superficial presenta un valor medio de 27,8 psu, mientras que en el paso Lautaro presenta un valor medio de 25,3 psu. Esto estaría indicando una gradiente horizontal con una disminución paulatina en sentido norte-sur. El segundo estrato se localizó debajo de los 40m, exhibiendo una salinidad relativamente homogénea, mayor a la encontrada en superficie su valores oscilan entre 31 y 33 psu. En el Canal Sarmiento el valor medio de este estrato fue de 32,8 psu, mientras que en el Paso Lautaro fue de 32,5 psu (al igual que en la capa superficial se aprecia una disminución horizontal, aunque de manera moderada).

La temperatura en la capa superficial (0-40m) estuvo caracterizada por valores entre 5 y 8 °C. En el Canal Sarmiento la temperatura promedio de este estrato fue de 5,5°C, mientras que en el Paso Lautaro fue de 5,1°C. Lo que indicaría un gradiente horizontal, con una disminución en dirección norte-sur. En el estrato profundo ubicado debajo de los 40m, la temperatura experimentó un aumento abrupto, con niveles comprendidos entre 7 y 9 °C. Es importante destacar que en el Canal Sarmiento entre los 40 y 60m se presentaron los mayores registros térmicos con temperaturas alrededor de los 9°C.

La densidad mostró un patrón concordante con el de salinidad, con una capa superficial entre 0-40m con una densidad entre 18 y 25 σ_T presentando una disminución progresiva desde el Canal Sarmiento hasta el Paso Lautaro. El valor promedio del estrato superficial de Canal Sarmiento fue de 21,6 σ_T en contraste el Paso Lautaro mostró una densidad media de 20 σ_T . El estrato de mayor profundidad estuvo caracterizado por una mayor homogeneidad dentro de la columna de agua, y mostró un valor medio de 25,4 σ_T para el canal Sarmiento y de 25,3 σ_T para paso Lautaro.

El oxígeno disuelto también se presentó estratificado con una capa superficial caracterizada por una concentración elevada y una disminución progresiva hasta los 40m de profundidad. Por debajo de esta capa superficial la concentración de oxígeno disuelto disminuye y tiende a estabilizarse en la columna de agua.

Canal Unión (52°08'S 73°25'W) Canal Kirke (52°08'S 73°25'W): los perfiles hidrográficos comprendidos entre el Canal unión y la entrada del Paso Kirke, incluyendo el Paso Morla-Vicuña, siguen los mismos patrones anteriormente descritos: dos estratos claramente definidos, uno superficial comprendido entre 0-40m y una segunda capa localizada debajo de los 40 m.

La salinidad en la capa superficial varió desde 20 psu en superficie a 30 psu a 40m, lo que indica la presencia de una marcada haloclina, donde la salinidad tiende a aumentar de manera progresiva con la profundidad. La mayor salinidad correspondió al Canal unión y los menores valores a la entrada del Kirke. Este estrato superficial, entre el canal Unión y el paso Morla-Vicuña mostró una salinidad de 22.5 psu, en contraste el paso Morla-Vicuña y la entrada del Kirke que presentaron valores medios de 21,5 psu. El segundo estrato estuvo caracterizado por presentar una mayor homogeneidad y los valores estuvieron comprendidos entre 31 y 33 psu. De igual manera que en el estrato superficial los mayores registros se localizaron entre el Canal Unión y Paso Morla-Vicuña con valores medios de 32,34, mientras que desde el Paso Morla-Vicuña hasta la entrada del Kirke el promedio fue de 31,94 psu. Esto indicaría una disminución progresiva de la salinidad desde el Canal Unión hacia la entrada del Kirke.

La temperatura entre el Canal Unión y Paso Morla-Vicuña en la capa superficial, estuvo centrada alrededor de los 5°C, manteniendo una capa bastante homogénea. Entre los 30 a 40m experimentó un abrupto aumento formando una termoclina inversa. El promedio de la capa superficial fue de 5,19°C. De similar manera entre Paso Morla-Vicuña y la entrada del Kirke, la temperatura superficial estuvo centrada alrededor de los 5°C con una capa homogénea; sin embargo a partir de los 20m de profundidad la temperatura experimentó un abrupto aumento de manera sostenida hasta los 40m, formando así una termoclina inversa. El promedio de la temperatura en este estrato fue de 5,20°C. Bajo los 40m de profundidad y a lo largo del Canal Unión hasta el Kirke, la capa profunda se mantuvo homogénea con la profundidad con valores centrados alrededor de los 8°C, entre el Canal Unión y Paso Morla-Vicuña. El promedio de este estrato fue de 8,73°C. Entre Paso Morla-Vicuña y entrada del Kirke el promedio de esta capa correspondió a 8,59°C. Para el caso de la capa profunda (que se extiende entre los 40-200m), pese a no ser tan marcado como en la salinidad, se observa una leve tendencia de la temperatura a disminuir desde el Canal Unión hasta la entrada del Kirke.

El oxígeno disuelto también mostró dos estratos claramente definidos, a lo largo del transecto comprendido desde el Canal Unión hasta la entrada del Kirke. Un estrato superficial entre 0-40m caracterizado por presentar máximos superficiales, con una disminución marcada y sostenida de la concentración, y un segundo estrato a partir de los 40m en el cual la concentración de oxígeno disuelto se estabiliza alrededor de los 8mg/L experimentando un descenso lento con la profundidad, constituyendo así una capa de características más homogéneas.

La densidad expresa como unidades de sigma-t, tuvo un comportamiento que se acopló a los perfiles transversales observados en la salinidad, una estrato superficial ubicado desde la superficie hasta 40m de profundidad, representado por una baja densidad en superficie con valores de 16 σ_T, *e.g.* en la entrada del Kirke y un aumento progresivo hasta los 40m donde

alcanzó valores de 24 σ_T. El segundo estrato estuvo localizado por debajo de los 40m con valores centrados alrededor de 25 σ_T, este estrato exhibió una tendencia a la homogeneidad con la profundidad. Al igual que la salinidad, la densidad desarrolla una disminución desde el Canal Unión hacia la entrada del Kirke en ambos estratos.

Golfo Almirante Montt**:** dentro del Golfo Almirante Montt los perfiles de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto presentan patrones de distribución diferente a lo observado al oeste del Kirke, dentro del golfo los parámetros no advierten una estratificación, por lo que no se visualiza ni haloclina, ni termoclina ni picnoclina. Salinidad, temperatura y densidad advierten una disminución de sus valores y sus rangos, mientras que el oxígeno disuelto mantiene valores elevados en la capa superficial. Sin embargo, la disminución se realiza de manera sostenida hasta el fondo, no denotando una oxiclina.

La salinidad dentro del golfo fluctuó entre 16 y 23 psu. La capa superficial presentó un valor medio de 18,3 psu mientras que la capa bajo los 50m tuvo una media de 22,4 psu. La salinidad no exhibe una estratificación marcada, sino que presenta un aumento paulatino a través de toda la columna de agua con mínimas superficiales y valores máximos a mayor batimetría. Es importante mencionar que en las estaciones de profundidad menor a 30m la salinidad se observa homogénea. Estas estaciones estuvieron localizas principalmente en la entrada de senos y canales y pasos (e.g. Obstrucción, Señoret, entrada del Golfo Almirante Montt).

La temperatura varió entre 3,5 y 7,5 °C, con los menores registros térmicos observados en la superficie y experimentando un aumento leve a través de la columna de agua. La temperatura promedio sobre los 25m experimenta un leve descenso superficial en sentido oeste–este.

La concentración de oxígeno disuelto presenta máximos superficiales, principalmente en los 5 primeros metros, con valores elevados (saturación). Los niveles de oxígeno descienden de manera pronunciada y sostenida con la profundidad, siendo el caso de las estaciones de mayor profundidad localizadas en las cercanías del Paso Vattuone donde las concentraciones de oxigeno presentan valores bajo al rango de hipoxia (< 3 mg/L).

Los perfiles de densidad presentan una fuerte correspondencia con los perfiles observados en la salinidad presentando rangos de 11 σ_T en superficie. La densidad experimenta un incremento de manera sostenida con la profundidad alcanzando valores de 18 σ_T en las estaciones situadas por debajo de la isobata de 100m. Por su parte, las estaciones someras presentan una densidad homogénea.

Canal Señoret (51°49'S 72°32'W) Seno Ultima Esperanza (51°46'S 72°49'W): los perfiles de salinidad, temperatura oxígeno disuelto y densidad, presentaron rangos de variación estrechos dentro del Canal Señoret.

La salinidad osciló entre valores de 10 y 18 psu. Las menores salinidades se presentaron en superficie, mientras que los mayores valores fueron localizados en los niveles más profundos (15-20m). De manera diferente al Estero Última Esperanza, la salinidad presentó un tipo de distribución vertical diferente entre la superficie y los 20-35m, mostrando un ascenso pronunciado con registros superficiales de 3 psu como mínimo (CTD 39) mientras que entre 30-40m la salinidad llego a 11 psu. Bajo los 40m la salinidad continúa aumentando pero de manera pronunciada con rangos desde 12 a 18 psu. De lo anterior se induce que la salinidad tiende a disminuir hacia el estero, siendo estos registros más acentuados en el cabeza del estero (Ventisquero Balmaceda, Glaciar Serrano).

En el Canal Señoret la temperatura exhibió una capa homogénea dentro de toda la columna de agua, evidenciando rangos estrechos con valores de 4°C en superficie y 5°C en los niveles más profundos (15-20m). En el transecto correspondiente al Estero Última Esperanza la temperatura se presenta en dos capas: una superficial (0-40m) caracterizada por bajos valores (<4°C) y otra debajo de los 40m donde la temperatura se mantiene relativamente homogénea con registros térmicos de ~5°C.

El oxígeno disuelto experimentó un marcado descenso con la profundidad. En superficie los valores se presentaron por encima del límite de saturación (>10 mg/L), mientras que los menores registros llegaron a valores de 8 mg/L. El valor promedio de oxígeno disuelto fue de 10,4 mg/L. En el Estero Última Esperanza el descenso de la concentración de oxigeno se mantiene a través de toda la columna de agua llegando a valores 3,5 mg/L en los segmentos más profundos.

La densidad también mostró el mismo patrón de la salinidad. En el Canal Señoret se observó un aumento de la densidad, siendo marcado en la capa más profunda (15-20m) con densidades hasta 18 σ_T, mientras que en la superficie los valores bordean los 10 σ_T. En cambio en el Estero Última Esperanza (CTD 35-43). La densidad experimenta un abrupto aumento desde la superficie con valores de 6 σ_T hasta los 12 σ_T (20-30m). A partir de los 40m la densidad continúa aumentando pero de forma paulatina alcanzando sus máximos (180-200m) con 14 σ_T.

Todo lo anteriormente planteado indicaría una condición termohalina diferente, que tendría una división espacial de 4 secciones en la capa superficial entre 0-30m, marcadas por la salinidad y la densidad. Así la primera sección correspondería al Seno Última Esperanza, la segunda sección estaría representada por el Canal Señoret, la tercera corresponde al Golfo Almirante Montt y finalmente la sección localizada entre el Paso Morla-Vicuña y Canal Kirke, siendo este canal el punto de conexión con el Golfo Almirante Montt.

b) ADCP Remolcado

Estero Poca Esperanza (Figura 55): El flujo residual de la componente V en el Estero de Poca Esperanza (**Figura 56**) en general fue de baja magnitud (<5cm/s). La **figura 56** no alcanza a percibir una delgada capa superficial en sentido norte que si aparece en la representación vectorial **(figura**

59). Bajo esta primera capa aparecieron flujos de entrada (hacia el sur) hasta los 30m de profundidad, para luego mostrar leves flujos de entrada y salida. La componente U en la transecta 2 (**Figura 57**) mostró una dominancia hacia el este, con valores máximos de 8 cm/s y mínimos de 2cm/s. El flujo residual de la componente U en la transecta 3 (**Figura 58**) mostro corrientes en sentido oeste (entrando al estero) en la capa superficial. La capa media (50-100m) mostro una mayor cantidad de flujos de salida del estero (sentido este) con velocidades bajas (2cm/s). Bajo esta capa se observan leves flujos hacia el oeste. Estos patrones de circulación residual también son observados en la representación vectorial de la corriente en la capa de 8 metros y de 30m (**Figuras 59 y 60**) y podrían sugerir un flujo con tendencia a rotar en forma ciclónica (favor de reloj).

Paso Obstrucción (Figura 61): El flujo residual de la componente V en Paso Obstrucción (**Figura 62**) no muestra una configuración clara en la dirección del flujo, sino más bien leves flujos de entrada y de salida alternados con velocidades que no superan los 2cm/s, tal como lo muestra la representación vectorial de la corriente residual en la capa de 5m (**Figura 63)**. Al mismo tiempo la capa de 15 metros (**Figura 64**) mostró una disminución de la intensidad al costado oeste y un leve aumento en la parte este. Este flujo residual hacia el sur en el costado este del Paso Obstrucción seria asociado a la descarga de agua dulce del Estero Última Esperanza.

Isla Evans (Figura 65): El Flujo residual V de la transecta T1 (**Figura 66**) alcanza a percibir una delgada capa superficial (0-10m) con flujos hacia el sureste y magnitudes de hasta 2 cm/s, con una mayor resolución en la parte B del transecto. Esta poca claridad dentro de la capa superficial se debió principalmente al alcance del instrumento. Bajo la capa superficial, entre los 10 y 40m de profundidad, se observaron flujos hacia noroeste con intensidades máximas de 10cm/s. Entre los 40 y los 200 metros la intensidad de la corriente disminuye a valores de 2cm/s sin mostrar una dirección predominante. El flujo residual de la transecta T2 (**Figura 67**) presentó flujos de baja magnitud (<5cm/s), dentro de toda la columna de agua, mostrando flujos en sentido norte en la capa superficial y una corriente en sentido sur hasta los 100m y de sentido norte en la capa más profunda. La representación vectorial del flujo residual demostró una capa superficial (8m) con flujos hacia el sur en el transecto T1 y con flujos al norte en el transecto T2 (**Figura 68**). En tanto la capa de 30 m (**Figura 69**) reflejo la disminución en la intensidad (valores menores a 10 cm/s) y la poca definición del sentido de la corriente, vistos en las Figuras **66 y 67.**

c) Corrientes eulerianas residuales (ADCP anclados)

Antes de efectuar el análisis a las mediciones recolectadas a través del ADCP anclado se procede a eliminar las mediciones de velocidad ubicadas a una distancia de la superficie no valida, vale decir se considera la profundidad de lugar para descartar datos erróneos (aire). Otro criterio de selección de datos válidos por profundidad consideró el "porcentaje de datos buenos" (PG), el cual está basado en las sugerencias de control de calidad de los datos efectuadas por el fabricante del ADCP, los cuales involucran: baja correlación entre mediciones de cada transductor, alto error de la velocidad e interferencia por peces (ver ADCP, Workhorse Commands and Output Data Format).

Golfo Almte. Montt: la corriente residual dentro del Golfo Montt (**Figura 71**) mostró en la capa de 5 metros direcciones principalmente oeste y suroeste, de intensidad menor a 10cm/s, y en sentido norte pero en una menor frecuencia con intensidades un tanto mayor (~15cm/s). Las mediciones de viento realizadas en el lugar de estudio (**Figura 70 a y b**) podrían explicar por una parte la configuración de la corriente dentro de esta capa así como también, la ubicación del ADCP que al encontrarse a la salida del Seno Última Esperanza puede estar influenciado por la descarga de agua dulce del sector.

A los 10m aparece un flujo con dirección principalmente norte-noreste mostrando una mayor intensidad cercana al día 9 de Septiembre, mientras que pasado el 8 de octubre la dirección cambia al sur. En la capa de 20 metros dominaron los flujos norte-noreste, con intensidades un poco menores que las capas superiores.

El análisis armónico realizado a la corriente total determino una influencia de la marea de 21.5% en la capa de 5 metros, 30% a los 10m y de 19% a los 20 metros.

Estero Poca Esperanza: la corriente residual en la salida del Estero Poca Esperanza (**Figura 72**) mostró un dominio en la dirección suroeste-oeste dentro de todas las profundidades destacando una mayor intensidad los primeros días de Septiembre. La capa superficial probablemente estaría siendo influenciada por el esfuerzo del viento en ese sector (**Figura 70**). En una menor proporción se observaron algunos flujos al noreste.

El análisis armónico efectuado a la corriente total determino que la influencia de la marea fue de 18.5% en la capa de 5m, 17,6% en la capa de 10m, 12,1% en la capa de 20m, 13,9% en la capa de 30m y de 32.4% en la capa de 40m.

Canal Morla-Vicuña: la corriente residual en el Canal Morla-Vicuña (**Figura 73**) mostró una importante componente este-oeste, ocasionado por la orientación del canal. En las capas entre los 5 y 20m dominaron las direcciones oeste, mientras que entre los 30 y 40m aparece una dirección este. Las velocidades observadas en este lugar fueron del orden de 10cm/s.

El análisis armónico de la corriente total reveló una alta influencia mareal con un 84.8% de en la capa de 5m; 84,5% en la capa de 10m; 83,1% en la capa de 20m; 86% en la capa de 30m y de 89,9% en la capa de 40m.

Por último, cabe mencionar que el análisis armónico de la marea reveló que en el sector de Golfo Montt existe un régimen de marea semidiurno mixto (ver **ANEXO 1**).

Golfo Almirante Montt crucero verano 2013

a) Hidrografía (Figura 74 y 75)

La salinidad durante este periodo de estudio varió entre un mínimo de 2,45 psu localizado en las estaciones someras del Seno Última Esperanza, mientras que la mayor salinidad 33,27 se localizó en las estaciones próximas a la entrada del Canal Unión (>200m), el valor medio de salinidad estuvo en 24.6 psu ± 7,5.

La temperatura varió entre un máximo superficial 17,5 ºC (Golfo Montt estación E30) y un mínimo de 6,12ºC en los estratos más profundos del Seno Última Esperanza (≈220m), siendo la temperatura promedio de 8,6ºC ±1,5.

Los máximos de oxigeno estuvieron focalizados en el cabeza del Estero Última Esperanza, con una concentración superficial de 12,2 mg/L, mientras que la menor concentración (0,12 mg/L) fue registrada a 200m en el Estero Worsley. La concentración media de oxigeno fue de 6,6 mg/L ± 1,9.

La densidad expresada como unidades de sigma-t, presentó un máximo valor de 25,8 σ_T registrado en E5 (canal Unión) en el estrato de mayor profundidad (bajo 200m), mientras que el mínimo (1,8 σ_T) fue registrado en superficie del Seno Última Esperanza (E42). La densidad media fue de 19,1 σ_T ±5,9.

Para una mayor comprensión sinóptica de la estructura vertical en la hidrografía, fue construida una sección vertical, abarcando desde la entrada del Canal Unión hasta el cabeza del Estero Última Esperanza. Y fue dividida en 3 transectos, los cuales son detallados a continuación.

Canal Unión (52°08'S 73°25'S) entrada canal Kirke (52°05'S 73°06'W): la salinidad en la capa superficial varió desde 20 psu en superficie y 30 psu a 30m; esto reveló una marcada haloclina, donde la salinidad tiende a aumentar de manera progresiva con la profundidad (0,15 psu/m). El segundo estrato estuvo caracterizado por presentar un aumento de la salinidad, aunque de forma discreta, lo que constituyó una estrato de carácter homogéneo con valores entre 31 y 33 psu.

La temperatura en la capa superficial estuvo entre 9,5-10,5°C, manteniendo una capa bastante homogénea hasta los 25m la cual se denota por la isoterma de 10ºC. Entre los 30 a 50m experimentó un descenso sin evidenciar la presencia de termoclina. Bajo los 50 metros la temperatura sigue disminuyendo hasta 8,5ºC 200m, lo que también forma una capa relativamente homogénea.

El oxígeno disuelto también mostró dos estratos claramente definidos a lo largo del transecto. Un estrato superficial entre 0-30m que presenta concentraciones de oxígeno disuelto superiores a 7 mg/L, y un segundo estrato partir de los 50 m donde la concentración de oxígeno disuelto se mantiene homogénea ≈ 6 mg/L experimentando un leve descenso lento con la profundidad.

La densidad expresada como unidades de sigma-t, tuvo un comportamiento similar a la salinidad, con un estrato superficial entre 0-30m, con máximos superficiales y descenso marcado a través de una picnoclina. La segunda capa se localiza debajo de los 50m con valores homogéneos ≈25 σ_T.

Golfo Almirante Montt (52°08'S 73°25'S) (52°05'S 73°06'W)**:** dentro del Golfo Almirante Montt los perfiles de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y densidad presentan una columna estratificada, hecho que se hace más evidente en las estaciones de mayor profundidad, como la entrada del Canal Valdés o el Estero Worsley, donde se realizaron mediciones hasta los 200m aproximadamente.

Dentro del Golfo Montt los valores mínimos de salinidad estuvieron restringidos al estrato superficial, donde destaca la salinidad de 9 psu en la superficie del Canal Señoret, mientras que los mayores valores fueron registrados en los estratos de mayor profundidad bajo 50m, donde la salinidad se mantiene en valores≈23 psu. En estas estaciones destaca una marcada haloclina

Los mayores registros térmicos fueron observados en la superficie (E30). Desde la superficie la temperatura experimenta un marcado descenso de forma permanente con la profundidad. En las estaciones de profundidad mayor a 50m la temperatura evidencia una termoclina. Es importante mencionar que dentro del golfo, en superficie, se presentaron las temperaturas más elevadas de todo el crucero, denotadas por la isoterma de 11ºC (18m aproximadamente).

La concentración de oxígeno disuelto presenta máximos superficiales, principalmente en los 5 primeros metros, con valores elevados (saturación). Los niveles de oxígeno descienden de manera pronunciada y sostenida con la profundidad, siendo el caso de las estaciones de mayor profundidad localizadas dentro del Estero Worsley, donde las concentraciones de oxigeno bajo los 80m alcanzan valores menores a 3mg/L la concentración dentro de estaciones sigue disminuyendo hasta alcanzar valores cercanos a la anoxia.

La densidad se encuentra fuertemente acoplada al patrón de salinidad; en las estaciones menores de 30m, la densidad aumenta pronunciadamente, mientras que en las estaciones con profundidad mayor a 50 metros se observa una marcada picnoclina.

Seno Ultima Esperanza (51°35'S 72°49'S) (73°45'W): la salinidad osciló entre valores de 4 y 18 psu. Es importante mencionar que las menores salinidades del crucero verano, se localizaron en el estrato superficial. La salinidad dentro del seno se presenta estratificada con valores superficiales entre 4-6 psu desde superficie hasta 30m, denotando una haloclina. Bajo los 50m la salinidad se mantiene estable, aumentando discretamente desde valores ≈16pus hasta alcanzar los máximos 18psu ≈200m.
La temperatura presenta un patrón de distribución diferente al observado en los demás transectos. La temperatura presenta máximos sub-superficiales entre 10-25m con temperaturas entre 9-10ºC aproximadamente. Bajo la capa de máximos sub-superficiales, la temperatura experimenta un abrupto descenso hasta 50m, donde se evidencia la formación de una termoclina. Bajo los 50m la temperatura

se mantiene homogénea con valores centrados ≈6ºC. De manera significativa este transecto presentó las menores temperaturas en superficie. Comparativamente, también bajo los 50m se presentan temperaturas inferiores a las registradas en el transecto Golfo Montt y Canal Unión.

El oxígeno disuelto mostró sus máximas concentraciones en superficie, sobre todo en la capa superior a 5m, donde destacan los máximos registros del crucero. A diferencia de la temperatura y salinidad, el oxígeno no muestra una estratificación, sino más bien un descenso permanente de la concentración hasta alcanzar valores mínimos en torno a 3-4 mg/L aprox.

La densidad manifestó un esquema similar al observado en la salinidad. Hay una columna estratificada, con una densidad mínima en superficie, experimentado una fuerte picnoclina hasta los 30m, a partir de esta profundidad se observa un segundo estrato con una densidad estable con características homogéneas a través de toda la columna de agua.

En sentido latitudinal este-oeste, las mediciones indicarían una circulación estuarina positiva, con aumento progresivo en la densidad y salinidad, desde la cabeza del Seno Última esperanza (este) hacia el Canal Unión (oeste). Una columna estratificada, en las estaciones con profundidad mayor a 50m, se observaron haloclinas y picnoclinas marcadas entre superficie y 30m, mientras que en las estaciones someras con profundidad menor a 30m, densidad y salinidad aumentan sostenidamente, hasta alcanzar respectivamente sus máximos valores.

La temperatura reveló una estructura vertical de dos estratos: una capa superficial de mayor temperatura entre 1-25m en la que se observa una marcada termoclina. Y una capa bajo los 30 metros donde la temperatura se mantiene en capas relativamente homogéneas. Este esquema presenta ciertas complejidades dentro del Seno Última Esperanza, en el cual fueron observados máximos térmicos sub-superficiales focalizados entre 10-25m. También destaca la temperatura superficial dentro del Golfo Montt, como la más elevada dentro del transecto, definida mediante la isoterma de 11ºC.

El oxígeno disuelto experimentó un descenso permanente en toda la columna de agua. Hasta los 50m la columna de agua se observa bien oxigenada (valores sobre 7mg/L). Dentro del Seno Última Esperanza bajo los 100m se observa valores bajos de oxigeno (<5mg/L). Particularmente en el Estero Worsley, el oxígeno registró niveles críticos por debajo de 100m, siendo la concentración inferior a 3mg/L, llegando casi a la anoxia total a los 200m.

b) ADCP Remolcado

Estero Ultima Esperanza (Figura 76a): la corriente residual en el estero Ultima Esperanza (**Figura 76b**) mostró un domino en los flujos de salida (hacia el este) en la parte media del transecto con valores máximos de 7cm/s. los bordes mostraron leves flujos de entrada.

Paso Vattuone (Figura 77a) la circulación residual en el sector de Paso Vattuone a la salida del Estero Worsley (**Figura 77b**) mostró una configuración de flujo en capas. Una capa superficial con una corriente de salida en dirección al Golfo Montt asociada a la descarga de agua dulce proveniente del Estero Worsley. Y otra capa más profunda ubicada entre 50m y 100m con flujos de entrada (dirección norte) interrumpidas por una capa intermedia (~70m) con flujos de salida. Bajo los 100m la dirección predominante del flujo es de salida. La intensidad del flujo en la componente V dentro de toda la columna de agua no superaron los 5 cm/s.

Canal Unión (Figura 78a) El flujo residual de la componente V (**Figura 78b)** en el canal Unión mostró flujos de 2 capas entre los 2 y los 5km del transecto. Una capa superficial con sentido norte y una capa bajo los 20m en sentido sur. En ambos casos las intensidades fueron de hasta 10cm/s.

Bahía Stewart (Figura 79a) La corriente residual U a la salida de la Bahía Stewart (**Figura 79b**) presentó una configuración del flujo en capas. La capa superficial (profundidad de ~30m) mostró un sentido oeste, en dirección al Estrecho Collingwood, con intensidades que no superaron los 5cm/s y estaría siendo influenciada por la descarga de agua dulce de origen glacial proveniente del seno Taraba. Bajo la capa superficial, entre los 30 y los 50m de profundidad, se observaron flujos de entrada (llenando la bahía) con intensidades máximas de 7cm/s. Bajo esta segunda capa se observan flujos de salida (entre los 50 y 150m) y entrada (bajo los 150m) de baja intensidad. Destaca la presencia de un montículo de una altura de 200m en el lado norte que genera una mayor intensidad del flujo de entrada asociado a la cima de este con valores de 10cm/s.

c) Corrientes eulerianas residuales (ADCP anclados)

Canal Unión: la corriente residual en el Canal Unión (**Figura 80)** mostró alta variabilidad en las capas de 5 y 10 metros. La capa de 20 metros de profundidad presentó un mayor predominio de la corriente en sentido sur y suroeste. Entre los 30 y los 40 metros la corriente rota desde un sentido suroeste, oeste y este al noreste principalmente.

El análisis armónico reveló una alta influencia mareal en este sector mostrando un dominio de 18.3% en la capa de 5m, 12.5% a los 10m, 38.9% a los 20m, 68.9% en la capa de 30m y de 74.7% en la capa de 40m.

Estero Última Esperanza: el flujo residual de la corriente (**Figura 81**) mostró un comportamiento de 3 capas. La primera capa superficial (5m-10m) con flujos de salida (en dirección a la boca del

estero). La segunda capa (20-40m) con flujos de entrada (en dirección a la cabeza del estero) y la tercera capa (50m) con flujos de salida.

El análisis armónico reveló una influencia mareal de 13.6% a 5m; 12.2% a 10m; 25.4% a 20m; 12.3% a 30m; 11.6% a 40m; 13.9% a 50m. Dentro de estas capas destacaron las componentes de aguas someras **MS4, M4, MN4, M3 y M8.**

El análisis de correlación cruzada entre la acción del viento y la corriente meridional superficial reveló un coeficiente de correlación máximo de un 43% con un rezago de 4 horas.

Canal Valdés: en el caso del Canal Valdés los registros de corrientes fueron mejor representados para las capas de agua profunda entre los 60 y los 100m (**Figura 82**). El flujo residual dentro de estas capas fue principalmente noreste con magnitudes de hasta 20cm/s.

El análisis armónico para determinar la influencia de la marea sobre la corriente fue de 16.8% a 60m; 31.6% a 70m; 31.3% a 80m; 41.3% a 90m y 56.1% a 100m.

Golfo Montt: en el caso del Golfo Montt el flujo residual sólo se representó entre las capas de 60 y 100m (**Figura 83**) .El flujo para todas las capas fue en sentido sur para los primeros 10 días de registro (15/2/13-25/2/13). Luego de este periodo pasa a tener un sentido principalmente norte a excepción de las capas de 60 y 70m donde fue observada mayor variabilidad.

El análisis armónico mostró una influencia de la marea sobre la corriente de 9.7% a 60m; 8% a 70m; 8.1% a 80m; 9.9% a 90m y de 13.9% a 100m.

Seno Skyring Crucero de primavera 2012

a) Hidrografía (Figuras 84-86)

Durante este periodo de estudio la salinidad presentó rangos entre 17,08 y 33,18 psu con una salinidad media de 27,86 psu ± 5,8. La temperatura varió entre un mínimo de 4,99ºC y máximo de 8,89 ºC, con una temperatura media 7,25 ºC ± 0,95. El oxígeno disuelto tuvo una concentración mínima de 6,3 mg/L y una máxima de 10,92 ºC, la concentración media estuvo en 8,86 mg/L ± 0,94. Finalmente la densidad expresada como unidades de sigma-t osciló entre 13,27 σ_T y 25,8 σ_T, el valor medio en la densidad fue de 21,76 σ_T ±4,5.

Debido a la complejidad, en la distribución de los perfiles, el análisis de la campaña Skyring, fue dividido en transectos.

Canal Fitz Roy

La salinidad fluctuó entre un mínimo de 18,67 psu en el estrato superficial E3, mientras que el mayor valor se localizó a los 25m en la estación E1. Este canal estuvo caracterizado por su baja profundidad. Los perfiles tendieron a presentarse relativamente homogéneos, exceptuando la entrada sur del canal donde se observa una estratificación, con valores mínimos 20 psu donde la salinidad experimenta un fuerte incremento a los 8m y los valores llegan a 27 psu en su máximo. La sección vertical del Canal Fitz Roy evidencia un núcleo de mayor salinidad localizado en la entrada sur del canal bajo los 8m, se aprecia cómo se profundiza la isohalina de 21 psu, indicando una clara disminución de la salinidad a medida que se ingresa al Seno Skyring. Debido a lo somero de este canal (<30m) los perfiles de temperatura se mostraron homogéneos variando entre 6, 64°C, en la estación E2 en superficie, mientras que la mayor temperatura estuvo en la estación E1 hacia la profundidad de fondo con 6,84°C (**Figura 84**)

La temperatura media en todo el canal estuvo en 6,5-7,0 °C., con una tendencia evidente a presentarse homogénea probablemente debido a lo somero del canal.

En el Canal Fitz Roy el oxígeno disuelto se presentó bastante homogéneo fluctuando entre 9-10 mg/L, con una concentración media de 9,91 mg/L. Los mayores valores de oxigeno correspondieron a la estación E3 mostrando una columna de agua con concentraciones de oxigeno de 10mg/L, sobresaliendo una mínima sub-superficial detectada a los 3m. La densidad expresada en unidades de sigma-t mostró un patrón en concordancia con la salinidad. Este parámetro fluctuó entre un mínimo de 14,63 σ_T en el estrato superficial E3, mientras que el mayor valor se localizó a los 23m en la estación E1 con 22,13 σ_T.

Al igual que la salinidad los perfiles tendieron a presentarse relativamente homogéneos. A pesar de ello se aprecia una estratificación denotada por una disminución progresiva de la densidad desde la entrada sur del Canal Fitz Roy, localizada en la estación E1, hacia la entrada norte correspondiente a la estación E3. La baja profundidad de este canal posiblemente influenció el hecho de que los parámetros exhibieran una tendencia a presentarse homogéneos (**Figura 85**).

Interior Seno Skyring

La salinidad dentro del seno fluctuó entre un mínimo de 17,3 psu en superficie correspondiente a la estación E7, mientras que el mayor valor fue detectado en la estación E5 a 84m con 20,89 psu. La distribución vertical evidenció una columna de agua con tendencia a ser homogénea hasta 40m de profundidad, donde la salinidad media dentro de este estrato estuvo centrada en 17.55 psu. Sólo en la estación de mayor profundidad se aprecia un aumento de la salinidad, como fue el caso de la estación E5 (**Figura 86**), donde la salinidad aumenta hasta llegar a 20,9 psu. Esto estaría indicando una estratificación posiblemente en función de la profundidad de fondo. Las secciones verticales en sentido longitudinal, muestran un aumento de la salinidad, desde el este (entrada norte Canal Fitz Roy) hacia el oeste, evidenciado por las isohalinas.

En el Seno Skyring la temperatura estuvo registrada entre un rango de 7,7 °C en superficie en la estación E10 y 5,73ºC en la E9 a 81m. Se observa una termoclina tenue mostrando una columna estratificada, el primer estrato localizado entre 1-40m con temperaturas superiores a 7,5 ºC. Bajo los 50m la temperatura toma valores inferiores a 6 ºC (**Figura 85**). En sentido longitudinal la temperatura experimenta un gradiente observado en las isotermas de 7 ºC (**Figura 84**).

La concentración de oxígeno disuelto tuvo sus valores mínimo y máximo en la estación E5 con 7,55mg/L a 105m y 10,49mg/L a 5m respectivamente. La estación E5 que fue la de mayor profundidad presentó también la mayor variación con una columna de agua separada en 2 estratos: un estrato superior entre 1-60m con una concentración ≈ 10 mg/L (la cual se mantiene prácticamente en toda la columna de agua) y un segundo estrato a partir de los 60m donde el oxígeno decae sostenidamente hasta concentraciones ≈ 7mg/L.

La densidad dentro en la columna de agua dentro del seno fluctuó entre un mínimo de 13,6 σ_T en los niveles más superficiales correspondiente a la estación E7, mientras que el mayor valor fue detectado en la estación E5 a 104m a los 103m con un valor de 16,4 σ_T. La columna de agua se aprecia una tendencia marcada por la homogeneidad entre 50-60m de profundidad con valores alrededor de los 13,8 σ_T. Sólo en la estación de mayor profundidad se aprecia un aumento de la densidad, como fue el caso de la estación E5, donde los valores alcanzan valores ≥ 20 σ_T. Esto estaría indicando una estratificación posiblemente en función de la profundidad de fondo.

Paso del Mar - Golfo Xaultegua

La salinidad en este transecto varió entre un mínimo de 28,37 psu localizado en la estación E26 a 1m, mientras que el mayor registro estuvo en la estación E22 a los 103m. La distribución vertical de la salinidad evidenció una columna de agua dividida en 2 estratos, el primero estuve entre 1 y 50 m, este estrato estuvo caracterizado por presentar una menor salinidad ≈ 28 psu desde la superficie hasta los 50m la salinidad experimenta un incremento moderado hasta llegar a valores ≈ 30 psu. A partir de los 70 m metros la salinidad se ubica en valores tendientes a 32 psu, siguiendo un aumento progresivo de carácter monótono formado una columna de agua casi homogénea. Se observa un aumento progresivo de la salinidad desde el interior del Golfo Xaultegua hacia la entrada del Paso del Mar, el cual está denotado por la profundización de la isohalina de 28,5 psu (**Figura 84**), lo que podría estar indicando una influencia de agua de carácter más oceánico

La temperatura osciló entre un mínimo de 6,7°C en la estación E22 a 1m a un máximo registrado de 8,70 E25 a 96m. La temperatura en este transecto evidenció una termoclina inversa la cual se observó más marcada en las estaciones próximas al Golfo Xaultegua E22. Así la temperatura superficial aumentó de 6,7°C en superficie de manera progresiva hasta alcanzar los 8°C ≈60-70m, a partir de esta profundidad la temperatura sigue aumentando aunque de manera discreta, para alcanzar la mayor temperatura 8,70° ≈100m. La sección vertical construida para este transecto muestra una termoclina inversa, así se observan 2 estratos bien definidos y marcados por las isotermas de 8°C. Un aspecto a destacar se produce en el estrato localizado debajo de los 70m,

donde se presenta una disminución progresiva de la temperatura, desde el Golfo Xaultegua hasta la entrada Paso del Mar.

La concentración de oxigeno de este transecto mostró una columna de agua estratificada, siendo más marcada en la estaciones localizadas dentro del golfo (E22 E23). En el estrato superior la concentración media fue de 9,47mg/L, mientras que en el estrato inferior bajo los 70m la concentración media fue de 8,49mg/L. La densidad varió entre un mínimo de 22,19 σ_T localizado en la estación E26 a 1m, mientras que el mayor registro estuvo en la estación E22 con 25,6 σ_T. Los perfiles verticales de densidad mostraron una columna de agua dividida en 2 estratos, el primero localizado sobre los 50m, este estrato estuvo caracterizado por presentar una menor densidad en valores centrados alrededor de los 22 σ_T, desde la superficie hasta los 50m la densidad aumenta paulatinamente hasta llegar a valores ≈ 24 σ_T. Bajo los 70 m metros densidad se ubica en valores tendientes a 25 σ_T, siguiendo un aumento moderado con una clara tendencia a la homogeneidad.

Bahía Beaufort

Las salinidad en este transecto varió desde un mínimo de 14,49 psu localizado en la estación E32 en superficie (1m) mientras que el mayor registro halino fue localizado en la estación E29 a los 197m con 33,1psu. Los perfiles verticales indicaron dos patrones de distribución diferente: las estaciones localizadas más al interior de la bahía (E31 E32) mostraron una marcada estratificación denotada por una haloclina, así en el estrato superficial se observan los valores menores a 20 psu, aumentando éstos de manera abrupta con la profundidad para mantenerse alrededor de 31 psu aproximadamente entre 50-60 metros de profundidad, donde la salinidad sigue aumentando aunque de manera discreta hasta alcanzar una salinidad de 33 psu ≈ 150m. En contraste las estaciones localizadas en la entrada de la bahía, mostraron un perfil de salinidad homogéneo con un aumento paulatino de valores con la profundidad, así en las estaciones E27 y E29 la salinidad superficial fue de 28,03 y 26,09 psu respectivamente, aumentando con la profundidad hasta alcanzar máximos de 32-33 bajo los 100m (**Figuras 84 y 85**).

La sección vertical de Bahía Beaufort muestra como en la capa superficial (sobre los 20m) la salinidad tiende a aumentar hacia la salida de esta bahía, mientras que la isohalina de 32 psu se mantiene constante con la profundidad a lo largo de toda la sección. Esto estaría indicando una influencia de agua dulce, la cual tiende a disipar su efecto hacia la zona oceánica, esto estaría siendo reforzado por el desplazamiento de las isohalinas de 26 y 28 psu (**Figura 85**). La temperatura presentó un registro mínimo de 6,44°C en la superficie de estación E32, mientras que el mayor valor fue localizado en la estación E32 a 134m con 8,82°C. La temperatura en este transecto presenta una estratificación que se denota con una termoclina inversa que se visualiza más marcada hacia el interior de la bahía (estaciones E31 E32). La sección vertical del transecto muestra los estratos bien definidos, encontrándose claramente separados por la isoterma de 7°C. Llama la atención como se visualiza una disminución progresiva de la salinidad, desde el interior de la bahía hacia la salida (**Figura 86**).

La concentración de oxígeno en Bahía Beaufort presenta una estratificación marcada por valores elevados en superficie (>9,5mg/L) desde la superficie hasta aproximadamente la concentración decae sostenidamente hasta llegar a valores aproximados de 8 mg/L. A partir de los 60m la concentración se mantiene relativamente homogénea con valores centrado en a torno a 7,5mg/L.

La densidad osciló desde un mínimo de 11,32 Kg/L localizado en la estación E32 en superficie (1m) mientras que el mayor valor estuvo en la estación E29 a los 197m con 25,97 σ_T. Los perfiles verticales indicaron dos patrones de distribución diferente: las estaciones localizadas más al interior de la bahía (E31, E32) mostraron una marcada estratificación denota por una picnoclina, así en el estrato superficial se observan los menores valores, los cuales aumentan de manera abrupta con la profundidad para mantenerse alrededor de 22 σ_T; aproximadamente entre 50-60 metros de profundidad la densidad sigue aumentando aunque de manera discreta hasta alcanzar un valor de 25 σ_T psu ≈ 100m. En contraste las estaciones localizadas en la entrada de la bahía (E27), mostraron una densidad de tendencia homogénea con un aumento paulatino de valores con la profundidad, pero sin denotar una picnoclina como el caso de la estación E27.

b) ADCP remolcado

Canal Cascada (**Figura 87a**): el flujo residual en Canal Cascada (**Figura 87b**) presentó leves flujos de entrada y salida sin una configuración clara de la dirección preferente dentro de toda la columna de agua y con valores menores a 5cm/s.

Seno Glacier (**Figura 88a**): El flujo residual dentro del seno Glacier (**Figura 88b**) identifico una mayor cantidad de flujos superficiales de salida, atribuido a la descarga de agua dulce glaciar, y de flujos de entrada en la capa intermedia (~50m). Bajo los 100m aparecieron leves flujos de salida y de entrada asociado al fondo. La intensidad de la corriente dentro de la columna de agua no supero los 10cm/s.

Estero Córdova (**Figura 89**): el flujo residual dentro del estero Córdova (T1 y T3) (**Figura 90 a y b**) alcanzó a percibir flujos superficiales de salida, con sentido norte. Es importante aclarar que la poca resolución dentro de esta capa se debe a que la primera medición se efectuó a los 5 metros de profundidad. Bajo la primera capa dominaron los flujos de entrada al estero (sentido sur), hasta aproximadamente los 50m. A mayor profundidad aparecen flujos de salida del estero.

Punta Tegualda (**figura 91a**): el flujo residual (U) en el sector de Punta Tegualda (**Figura 91b**) presentó en la capa superficial un predominio en el sentido este (entrando al Golfo Xaultegua). La parte norte del transecto destacó por mostrar flujos de entrada a mayor profundidad, mientras que la parte media y sur del transecto presentó una mayor cantidad de flujos de salida (hacia el oeste). En ambos casos los máximos fluctuaron entre 10 y 20cm/s. Esta configuración del flujo en la parte norte podría ser explicada por la descarga de agua proveniente del Canal Gajardo.

Punta. Quidora **(Figura 92a**): el flujo residual (V) en el sector de Punta Quidora (**Figura 92b**) evidenció en el lado oeste del transecto (0-1.5km) una capa entre la superficie y los 50m de profundidad con corrientes hacia el norte y magnitudes máximas de 15cm/s. Bajo esta capa el sentido de la corriente se invierte, hacia al estrecho de Magallanes, mostrando intensidades menores a 10cm/s. Dentro del transecto, entre los 2 y 4.5km de distancia, no existe una configuración clara del flujo, ocasionado por la configuración de la costa en ese sector, lográndose distinguir solo leves flujos de entrada y salida de baja magnitud (2cm/s).

Canal Gajardo (**Figura 93a**): El flujo residual (V) en canal Gajardo (**Figura 93b**) mostro una capa superficial de salida con intensidades que no superaron los 5cm/s. Bajo la capa superficial aparecen flujos de entrada en dirección al seno Skyring, de baja magnitud (< 5cm/s).

Isla Larga **(Figura 94**): la corriente residual en el sector de isla larga (T1) (**Figura 95a**) destaco una delgada capa superficial de flujos principalmente hacia el norte .Bajo la capa superficial los flujos predominan en sentido sur. Esta configuración en la dirección del flujo podría ser ocasionada por la compleja batimetría del sector junto con la ubicación del transecto al encontrarse al lado norte de isla Larga. El flujo residual en el transecto T2 (**Figura 95b)** mostró una delgada capa superficial con flujos hacia el norte, mientras que la capa subsuperficial (hasta los 30m) tiene un sentido sur. Bajo la segunda capa reaparecieron los flujos hacia el norte. La velocidad máxima aproximada para este transecto fue de 10cm/s.

Rocallosa (**Figura 96a**)**:** la corriente residual (U) en Rocallosa (**Figura 96b**) mostró leves flujos de entrada y salida (orientación este-oeste) a lo largo del transecto con magnitudes cercanas a 10cm/s.

Canal Fitz Roy (**Figura 97a**): la corriente residual (V) en la salida del Canal Fitz Roy (**Figura 97b**) mostró leves flujos de entrada y salida con valores de hasta 15cm/s.

c) Corrientes eulerianas residuales (ADCP anclados)

Bahía Beaufort: el flujo residual en Bahía Beaufort (**Figura 98**) mostró una variación en la dirección noroeste-sureste dentro de los primeros 20 metros con velocidades residuales típicas de 10cm/s. Entre los 30 y 40 metros la dirección predominante es noroeste de intensidades menores al de las capas superficiales.

El análisis armónico efectuado a la corriente total mostró una influencia de la marea de 11.4% en la capa de 5m, 8.2% a 10m, 13.5% a 20m, 14,8% a 30m y 16.6% a 40m.

Los análisis de correlación cruzada entre los registros de corriente superficiales y viento en estero Córdova revelaron un coeficiente de correlación de 70%.

Golfo Xaultegua: el flujo residual en el Golfo Xaultegua (**Figura 99**) mostró en la capa de 5 y 10m direcciones principalmente sur, sureste y suroeste. A partir de los 20m aparece una mayor frecuencia de flujos en sentido norte y noroeste.

El análisis armónico reveló una influencia de la marea de 9.1 % a los 5m, 8.8% a 10m, 9.7% a 20, 5.6% a 30m, 15.6% a 40m. La correlación cruzada entre la capa superficial de la corriente y el viento de Córdova revelaron un coeficiente de correlación de 70%.

Estero Córdova
El registro de corrientes efectuado en Estero Córdova cuenta con 10 días de medición ocasionado por fallas del equipo. Dentro de este periodo el flujo residual (**Figura 100**) mostró en la capa de 5 y 10m flujos en sentido suroeste y noreste. Las capas de 20 y 30m mostraron flujos predominantes hacia el suroeste.

El análisis armónico no fue posible efectuarlo en este caso por la falta de registros.
El coeficiente de correlación cruzada fue de 31% con un rezago de 1 hora.

Seno Skyring Crucero otoño de 2013

a) ADCP Remolcado

Bahía Beaufort, seno Glacier (Figura 101a): la corriente residual en Seno Glacier (**Figura 101b**) presentó una configuración de la dirección del flujo en capas. La capa superficial, mostró un sentido oeste saliendo hacia la Bahía Beaufort con intensidades que no superaron los 5cm/s. La segunda capa ubicada entre los 15m y los 80m de profundidad con flujos de entrada al seno y máximos de 7cm/s. bajo los 80m y hasta aproximadamente los 170m aparecen flujos de salida con valores menores a 6cm/s. a mayor profundidad (bajo los 170m) se observan leves flujos de entrada.

Estero Córdova (Figura 102a): el flujo residual de la componente V en Estero Córdova (**Figura 102b**) distinguió una configuración del flujo en capas. Una capa superficial de salida del estero en dirección al estrecho de Magallanes atribuida a la descarga de agua dulce y el efecto del viento. Una capa intermedia (15-70m) con flujos de entrada (al interior del estero). Una capa bajo los 70m con un flujo dominante de salida. Los flujos de salida mostraron máximos de 5cm/s mientras que los flujos de entrada fueron de hasta 15cm/s.
Golfo Xaultegua (Figura 103a): La corriente residual V en el sector de Golfo Xaultegua (**Figura 103b**) presento un flujo de 3 capas. Una primera capa superficial de salida con intensidades menores a 5cm/s. Una capa intermedia entre los 50 y 100m con flujos de entrada e intensidades de hasta 10cm/s y la capa de agua bajo los 100m con flujos de salida de baja magnitud (<5cm/s).

Canal Gajardo (Figura 104a): el flujo residual U en Canal Gajardo (**Figura 104b**) presentó bajas intensidades dentro de toda la columna de agua. Dentro de la superficie y los 50m expuso un sentido suroeste saliendo del canal. Entre los 50 y 100m se observaron leves flujos de entrada en dirección al Seno Skyring. Bajo los 100m dominaron los flujos de salida.

Punta Rocallosa, interior seno Skyring (Figura 105a): el flujo residual en el interior del seno Skyring al extraer las componentes M2 y M4 (**Figura 105b**) muestra una sentido principalmente este en la parte media del seno, mientras que en los bordes norte y sur del seno el sentido dominante es hacia el oeste. Los máximos observados fueron de 30cm/s tanto en la parte media como en los costados. Es importante mencionar que se extrae la componente M4 al existir un periodo de medición inferior a 24 horas (16hr).

No fue posible extraer el flujo residual de los transectos realizados en Canal Fitz Roy, por la calidad de los datos, mientras que en Isla Larga el periodo de la medición no superó las 12 horas producto de problemas climáticos y por ende no se incluyen en este informe.

b) Corrientes eulerianas residuales (ADCP anclado):

Canal Swett (Bahía Beaufort): la corriente residual en Canal Swett (**Figura 106**) mostró una mayor variabilidad en la dirección dentro de los primeros 10m de profundidad con una preferencia en el sentido este, sureste en la capa de 5m y de suroeste y noroeste en la capa de 10m. Entre las capas de 20 y 50m el sentido de la corriente es principalmente oeste y suroeste. La intensidad de la corriente residual dentro de toda la columna de agua no supero los 20cm/s mostrando sus máximos asociados a las capas superficiales.

El análisis armónico realizado a la corriente mostró una influencia de la marea de 10% en la capa de 5m; 9.5% en la capa de 10m; 6.2% en 20m; 6.3% en 30m; 8.6% en 40m y de 6.2% a 50m.

Estero Córdova: la corriente residual en Estero Córdova (**Figura 107**) mostró que dentro de la columna de agua entre la superficie y los 30m el sentido del flujo fue principalmente suroeste y en una menor proporción en sentido noreste. La intensidad de la corriente residual fue menor a 20cm/s. El análisis armónico presentó una influencia mareal de 43.1% a 5m; 43.7% a 10m, 47% a 20m; 39.1% a 30m.

Canal Gajardo: la corriente residual en Canal Gajardo (**Figura 108**) presentó en los primeros 20 metros un sentido dominante noroeste-oeste pero con algunas fluctuaciones hacia el suroeste. Bajo estas capas se observó en los primeros 12 días de registro (28-4/-10-05) una corriente en sentido noreste en la capa de 30m y de este-sureste en la capa de 40 y 50m. Posterior a este registro la corriente mostró un sentido principalmente noroeste y noreste dentro de estas 3 capas. La intensidad de la corriente residual dentro de la columna de agua no sobrepasó los 20cm/s.

El análisis armónico realizado a la corriente reveló que la influencia de la marea fue de 10.6% a 5 m; 10.3% a 10m; 8.2% a 20m; 14.2% a 30m; 19.7% a 40m y de 27.1% a 50m.

Isla Escarpada, interior seno Skyring: la corriente residual en el sector de Isla Escarpada (**Figura 109**) presentó dentro de los primeros 10m una dirección que varió entre norte, noroeste y noreste. A partir de los 20 metros y hasta los 40m aparece con más claridad un flujo en dirección oeste-suroeste.

El análisis armónico presentó una influencia mareal de 12.7% a 5m; 14.9% a 10m; 17.3% a 20m; 20.6% a 30m y 10.1% a 40m.

La influencia del viento sobre la corriente superficial V mostró una correlación de un 60%.

El **ANEXO I** presenta un análisis estadístico de la marea y la corriente (ADCP anclado) de las estaciones ubicadas en Canal Messier, Golfo Montt y Seno Skyring.

6.3 Objetivo 4.2.3

Implementar un modelo regional con un dominio suficientemente amplio para proveer resultados efectivos en toda la zona de interés, incluyendo la plataforma continental en los sectores oceánicos. Dicho modelo deberá proveer resultados capaces de representar los distintos escenarios observables con una resolución suficiente para caracterizar procesos de micro y mesoescala, tanto en el exterior de la zona de canales como al interior de las cuencas que conforman esta área. Dicho modelo deberá ser validado con respecto a mediciones de campo independientes no utilizadas en el proceso de implementación del modelo.

Para definir la topografía del fondo marino se utilizaron datos batimétricos de GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) con un rango de resolución conocidos como GEBCO_08 Grid (30 segundos arco) aproximadamente 900m. Esta batimetría fue ensamblada e interpolada mediante métodos lineales junto a la batimetría obtenida de sondas de las cartas batimétricas del Servicio Hidrográfico de la Armada**.** El resultado es el modelo digital de elevación que será usado como dominio del modelo regional (**Figura 110)**.

El dominio fue discretizado usando una malla flexible en elementos finitos triangulares según el método de Delaunay, siguiendo cada uno de los pasos detallados en la metodología. Los elementos resultantes de este proceso se pueden apreciar en la **Figura 111**, en donde los elementos de mayor tamaño se ubican en la parte externa del dominio (zona oceánica) y van disminuyendo su tamaño (aumento de resolución) a medida que se ingresa a sectores más costeras.

Las primeras pruebas en este dominio dan cuenta de tiempos extraordinariamente extensos, las simulaciones requieren aproximadamente 3 veces más tiempo que el modelo regional de Chiloé Aysén. Esto se explica tanto por la mayor extensión territorial como por la mayor profundidad de los canales en la región de Magallanes, generando con esto una mayor cantidad de elementos a procesar. Cabe señalar que los bordes de dominio incluyen tanto el océano Pacifico como el Atlántico, necesario para poder realizar una propagación estable de la onda de marea.

La evaluación del nivel del mar en 3 estaciones en zonas costeras de la región de Magallanes (**Figura 112**) da cuenta de que a medida que la onda de marea ingresa a zonas interiores va perdiendo calidad en cuanto a su propagación. En Caleta Meteoro, ubicada a la entrada oeste del estrecho de Magallanes, se obtuvieron las mejores correlaciones (97%) y los menores errores (8 cm.) (**Tabla 4**), mientras que en el Canal Morla-Vicuña, a la entrada del Golfo Almirante Montt, se obtuvieron las más bajas correlaciones (85%) y los errores más altos (22 cm) (**Tabla 4**). Puerto Edén, ubicado en la zona norte de la región de Magallanes (Canal Messier), se encuentra en punto intermedio con valores de correlación de 89% y 18 cm de error (**Tabla 4**). Todos estos valores, a pesar de que representan una alta relación lineal entre lo observado y lo modelado, presentan una disminución en la calidad de la propagación de la onda de marea a medida que ingresa hacia los canales más interiores, lo que es lógico de pensar ya que se requiere de resoluciones más altas para resolver el flujo que ingresa en canales más estrechos y de batimetría más compleja. En este sentido cabe señalar que este modelo regional no puede ser usado con validez para canales y senos interiores, sino más bien, para otorgar condiciones de bordes a modelos de alta resolución en donde se requiere una mejor definición tanto de la línea de costa como de la batimetría.

6.4 Objetivo 4.2.4

Desarrollar e implementar un mínimo de 3 modelos de alta resolución para áreas previamente seleccionadas al interior del dominio general. Dichos modelos deberán ser capaces de representar la circulación con una resolución necesaria para resolver la interacción entre las diferentes agrupaciones de concesiones salmonicultoras o miticultoras establecidas en el área, proveyendo la información necesaria para caracterizar dichas condiciones en los distintos escenarios climatológicos escogidos.

Basado en los mismos datos batimétricos con que se implementó el dominio regional se implementaron 3 dominios locales de alta resolución, uno ubicado en el Golfo Almirante Montt, el segundo en el Seno Skyring y el tercero en parte del Estrecho de Magallanes oeste entre bahía Beaufort y estero Córdova. Cabe señalar que tanto el segundo como tercer dominio están contenidos en un dominio general mayor tamaño que incluye alta resolución en ambos sectores.

I) Golfo Almirante Montt: el dominio se extiende por el oeste desde el Canal Unión hasta el Seno de Última Esperanza, incluyendo los senos Poca Esperanza, Obstrucción y Worsley entre los principales **(Figura 113)**. Se utilizaron un total de 5 subdominios, siendo el de menor resolución el

más cercano al borde abierto con un tamaño aproximado de 450m **(Figura 114).** El siguiente subdominio de extiende hasta el Paso Morla-Vicuña y tiene un tamaño aproximado de 300m **(Figura 114).** Desde este último sector hasta el comienzo de los canales Kirke y Santa María la resolución es de 200m **(Figura 115).** En los canales antes mencionados la resolución alcanza los 150m **(Figura 115).** Idéntico tamaño que alcanza en todo el Golfo Almirante Montt. Finalmente en las constricciones que se encuentran al término de los canales Kirke y Santa María el tamaño promedio de los elementos alcanza los 90m **(Figura 116 y 117),** misma resolución que cubre el Seno de Última Esperanza. Las condiciones de borde de nivel del mar fueron extraídas del modelo regional en las cercanías de Canal Unión, mientras que las condiciones iniciales fueron utilizadas mediciones de CTDO al interior de este dominio. Se utilizó el único registro de agua dulce en el sector perteneciente al Rio Serrano, y la información de viento se extrajo del modelo global GFS.

II) Seno Skyring y Estrecho de Magallanes : El dominio se extiende del borde oeste del Estrecho de Magallanes, incluyendo la Bahía Beaufort, Estero Córdoba, Golfo Xaultegua, Canal Gajardo, Seno Skyring y Canal Fitz Roy **(Figura 118)**. La resolución en el borde oeste alcanza los 450m y se extiende hasta la entrada de Bahía Beaufort y Paso del Mar en cuyos casos alcanza un tamaño de 300m **(Figura 119)** y se extiende hasta el Golfo Xaultegua por el este **(Figura 120)**. La Bahía Beaufort y su interior (Seno Glacier y Canal Cascada) tienen un subdominio con una resolución de 200m, misma resolución utilizada en estero Córdoba. En Canal Gajardo, conexión entre la zona oceánica y el interior la resolución alcanza alrededor de 150m **(Figura 121)**, al igual que todo el Seno Skyring ((**Figura 122)** El sector de Punta Rengo, importante constricción ubicada en Canal Gajardo tiene una resolución de 90m, al igual que el Canal Fitz Roy conexión entre el seno Skyring y el Otway. Las condiciones de borde de nivel del mar fueron extraídas del modelo regional, en los sectores este y oeste del Estrecho de Magallanes, mientras que para las condiciones iniciales fueron utilizadas mediciones de CTDO, tanto de campañas realizadas en este proyecto como de otras fuentes como CIMAR Fiordos. La información de agua dulce es muy escasa en esta zona, realizándose sólo aproximaciones en el sistema glaciar Gran Nevado que desemboca en Seno Skyring. Se utilizó información del modelo GFS para proporcionar el viento en el dominio.

6.5 Objetivo 4.2.5

Realizar la validación de los modelos desarrollados con respecto a observaciones de terreno (series de tiempo), estableciendo el error cometido y la incertidumbre estadística de los patrones de circulación elaborados, tanto en escala temporal como espacial.

ADCP Golfo Almirante Montt (GOLFO ALMIRANTE MONTT): La **Figura 123** muestra en líneas negras las componentes ortogonales a 5m de profundidad de la corriente al lado este del Golfo Almirante Montt, y en líneas rojas la simulación con MIKE 3. Se observa que el modelo tiende a replicar en un mayor grado el forzamiento de la marea, además no cuantifica de buena forma los peak asociados probablemente a pulsos de viento intensos, los valores simulados si se encuentran en un rango apreciablemente idéntico a lo observado, mientras que las direcciones tienen

semejanzas proyectando un flujo neto hacia el Este **(Figura 124).** Cuantitativamente la componente U_este presenta mayor correlación que la V_norte (0.33 y 0.13 respectivamente) el rango de error está entre 0.01 y 0.006 m/s en ambas componentes **(Tabla 5).** Las **Figuras 125 a la 128** muestran la variabilidad en el comportamiento de la corriente respecto a la profundidad, cabe señalar que a los 10m la observación tiende a tener mucha mayor variabilidad que la presentada por el modelo, mientras que a los 20m el modelo logra replicar un flujo neto hacia el noreste.

ADCP Seno de Poca Esperanza: la **Figura 129** muestra una serie de corrientes en el sector ubicado entre el seno de Poca Esperanza y el Golfo Almirante Montt, las características de esta serie se encuentran vinculados al ADCP de Golfo Almirante Montt, siendo fuertemente influenciados por el viento y la línea de costa. La dirección predominante es en el eje SW-NE **(Figura 130**), lo cual, el modelo no replica completamente, existiendo en éste un importante flujo hacia el sur, probablemente asociado a la mala característica del viento como forzante. Los resultados de la modelación con MIKE 3 muestra un disímil grado de asociación dependiendo de la profundidad y la componente de la corriente, siendo más alta la correlación en la componente norte-sur (0.51) y mucho menor en la componente este-oeste (-0.026) (**Tabla 6**). Respecto del resto de la columna de agua **(Figuras 131 a 136**) el efecto del viento comienza a desparecer paulatinamente y comienza a notarse un mayor dominio de la marea, aunque considerando que las magnitudes de la corriente son muy bajas.

ADCP Paso Morla-Vicuña: la **Figura 137** muestra la comparación de las series de corrientes a los 10 m, de esta se desprende que la componente de mayor energía se encuentra en el eje este-oeste **(Figura 138)** y gobernado éste por la marea lo que es bien correspondido por el modelo alcanzando valores de correlación de 0.76 para esta profundidad y errores mayores cercanos a 26 cm/s **(Tabla 7).** Al parecer el viento no muestra una gran influencia en este sector, por lo que el balance dinámico estaría gobernado por la marea y la configuración topográfica. De los 20 a los 40m **(Figuras 139 a 144)** la correspondencia entre la medición y el modelo aumenta alcanzando valores máximos de correlación entre los 30 y 40 m con un valor de 0.9. Asunto importante es que el modelo logra replicar el cambio que se produce en los máximos de velocidad entre las capas de 10 a 20 (hacia el oeste) y entre 30 y 40 (hacia el este), indicando esto un flujo residual hasta los 20m hacia el océano y otro flujo de entrada de los 20 a los 40 m de mucha energía.

ADCP en bahía Beaufort: la **Figura 145** muestra las series de corrientes a 5m en Bahía Beaufort, sector oeste del Estrecho de Magallanes. De acuerdo a esto se aprecia que el flujo más energético se encuentra en la componente este-oeste, lo cual es replicado de buena forma por el modelo (**Figura 146),** generando las máximas velocidades hacia el este. Los errores se encuentran en torno a los 7 cm/s, mientras que la correlación alcanza un valor de 0.35 para la componente más importante **(Tabla 8).** A los 10m **(Figura 147)** se mantiene el mismo patrón que a los 5m, tanto para la observación como para el modelo **(Figura 148)** la correlación tiene a aumentar a un valor de 0.4 **(Tabla 8).** A los 20m el modelo muestra una mayor discrepancia **(Figura 149-150),** si bien es cierto que la mayor energía sigue estando en el eje este-oeste, se aprecia un giro del patrón del modelo hacia el suroeste, mientras que las observaciones tienden a seguir el mismo patrón que en capas superiores con una mayor energía hacia el noroeste. Esto se corrobora en las disminuciones en la correlación inferiores a 0.1 **(Tabla 8).**

Finalmente a los 30m **(Figura 151-152)** se aprecia el mismo patrón tanto en el modelo como en la observación que en la capa de 30m presenta correlaciones inferiores a 0.2 **(Tabla 8).**

ADCP en Golfo Xaultegua: la **Figura 153** muestra la serie comparada de corriente a 5m en el sector del Golfo Xaultegua, a la entrada del Canal Guajardo, es posible apreciar que el patrón general observado muestra una fuerte componente hacia el suroeste lo que se replica a grandes rasgos por el modelo **(Figura 154),** aunque las correlaciones se muestran bastantes bajas con valores inferiores a 0.1 **(Tabla 9).** Tanto a los 10m como al los 20m **(Figuras 155-156-157-158)** el patrón observado tiena la misma tendencia a producir un fuerte residual hacia el suroeste, lo que el modelo no logra reproducir por completo, mas aún a los 20 m el modelo tiende a presentar un flujo neto hacia el norte **(Figura 158),** las correlaciones a estas profundidades se muestran en general bastante bajas, con valores infreirores a 0.1 **(Tabla 9).**

Limitaciones modelos hidrodinámicos

En general, la evaluación del modelo tanto en Golfo Almirante Montt como en Seno Skyring tienen enormes complejidades y limitaciones, refiriéndose uno de estos aspectos a la calidad de los datos batimetricos. En ambos dominios fue usada escasa cantidad de datos, provenientes estos principalmente de las cartas náuticas de SHOA. Estos datos, debido a la función de cumplen, están enfocados a navegación en la parte central de los canales, dejando los sectores costeros sin densidad de datos suficientes para poder caracterizar las zonas mas someras en donde usualmente de instalan los centros de cultivo y además donde se realizan las mediciones de correntometría; sumado a esto existen amplios sectores en los que no existe ni siquiera información de cartas nauticas, por tanto, el error que se ingresa en el modelo batimétrico puede llegar a ser bastante grande. Se hace necesario abordar esta problemática de manera especial, generando con la información disponible, un mejor modelo batimetrico que pueda suplir al menos las limitaciones en el proceso de interpolación de los datos.

Otra limitación importante sucede con la cuantificación del los flujos de agua dulce. Actualmente la única información disponible y de utilidad es operada por la Dirección General de Aguas (DGA) con una estación en la desembocadura del Rio Serrano. Con sólo esta información es dificil poder aproximar cuál es el volúmen total de agua dulce total que entra al sistema, tomando en cuenta que no existe cuantificación de cómo los sistemas glaciares a través de deshielo o escorrentia superficial inciden dentro del sistema marino. Para la zona de Seno Skyring, no existe ninguna cuantificación del sistema glaciar Gran Nevado, que realiza una importante aporte de agua dulce al sistema Skyring. Se debe abordar la tarea de cuantificar los flujos de agua dulce no sólo generando nuevas mediciones, sino a través de la generación de modelos hidrológicos capaces de generar la información faltante.

Los patrones de circulación, sobre todo en esta zona y debido a las caracteristicas atmosféricas, son extraordinariamente dependientes de una buena forzante del viento. En este sentido, aún no se ha logrado validar un modelo atmosférico ya sea de escala global o local que logre reproducir la

variabilidad en estos sistemas complejos. Esfuerzos importantes se están realizando en la actualidad para poder suministrar una correcta caracterización de la dinamica atmosferica en la zona austral, en este sentido IFOP está abordando esta problemática y se espera que dentro del proximo año se tengan resultados que mejoren esta falencia.

Finalmente los modelos de alta resolución requeridos para poder simular las caracteristicas de zonas tan complejas como la sur austral de Chile, necesitan de una alta capacidad de cómputo, por tanto, lo costoso que resultó la implementación de estos modelos de alta resolución fue en detrimento de la cantidad de simulaciones necesarias para poder realizar una mejor calibración.

6.6 Objetivo 4.2.6

> *Elaborar modelos conceptuales para cada uno de los escenarios establecidos, tanto en el caso del modelo de escala regional elaborado en todo el dominio como también en el caso de los modelos de alta resolución implementadas en las áreas seleccionadas.*

Se presentan a continuación un set de escenarios de hidrodinámica y dispersión de partículas simulados en el sector de Golfo Almirante Montt, Seno Skyring, Bahía Beaufort y Estero Córdova por un periodo de 84 horas. Los puntos de liberación de partículas en la mayoría de los casos obedecen a centros de cultivo de salmónidos actualmente operativos, de acuerdo a Intesal de SalmonChile (25 marzo de 2013) (**Figura 159**), y SIG de información acuícola de IFOP basado en información de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (http://sig-acuicultura.ifop.cl/medioambiente/Info_Acuicola/ (**Figuras 176 y 168**).

Los escenarios básicamente se basan en cambios en condiciones de marea, viento y flujos de agua dulce. Para fijar una condición de viento extremo (tormenta) se utilizó información climatológica (**ANEXO VIII)** bajo lo cual se estimó que el predominio en la dirección de los vientos máximos era NW - W para el Golfo Almirante Montt y NW-W-SW para el sector de Seno Skyring y Estrecho de Magallanes. Las condiciones de marea fueron fijadas en términos de periodos de sicigias y cuadraturas para cada dominio, mientras que los flujos de agua dulce se establecieron como caudales máximos o mínimos anuales (periodo deshielo y no deshielo) basados en la única fuente de información disponible (Rio Serrano).

GOLFO ALMIRANTE MONTT

Los puntos de inicio para la simulación de dispersión de partículas elegidos en la zona de Golfo Almirante Montt son presentados en la **Figura 159**, los cuales corresponden a la ubicaciones de centros de cultivo de salmónidos actualmente instalados. Se presentan las dispersiones simuladas a 24, 48, 72 y 84 horas desde la condición inicial.

Escenarios modelados:

a) Deshielo-Tormenta (NW-W) – Sicigias (0-5m)

La simulación muestra que a las 24 horas, la dispersión es se concentra mayormente en la ribera norte del Golfo, mientras que el punto frente a Bahía Desengaño presenta una dispersión hacia la bahía, cubriéndola en su totalidad a las 24 horas. A las 48 horas, la dispersión se ha canalizado a través del Canal Última Esperanza, y Bahía Desengaño y gran parte de zona central del Golfo están cubiertas por partículas. A las 72 horas gran parte del Canal Valdés está cubierto de partículas, mientras que las 84 horas, la dispersión en la zona es total, cubriendo más del 80 % el área de estudio, incluyendo gran parte del Canal Última Esperanza, quedando libre de partículas sólo una pequeña zona al sur del Canal Valdés. Notar que ninguna partícula se ha introducido al Canal Santa María (**Figura 160**).

b) NO Deshielo – Tormenta (NW-W) – Sicigias (0-5m):

La simulación de un escenario con viento de tormenta en sicigia pero sin deshielo resulta muy similar al incluir el deshielo, sugiriendo la poca o casi nula influencia que este forzante tendría en la dispersión de la zona. La modelación, al igual que en el escenario anterior presenta entre las primeras 24 y 48 horas la mayor dispersión focalizada entre el centro del Golfo, la Bahía Desengaño y gran parte del Canal Última Esperanza, tendiendo este último a dispersarse hacia el sur, llegando a las costas de Puerto Natales. A las 72 y 84 horas, la dispersión de partículas ha cubierto la totalidad de Canal Última esperanza, la Bahía Desengaños, y casi todo el Canal Valdés, a excepción de un trozo cercano a una ensenada al sur del canal (**Figura 161**).

c) Deshielo – Tormenta (NW-W) – Cuadraturas (0-5m)

En este escenario, lo que se busca es poder contrastar el efecto que podría tener la marea, ya que en cuadratura, su influencia es mínima. En este caso lo que podemos observar es claramente, como la dispersión en 24, 48, 72 y 84 horas es notablemente similar a los escenarios anteriores, repitiendo los mismos patrones de dispersión de partícula en escala espacial y temporal, lo cual estaría evidenciando que la marea no sería un forzante considerable en la circulación de los primero 5 metros de profundidad (**Figura 162**).

d) NO Deshielo – Tormenta (NW-W) – Cuadraturas (0-5m)

Para poder corroborar lo anterior, se simuló la dispersión de partículas solo forzadas con viento de tormenta característico de la zona, excluyendo la marea y el deshielo, y los diagramas presentan la misma distribución de patrones espaciales y temporales de dispersión, reforzando la condición de forzante principal del viento, al menos en la dispersión de partículas en los primeros 5 metros (**Figura 163**).

e) Deshielo- sin viento – Sicigias (0-5m)

En este escenario se simula la acción de los forzantes secundarios, excluyendo al viento. En las primeras 24 horas la cantidad de dispersión de partículas es mínima, siendo levemente mayor en Canal Ultima Esperanza. A las 48 horas de simulación, la dispersión en Canal Ultima Esperanza ha aumentado más que los otros puntos, aunque su influencia sigue siendo muy localizada.

El escenario a las 72 y 84 horas de simulación es muy similar, presentando un aumento en la dispersión de todos los focos, sin embargo éstos no alcanzan a conectarse, quedando cada punto de expansión con una influencia local (**Figura 164**).

f) NO Deshielo – sin viento – Sicigias (0-5m)

Para observar solamente el efecto de la marea, se excluye el viento y el deshielo en este escenario. A las 24 horas de simulación se observa una leve dispersión desde cada punto, la cual aumenta levemente pasadas las 48 horas, manteniendo el área de influencia localizada a cada punto. A las 72 horas la dispersión de partículas en cada punto evidencia un mínimo aumento, replegándose las partículas dispersadas hacia la costa más cercana. Esta condición se mantiene casi inalterable a las 84 horas, manteniendo la dispersión focalizada a cada sector y su costa adyacente (**Figura 165**).

g) Deshielo – sin viento – Cuadraturas (0-5m)

Con el objeto de comparar el forzante de mareas con el de deshielo, se excluye el viento y se simula el escenario con deshielo en cuadratura. Entre las primeras 24 y 48 horas, la dispersión es local y focalizada, manteniéndose leve, aunque aumentando mayormente en el Canal Última Esperanza, donde tiende a dispersarse levemente a lo largo de este. Sin embargo a las 72 horas, es en este canal donde la dispersión alcanza mayor cobertura, al igual que los puntos del Golfo, los cuales presentan una dispersión replegada hacia las riberas norte del golfo frente a los puntos. En el Canal Valdés la dispersión se mantiene baja, siendo totalmente focalizada. A las 86 horas, el escenario es bastante similar al anterior, aumentando levemente el área de cobertura del Canal Última Esperanza (**Figura 166**).

h) NO Deshielo – sin viento – Cuadraturas (0-5m):

En este escenario se han retirado los forzantes principales, solo dejando la corriente de marea en cuadratura. Esta condición genera patrones de dispersión temporales y espaciales bastante similares a los evidenciados con en el escenario de solo mareas en sicigia, con dispersiones solamente focalizadas, aumentando levemente entre las 24 y las 72 horas, reforzando la idea de que la marea sería un forzante de carácter menor en la dispersión de partículas dentro de los primeros 5 metros, y que solo aportaría variabilidad local entorno al punto (**Figura 167**).

En general los escenarios simulados en el Golfo Almirante Montt sugieren que es el viento el forzante mayor, aportando la mayor variabilidad a los patrones de circulación en los primeros 5 metros, siendo de carácter marginal el aporte de la corriente de marea y los deshielos en esta zona.

SENO SKYRING

Los puntos de inicio para la simulación de dispersión de partículas elegidos en la zona de Seno Skyring son presentados en la **Figura 168**, los cuales corresponden a la ubicaciones de centros de cultivo de salmónidos actualmente instalados. Se presentan las dispersiones simuladas a 24, 48, 72 y 84 horas desde la condición.

a) Deshielo -Tormenta (NW-W-SW) – Sicigias (0-5m)

Este escenario presenta a las 24 horas una dispersión a lo largo del borde oriental del Seno Otway, y gran parte del borde oeste de la Isla Escarpada. A las 48 horas de simulación, la dispersión en cada foco aumenta y se empieza a replegar en la borda norte del Seno. Entre las 72 y las 84 horas, la dispersión rodea totalmente la Isla Escarpada, se dispersa a lo largo de la borda norte y cubre completamente el borde oriental del Seno Otway, siendo este último la zona de mayor rapidez de dispersión. Sin embargo, cada uno de estos focos no alcanza a conectarse, manteniéndose la dispersión parcialmente focalizada (**Figura 169**).

b) NO Deshielo – Tormenta (NW-W) – Sicigias (0-5m)

En este escenario se extrae el forzante de deshielo. Sin embargo los patrones de dispersión espacial y temporal se mantienen casi intactos con respecto a la simulación anterior, siendo la fuente de Canal Fitz Roy el de mejor y mayor propagación, junto con el entorno de la Isla Escarpada. Sin embargo, el repliegue a lo largo de la costa norte del Seno es de menor alcance que el escenario anterior (**Figura 170**).

c) Deshielo – Tormenta (NW-W) – Cuadraturas (0-5m)

Se simuló el mismo escenario anterior, pero en periodo de cuadraturas. En las primeras 24 horas la dispersión es bastante similar al anterior, replegándose mínimamente entorno a Isla Escarpada y a fuera del Canal Fitz Roy. Este escenario mantiene su tendencia en las 48 horas sin mayor alteración. Sin embargo es entre las 72 y las 84 horas, que la capacidad de transporte de las partículas se diferencia del escenario anterior, exhibiendo una menor dispersión en torno a Isla Escarpada, no obstante, en el borde oriental del Seno Otway la dispersión es rápida y progresiva (**Figura 171**).

d) Deshielo – sin viento – Sicigias (0-5m)

En este escenario se extrae el forzante principal del viento para observar el efecto de la marea y el deshielo. A las 24 horas de simulación, la dispersión es débil, y focalizada en cada punto, sin embargo en Puerto Curtze, las partículas se desplazan hacia el sur, desplegándose en el borde norte del Seno Otway. Esta tendencia se repite y potencia a las 72 horas, donde la dispersión es hacia fuera del Canal Fitz (sur), mientras que la tendencia a rodear la Isla Escarpada se empieza a manifestar. Entre las 72 y las 84 horas de simulación, la dispersión aumenta en torno a la Isla Escarpada, se despliega a lo largo de la costa norte del seno, y se dispersa a lo largo de la costa norte del Seno Otway, en la costa sur de la Isla Riesco (**Figura 172**).

e) NO Deshielo – sin viento – Sicigias (0-5m)

En este escenario se modeló el efecto de la marea en sicigia, para observar su aporte como forzante secundario. Los patrones de dispersión exhibidos en estas condiciones son bastante similares a los anteriores, con una dispersión a las primeras 24 horas, desde Puerto Cutze hacia el Seno Otway, sin entrar en Canal Fitz Roy, mientras que en Isla Escarpada, la dispersión tiende hacia la costa oeste, conducta que se mantiene a las 48 horas, donde la dispersión tiende a rodear por el sur a la Isla Escarpada, y continuar por la costa norte del Seno Otway. Entre las 72 y 84 horas las tendencias se mantienen, fortaleciéndose la circulación en torno a la Isla Escarpada principalmente (**Figura 173**).

f) Deshielo – sin viento – Cuadraturas (0-5m)

Con el objeto de poder identificar la diferencia entre el aporte de los deshielos y la marea en la dispersión, es que se simuló el mismo escenario anterior pero en marea de cuadratura. Sin embargo, en este caso la dispersión en general fue casi idéntica al escenario anterior por lo que la marea en un grado mínimo estaría forzando estos patrones, considerando que esta no es de gran amplitud en esta zona, diferenciándose muy poco entre sicigia y cuadratura (**Figura 174**).

En general las simulaciones de los distintos escenarios de dispersión para Seno Skyring sugieren que el viento sería un forzante principal, sin embargo la marea y el aporte de aguas dulces tendrían un rol más protagónico en la variabilidad de la dispersión que en la zona el Golfo Almirante Montt (**Figura 175**).

BAHÍA BEAUFORT Y ESTERO CORDOVA

Los puntos de inicio para la simulación de dispersión de partículas elegidos en la zona de Bahía Beaufort y Estero Córdova son presentados en la **Figura 175**, los cuales corresponden a las ubicaciones de centros de cultivo de salmónidos actualmente instaladas. Se presentan las dispersiones simuladas a 24, 48, 72 y 84 horas desde la condición.

a) Deshielo-Tormenta (NW-W) – Sicigias (0-5m)

Durante las primeras 24 horas de simulación, la dispersión se repliega a través de las costas adyacentes a los puntos, y sobre el borde norte del Canal Xaultegua. A las 48 horas de simulación, el Canal Córdova presenta una dispersión a través de todo el fiordo, mientras que en la Bahía Beaufort, las partículas se alinean a lo largo de las costas norte y sur. En la cabeza del Canal Northbrook se concentra un foco de alta dispersión que se mantiene aislado. Entre las 72 y las 84 horas se aprecia que la dispersión de partículas se ha replegado a lo largo de toda la costa sur y gran parte de la costa norte la Bahía Beaufort. Por su parte el Canal Córdova se exhibe con una dispersión que cubre la totalidad del canal y una parte de la costa norte del Canal Xaultegua (**Figura 176**).

b) Deshielo – sin viento – Sicigias (0-5m):

En este escenario se extrae el forzante del viento para observar la acción conjunta de los deshielos y las mareas. A las 24 horas, la dispersión en cada punto es menor, siendo bastante localizada en

torno a las fuentes. A las 48 horas de simulación ésta se presenta con un grado de dispersión levemente mayor, siendo mayormente notoria en el Canal Córdova, donde la cobertura de dispersión ya es parcialmente alta dentro del canal. A las 72 y 84 horas la dispersión de partículas mantiene sus patrones, con un incremento menor, concentrándose mayormente en los bordes de la Bahía Beaufort, pero sin exhibir una conexión entre las fuentes (**Figura 177**).

c) No Deshielo –sin viento – Sicigias (0-5m)

En este escenario sólo se mantiene como forzante la marea. A las 24 horas de empezar la simulación la dispersión es menor, siendo solamente considerable en la costa sur de la Bahía Beaufort, donde se repliega a lo largo de ella. Sin embargo, a las 48 horas de simulación la dispersión a través de la Bahía Beaufort es notoriamente mayor, destacando la influencia de ésta en dicho sector. Entre las 72 y las 84 horas de simulación, la cobertura de partículas cubre gran parte de la Bahía de Beaufort. También se hace considerable la cobertura de partículas en el Canal Córdova, sugiriendo la real influencia de la marea en estas entradas secundarias al Estrecho de Magallanes (**Figura 178**).

d) Deshielo – sin viento – Cuadraturas (0-5m)

Al igual que el escenario anterior se extrae el forzante del viento y del deshielo, pero esta vez se simula la dispersión en cuadratura. A las primeras 24 horas la dispersión es mínima, focalizándose en torno a las fuentes. A las 48 horas, la dispersión ya es considerable en el Canal Córdova, con una cobertura en gran parte del canal. En Bahía Beaufort, las partículas se alinean a la costa sur, aunque las fuentes no evidencian conexión entre ellas. Entre las 72 y las 84 horas los patrones mantienen la tendencia, siendo la mayor cobertura en el Canal Córdova, mientras que en la Bahía Beaufort se repliega mayormente. Es de resaltar que se aprecia un transporte de partículas hacia el Estrecho de Magallanes, el cual tiende a aproximarse hacia la dispersión acumulada en la costa norte del Canal Xaltagua. Esto evidencia que la marea en esta zona sólo sería importante dentro del Canal Córdova y con una influencia menor en la Bahía Beaufort. Sin embargo su influencia disminuye al compararla con la dispersión en sicigia (**Figura 179**).

Los modelos realizados en la Bahía Beaufort y Canal Córdova sugieren que la marea sería un forzante principal dentro de estas dos zonas adyacentes al Estrecho de Magallanes, aunque también el aporte aguas dulce cumpliría un rol importante en la dispersión a la cabeza del Fiordo Northbrook. Por último, el viento (sin dejar de ser un forzante principal) tendría menos influencia que las mareas dentro la Bahía Beaufort y el Canal Córdova.

6.7 Objetivo 4.2.7

Evaluar la capacidad de dispersión de las partículas al interior de los dominios establecidos, para alta resolución y para el modelo regional, comparando estadísticamente dicha información con observaciones de correntometría lagrangiana de una duración mínima de 48 horas.

Se realizaron simulaciones para verificar el comportamiento del modelo lagrangiano de dispersión de partículas versus la observación de boyas derivadoras. Los resultados de este objetivo se encuentran en el ANEXO X en forma de mapas y tablas, además se agrega la estimación de error por cada zona.

a) Seno Última Esperanza (**Figura 1: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 22.9 Km. por un periodo de 30 horas alcanzando una velocidad media de 21.2 cm/s. Su dirección predominante fue a lo largo de canal hacia el SE. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante que es explicado debido al flujo de agua dulce proveniente del sistema de glaciares en aquel sector. El modelo tiende a subestimar la velocidad media en alrededor de 5 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

b) Canal Señoret: (**Figura 2: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 13 Km. por un periodo de 22 horas alcanzando una velocidad media de 15.12 cm/s. Su dirección predominante fue a lo largo de canal hacia el SE. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante que es explicado el flujo de agua dulce proveniente del sistema de glaciares en aquel sector. El modelo tiende a subestimar la velocidad media en alrededor de 7 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

c) Seno Obstrucción: (**Figura 3: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 17.5 Km. por un periodo de 45 horas alcanzando una velocidad media de 10.9 cm/s. Su dirección predominante fue siguiendo la línea de costa hacia el oeste. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante, pero tiende a generar velocidades menores recorriendo aproximadamente la mitad de recorrido del observado en el mismo tiempo. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 5 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

d) Seno Poca Esperanza: (**Figura 4: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 6.7 Km. por un periodo de 14 horas alcanzando una velocidad media de 13.4 cm/s. Su dirección predominante fue siguiendo la línea de costa hacia el SE. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante, pero tiende a generar velocidades menores recorriendo la misma distancia en el doble de tiempo. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 6 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

e) Golfo Almirante Montt: (**Figura 5: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 22.3 Km. por un periodo de 44 horas alcanzando una velocidad media de 14.08 cm/s. Su dirección predominante hacia el SE. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante en un inicio, pero tiende a generar una desviación en flujo alrededor de una isla generando diferencias importantes respecto de la deriva final. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 6 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

f) Punta Rocallosa-Skyring: (**Figura 6: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 16.2 Km. por un periodo de 48 horas alcanzando una velocidad media de 9.4 cm/s. Su dirección predominante hacia el este. La simulación muestra una buena concordancia tanto en lo relativo a la dirección predominante como en la velocidad media. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 1 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

g) Canal Fitz Roy: (**Figura 7: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 27.8 Km. por un periodo de 11 horas alcanzando una velocidad media de 68 cm/s. Su dirección predominante hacia el SE. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante, pero tiende a generar velocidades muy por debajo de lo observado. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 50 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

h) Canal Gajardo-Skyring: (**Figura 8: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 18 Km. por un periodo de 28 horas alcanzando una velocidad media de 18 cm/s. Su dirección predominante hacia el ENE. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante, salvo que tiende a tener mayor variabilidad generando un desplazamiento que sigue la línea de costa, aunque se genera un flujo neto hacia el interior de Skyring. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 3 cm/s**(Tabla 1: ANEXO X)**.

i) Canal Gajardo-Xaultegua: (**Figura 9: ANEXO X**): La boya derivadora observada en esta zona se desplazó 8 Km. por un periodo de 18 horas alcanzando una velocidad media de 13 cm/s. Su dirección predominante es hacia el SW. La simulación muestra una buena concordancia en lo relativo a la dirección predominante, que tiende a salir hacia el estrecho de Magallanes. El modelo subestima la velocidad media en alrededor de 4 cm/s **(Tabla 1: ANEXO X)**.

La **Figura 10** y **Tabla 1** del **ANEXO X** muestra el comportamiento de los errores en distintos lugares simulados. Se aprecia que el modelo (de forma general) tiende a subestimar los valores de velocidad media observados. El porcentaje de error de la velocidad media del modelo, definido como el porcentaje del error respecto de la velocidad media observada (**Figura 11, ANEXO X**), indica que en Canal Fitz Roy se encuentran los mayores errores de velocidad media en torno a 70%, mientras que los menores se encuentran en Seno Última Esperanza, Punta rocallosa y Canal Gajardo-Skyring en torno al 20 %. Cabe señalar que el patrón general de circulación dado por la dirección de la deriva tiende a replicarse en alto grado generando las mismas direcciones en casi todos los experimentos evaluados.

6.8 Objetivo 4.2.8

Identificar la presencia de cuencas definidas geomorfológicamente, limitadas por ejemplo por umbrales o constricciones, ubicadas al interior de los dominios de alta resolución, llevando a cabo en dichas cuencas un cálculo de tiempo de residencia de la cuenca en la capa superficial y en la cuenca en general, para a lo menos dos periodos representativos del año, por ejemplo invierno y verano. En el desarrollo de este objetivo deberá tomarse como referencia la zonificación en macrozonas desarrollada por la Subsecretaria de Pesca.

Golfo Almirante Montt

Se ha descrito como la conformación batimétrica es determinante en la hidrodinámica del Canal Kirke, Santa María y Golfo Montt, hecho que también ha sido corroborado por las mediciones observadas en estos estudios. De esta manera fueron determinadas diferencias espaciales en torno a los valores observados, junto a patrones de distribución horizontal y vertical en la hidrografía de la campaña Golfo Almirante Montt, resultados estrechamente relacionados a la constricción umbral que compone el Canal Kirke, Canal Santa María y Canal Señoret. Estas constricciones originan la formación de 3 cuencas: la primera localizada entre el Seno Última Esperanza y Canal Señoret (cuenca este); la segunda entre el Canal Señoret y la entrada del Kirke, incluyendo todo el Golfo Almirante Montt (cuenca central); y la tercera localizada fuera del Canal Kirke (cuenca oeste). La cuenca oeste está compuesta por profundidades variadas entre 400-600m en el Canal Sarmiento, 200m en el Canal Unión y 120-150m en el paso Morla-Vicuña. Una situación completamente diferente registra la batimetría en la entrada oriental del Canal Kirke (cuenca central) donde la profundidad varió desde los 30-50 metros en el Golfo Almirante Montt y Canal Señoret, a los 200m del Estero Worsley y Canal Valdés. Este hecho es de relevancia, ya que posiblemente estaría determinando la conformación de microcuencas dentro del Golfo Montt (Estero Worsley y Canal Valdés). La cuenca oriental, ubicada en el Estero Última Esperanza, estuvo definida por una profundidad media de 400m metros (**Figura 180**).

Los análisis estadístico multivariados, de invierno y verano, revelaron la conformación de 3 grupos diferentes en el escalamiento multidimensional (**Figuras 181 y 182**). Estas diferencias espaciales estuvieron en estrecha relación con la conformación batimétrica, de manera que los grupos tienden a ordenarse en función de las cuencas. El análisis SIMPER indicó que la salinidad y la densidad conforman sobre el 80% de la variabilidad espacial, siendo el porcentaje restante correspondiente a la temperatura y el oxígeno disuelto. Estos patrones de distribución fueron observados en la capa superficial entre 1-25m de profundidad (**Figuras 181a** y **182a**), como así también en toda la columna de agua (**Figuras 181b** y **182b**).

La separación espacial observada en los análisis estadísticos puede ser corroborada con los perfiles compuestos (scatter plot) de salinidad y densidad. En invierno la salinidad en la capa superficial de la cuenca este, se mantuvo en rangos de 3-18 psu y 4-16 σ_T; la cuenca central muestra rangos de

20-25 psu y 18-22 σ_T; la cuenca oeste mostró los mayores rango de salinidad y densidad 20-25psu y 23-25 σ_T (**Figura 181**). Este mismo patrón se observa en los perfiles bajo los 50m, donde se evidencia la separación de las 3 cuencas: cuenca este 16-18 psu. 12-14 σ_T; cuenca central 22-24 psu y 17-19 σ_T; cuenca oeste 30-33 psu y 25-26 σ_T (**Figura 183**).

En verano se corrobora como los diferentes rangos de salinidad y densidad (sigma-t), se relacionan con la conformación de las cuencas en superficie 1-25m: la cuenca este presentó rangos de 3-14psu y 2-11 σ_T; la cuenca central estuvo 9-20 psu 9-16 σ_T; y la cuenca oeste estuvo entre 19-30 psu y 15-23 σ_T. Debajo de los 50 metros se observa el mismo comportamiento: cuenca este 16-18 psu y 12-14 σ_T; cuenca central 22-23psu 17-19 σ_T; cuenca oeste 31-33psu y 24 -26 σ_T (**Figura 184**).

La distribución horizontal de la salinidad evidencia un aumento progresivo desde la boca del Estero Última Esperanza (al este) hasta el Canal Unión (al oeste). Este aumento se observó tanto en invierno (**Figura 185**) como en verano (**Figura 186**). A través de los diferentes estratos puede observarse la conformación de las 3 cuencas.

Intercambio de agua

Los periodos de modelación que actualmente pueden construirse, debido a los altos costos de cómputo que significa, hacen complejo el poder obtener simulaciones de más de 20 días. De todas formas se logró construir una primera aproximación que hace posible verificar qué sectores dentro del Golfo Almirante Montt tienen mayor probabilidad de tener agua más "viejas" (método de "Average Age", AvA). Esto describe el tiempo medio que las parcelas de agua han pasado dentro de un volumen dado (Engqvist et al. 2006). Para calcular esto para las cuencas en Golfo Almirante Montt y Seno Skyring se utiliza un trazador de edad. Fuera de los dominios la concentración del marcador se supone a cero, es decir, agua fuera de los bordes del dominio de la cuenca se supone que tiene edad cero y se denomina exógeno. En cada punto la concentración aumenta linealmente con el tiempo, es decir, para una cuenca cerrada la concentración aumenta monótonamente a la misma velocidad que el paso del tiempo. Este trazador de edad se transporta y se mezcla en el modelo como cualquier otra sustancia, por ejemplo, salinidad. Así, la concentración del trazador de edad representa la edad del agua relativa al agua fuera de los dominios en ese punto particular del espacio y del tiempo. Así se calculará AvA para todo el dominio del modelo en Golfo Almirante Montt y Skyring y no por sub-cuencas como una primera aproximación. Se utilizó el módulo Ecolab de MIKEZERO para realizar los cálculos de AvA.

La **Figura 187** muestra la edad del agua en la capa superficial; en tonos rojos aparecen las aguas con menos renovación, es decir, más antiguas. Se puede apreciar claramente los lugares en donde está ingresando agua renovada, al oeste por el Canal Unión y en el Seno Última Esperanza, agua dulce producto de ríos y glaciares. Las aguas más antiguas se encuentran situadas en el Golfo Almirante Montt y en senos adyacentes como el Obstrucción, Vattuone y Poca Esperanza. La **Figura 188** muestra a los 20m de profundidad que el Seno Última Esperanza comienza a tener aguas más antiguas, mientras que en otros sectores se aprecian límites importantes tales como el paso del Canal Kirke y el Canal Santa María hacia el Golfo Almirante Montt, importantes constricciones que

estarían controlando los tiempos de residencia. A los 50 m (**Figura 189**) es posible apreciar que toda la zona este del Golfo Almirante Montt (en color blanco) ha quedado sin agua debido a la baja profundidad, mientras se sigue mostrando lo importante que resultan los límites de los canales Kirke y Santa María. En este sentido cabe señalar que el Canal Santa María estaría presentando aguas más antiguas que el Canal Kirke, debido a una constricción en el oeste del canal. La **Figura 190** muestra que a los 100 m se encuentran las sub-cuencas más profundas y el evidente poco recambio que existe entre estas y la zona exterior. Por debajo de los 200m la mayor parte del agua se encuentra en el Seno Última Esperanza (**Figura 191**). Y a los 300m de profundidad se puede visualizar que sólo el Seno Última Esperanza es capaz de resguardar agua (**Figura 192**), y que por tanto, ésta debe representar las aguas más antiguas de toda esta zona, en donde el intercambio de agua se encuentra limitado en varios sectores.

Una sección vertical desde el Seno Última Esperanza (cuenca este) hasta el Canal Unión (cuenca oeste) evidencia que las aguas de mayor antigüedad en la columna de agua, se encuentran localizadas dentro del Seno Última Esperanza; de manera contraria las aguas más nuevas se encuentran localizadas en el canal Unión (**Figura 193**).

Seno Skyring

La conformación batimétrica observada entre Paso del Mar y Seno Skyring presenta latitudinalmente 2 cuencas, separadas por la constricción batimétrica localizada dentro del Canal Gajardo, en las proximidades de Punta Rengo (52º54'21,6''S y 72º56'47,6''). De esta manera se conforma una cuenca este y otra oeste (**Figura 194**). La primera cuenca se encuentra limitada entre el Canal Fitz Roy, caracterizado por lo somero (profundidad<25m) y la entrada del Canal Gajardo. Sin embargo es importante mencionar que el Seno Skyring también presenta una batimetría compleja y variada; entre la Isla Juan (52º33'55''S y 72º13'40'') y el Canal Fitz Roy la profundidad no sobrepasa los 150m, mientras que desde Isla Juan hasta la entrada del Canal Gajardo la profundidad presentó rangos desde 100 hasta 500m. Es importante mencionar que esta cuenca también se encuentra conectada al Seno Otway, sin embargo, el presente estudio no comprendió mediciones de ningún tipo dentro de este seno, y debido a esto no es posible conocer o descartar la influencia real de este cuerpo de agua y su conexión con el Seno Skyring, comunicados a través del Canal Fitz Roy, canal somero que no sobrepasa los 25m de profundidad.

Los análisis estadísticos multivariados revelaron una separación espacial de los parámetros hidrográficos con la conformación de las cuencas. Este patrón espacial fue observado tanto en superficie (**Figura 195a**), como en la columna de agua integrada, desde superficie hasta el fondo (**Figura 195b**). SIMPER (siglas en inglés de porcentaje de similaridad) indicó que la salinidad y la densidad contribuyen con un 85% de la variancia, mientras que el oxígeno disuelto y temperatura sólo contribuyen con un 15%.

En complemento con los análisis estadísticos, los perfiles de salinidad y densidad, muestran diferencias espaciales en sus rangos. De esta manera en la cuenca este la salinidad superficial estuvo entre los 17 y 18 psu, y por debajo de 50m los perfiles de salinidad presentan rangos de 19 a 20 psu. En contraste la cuenca oeste presenta rangos superficiales entre 26 a 30psu, y entre ≈31-33 psu bajo los 50m (**Figura 196a**). Los perfiles de densidad replican el mismo patrón observado en la salinidad, una separación entre ambas cuencas, en toda la columna de agua (**Figura 196b**).

Pese a que la temperatura no presentó relevancia estadística en análisis multivariados, es importante mencionar que la estructura vertical de la temperatura registró algunas diferencias entre las cuencas. La cuenca oeste exhibió una termoclina inversa (0.02 ºC/m), donde los menores valores se encuentran en la capa superficial mientras que con el aumento de la profundidad también se incrementa la temperatura; de forma contraria, las estaciones de la cuenca este presentan una termoclina normal (-0.03ºC/m). Bajo los 50 metros la temperatura de la cuenca este es ≈5-6ºC, en cambio en la cuenca oeste la distribución vertical de temperatura presenta aguas de mayor temperatura 7,5-9ºC.

Las iso-superficies halinas (**Figura 197**) también evidencian las diferencias espaciales entre ambas cuencas en relación a la distribución horizontal. La cuenca conformada dentro del Seno Skyring, muestra menor salinidad en todos sus estratos respecto a la cuenca oeste, donde se observan características o condiciones oceánicas, valores de 31-32 psu, cercanos a valores de ASAA (33psu).

Para la determinación del Average Age (AvA), se utilizó un periodo de simulación hidrodinámico de 25 días. Se calculó el AvA para ese periodo y posteriormente la condición final fue usada como condición inicial de una nueva simulación con la misma hidrodinámica hasta completar un periodo de 125 días de simulación. El supuesto de este mecanismo es que la hidrodinámica de 25 días puede ser representativo para calcular cual es el tiempo de residencia en un sistema como este. Si bien es cierto que sería mucho más exacto hacer un cálculo hidrodinámico real por un periodo mucho más largo de tiempo (ej: 1 año). La ventaja de generar un "loop" con la hidrodinámica es que permite realizar simulaciones de AvA que son mucho más rápidas de generar, permitiendo alcanzar un periodo mayor de estimación. Se hace hincapié en que el cálculo de AvA no necesariamente representa el tiempo de residencia de una cuenca, pues para poder determinar esto se requiere que AvA alcance un periodo de estabilización, es decir, cuando la curva de AvA para un punto específico tiende a un valor constante. En este sentido se logró una estabilización de todo el sector del estrecho de Magallanes, quedando aún periodos de estabilización para las cuencas del seno Skyring y Otway. Es probable que se requieran simulaciones muy largas para llegar a obtener los tiempos de residencia dentro de estos senos (meses o hasta 1 año).

La **Figura 196** muestra la edad de agua en la capa superficial, en tonos rojos aparecen las aguas con menos renovación. Se puede apreciar claramente los lugares en donde está ingresando agua renovada, al lado oeste y este del Estrecho de Magallanes y el ingreso de agua dulce producto de ríos y glaciares principalmente en el Seno Skyring. Las aguas más antiguas se encuentran situadas en los Senos Skyring y Otway, principalmente en este último debido a la menor aportación de

fuentes de agua dulce que tiene y por la escasa conexión con agua exteriores. La salida del Canal Jerónimo hacia el Estrecho de Magallanes presenta un mayor valor de AvA y está dado por la salida de aguas más "viejas" provenientes desde el Seno Otway que se van mezclando con aguas más "jóvenes". La **Figura 197** comienza a mostrar a los 20m que las entradas de agua dulce en los senos interiores comienzan a disminuir, pero a su vez comienza a aumentar la entrada de aguas más jóvenes desde el estrecho de Magallanes hacia el Canal Jerónimo; se observa por tanto, que éste es la principal comunicación con el interior, mientras que la comunicación del Canal Gajardo con el Seno Skyring está altamente bloqueada por una constricción que alcanza alrededor de los 4 metros de profundidad generando dos zonas de condiciones bien distintas. Las **Figuras 200** y **201** muestran cómo evoluciona el intercambio de aguas en la vertical. Los senos, a medida que aumenta la profundidad (50m y 100m respectivamente), contienen aguas de mayor edad, lo que muestra que a esta profundidad ya no existe agua dulce como fuente de renovación de las aguas interiores, sino sólo el agua transferida desde el Canal Jerónimo. Finalmente las **Figuras 202** y **203** muestran el intercambio de agua a 200 y 300m, observándose que el Seno Skyring no contiene ninguna conexión con el exterior generando tiempos de residencia muy extensos, en cambio el Seno Otway al tener una conexión más importante a través del Canal Jerónimo renueva sus aguas con mayor asiduidad.

Ambas cuencas se encuentran interconectadas por estos 2 canales, dándoles características diferentes a cada una, que podrían potencialmente conformar zonas hidrográficas con características diferentes (cuerpos de agua diferente). Tal como se aprecia en la **Figura 204** el agua de mayor antigüedad se localiza dentro del Seno Skyring, mientras que las aguas más nuevas se localizan al oeste del Canal Gajardo hasta Paso del Mar.

6.9 Objetivo específico 4.2.9.

Incorporar toda la información producida por lo modelos desarrollados (campos vectoriales de corrientes, esquemas de circulación, etc.) a una base de datos que permita representar gráficamente, en un esquema geográfico, los diferentes escenarios caracterizados por los modelos implementados, posibilitando su uso y evaluación posterior.

Los resultados de modelación de campos de corrientes producidos por DHI MIKE, realizados en mallas flexibles, con niveles verticales sigma, son generados en formatos propios del software que contienen todos los pasos de tiempo modelados, cuya extensión es .Dfsu. Estos archivos pueden ser archivos en 2D, los cuales representan un nivel vertical específico, y archivos 3D, que contienen más de un nivel vertical modelado, siendo denominados archivos .Dfsu 2D y .Dfsu 3D, respectivamente.

Esta información viene compilada con una estructura propia, la cual la hace incompatible con cualquier plataforma de visualización y representación geográfica de acceso libre excepto la propia de MIKE, siendo entonces necesaria una serie de conversiones para llevarla a datos tipo ASCII. Sin embargo, al generar archivos ASCII, el volumen de información resultante es demasiado alto, lo cual

lo hace inmanejable para cualquier gestor de datos, por lo que estandarizar los resultados se hace urgente.

Visualización de los datos

Aun así es posible utilizar herramientas de visualización de los resultados de modelación que son de uso libre y pagado. Entre las primeras tenemos el visualizador de MIKE3, el cual es gratuito y descargable de la página (http://www.dhisoftware.com/Download/MIKEByDHI2012.aspx), encontrándose disponible la última versión MIKE by DHI 2012. Ésta es la herramienta más completa que podemos encontrar, ya que además de ser de libre acceso, y poder visualizar y generar videos de la modelación para archivos .Dfsu 3D y 2D, posee herramientas de pre y post proceso, las cuales permiten realizar análisis más avanzados a los datos, como también extraer series de tiempo de puntos específicos y trabajarlas como estaciones (**ANEXO VII Figura 1**).

En el caso de software pagado, tenemos a MATLAB, el cual es un lenguaje de programación de una enorme capacidad de procesamiento, que permite trabajar con grandes volúmenes de datos (dependiendo del hardware). DHI últimamente ha liberado en su página un paquete de herramientas (toolbox) que permiten la lectura y manejo de archivos .Dfsu en MATLAB (**ANEXO VII figura 2**)

En el **ANEXO VII** se adjunta un tutorial para visualizar modelos con MIKE (archivos .Dfsu), y como poder extraer series de tiempo desde los campos de corrientes modelados.

7. DISCUSIÓN

Los patrones espaciales descritos en los resultados corresponden a lo reportado y graficado para esta misma región por otros autores. Tal es el caso de la salinidad, al respecto Silva & Calvete (2002), plantean que el aporte del agua de descarga de ríos y/o aguas de deshielos actúa como forzante sumado al efecto del agua oceánica que ingresa al interior de los canales, dando de esta manera la característica de distribución vertical de salinidad descrita anteriormente.

Que la temperatura presente mínimas superficiales, denotando una termoclina inversa, es una situación que ya ha sido reportada para la zona de canales australes (Silva & Guerra, 2008). En referencia a esto, Sievers *et al*.(2002) indican que el aporte de agua de deshielo con temperaturas de hasta 4°C forman este tipo de distribución térmica en los canales Messier, Wide y Smith. Esto contrasta con el hecho de que en verano la temperatura superficial del mar sea mayor que en invierno, denotando una termoclina normal (mayor temperatura en superficie); además la radiación solar en verano es el forzante mayor de la temperatura superficial del mar para estas latitudes (Silva, 1998).

Estos hechos son relevantes debido a que dentro del Seno Última Esperanza la conformación de la estructura termo-halina presenta diferencias estacionales (invierno y verano). En verano pese a destacar una termoclina normal desde la entrada del Canal Señoret hasta el Paso Morla-Vicuña, dentro del seno se detectan mínimos superficiales, sumado a que en verano también la salinidad es menor. Es de suma importancia destacar que el estero se encuentre fuertemente influenciado por el rio Serrano cuyo caudal es máximo en verano (febrero) producto de los deshielos, coincidiendo con el periodo de estudio. Otro antecedente que estaría corroborando este hecho es la elevada concentración de oxígeno disuelto registrada en el estero, ya que el hielo de glaciares puede aportar altas concentraciones de oxígeno a la columna de agua superficial producto del derretimiento.

El hecho de que la densidad replica el mismo patrón observado para la salinidad estaría indicando que sería el parámetro influyente sobre la densidad, siendo su aporte más significativo que el de la temperatura, situación reportada por Pinochet *et al*., (1996). Esto también está reforzado por Sievers *et al*., (2002) quienes indican que esta relación se da por la amplitud de valores en salinidad, a diferencia de lo que sucede con la temperatura donde los rangos de variación presentan menor magnitud.

Silva *et al.,* (1998) determinaron la presencia de 3 masas de agua diferentes en la región de canales y fiordos australes: agua superficial Subantártica (ASSA); Agua ecuatorial subsuperficial (AESS) y agua intermedia antártica (AIAA,). Estas masas de agua también estarían presentes en la región de Magallanes. Por los alcances de este estudio sólo fue considerada la masa de agua superficial subantártica ASSA, debido a que es la masa de agua correspondiente a la profundidad a la cual fueron realizados los diferentes perfiles hidrográficos (0-200m), además los rangos de salinidad observados concuerdan a los valores propios de la masa de agua ASSA (8-9°C y 33psu).

Es muy importante señalar que en conjunto con las masas de agua, en la zonas de canales australes se encuentran también 2 tipos de agua, como agua estuarina AE (<28 psu) y agua dulce AD (<1psu). La interacción de estos tipos de agua con el ASSA estimulan la trasformación de las características del ASSA, igualmente Silva *et al.,* (1998) denomina a esta agua con una diferente constitución, agua subantártica modificada ASAAM.

Sievers *et al.,* (2002), observaron una disminución de la salinidad dentro del Canal Baker, precisando que a medida que se adentraban a la cabeza del fiordo la salinidad disminuía proporcionalmente. Es importante indicar que el canal Baker se encuentra influenciado por el aporte de agua dulce del rio Baker.

Una situación similar es la que se estaría exhibiendo desde el interior del Golfo Almirante Montt (cabeza del Estero Última Esperanza) hacia fuera del Canal Kirke, siendo éste un límite marcado, hasta el Canal Sarmiento. Los resultados observados exponen una progresión halina desde la cabeza del Estero Última Esperanza hacia el Canal Sarmiento (este-oeste). Lo cual es reforzado por la densidad expresada a través de unidades de sigma-t, ya que este parámetro estuvo caracterizado por presentar plena concordancia con los patrones de salinidad (perfiles verticales y distribución horizontal). Esta misma situación se evidenció dentro del Seno Skyring, donde estaría ocurriendo la formación de 2 cuencas: una al interior del Canal Gajardo y otra al oeste de dicho canal, donde se produciría una conexión con un intercambio limitado producto de la constricción formada en el Canal Gajardo. Así la cuenca este, serian aguas menos salinas, menor temperatura y menor densidad, producto de un mayor aporte de agua dulce, mientras que en la cuenca oeste (Golfo Xaultegua hacia Bahía Beaufort), se conformaría por aguas de características oceánicas. Debido a las características oceanográficas que se dan en el Seno Otway, producto de una mayor conexión con la zona oceánica a través del canal Jerónimo, se registran salinidades promedio para el seno Otway ~30 psu (Valdenegro y Silva, 2003). Sin embargo aún falta información para corroborar estos antecedentes y poder contrastar los resultados con cambio temporales.

Esquema de circulación

Las diferencias espaciales en torno a los valores observados junto a patrones de distribución horizontal y vertical en la hidrografía de la campaña Golfo Almirante Montt, se encuentran estrechamente relacionadas a la circulación y mecanismos de intercambios generados a través de la constricción umbral que compone el Canal Kirke y el Canal Santa María (Cáceres y Valle-Levinson, 2009) y un tercera constricción localizada entre el Canal Señoret y el Seno Última Esperanza. Estas constricciones originan la formación de 3 cuencas, las cuales se encuentran interconectadas, pero con circulaciones restringidas, dándoles características diferentes a cada una, lo que podría potencialmente conformar zonas hidrográficas con características diferentes (cuerpos de agua diferentes).

Silva (2009) ha reportado un esquema de circulación tipo estuarino positivo dentro del Golfo Almirante Montt que, en teoría, es el tipo de transporte que se produce en los canales y fiordos de la zona austral de Chile. Esto está fundamentado en un transporte de agua dulce (AD) y posterior mezcla formando agua estuarina (AE) desde el origen del AD, que en este caso estaría principalmente en la cabeza del Estero Última Esperanza, aportados por el río Serrano que presenta un aporte fluvial promedio anual de 31 m3/s (Niemeyer & Cereceda 1984), sumado al aporte provocado por los deshielos provenientes del Ventisquero Balmaceda y Glaciar Serrano. Tal situación supone un antecedente relevante y fundamentado en que los flujos residuales, obtenidos a través de los ADCP remolcados, indican baja circulación y, sumado a los menores valores de salinidad/densidad dentro del golfo, indicaría que el agua proveniente del canal Sarmiento (que es agua de mayor salinidad y densidad) ingresaría al Golfo Montt por el Canal Kirke por la capa más profunda, denotado por la profundización de las isohalinas e isopicnas al pasar del canal Sarmiento al Golfo Montt. A su vez, y por el principio de conservación de volumen el agua menos densa seria transportada fuera del Golfo Montt por la capa superficial de menor densidad y salinidad (AE<28psu), lo cual concuerda con las observaciones de agua menos densa y salina en superficie a través de todo el Paso Lautaro y Canal Sarmiento (signo de estratificación).

Castillo *et al.,* (2006) determinaron un gradiente vertical asociado al ingreso de agua oceánica (dentro del Canal Darwin), que se hunden por su mayor densidad (aguas interiores menos salinas).Esto explicaría por qué en los canales interiores no se encuentra salinidad mayor a 33,5 psu. Los autores también revelan que aguas de diferentes características en cuanto a temperatura y salinidad, genera que se observen diferencias en estos 2 parámetros respecto al eje este-oeste, los cuales seria aportados por el Canal Utarupa, generando una gradiente horizontal. Ambas situaciones fueron observadas en los presentes resultados.

Este tipo de transporte ha sido documentado por Calvete & Sobarzo (2011), quienes platean que el efecto de esta agua estuarina junto a una delgada película de agua dulce presenta un transporte de tipo pluma llegando a extensiones cercanas a los 100 km, desde su lugar de origen y fuertemente relacionado al volumen y aporte del caudal. La extensión de esta capa denominada ***brackish layer***, tiene una marcada influencia hasta la zona de formación de frentes termohalinos, siendo en algunos casos la salinidad el factor determinante de esta capa altamente estratificada (Stigebrandt & Molvaer, 1996). En referencia a esto Cáceres & Valle-Levinson (2009), señalan que el Canal Kirke y Santa María junto a la disipación de la energía proveniente de la marea, tienden a la formación de frentes termohalinos, planteamiento que estaría reforzando la idea de una circulación restringida entre la cuencas dentro del Golfo Montt y la cuenca oeste (Canal Sarmiento - entrada Canal Kirke). Este esquema de circulación general permite comprender y tener una aproximación del sistema de transporte de agua y la interconexión que se produce entre estas dos cuencas oeste y este. Sin embargo, también es importante señalar que el esquema de circulación al interior del Golfo Montt, presenta complejidades que de acuerdo al análisis de los flujos residuales muestran otros patrones dentro del Golfo al clásico flujo de dos capas. El Seno Poca Esperanza evidenció un flujo de 3 capas de baja magnitud, que Cáceres & Valle-Levinson (2009) señalan que se produciría en zonas de alternancia entre estratificación y fuerte mezcla, con la formación de 3 estratos (rompiendo el clásico

esquema estuarino); los autores atribuyen esta variante a la batimetría, ya que en estuarios de mayor profundidad se observa esta tercera capa bajo los 50-60 metros (Valle-Levinson *et al*., 2007). Cáceres & Valle-Levinson (2009) observaron que los fenómenos advectivos y friccionales inducen importante predominio en la hidrodinámica, substituyendo el flujo de 2 capas, por flujos residuales laterales. En relación a esto, se enfatiza el flujo dentro del Seno Última Esperanza, debido a que presentaría estas características, en base a los resultados evidenciados en el ADCP remolcado realizado en este estero, donde se puede observar la formación de dos flujos laterales (**Figura 25**).

Cáceres & Valle-Levinson (2009), señalan como la conformación batimétrica también influye sobre la hidrodinámica del canal Kirke, Santa María y golfo Montt. De esta manera en la cuenca occidental la profundidades oscilan entre un máximo de 400m en el canal Sarmiento y 150m paso Morla-Vicuña, a los 30 metros en el Golfo Almirante Montt y Canal Señoret de la cuenca central, y los 350 metros del Paso Vattuone en la cuenca oriental. Este hecho es relevante debido a que posiblemente induciría una circulación con mayor tiempo de residencia en profundidades mayores a 100m.

La zona del Estrecho de Magallanes está compuesta principalmente por sistemas de canales, fiordos, senos y bahías capaces de influenciar en la distribución de los parámetros oceanográficos, restringiendo el intercambio de agua y generando zonas semi-aisladas con características oceanográficas particulares que las diferencian entre ellas. De esta manera dentro de la zona del estrecho han sido diferenciadas tres sub-cuencas (Panella *et al*., 1991). La sub-cuenca oriental entre la entrada del Océano Atlántico y la Segunda Angostura, la sub-cuenca central, entre dicha angostura e Isla Carlos III, y la sub-cuenca occidental desde dicha isla hasta la boca occidental del estrecho.

Las masas de agua presentes dentro de este sistema corresponden a Agua Subantártica del Pacífico, Subantártica del Atlántico (ASAA) y agua dulce (AD), que al mezclarse forman las aguas AE y ASAAM. Sin embargo el ingreso de agua desde el Océano Atlántico, parece no tener una influencia mayor en la microcuenca central y occidental del Estrecho de Magallanes, afectando principalmente a la microcuenca oriental, donde el flujo de ingreso y salida es modulado especialmente por las mareas. Valdenegro & Silva (2003) y Fierro (2006) realizaron estudios de marea en el Estrecho de Magallanes y encontraron diferencias significativas del rango de marea entre la parte oriental (conectada al Atlántico) y la occidental (conectada al Pacifico) mostrando valores de 10,37 m (52º 25’ S, 69º 30’ W) en la boca oriental por los escasos 1,80 m (52º 50’ S, 74º 29’ W) en la boca occidental.

Valdenegro y Silva (2003) propusieron un esquema de circulación en el sector del Estrecho de Magallanes en base a la medición de temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes. Estos autores infieren que existe un sistema de circulación estuarina positiva de dos capas, en el cual la capa superficial de menor temperatura, baja salinidad y nutrientes, ocasionada por los aportes de agua dulce (ríos, glaciares y precipitaciones) tanto de la zona continental e insular, fluye hacia el océano; mientras bajo ella existe una capa profunda cuasi homogénea en casi todas las variables muestreadas, la cual corresponde a aguas de características marinas que ingresan hacia los canales.

Es importante mencionar que el factor viento también juega un rol significativo en la configuración del flujo dentro de la región de Magallanes. En esta región existe una dominancia de los vientos proveniente desde el oeste y suroeste y que podrían modular las capas de agua superficiales y subsuperficiales generando una mayor variabilidad en la dirección del flujo.

En general el esquema de circulación descrita con anterioridad concuerda con los resultados obtenidos dentro de la sección de estudio del Seno Skyring. Tal es el caso de Bahía Beaufort que mostró flujos superficiales de salida en Seno Glacier, asociados al aporte de agua dulce proveniente del Lago Muñoz Golfo Almirante Montt junto con los deshielos provenientes de Campo Nevado. El Estero Córdova también presentó un comportamiento de flujo en capas en primavera y en otoño, que si bien se relacionaría a la descarga de agua dulce en la capa superficial también podría deberse a la acción del viento durante el periodo de estudio. Golfo Xaultegua presentó diferencias para ambos periodos (primavera y otoño). Durante el periodo de primavera destacó por un dominio en los flujos de entrada, coincidiendo con Chueca & Ahumada, (1980) quienes estudiaron el comportamiento de parámetros hidrográficos en el sector del Golfo Xaultegua y encontraron que existía una clara influencia de aguas provenientes del Océano Pacifico. En tanto durante otoño mostró una configuración del flujo en tres capas con una primera capa de salida (hacia el estrecho), una segunda delgada capa de entrada al seno y una tercera capa de salida. Este patrón en la circulación también se vio reflejado en el flujo residual de Canal Gajardo probablemente ocasionado por la conexión que existe entre ambas zonas. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en Canal Gajardo durante los otros periodos de estudio (primavera-verano) presentaron diferencias, lo que podría ser ocasionado por la acción del viento (**Figura 42**), sumado al aporte de agua dulce, la compleja batimetría y la angostura de este canal. Es importante destacar que el análisis armónico de la corriente en Canal Gajardo (campaña verano) reflejó una alta influencia mareal, similar a lo que ocurre en el Canal Morla-Vicuña (Golfo Montt). Por otra parte si se compara la amplitud de marea entre Canal Gajardo y Bahía Beaufort (primavera), esta última presentó una mayor amplitud mostrando que existe una disipación de la energía dentro de Canal Gajardo. En ambos casos la componente de mayor energía fue la M2, siendo un rasgo característico de esta región (Salinas *et al*. 2004).

En el interior del Seno Skyring se observó una configuración similar del flujo para todos los periodos de estudio. Tal es el caso de Isla Larga que mostró flujos superficiales en dirección este y sur, modulados principalmente por los deshielos de ese sector junto con la acción del viento, mientras que a mayor profundidad la dirección del flujo se ve modificada por la abrupta batimetría. En tanto en la parte media del seno (Punta Rocallosa) los flujos residuales efectuados con el ADCP remolcado variaron en forma latitudinal en sentido este y oeste. Esta configuración del flujo puede estar siendo provocada por el esfuerzo del viento que sopla principalmente desde el oeste a lo largo de todo el año (**ANEXO VIII**) junto con el efecto de la configuración costera del seno que al ser un sistema de agua semi cerrado con conexión al océano sólo a través de los canales Gajardo y Fitz Roy que destacan por su angostura y que ocasionan una circulación oceánica restringida al interior del seno.

8. CONCLUSIONES

- Se recopiló toda la información disponible en cuanto a batimetría de acuerdo a las fuentes disponibles (GEBCO y SHOA). A pesar de esto, la información resulta insuficiente sobre todo en zonas donde se deben generar modelos de alta resolución, esto es, el Golfo Almirante Montt y el Seno Skyring. La solución fue digitalizar imágenes de cartas náuticas de los lugares sin información. Se deja constancia que existen muchísimos lugares costeros interiores sin información batimétrica y que, por tanto, el modelo digital de elevación obtenido pudiera tener errores en las interpolaciones de aquellas zonas con poca información.

- En el Golfo Almirante Montt se identificaron 3 zonas. La cuenca *oeste*, formada desde el Canal Sarmiento hasta el Paso Morla-Vicuña caracterizada por presentar una columna de agua estratificada, influenciada por agua oceánica modificada (ASAAM) y una fuerte influencia mareal. Las otras 2 cuencas se encuentran dentro del Golfo Montt. La cuenca central conformada por la entrada del Canal Kirke hasta Canal Señoret de agua más homogénea y menor energía mareal y la cuenca este constituida por el Seno Última Esperanza. Los resultados indicarían que entre estas dos cuencas existiría una circulación estuarina positiva, donde el agua saldría del Golfo Almirante Montt a través de una capa superficial de agua estuarina (<28psu), cuyo origen estaría en la cabeza del Estero Última Esperanza. Se plantea que la circulación de la cuenca este y central estarían influenciadas principalmente por patrones locales de viento, batimetría y descarga de agua dulce (aporte pluvial y glaciar). Se presentaron diferencias temporales (invierno/verano) por aportes diferenciados en el caudal proveniente del rio Serrano (mayor caudal verano) lo cual se vio reflejado en la variabilidad de la salinidad, menor salinidad en verano, asociado a mayor ingreso de agua dulce.

- Las mediciones del Seno Skyring, estarían indicando un sistema de circulación general similar a lo registrado en Golfo Montt, así las condiciones hidrográficas serian diferentes dentro del Seno Skyring (en contraste al Canal Gajardo). Dentro del seno se registraron valores de salinidad menores a 20 psu, lo que indicaría una fuerte influencia de agua estuarina (circulación influenciada por condiciones locales dentro del seno, tal como lo observado en Golfo Montt). En contraste las condiciones hidrográficas registradas al oeste del Canal Gajardo, como el Golfo Xaultegua hasta la Bahía Beaufort, muestran una columna de agua altamente estratificada en todos los parámetros considerados, donde la columna de agua superficial, tiende a mostrar agua de características estuarinas, mientras que el estrato más profundo mostraría agua de influencia oceánica.

- Se implementó un modelo hidrodinámico regional con bordes en la zona oceánica del Océano Pacifico por el oeste y parte del Océano Atlántico por el este. El dominio de este modelo es una continuación natural del modelo regional Chiloé-Aysén, con lo cual actualmente se cuenta con toda la zona sur-austral de Chile (X a XII regiones) factible de ser simulada. Cabe señalar que este modelo regional no puede ser usado con validez para canales y senos interiores, sino más bien, para otorgar condiciones de bordes a modelos de alta resolución en donde se requiere una mejor definición tanto de la línea de costa como de la batimetría

- Se implementaron dos modelos de alta resolución en zonas interiores de la región de Magallanes. Uno de estos está centrado en el Golfo Almirante Montt e incluye los canales Unión, Morla-Vicuña, Kirke, Santa María, Última esperanza, Obstrucción y Poca Esperanza entre otros. La resolución de este modelo va desde los 90 a 450m. El otro modelo de alta resolución está ubicado desde el Estrecho de Magallanes por el oeste hasta el Seno Skyring incluyendo todos los esteros y canales intermedios. La resolución máxima en este dominio alcanza los 90m, mientras que la mínima los 450m.

- Los resultados de las primeras modelaciones al interior del Golfo Almirante Montt indican principalmente que se produce un fuerte cambio en el balance dinámico de circulación una vez que el flujo cruza las constricciones del Canal Santa María y Kirke. Al lado oeste el modelo muestra una gran similitud comparado con las observaciones de corrientes en el Paso Morla-Vicuña, alcanzado valores de correlación cercanos al 90 %, teniendo en cuenta que en este sector la principal forzante es la marea y que el efecto de viento tiende a ser marginal. Hacia el interior del golfo el control que ejerce el viento sobre todo en periodos de mayor intensidad tiende controlar la circulación; en este sentido cabe señalar que el modelo atmosférico usado no replica de buena forma el comportamiento del viento lo que se traduce en inconsistencias en cuanto a replicar por ejemplo los peak de corrientes asociados al viento. Las correlaciones bajan ostensiblemente en estos sectores no superando el 50%. La futura implementación del modelo atmosférico WRF en esta zona y su posterior validación debiesen transformarse en una buena herramienta para mejorar los resultados al interior de esta zona.

- En general, la evaluación del modelo tanto en Golfo Almirante Montt como en Seno Skyring tienen enormes complejidades y limitaciones, siendo uno de estos aspectos el que se refiere a la calidad de los datos batimetricos. En ambos dominios fue usada escasa cantidad de datos, provenientes estos principalmenete de las cartas nauticas de SHOA. Estos datos, debido a la función de cumplen, están enfocados a la navegación en la parte central de los canales, dejando los sectores costeros sin densidad de datos suficientes para poder caracterizar las zonas más someras en donde usualmente se instalan los centros de cultivo y además donde se realizan las mediciones de correntometría; sumado a esto, existen

amplios sectores en los que no existe ni siquiera información de cartas nauticas, por tanto, el error que se ingresa en el modelo batimétrico puede llegar a ser bastante grande.

- Otra limitación importante sucede con la cuantificación del los flujos de agua dulce. Actualmente la única información disponible y de utilidad es operada por la Dirección generla de Aguas (DGA) con una estación en la desembocadura del rio Serrano, con sólo esta información es dificil poder aproximar cuál es el volumen total de agua dulce total que entra al sistema, tomando en cuenta que no existe cuantificación de cómo los sistemas glaciares (a traves de deshielo o escorrentia superficial) inciden dentro del sistema marino. Para la zona de Seno Skyring no existe ninguna cuantificación del sistema glaciar Gran Nevado, que realiza un importante aporte de agua dulce al sistema Skyring.

- Los patrones de circulación, sobre todo en esta zona por las caracteristicas atmosféricas, son extraordinariamente dependientes de una buena forzante viento. En este sentido, aún no se ha logrado validar un modelo atmosferico ya sea de escala global o local que logre reproducir la variabilidad en estos sistemas complejos.

- Los modelos de alta resolución requeridos para poder simular las caracteristicas de zonas tan complejas como la sur austral de Chile, necesitan de una alta capacidad de cómputo, por tanto, lo costoso que resultó la implementación de estos modelos de alta resolución fue en detrimento de la cantidad de simulaciones necesarias para poder realizar una mejor calibración.

- Se evaluaron diversos escenarios de modelación para ver el comportamiento de la capacidad de transporte al interior del Golfo Almirante Montt y el sistema de Seno Skyring en una condición típica de tormenta. Se realizaron simulaciones combinadas entre sí de deshielo, sin deshielo, en sicigias y cuadratura. Como resultado general, el transporte de partículas mostró que bajo una condición de viento de tormenta, es éste, quien controla el flujo muy por encima de las otras forzantes. Falta desarrollar múltiples escenarios para ver toda la variabilidad del sistema.

- La evaluación de los modelos dispersión indica que el porcentaje de error de la velocidad media del modelo, revela que en Canal Fitz Roy se encuentran los mayores errores de velocidad media en torno a 70%, mientras que los menores se encuentran en Seno Última esperanza, Punta rocallosa y Canal Gajardo-Skyring en torno al 20 %. Cabe señalar que el patrón general de circulación dado por la dirección de la deriva tiende a replicarse en alto grado, generando las mismas direcciones en casi todos los experimentos evaluados.

- Se realizaron cálculos de Average Age (AvA), una medida del tiempo de residencia del agua en un sistema y/o cuenca. Éste mostró que existen importantes umbrales que limitan el intercambio de agua, quedando básicamente todo el interior del Golfo Almirante Montt con una baja capacidad de renovación. El principal límite que existe son las constricciones de los

canales Kirke y Santa María. Para Seno Skyring ocurre una condición similar, aunque se observa que no existe mayor intercambio entre éste y el Canal Gajardo, limitado por una importante constricción (<4m), y por tanto, sería el Canal Jerónimo (a través del seno Otway) la principal vía de intercambio con los senos interiores.

- Se determinó una estrecha relación entre la conformación de la batimetría, las características hidrodinámicas e hidrográficas y los tiempos de residencia del agua. Antecedentes que sumados a los complejos patrones de forzantes locales, como viento y aporte de agua dulce, preliminarmente formarían zonas diferentes: una zona con evidente influencia oceánica, otra zona de características estuarinas y entre ambas una zona de transición. De esta manera entre el Canal Sarmiento y Estero Última esperanza, existirían 3 cuerpos de aguas diferentes, delimitados por las constricciones mencionadas y cada cuerpo de agua presenta tiempos de residencia de sus aguas diferentes. Entre Canal Fitz Roy y Bahía Beaufort, fueron identificados 2 cuerpos de agua diferentes, delimitados por la constricción umbral producida en Canal Gajardo. Dentro del Seno Skyring se encontraría el agua más antigua, con condiciones estuarinas y forzantes locales, mientras que al oeste del Canal Gajardo se localizaría el agua de mayor renovación, con influencias oceánicas.

- Se generó un tutorial para visualizar de manera gráfica, las bases de datos y poder extraer series de tiempos en los diferentes escenarios. El tutorial se desarrolló con herramientas computacionales de acceso libre.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albretsen J, Ann Kristin Sperrevik, André Staalstrøm, Anne D. Sandvik, Frode Vikebø and Lars Asplin, 2011. NorKyst-800 Report No. 1. User Manual and technical descriptions.

Burwell, D., Vincent, M., Luther, M., Galperin, B., 2000. Modeling Residence Times: Eulerian vs Lagrangian. In: Estuarine and Coastal Modeling, M. L. Spaulding and H. L. Butler, eds., ASCE, Reston, VA, pp 995-1009.

Caceres, M., A. Valle-Levinson & L. Atkinson. 2003. Observa-tions of cross-channel structure of flow in an energetic tidal channel. Journal of Geophysical Research 108:3114, doi:10.1029/2001JC000968.

Cáceres M y Valle-Levinson A. 2009. Mecanismos de intercambio y circulación en canales de acceso a seno Última Esperanza. Informe preliminar (octubre-2010) crucero CIMAR fiordo 15. Pp 21-32, disponible en: http://www.cona.cl/publicaciones/cimar_15_fiordos/cimar_15_fiordos.pdf.

Calvete, C. & M. Sobarzo. 2011. Quantification of the surface brackish water layer and frontal zones in the fjords of south of Chile located between Boca del Guafo (43º30`S) and Estero Elefantes (46º30`S). Continental Shelf Research. Vol. 31:162-171,Cameron, W. & D. Pritchard. 1963. Estuaries. En M.H. Hill (ed). The Sea. Vol 2. New York : 306-324.

Castillo, M., M. Bello, H. Reyes & Y. Guerrero, 2006. Patrones de corrientes y distribución vertical de temperatura y salinidad en la entrada oceánica del canal Darwin en invierno y primavera de 2002. Cienc. Tecnol. Mar. 29(2): 25-37.

Chueca, L. & R.Ahumada. 1980. Contribucion al conocimiento de las condiciones hidrograficas de los fiordos de la region Magallanica-Chile. Bolm Inst.Oceanogr., Spaulo, 29 (2), 95-100

Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 2001. Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth. 144 pp.

DHI, 2011. Mike 3, User guide and reference manual. Danish Hydraulic Institute, Denmark.

Duan, Q.; Sorooshian, S.; Gupta, V. 1994. “Optimal use of the SCE – UA global optimization method for calibrating watershed models”. Journal of Hydrology (158), pp. 265-28.

Dyer, K. 1973. Estuaries: A physical introduction, Ed. J. Wiley and Sons Inc. New York.Guzmán, D. & N. Silva 2002. Caracterización física y química y masas de agua en los canales australes de Chile entre boca del Guafo y golfo Elefantes (Crucero Cimar fiordo 4). Cienc. Tecnol. Mar. 25 (2): 45 – 76.

Engqvist A, Andrejev O, 2008. Validation of coastal oceanographic models at Forsmark. Site descriptive modelling SDM-Site Forsmark. TR-08-01. ISSN 1404-0344. 64 pp.

Fierro, J. 2006.Ondas de marea en canales y fiordos australes. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.)Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 63-66, 2006.

Foreman M. 1977. Manual for tidal heights analysis andprediction. Pacific Marine Science Report 77-10: 1-66. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney.

Foreman M. 1978. Manual for tidal currents analysis andprediction. Pacific Marine Science Report 78-6: 1-57. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney.

Godin G. 1972. The analysis of tides, 264 pp. University ofToronto Press, Toronto

Huang W R, Spaulding M. Modelling residence-time response to freshwater input in Apalachicola Bay, Florida, USA. Hydrol Process, 2002, 16: 3051–306.

Jolliffe, I. T. and Stephenson, D. B., 2003: Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Science. John Wiley and Sons

Joyce, T. 1989. On in situ calibration of shipboard ADCPs. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 6, 169-172.

Kamga, A., S. Fongang, and A Viltard, 2000: Systematic error of ECMWF operational model over tropical Africa. Mon. Wea. Rev., 128, 1949-1959.

Kalnay, E., S.J. Lord, and R.D. McPherson, 1998: Maturity of operational numerical weather prediction: medium range. Bull. Amer. Meteor. Soc., 79, 2753-2759

Lwiza, K.M.M., D.G. Bowers, & J.H. Simpson. 1991. Residual and tidal flow at a tidal mixing front in the North Sea. Continental Shelf Research, 11(11), 1.379-1.395.

Murphy, A.H., 1993: What is a good forecast? An essay on the nature of goodness in weather forecasting. *Wea. Forecasting*, **8**, 281-293.

Niemeyer, H. & P. Cereceda. 1984. Hidrografía. Colección Geográfica de Chile. Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.Pickard, G. 1971. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. J. Fish. Bd. Canada, 28: 1077-1106.

Panella, S., A. Michellato, R. Perdicaro, G.Magazzu, F. Decembrini & P. Scarazzato. 1991. A preliminary contribución to understanding the hydrological characteristics of the strait of Magellan: Austral spring 1989. Boll. Oceanol. Teor. Appl., 9(2-3):107-126.

Pawlowicz R, B Beardsley & S Lentz. 2002. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T-TIDE. Computers & Geosciences 28: 929-937.

Pickard, G. 1971. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. J. Fish. Bd. Canada, 28: 1077-1106.

Pickard, G. 1973. Water structure in Chilen fjords. Oceanography of the South Pacific 1972, comp. R. Fraser, New Zeland Nat. Comm. for UNESCO, pp. 95-104.

Pinochet P. & S. Salinas. 1996. Estructuras térmica y salina de fiordos y canales adyacentes a Campos de Hielo Sur, Chile. Cienc. Tecnol. Mar, 19: 93-122.Sievers, H. & R. Prado. 1994. Contraste de las características oceanográficas del Seno Aysén, Chile, entre invierno y verano (Lat. 45° 20' S). Rev. Biol. Mar, 29(2): 167-209.

Ríos, R., & M. Cisterna 2012. Uso de parámetros sedimentológicos en el reconocimiento de ambientes hidrodinámicos en los canales y fiordos adyacentes a "Campos de Hielo Sur". Investig. Mar, 26: 21-30.

Rodrigo, C. 2006. Topografía submarina en canales de la Patagonia Norte. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.). Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 19-23.

Salinas. S., M. Contreras, J. Fierro. 2004. Propagacion de la onda de marea en el estrecho de Magallanes. Cienc. Tecnol. Mar, 27 (2): *5-20*

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). 1996**.** Tablas de marea de la costa de Chile y puntos de la costa sudamericana. SHOA, Valparaíso, 337 pp.

Shen J, Haas L. Calculating age and residence time in the tidal York River using three-dimensional model experiments. Estuar Coast Shelf Sci, 2004, 61: 449–461.

Sievers, H. & R. Prado. 1994. Contraste de las características oceanográficas del Seno Aysén, Chile, entre invierno y verano (Lat. 45° 20' S). Rev. Biol. Mar, 29(2): 167-209.

Sievers, H., C. Calvete & N. Silva 2002. Distribución de características físicas, masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre el golfo de Penas y el Estrecho de Magallanes (Crucero Cimar Fiordo 2). Cienc. Tecnol. Mar, 25(2): 17- 43.

Silva, N., H. Sievers & R. Prado 1995. Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41° 20'S y 46° 40'S. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 30 (2): 207 - 254.

Silva, N., C. Calvete & H. Sievers 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero Cimar Fiordo 1). Cienc. Tecnol. Mar, 20: 23 - 106.

Silva, N., C. Calvete M. & H. A. Sievers 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y laguna San Rafael, Chile (Crucero CIMAR Fiordo 1). Cienc. Tecnol. Mar, 21: 17-48.

Silva, N. & D. Guzmán 2004. Condiciones oceanográficas físicas y químicas, entre boca del Guafo y fiordo Aysén. (Crucero Cimar 7 Fiordos). Enviado a Cienc. Tecnol. Mar.

Silva N y Guerra, D. 2008. Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes en el canal Pulluche-Chacabuco, Chile. (Crucero CIMAR fiordo 9). Cienc. Tenol. Mar. 31 (2): 29-43.Pizarro, O., C. Hormazábal, W. Rojas, E. Navarro 2007. Observaciones directas de corriente mediante ADCPs anclados en el fiordo Reloncaví: Contribución al crucero CIMAR Fiordo XII. Documento Interno, Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción.

Silva. N. 2009. Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes, en la sección canal Smyth a canal Señoret. Informe preliminar (octubre-2010) crucero CIMAR fiordo 15. pp 33-42. Disponible en: http://www.cona.cl/publicaciones/cimar_15_fiordos/cimar_15_fiordos.pdf

Stanski, H.R., L.J. Wilson, and W.R. Burrows, 1989: Survey of common verification methods in meteorology. World Weather Watch Tech. Rept. No.8, WMO/TD No.358, WMO, Geneva, 114 pp.

Stigebrandt A & Molvaer J. 1996. Evidence for hydraulically controlled outflow of brackish water from Holandsfjord, Norway. J. Phys. Oceanogr. 26, 257-266. Disponible en: http://journals.ametsoc.org/toc/phoc/26/2

Tchepikova & Chubarenko, 2001. Modelling of man-made contribution to salinity increase into the Vistula Lagoon (Baltic Sea). Ecological modeling, 138(2001) 87-100.

Tee, K. T. 1977. Tide-Induced Residual Current-Verification of a Numerical Model. Journal of Physical Oceanography, 7: 396-402.

Valdenegro, A. & N. Silva 2003.Caracterizacion oceanográfica física y química de la zona de canales y fiordos australes de Chile entre el estrecho de Magallanes y cabo de Hornos (CIMAR 3 fiordo). Cienc. Tecnol. Mar, 26(2): 19-60, 2003.

Valle-Levinson, A. & L.P. Atkinson. 1999. Spatial grandients in the flow over an estuarine cannel. Estuaries, 22(2A), 179-193.

Wolff, W.J. 1980. Biotic aspects of the chemistry of estuaries. En: Chemistry and Biochemistry of Estuaries. Ed. E. Olausson and I. Cato. John Wiley & Sons Ltd. New York 252pp.

F I G U R A S

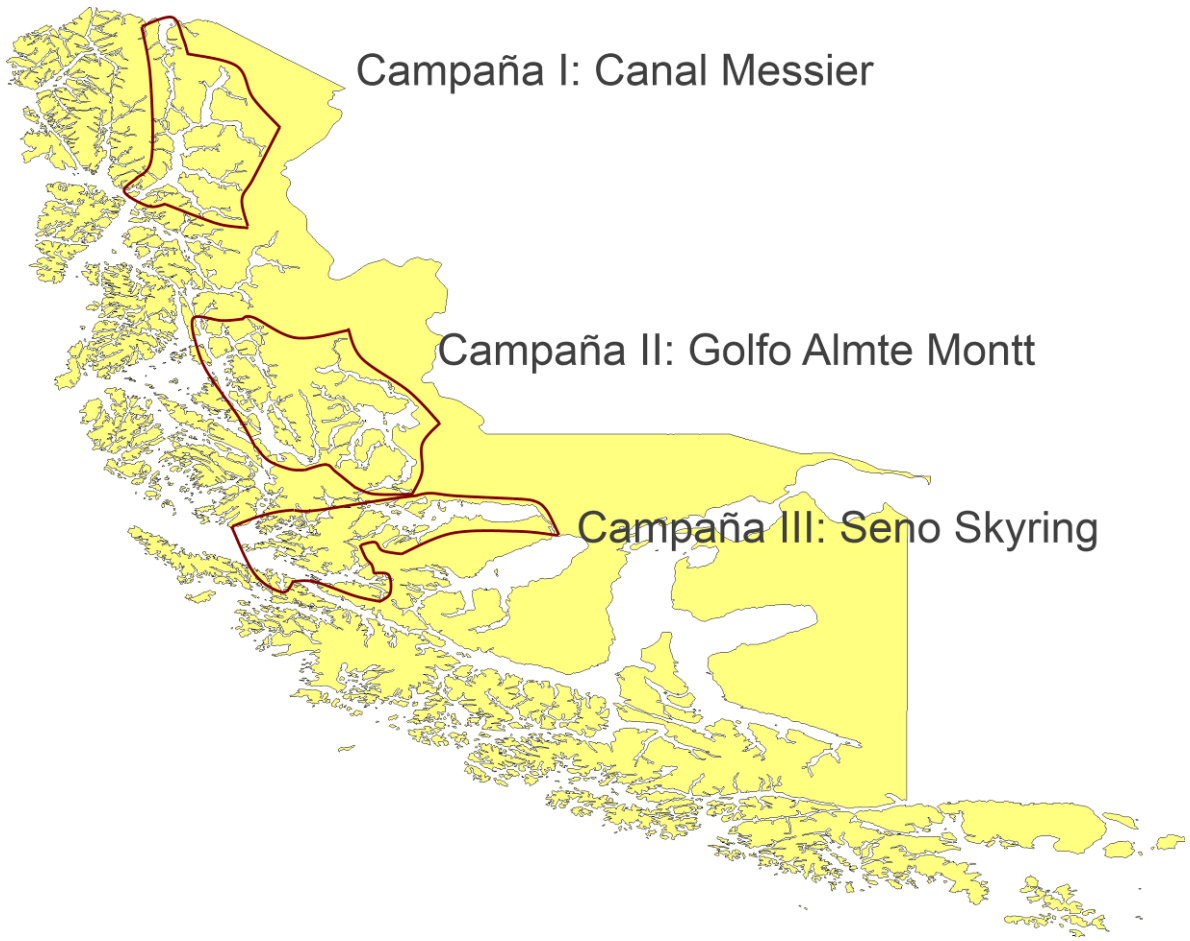


Figura 1. Mapa con la ubicación de las tres campañas en la región de Magallanes.

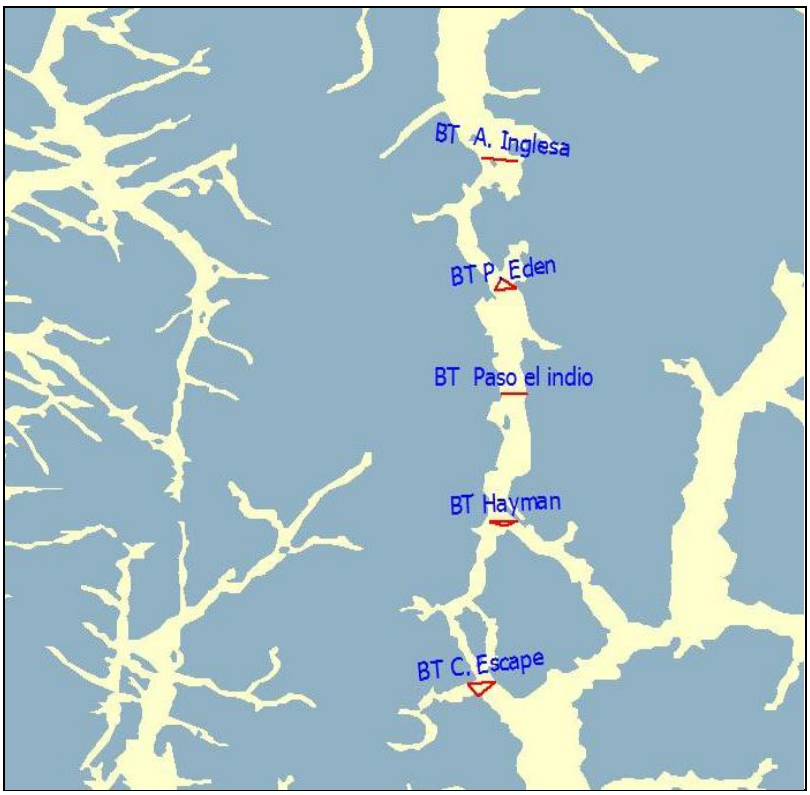


Figura 2. Track de las distintas secciones transversales en invierno en la campaña Canal Messier.

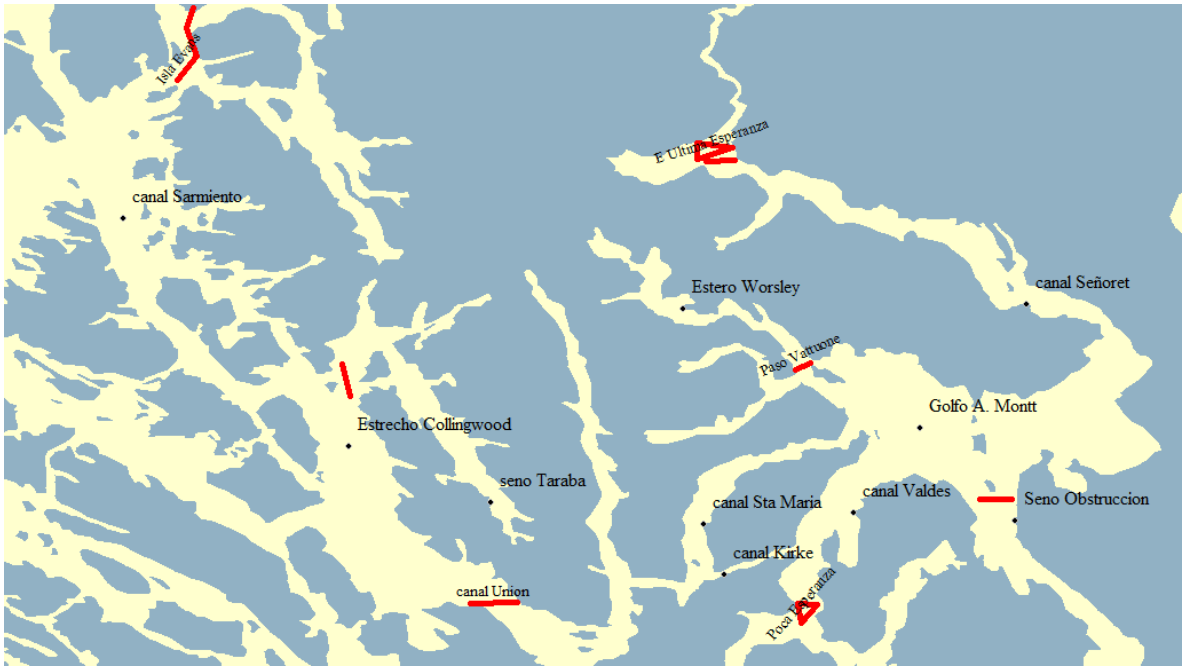


Figura 3. Track de las distintas secciones para medir las corrientes transversales en verano e invierno en la campaña Golfo Almte. Montt.

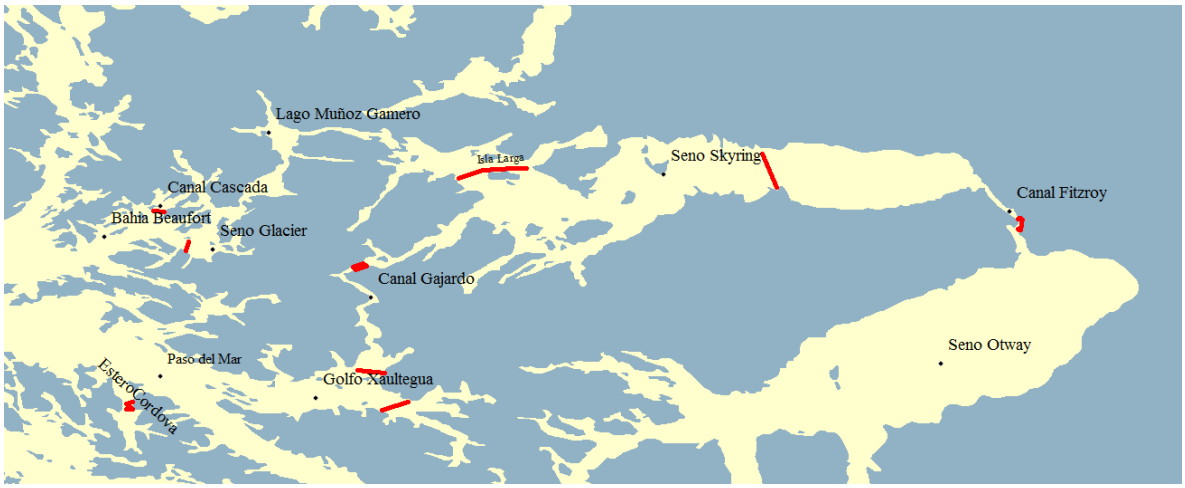


Figura 4. Track de las distintas secciones para medir las corrientes transversales en verano e invierno en la campaña Seno Skyring.

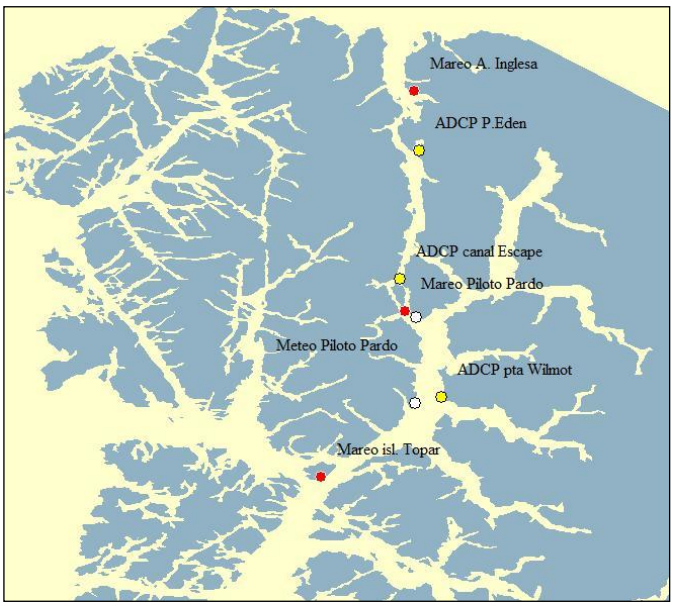


Figura 5. Ubicación Geográfica de las principales estaciones donde se realizaron mediciones de corrientes eulerianas (ADCP), vientos y nivel del mar en la campaña Canal Messier. En color rojo se muestras los mareógrafos, en color blanco las estaciones meteorológicas y en color amarillo las de ADCP.

.

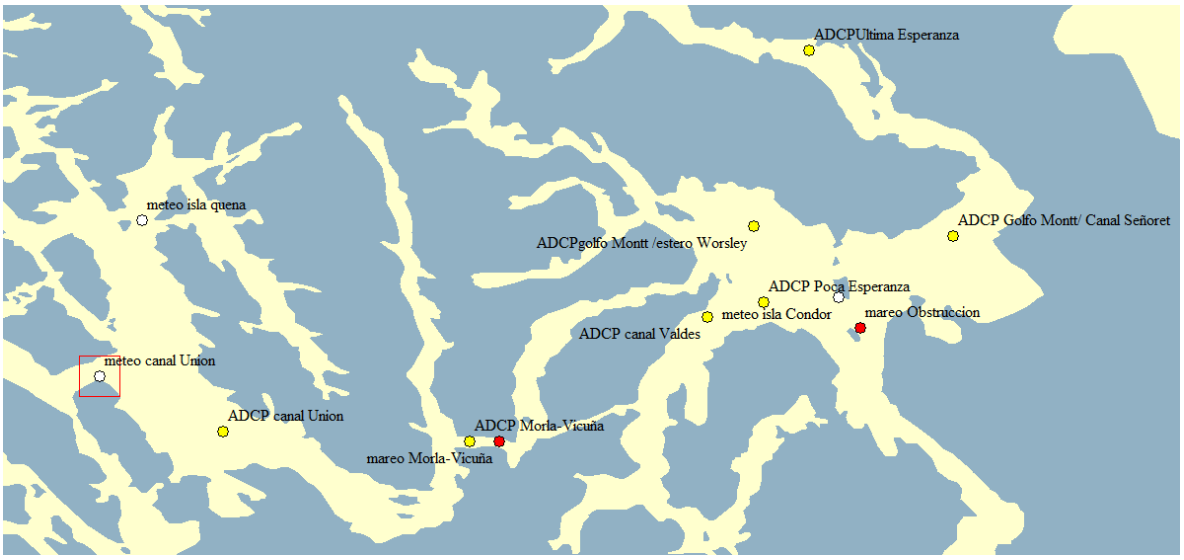


Figura 6. Ubicación Geográfica de las principales estaciones donde se realizaron mediciones de corrientes eulerianas (ADCP), vientos y nivel del mar en la campaña Golfo Almte. Montt. En color rojo se muestras los mareógrafos, en color blanco las estaciones meteorológicas y en color amarillo las de ADCP.

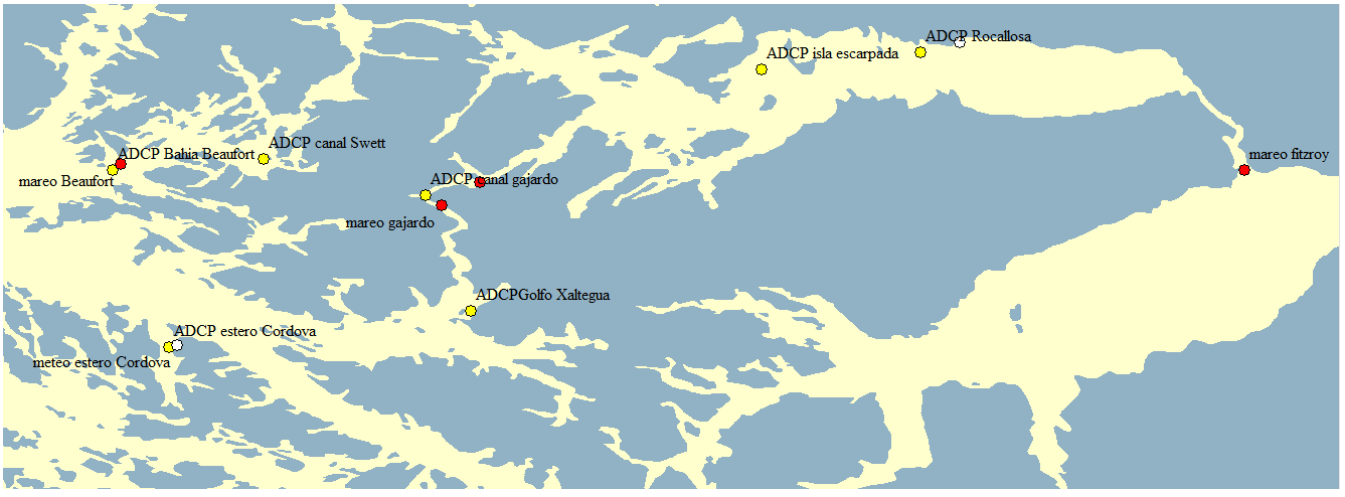


Figura 7. Ubicación Geográfica de las principales estaciones donde se realizaron mediciones de corrientes eulerianas (ADCP), vientos y nivel del mar en la campaña Seno Skyring. En color rojo se muestras los mareógrafos, en color blanco las estaciones meteorológicas y en color amarillo las de ADCP.

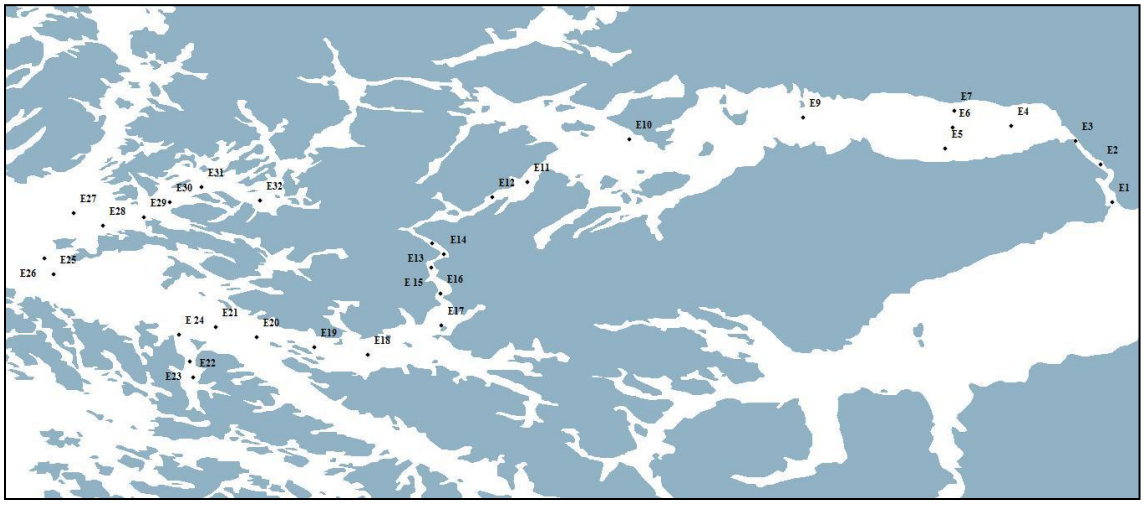


Figura 8. Ubicación Geográfica de las estaciones de CTD crucero Skyring noviembre-diciembre 2012.

j

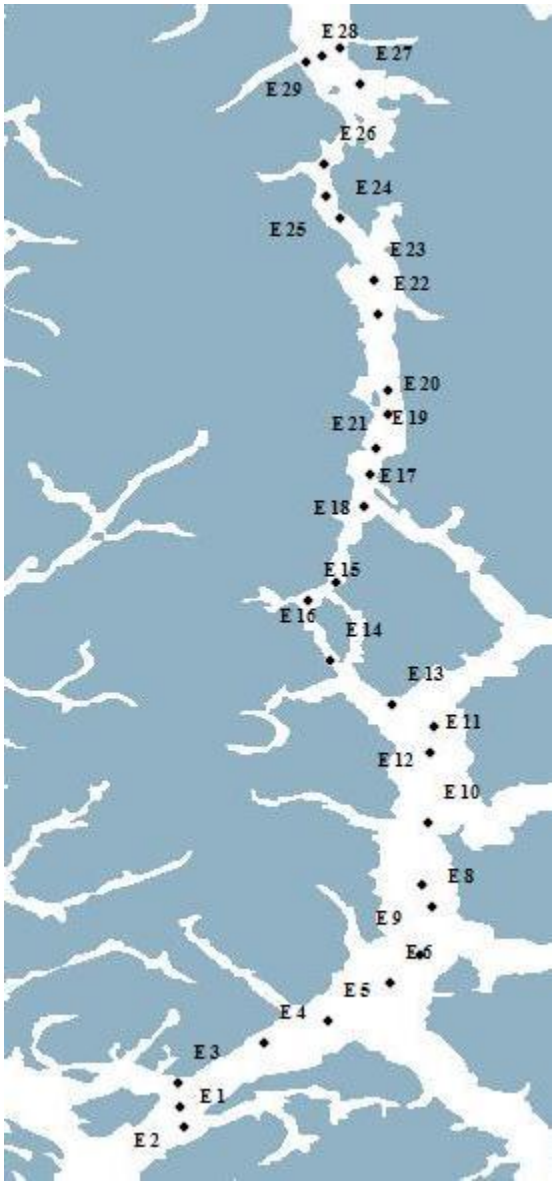


Figura 9. Ubicación geográfica de las estaciones de CTD para el crucero Canal Messier invierno.

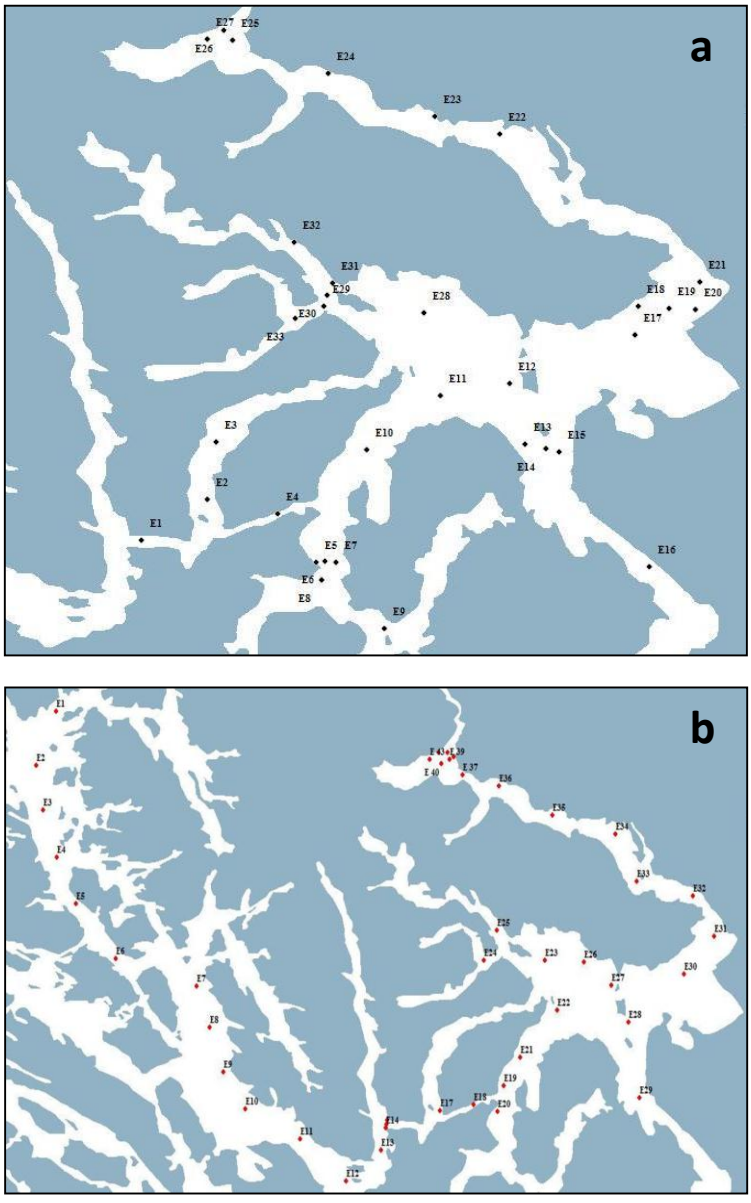


Figura 10. Ubicación geográfica estaciones de CTD, a) crucero Golfo Almirante Montt febrero 2012, b) crucero golfo Almirante Montt agosto 2012.

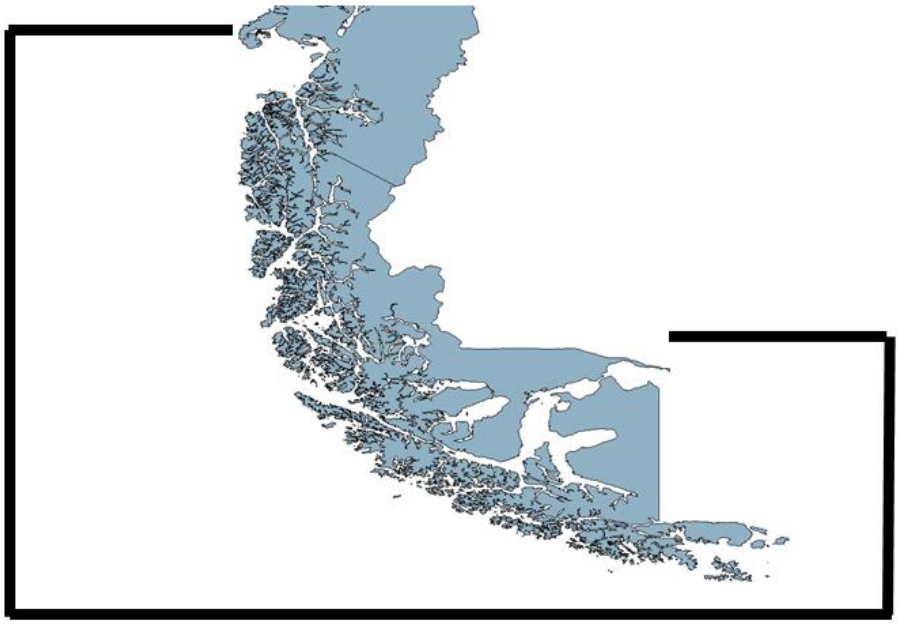


Figura 11. Dominio regional para el modelo hidrodinámico tridimensional en la región de Magallanes.

Figura 12. Dominio de alta resolución para el modelo hidrodinámico tridimensional en bahía Beaufort y estero Córdova.

Figura 13. Dominio de alta resolución para el modelo hidrodinámico tridimensional en Golfo Almte. Montt.

Figura 14. Dominio de alta resolución para el modelo hidrodinámico tridimensional en Seno Skyring.

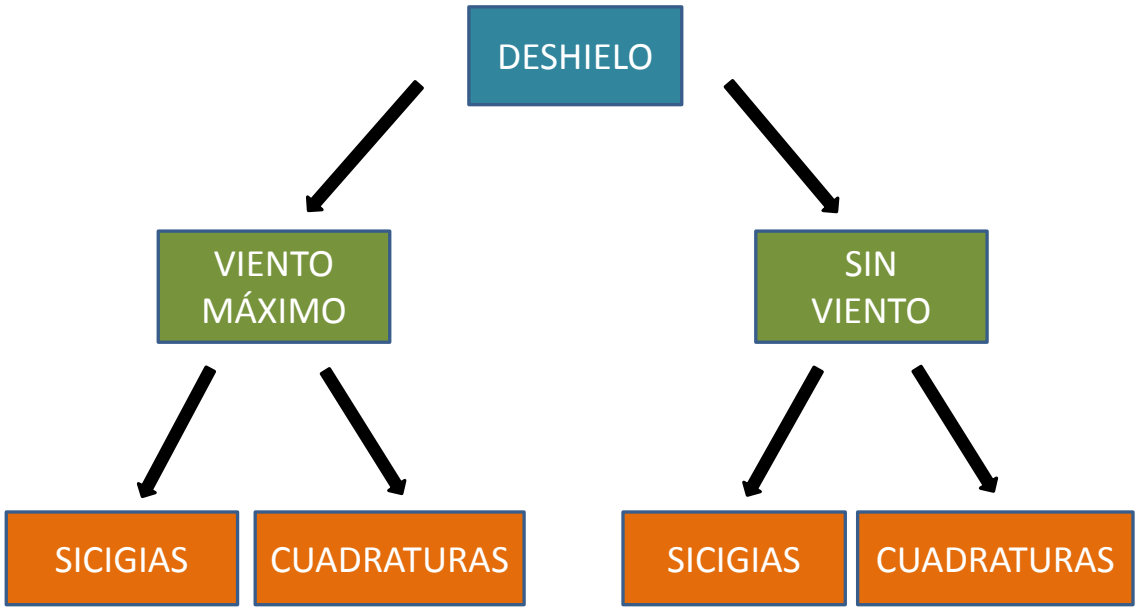


Figura 15. Esquema conceptual de los escenarios para experimentos de modelación en periodo de deshielo.

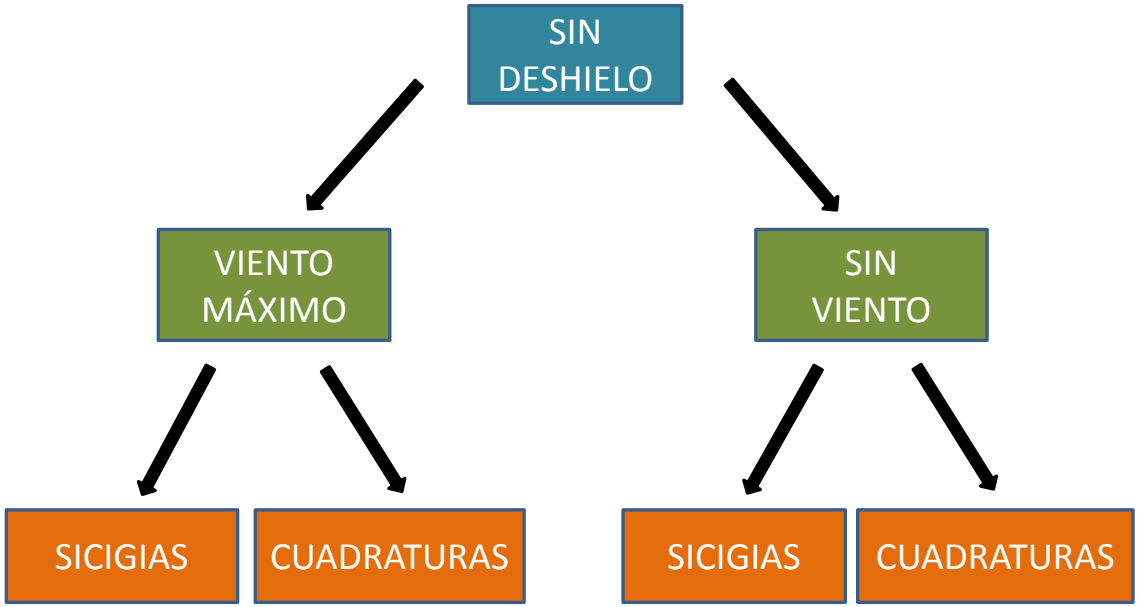


Figura 16. Esquema conceptual de los escenarios para experimentos de modelación en periodo sin deshielo.

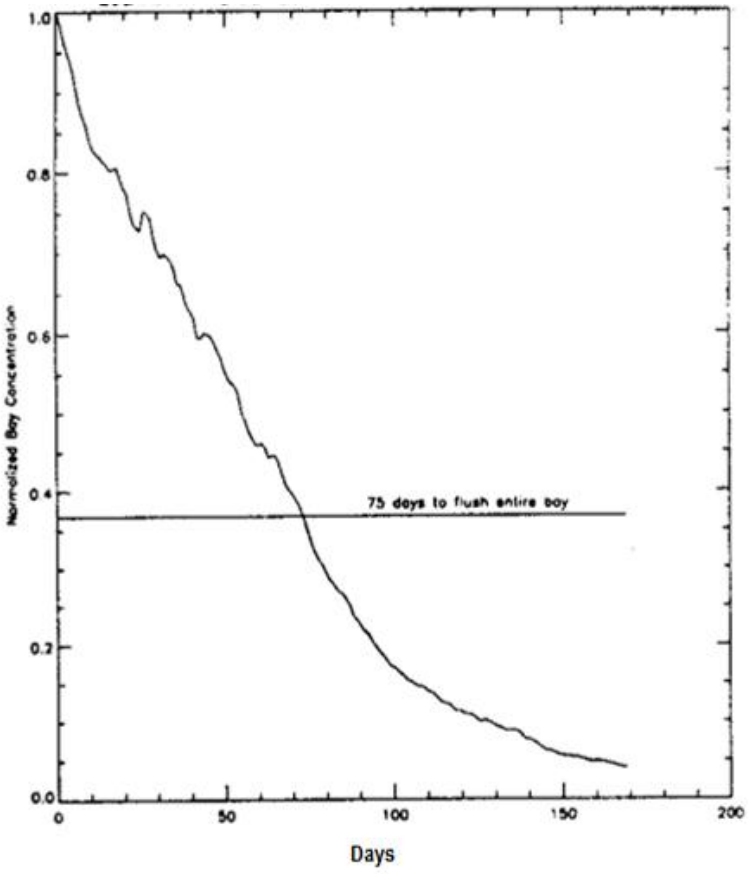


Figura 17. Tiempo de residencia normalizado por método euleriano en una bahía según Burwell (2000).

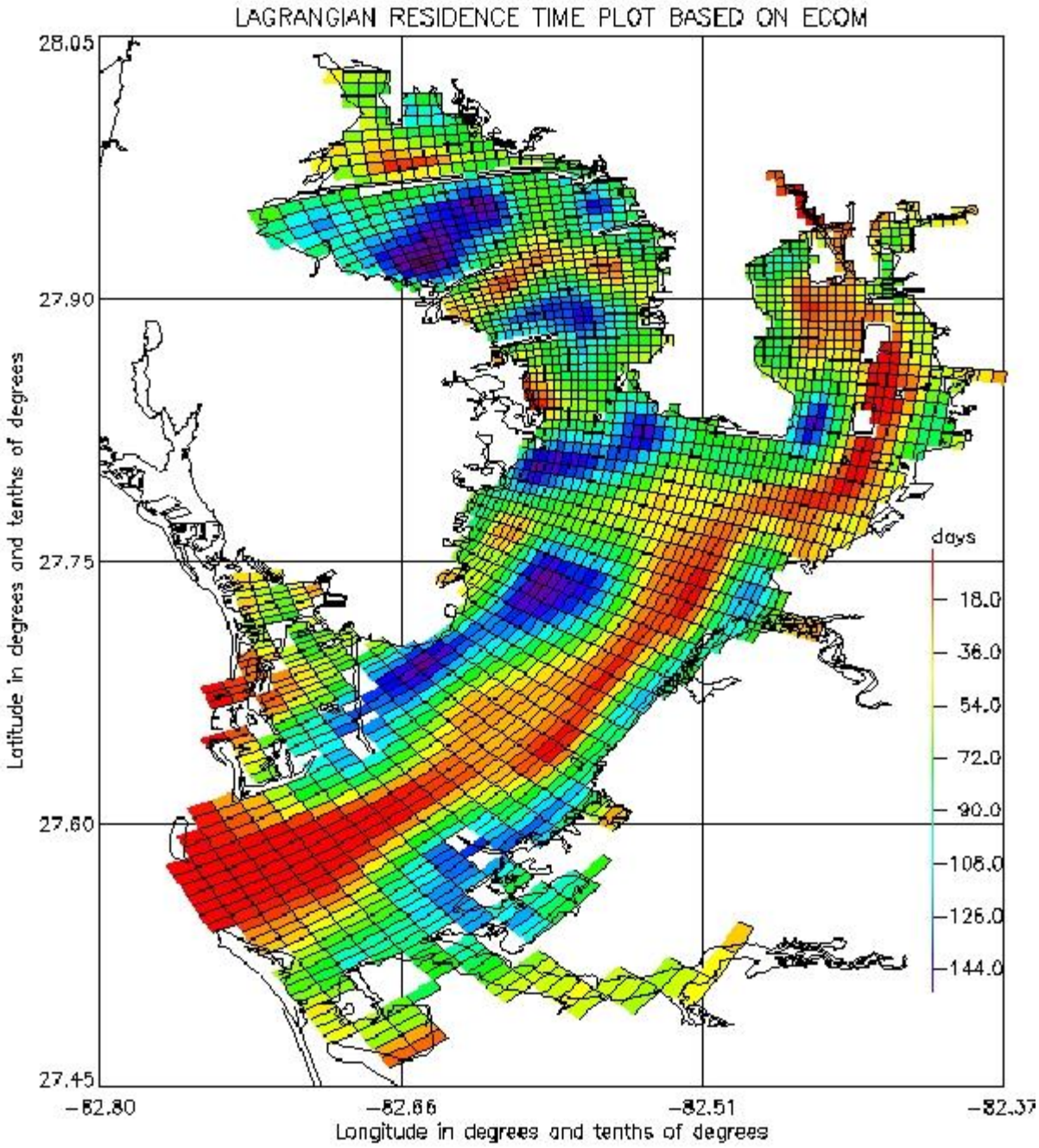


Figura 18. Tiempo de residencia por método lagrangiano normalizado según Burwell (2000).

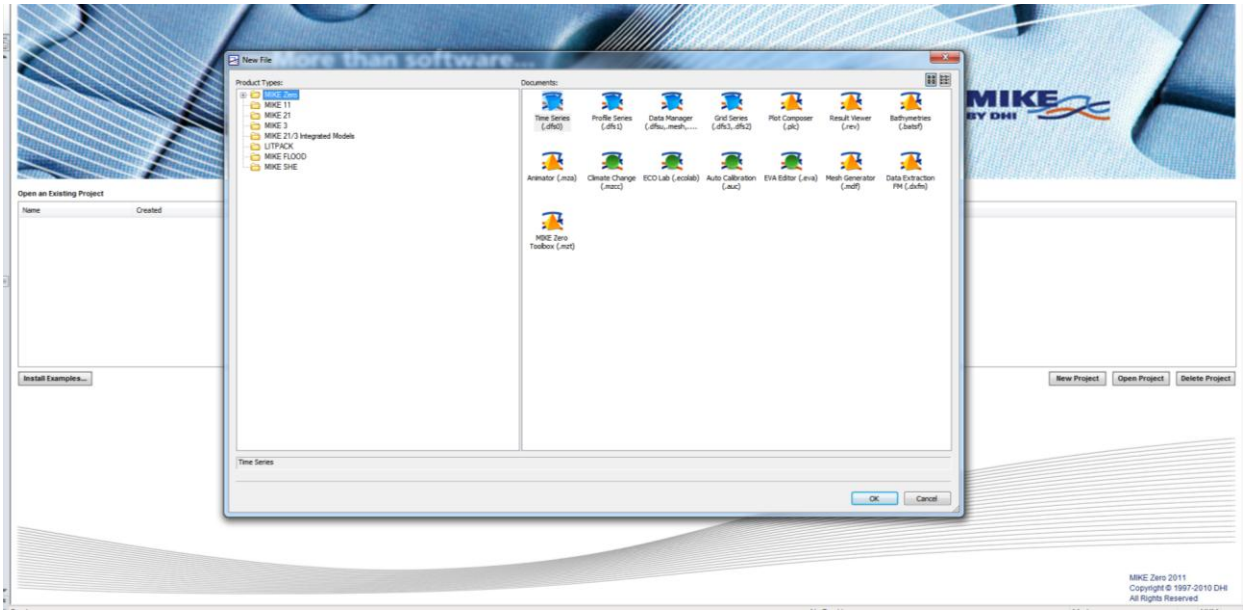


Figura 19. Plataforma de visualización de campos de información del modelo MIKE 3.

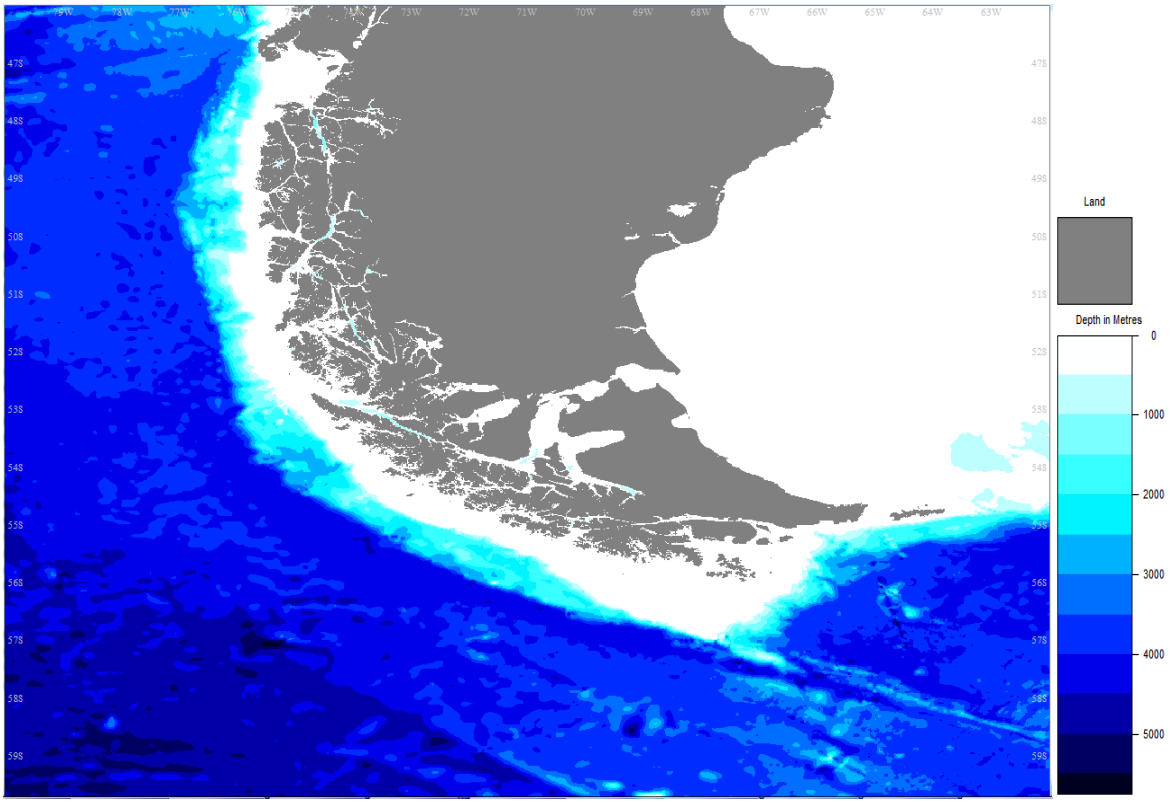


Figura 20. Batimetría GEBCO de la zona oceánica.

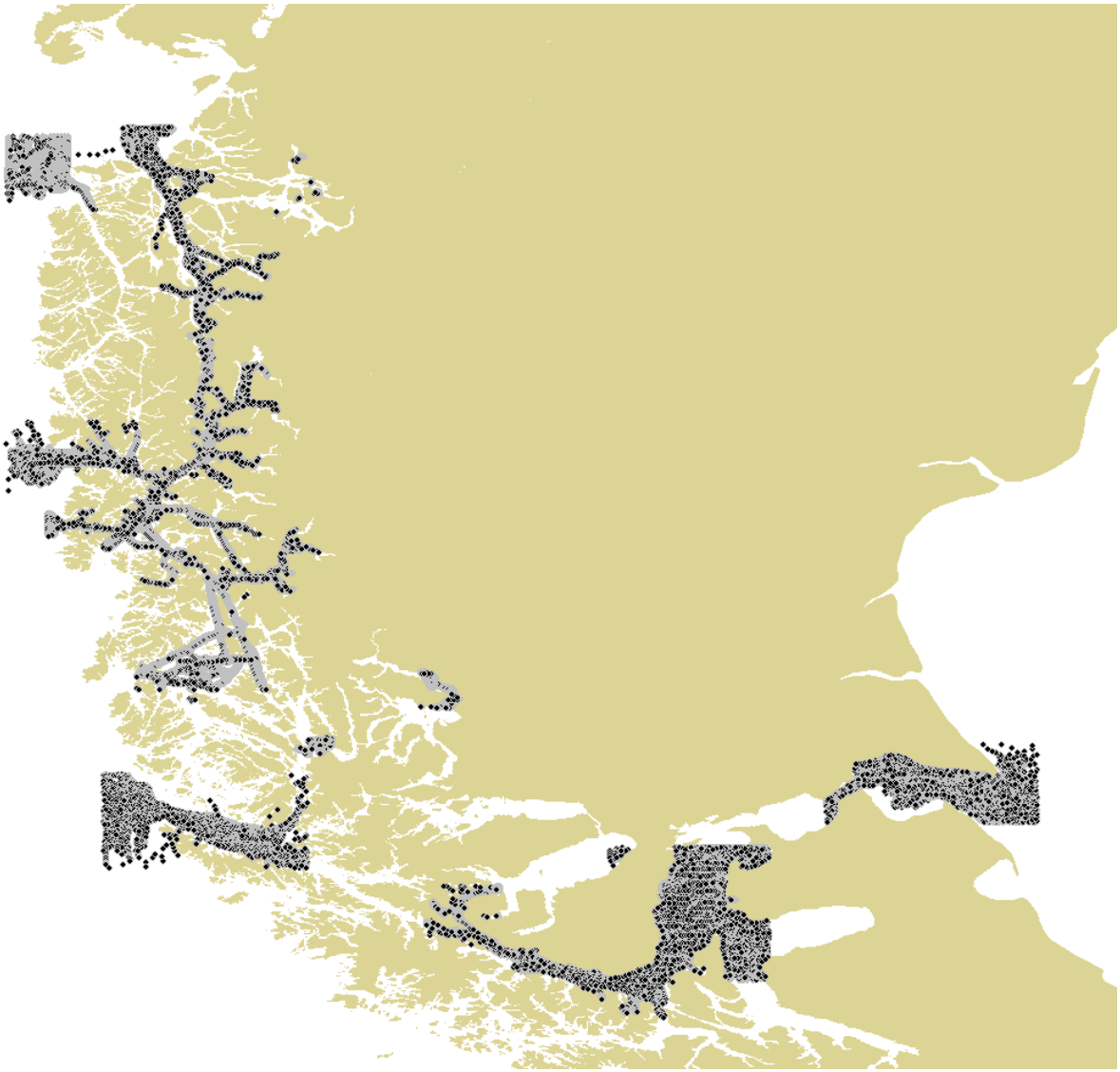


Figura 21a. Densidad de información batimétrica SHOA para cartas náuticas.

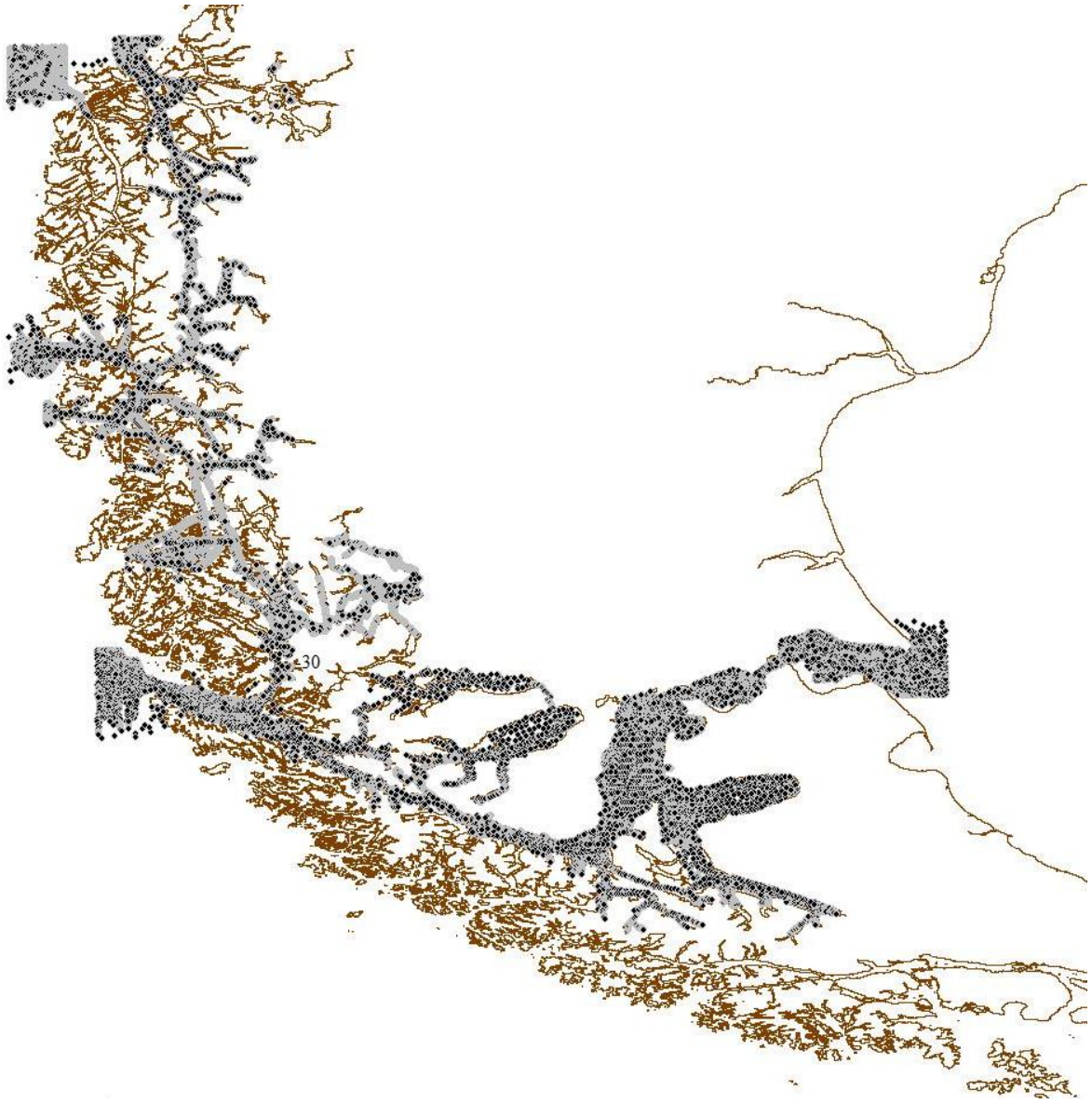


Figura 21b. Densidad de información batimétrica SHOA, con cartas náuticas digitalizadas desde imágenes**.**

a

b

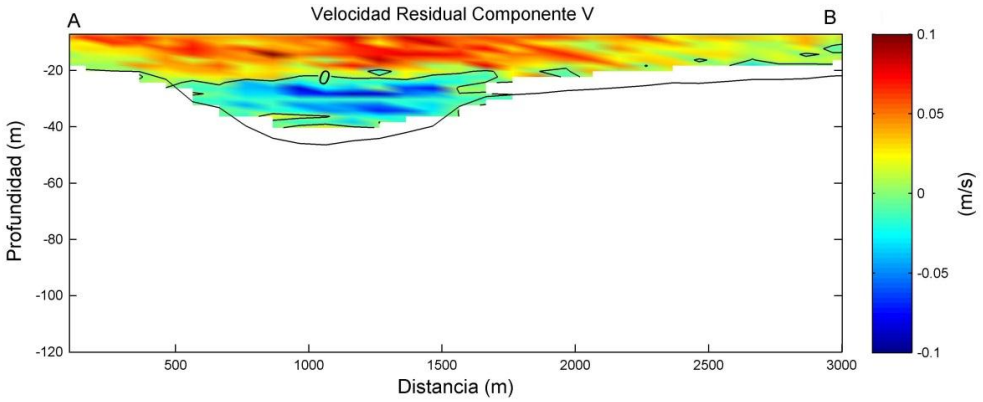


Figura 22. (a) transecto en Seno Obstrucción. (b) flujo de la componente de la velocidad residual V en el transecto de Seno Obstrucción.

a

b

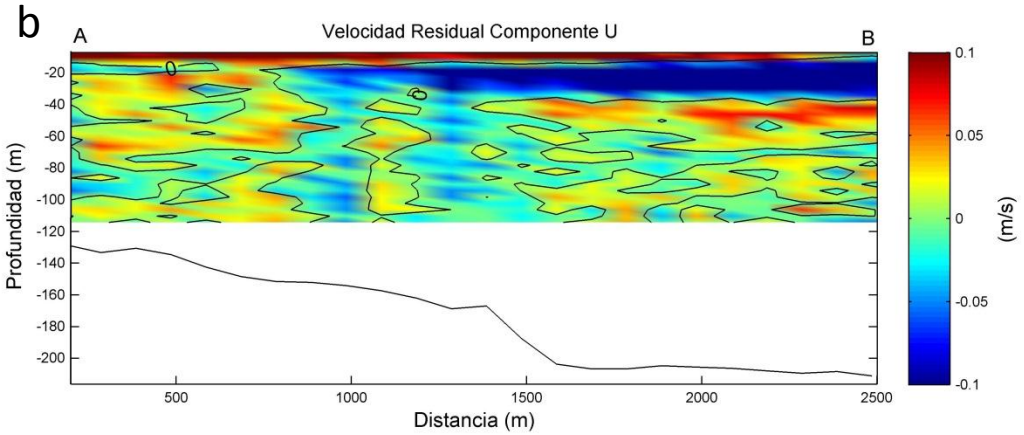
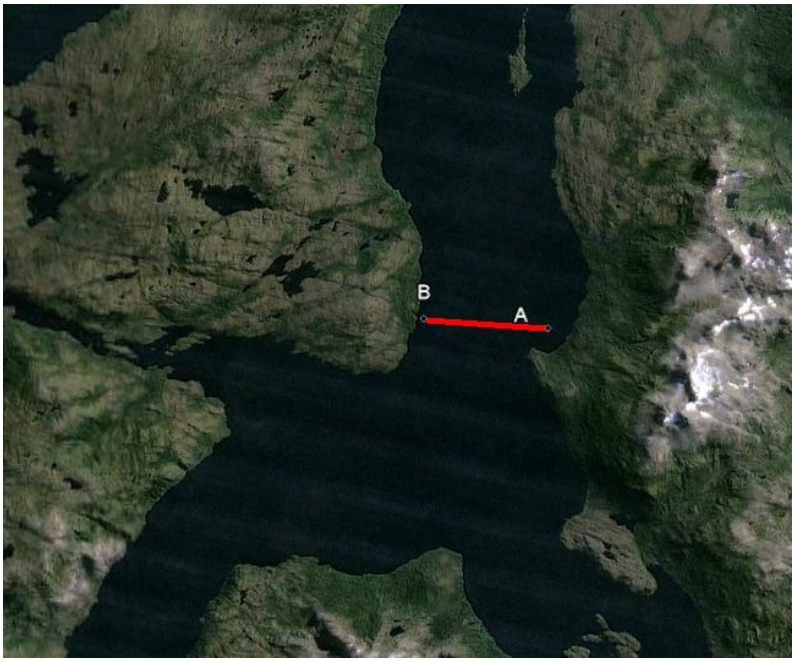


Figura 23. (a) transecto en Estero Worsley, Paso Vattuone. (b) flujo de la componente de la velocidad residual V en Paso Vattuone.

a



b

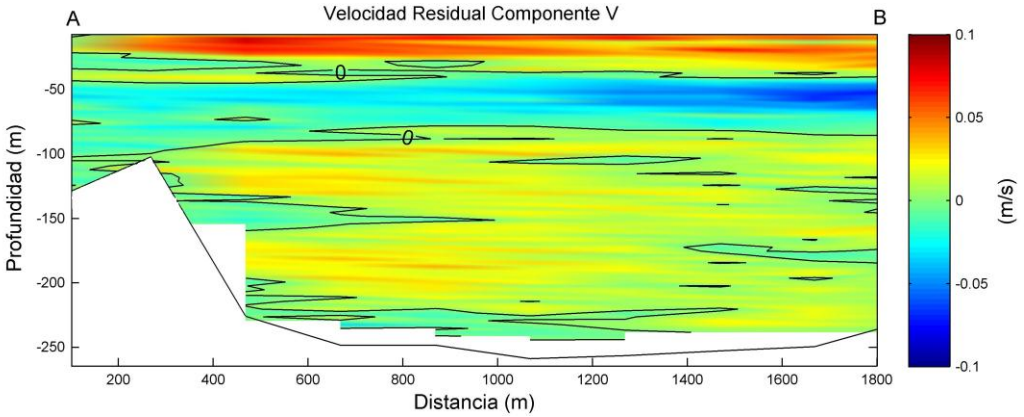


Figura 24. (a) transecto en Estero Poca Esperanza. (b) flujo de la componente de la velocidad residual en Estero de Poca Esperanza.

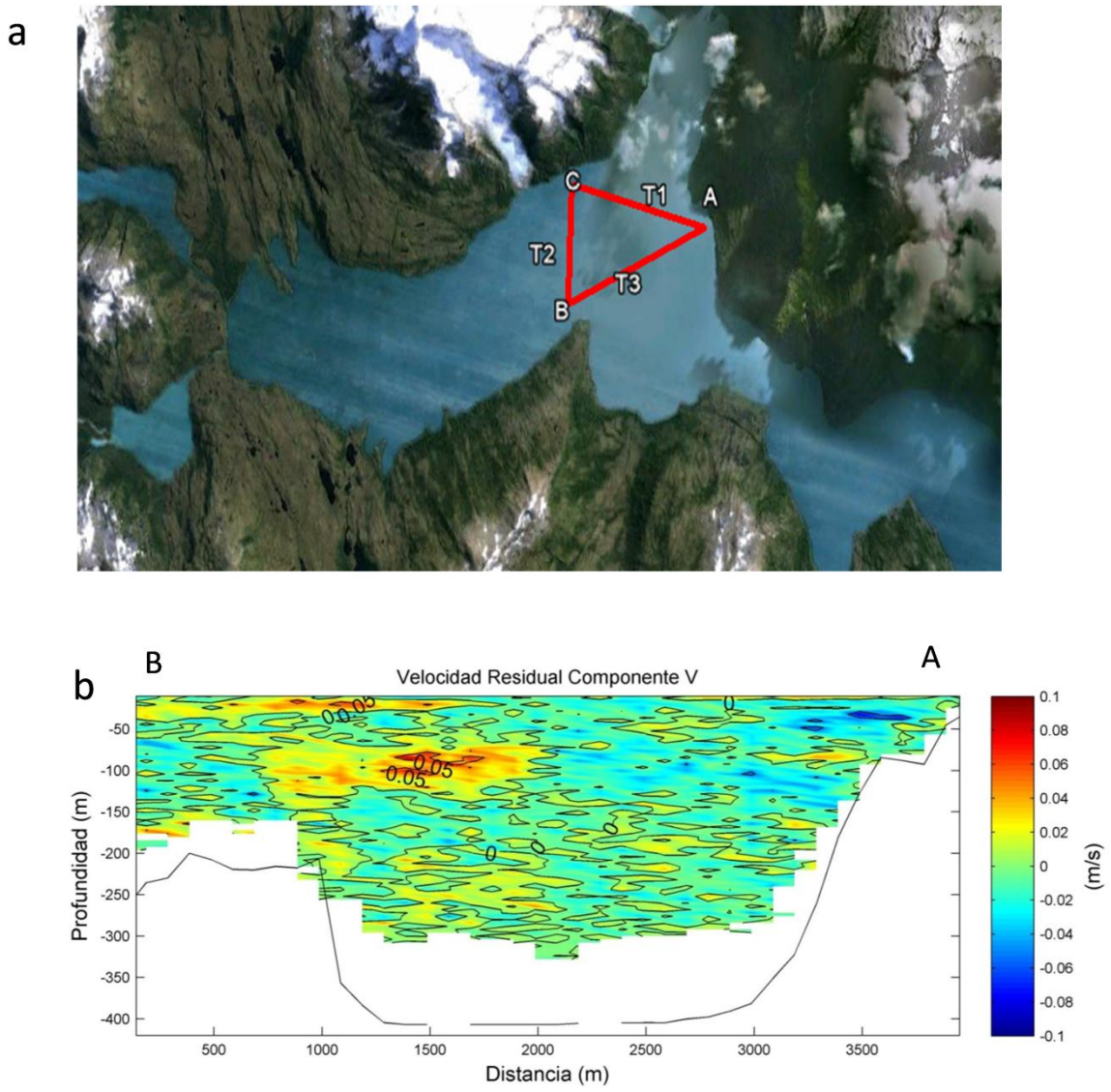


Figura 25. (a) transecto en el Seno Última Esperanza. (b) flujo de la componente de la velocidad residual V en transecto T3 del Seno Última Esperanza.

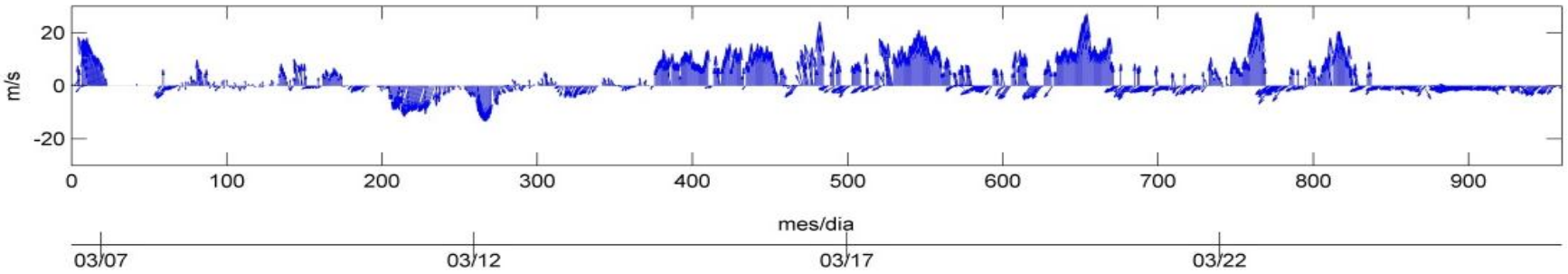


Figura 26. Vectores de viento en el Golfo Almte. Montt .

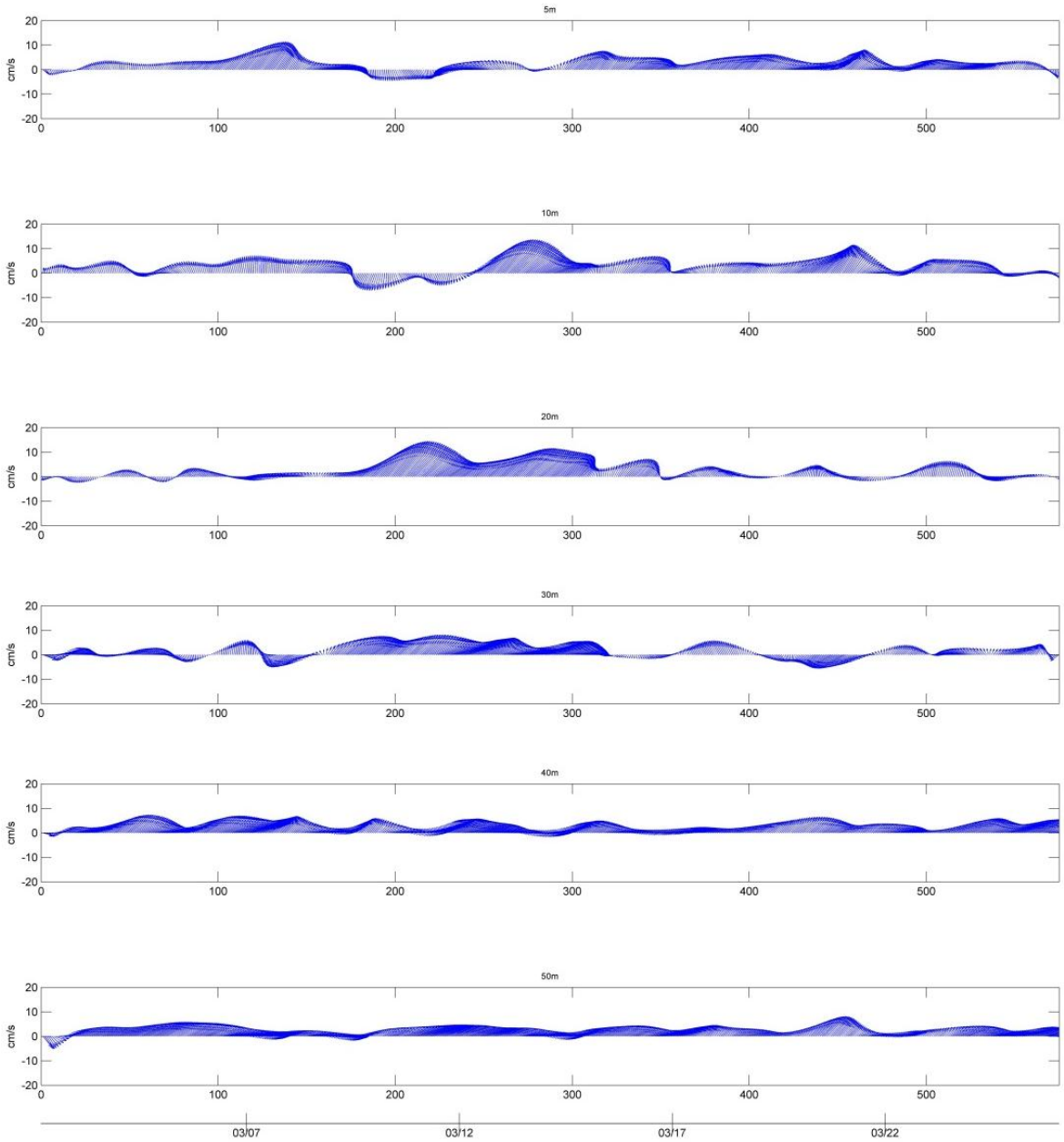


Figura 27. Corriente residual en Canal Morla-Vicuña a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de verano 2012).

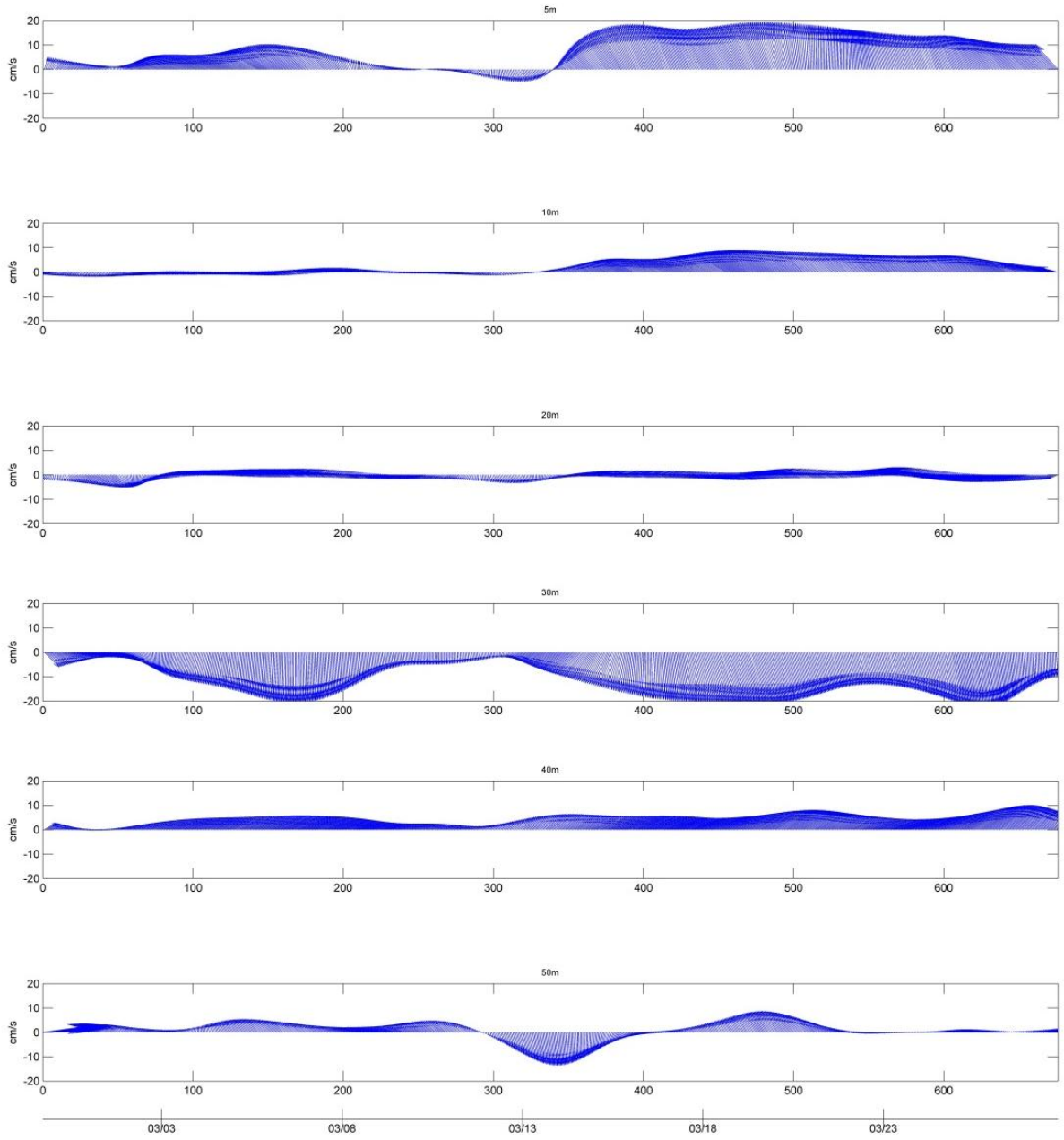


Figura 28. Corriente residual en Seno Última Esperanza a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de verano 2012).

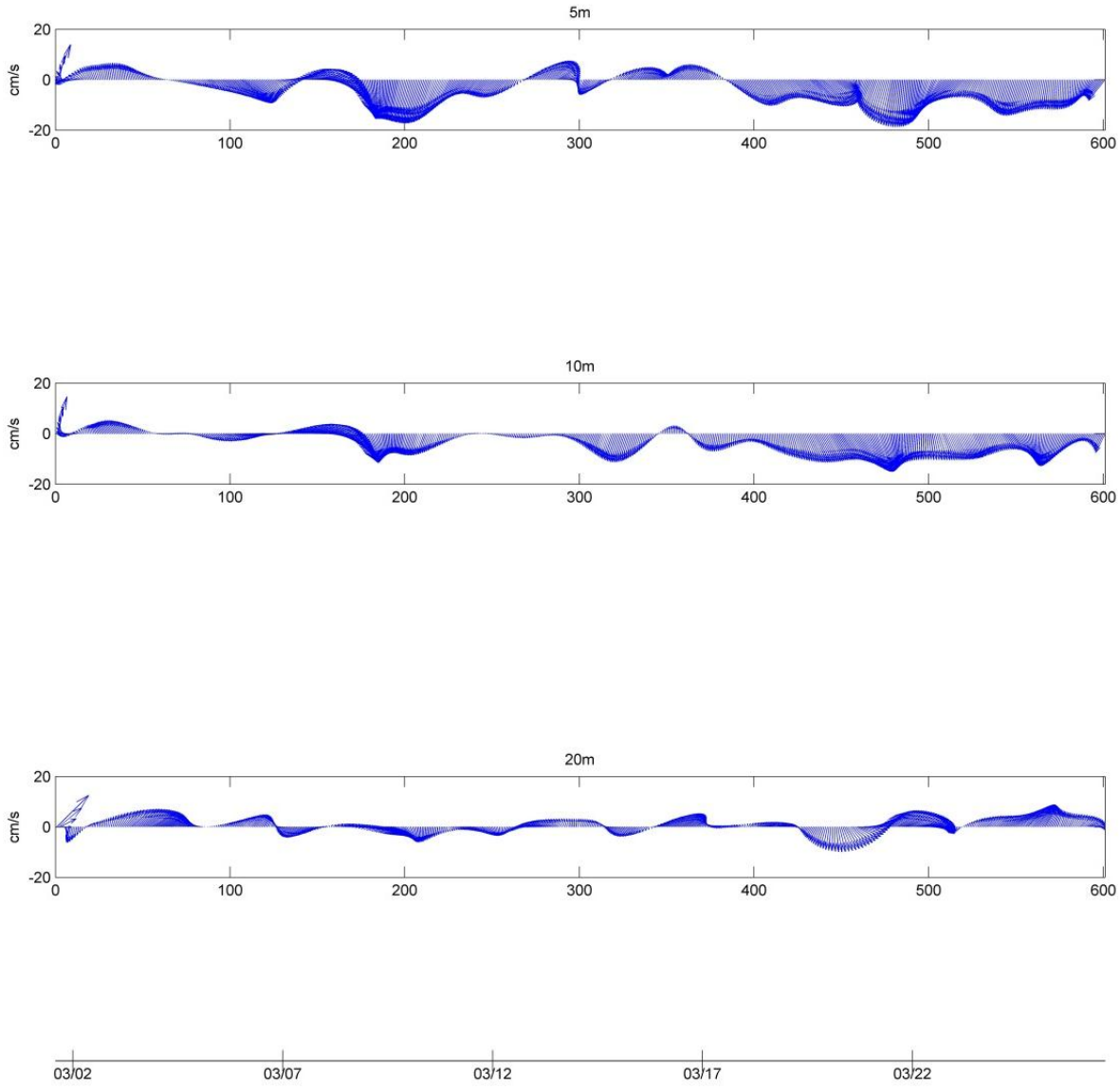


Figura 29. Corriente residual en Golfo Almte. Montt a 5-10-20 metros de profundidad (periodo de verano 2012).

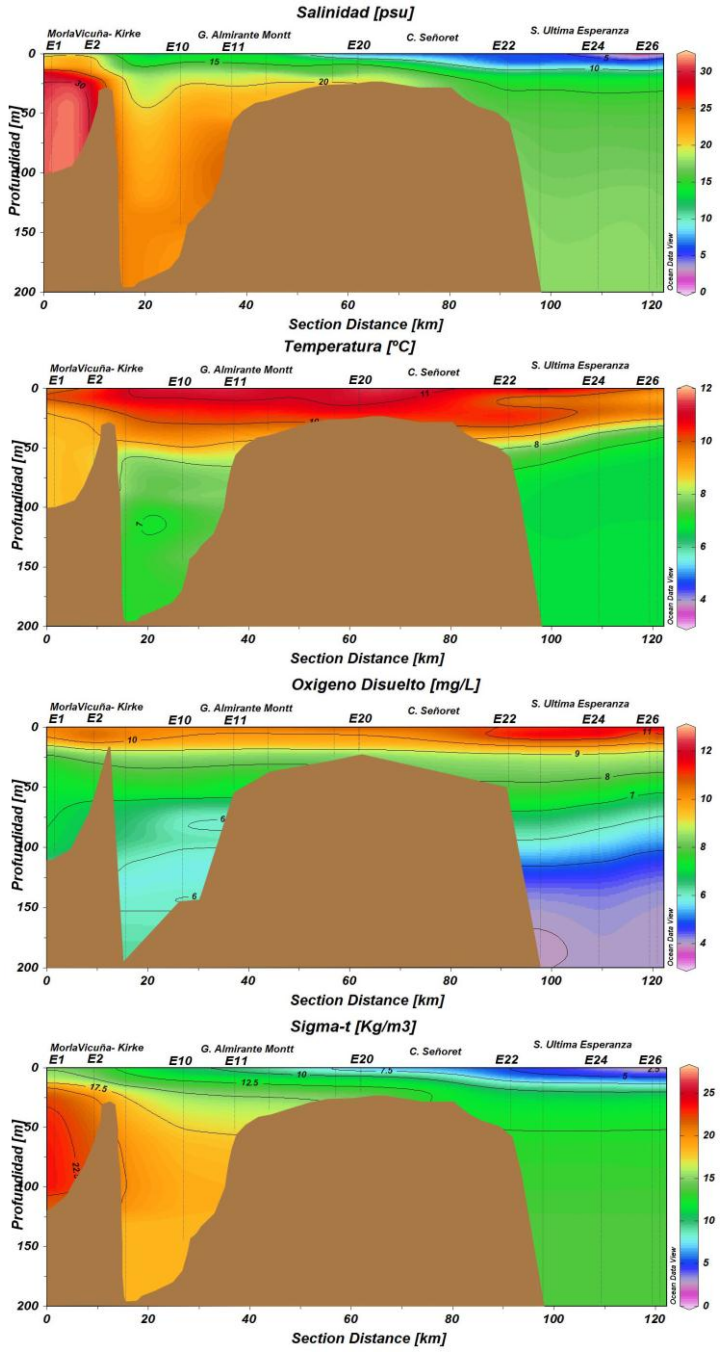


Figura 30. Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 200m. Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante verano de 2012.

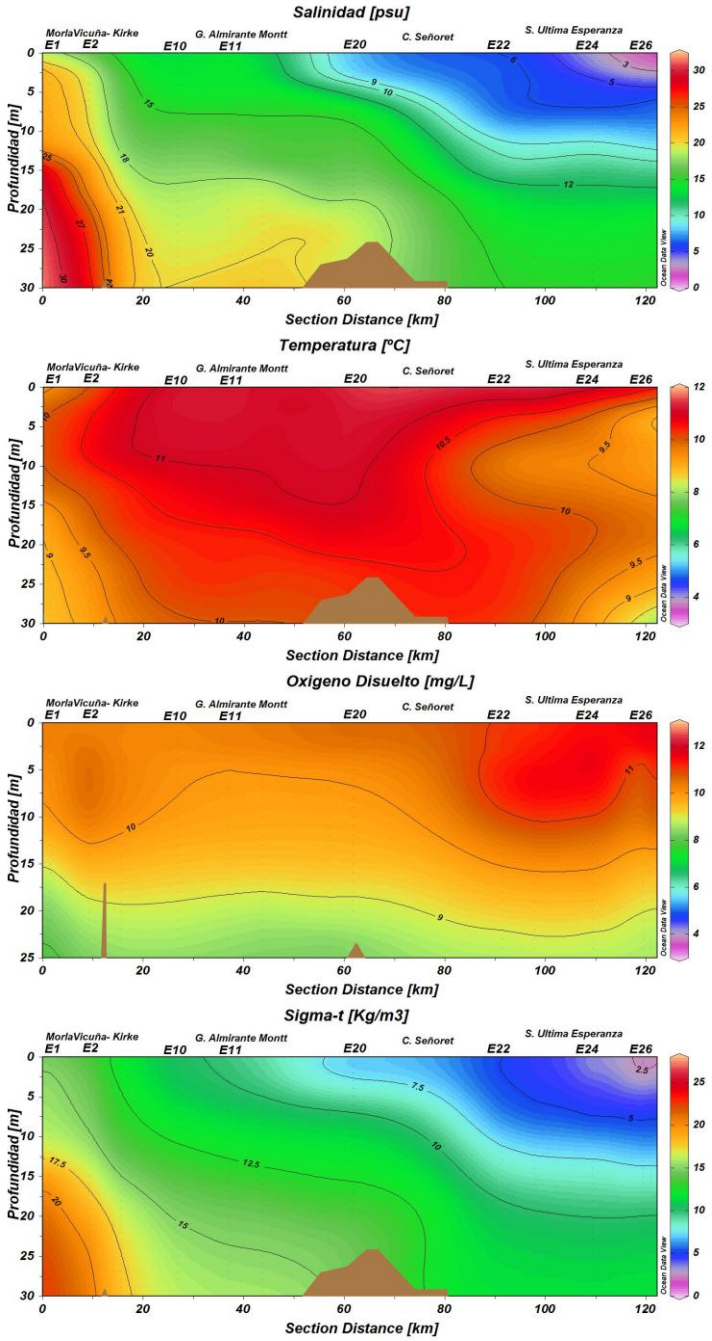
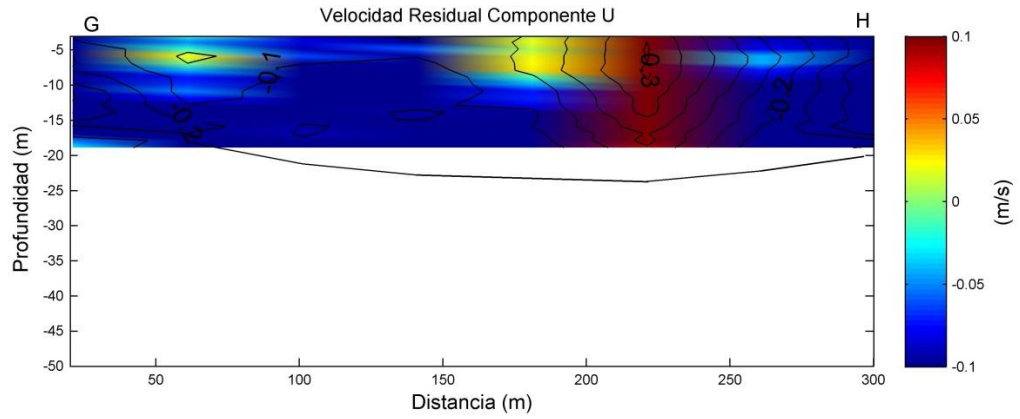


Figura 31. Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 30m. Oxígeno disuelto (0-25m). Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante en el verano de 2012.

Figura 32. Área de estudio Canal Fitz Roy y posición de transectos para medición de corrientes. Las letras son esquinas del circuito.

a



b

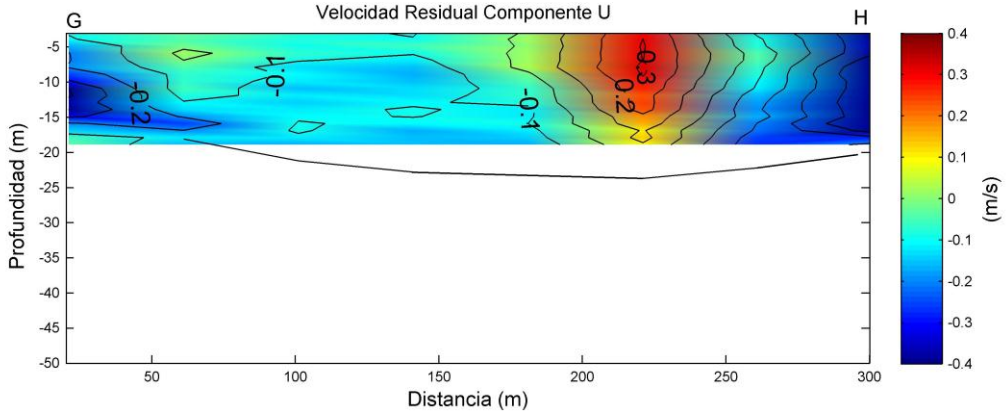


Figura 33. Flujo residual de la componente U en la boca del Canal Fitz Roy durante verano 2012. a) flujo residual a una escala de +-0.1m/s. b) flujo residual a una escala de +-0.4m/s.

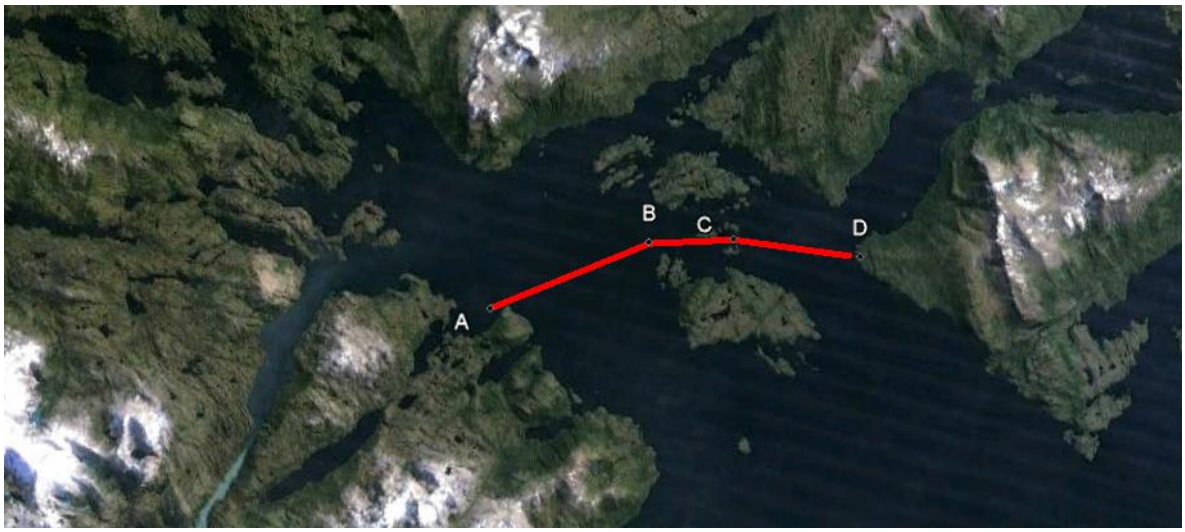


Figura 34. Área de estudio Isla Larga y posición de transectos para medición de corrientes. Las letras son esquinas del circuito.

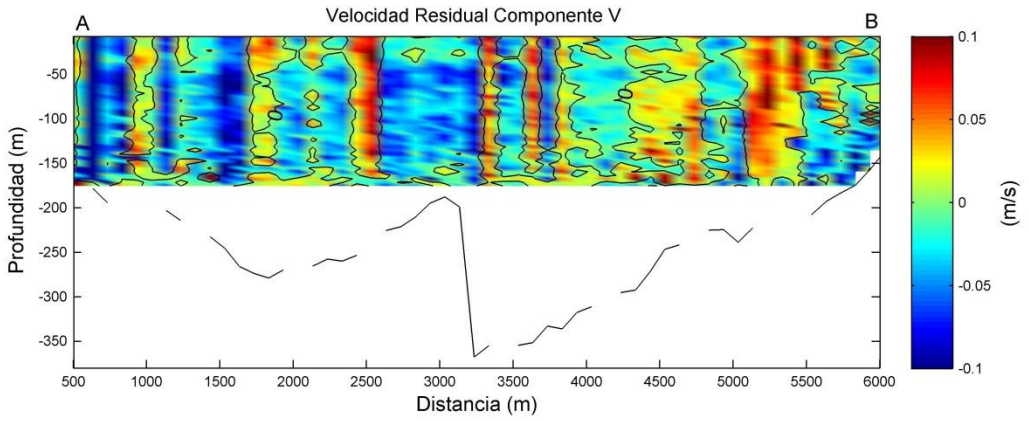


Figura 35. Flujo residual de la componente V en transecto 1 de Isla Larga durante verano de 2012.

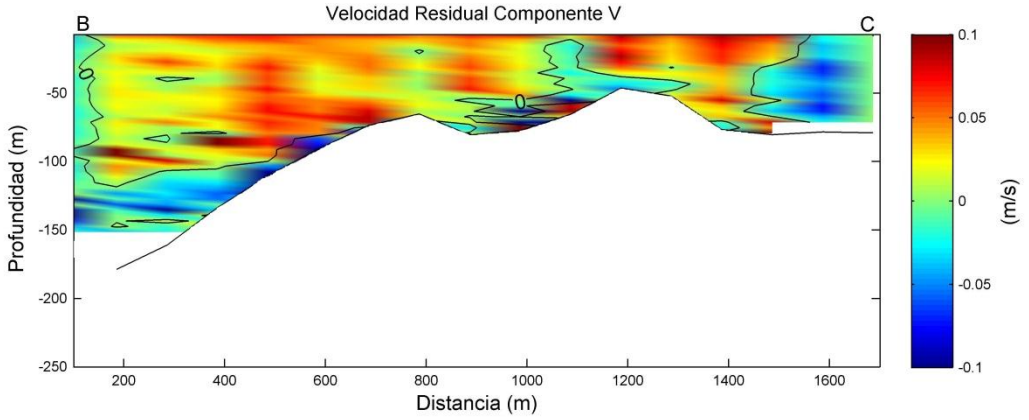


Figura 36. Flujo residual de la componente V en el transecto 2 de Isla Larga durante verano de 2012.

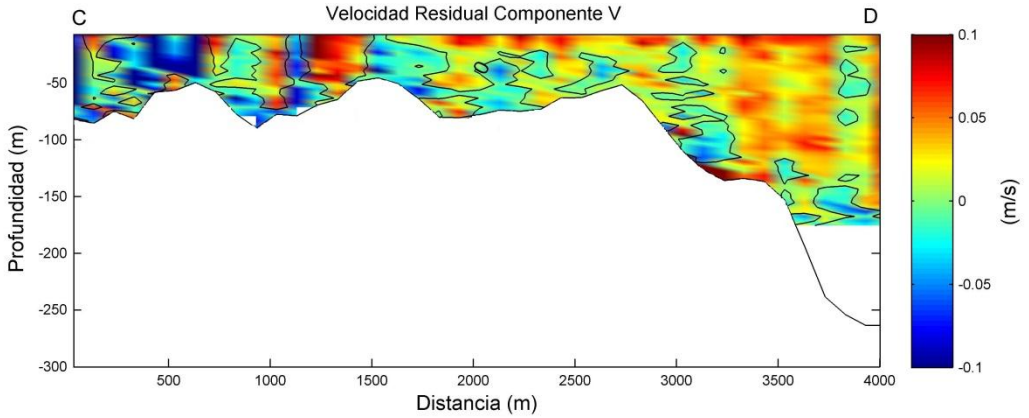


Figura 37. Flujo residual de la componente V en el transecto 3 de Isla Larga durante verano de 2012.

Figura 38. Área de estudio Canal Gajardo y posición de transectos para medición de corrientes. Las letras son esquinas del circuito.

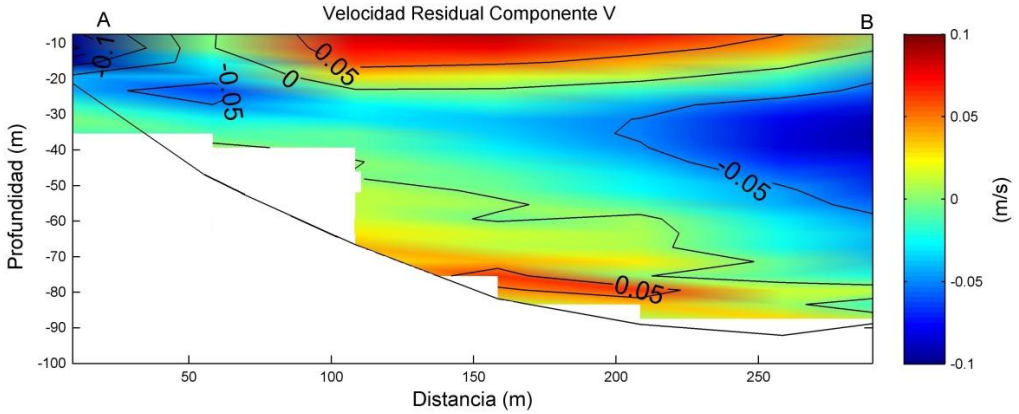


Figura 39. Flujo residual de la componente V en el transecto 1 de Canal Gajardo durante verano de 2012.

Figura 40. Área de estudio Rocallosa y posición de transectos (en colores) para medición de corrientes.

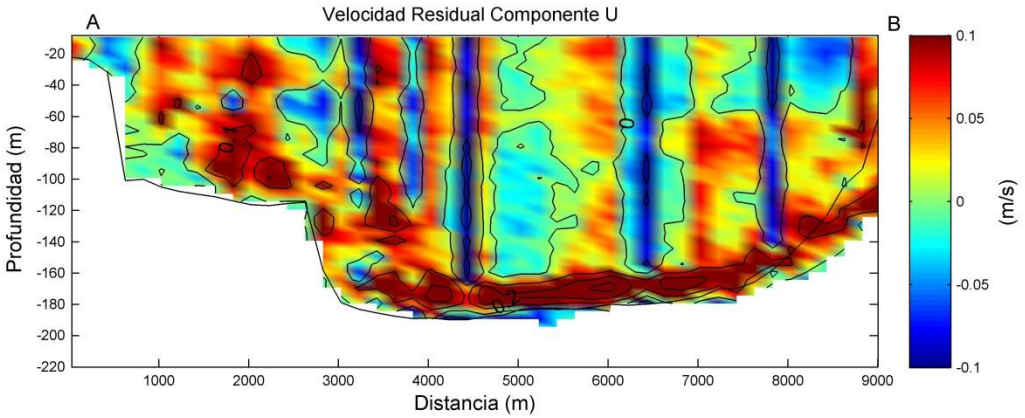
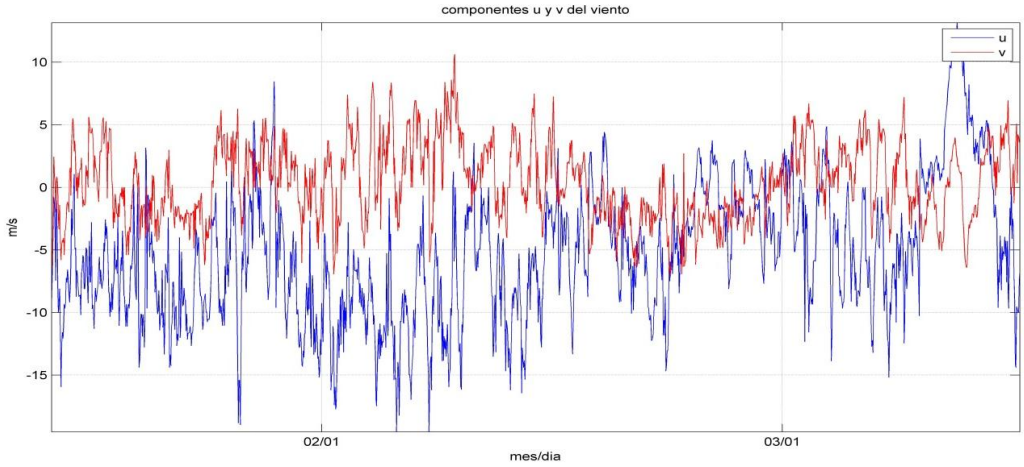


Figura 41. Flujo residual de la componente U en el transecto 1 de Rocallosa durante verano de 2012.

a



b

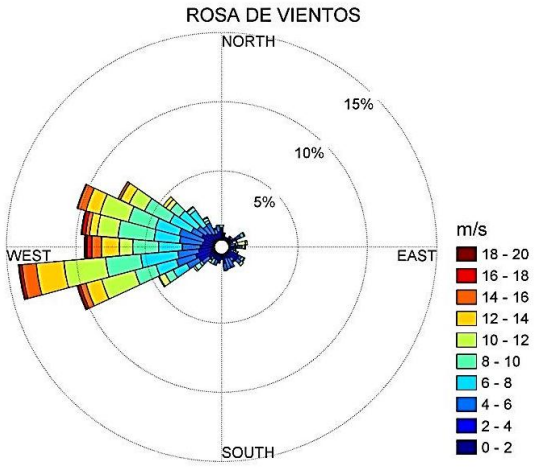


Figura 42. a) Componentes u y v del viento en seno Skyring durante la campaña de verano de 2012. b) rosa de vientos.

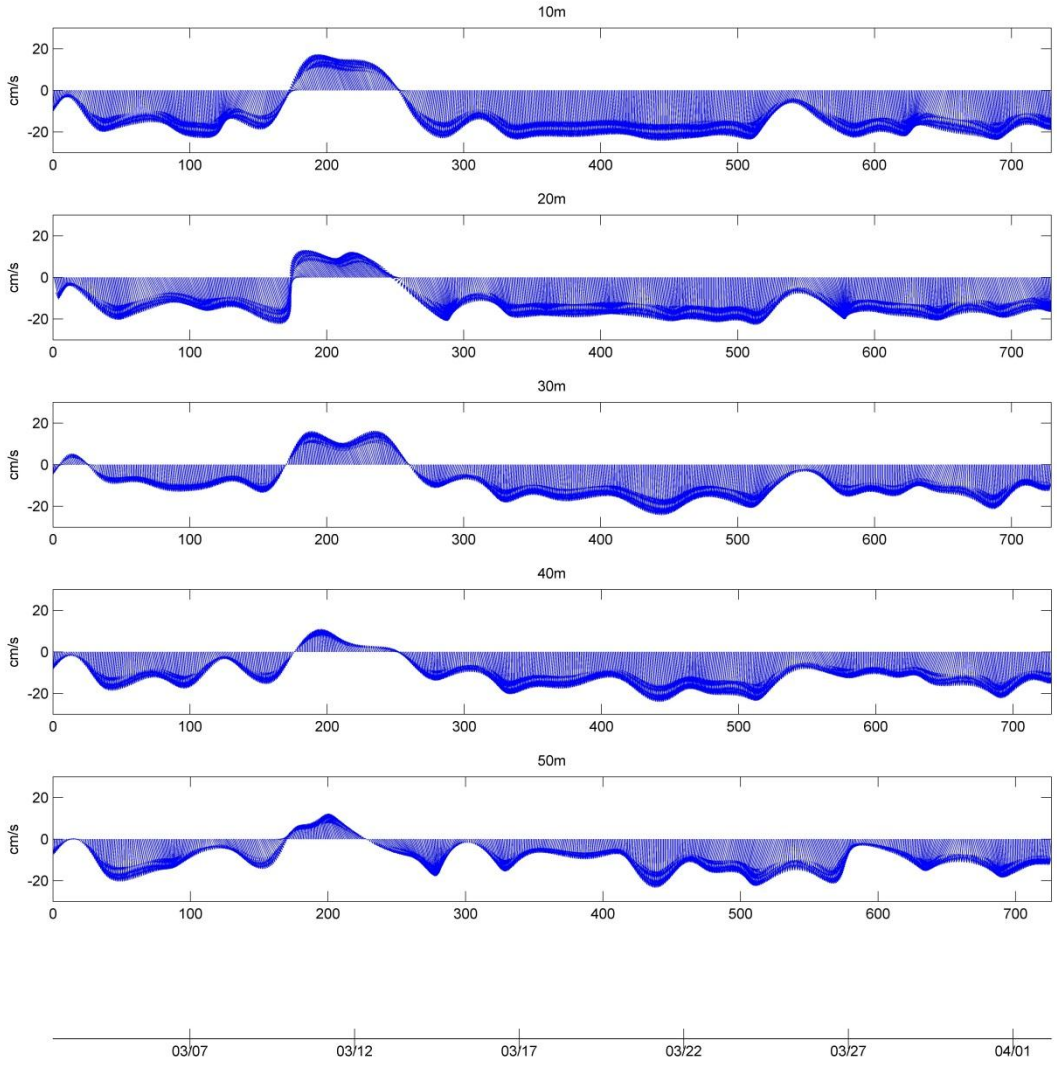


Figura 43. Corriente residual en Altamirano a 5-10-20-30-40-50m de profundidad (campaña de verano 2012).

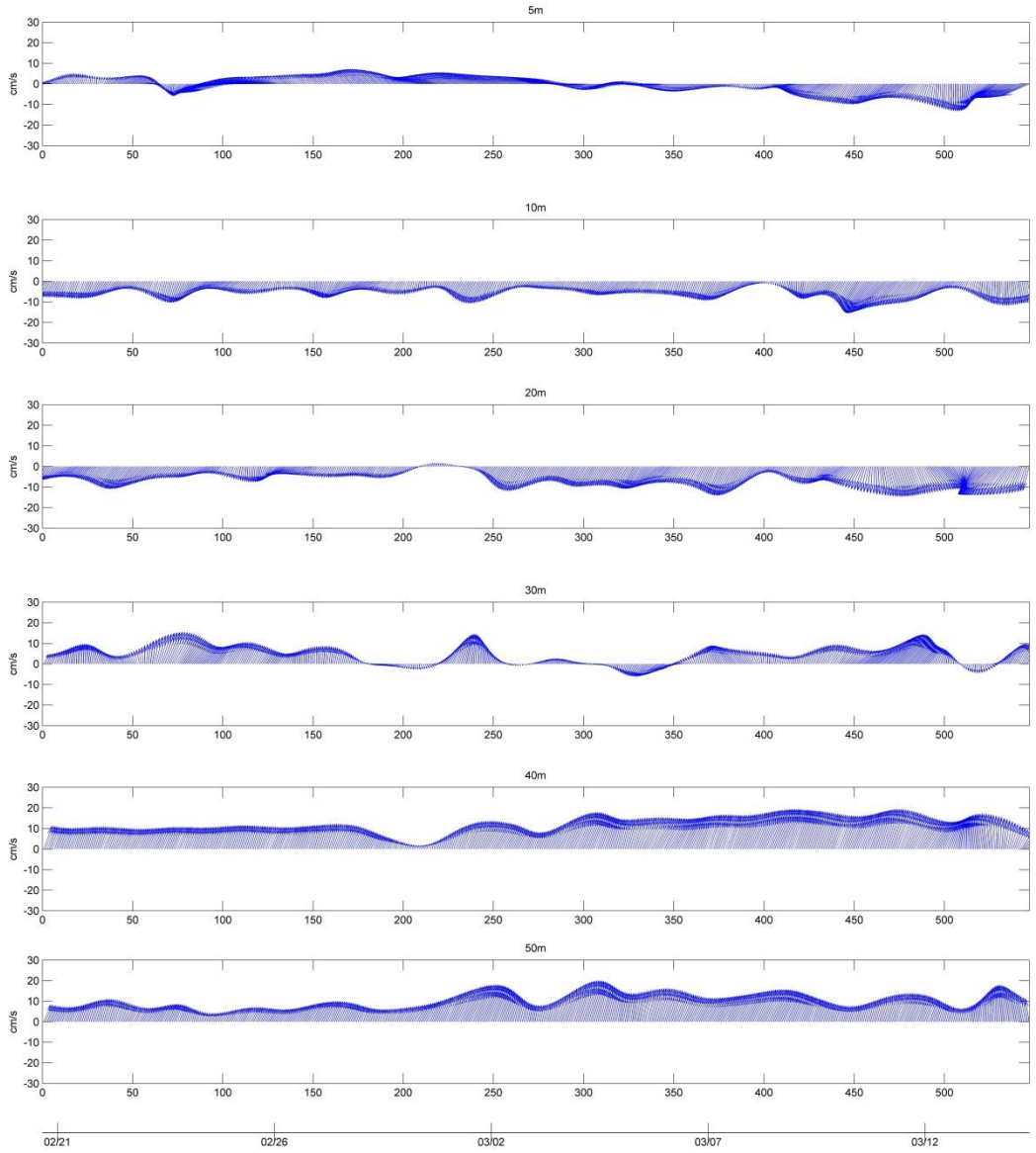


Figura 44. Corriente residual en Canal Gajardo a 5-10-20-30-40-50m de profundidad (campaña de verano 2012)

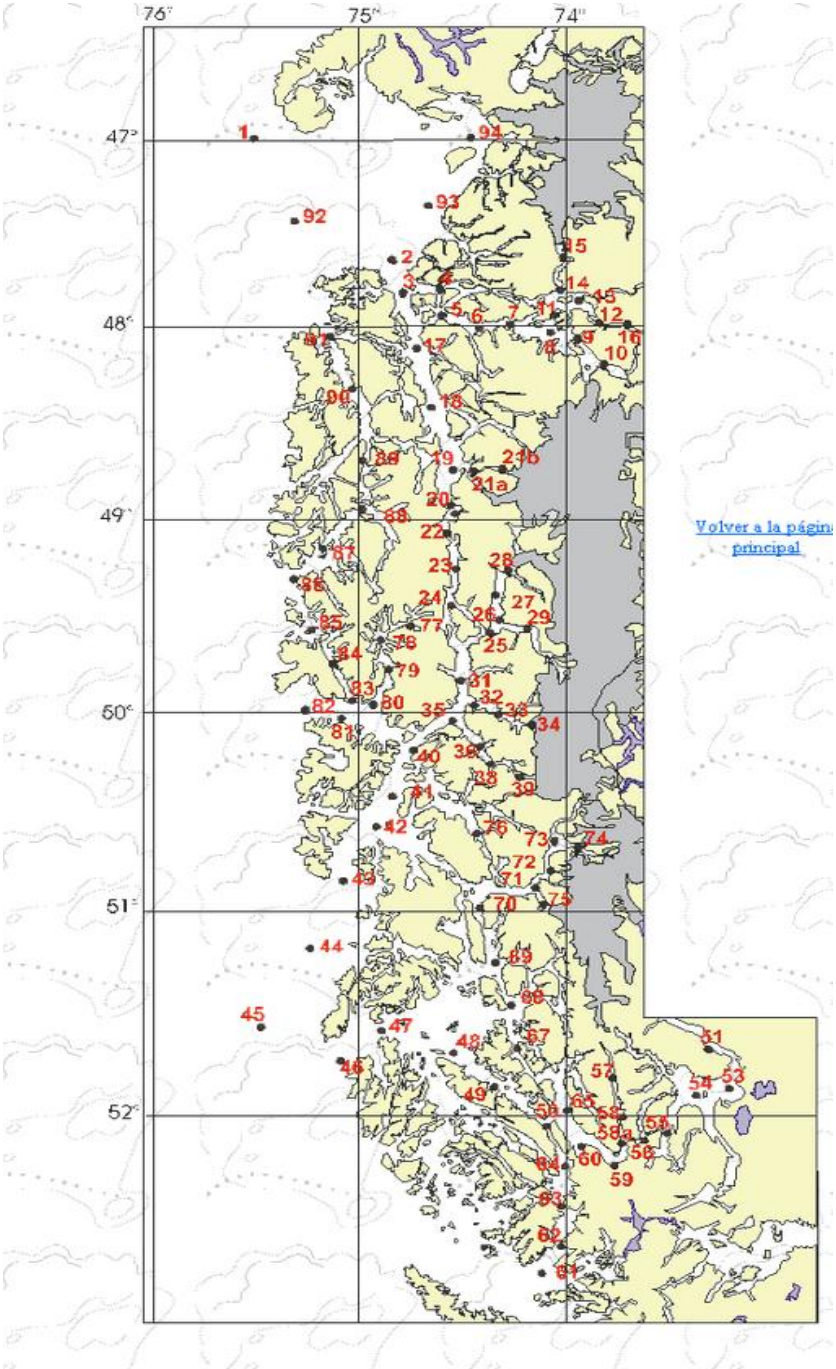


Figura 45. Ubicación de las estaciones de muestreo del crucero CIMAR 2 Fiordos.

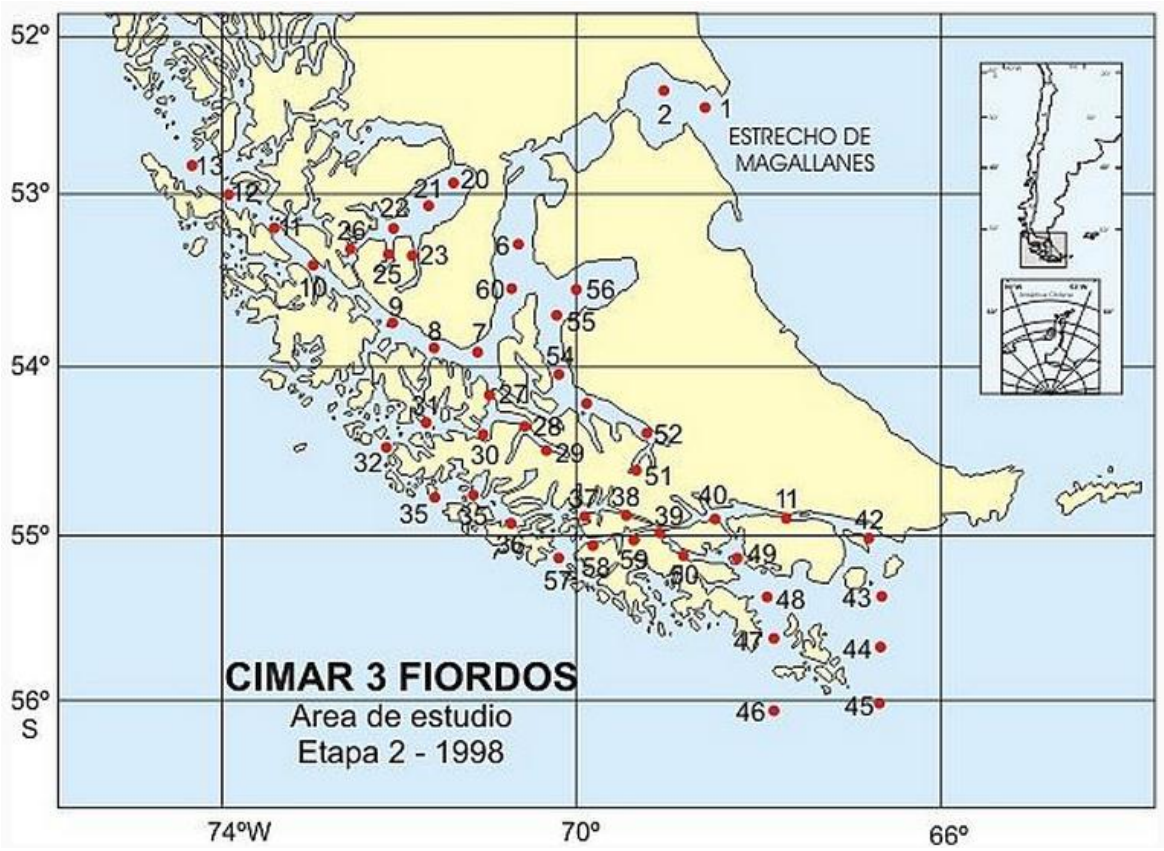


Figura 46. Ubicación de las estaciones de muestreo del crucero CIMAR 3 Fiordos.

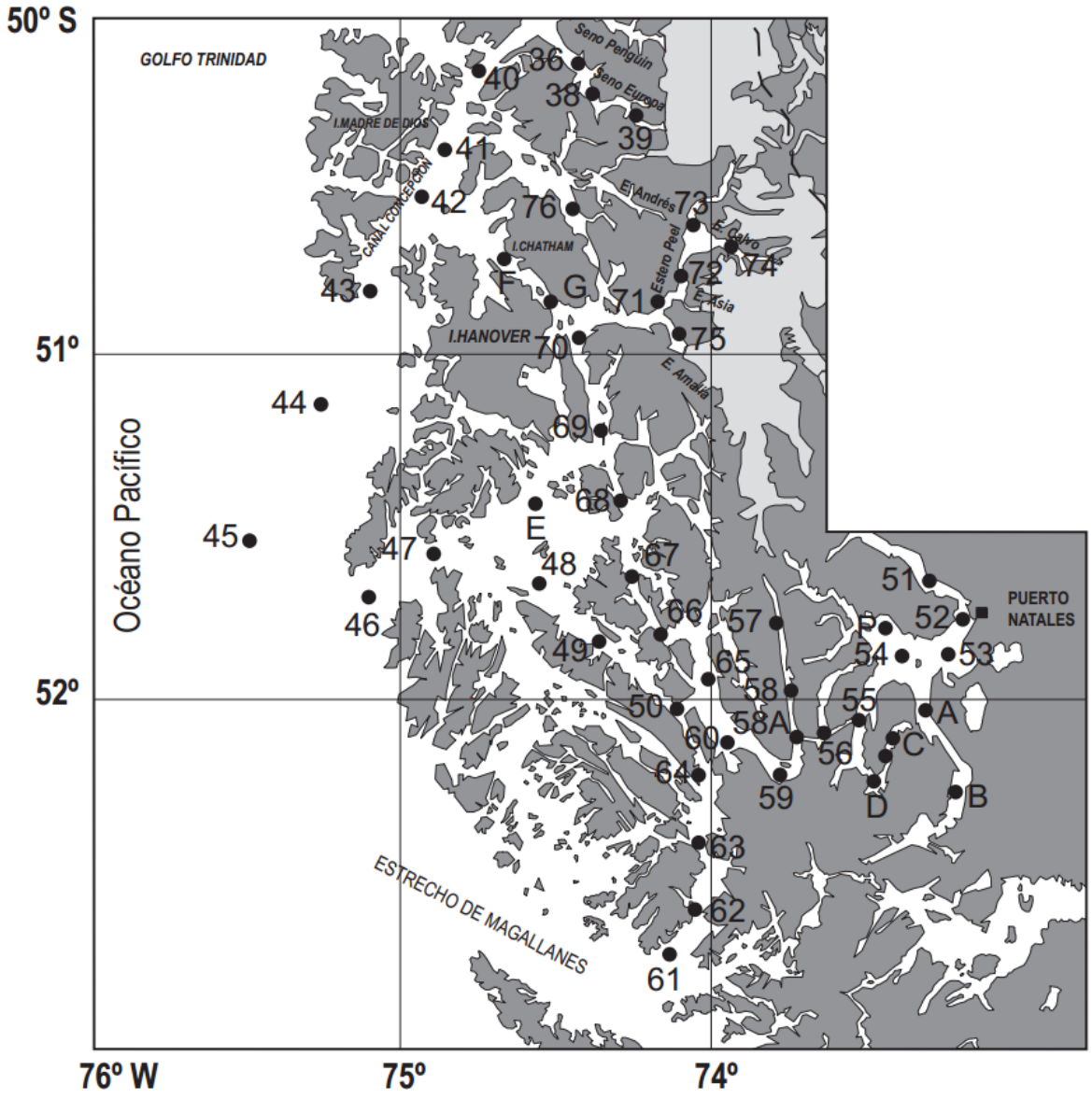


Figura 47. Ubicación de las estaciones de muestreo del crucero CIMAR 15 Fiordos.

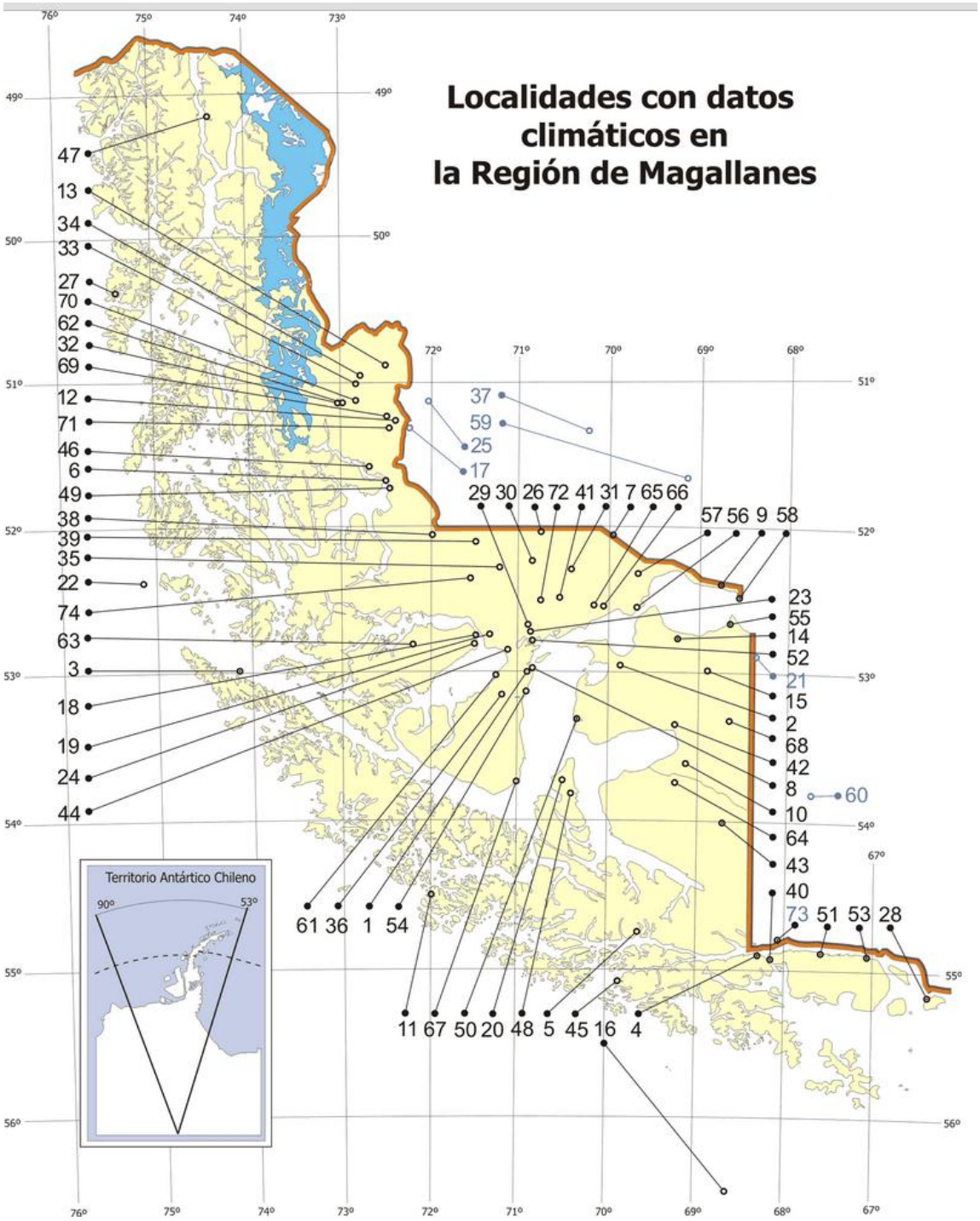


Figura 48. Información de estaciones meteorológicas en la región de Magallanes (Fuente: UMAG).

Figura 49. Programa del seminario realizado en Punta Arenas como inicio del proyecto.

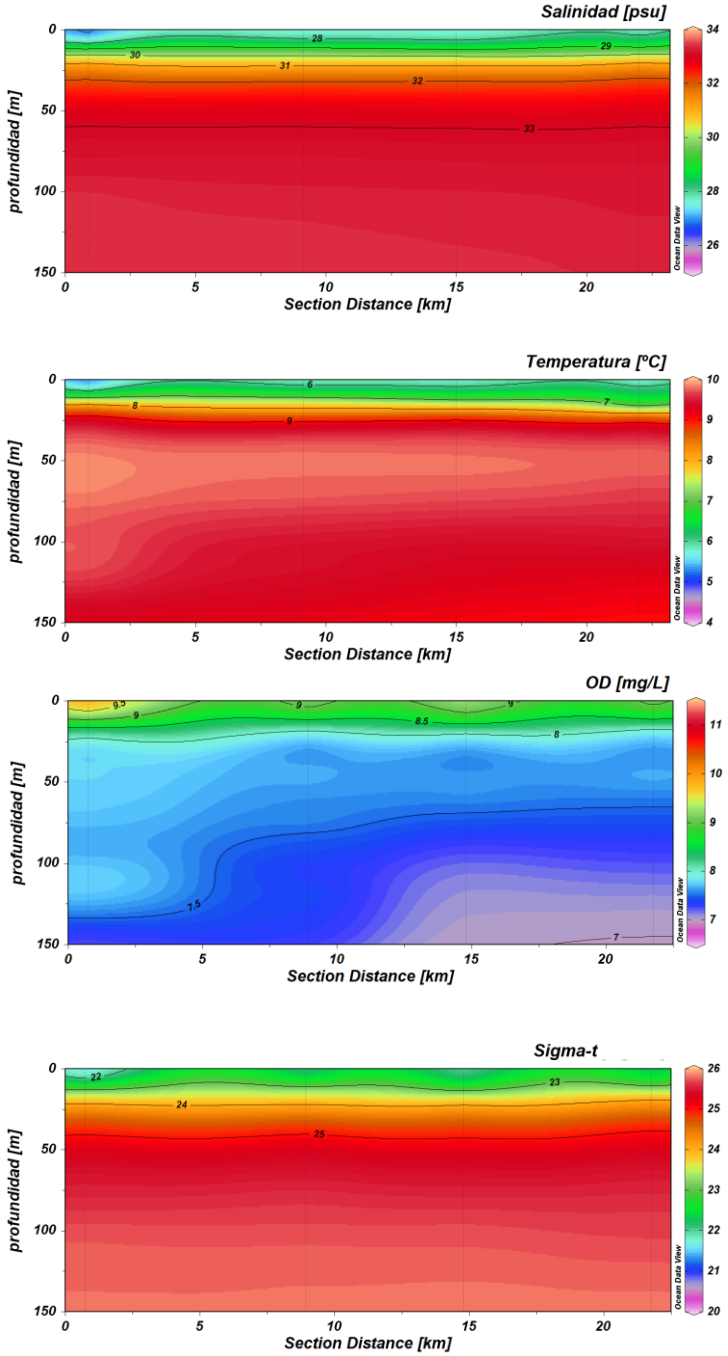


Figura 50. Secciones verticales de la hidrografía realizadas en Canal Messier entre la estación E2 E6 (sur).

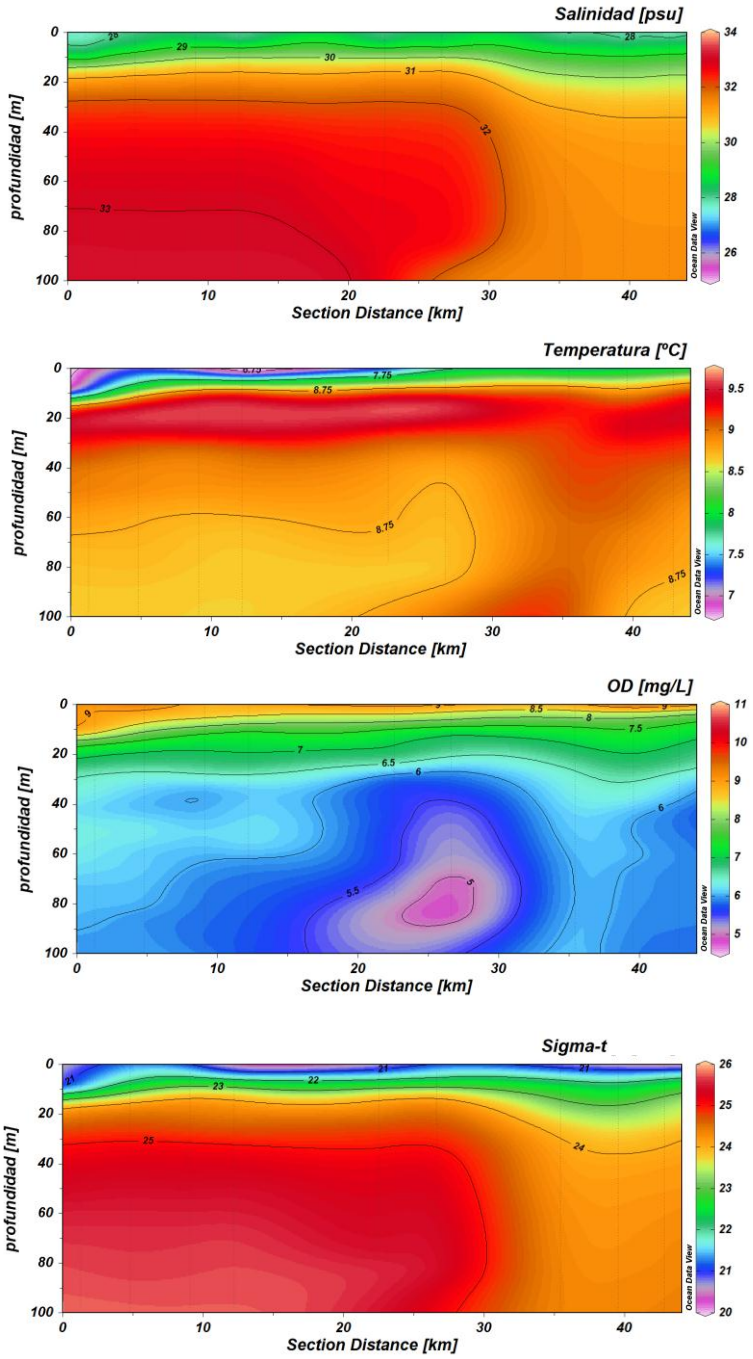


Figura 51. Secciones verticales de la hidrografía realizadas en Canal Messier entre la estación E18 E26 (norte).

a

b

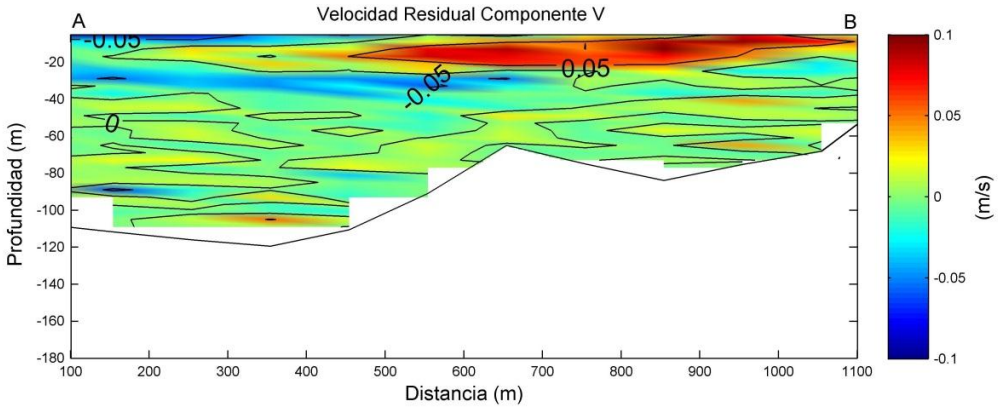


Figura 52. (a) transecto Angostura Inglesa. (b) Flujo residual V en transecto de Angostura Inglesa campaña invierno 2012.

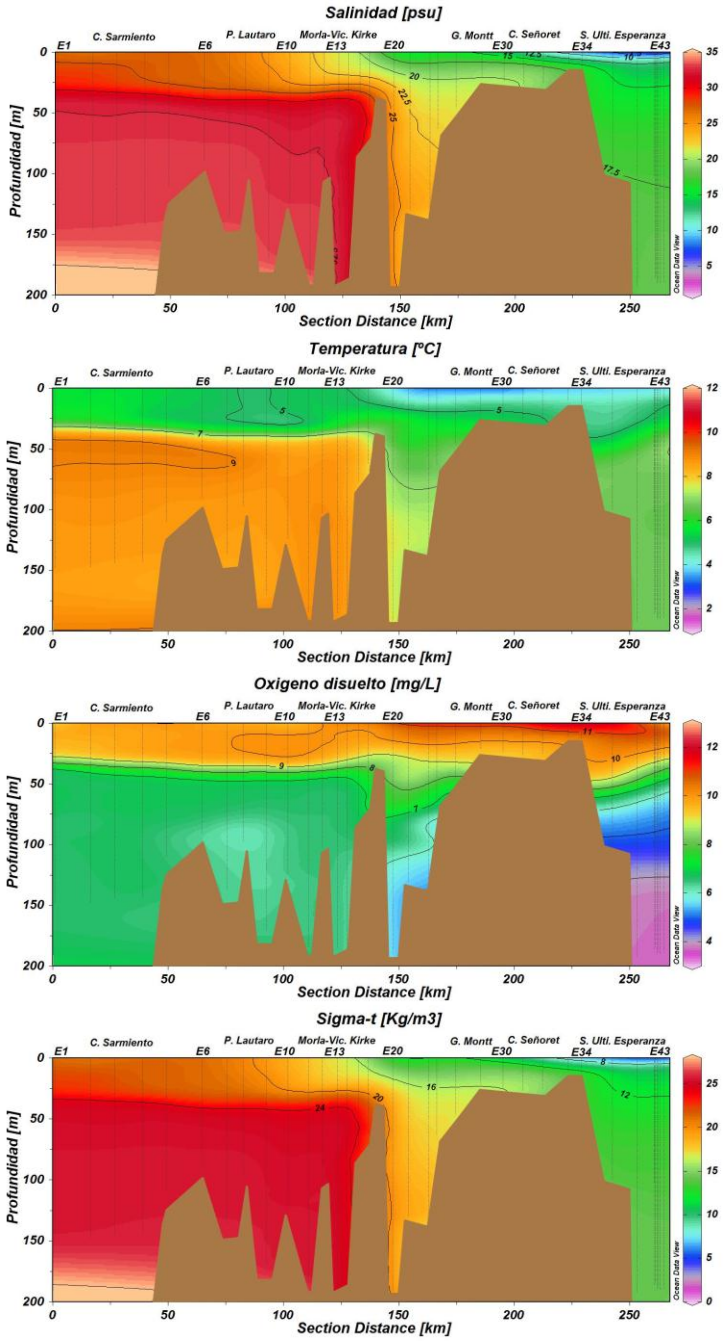


Figura 53. Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 200m. Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante Montt invierno de 2012.

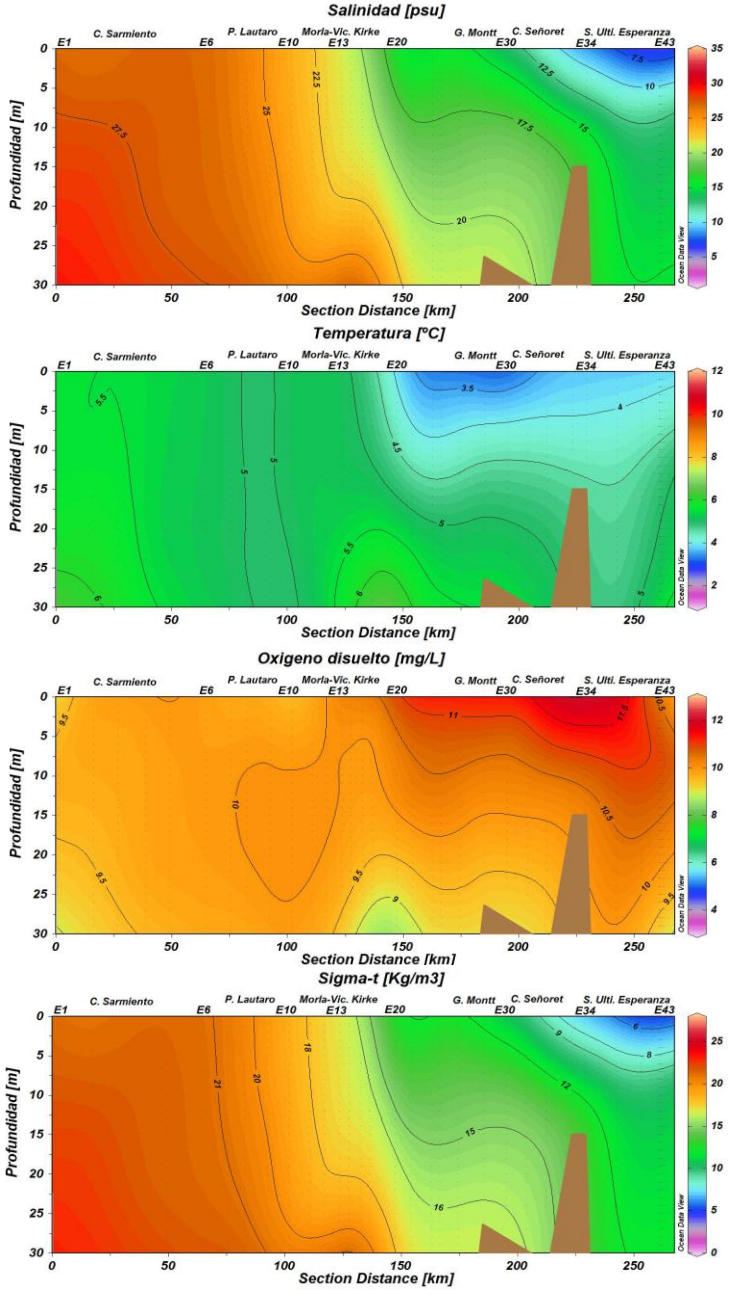


Figura 54. Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 30m. Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Golfo almirante Montt invierno de 2012.

Figura 55. Transectas (T1-T2-T3) de bottom track dentro del Estero Poca Esperanza, durante el crucero Golfo almirante Montt (invierno de 2012).

.

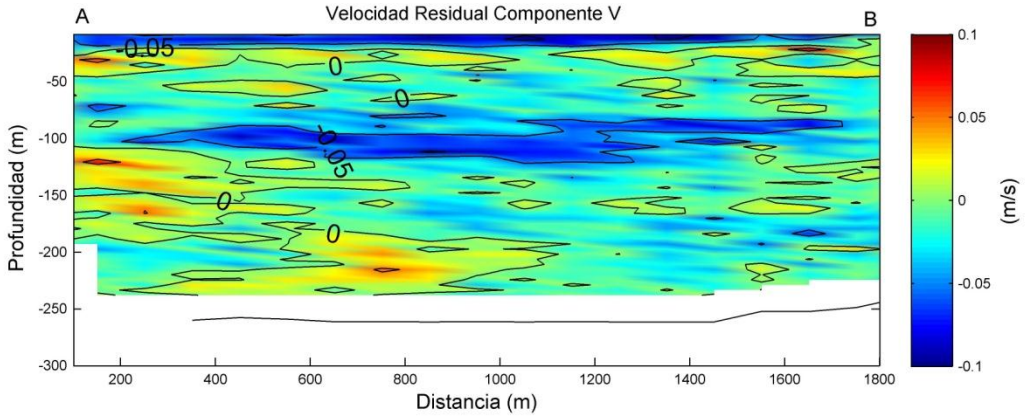


Figura 56. Flujo residual (componente V) en Estero Poca Esperanza (T1) durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte Montt.

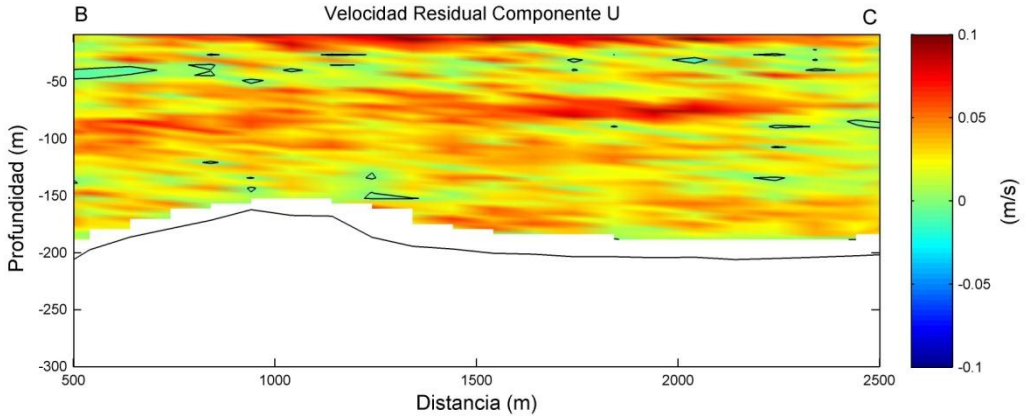


Figura 57. Flujo residual (componente U) en Estero Poca Esperanza (T2) durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte Montt.

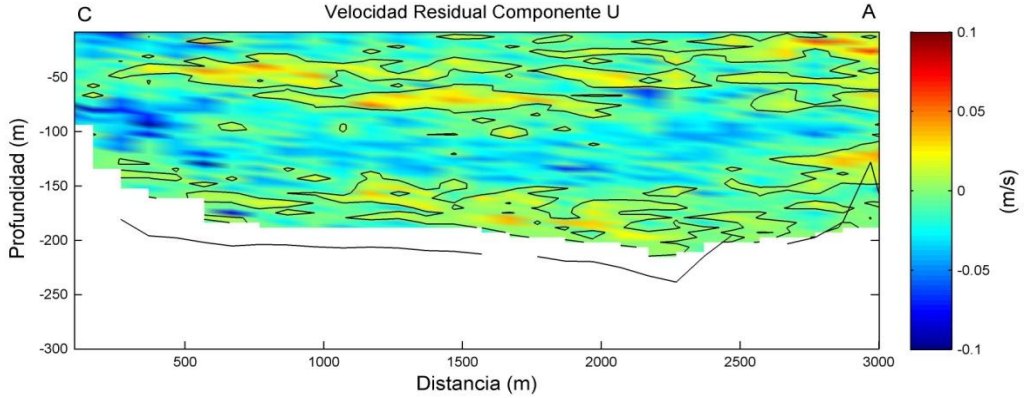


Figura 58. Flujo residual (componente V) en Estero Poca Esperanza (T3) durante la campaña de invierno de 2012 en Golfo Almte. Montt.

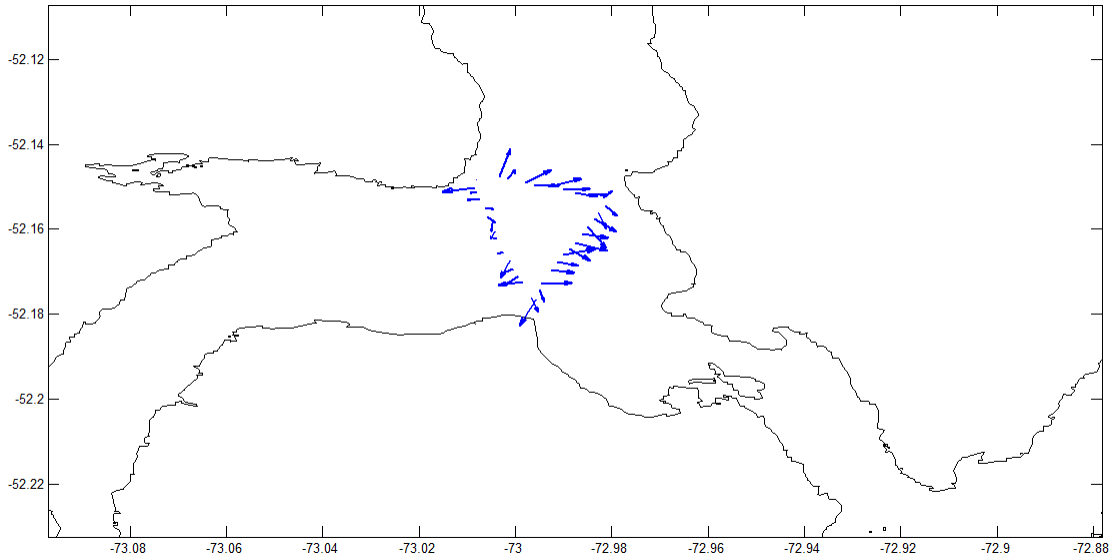


Figura 59. Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 8 metros de profundidad dentro del Estero Poca Esperanza durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt

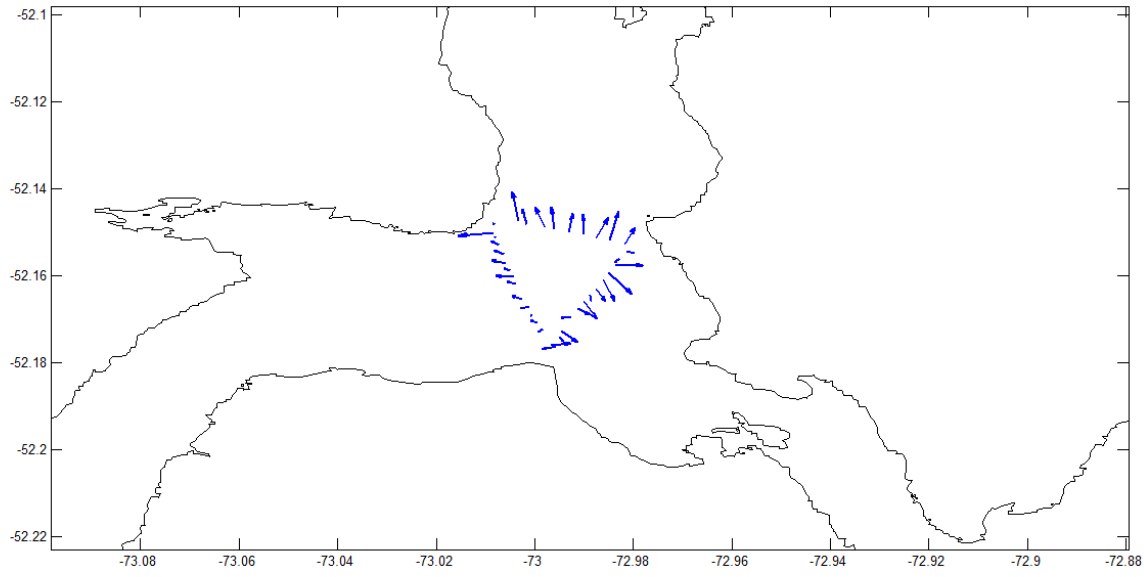


Figura 60. Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 30 metros de profundidad dentro del Estero de Poca Esperanza durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

Figura 61. Transecta en Paso Obstrucción.

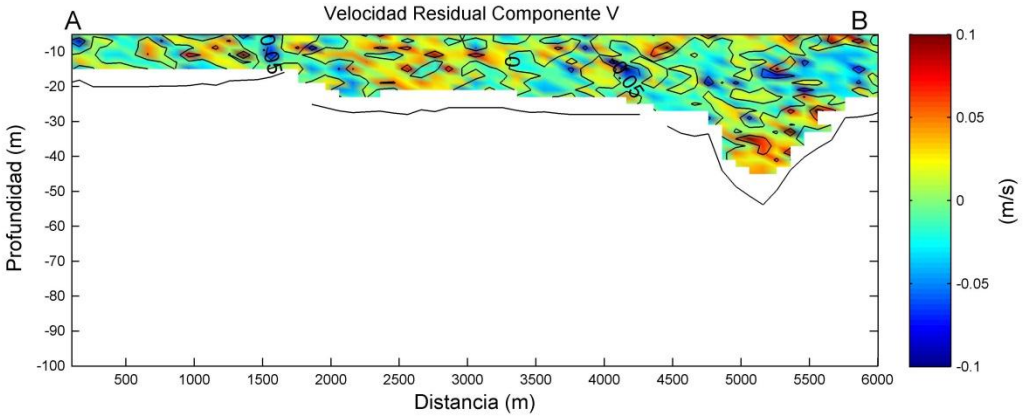


Figura 62. Flujo de la componente de la velocidad residual V Paso Obstrucción durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

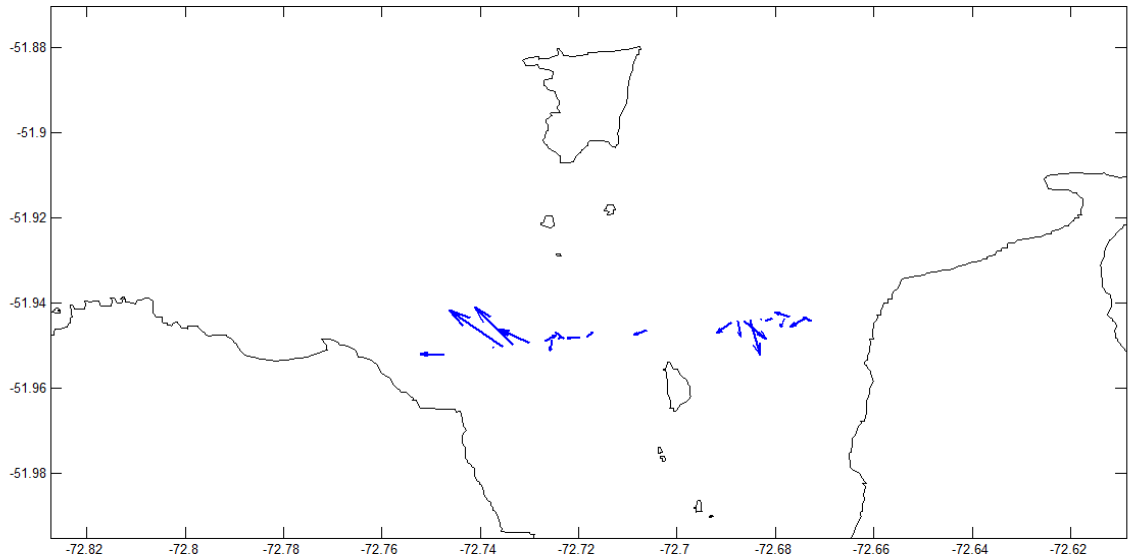


Figura 63. Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 5m de profundidad en el Seno Obstrucción durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

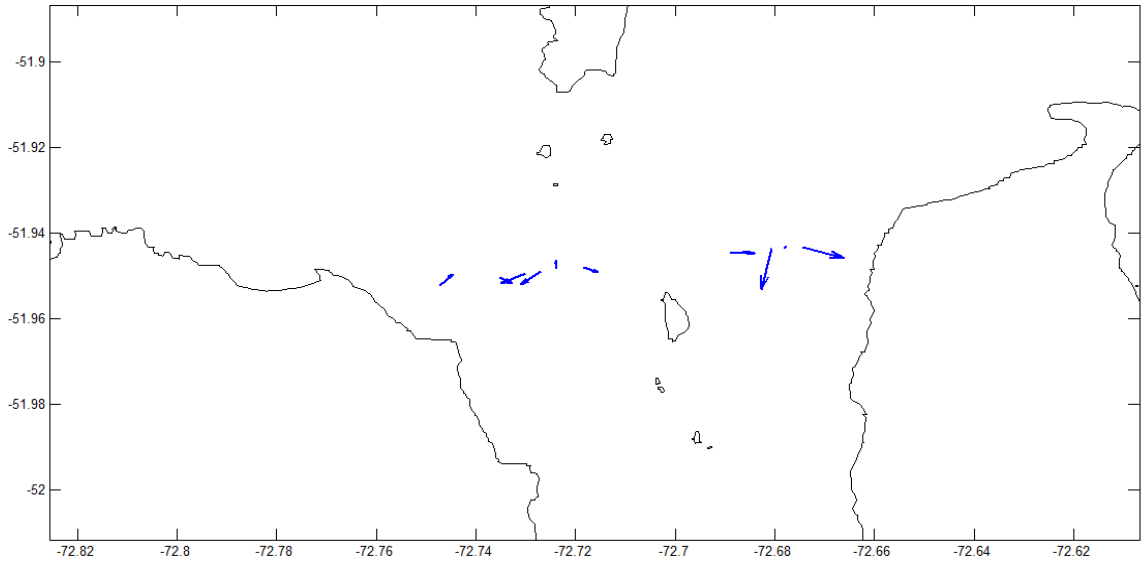


Figura 64. Representación vectorial de la corriente residual en la capa de 15m de profundidad en Seno Obstrucción durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

Figura 65. Transectos T1 y T2 del bottom track en el sector de Isla Evans.

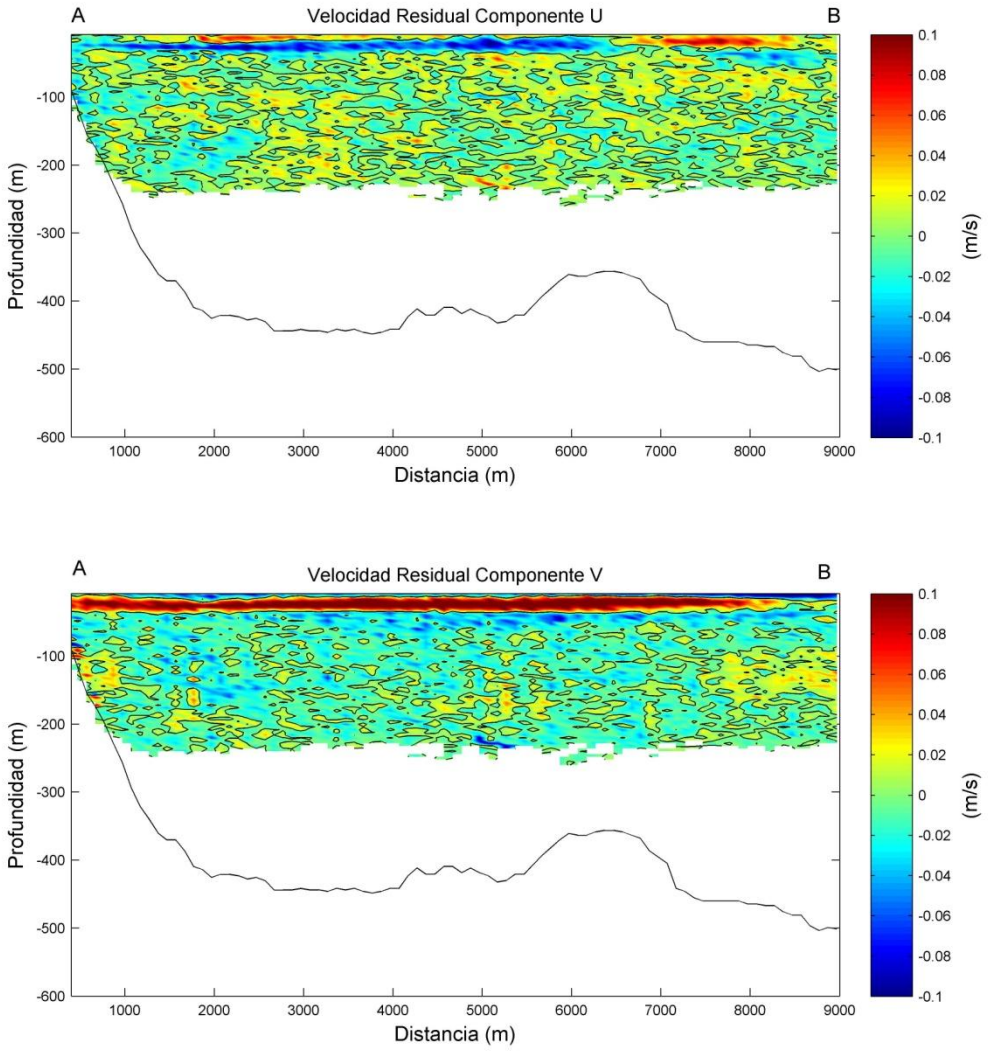


Figura 66. Flujo de la componente U de la velocidad residual en transecto T1 de Isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

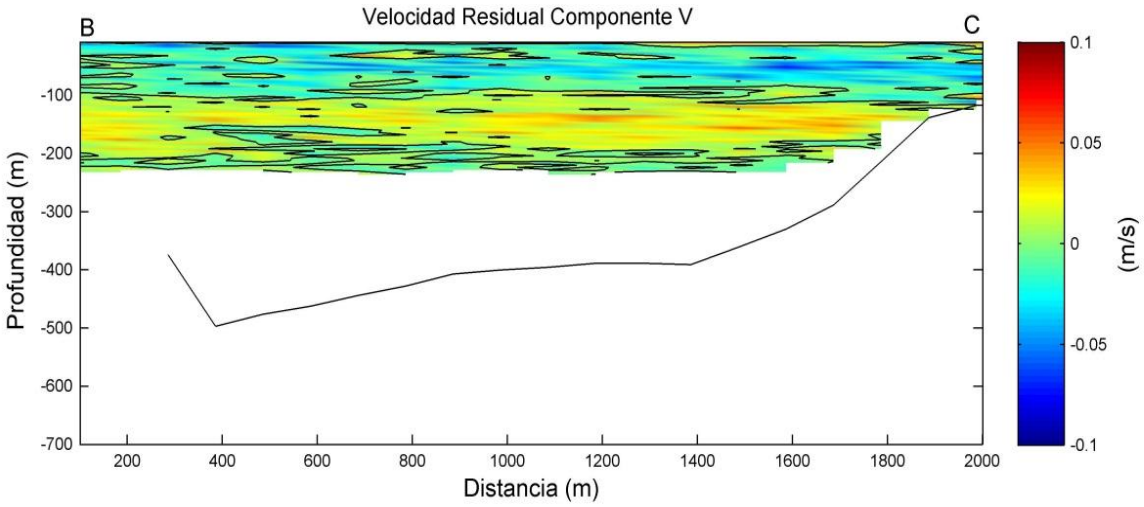


Figura 67. Flujo de la componente V de la velocidad residual en transectoT2 de Isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

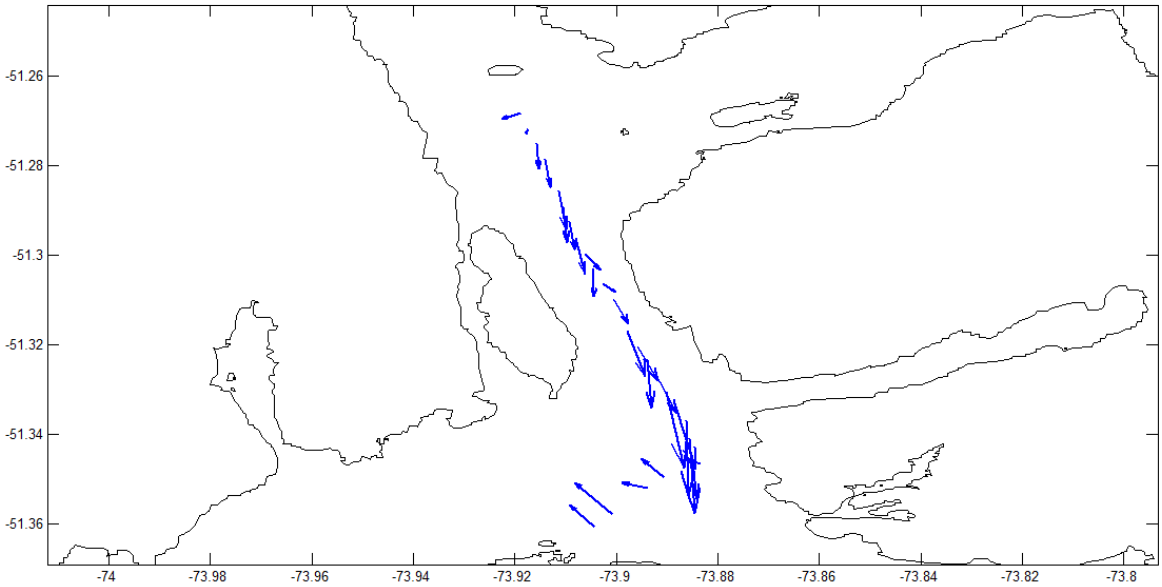


Figura 68. Vectores de velocidad residual en capa de 8 m en Isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt

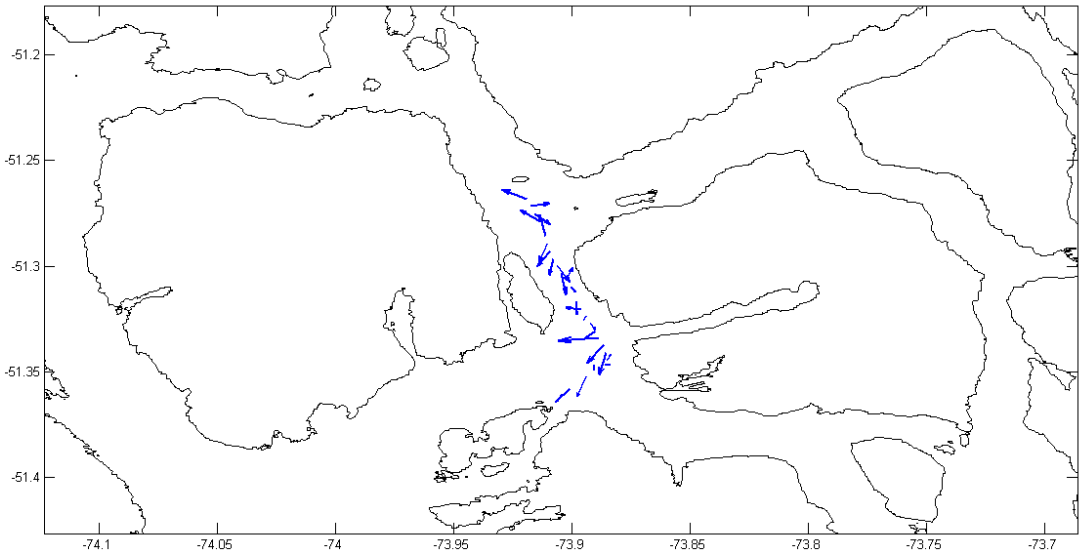
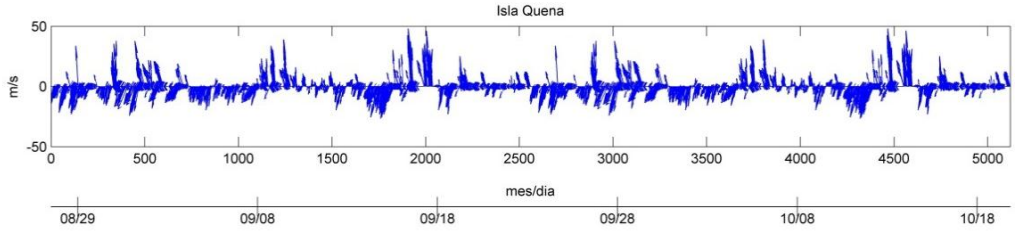


Figura 69. Vectores de velocidad residual en la capa de 30 m en Isla Evans durante la campaña de invierno 2012 en Golfo Almte. Montt.

a



b

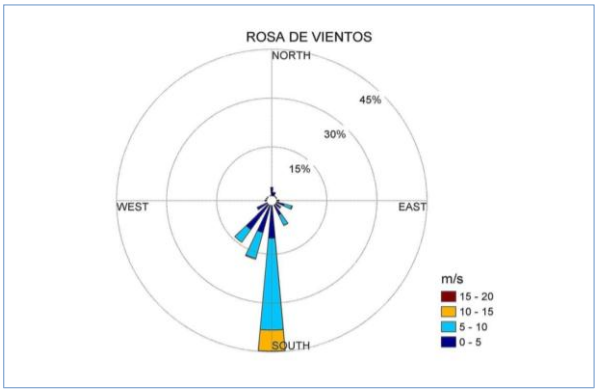


Figura 70. a) Serie de vientos en Isla Quena (51,8181S-73,66813W) entre Agosto y Octubre 2012. b) Rosa de vientos de isla Quena.

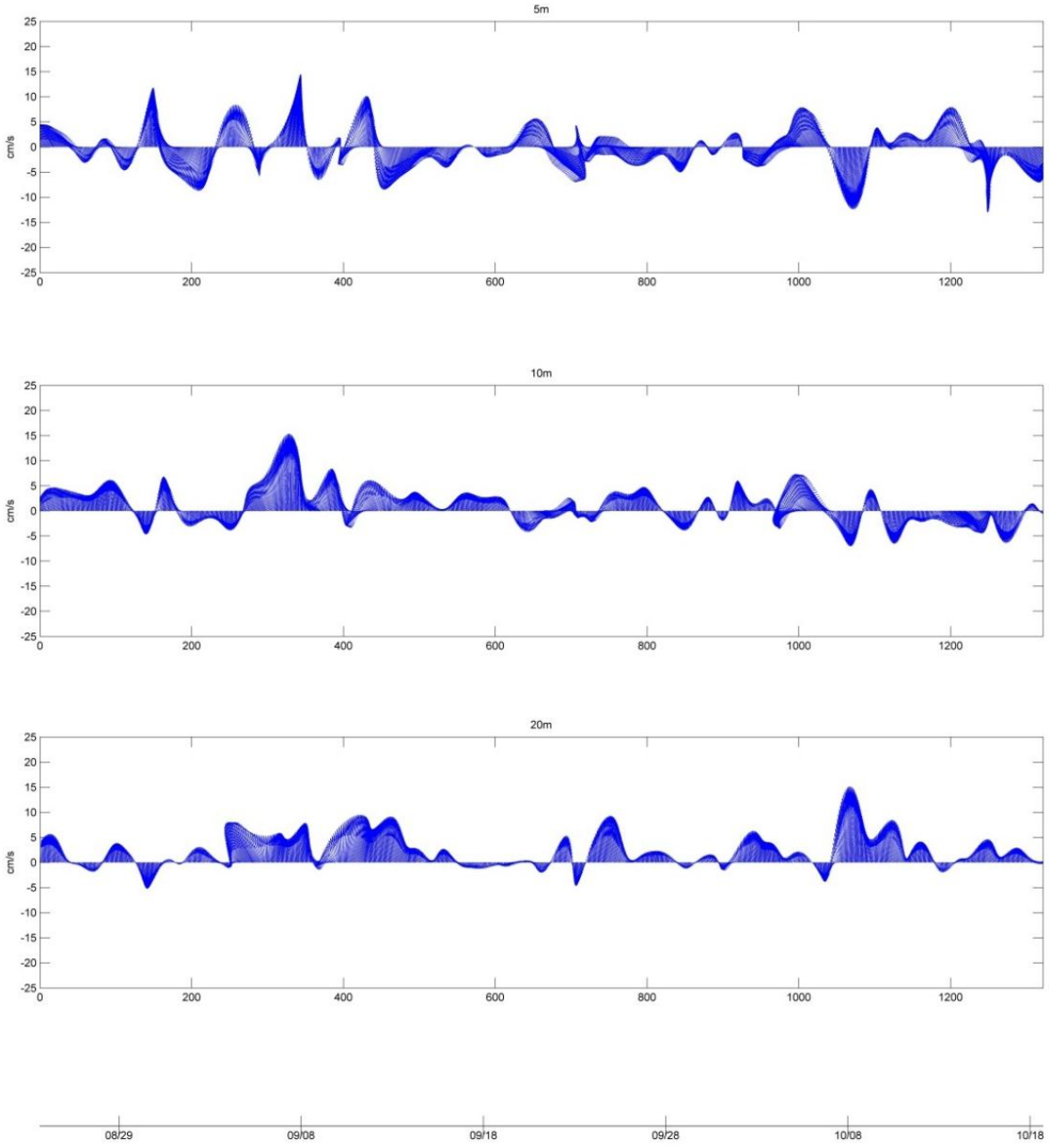


Figura 71. Corriente residual en Golfo Almte. Montt a 5-10-20 metros de profundidad (periodo de invierno 2012).

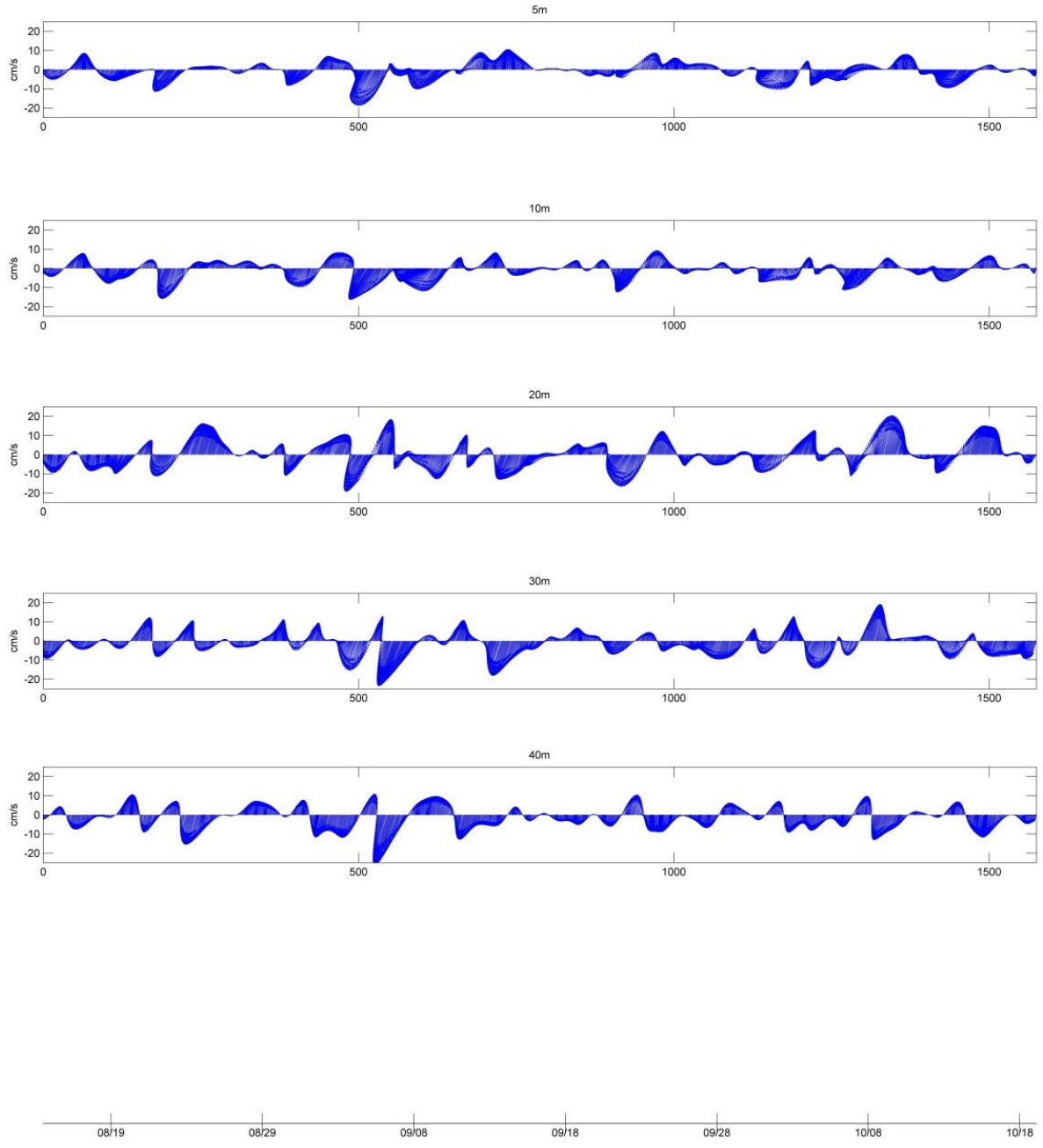


Figura 72. Corriente residual en Poca Esperanza a 5-10-20-30-40 metros de profundidad (periodo de invierno 2012).

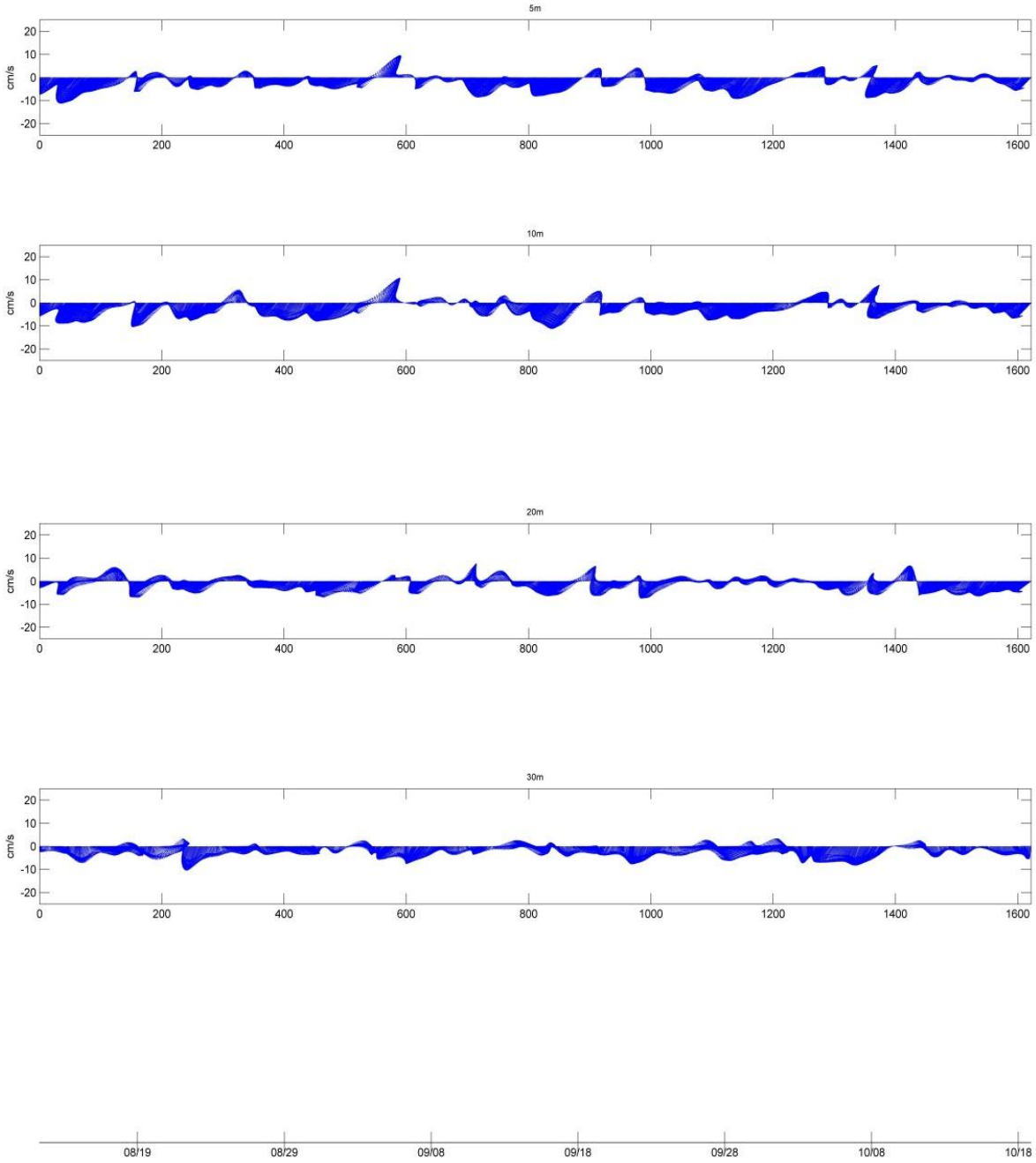


Figura 73. Corriente residual en Morla-Vicuña a 5-10-20-30 metros de profundidad (periodo de invierno 2012).

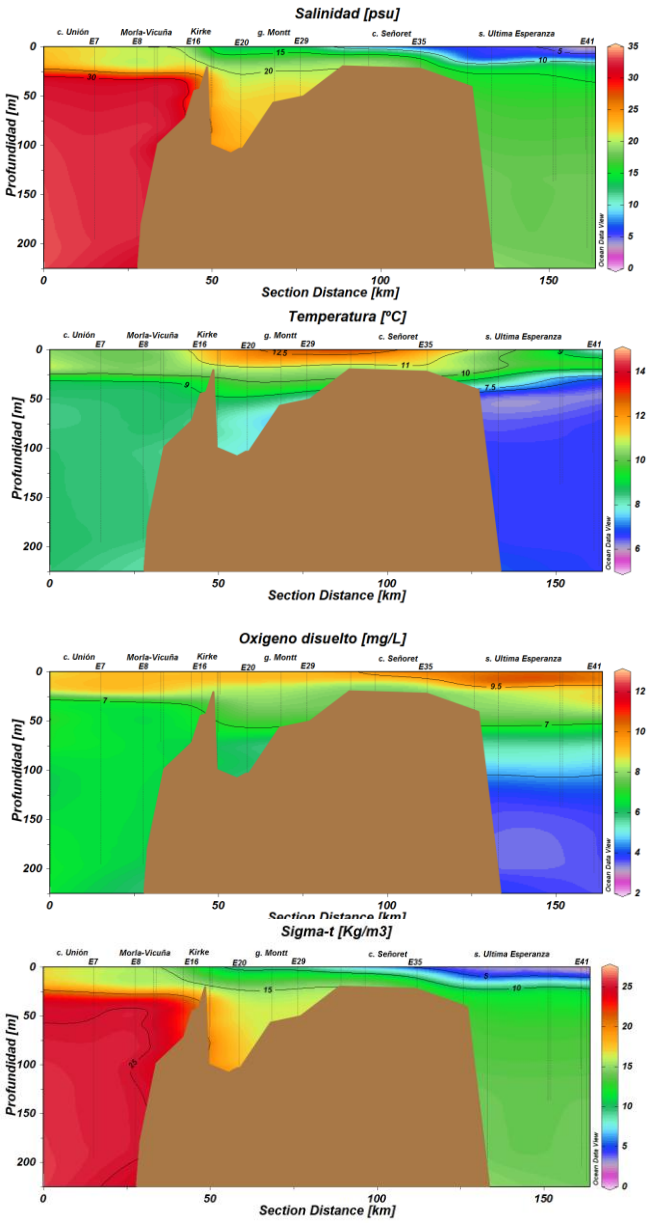


Figura 74. Secciones verticales de hidrografía medidas entre 0-225m. Las mediciones fueron realizadas durante el crucero Golfo Montt, verano 2013.

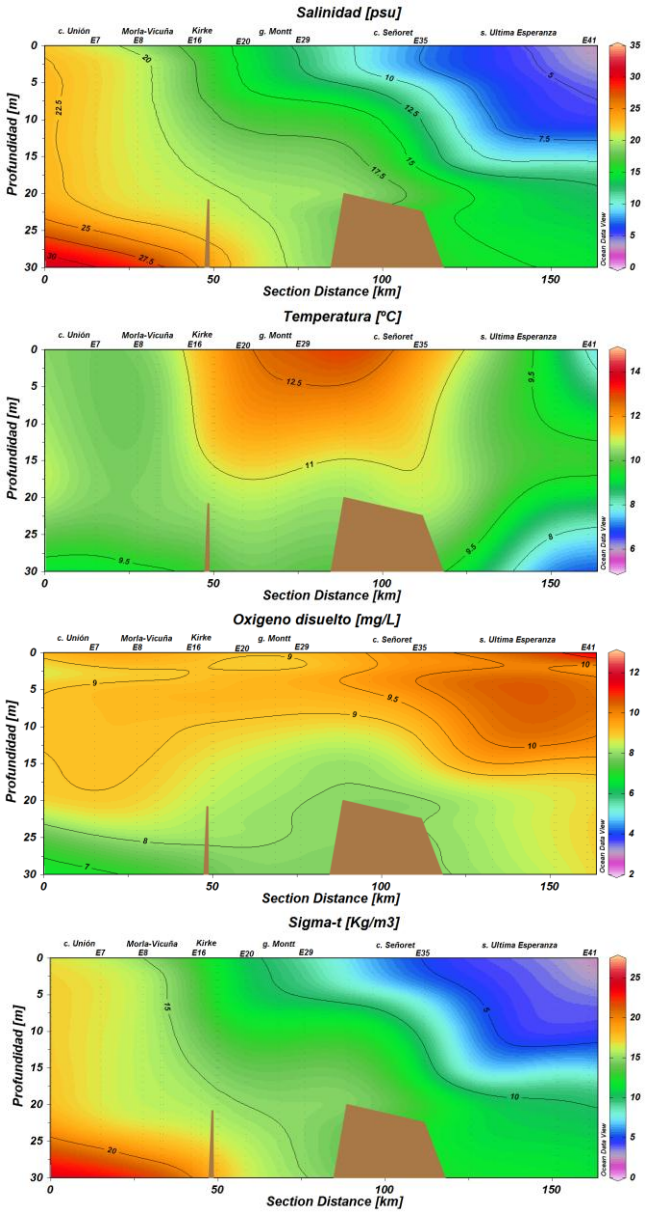


Figura 75. Secciones verticales de hidrografía medidas entre 0-30m. Las mediciones fueron realizadas durante el crucero Golfo Montt, verano 2013.

a

b

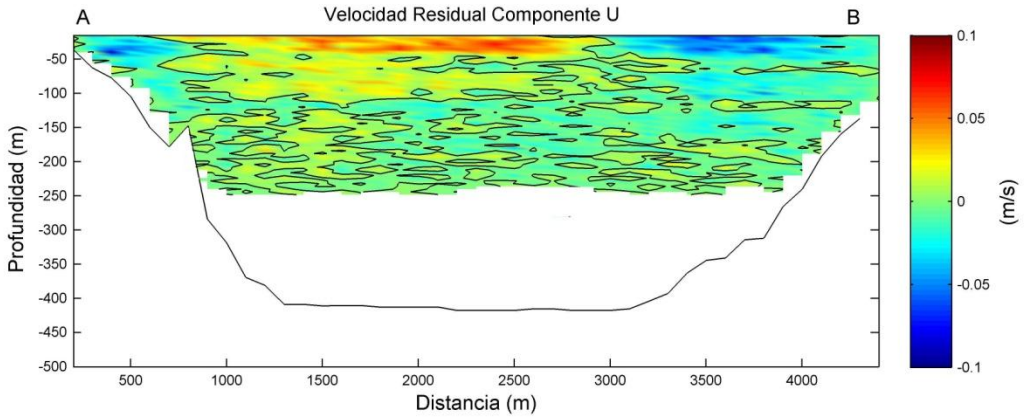


Figura 76. (a) transecto en Estero Última Esperanza. (b) flujo residual (componente U) en Estero Última Esperanza durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Almirante Montt.

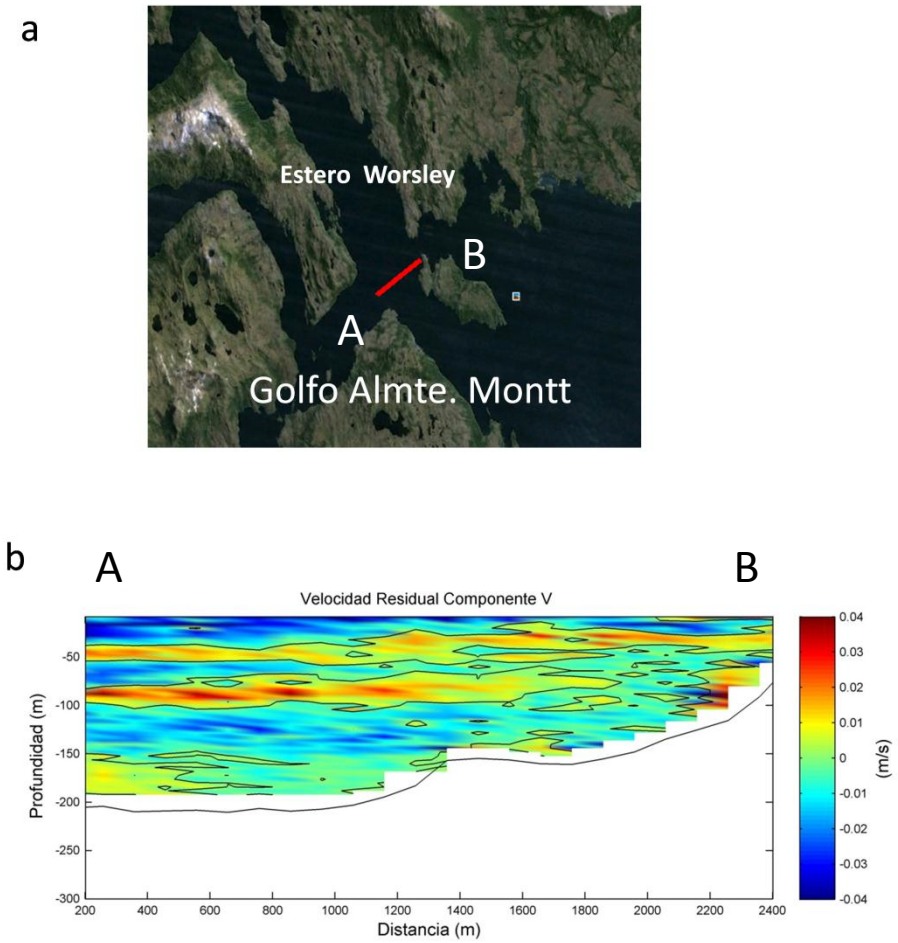
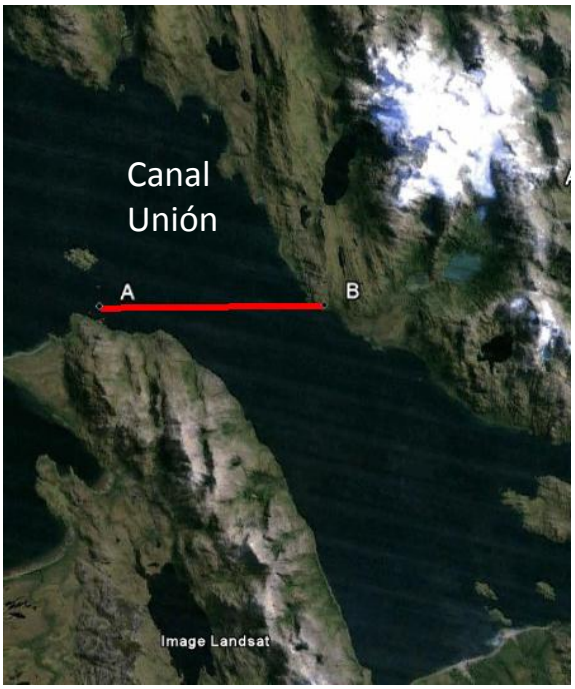


Figura 77. (a) transecto en Estero Worsley. (b) flujo residual (componente V) en Estero Worsley, Paso Vattuone durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Almirante Montt.

a



b

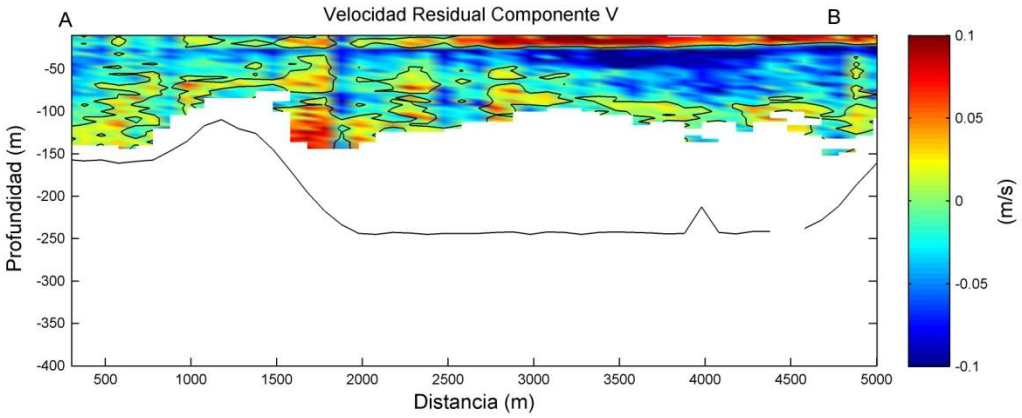


Figura 78. (a) transecto en Canal Unión. (b) flujo residual (componente V) en Canal Unión durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Almirante Montt.

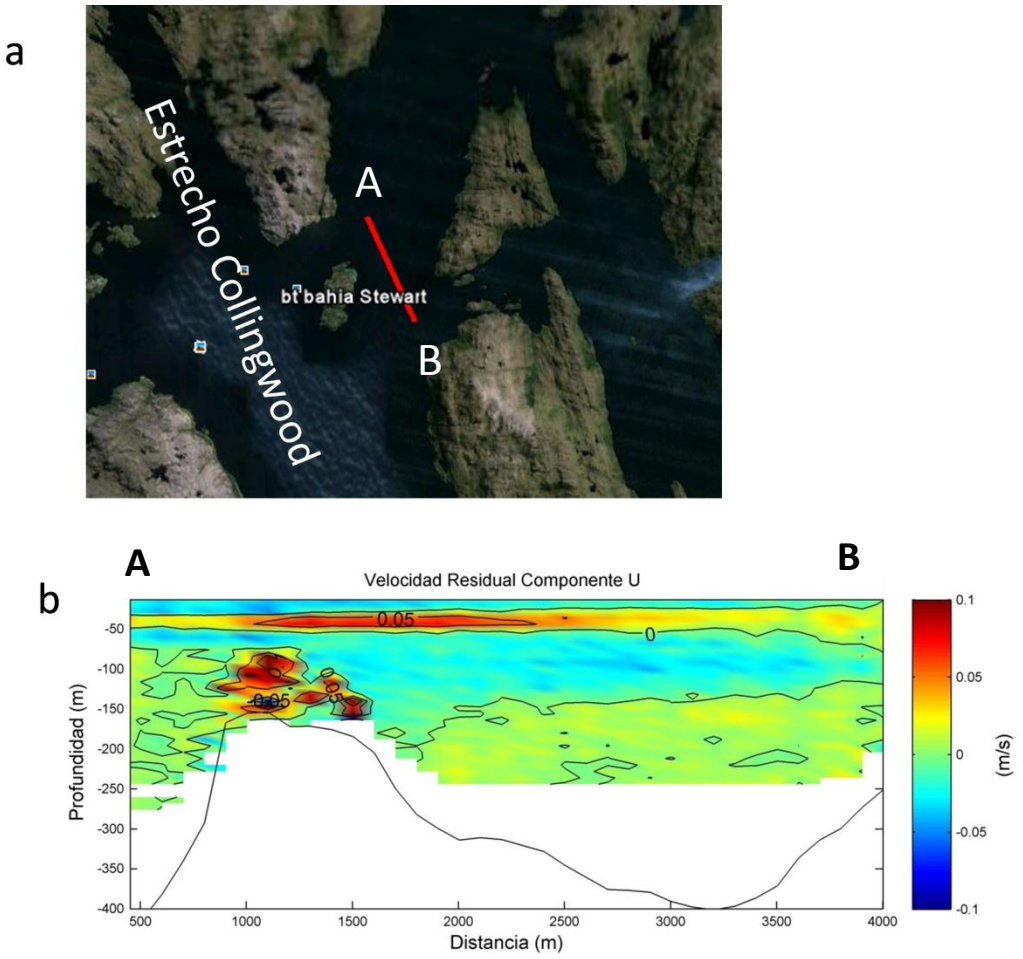


Figura 79. (a) transecto en Bahía Stewart. (b) flujo residual (U) en Bahía Stewart durante la campaña de otoño 2013 en Golfo Almirante Montt.

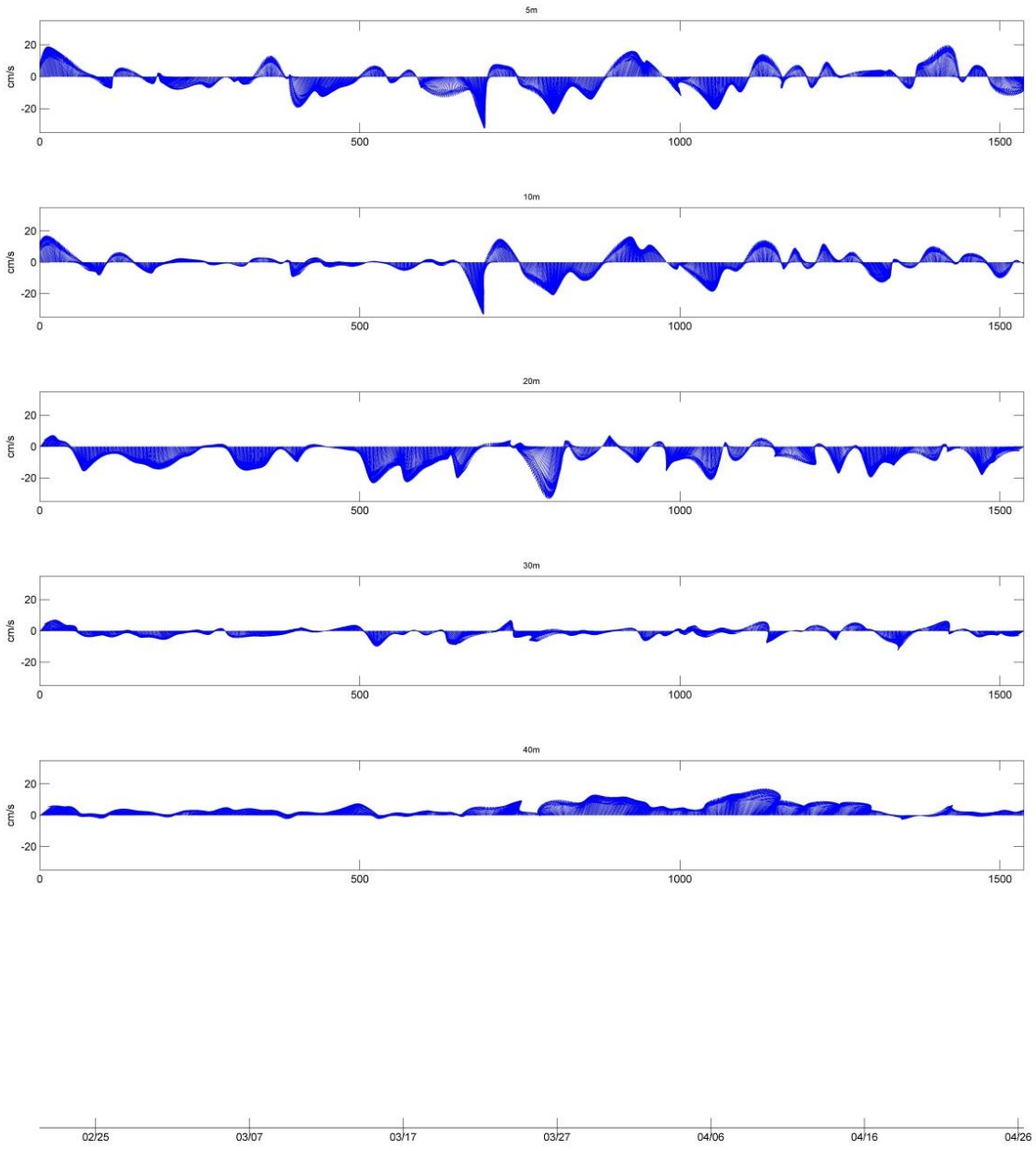


Figura 80. Corriente residual en Canal Unión a 5-10-20-30-40m de profundidad (campaña verano 2013).

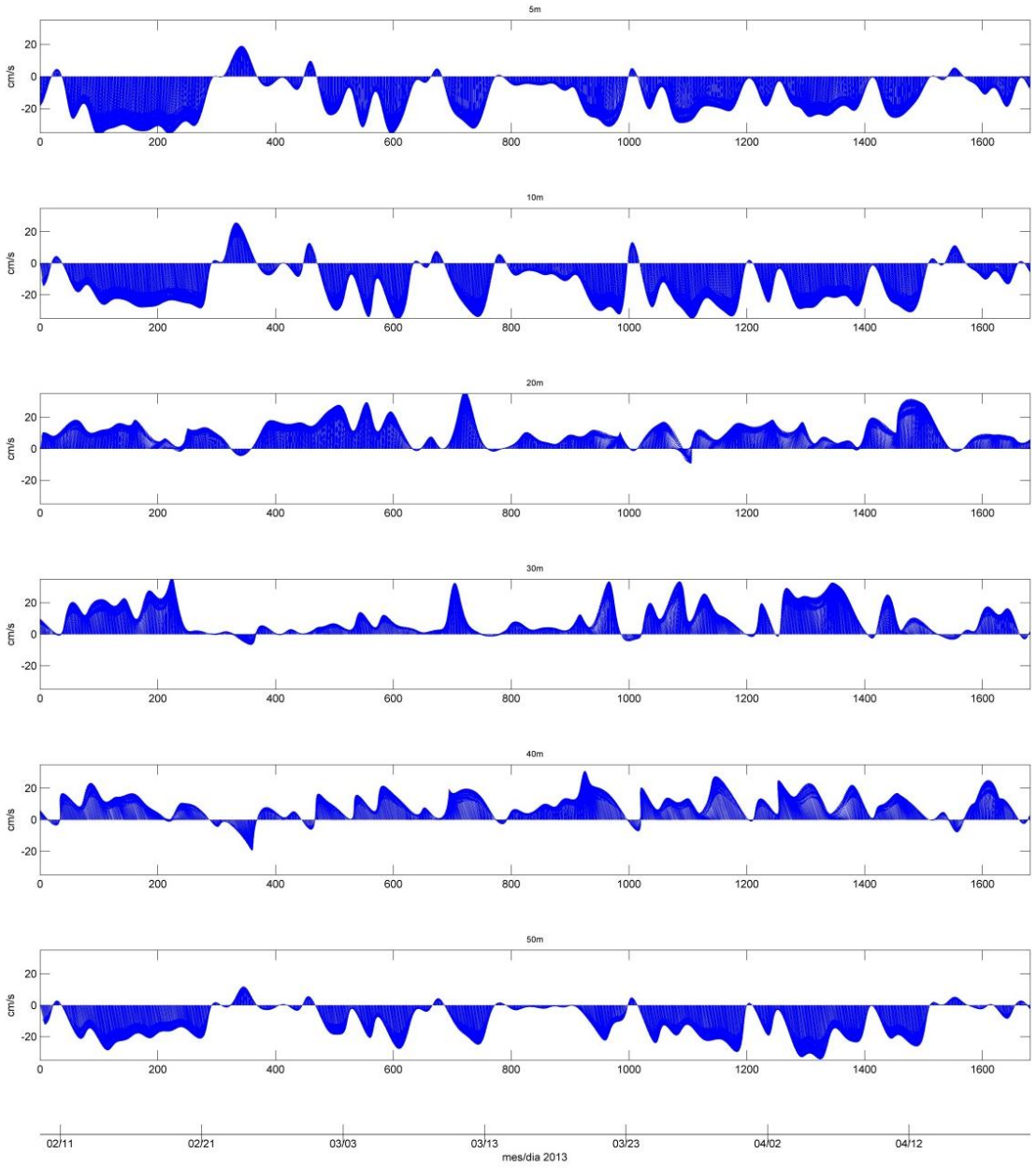


Figura 81. Corriente residual en Estero Última Esperanza a 5-10-20-30-40-50m (campaña verano 2013).

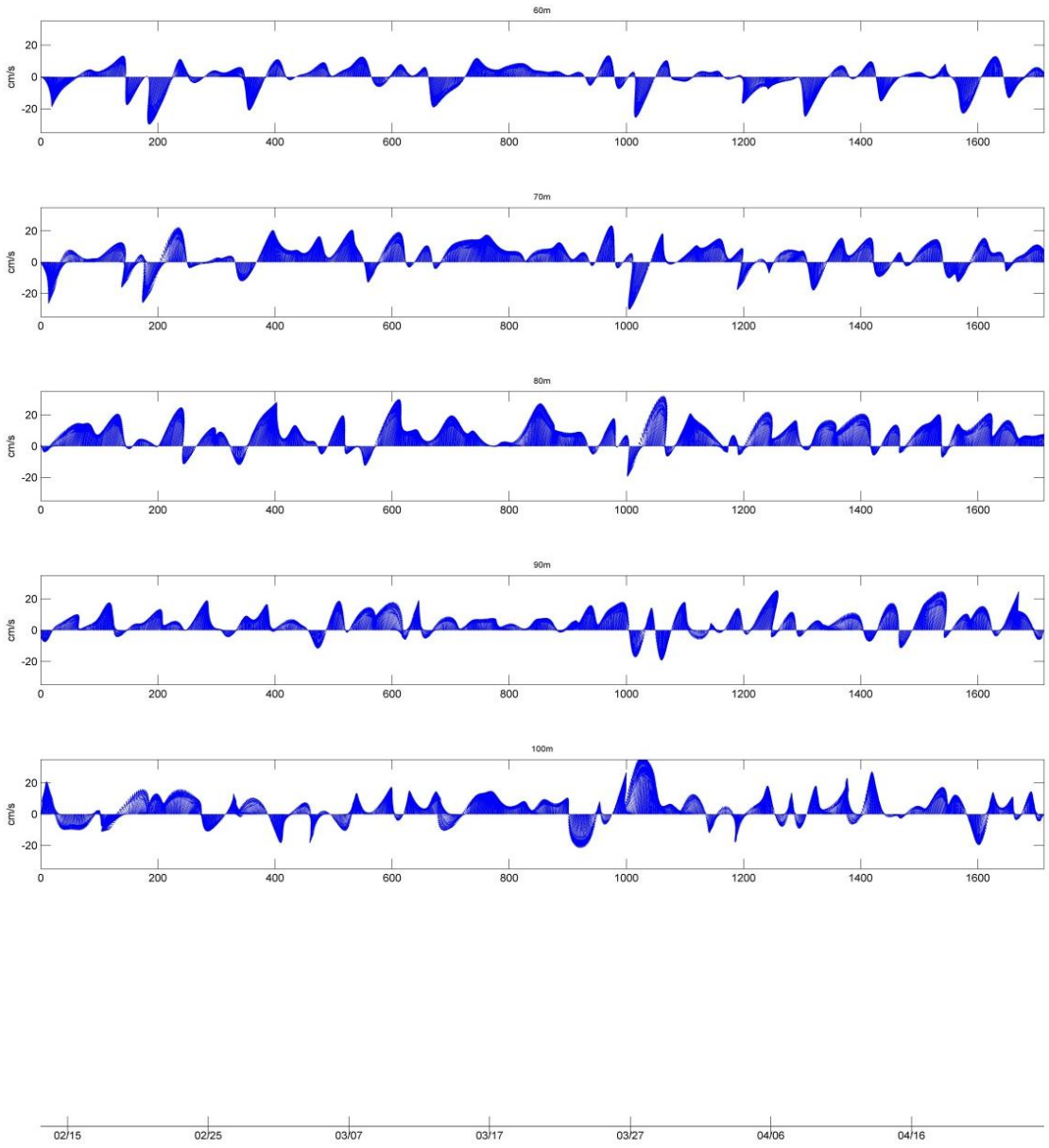


Figura 82. Corriente residual en Canal Valdés a 60-70-80-90-100m (campaña verano2013).

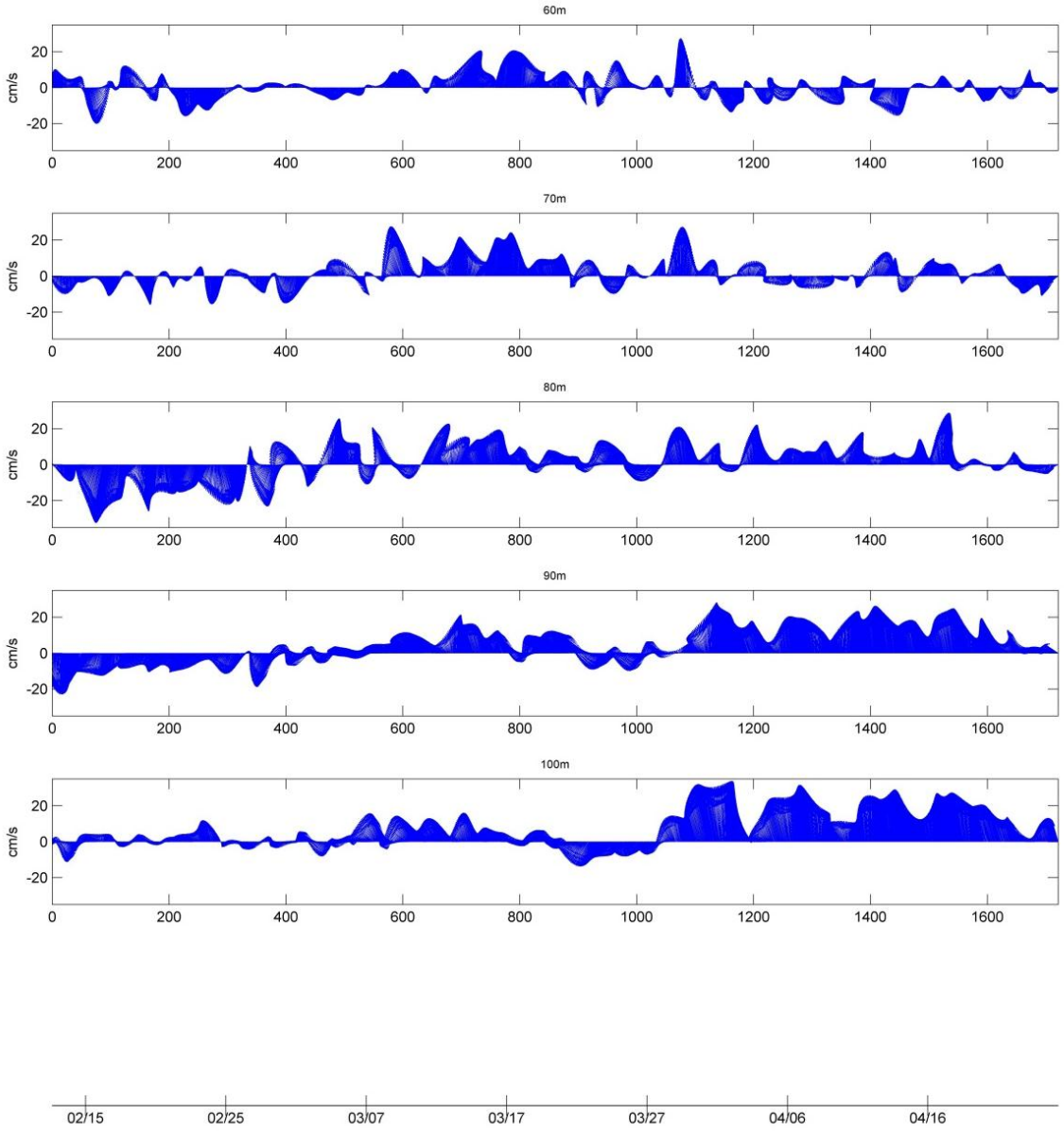


Figura 83. Corriente residual en Golfo Almte. Montt a 60-70-80-90-100m (campaña verano 2013).

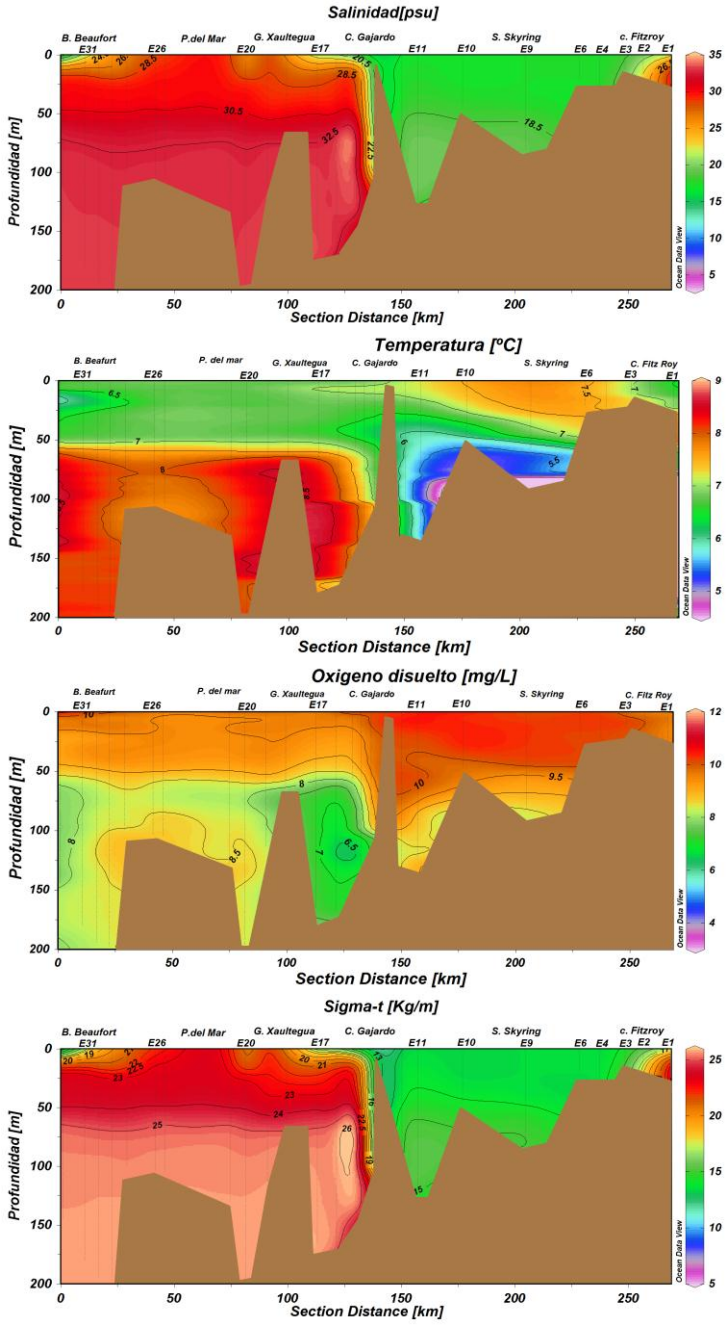


Figura 84. Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 200m. Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Seno Skyring primavera de 2012.

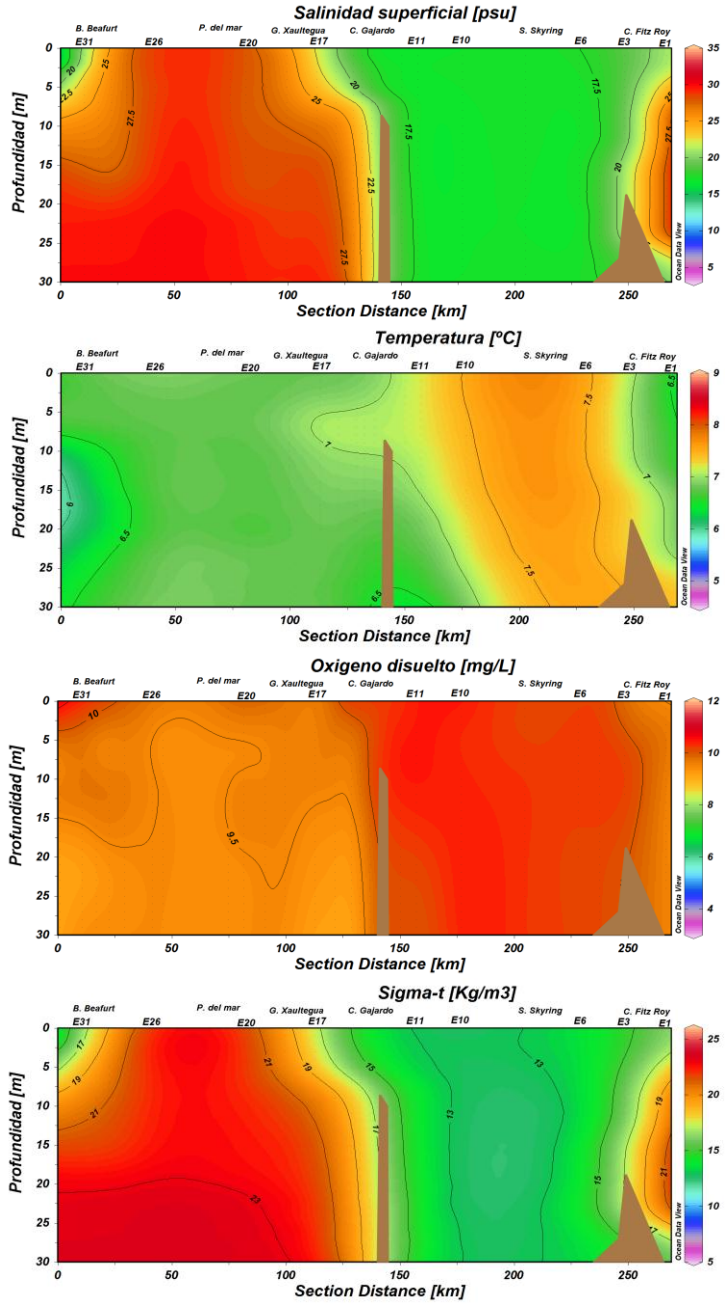


Figura 85. Secciones verticales de la hidrografía medida desde superficie hasta 30m. Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Seno Skyring primavera de 2012.

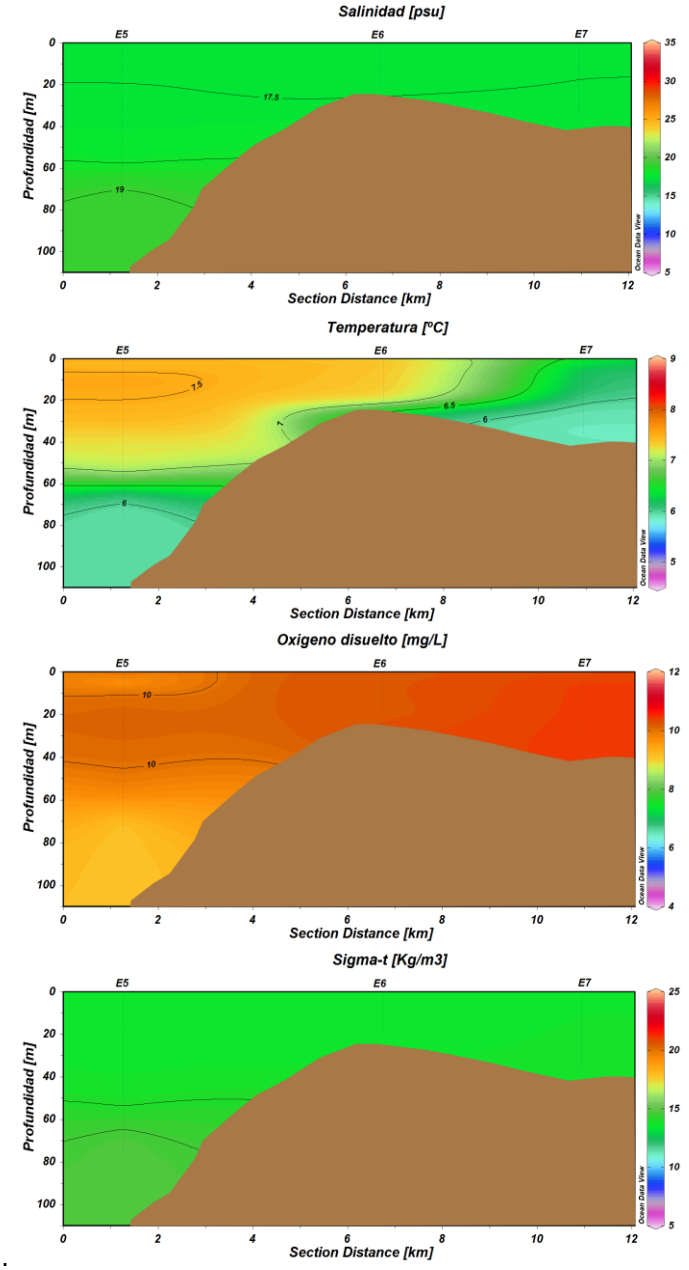
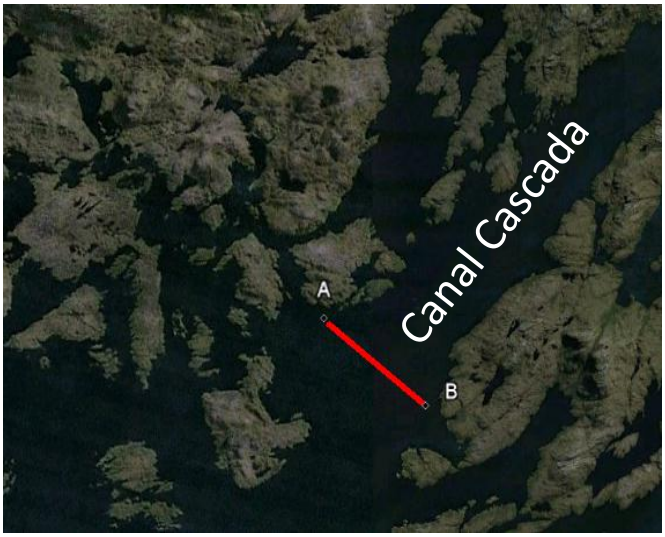


Figura 86. Secciones verticales de la hidrografía medida en sentido latitudinal. Las mediciones fueron efectuadas durante crucero Seno Skyring primavera de 2012.

a



b

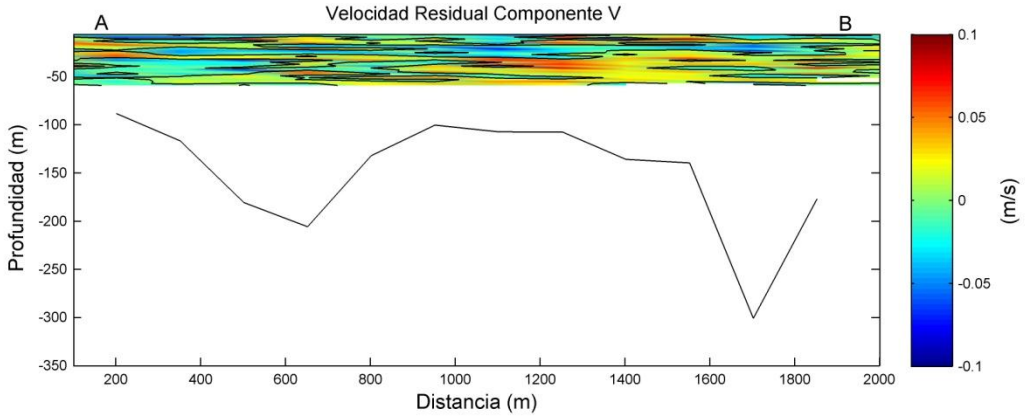


Figura 87. (a) transecto en Canal Cascada. (b) flujo residual (componente V) en Canal Cascada durante la campaña de primavera de 2012 en Seno Skyring.

a

b

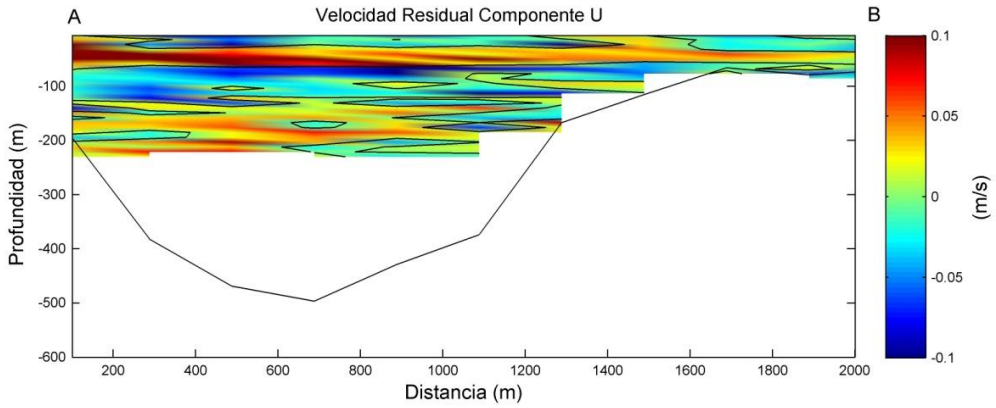


Figura 88. **(**a) transecto en Seno Glacier. (b) flujo residual (componente U) en Seno Glacier durante la campaña de primavera de 2012 en Seno Skyring**.**

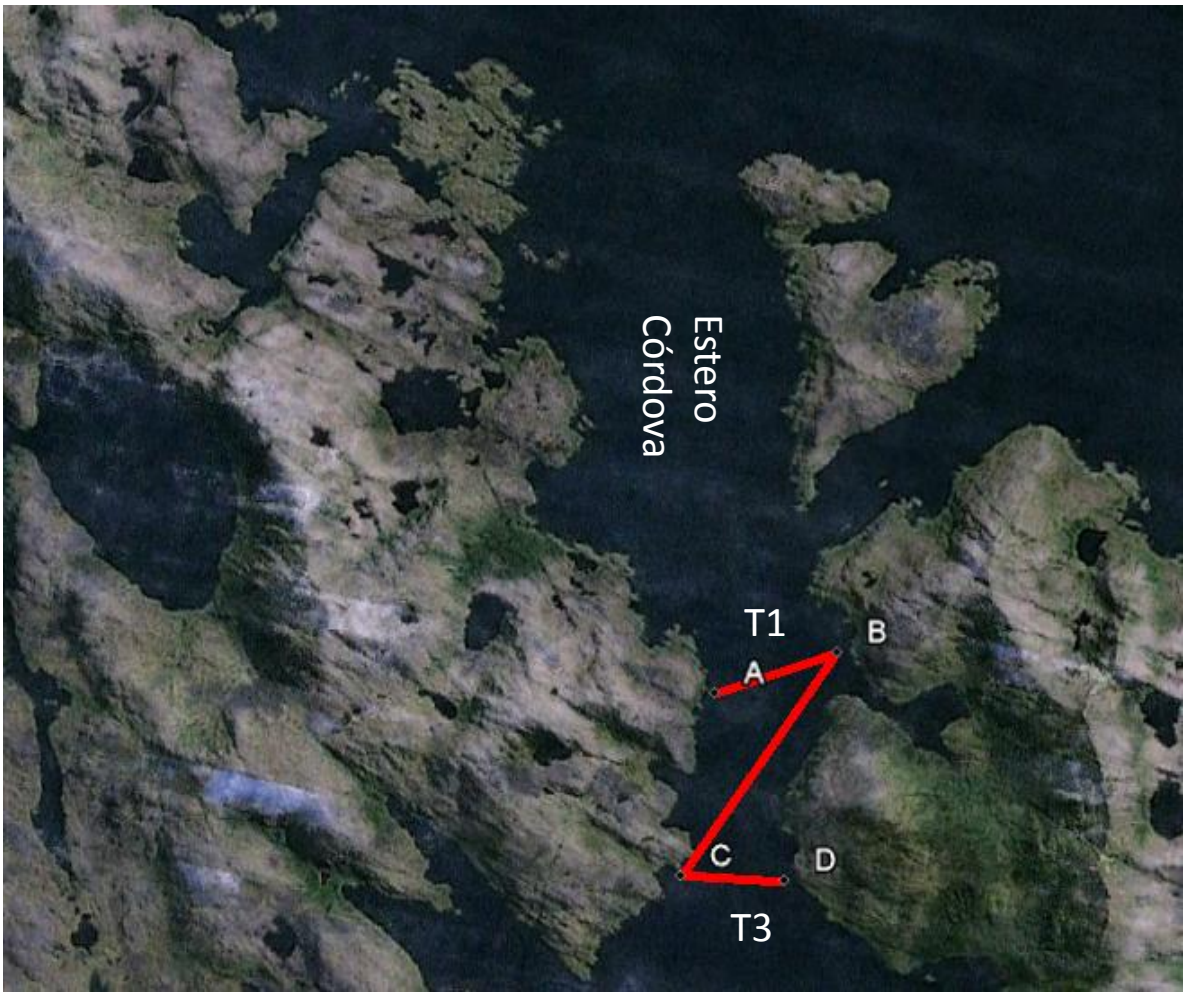


Figura 89. Transectos T1 y T3 en Estero Córdova.

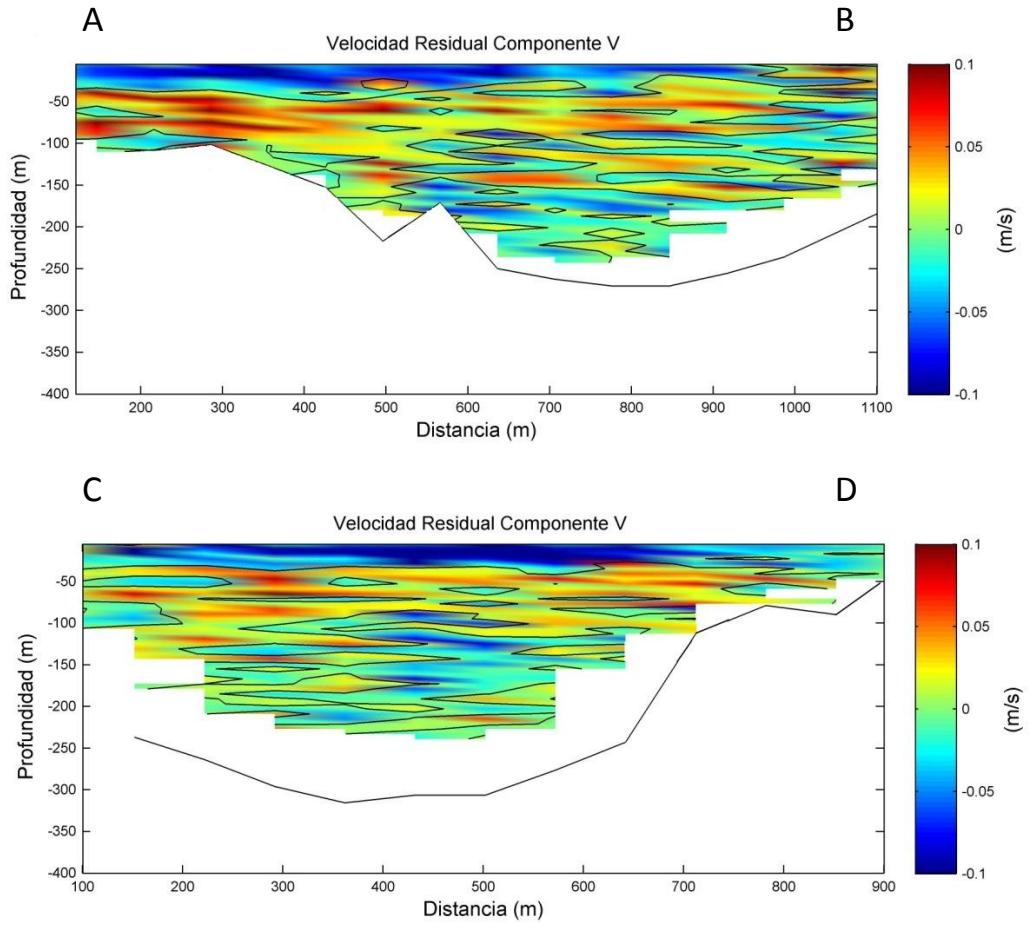


Figura 90. (a) flujo residual (componente V) en el transecto T1 en Estero Córdova. (b) flujo residual (componente V) en el transectoT3 en Estero Córdova durante la campaña de primavera de 2012 en Seno Skyring.

a

b

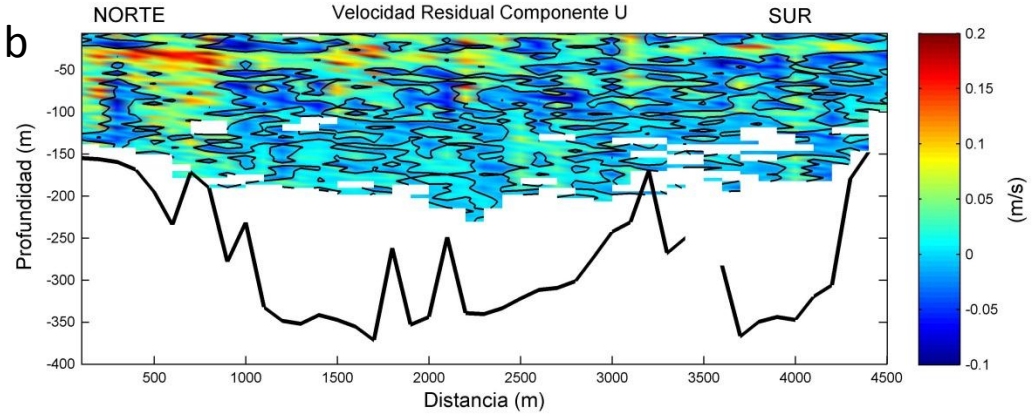


Figura 91. (a) transecto en Punta Tegualda, Golfo Xaultegua. (b) flujo residual (componente U) en Punta Tegualda durante la campaña de primavera de 2012 en Seno Skyring.

a

b

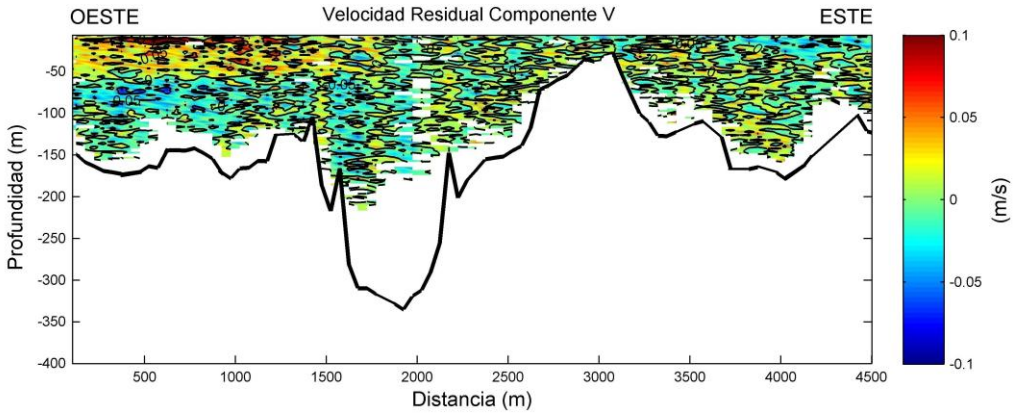


Figura 92. (a) transecto en Punta Quidora Golfo Xaultegua. (b) flujo residual (componente V) en Punta Quidora durante la campaña de primavera en Seno Skyring.

a

b

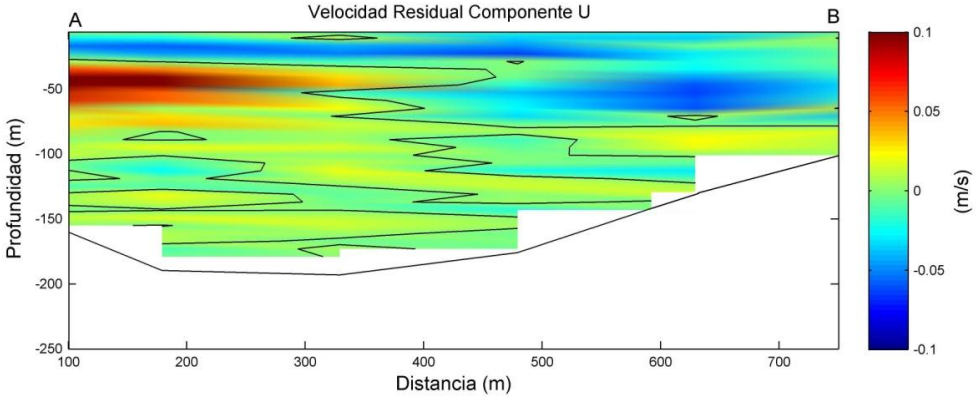
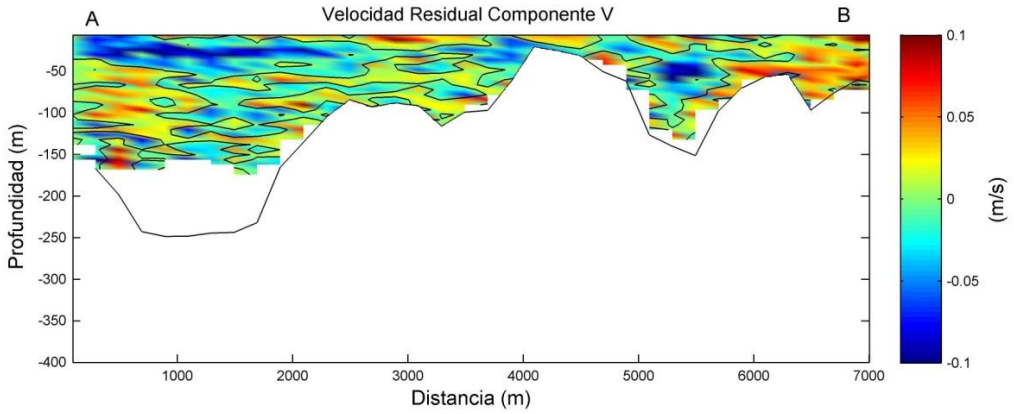


Figura 93. (a) transecto en Canal Gajardo, sector Seno Skyring. (b) flujo residual (componente U) en Canal Gajardo durante la campaña de primavera en Seno Skyring.

Figura 94. Transecto en Isla Larga, Seno Skyring, durante la campaña de primavera de 2012.

a



b

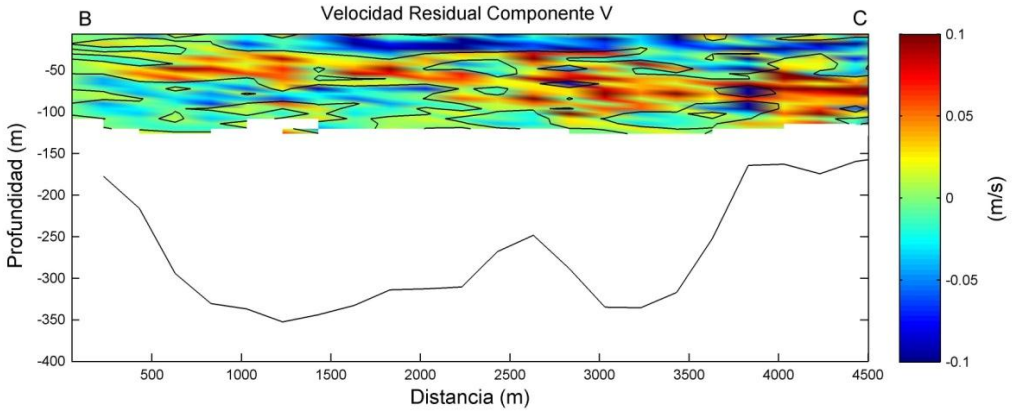


Figura 95. (a) flujo residual de la componente U en el transecto T1. (b) flujo residual de la componente V en el transecto T2. Sector de Isla Larga durante la campaña de primavera de 2012 en Seno Skyring.

a

b

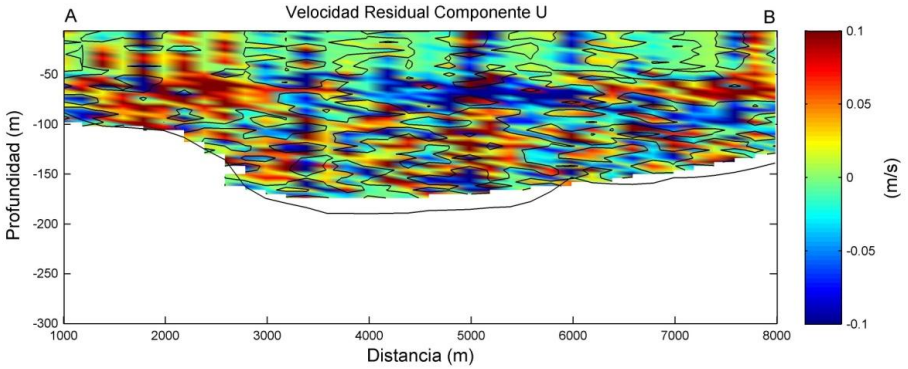
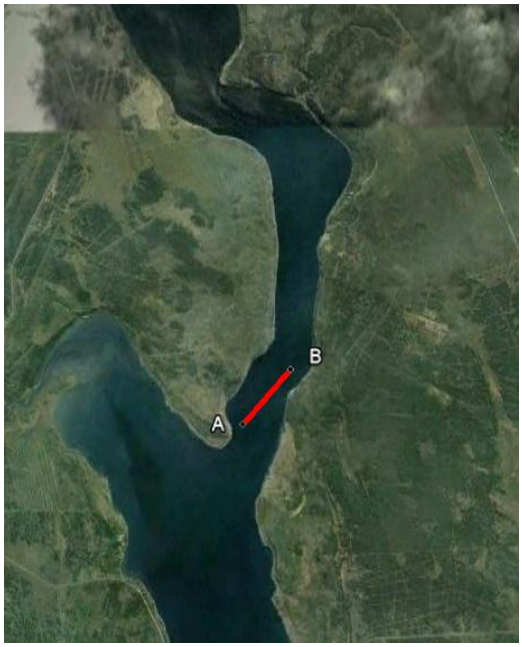


Figura 96. (a) transecto en Punta Rocallosa, al interior del Seno Skyring. (b) flujo residual (componente U) en Rocallosa durante la campaña de primavera 2012 en Seno Skyring.

a



b

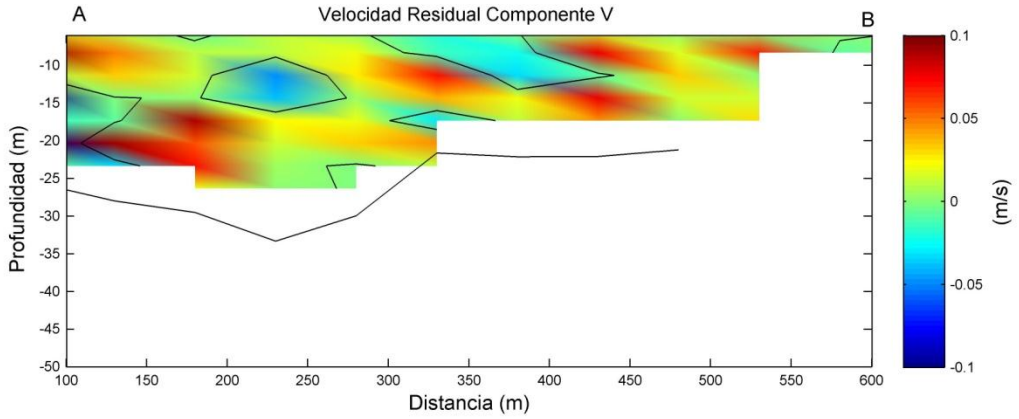


Figura 97. (a) transecto en Canal Fitzr Roy, sector Seno Skyring. (b) flujo residual (componente V) en Canal Fitz Roy durante la campaña de primavera de 2012 en Seno Skyring.

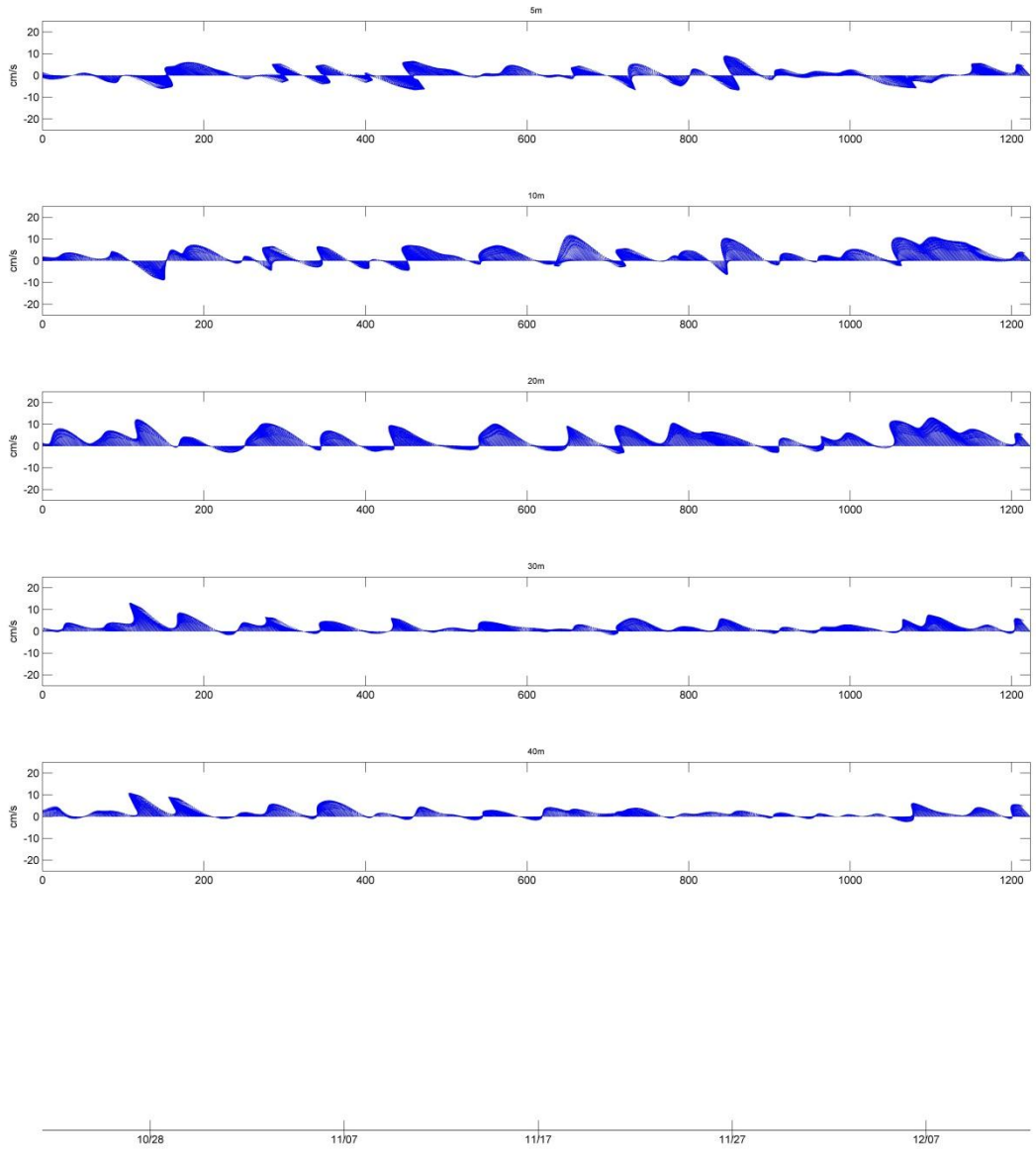


Figura 98. Corriente residual en Bahía Beaufort a 5-10-20-30-40m de profundidad (campaña octubre-diciembre 2012).

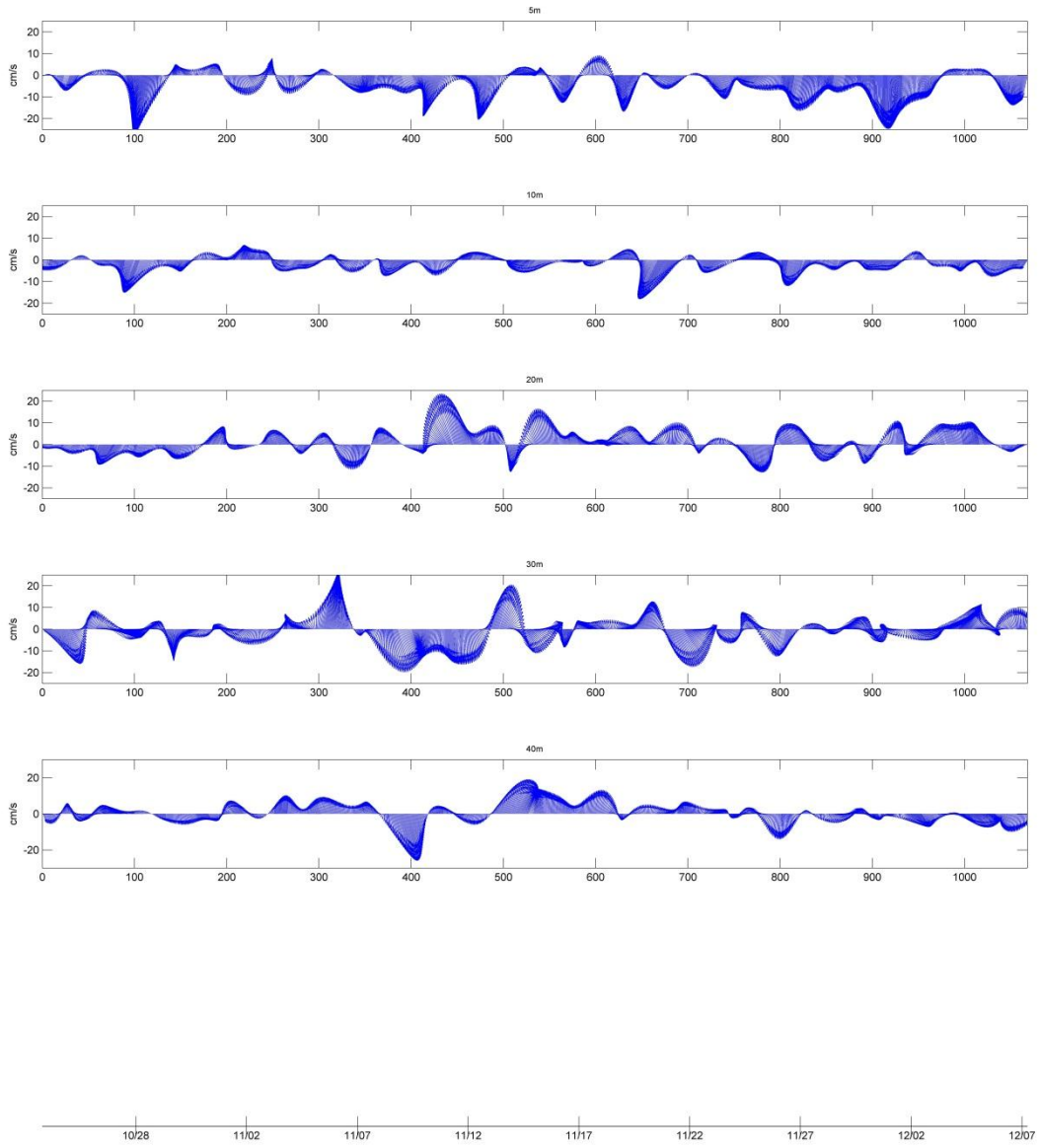


Figura 99. Corriente residual en Golfo Xaultegua a 5-10-20-30-40m de profundidad (campaña octubre-diciembre 2012).

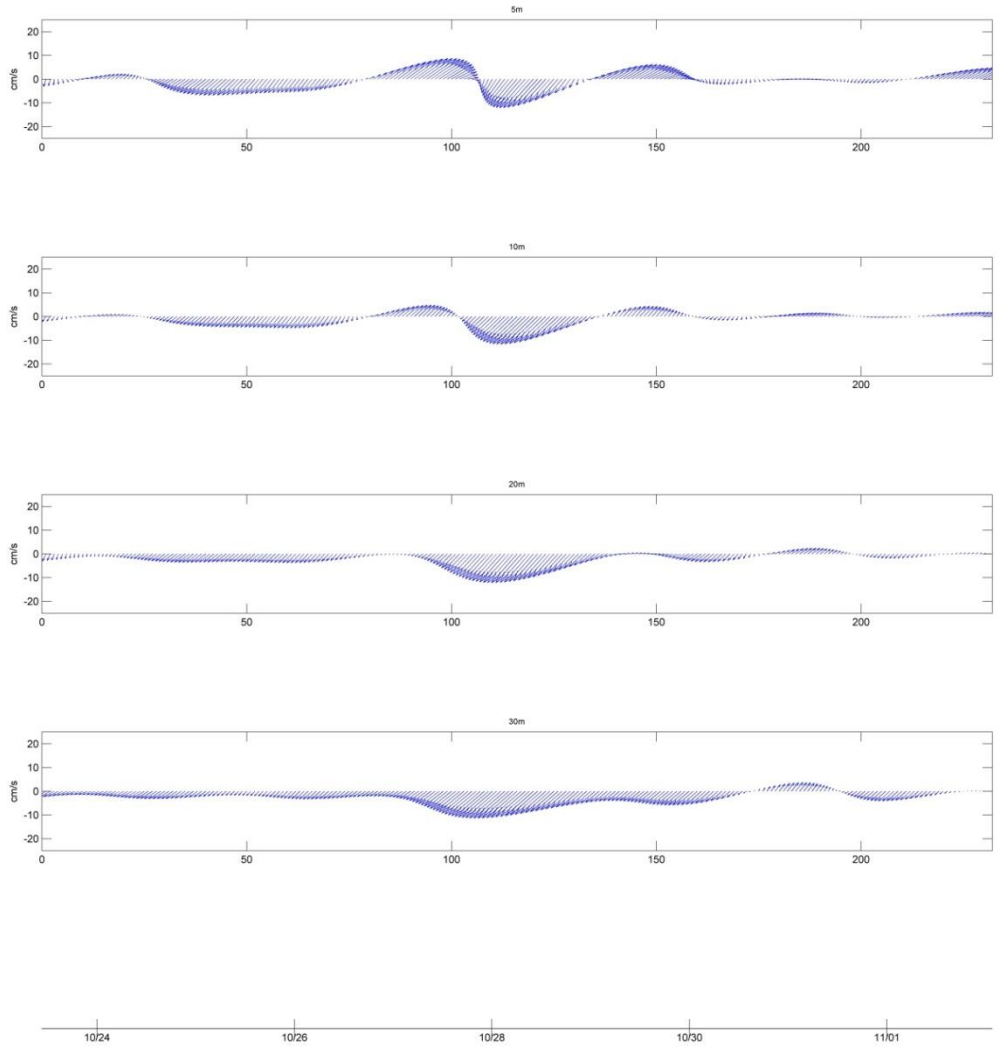
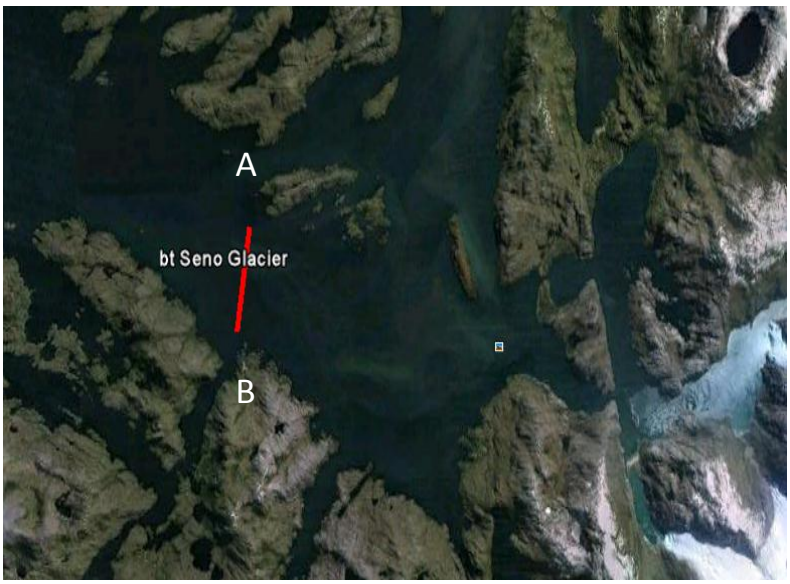


Figura 100. Corriente residual en Estero Córdova a 5-10-20-30m de profundidad (campaña octubre-diciembre 2012).

a



b

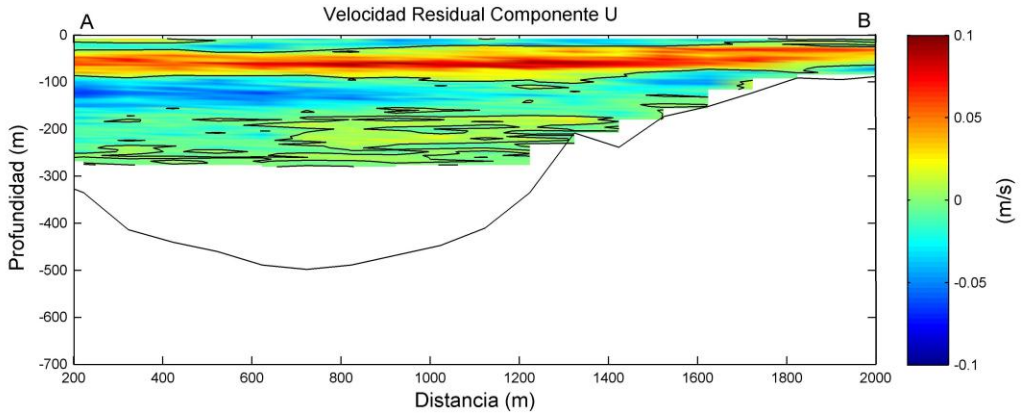


Figura 101. (a) transecto en Seno Glacier. (b) flujo residual (componente U) en Bahía Beaufort, Seno Glacier durante la campaña de otoño 2013 de Seno Skyring.

a

b

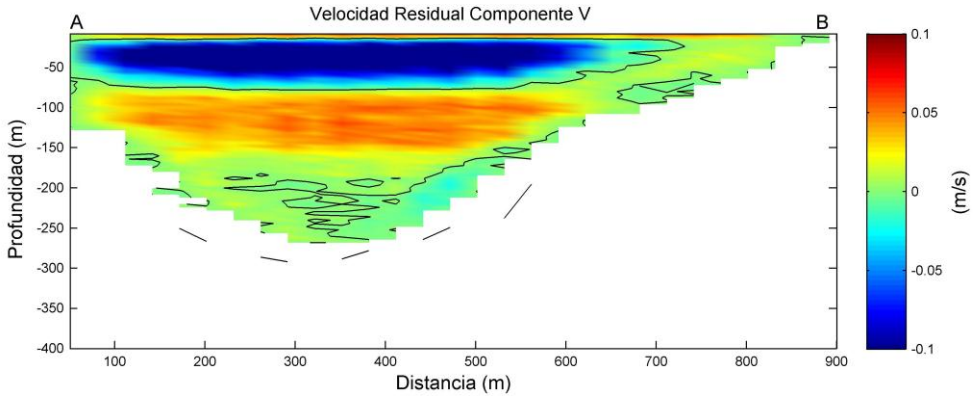


Figura 102. (a) transecto en Estero Córdova. (b) flujo residual (componente V) en Estero Córdova durante la campaña de otoño 2013 de Seno Skyring.

a

b

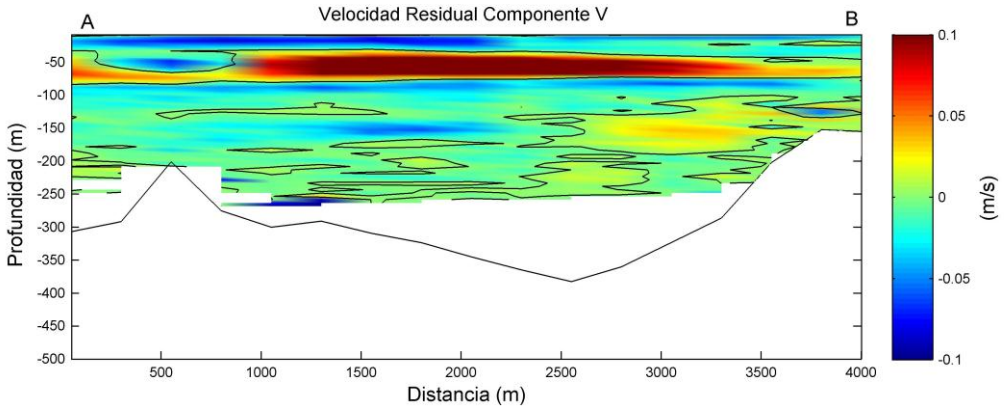


Figura 103. (a) transecto en el Golfo Xaultegua. (b) flujo residual (componente V) en Golfo Xaultegua durante la campaña de otoño 2013 de Seno Skyring.

a

b

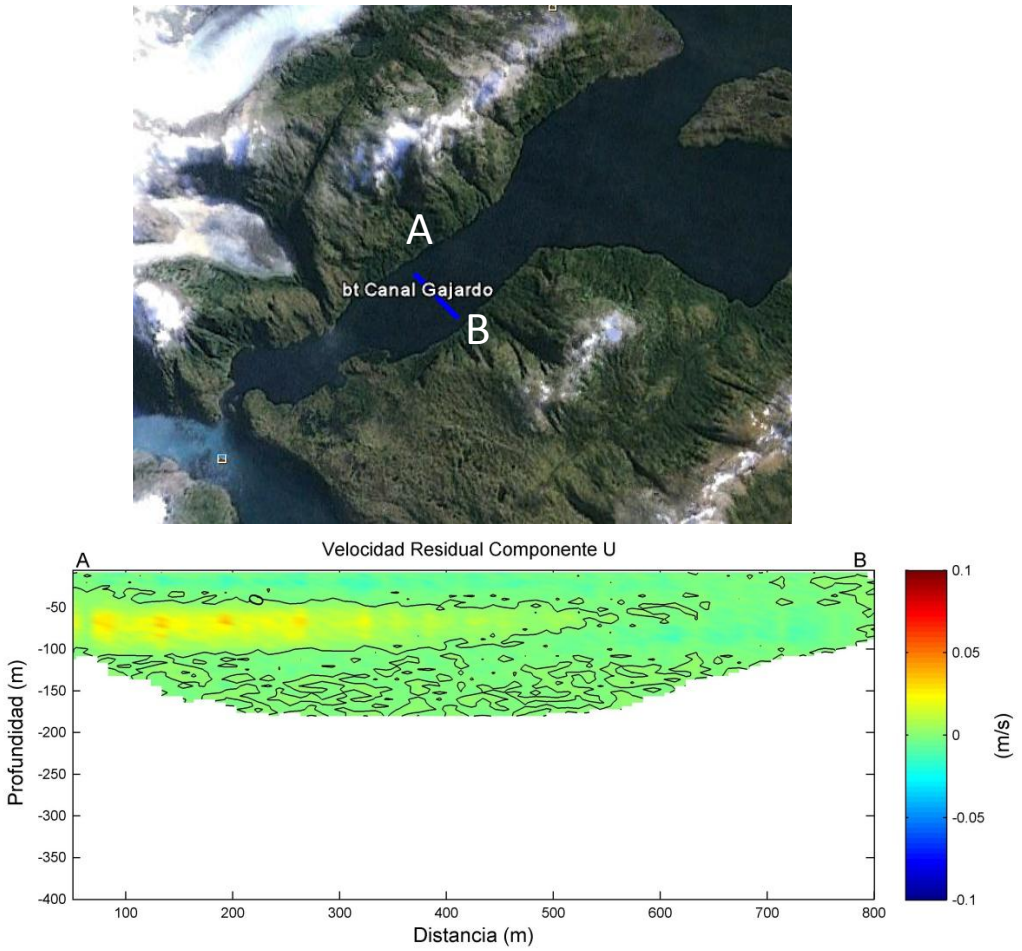


Figura 104. (a) transecto en Canal Gajardo. (b) flujo residual (componente U) en Canal Gajardo durante la campaña de otoño 2013 de Seno Skyring.

a

b

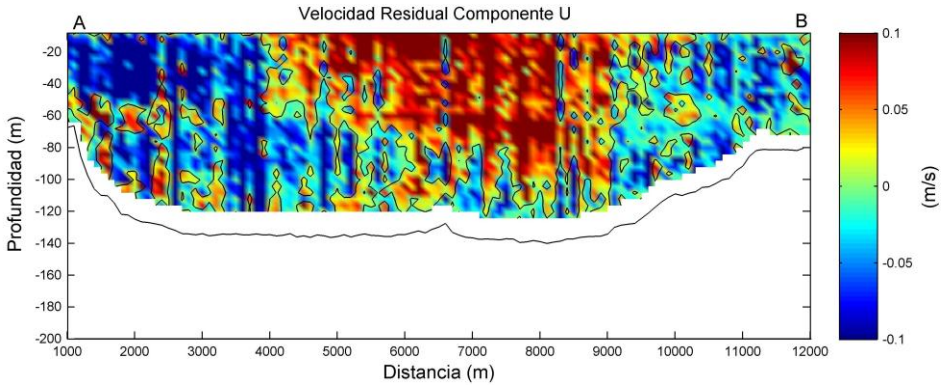


Figura 105. (a) transecto en Punta Rocallosa. (b) flujo residual (componente V) en el Seno Skyring durante la campaña de otoño 2013.

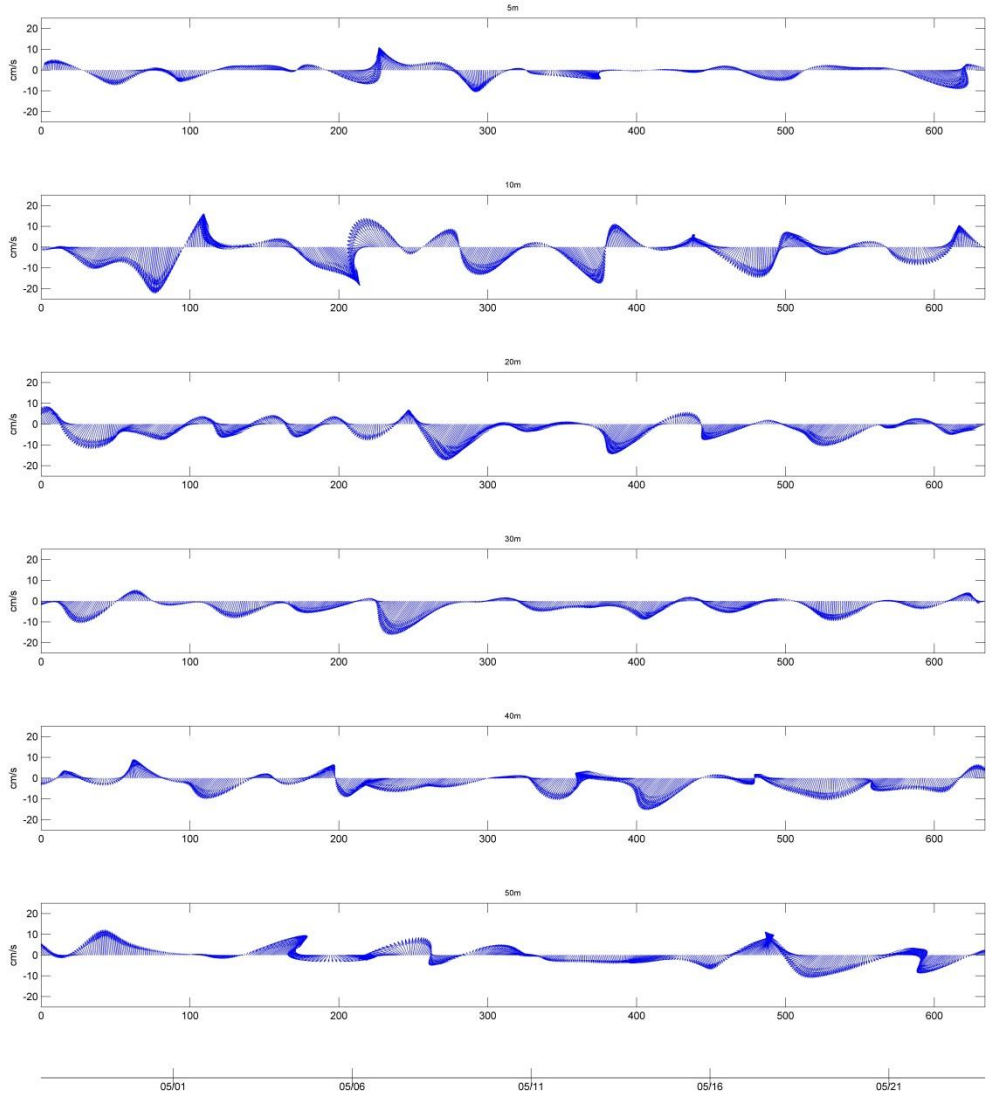


Figura 106. Corriente residual en Canal Swett, Bahía Beaufort, a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de otoño 2013).

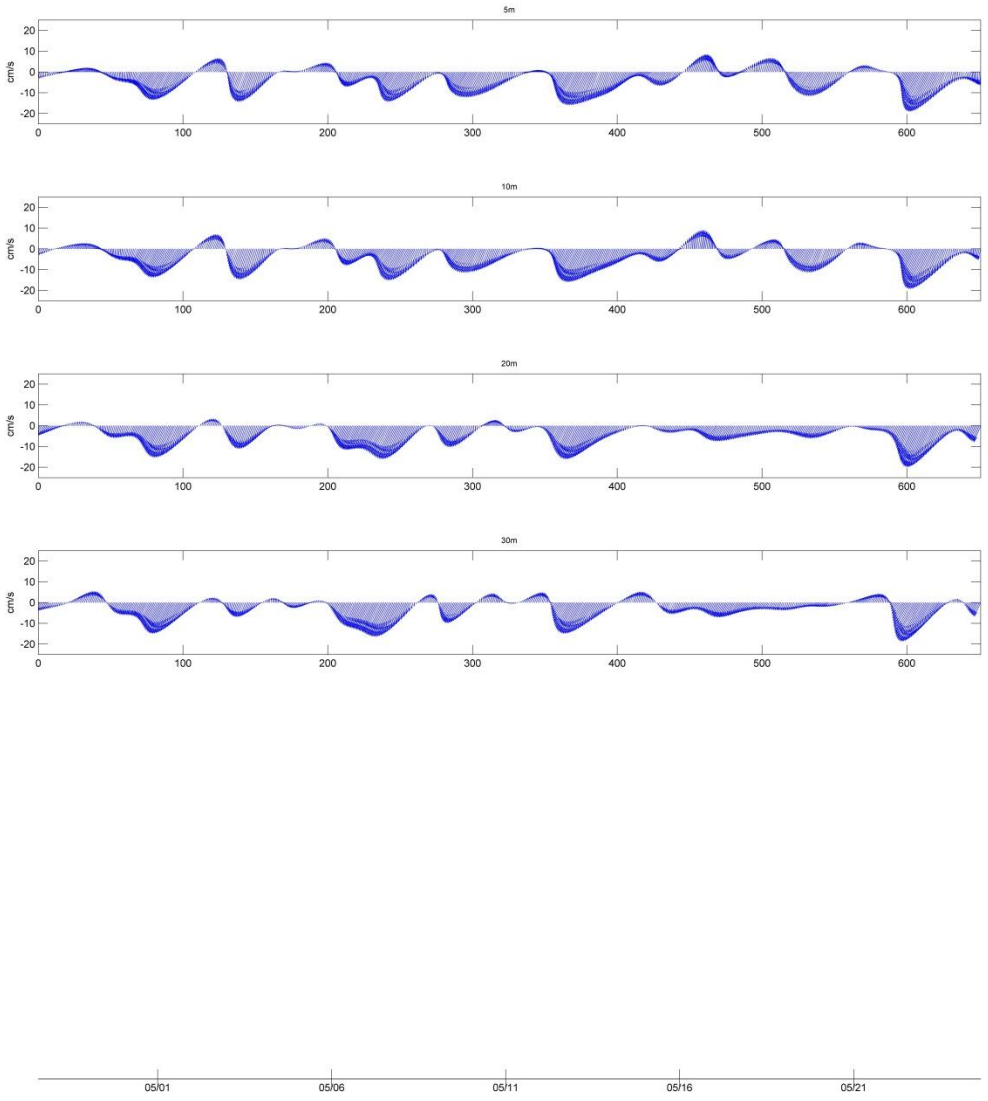


Figura 107. Corriente residual en Estero Córdova a 5-10-20-30 metros de profundidad (periodo de otoño de 2013).

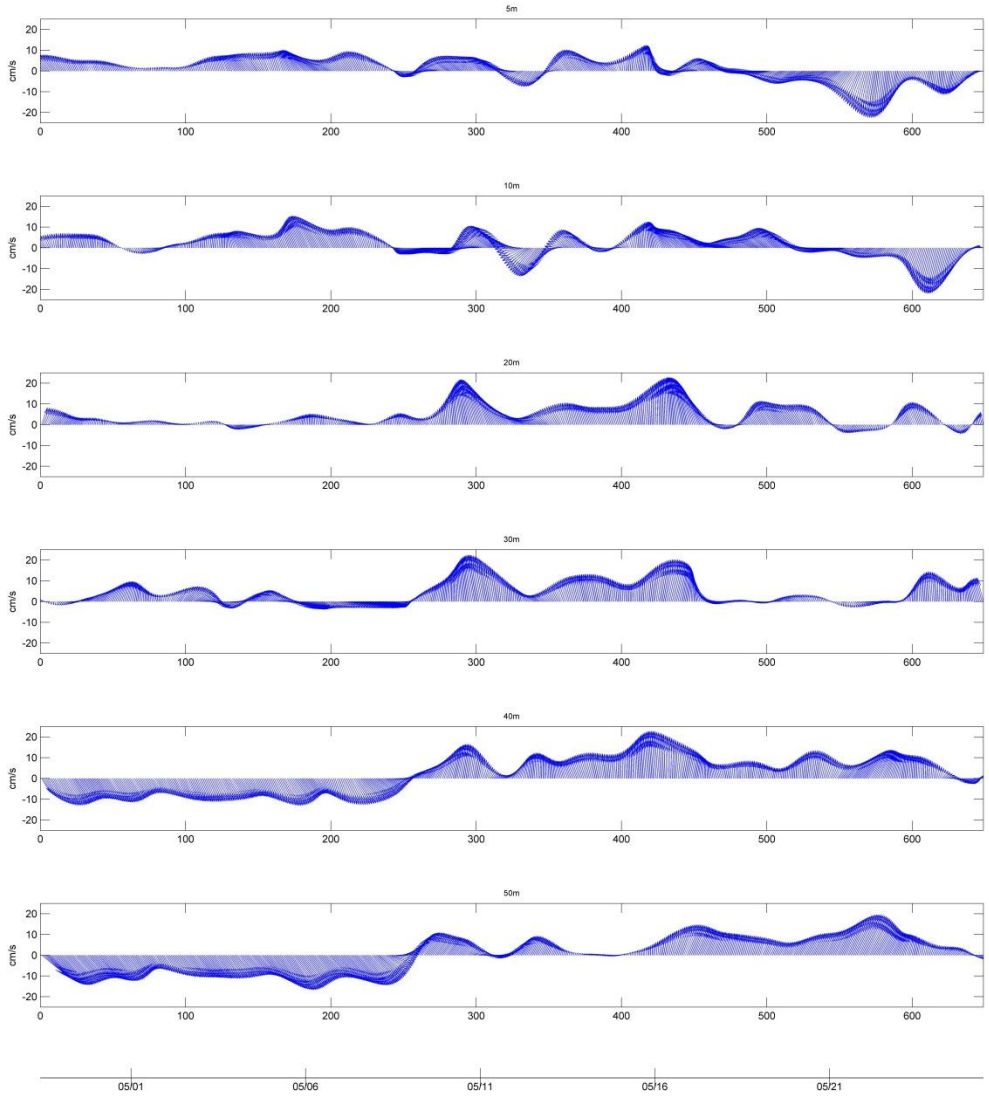


Figura 108. Corriente residual en Canal Gajardo a 5-10-20-30-40-50 metros de profundidad (periodo de otoño de 2013).

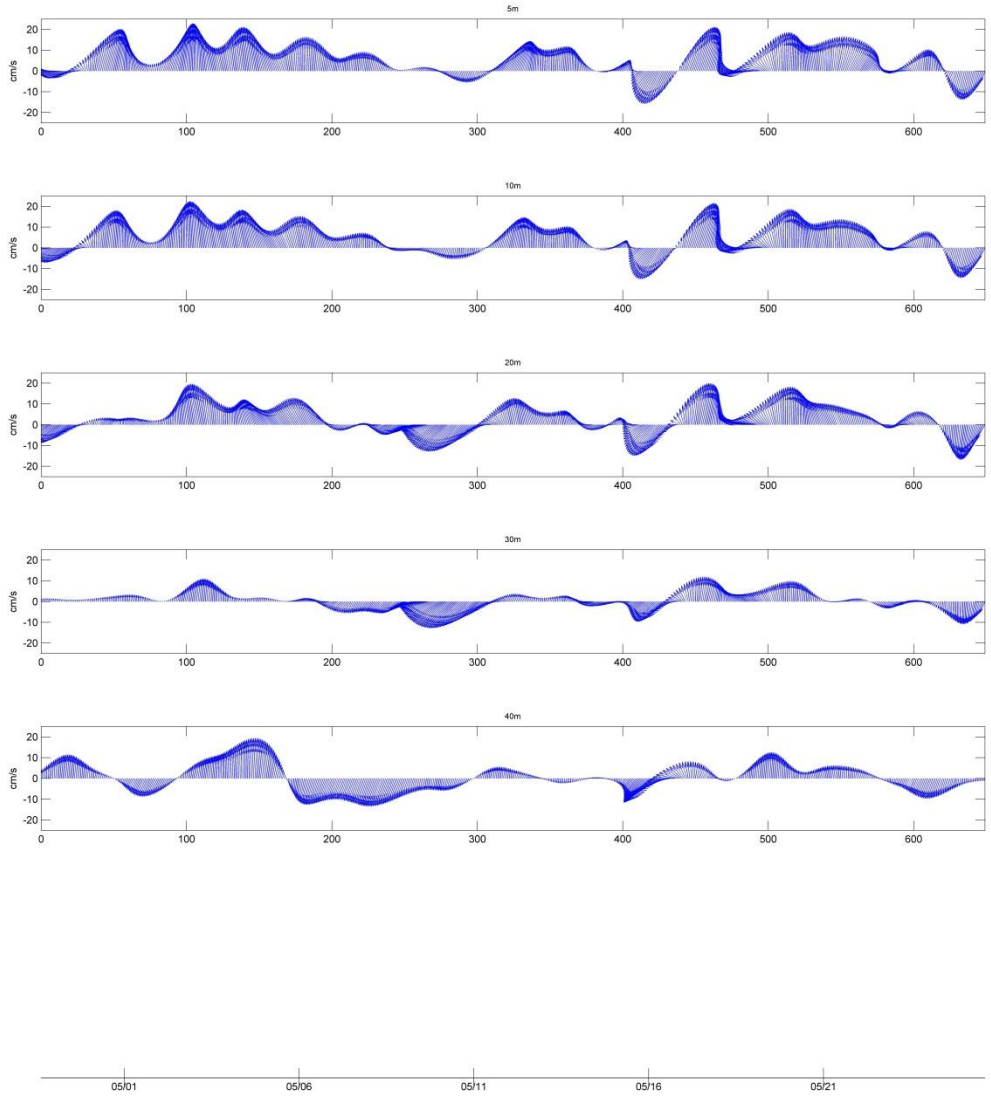


Figura 109. Corriente residual en Isla Escarpada, Seno Skyring, a 5-10-20-30-40 metros de profundidad (periodo de otoño de 2013).

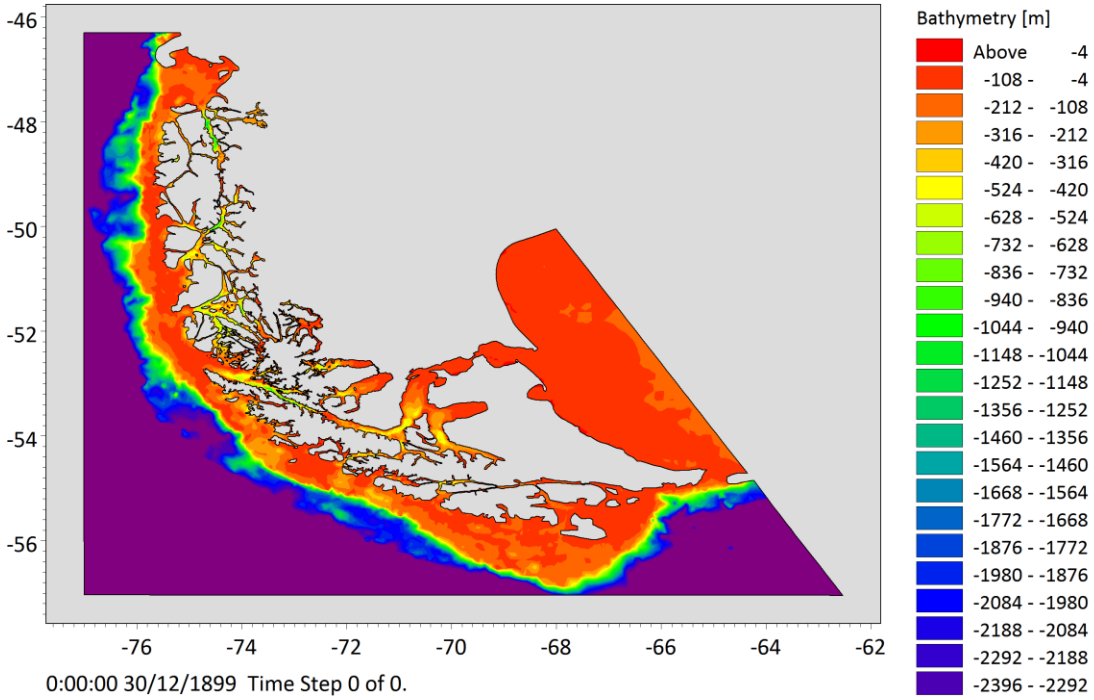


Figura 110. Modelo de elevación digital (DEM), con batimetria compilada GEBCO y SHOA.

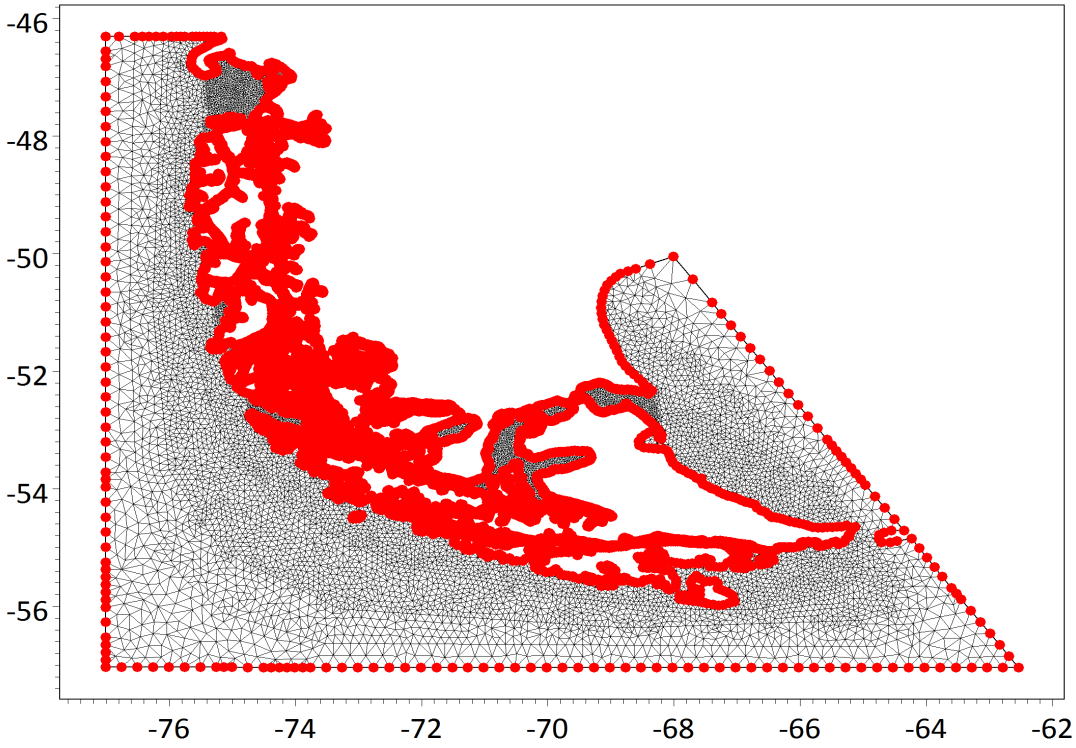


Figura 111. Malla flexible de elementos finitos del dominio del modelo regional.

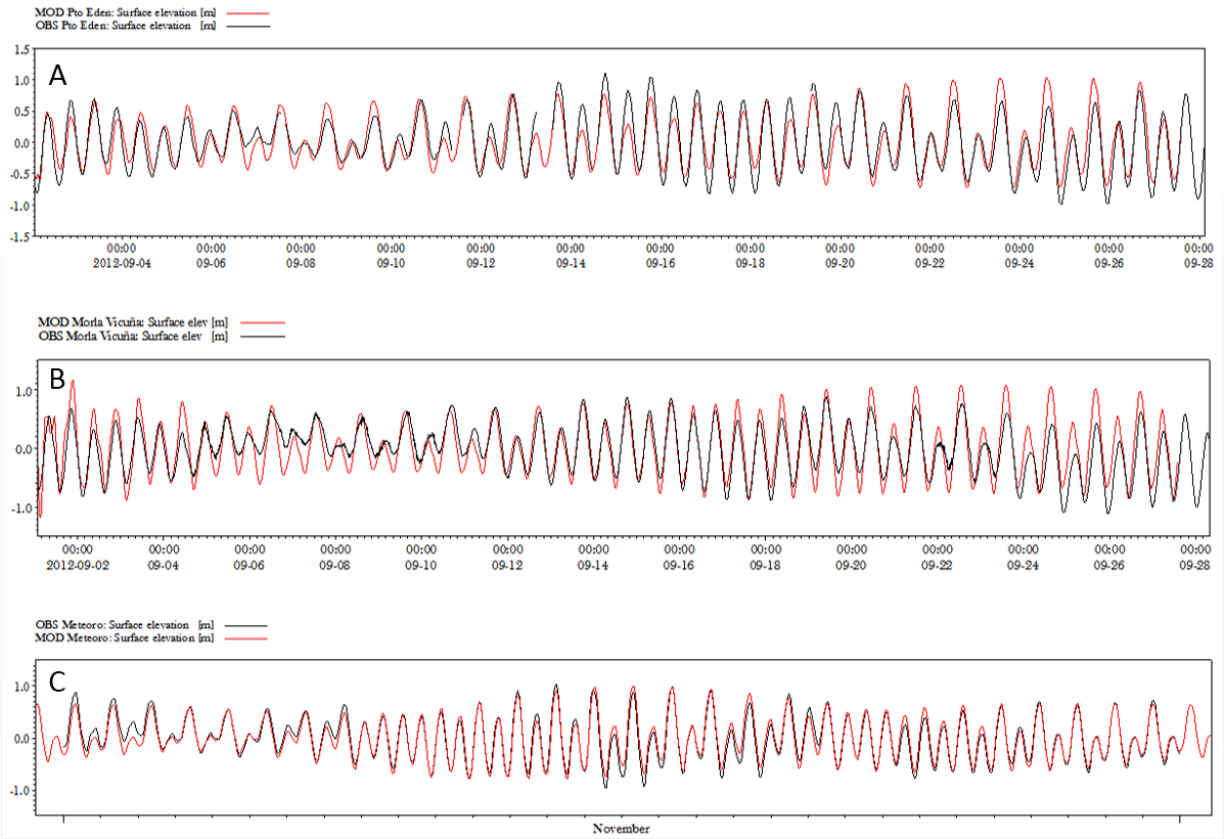


Figura 112. Comparación nivel del mar observado vs modelado en Puerto Edén (A), Canal Morla-Vicuña (B) y Caleta Meteoro (C).

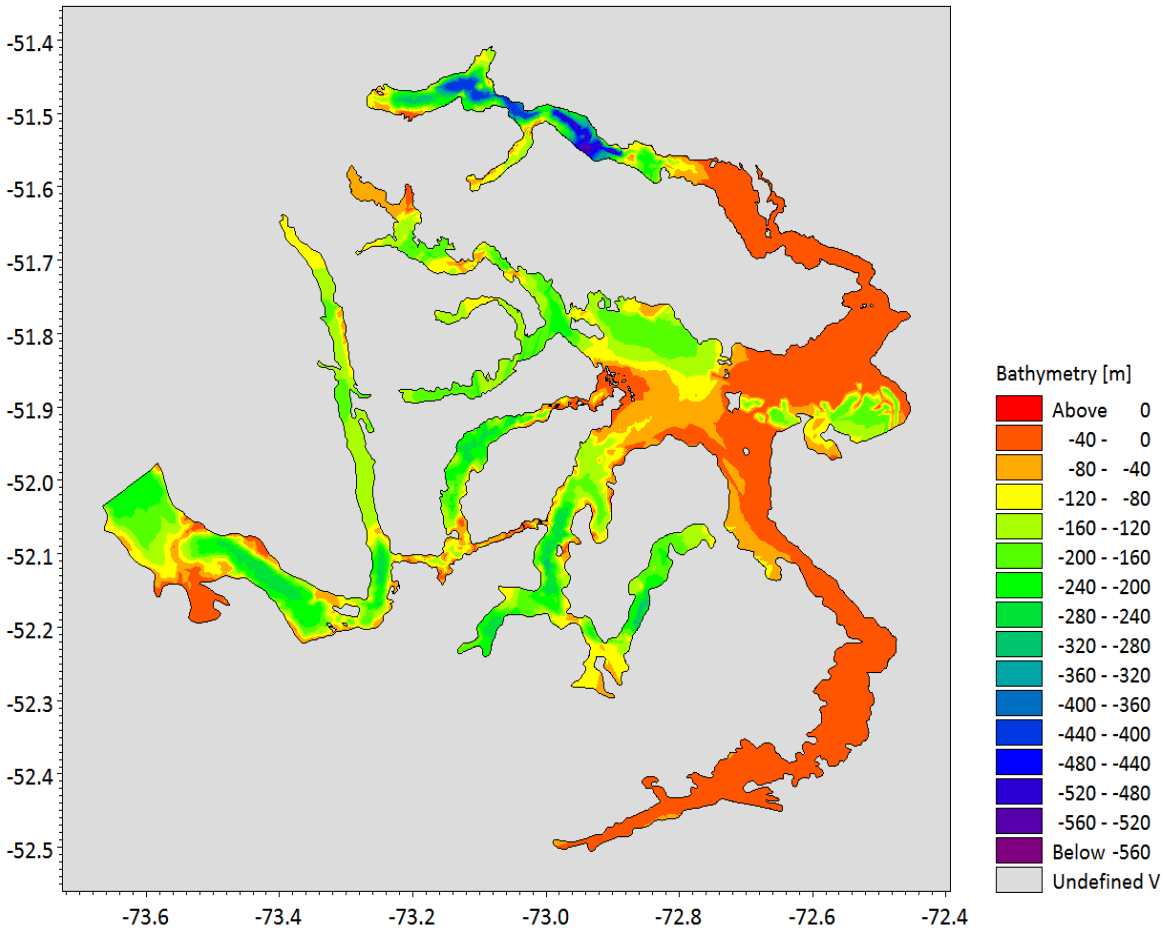


Figura 113. Dominio de alta resolución en Golfo Almirante Montt.

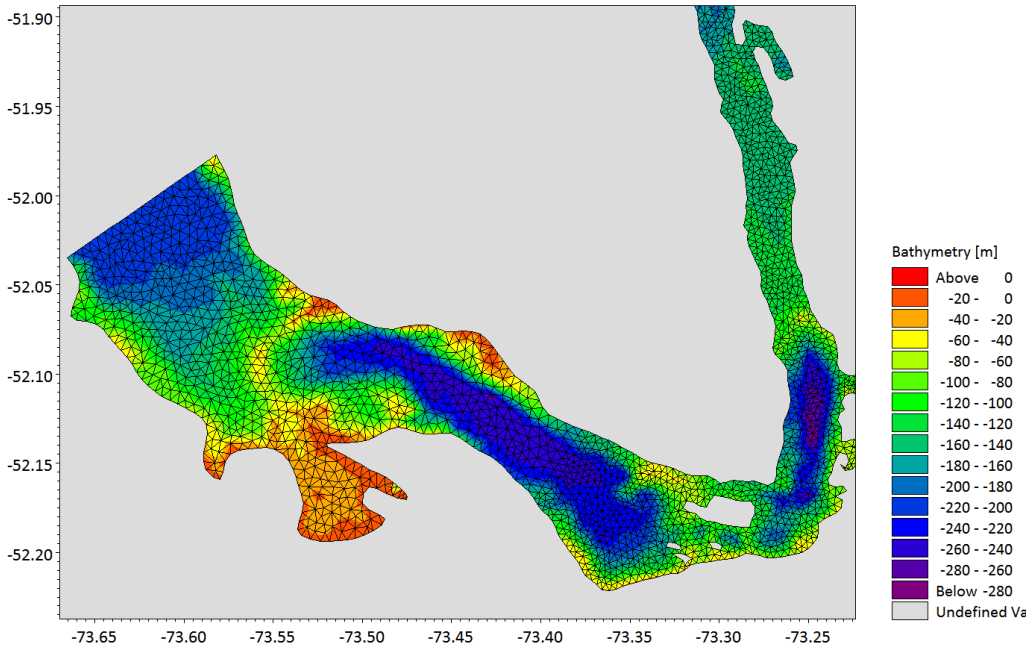


Figura 114. Malla con resolución de 450m en el borde oeste (Canal Unión) Canal Morla-Vicuña.

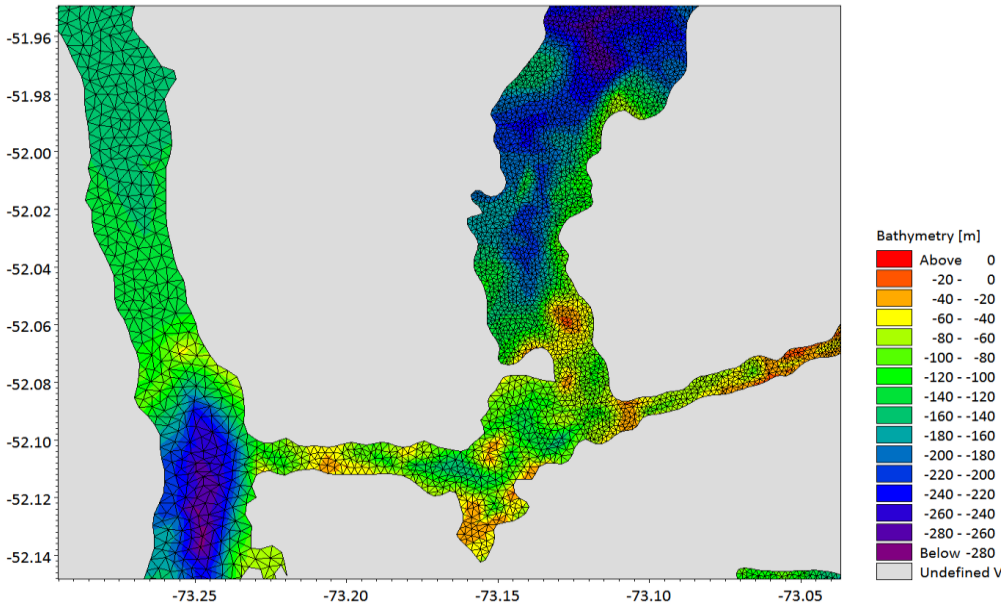


Figura 115. Malla con resolución de 300m en Canal Morla-Vicuña a inicio de canales Kirke y Santa María.

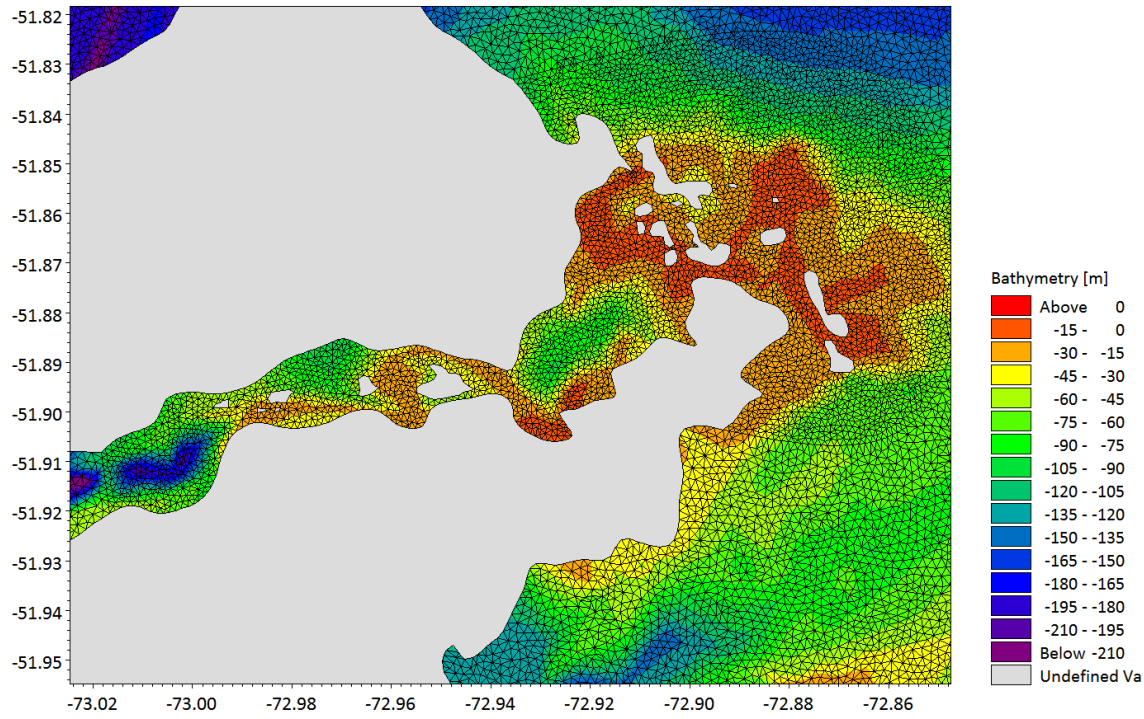


Figura 116. Malla con resolución de 90m en la constricción del Canal Santa María.

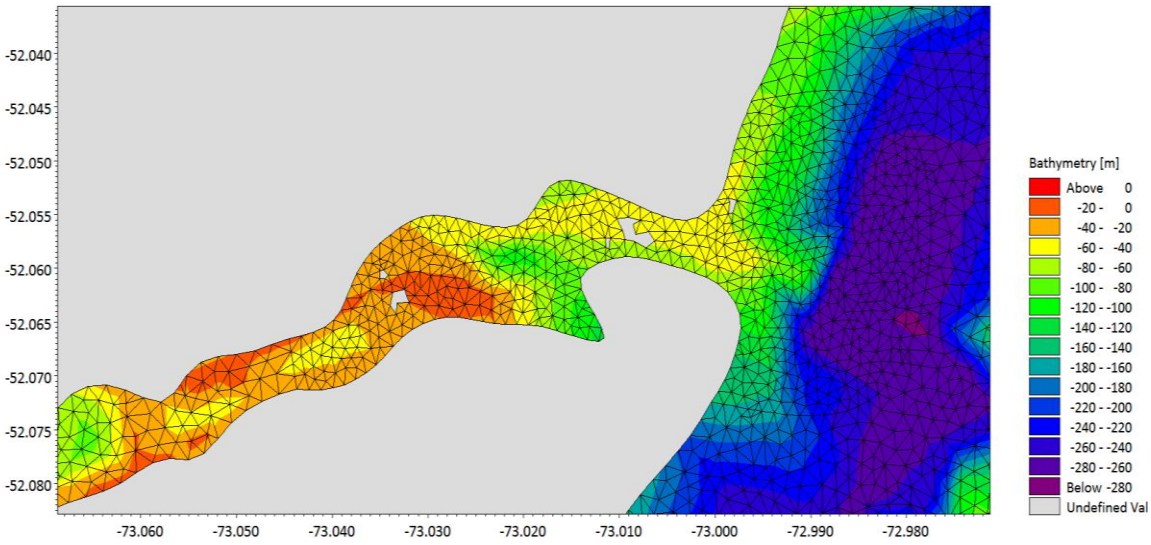


Figura 117. Malla con resolución de 90m en constricción del Canal Kirke.

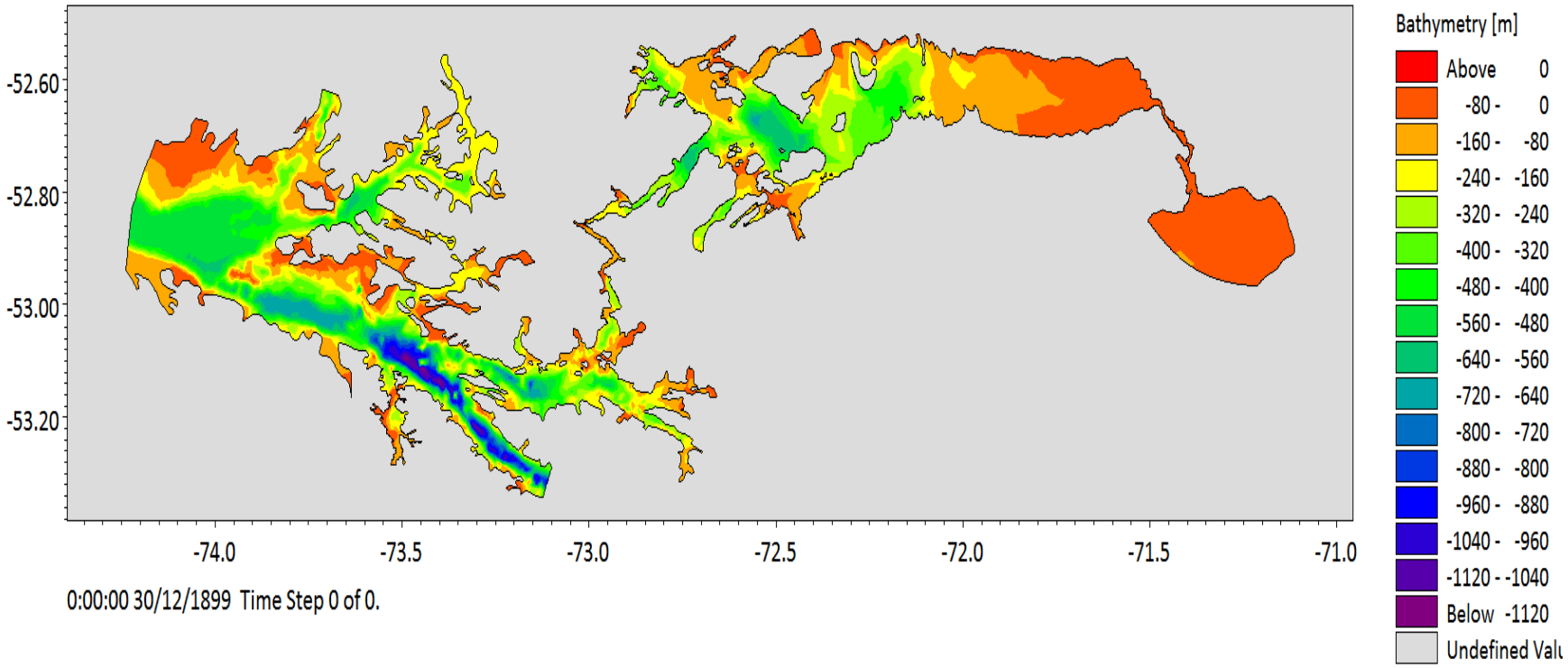


Figura 118. Dominio de alta resolución en Seno Skyring y Estrecho de Magallanes.

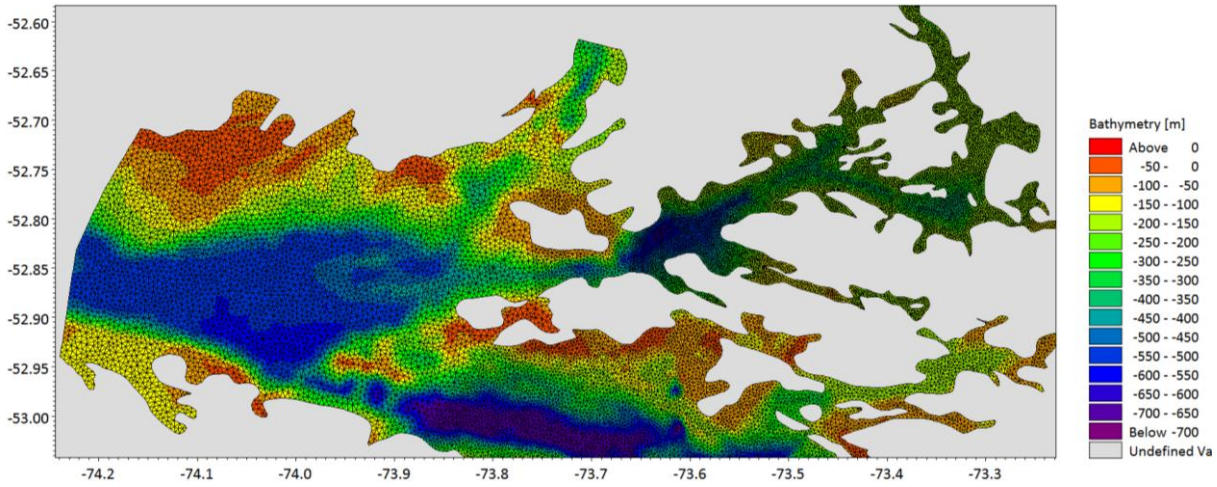


Figura 119. Malla con resolución de 450m en el borde oeste del Estrecho de Magallanes

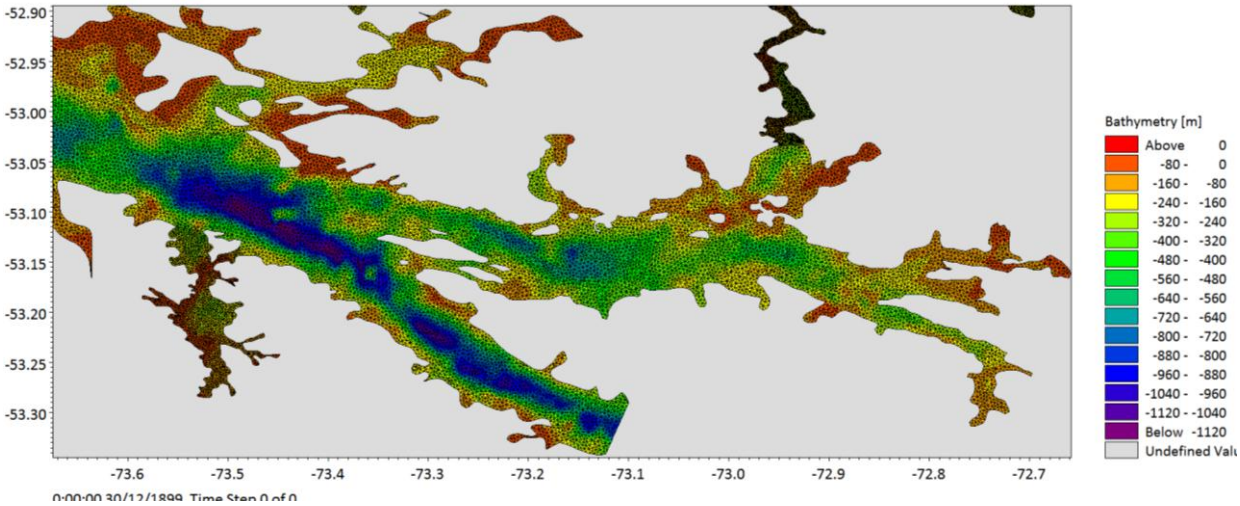


Figura 120. Malla con resolución de 300m en Estrecho de Magallanes y Golfo Xaultegua.

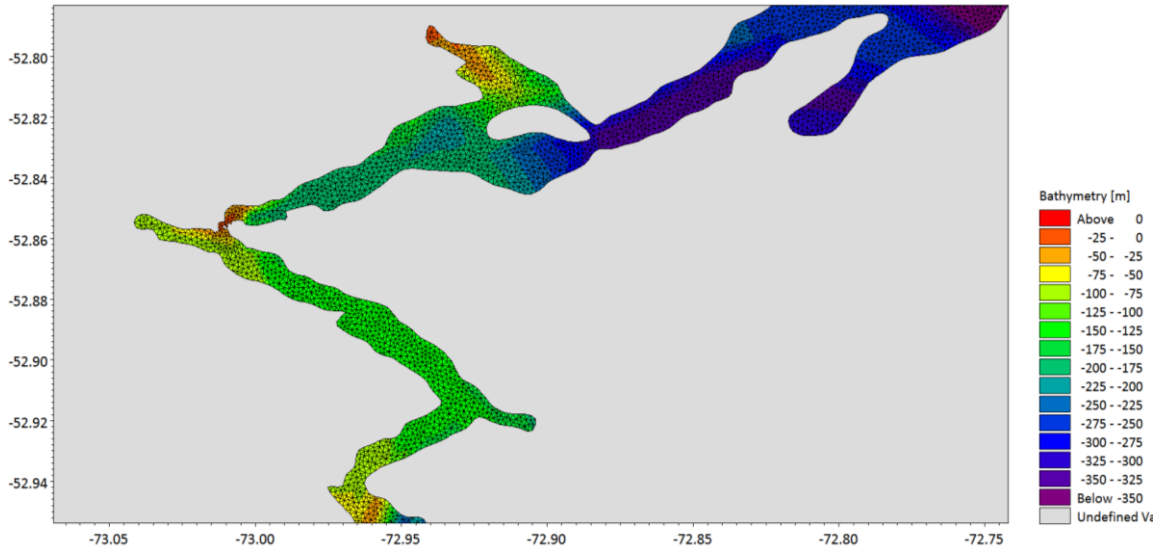


Figura 121. Malla con resolución de 150m en Canal Gajardo y 90m en Punta Rengo.

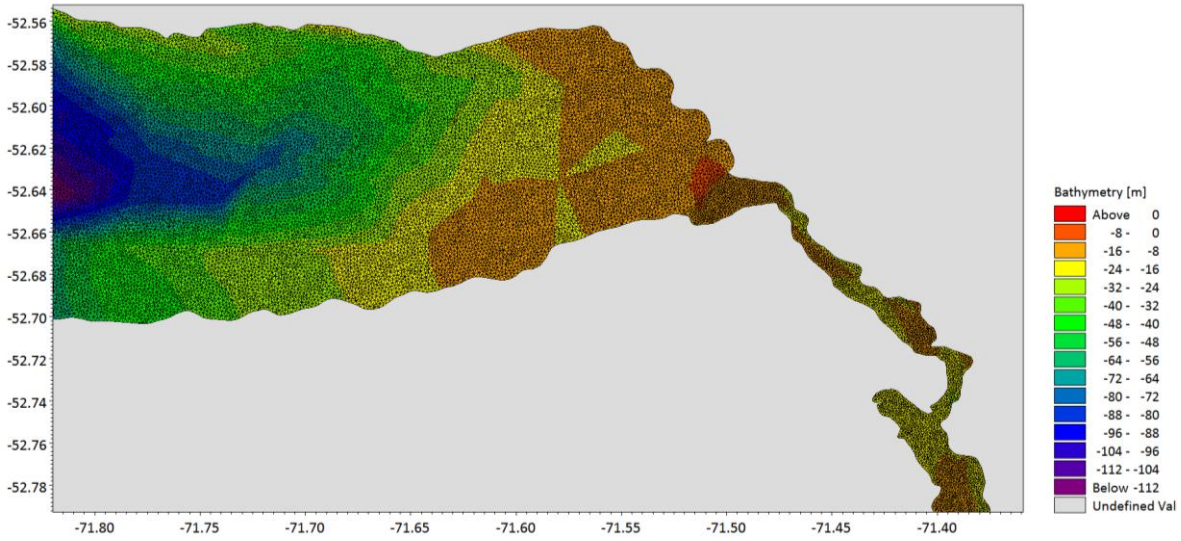


Figura 122. Malla con resolución de 150m en Seno skyring y 90m en Canal Fitz Roy.

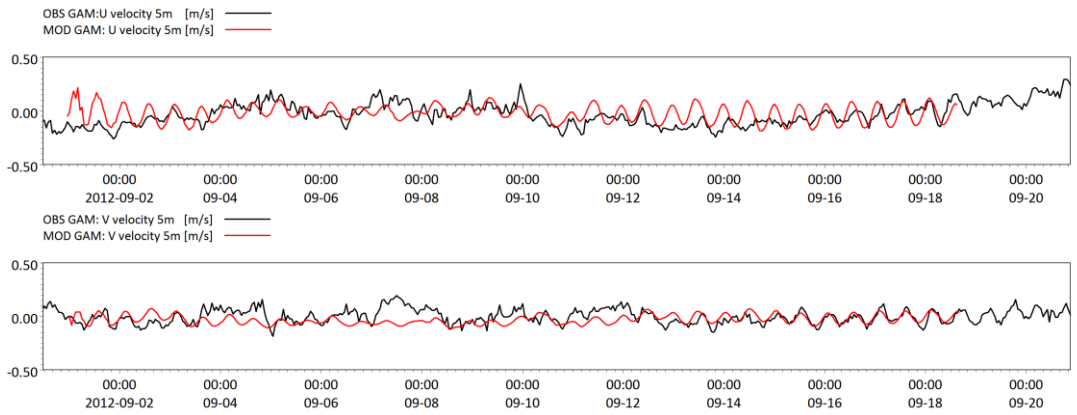


Figura 123. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 5m en Golfo Almirante Montt.

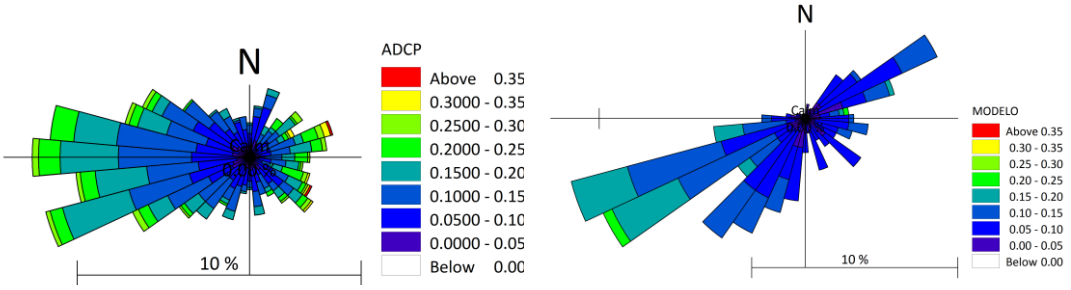


Figura 124. Rosa de corrientes en capa de 5m en Golfo Almirante Montt. ADCP vs Modelo.

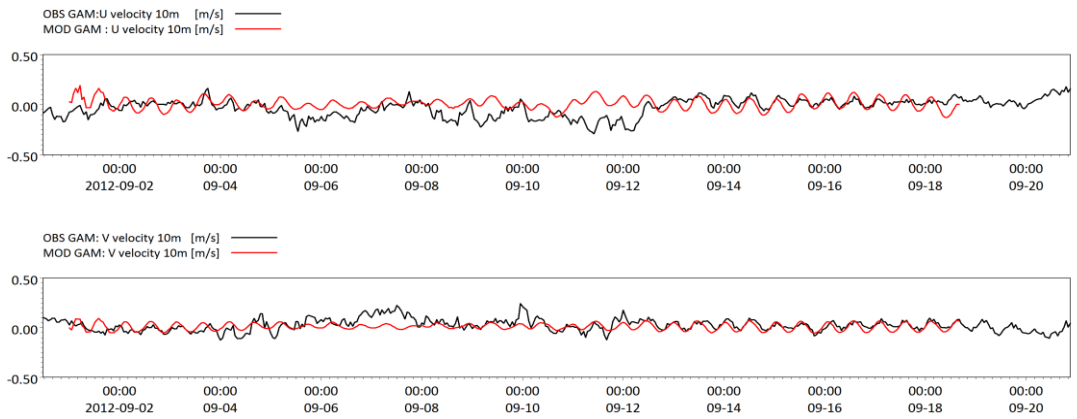


Figura 125. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 10 m. en Golfo Almirante Montt.

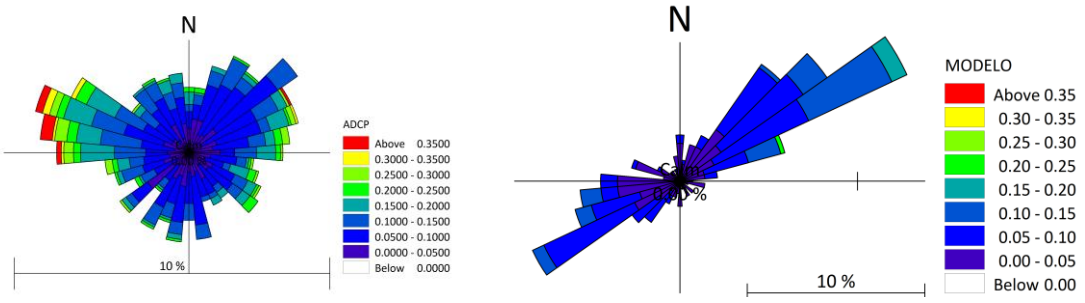


Figura 126. Rosa de corrientes en capa de 10m en Golfo Almirante Montt. ADCP vs Modelo.

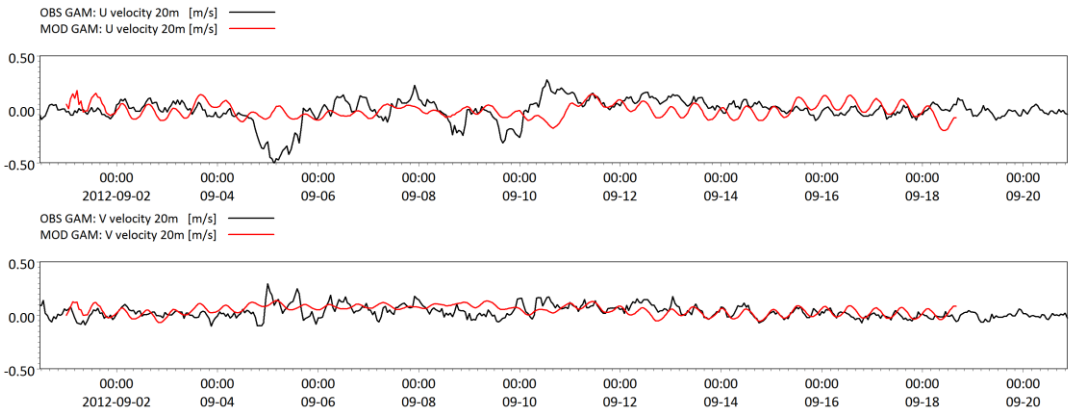


Figura 127. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 20m en Golfo Almirante Montt.

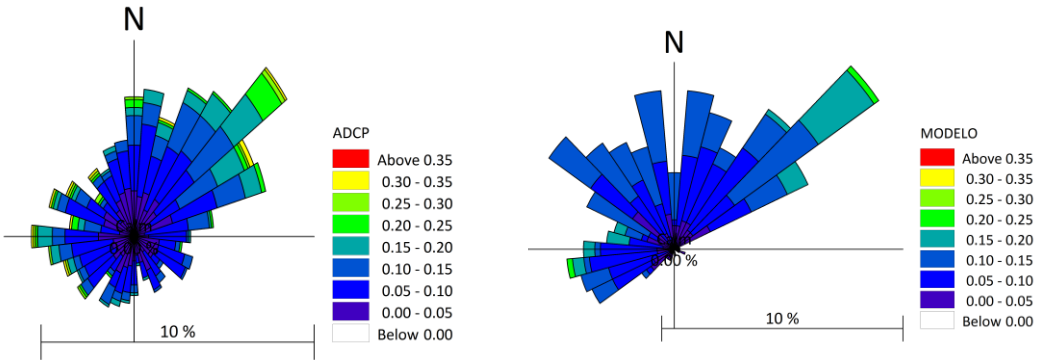


Figura 128. Rosa de corrientes en capa de 20m en Golfo Almirante Montt. ADCP vs Modelo

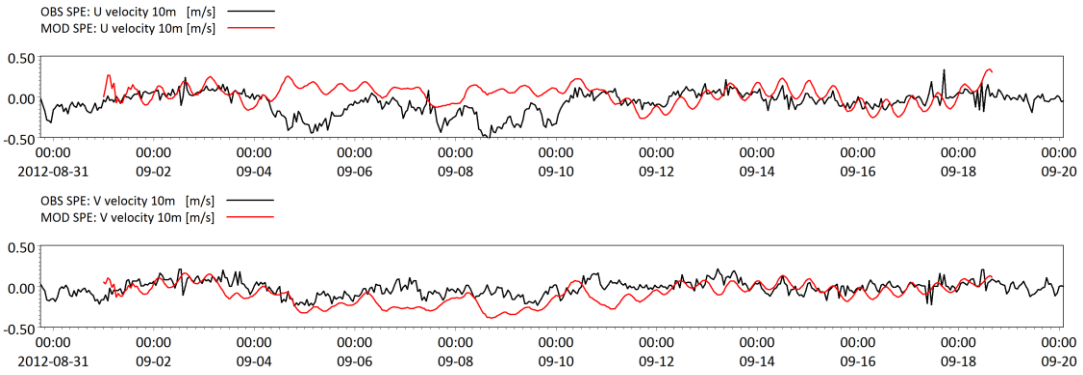


Figura 129. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 10m en Seno Poca Esperanza.

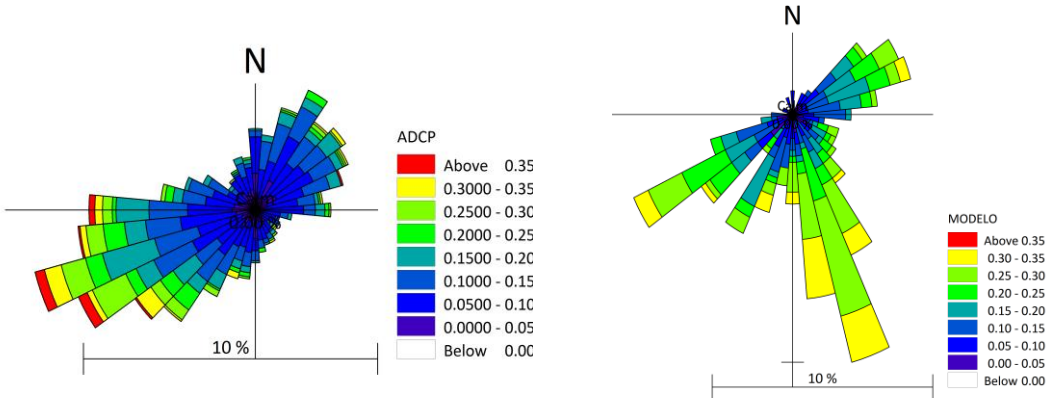


Figura 130. Rosa de corrientes en capa de 10m en Seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.

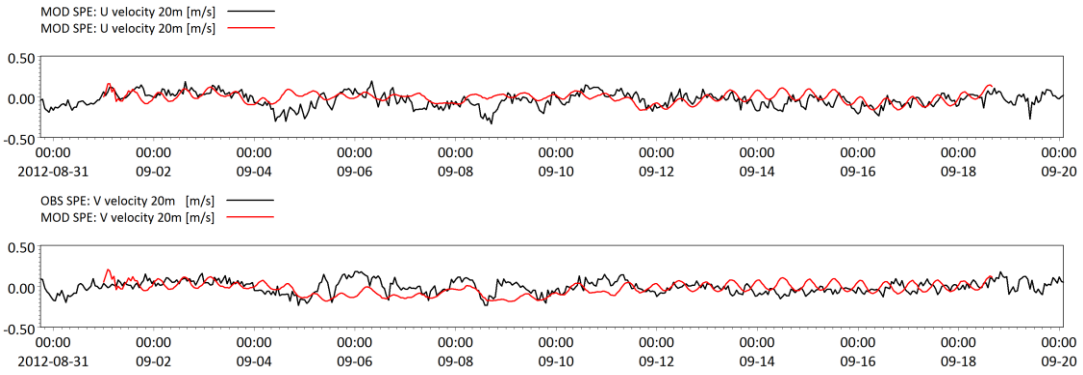


Figura 131. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 20m en Seno Poca Esperanza.

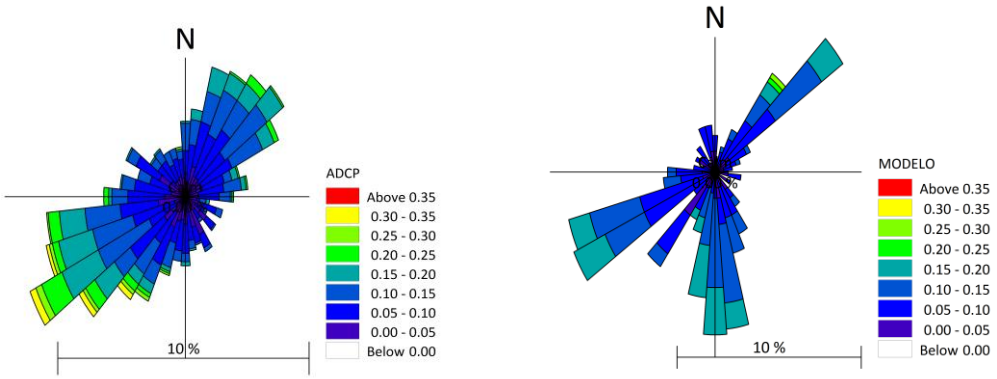


Figura 132. Rosa de corrientes en capa de 20m en Seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.

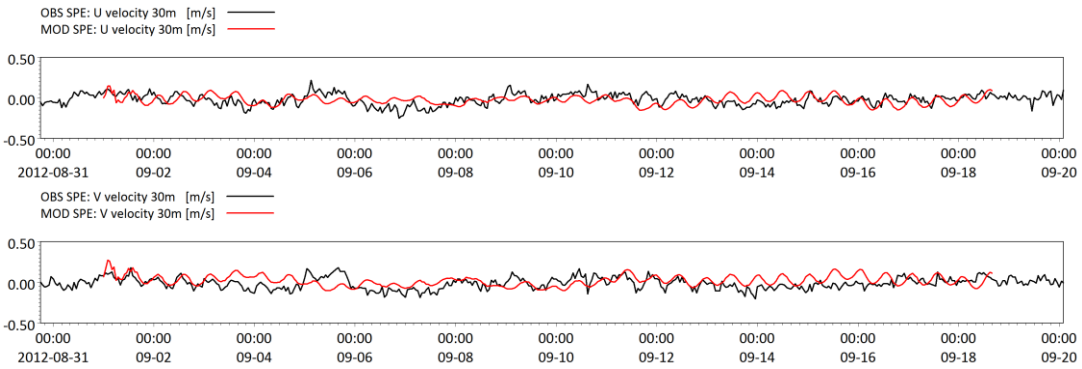


Figura 133. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 30m en Seno Poca Esperanza.

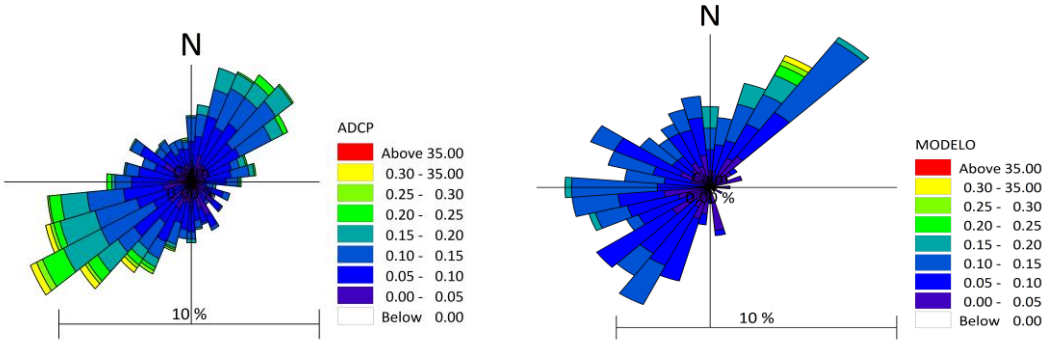


Figura 134. Rosa de corrientes en capa de 30m en Seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo.

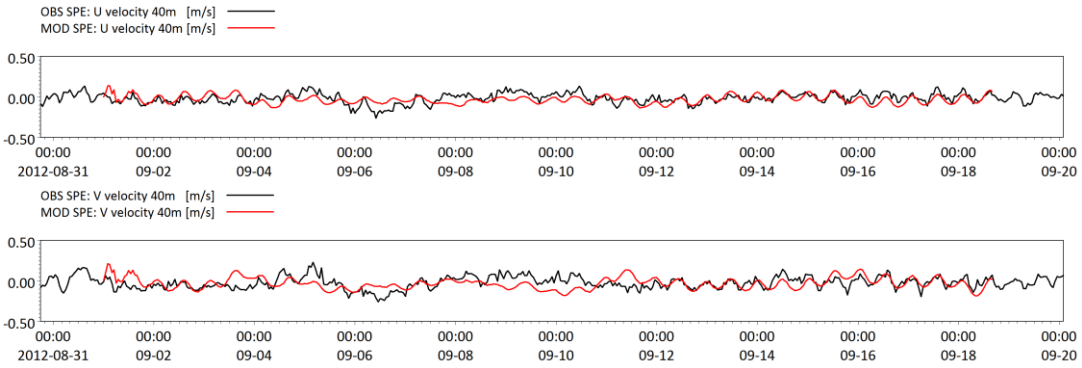


Figura 135. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 40m en Seno Poca Esperanza.

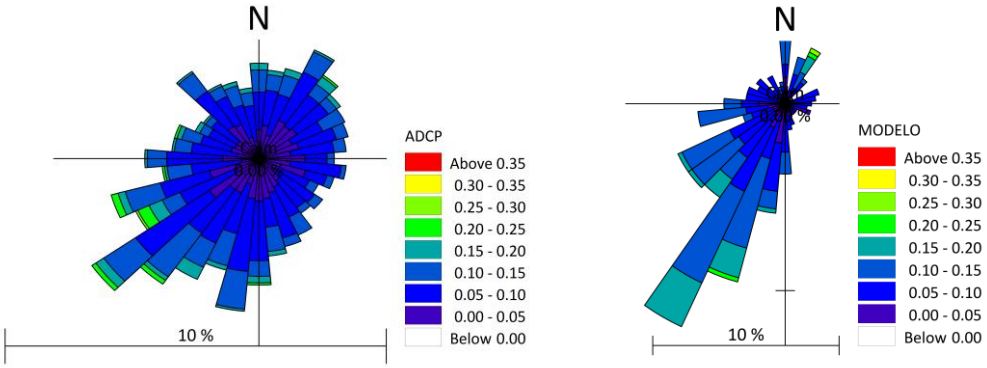


Figura 136. Rosa de corrientes en capa de 40m en Seno de Poca Esperanza. ADCP vs Modelo

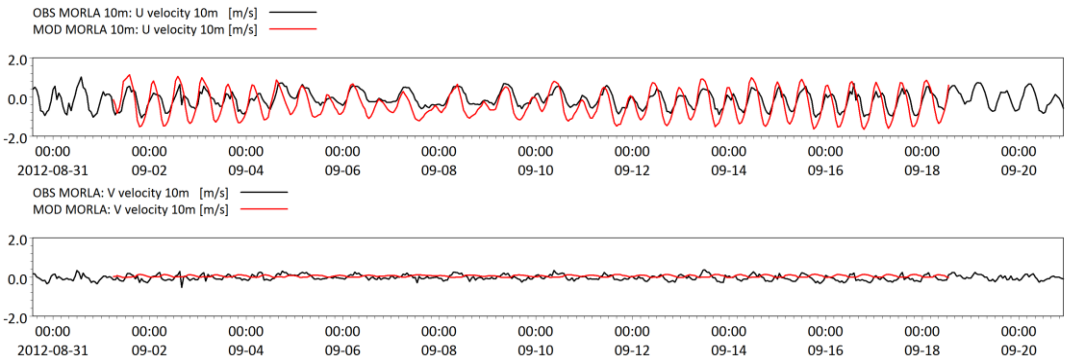


Figura 137. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 10m en Canal Morla-Vicuña.

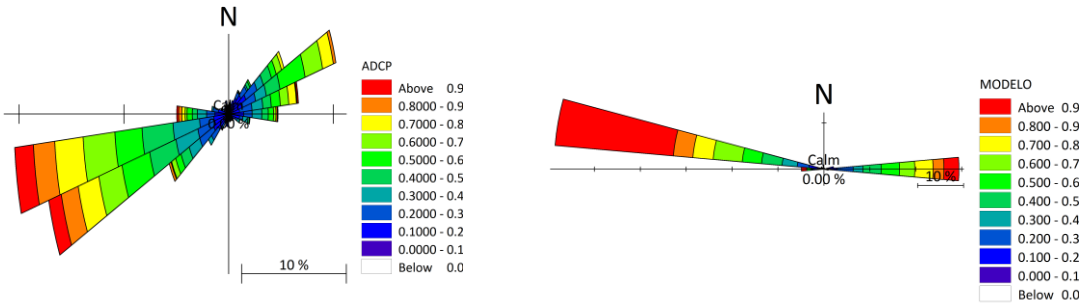


Figura 138. Rosa de corrientes en capa de 10m en Paso Morla-Vicuña. ADCP vs Modelo

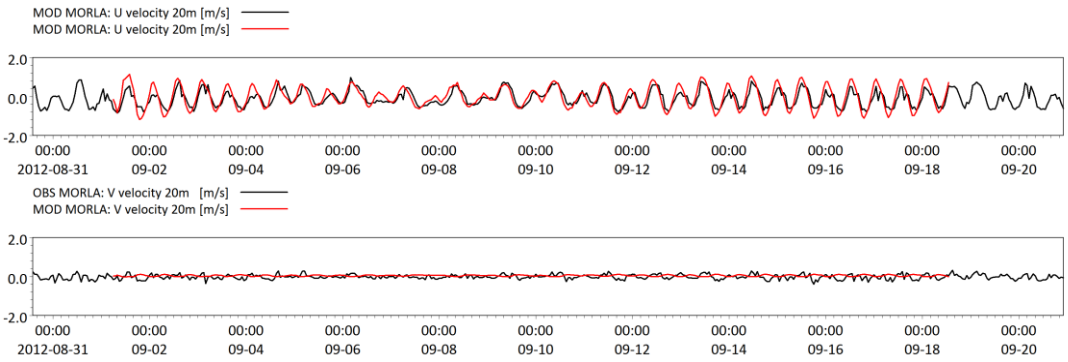


Figura 139. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 20m en Canal Morla-Vicuña.

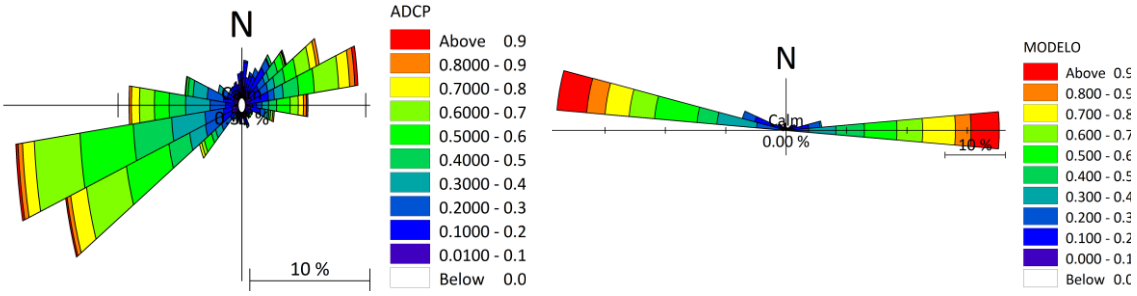


Figura 140. Rosa de corrientes en capa de 20m en Paso Morla-Vicuña. ADCP vs Modelo

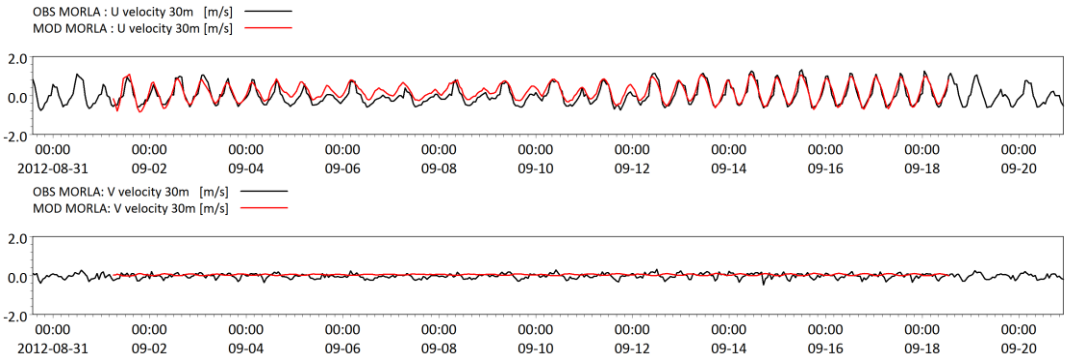


Figura 141. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 30m en Canal Morla-Vicuña.

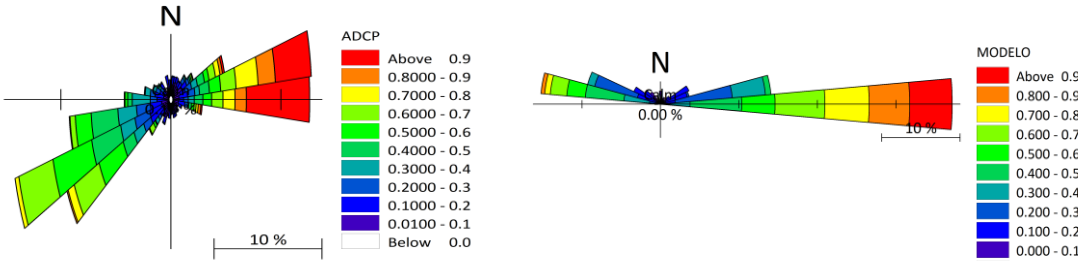


Figura 142. Rosa de corrientes en capa de 30m en Paso Morla-Vicuña. ADCP vs Modelo

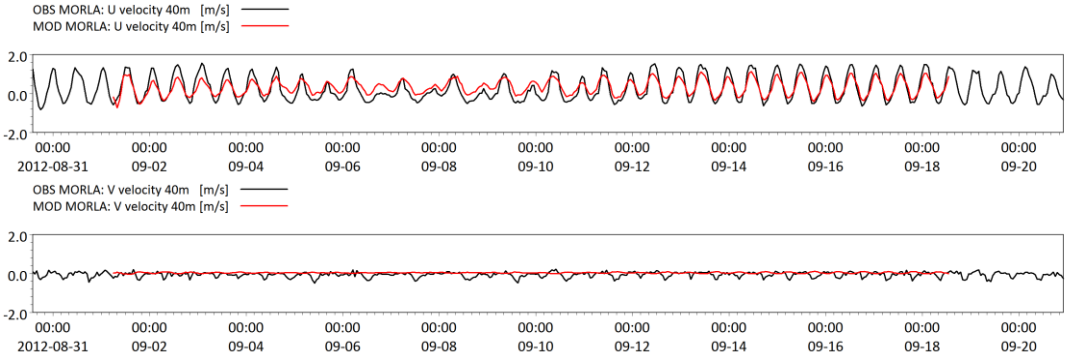


Figura 143. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 40m en Canal Morla-Vicuña.

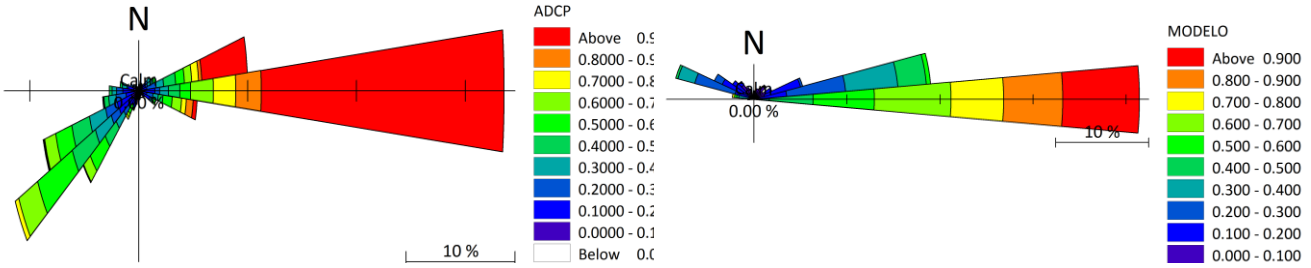


Figura 144. Rosa de corrientes en capa de 40m en Paso Morla-Vicuña. ADCP vs Modelo

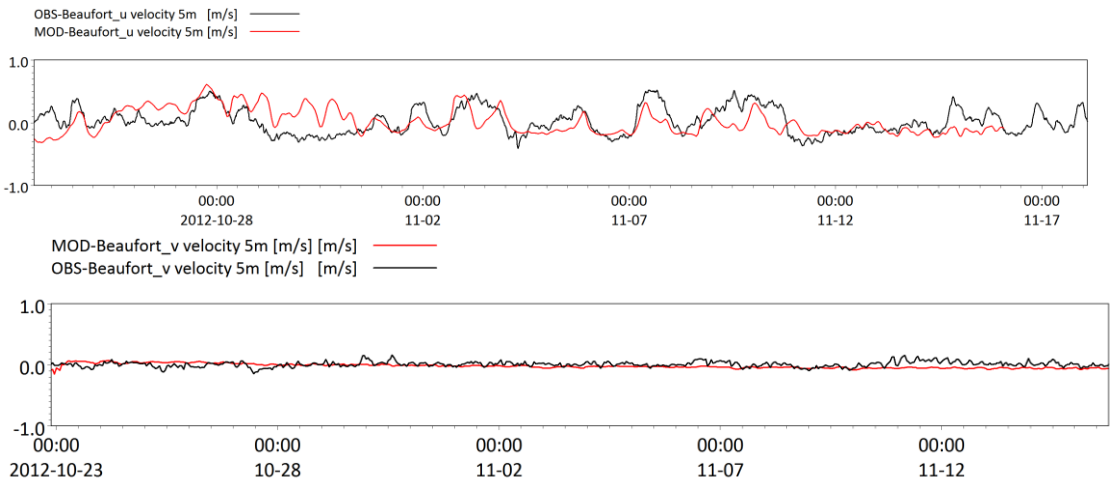


Figura 145. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 5m en Bahía Beaufort.

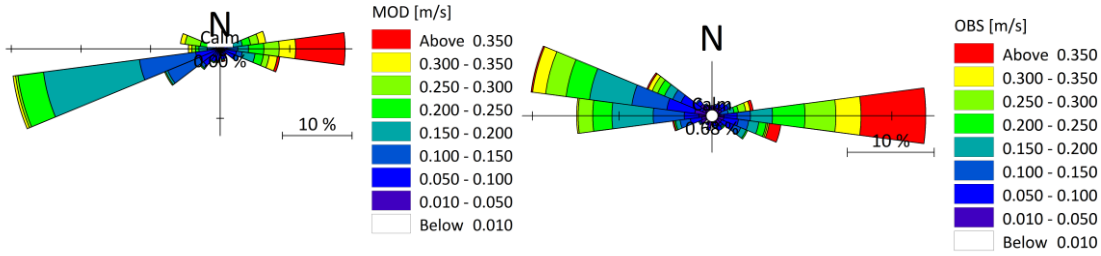


Figura 146. Rosa de corrientes en capa de 5m en Bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP)

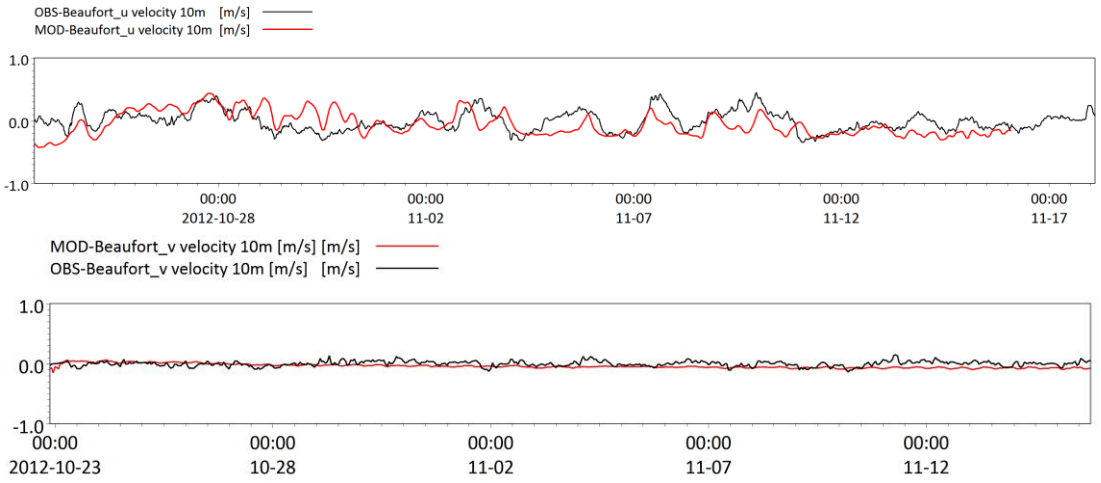


Figura 147. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 10m en Bahía Beaufort.

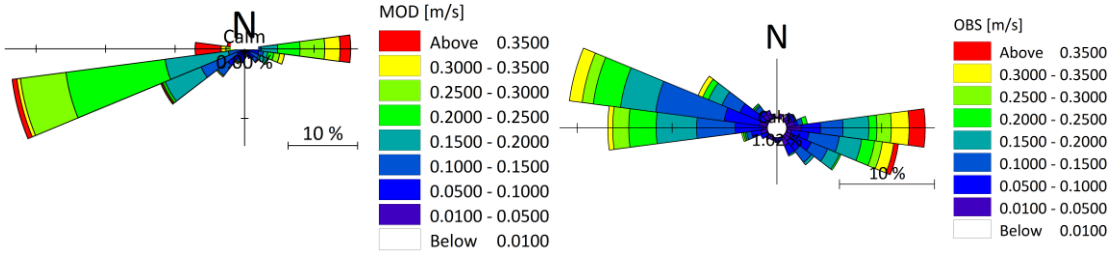


Figura 148. Rosa de corrientes en capa de 10m en Bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP)

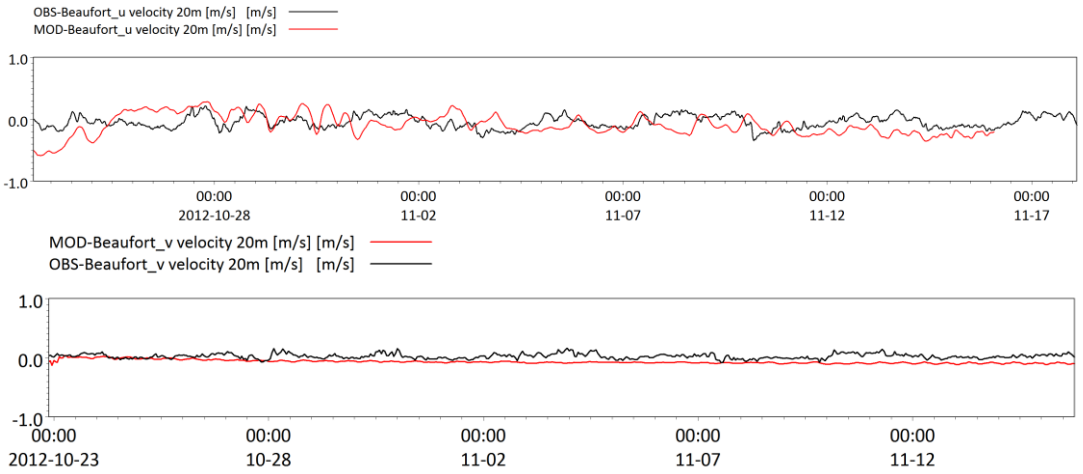


Figura 149. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 20m en Bahía Beaufort.

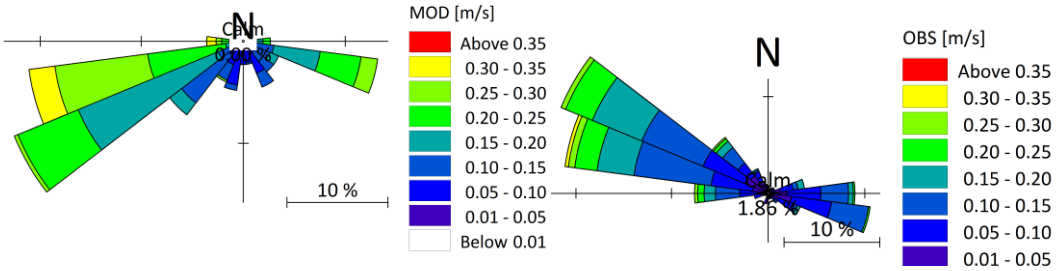


Figura 150. Rosa de corrientes en capa de 20m en Bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP)

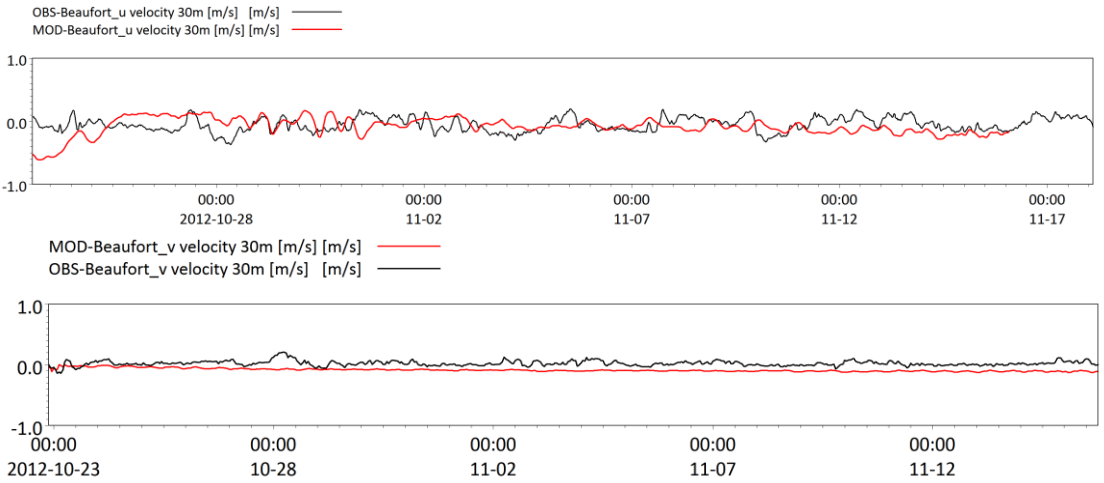


Figura 151. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 30m en Bahía Beaufort.

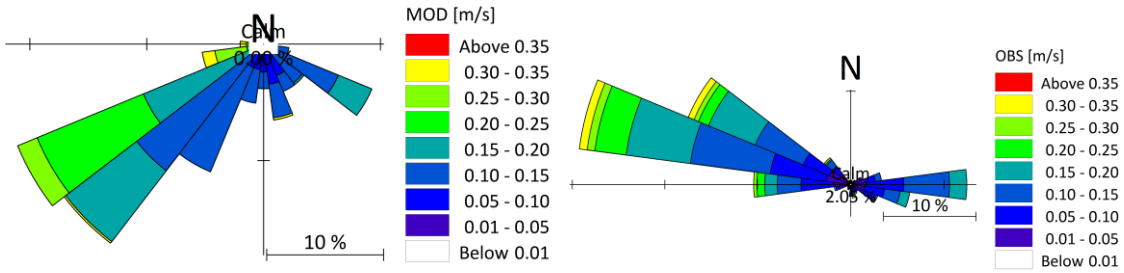


Figura 152. Rosa de corrientes en capa de 30m en Bahía Beaufort. Modelo vs Observación (ADCP)

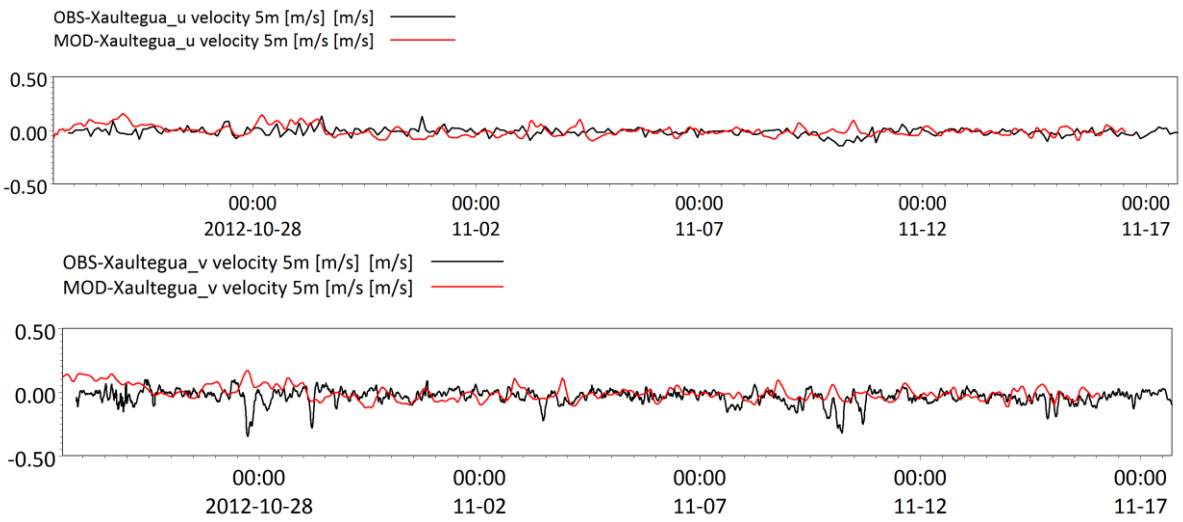


Figura 153. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 5m en Xaultegua.

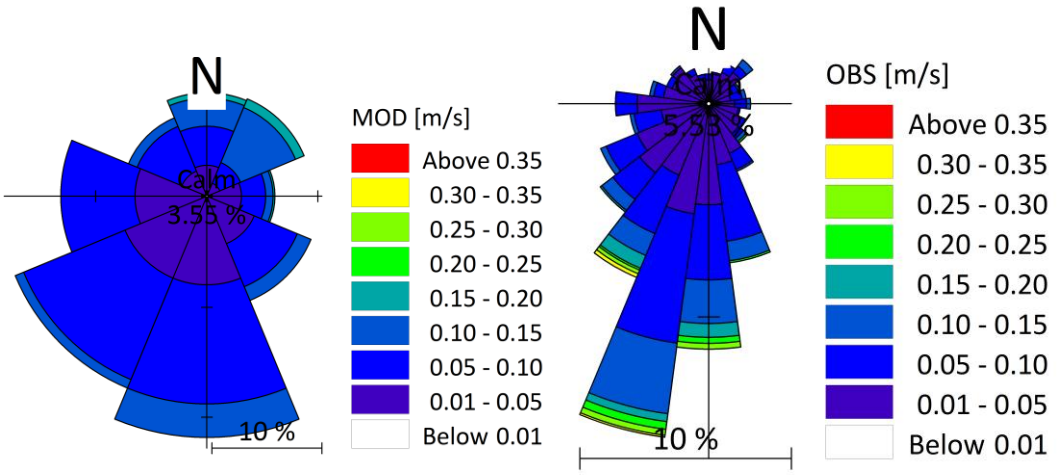


Figura 154. Rosa de corrientes en capa de 5m en Xaultegua. Modelo vs Observación (ADCP)

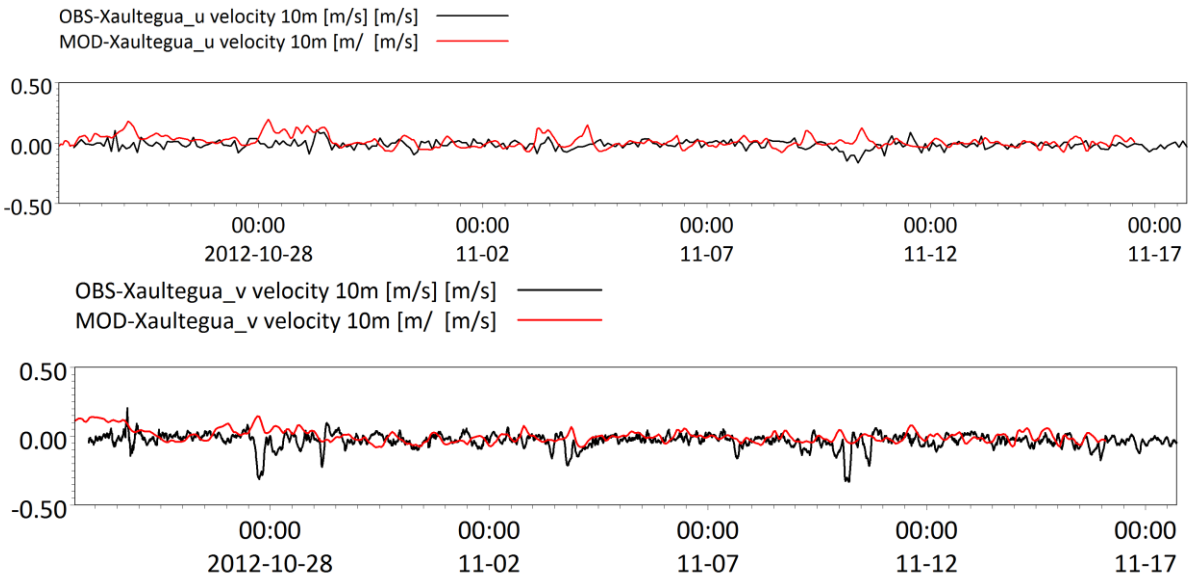


Figura 155. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs. Modelo capa 10m en Xaultegua.

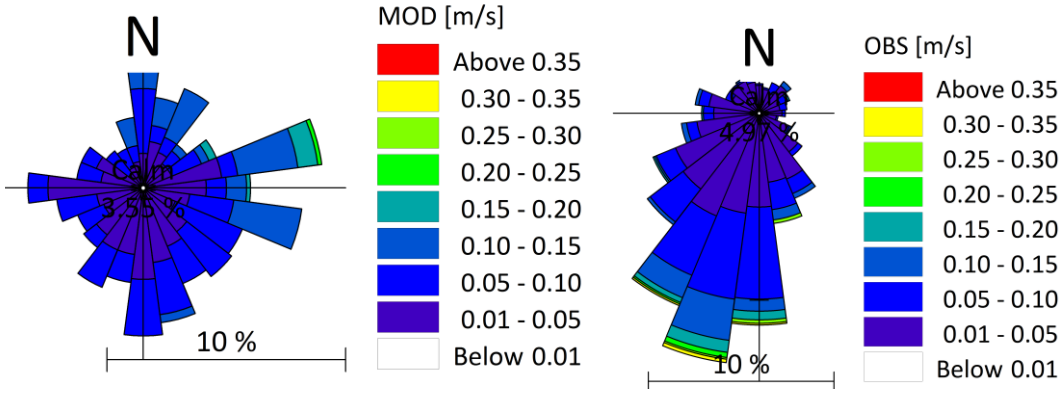


Figura 156. Rosa de corrientes en capa de 10m en Xaultegua. Modelo vs Observación (ADCP)

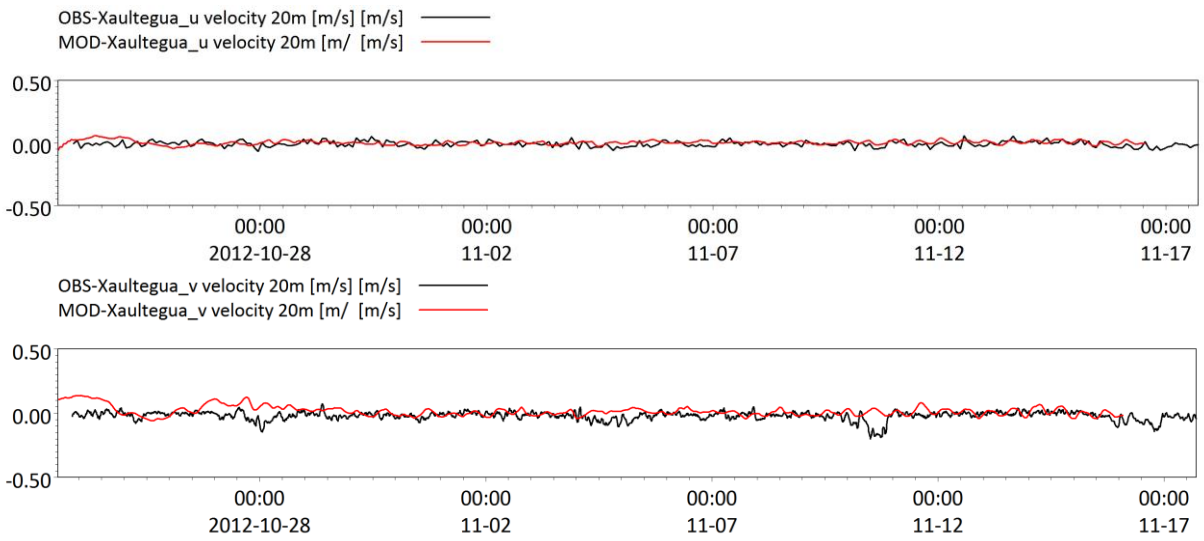


Figura 157. Componentes U-este y V-norte de ADCP vs Modelo capa 20m en Xaultegua.

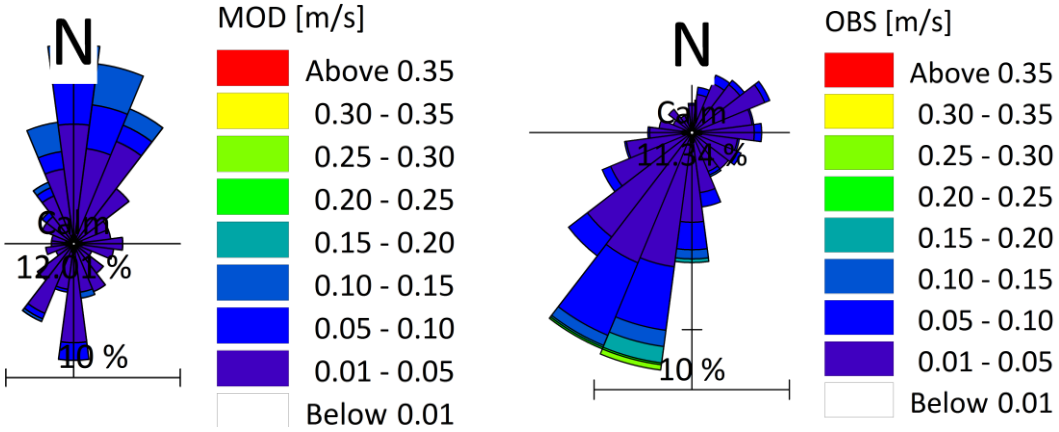


Figura 158. Rosa de corrientes en capa de 20m en Xaultegua. Modelo vs Observación (ADCP)

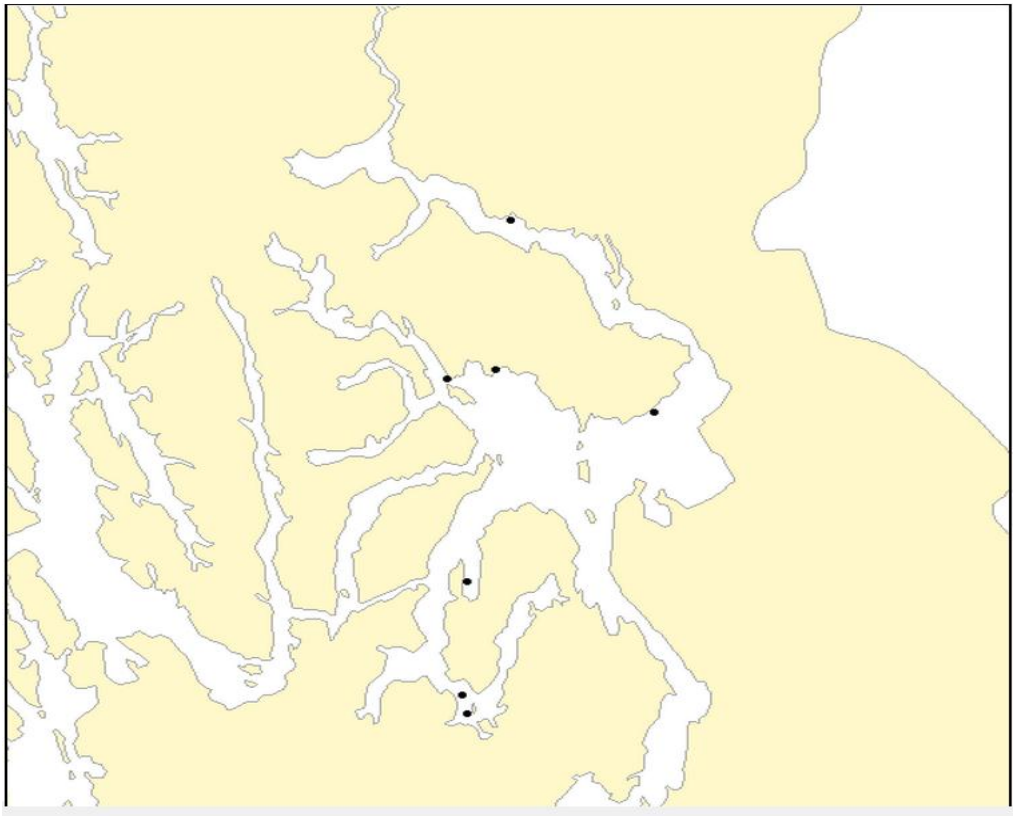


Figura 159. Centros de cultivos de salmones en el Golfo Almirante Montt. Fuente: Intesal-SalmonChile.

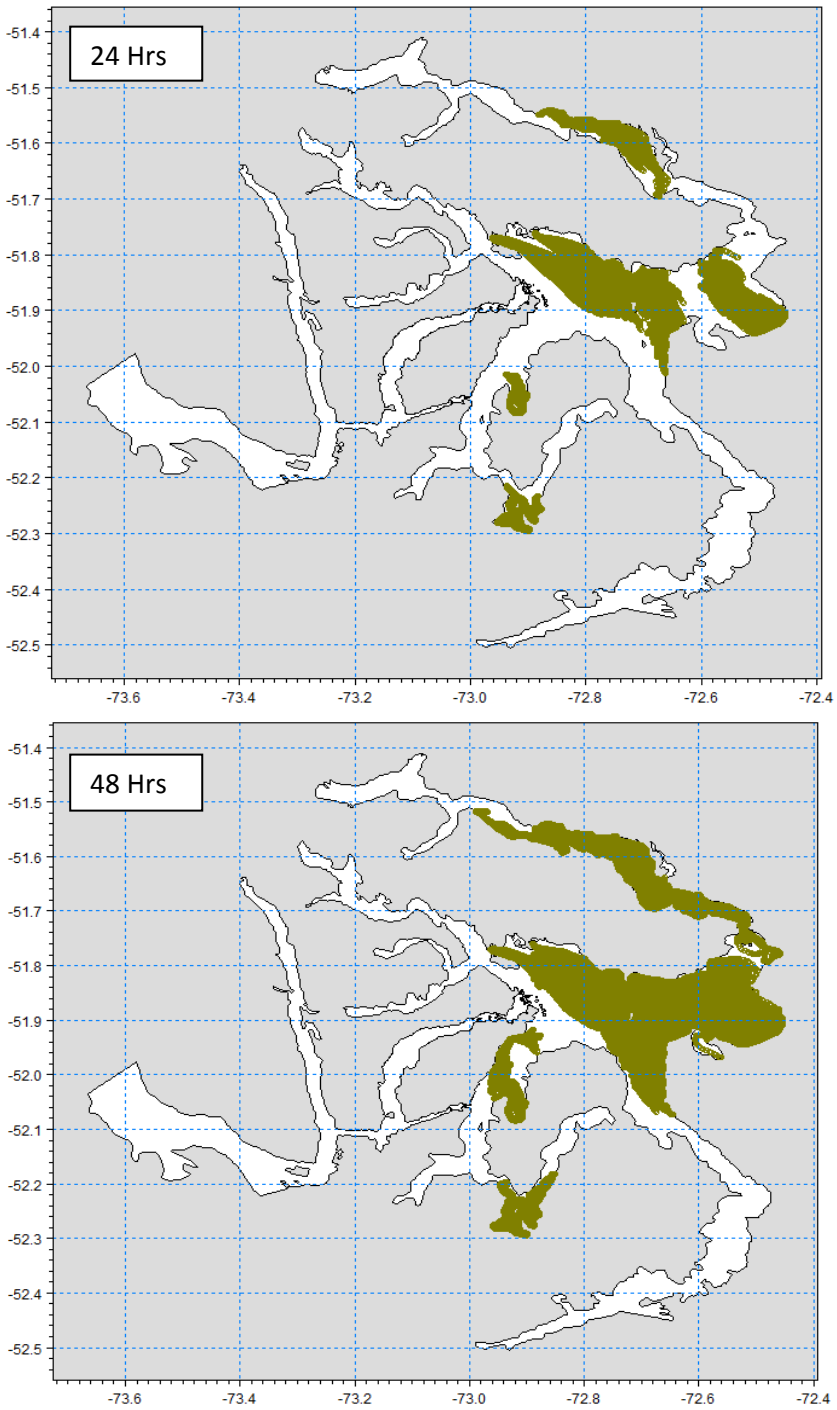


Figura 160a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.

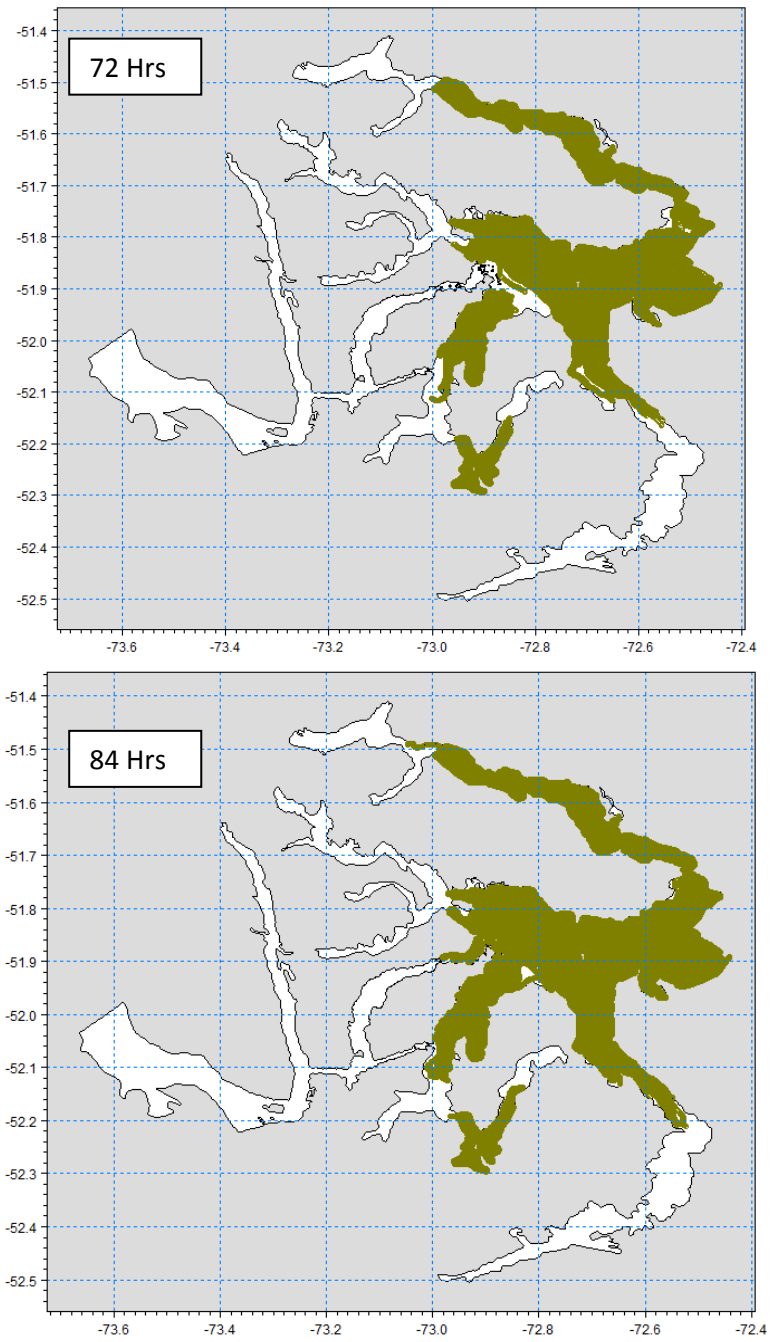


Figura 160b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, sicigias.

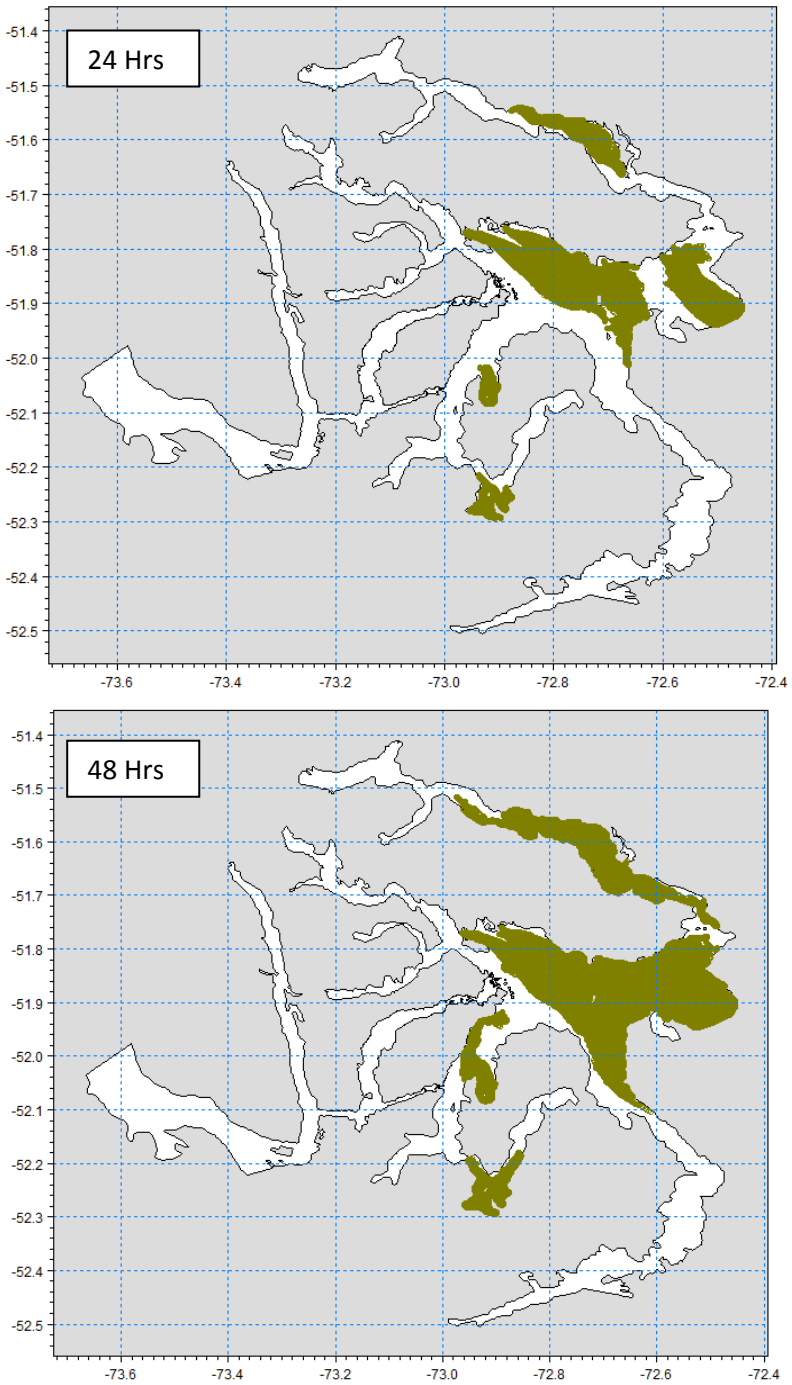


Figura 161a. Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, sicigias.

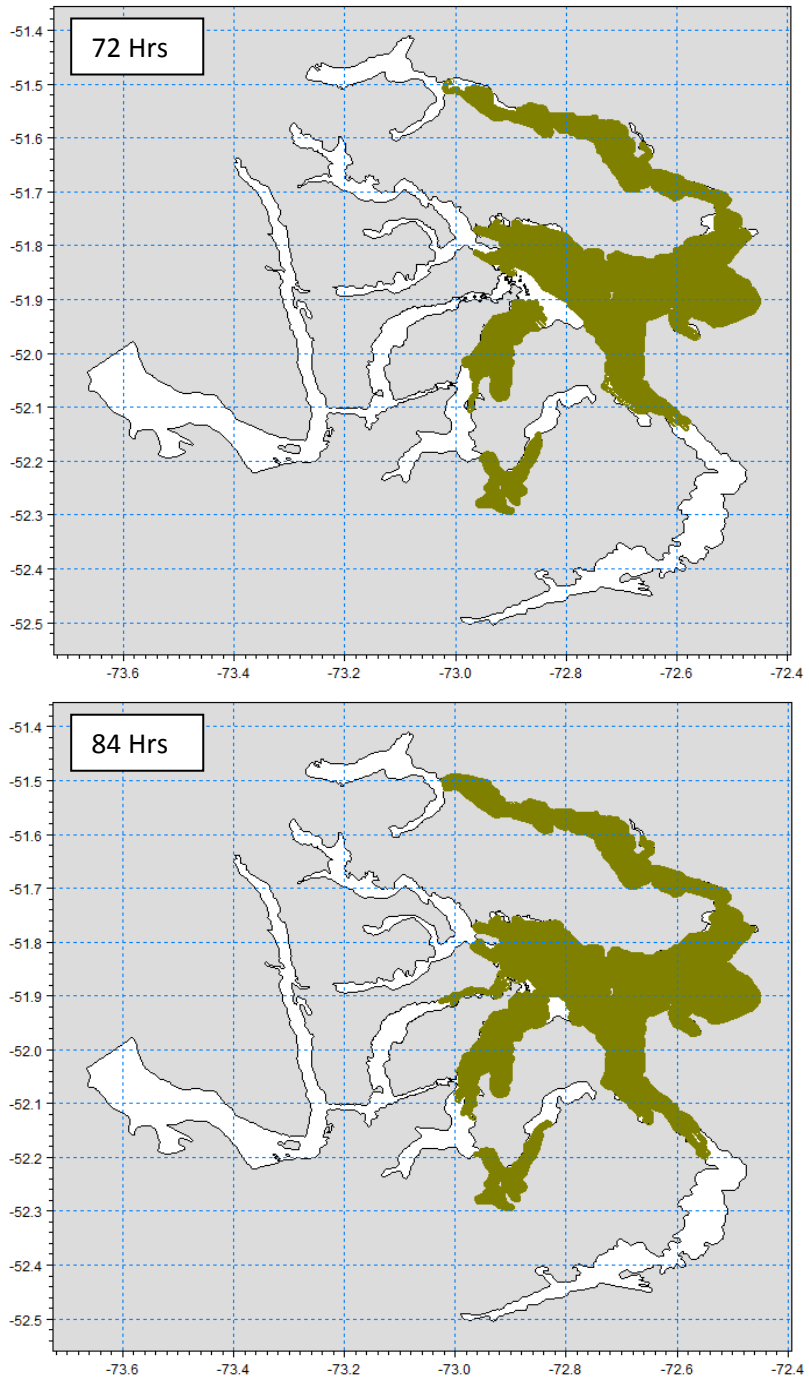


Figura 161b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, sicigias.

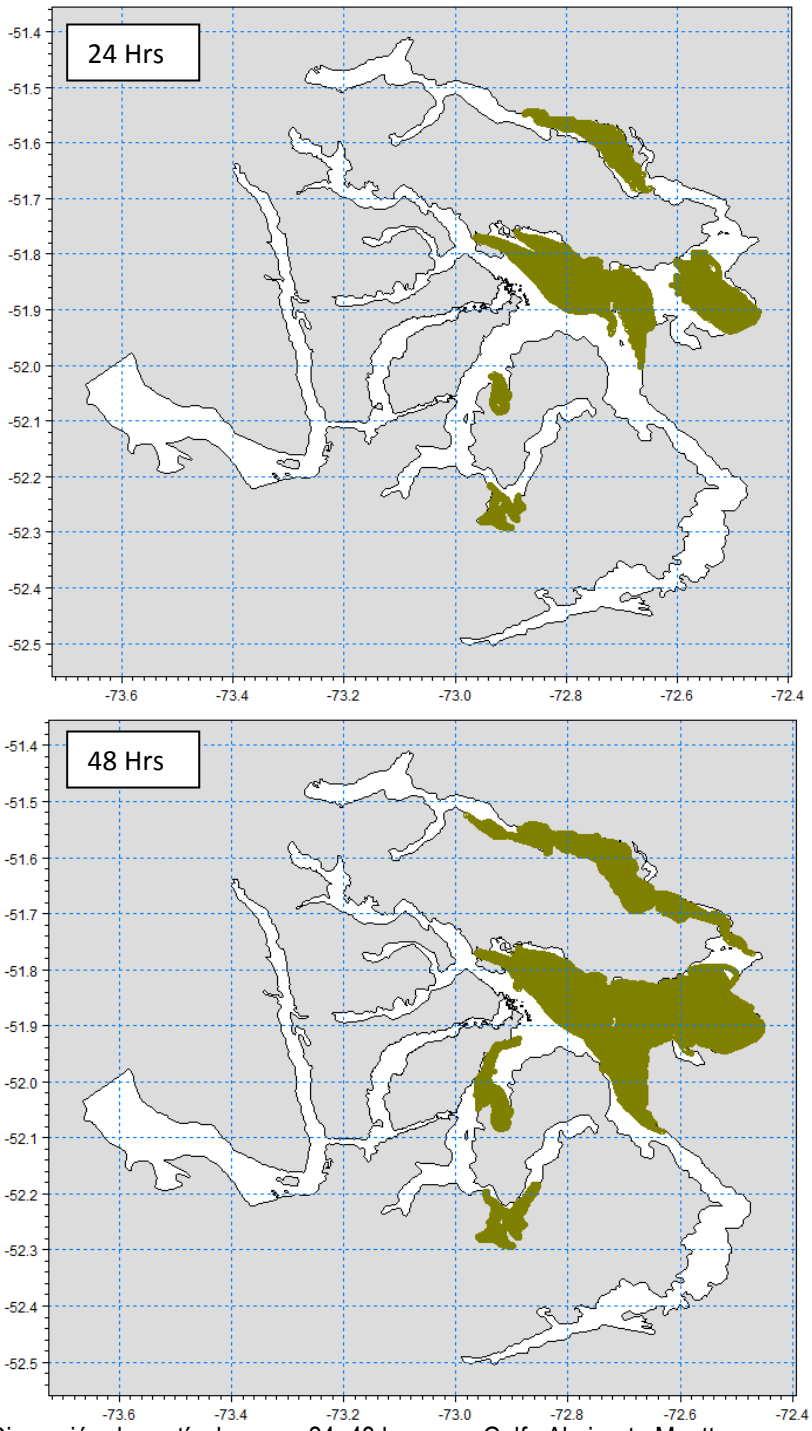


Figura 162a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.

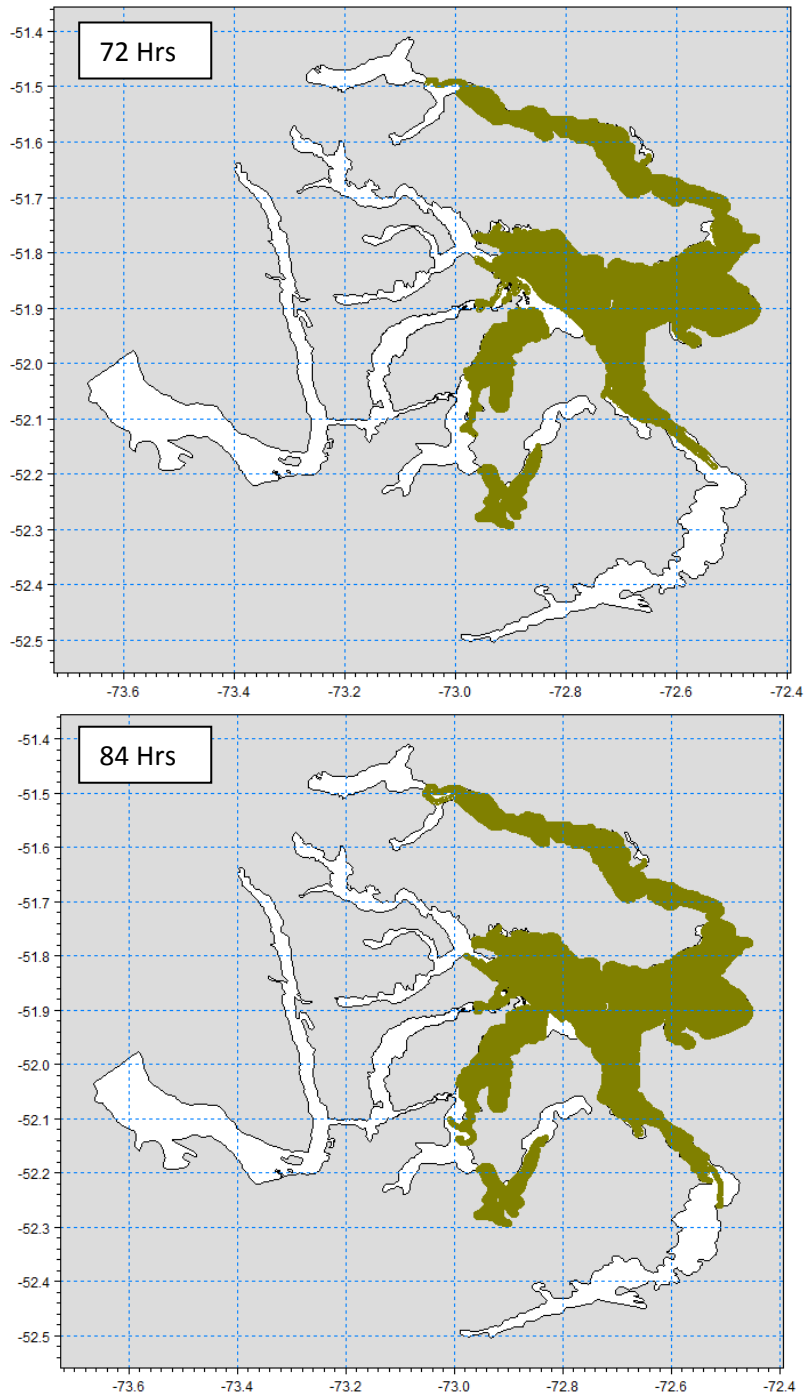


Figura 162b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.

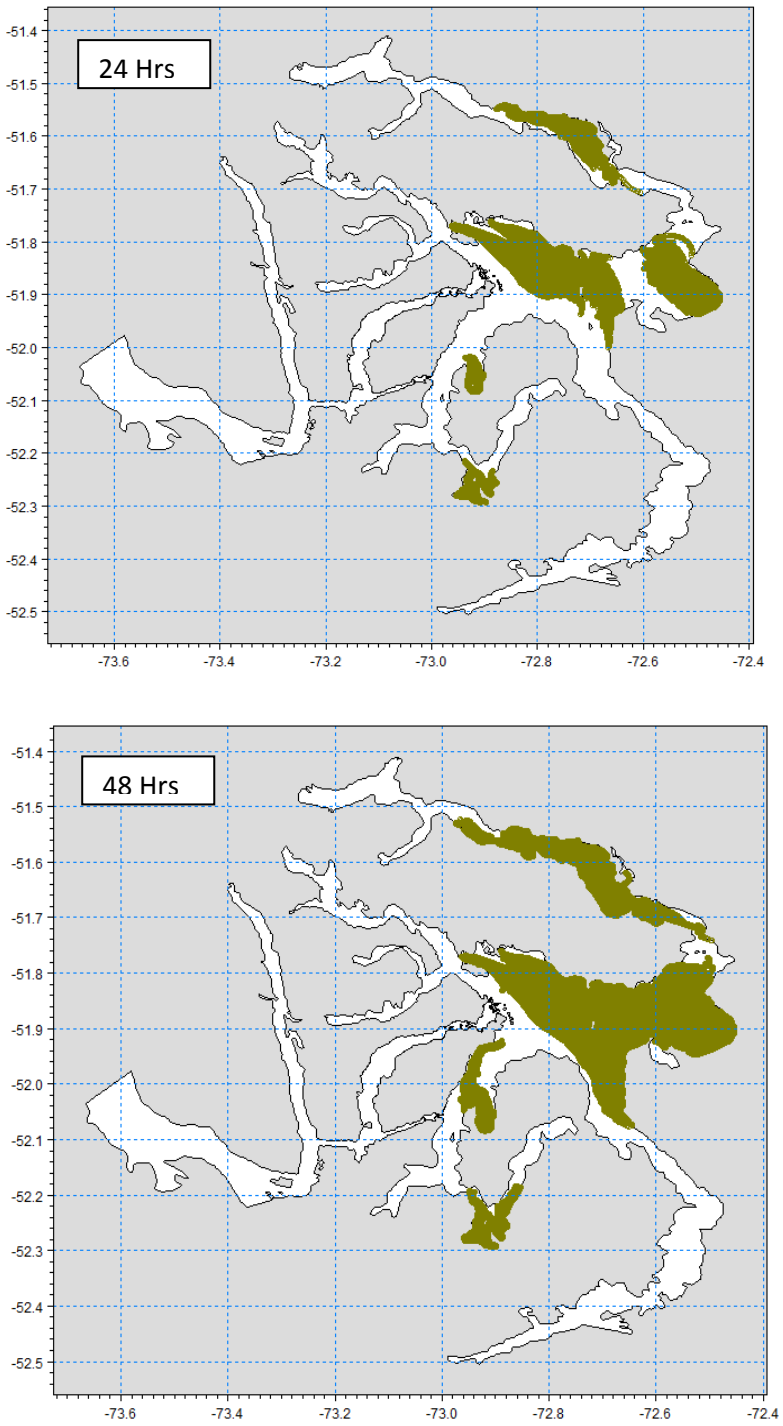


Figura 163a. Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.

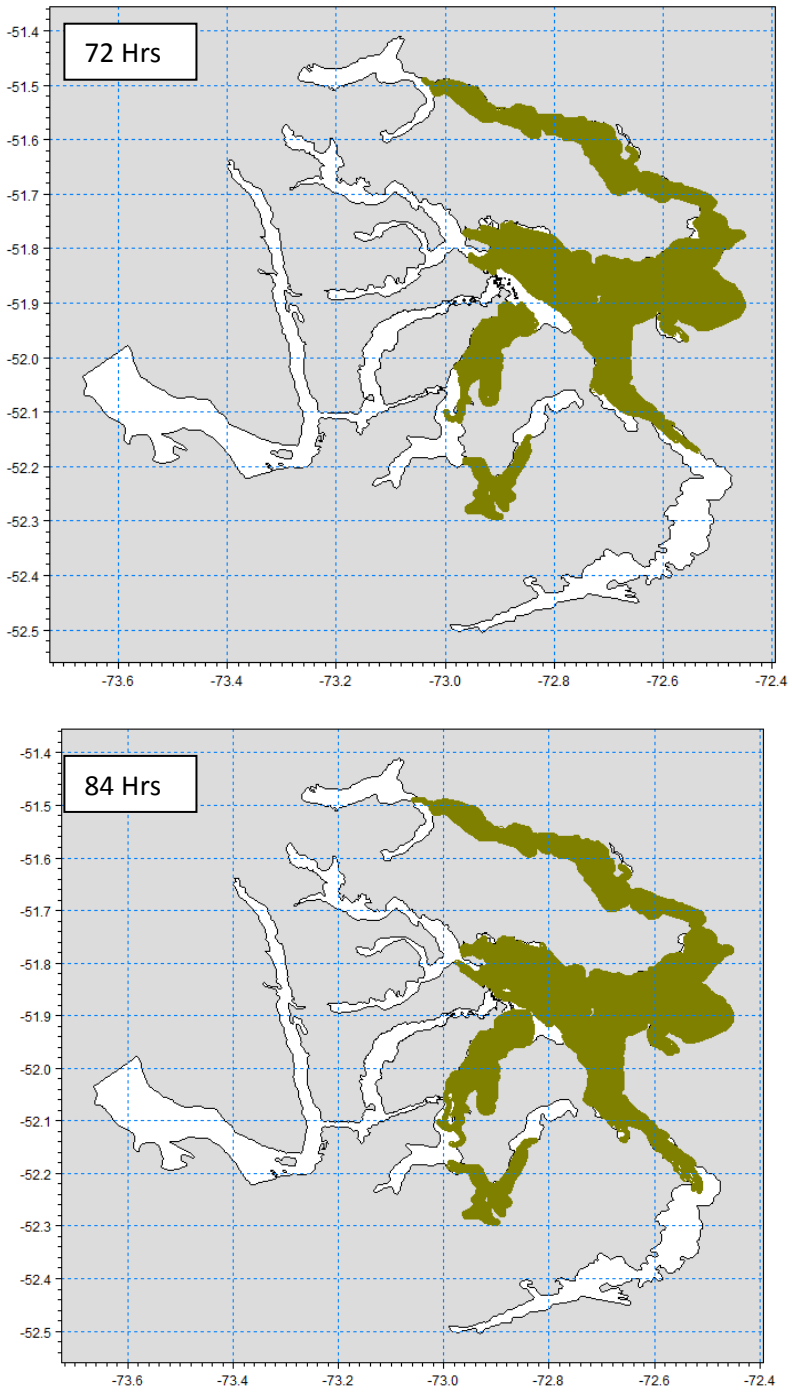


Figura 163b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de NO deshielo, tormenta NW-W, cuadraturas.

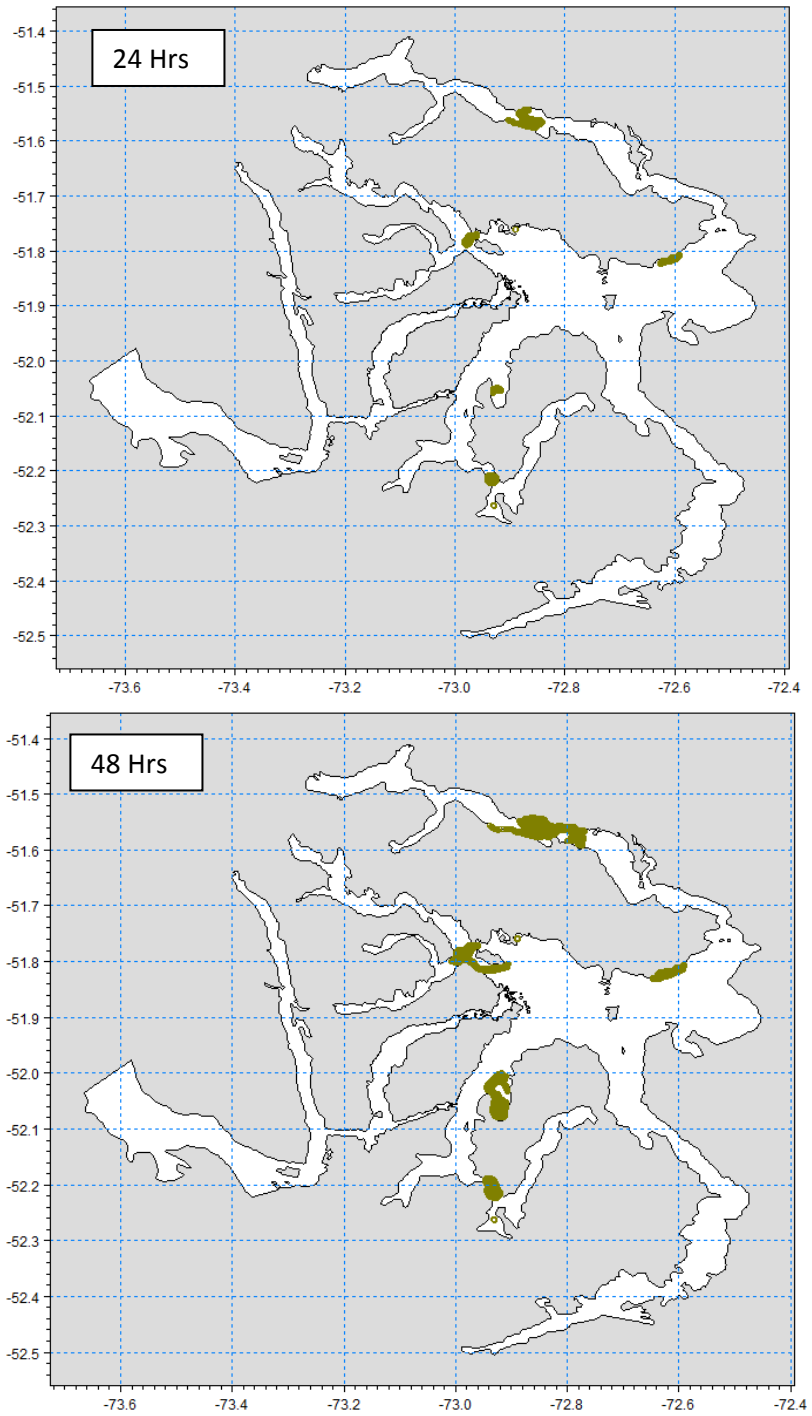


Figura 164a. Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.

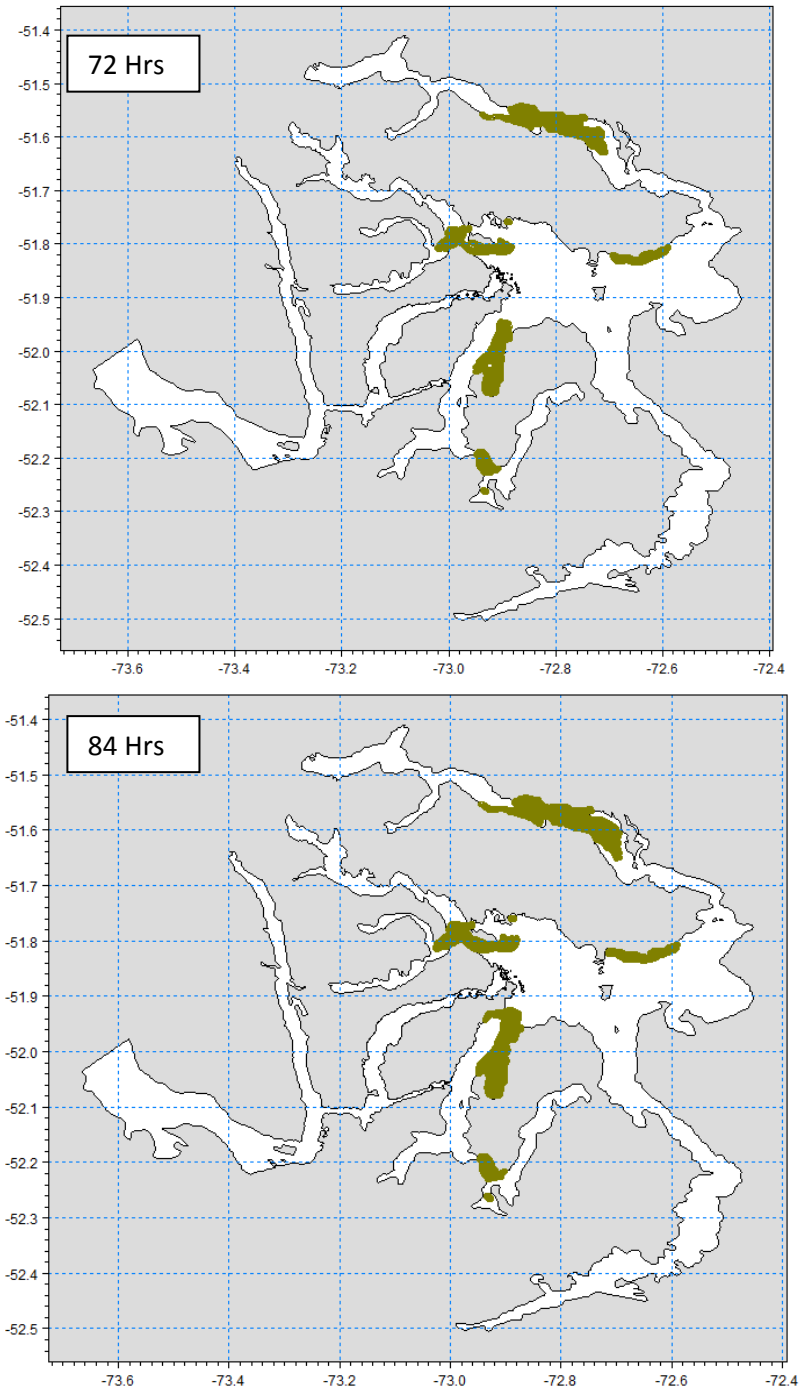


Figura 164b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y sicigias.

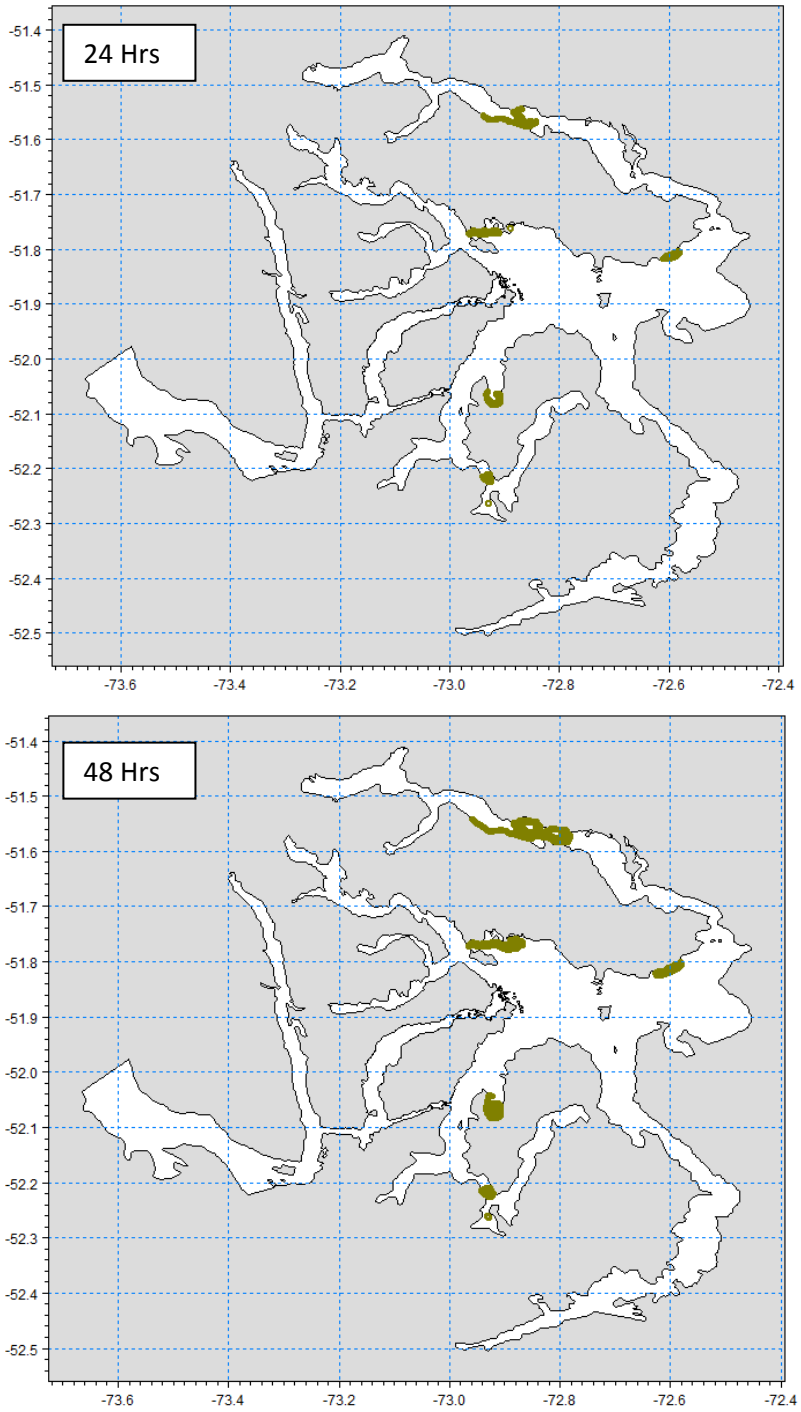


Figura 165a. Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario sin deshielo, sin viento y sicigias.

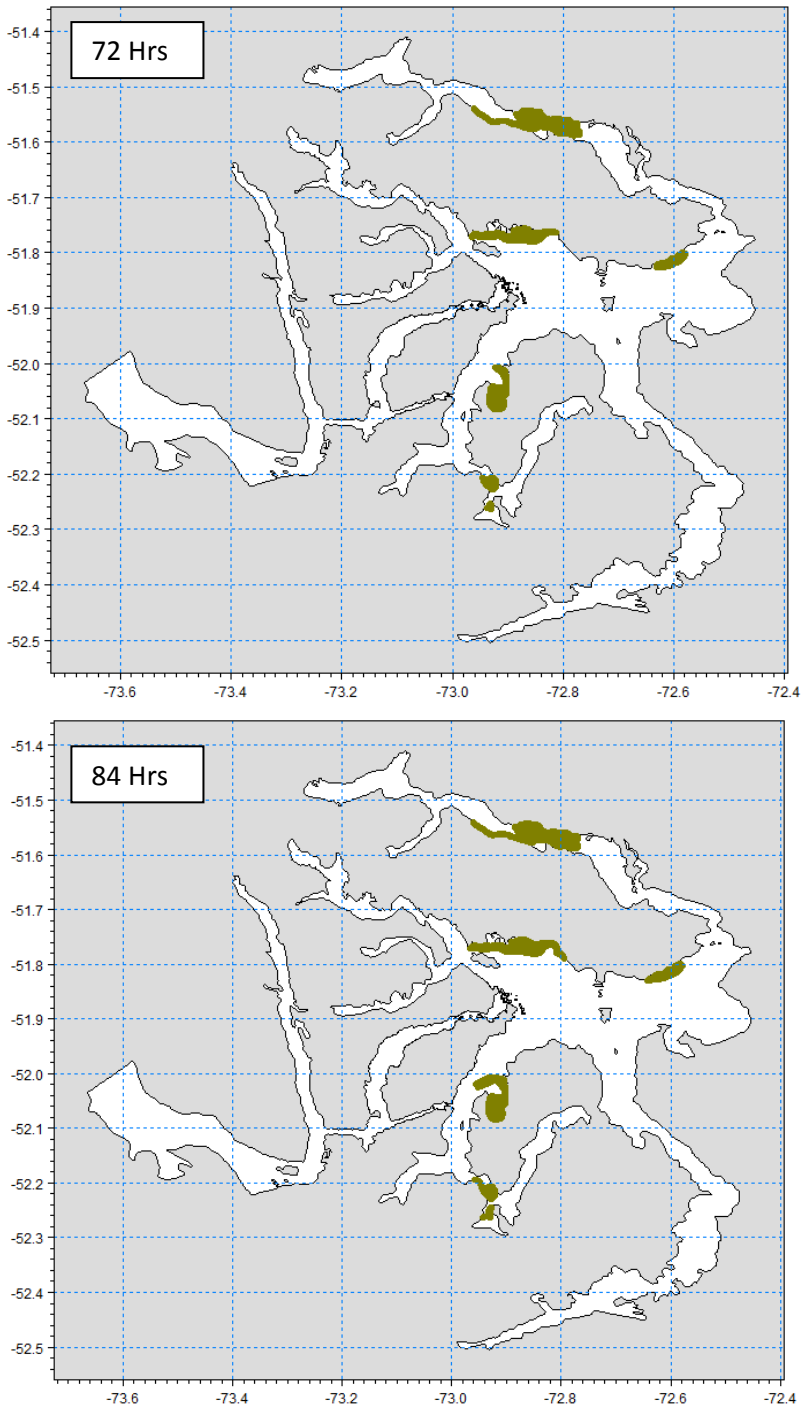


Figura 165b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario sin deshielo, sin viento y sicigias.

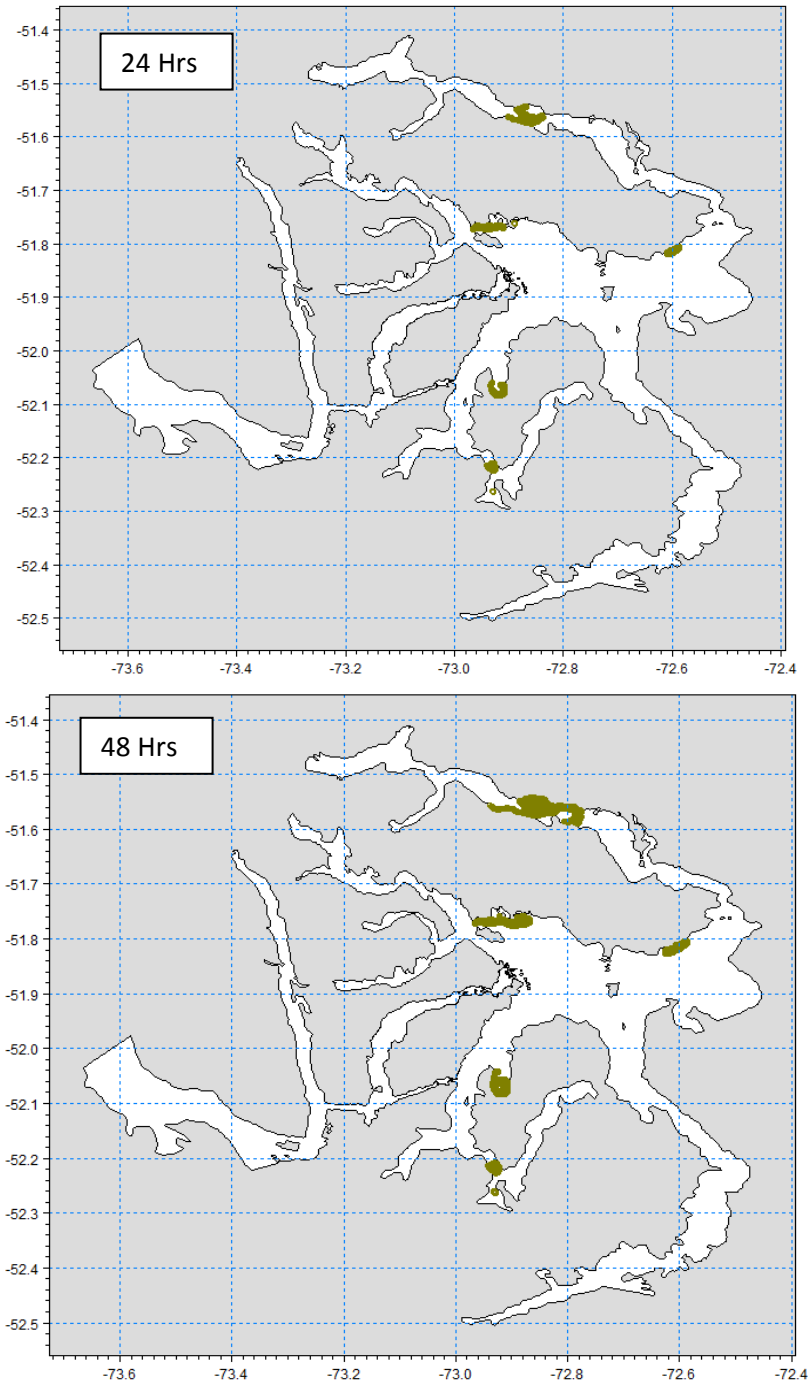


Figura 166a. Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.

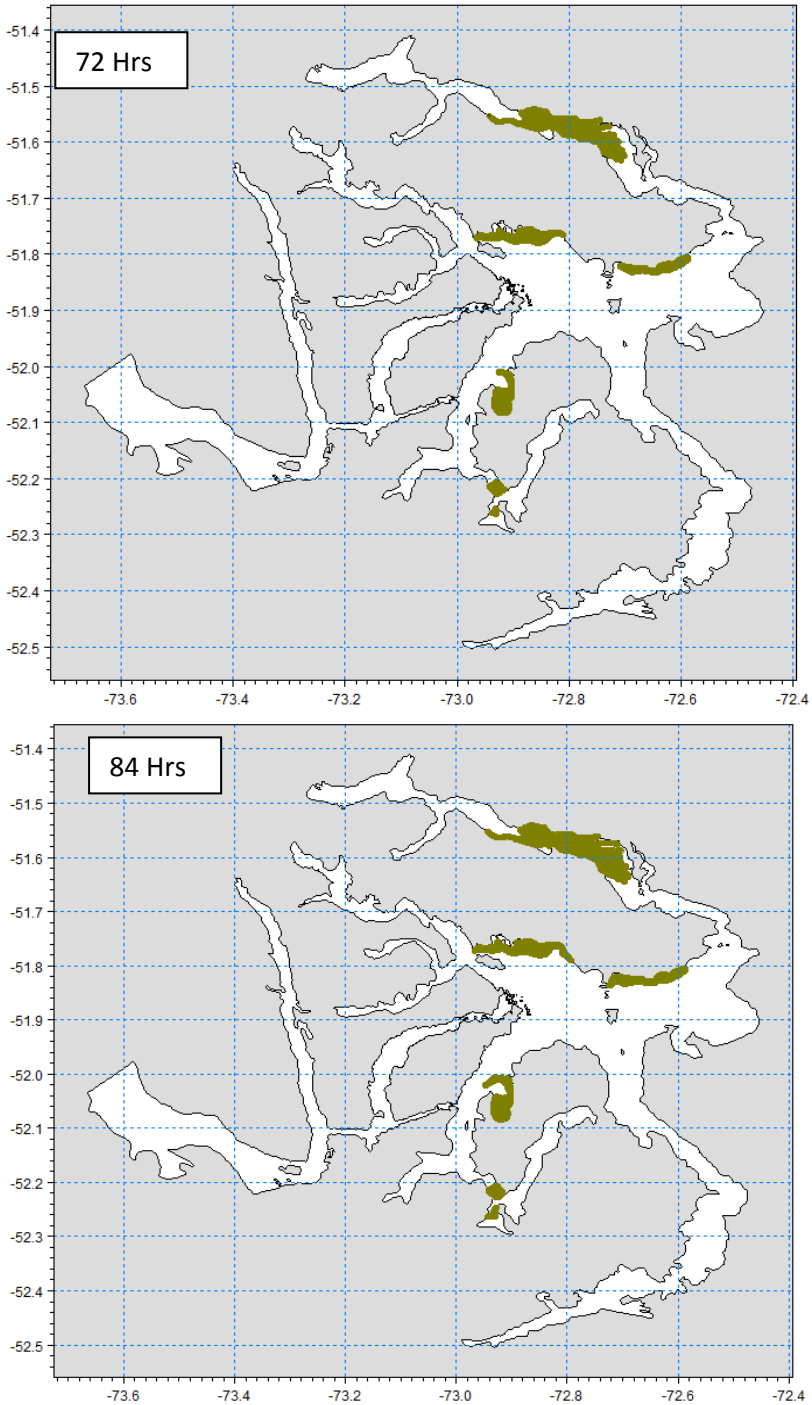


Figura 166b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario de deshielo, sin viento y cuadraturas.

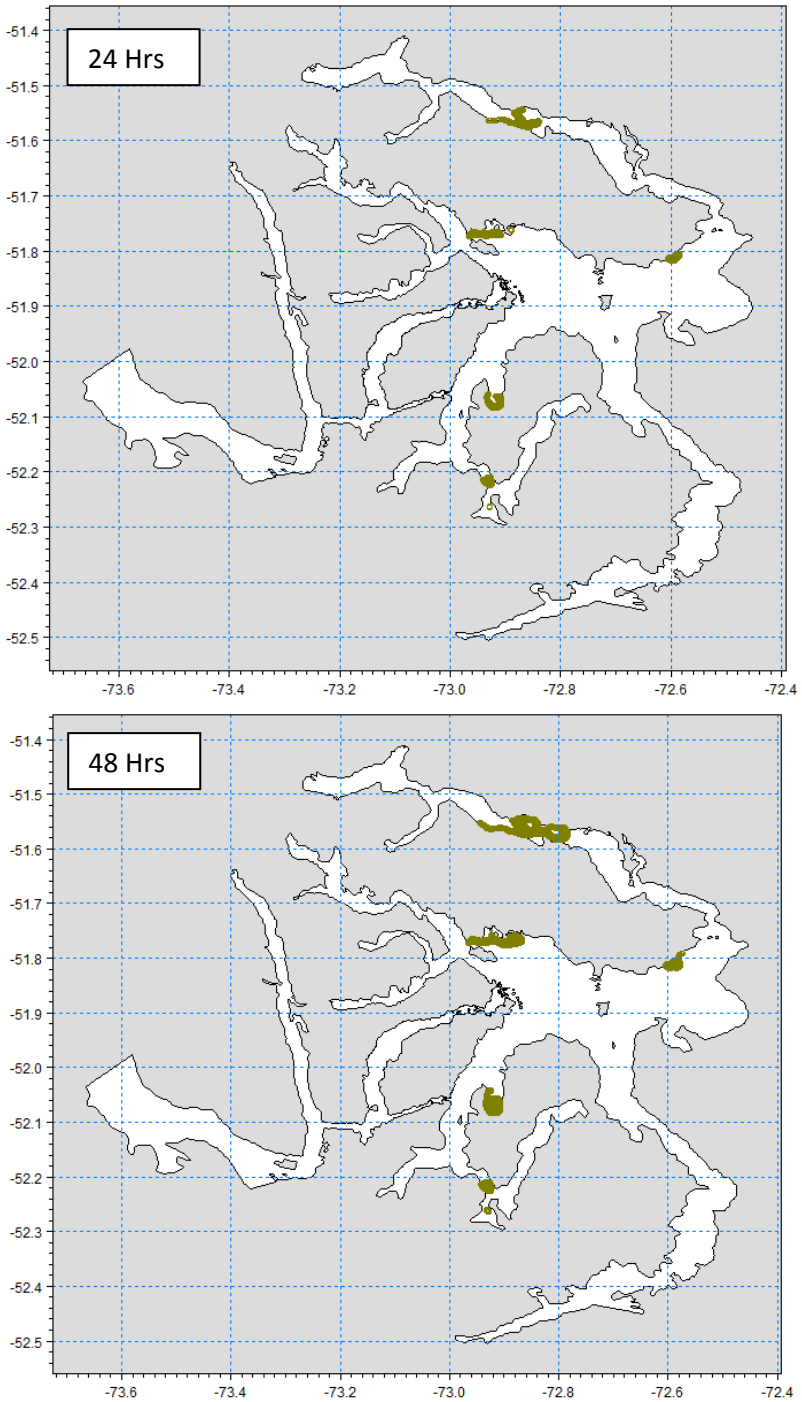


Figura 167a. Dispersión de partículas para 24 y 48 horas en Golfo Almirante Montt con escenario sin deshielo, sin viento y cuadraturas.

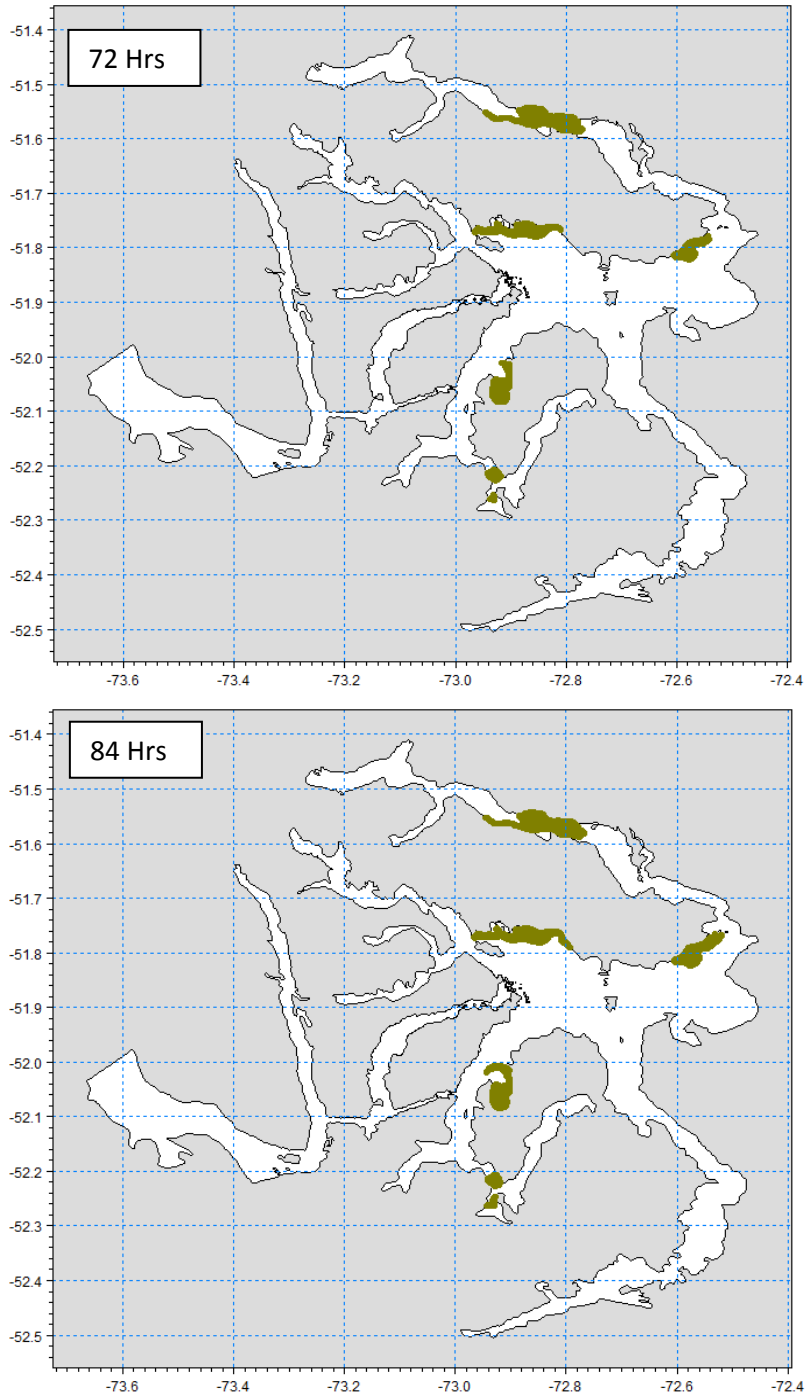


Figura 167b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Golfo Almirante Montt con escenario sin deshielo, sin viento y cuadraturas.

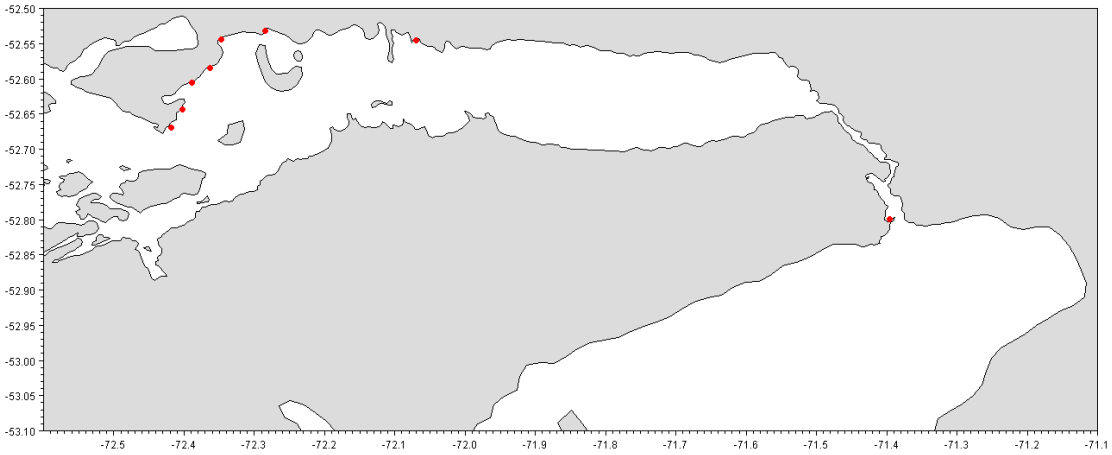


Figura 168. Centros de cultivos de salmones en Seno Skyring. Fuente: SIG-Acuicultura-IFOP, Subpesca

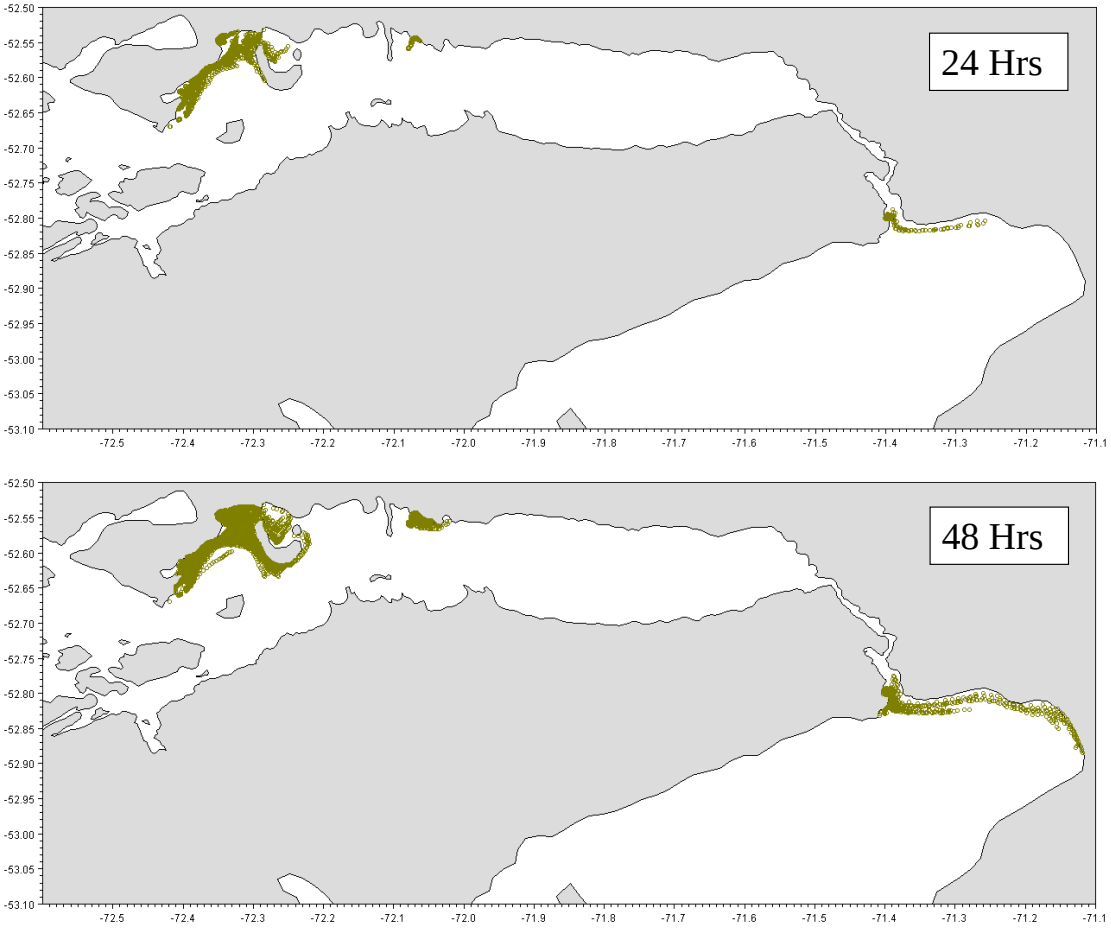


Figura 169a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y tormenta NW-W en periodo de sicigias.

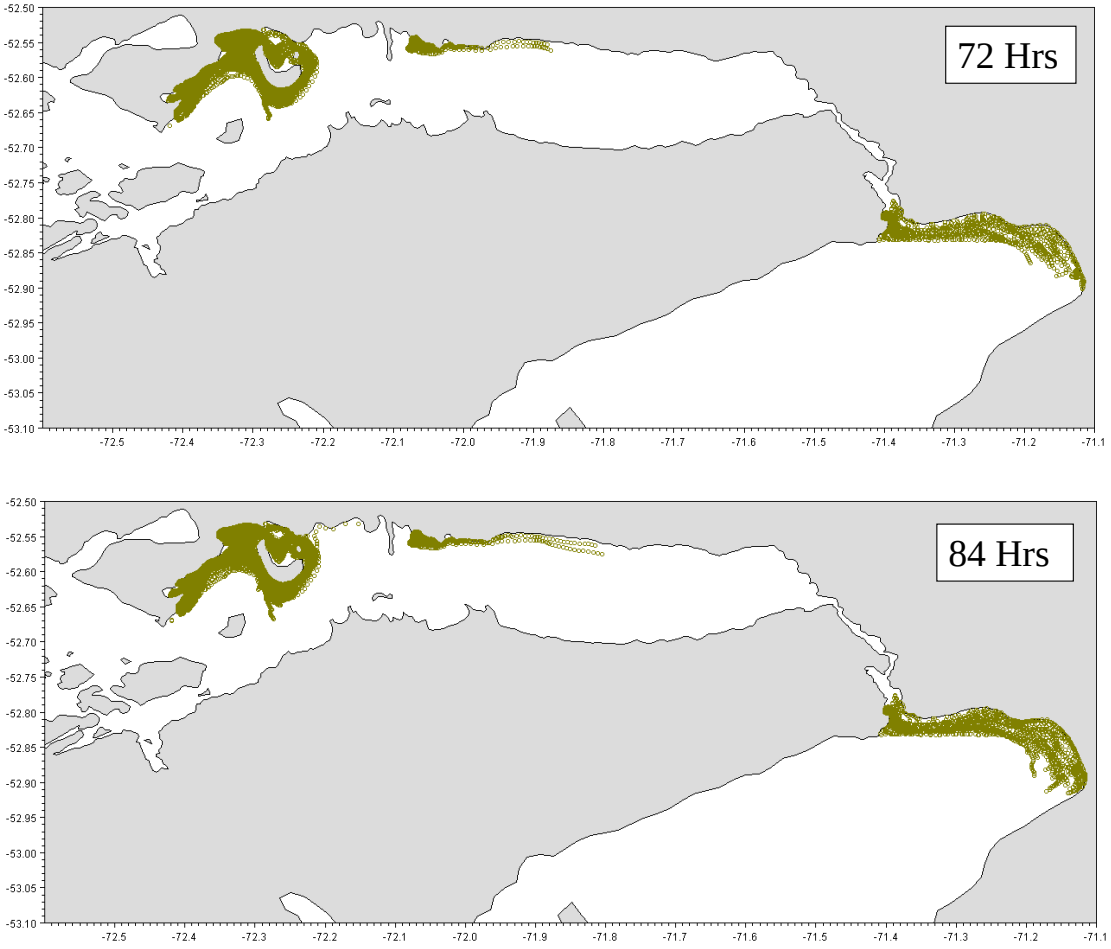


Figura 169b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y tormenta NW-W en periodo de sicigias.

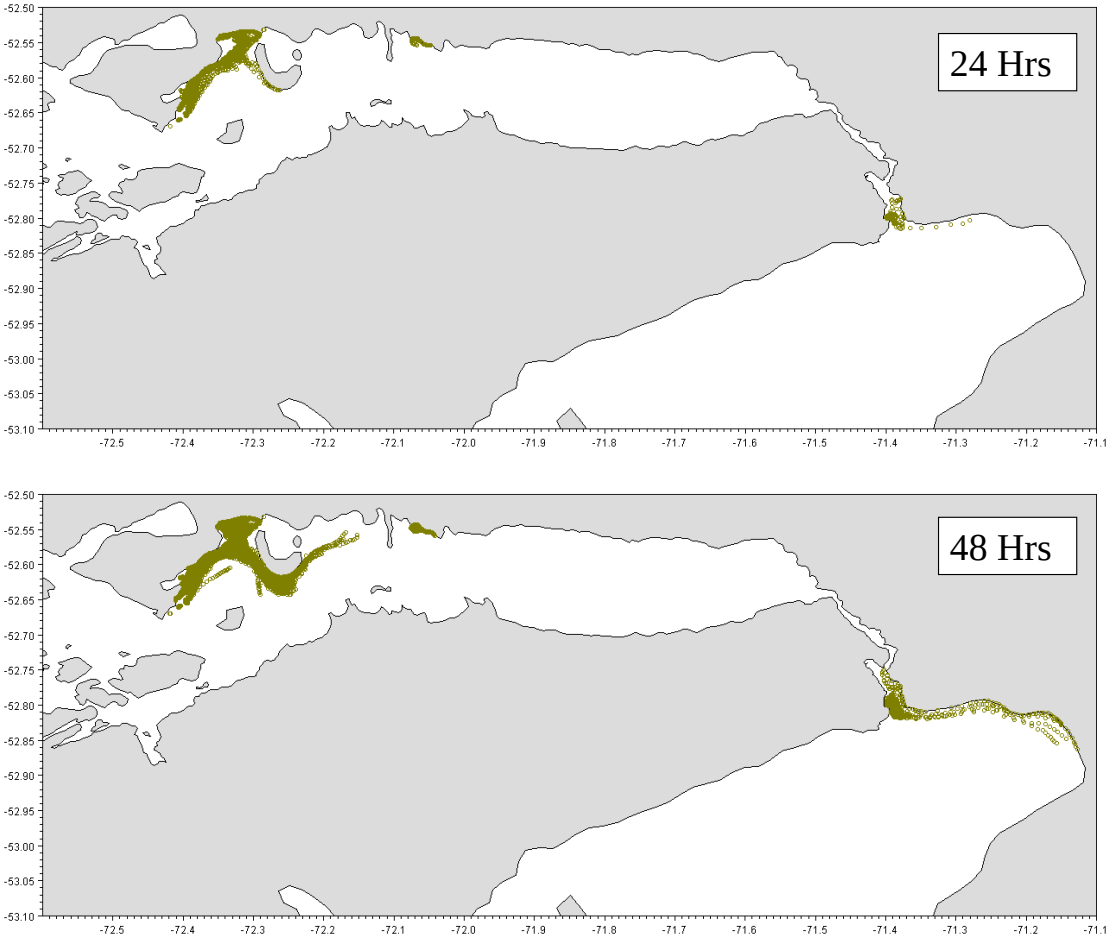


Figura 170a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Seno Skyring con escenario de NO deshielo y tormenta NW-W en periodo de sicigias.

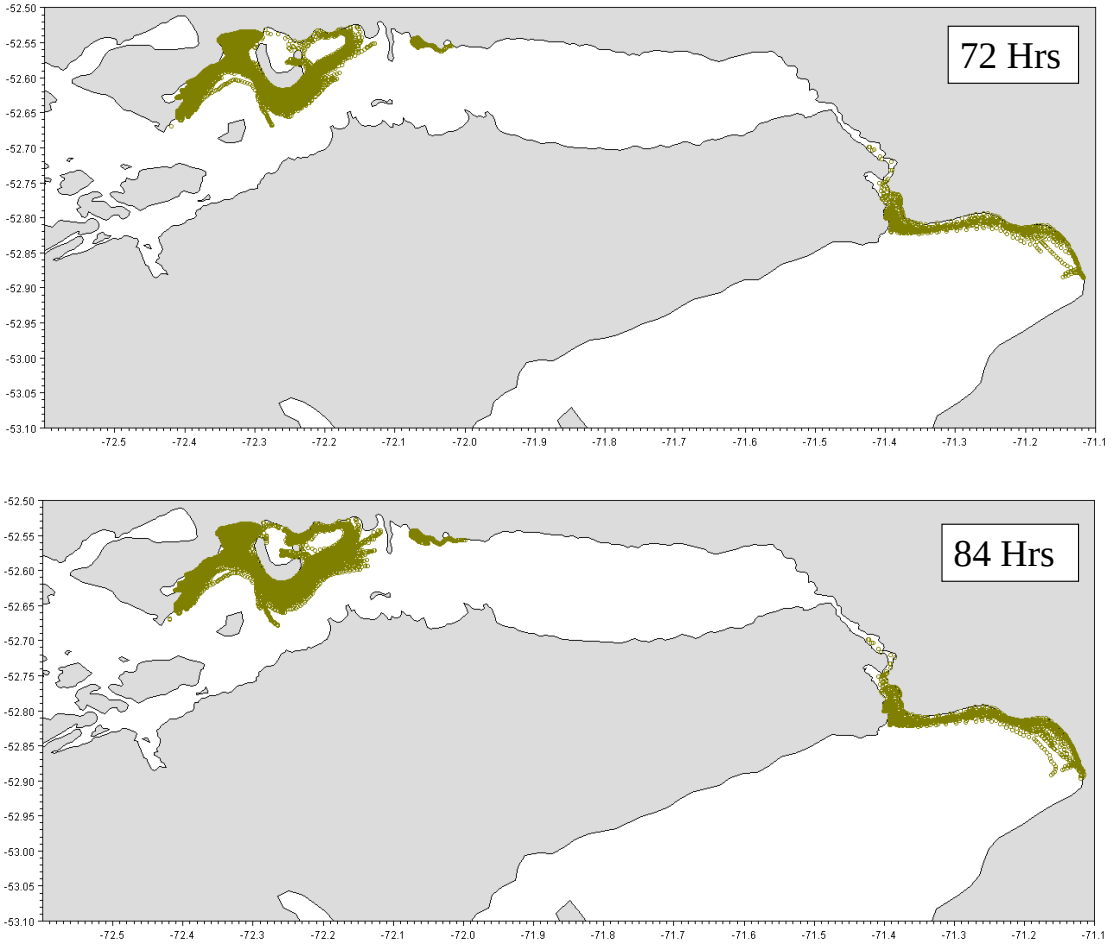


Figura 170b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Seno Skyring con escenario de NO deshielo y tormenta NW-W en periodo de sicigias.

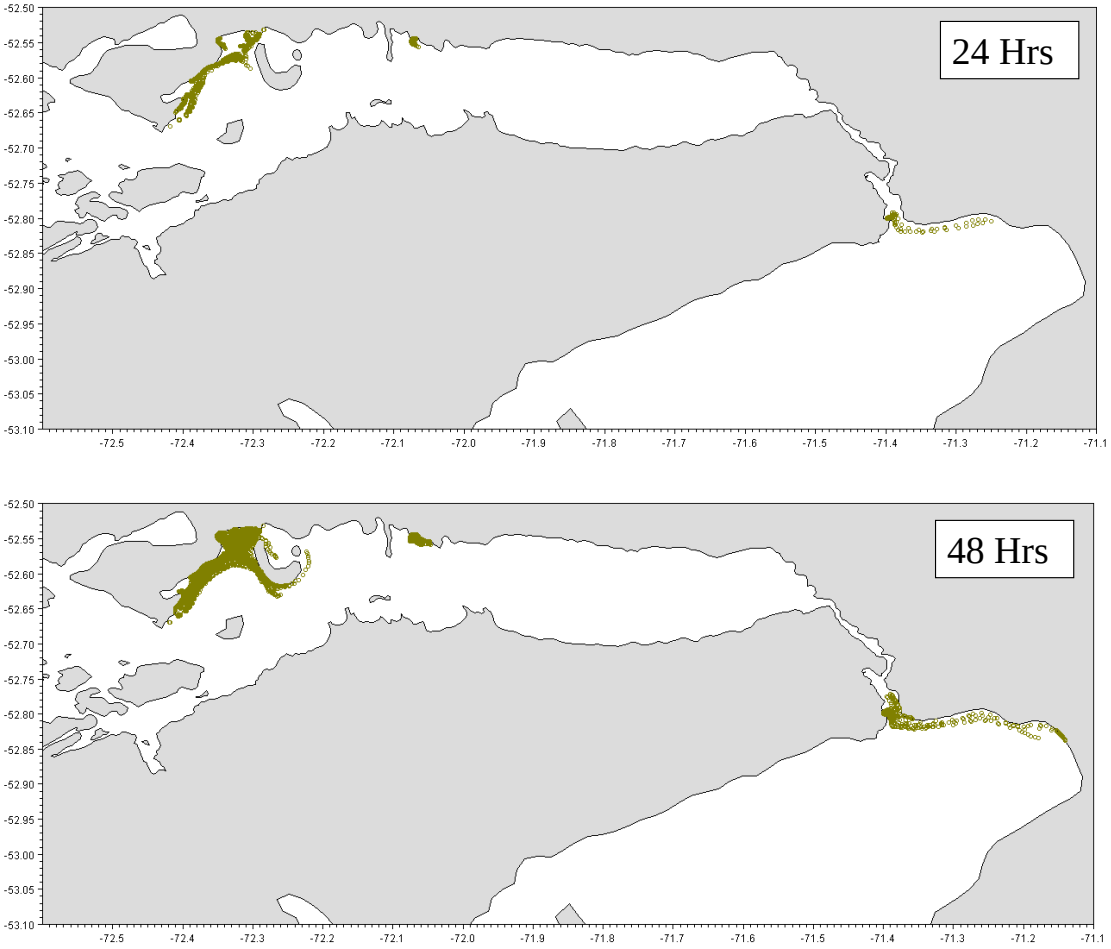


Figura 171a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y tormenta NW-W en periodo de cuadraturas.

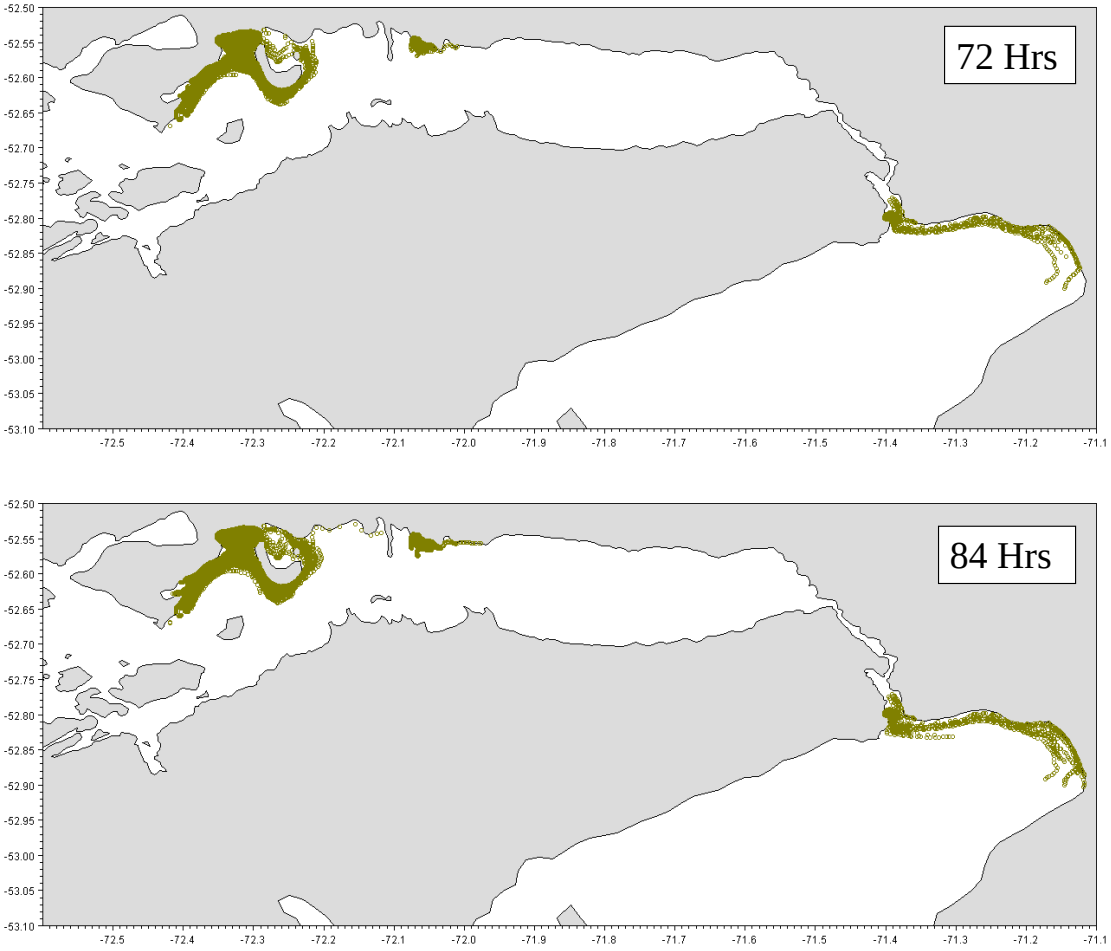


Figura 171b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y tormenta NW-W en periodo de cuadraturas.

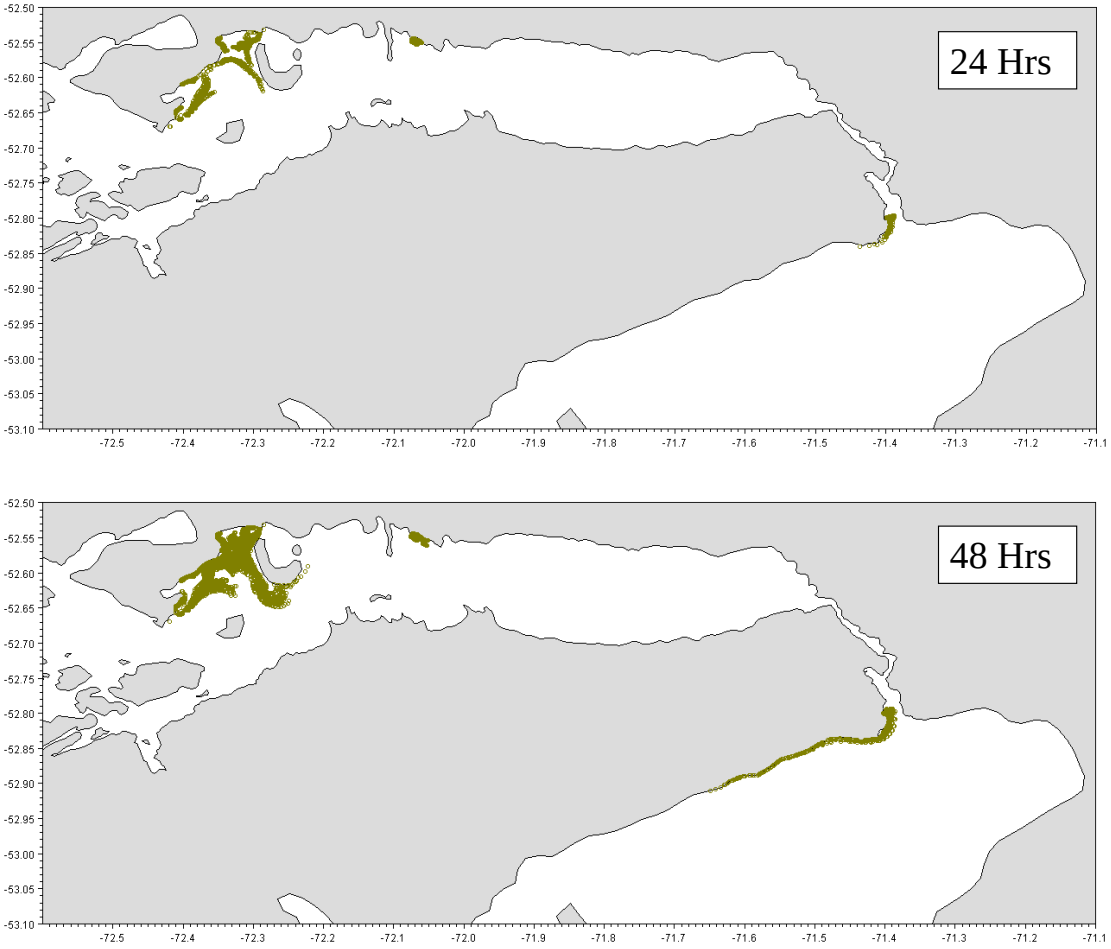


Figura 172a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y sin viento en periodo de sicigias.

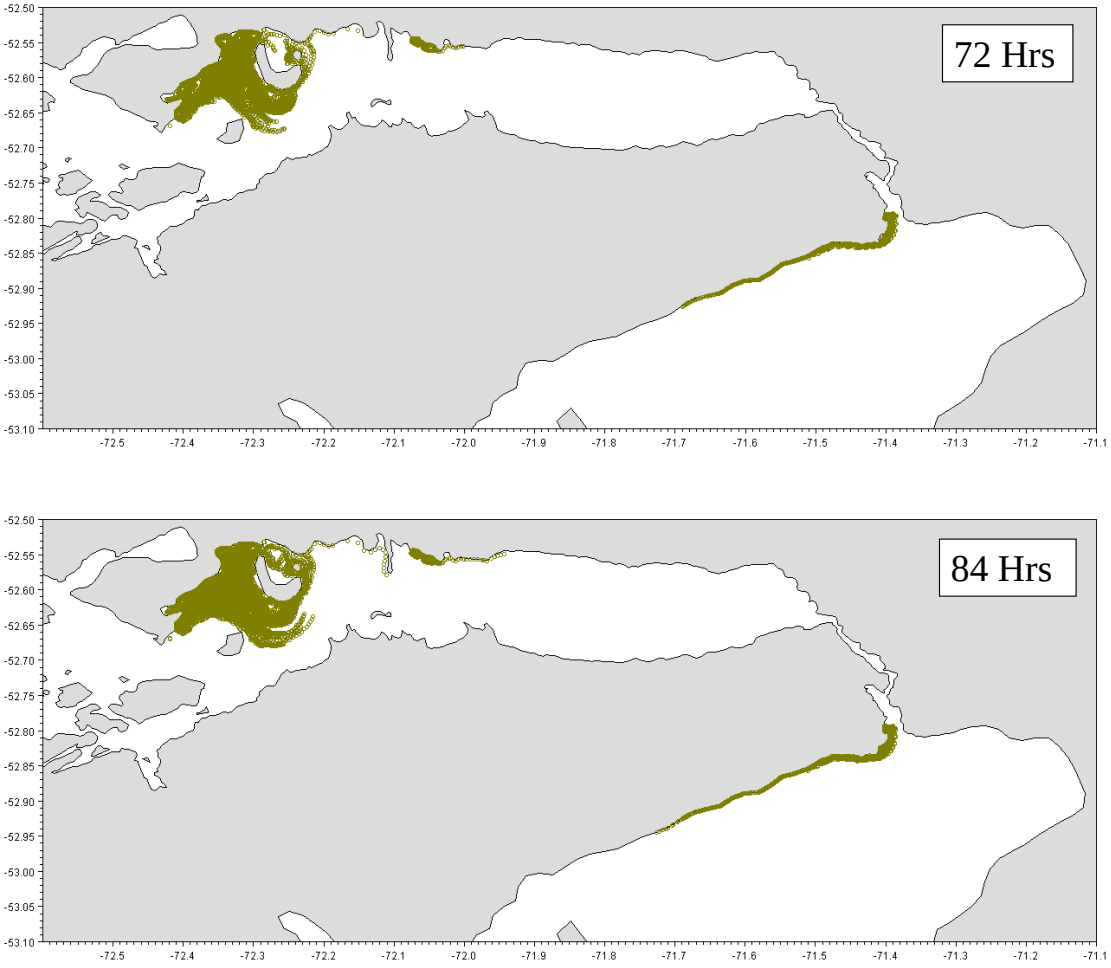


Figura 172b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y sin viento en periodo de sicigias.

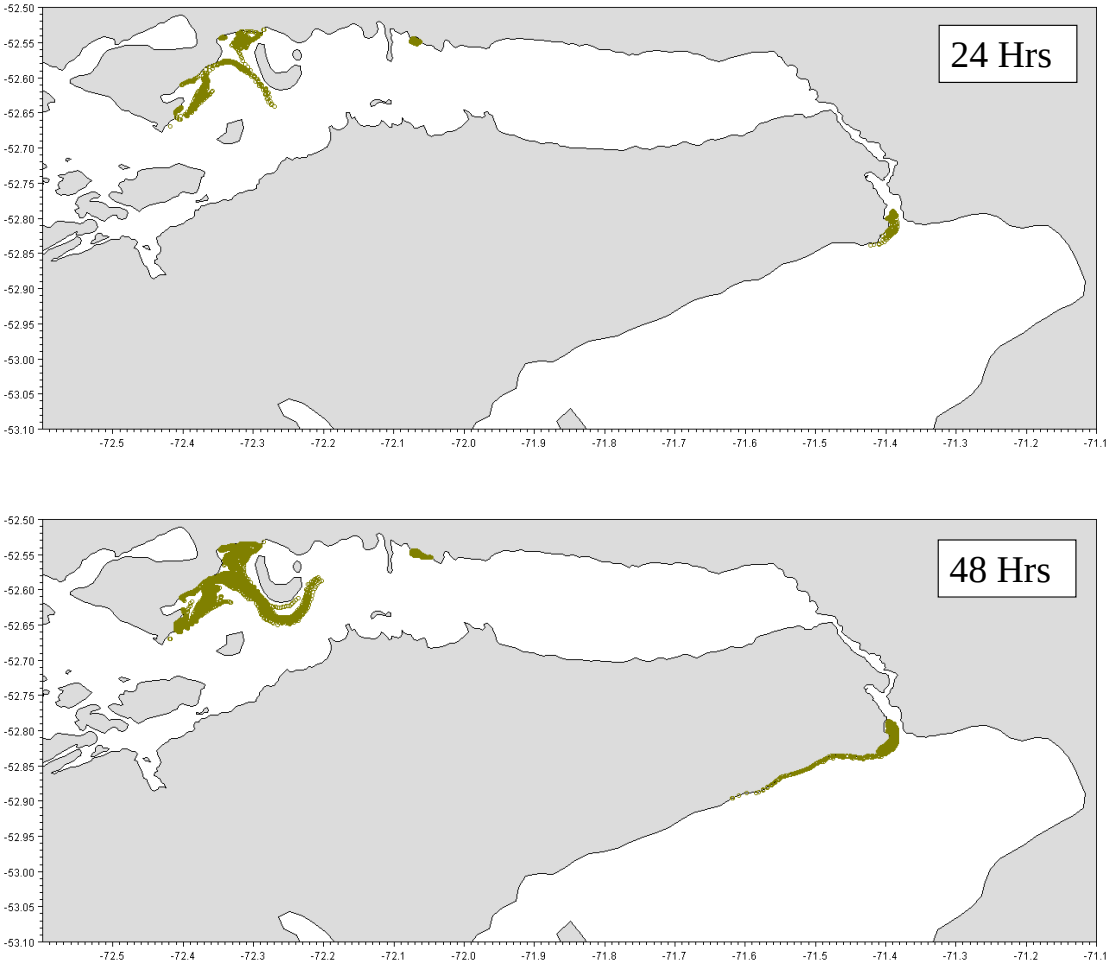


Figura 173a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Seno Skyring con escenario de sin deshielo y sin viento en periodo de sicigias.

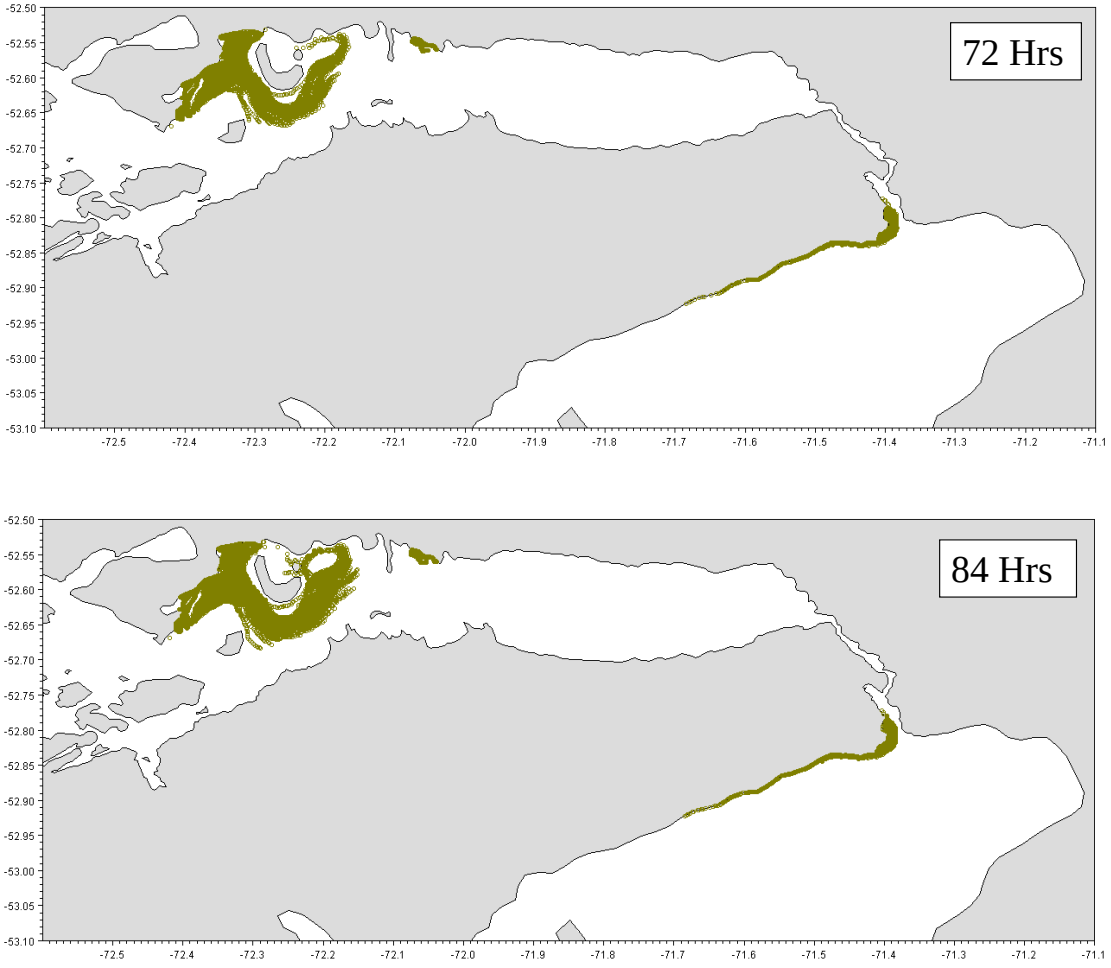


Figura 173b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Seno Skyring con escenario de sin deshielo y sin viento en periodo de sicigias.

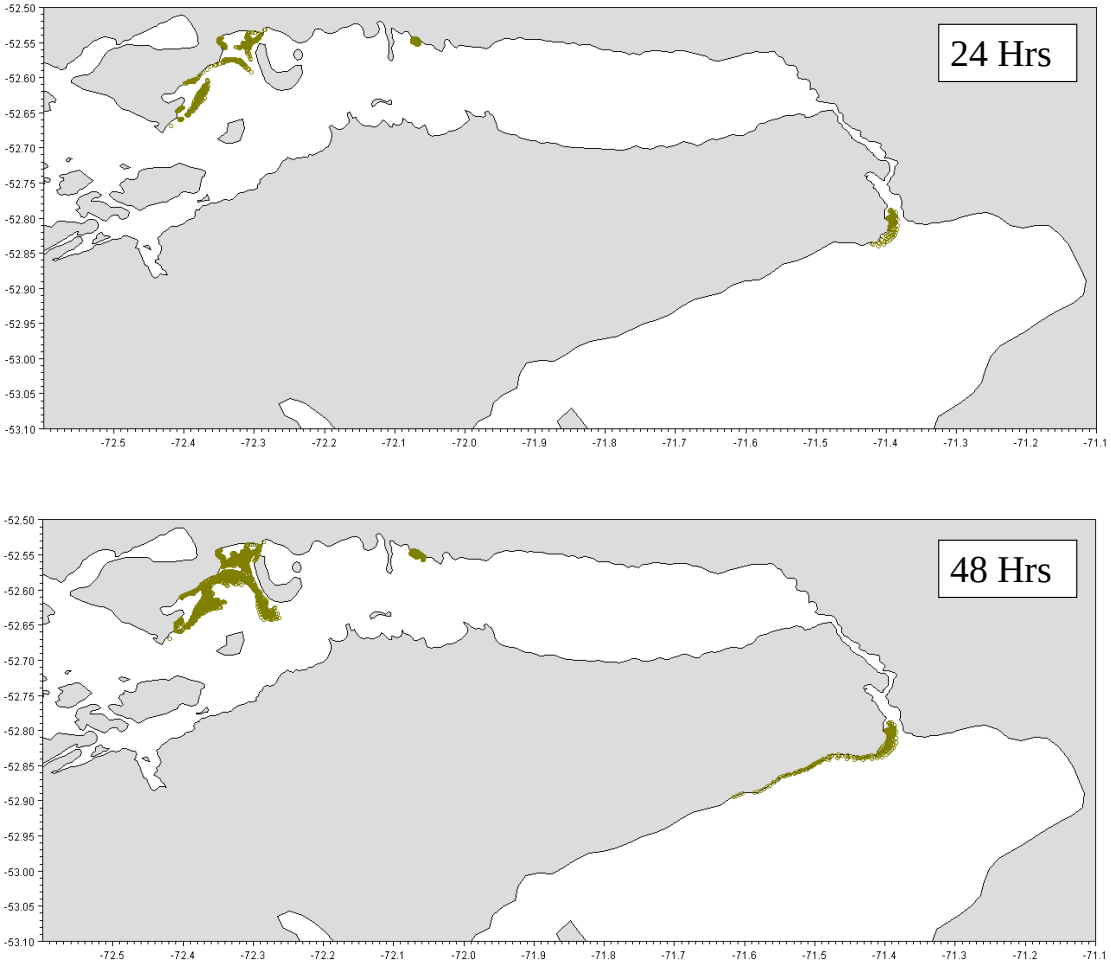


Figura 174a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y sin viento en periodo de cuadraturas.

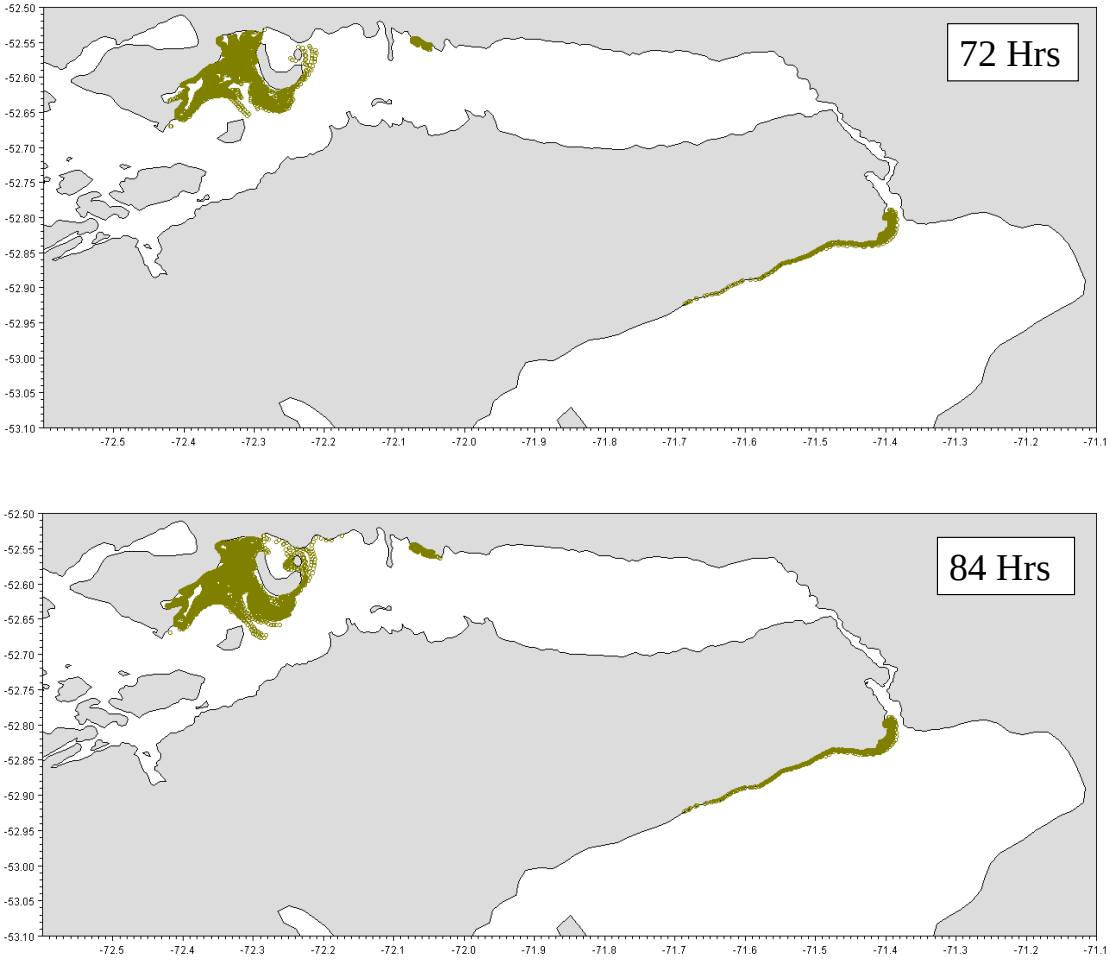


Figura 174b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Seno Skyring con escenario de deshielo y sin viento en periodo de cuadraturas.

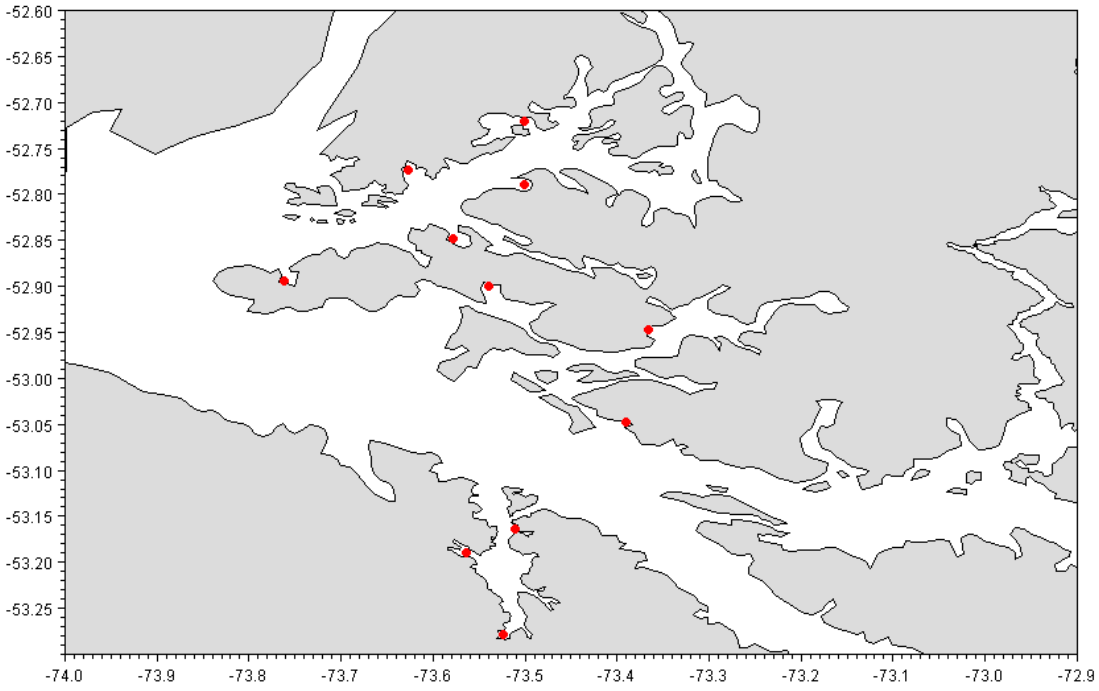


Figura 175. Posiciones de dispersión de partículas para Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova.

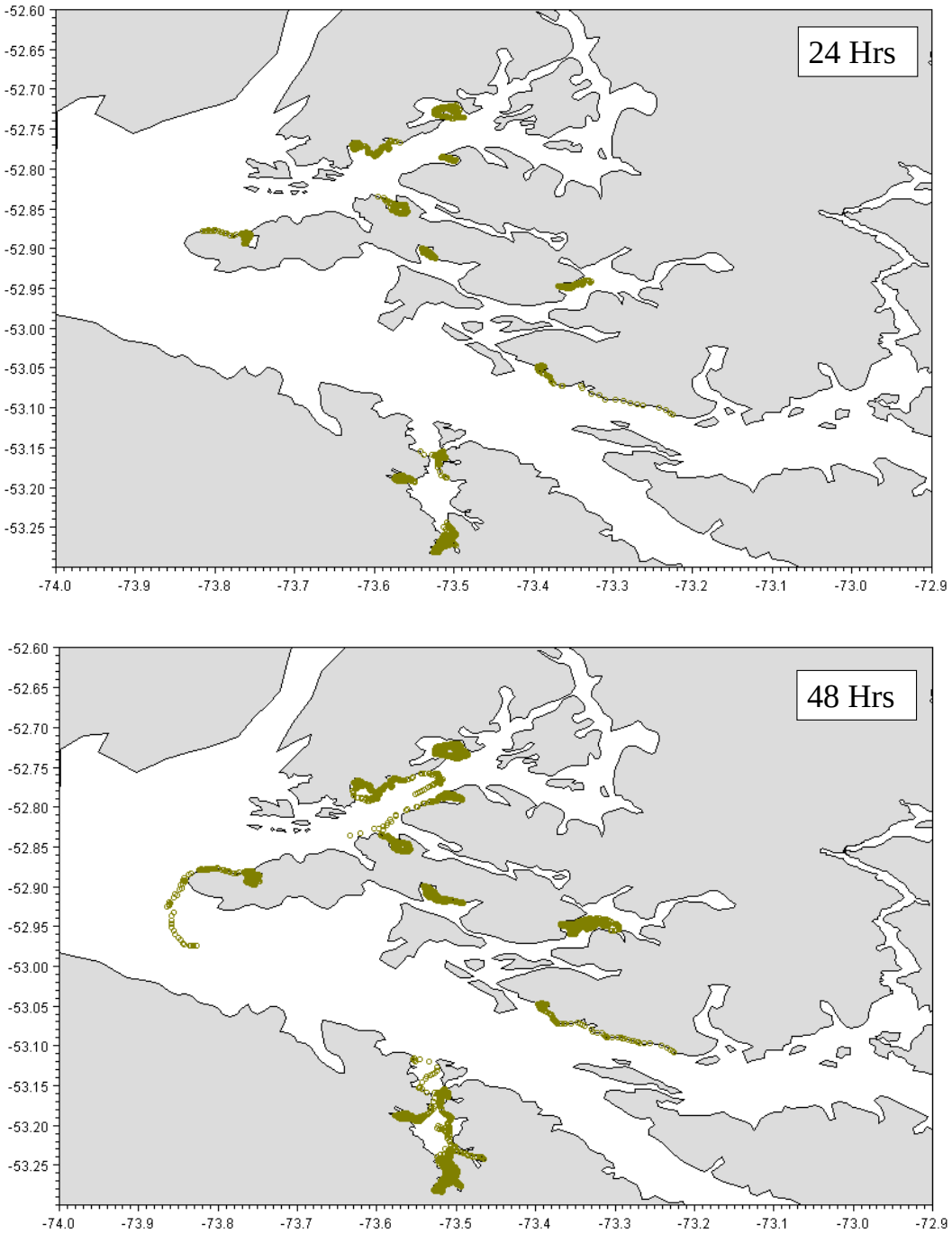


Figura 176a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo y tormenta NW-W en sicigia.

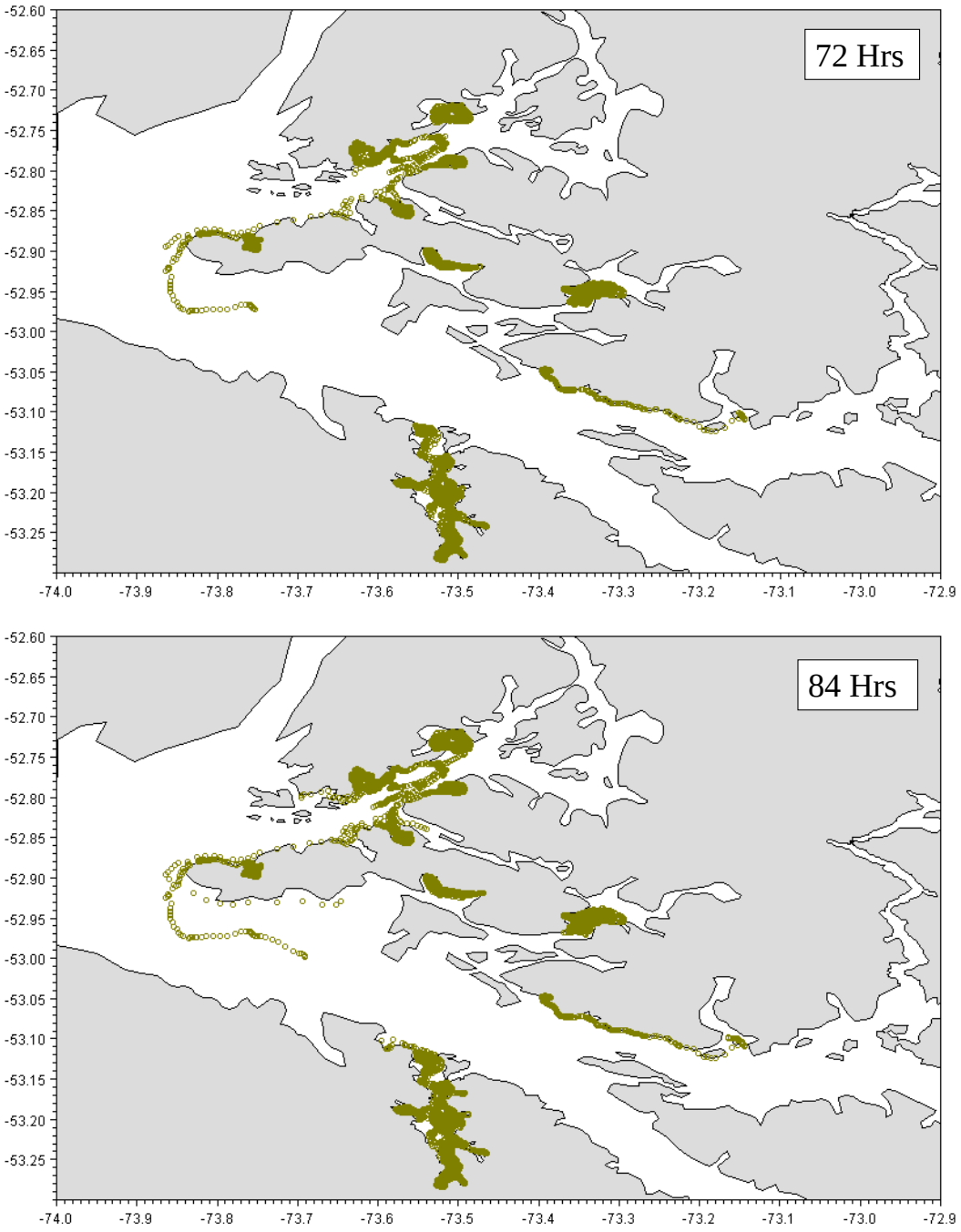


Figura 176b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo y tormenta NW-W en sicigia.

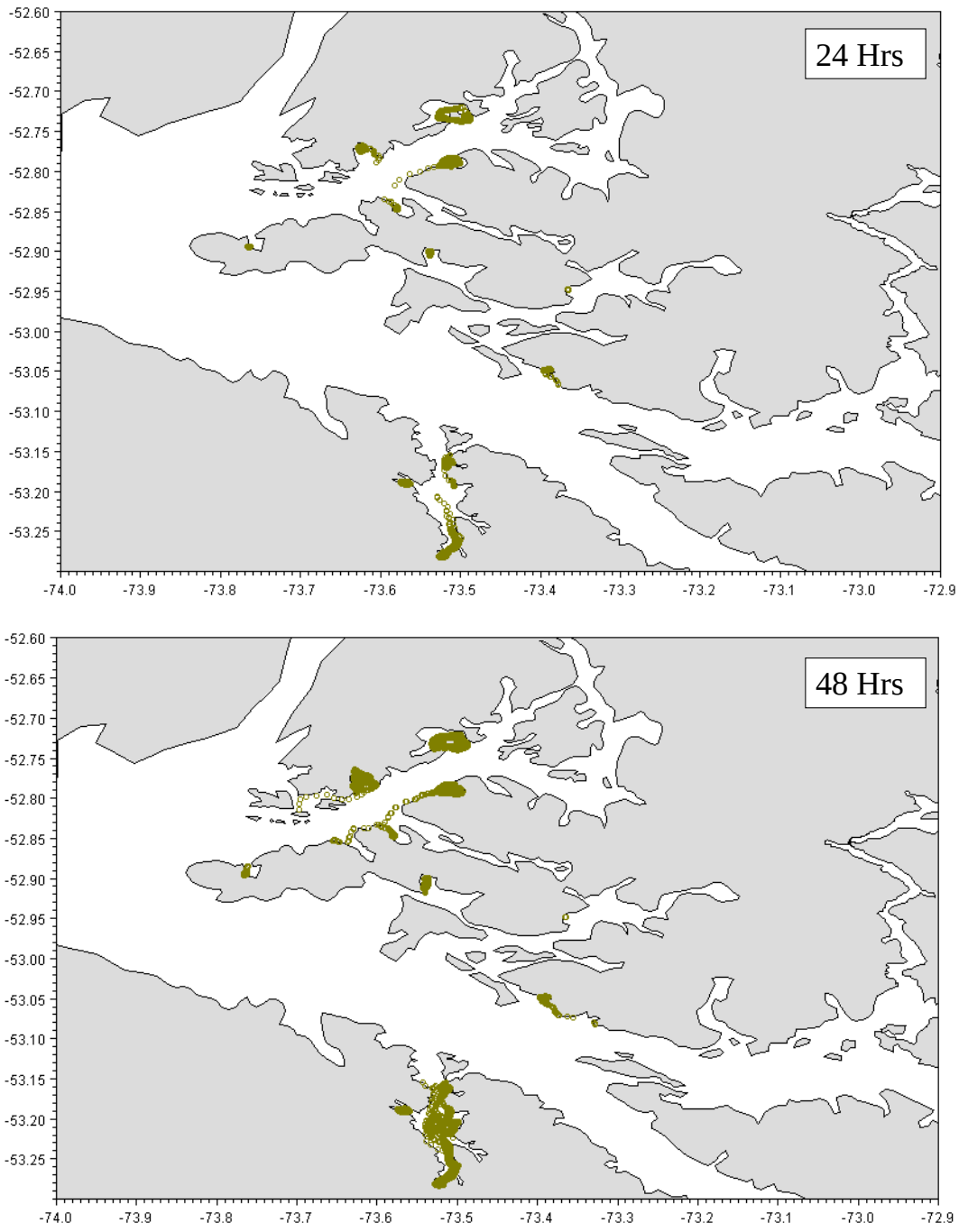


Figura 177a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo y sin viento en periodo de sicigias.

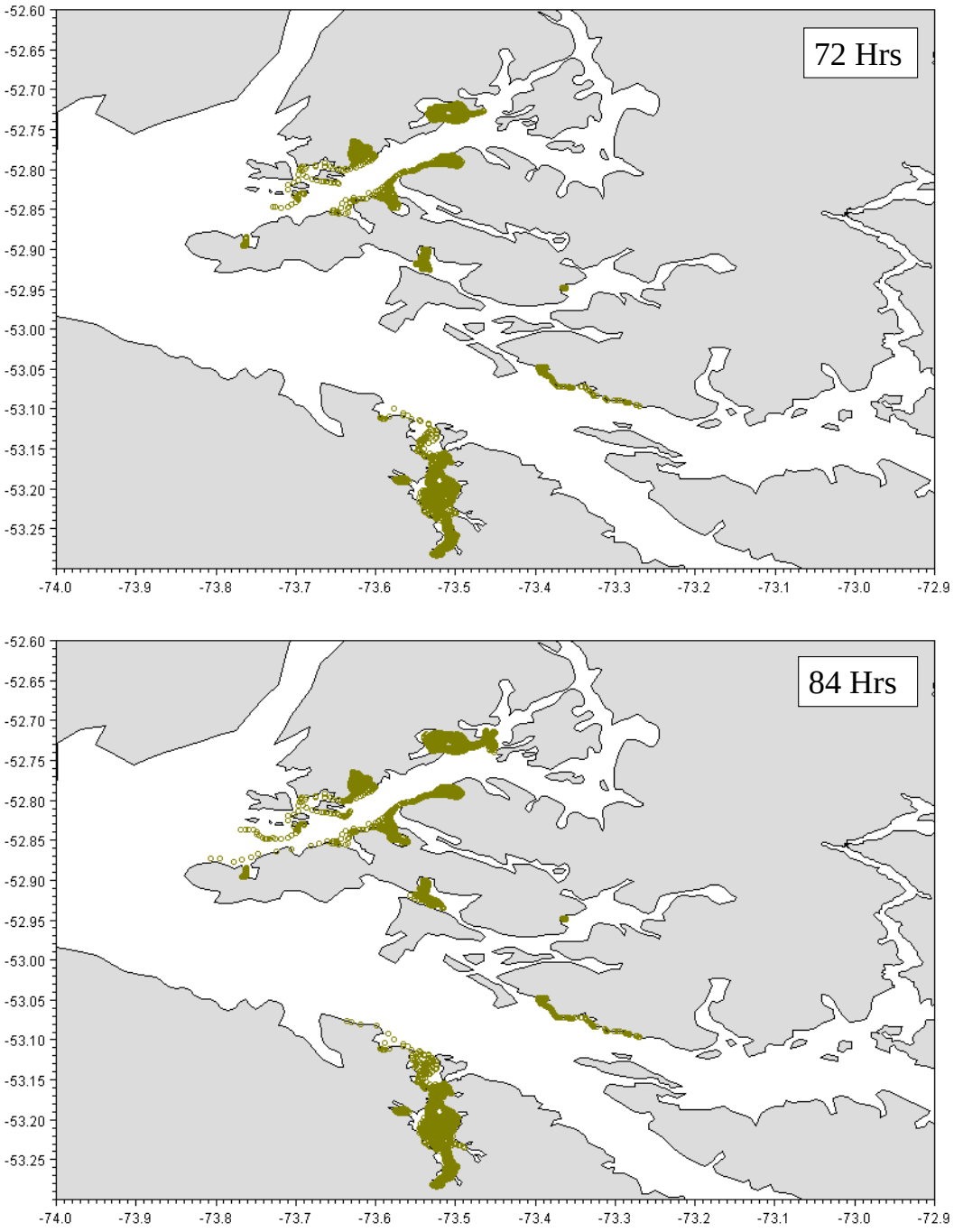


Figura 177b. Dispersión de partículas para 72, 84 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo y sin viento en periodo de sicigias.

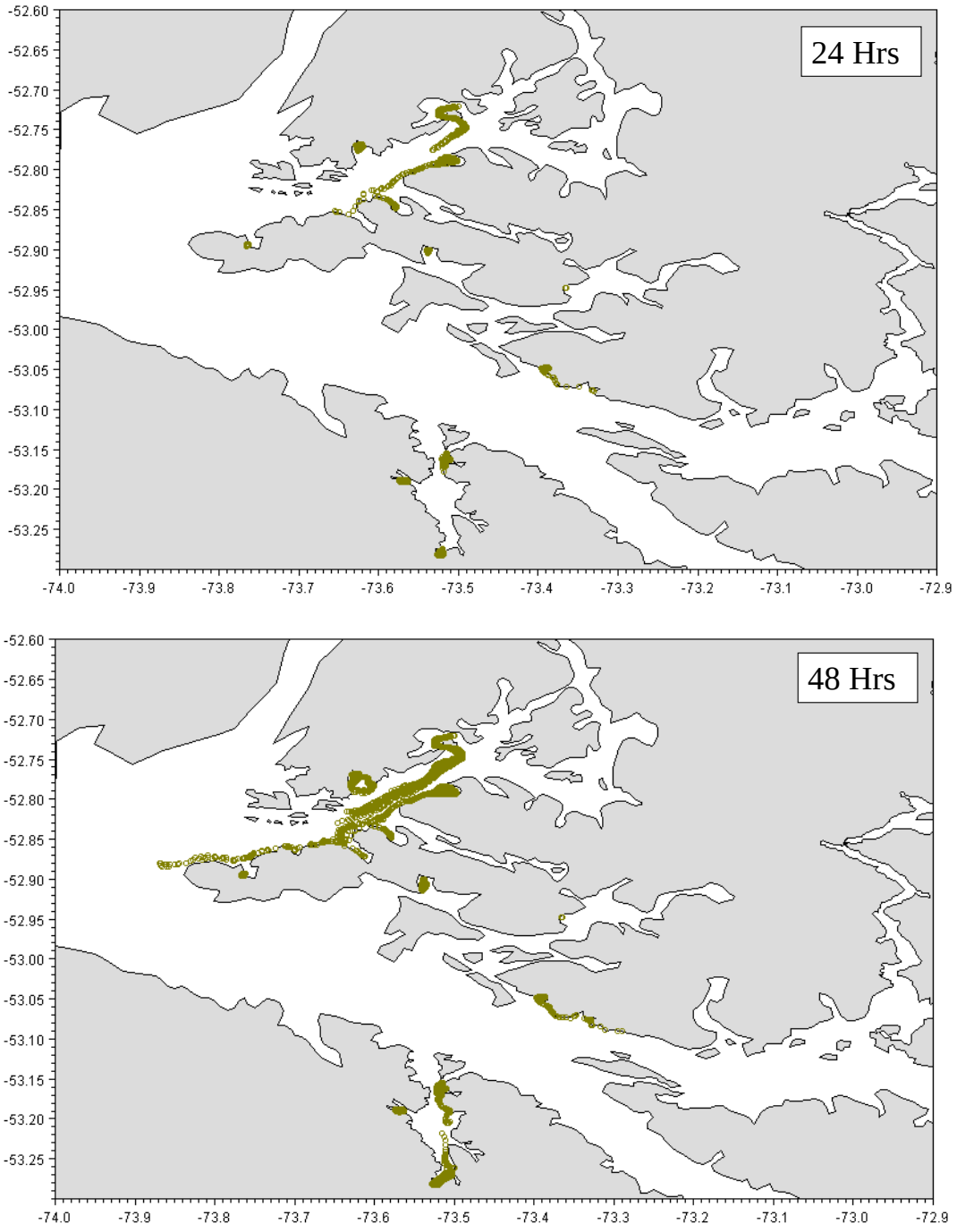


Figura 178a. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario sin deshielo y sin viento en periodo de sicigias

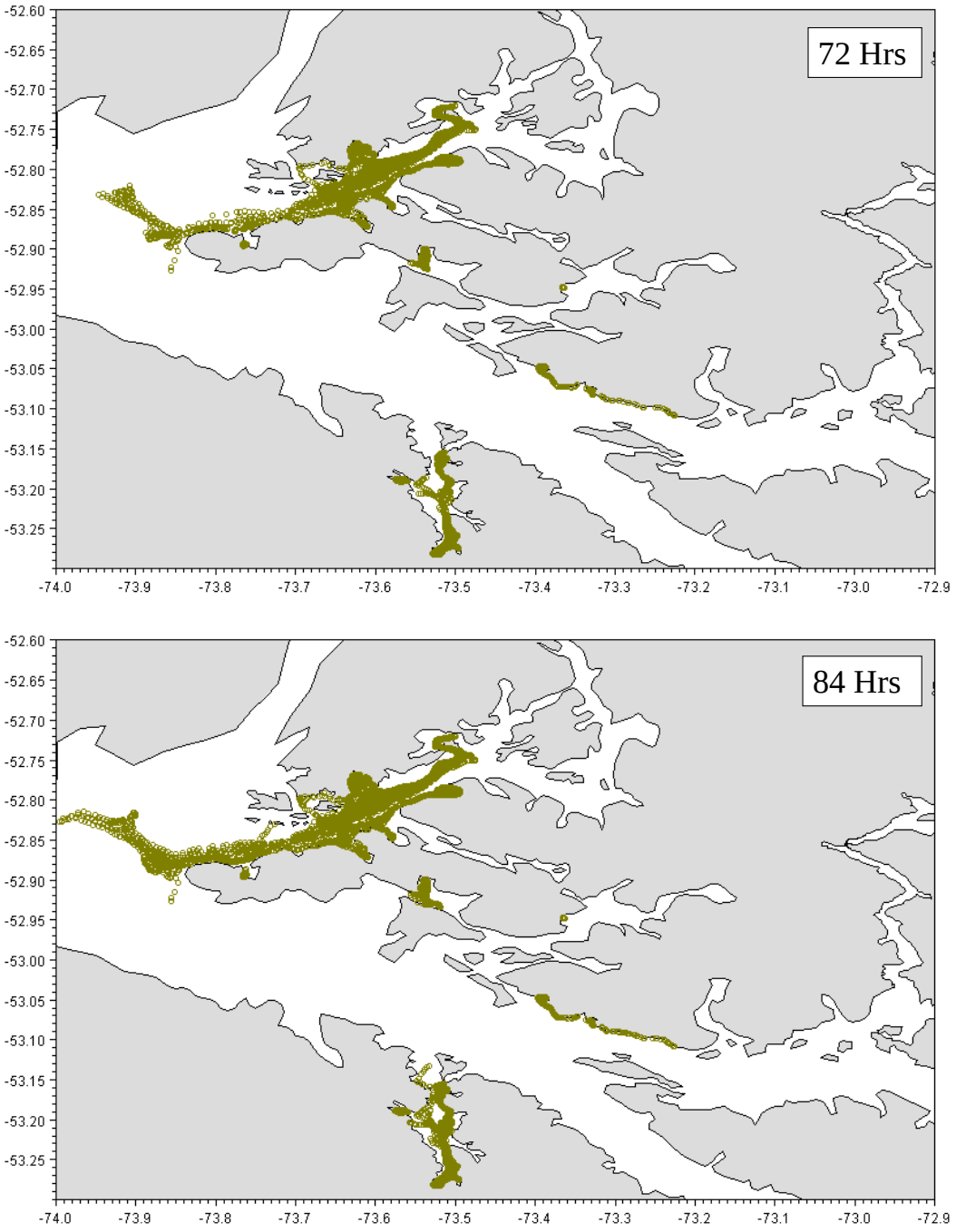


Figura 178b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario sin deshielo y sin viento en periodo de sicigias

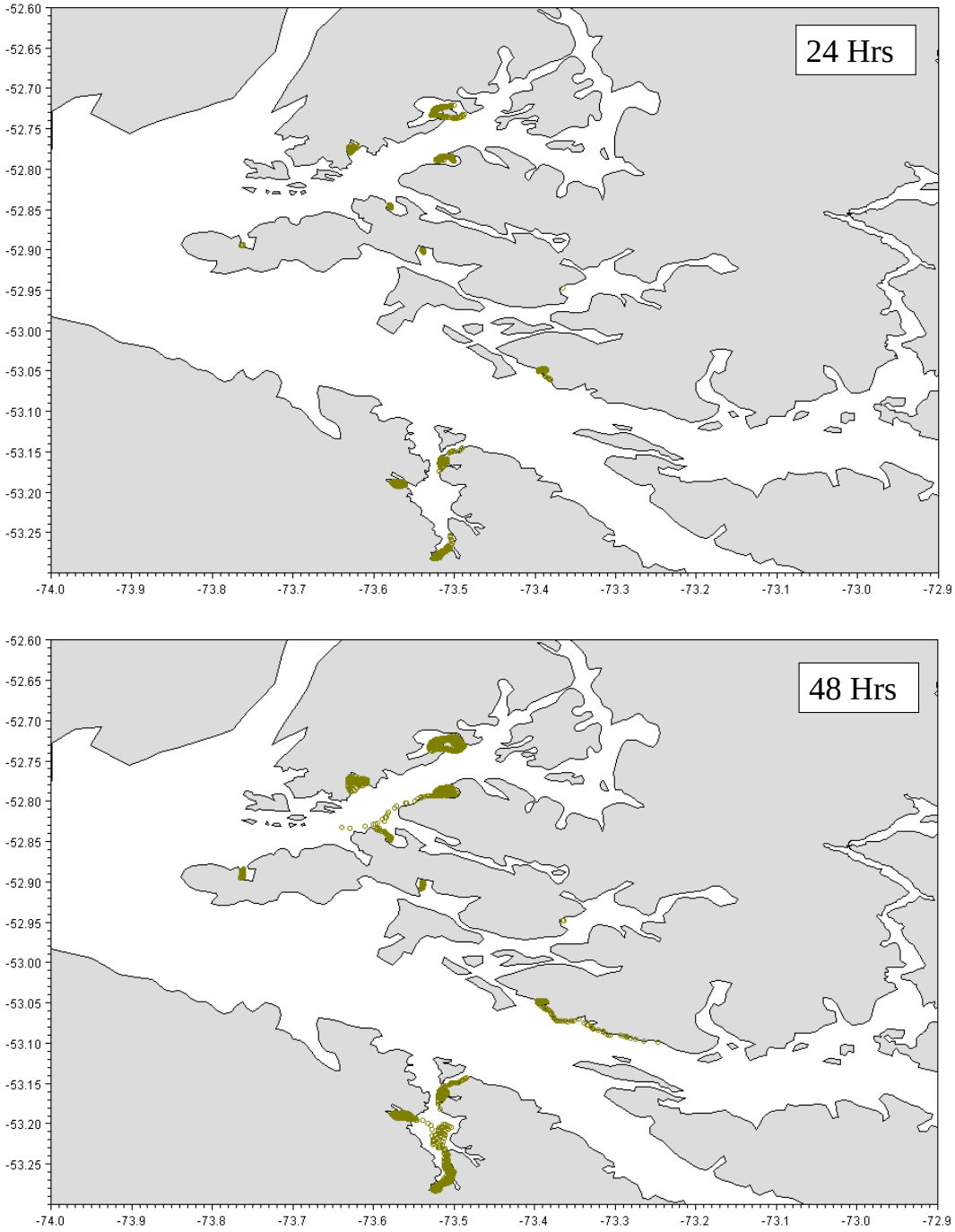


Figura 179. Dispersión de partículas para 24, 48 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo y sin viento en cuadratura

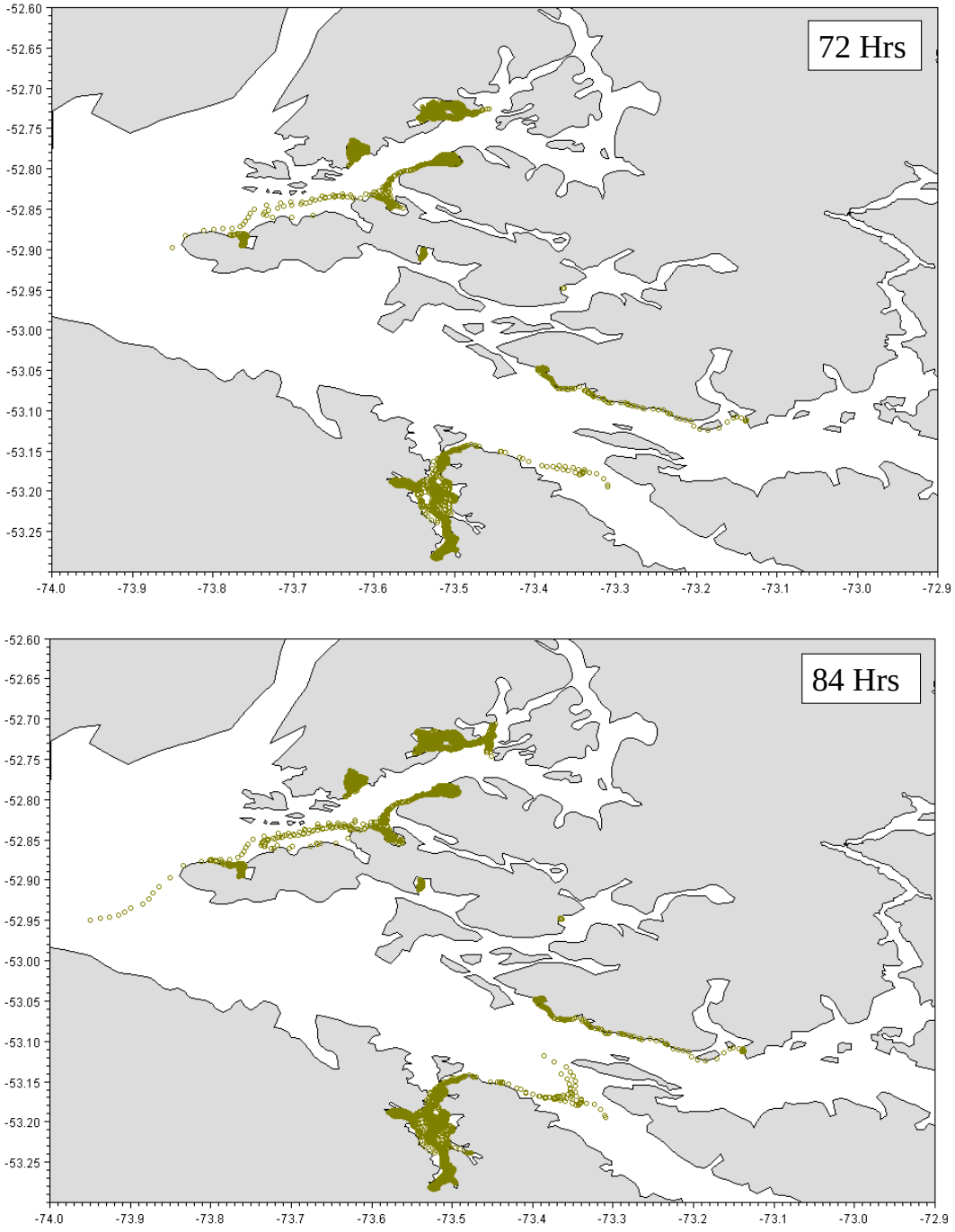


Figura 179b. Dispersión de partículas para 72 y 84 horas en Bahía Beaufort, Estrecho de Magallanes y Estero Córdova con escenario de deshielo y sin viento en cuadratura

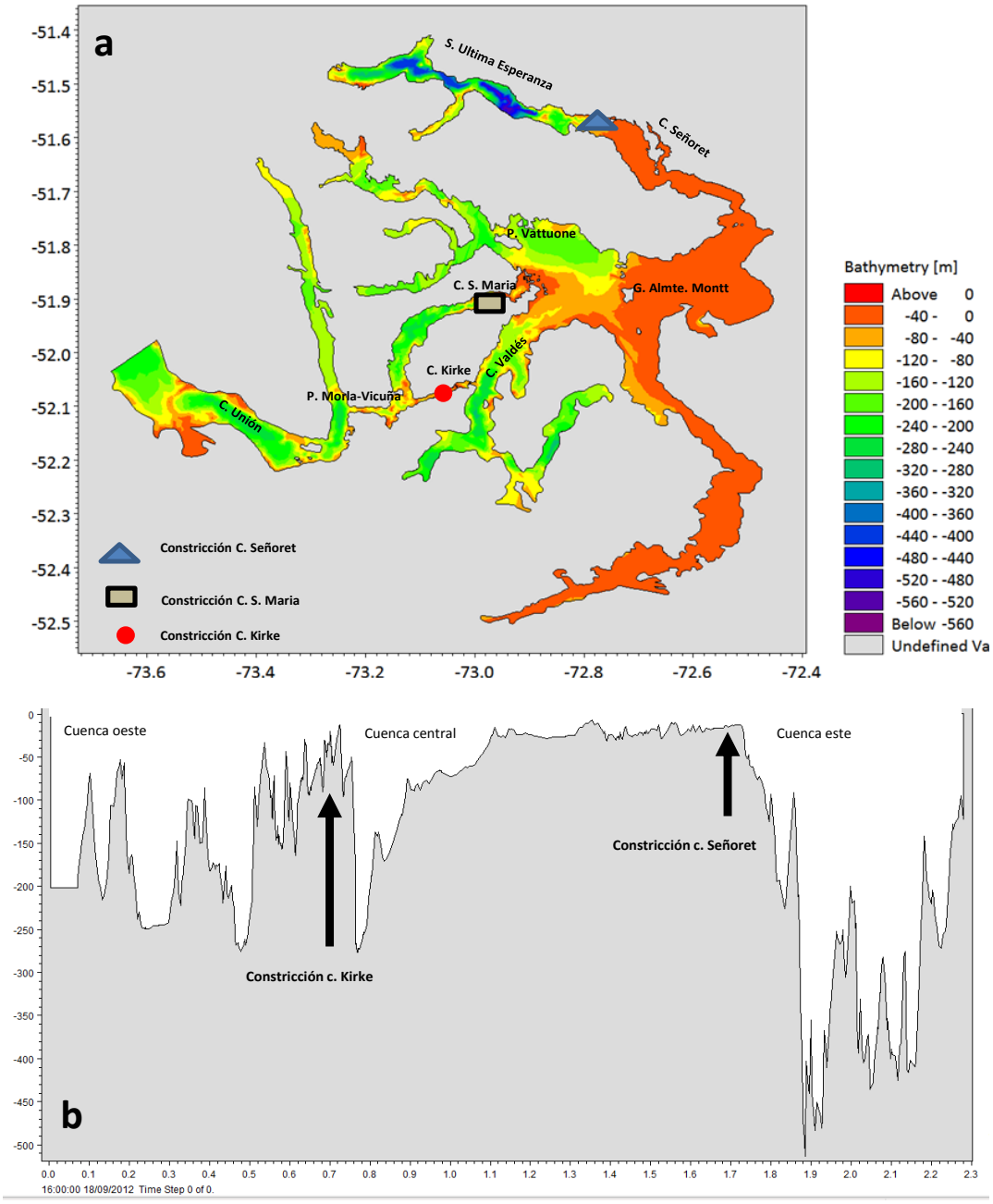


Figura 180. Conformación geomorfológica del Golfo Almirante Montt desde Canal unión hasta Seno Última Esperanza, basado en la batimetría a) horizontal b) vertical.

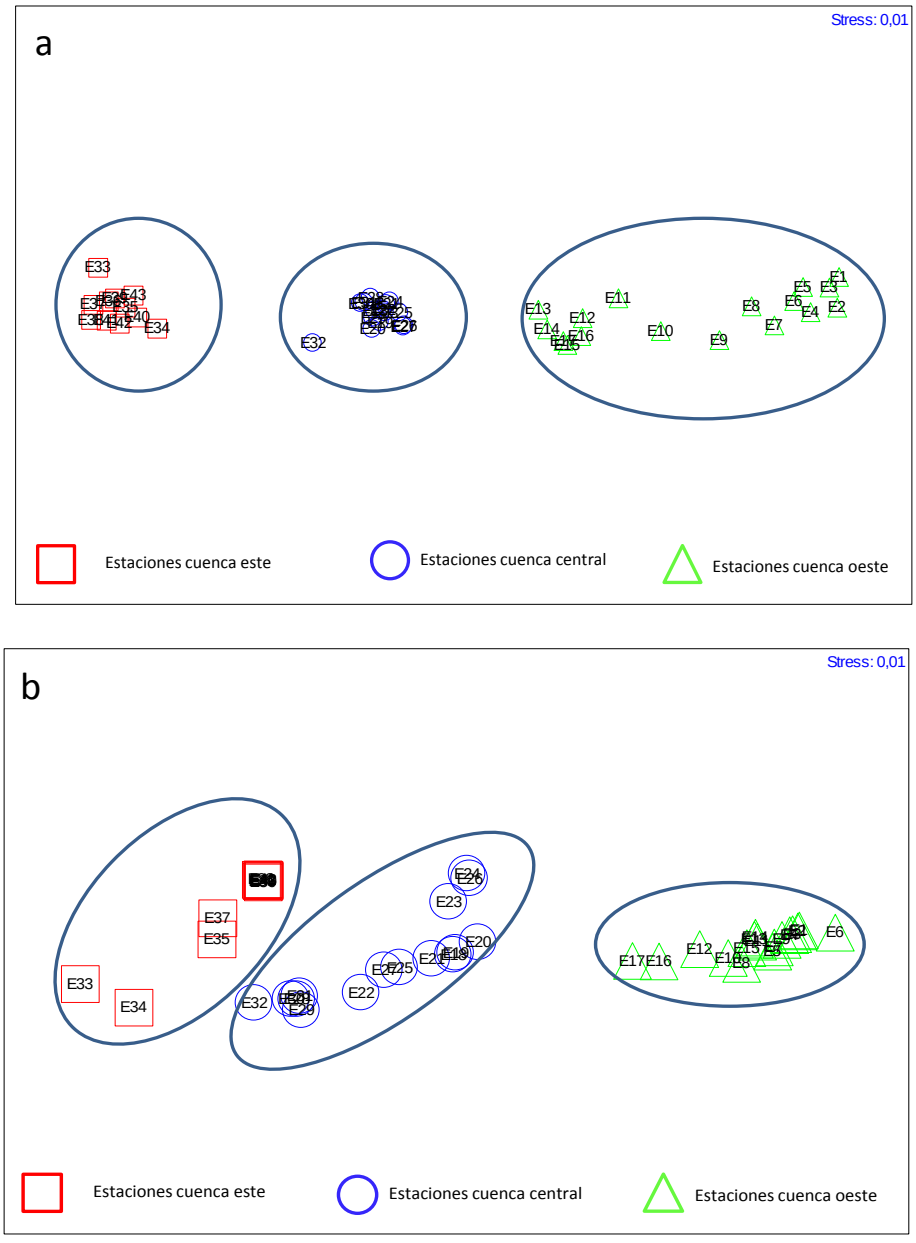


Figura 181. Diagrama MDS para el ordenamiento espacial de las variables hidrográficas: a) hidrografía superficial 1-25m b) hidrografía con toda la columna de agua integrada. Los datos corresponden al crucero invierno 2012.

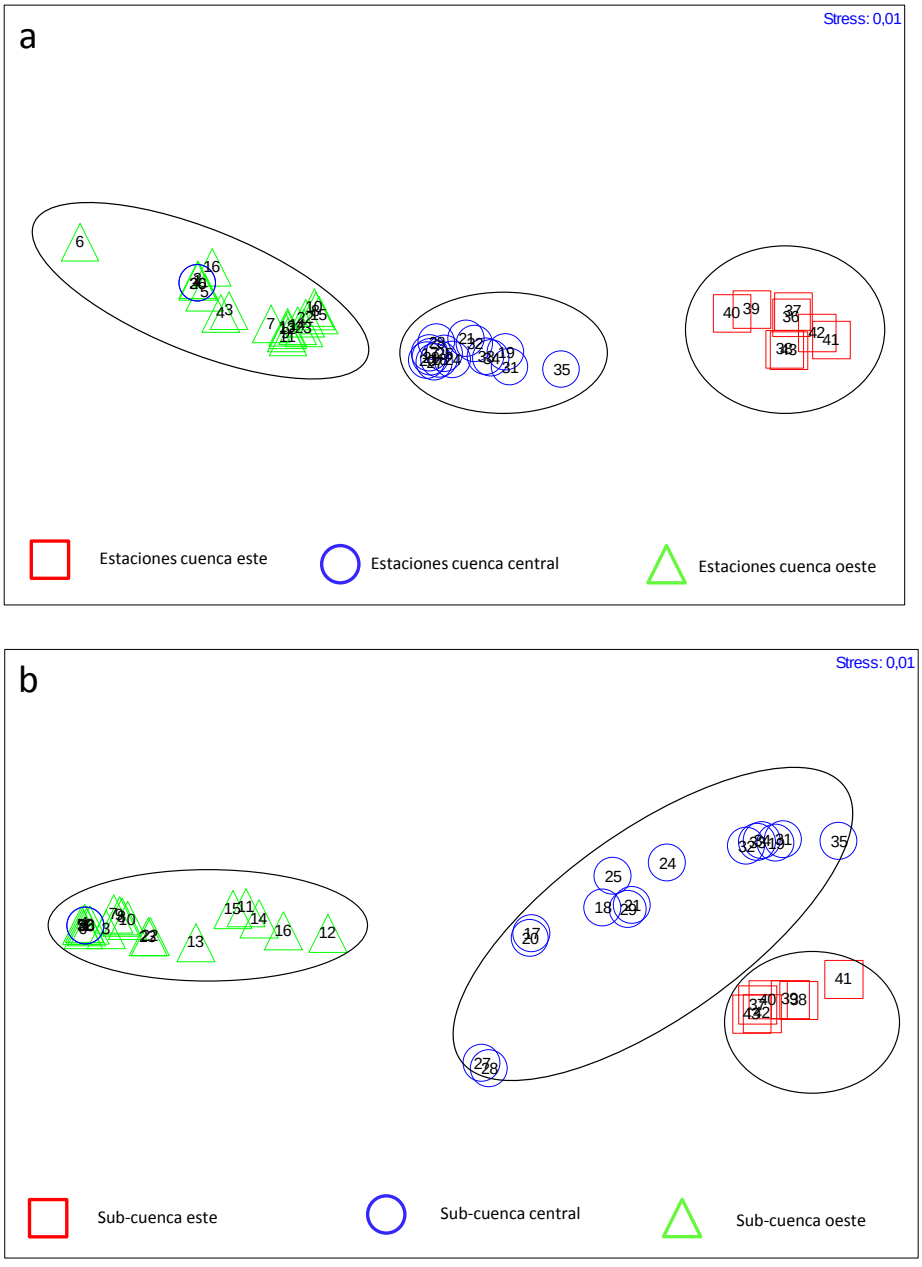


Figura 182. Diagrama MDS para el ordenamiento espacial de las variables hidrográficas: a) hidrografía superficial 1-25m b) hidrografía con toda la columna de agua integrada. Los datos corresponden al crucero verano 2013.

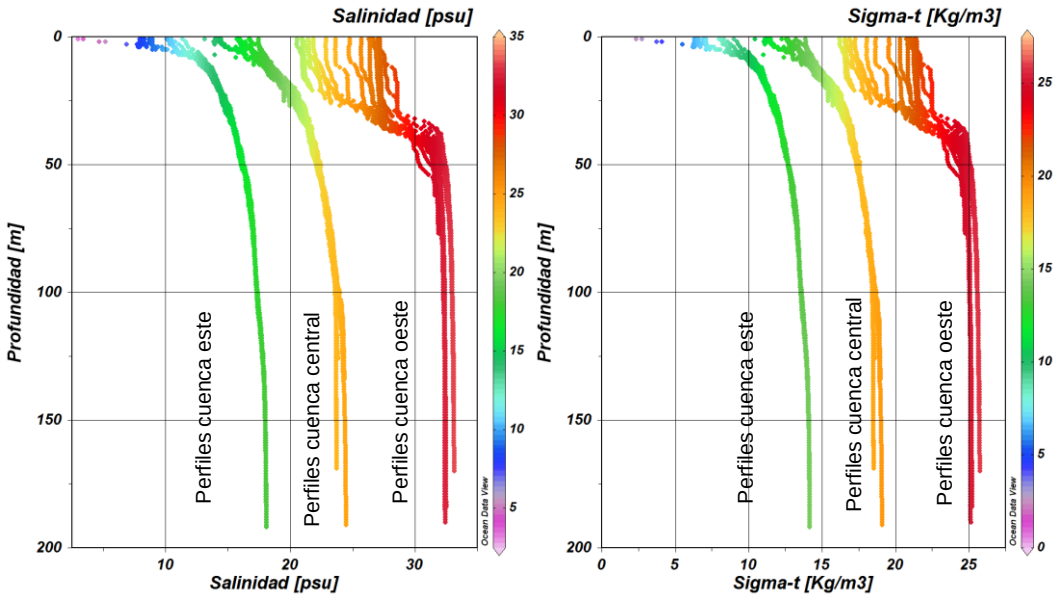


Figura 183. Distribución en la columna de agua representada por los perfiles de las estaciones y rango de valores (scatter plot) invierno 2012.

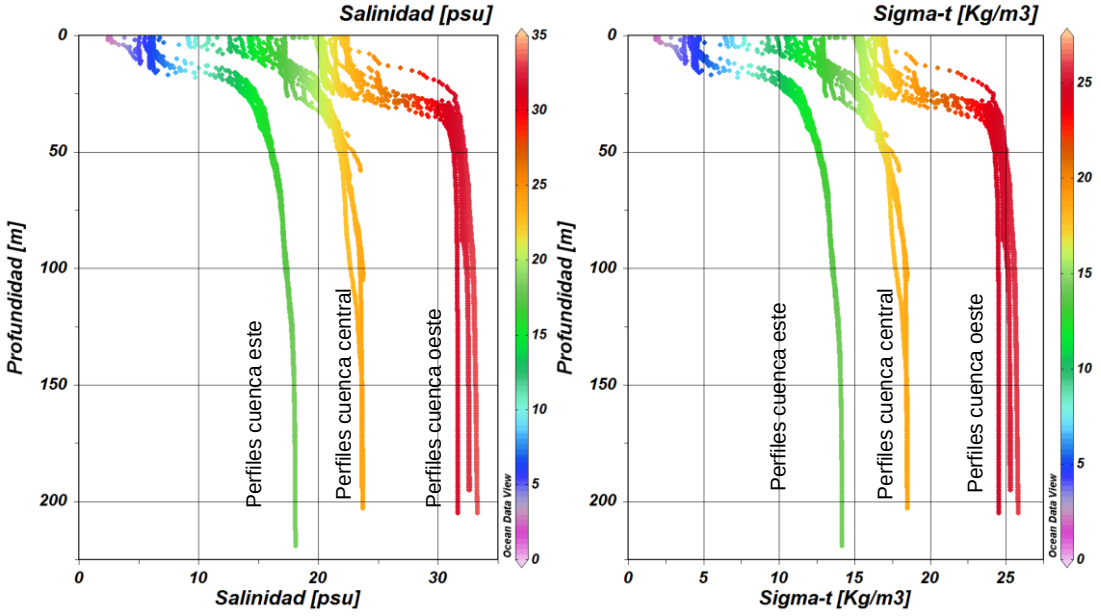


Figura 184. Distribución en la columna de agua representada por los perfiles de las estaciones y rango de valores (scatter plot) verano 2013.

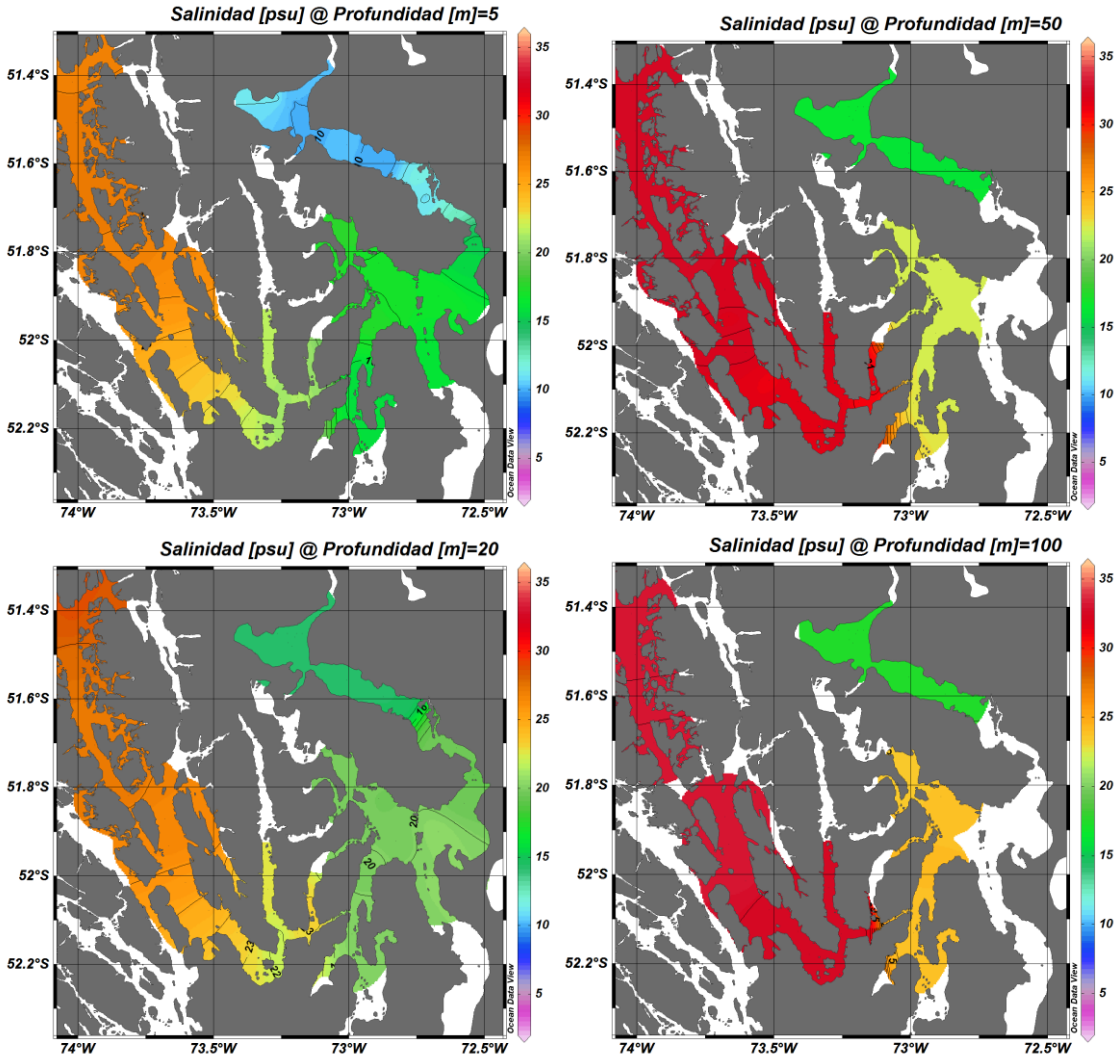


Figura 185. Distribución horizontal isohalinas para las estratos de 5, 20 50 y 100 metros durante el crucero Golfo Montt invierno 2012.

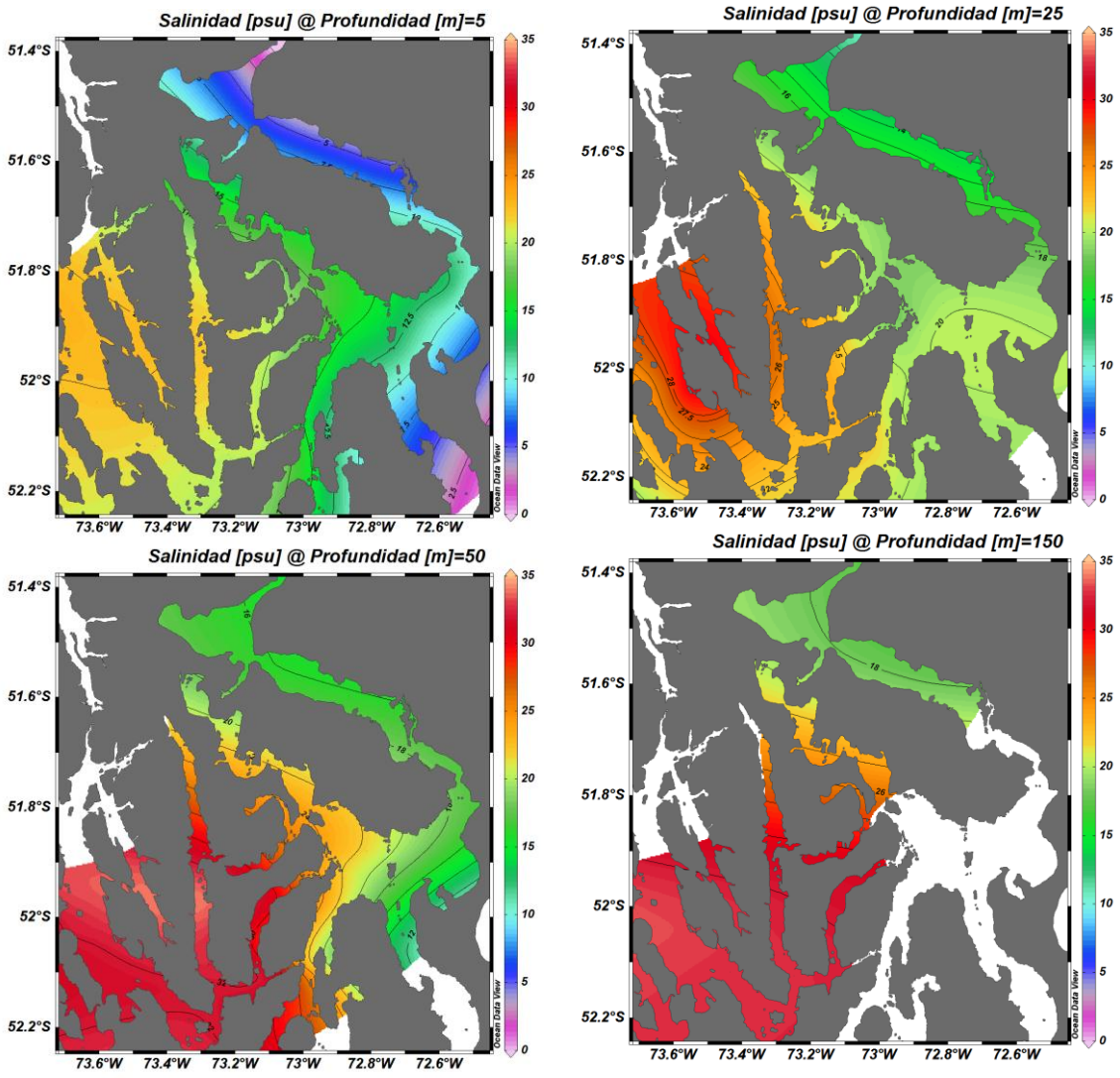


Figura 186. Distribución horizontal isohalinas para las estratos de 5, 20 50 y 150 metros durante el crucero Golfo Montt verano 2013.

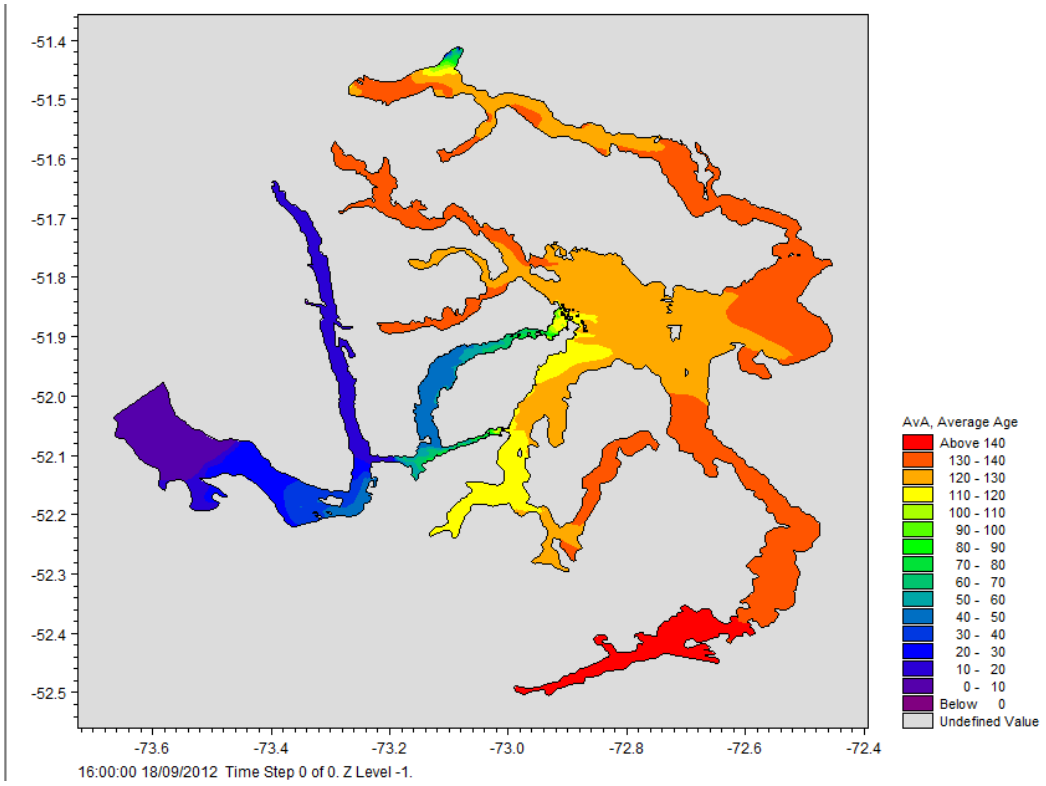


Figura 187. Muestra la edad del agua en la capa superficial

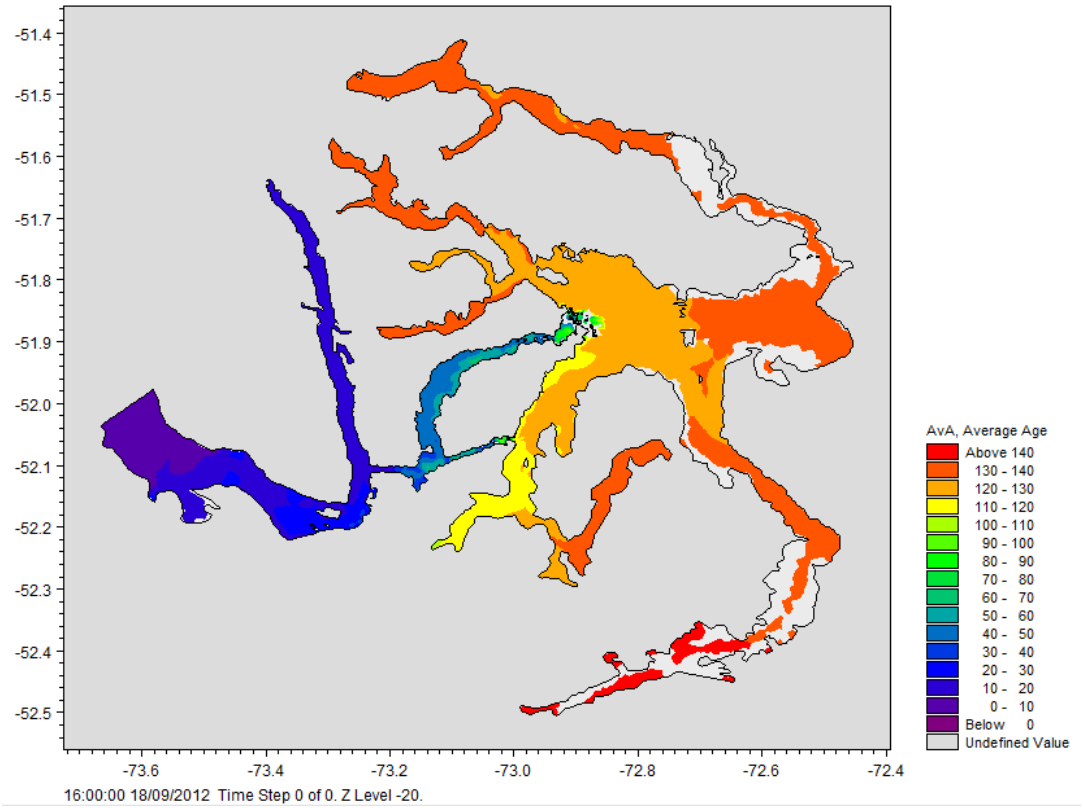


Figura 188. Muestra la edad del agua en la capa de 20m

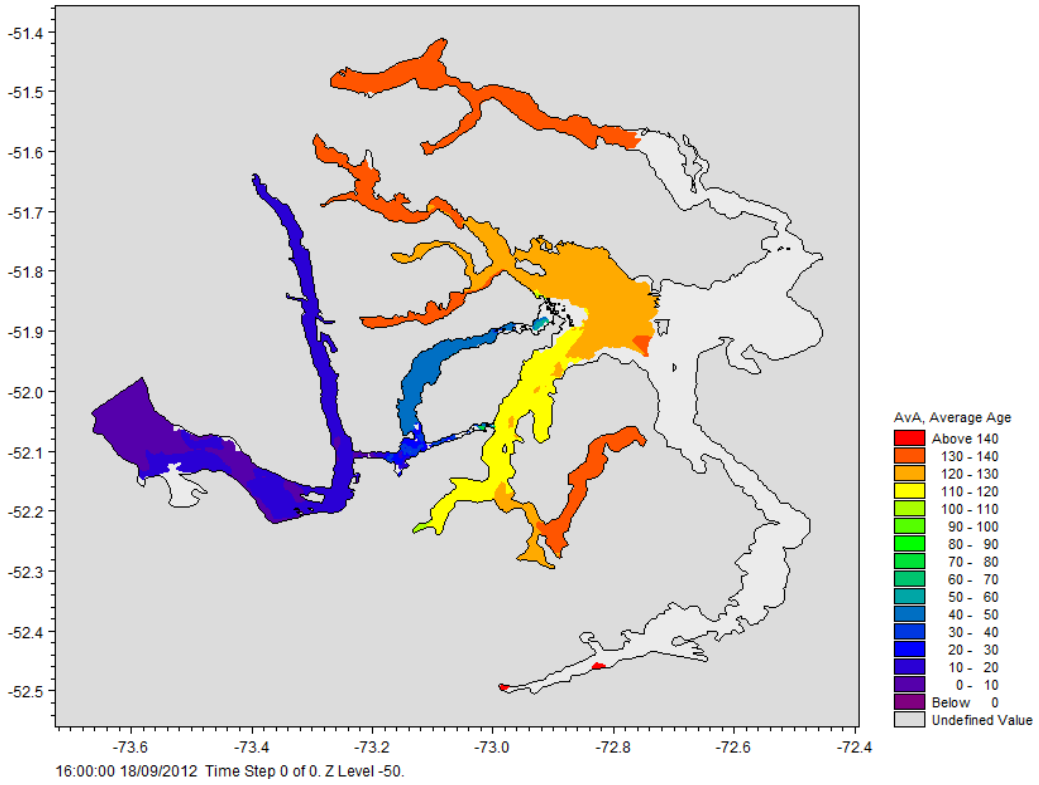


Figura 189. Muestra la edad del agua en la capa de 50m

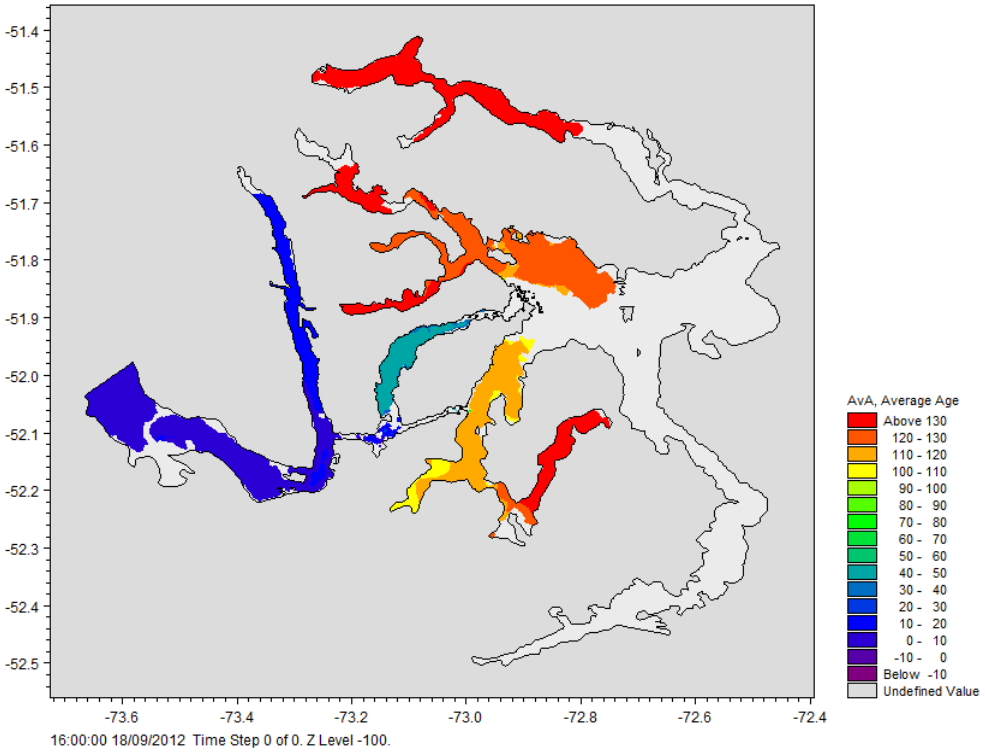


Figura 190. Muestra la edad del agua en la capa de 100m

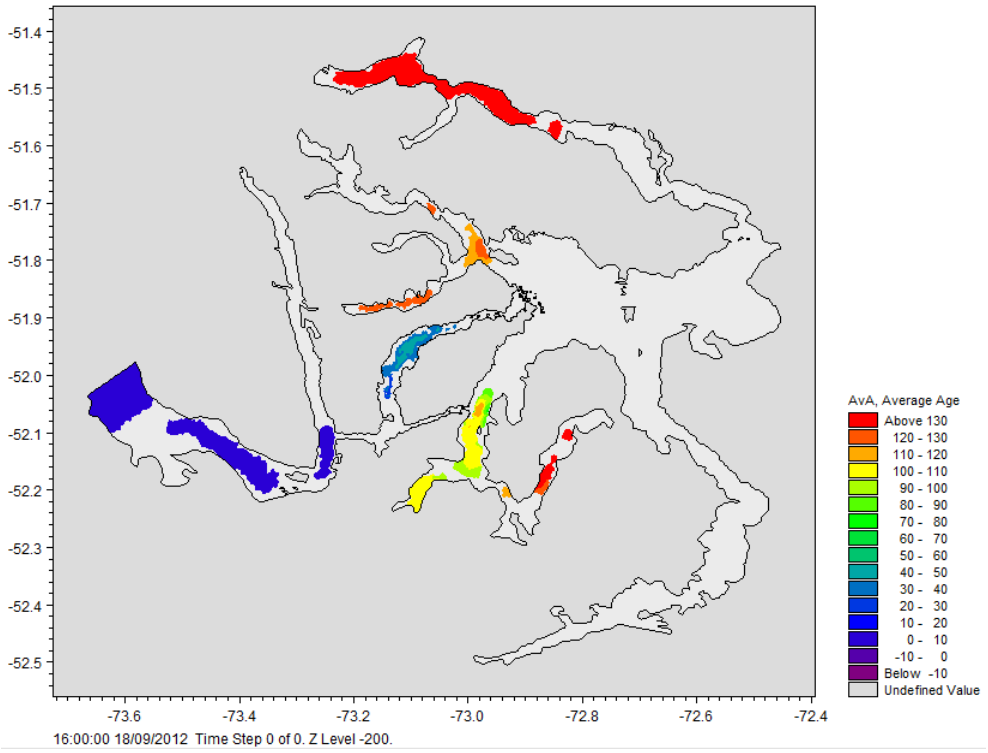


Figura 191. Muestra la edad del agua en la capa de 200m

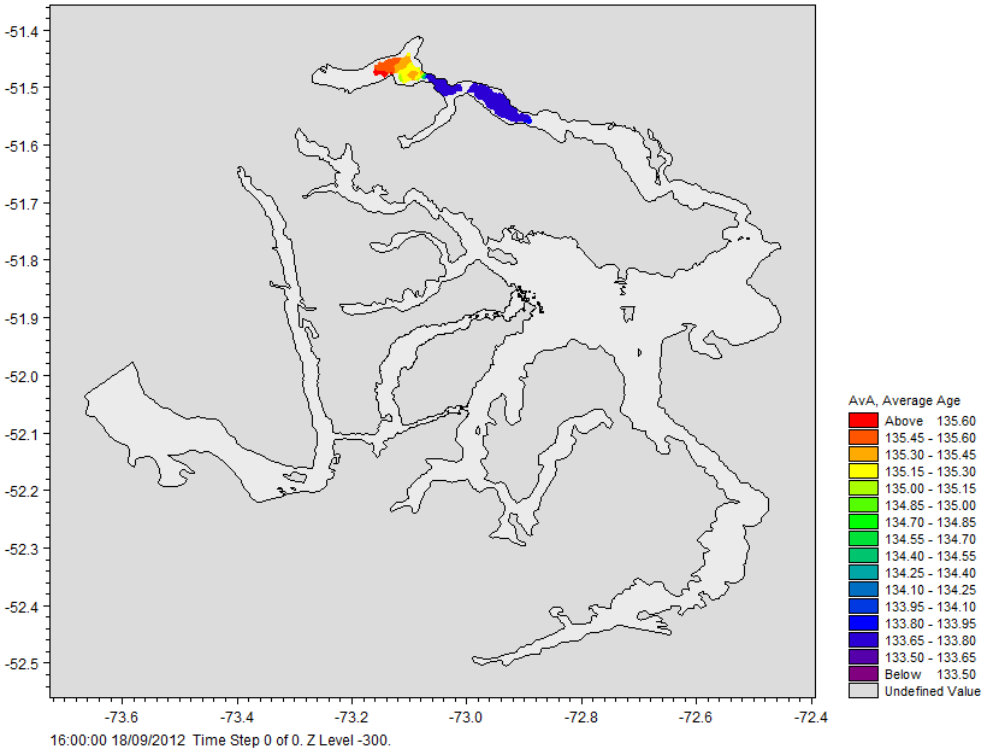


Figura 192. Muestra la edad del agua en la capa de 300m

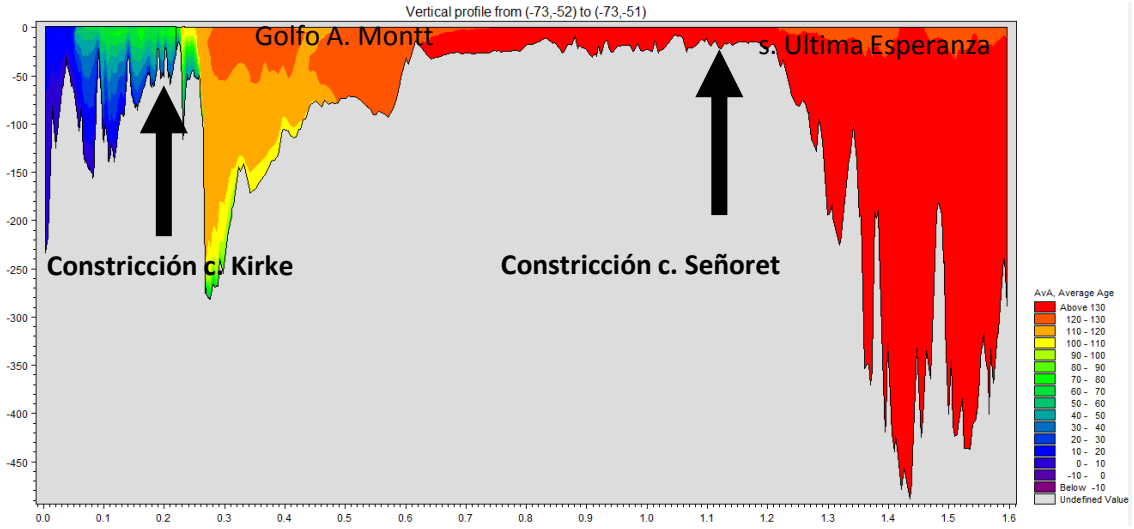


Figura 193. Edad del agua observada a través de una sección vertical desde el Seno Última Esperanza hasta el Canal Unión.

Seno Skyring

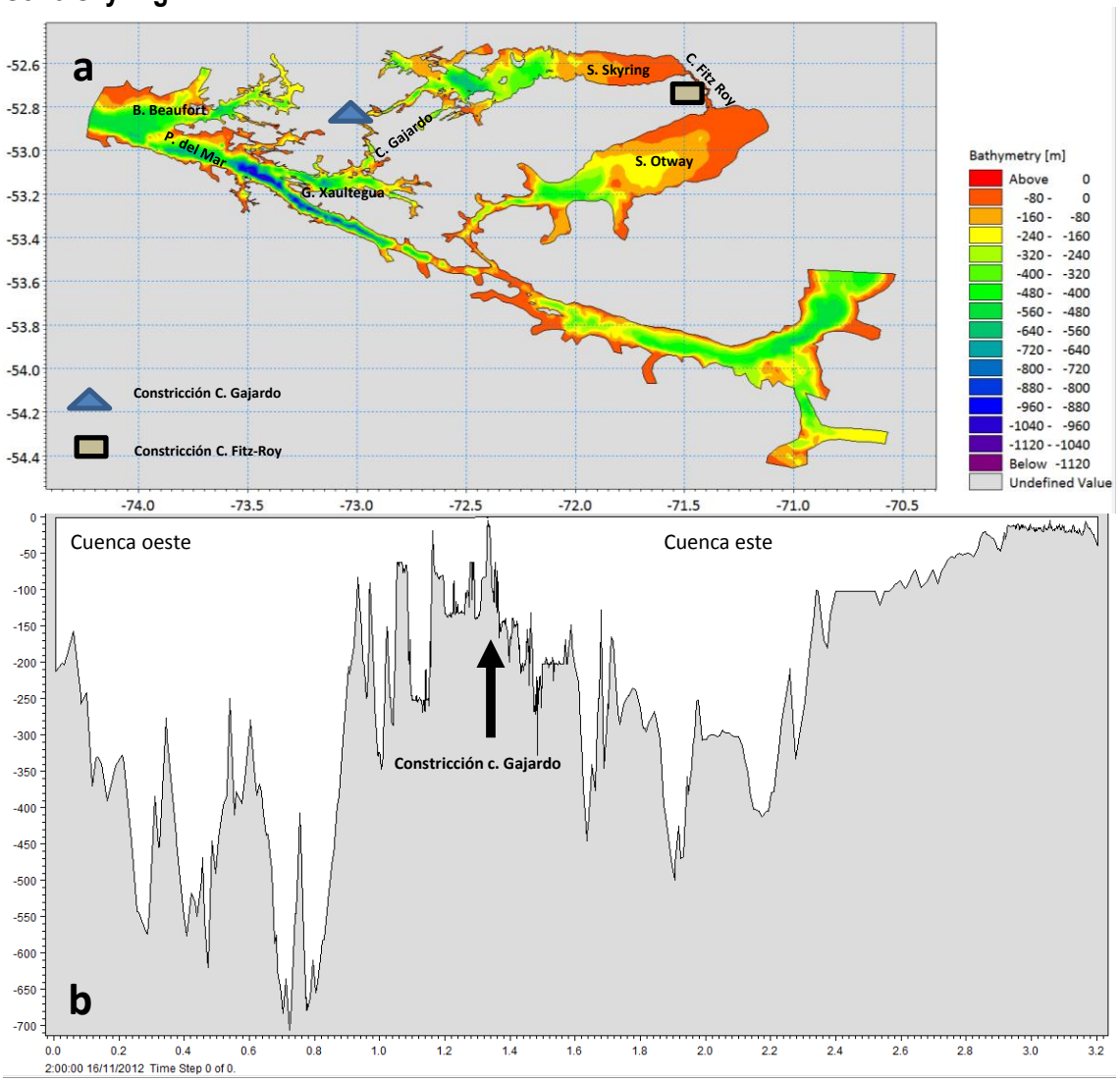


Figura 194. Conformación geomorfología del Seno Skyring, desde Canal Fitz Roy hasta Bahía Beaufort basado en la batimetría a) horizontal, b) vertical.

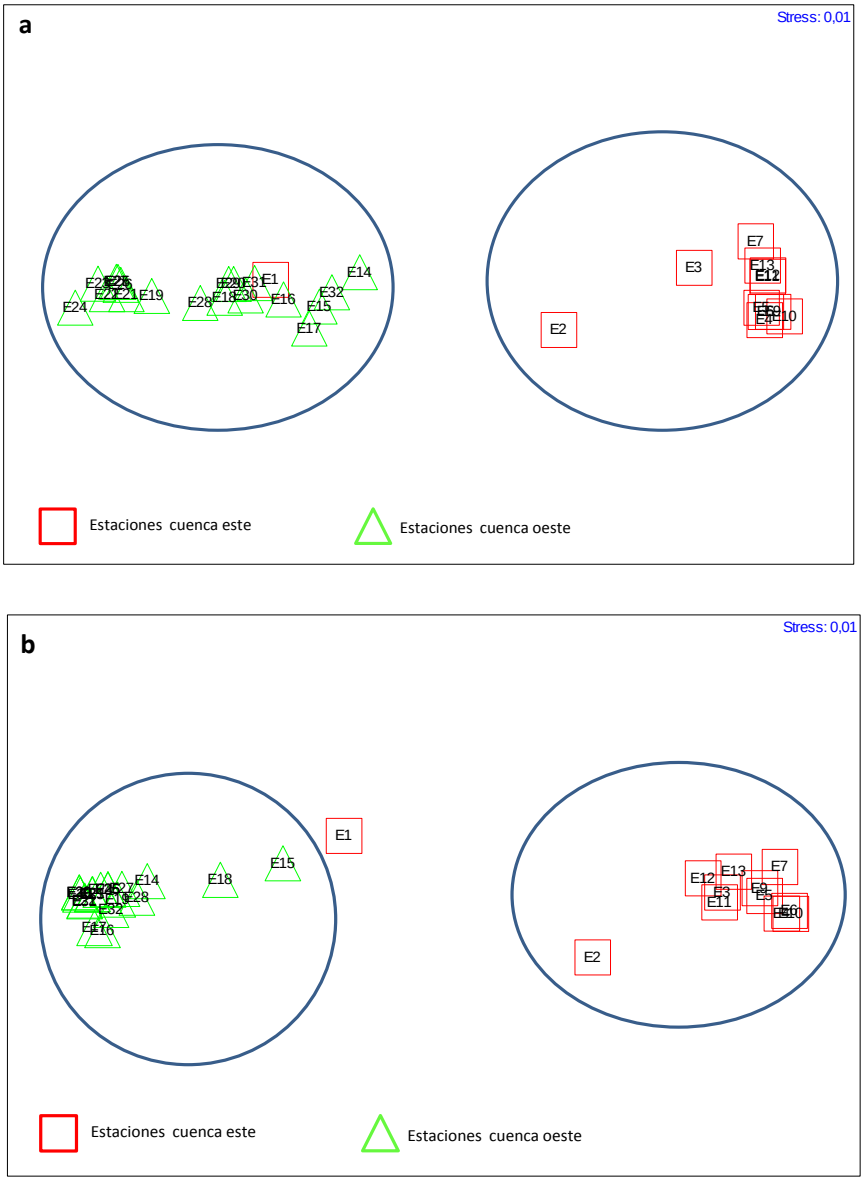


Figura 195. Diagrama MDS para el ordenamiento espacial de las variables hidrográficas: a) hidrografía superficial 1-25m b) hidrografía integral de la columna de agua. Los datos corresponden al crucero de primavera 2012.

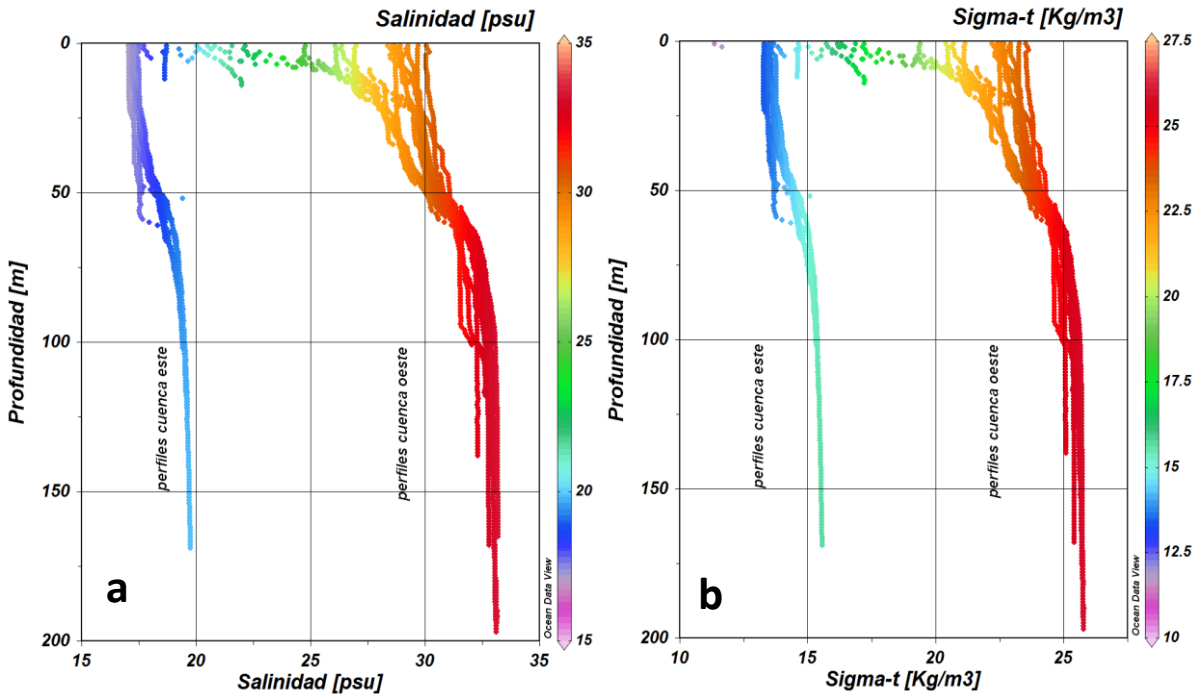


Figura 196. Distribución en la columna de agua representado por los perfiles de salinidad y densidad rango de valores (scatter plot) primavera 2012.

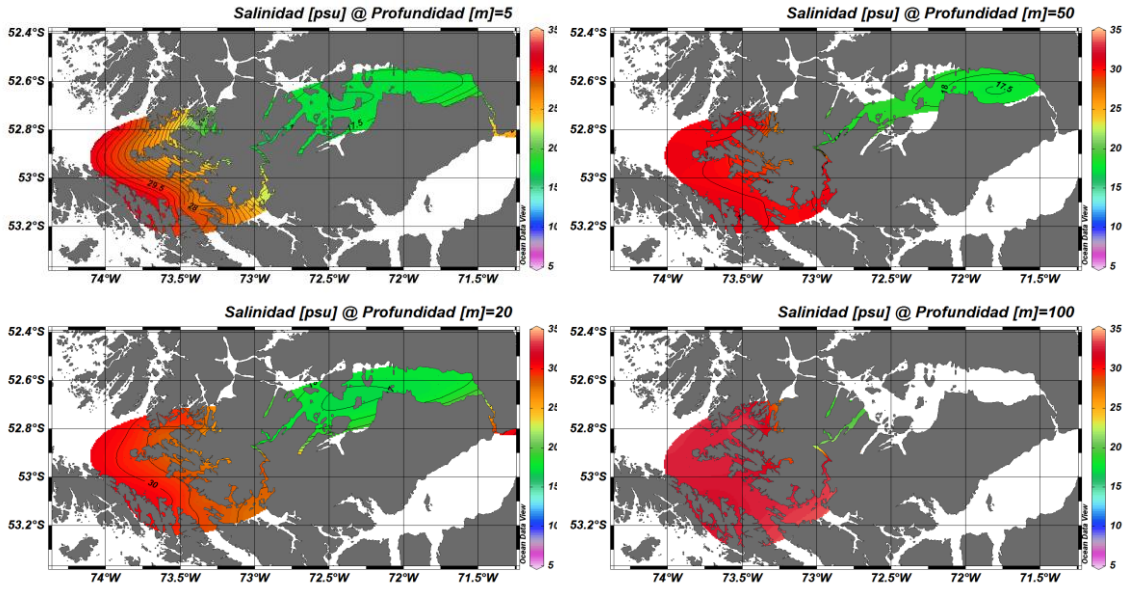


Figura 197. Distribución superficial de isohalinas, para los estratos 5m y 20m durante el crucero Skyring primavera 2012.

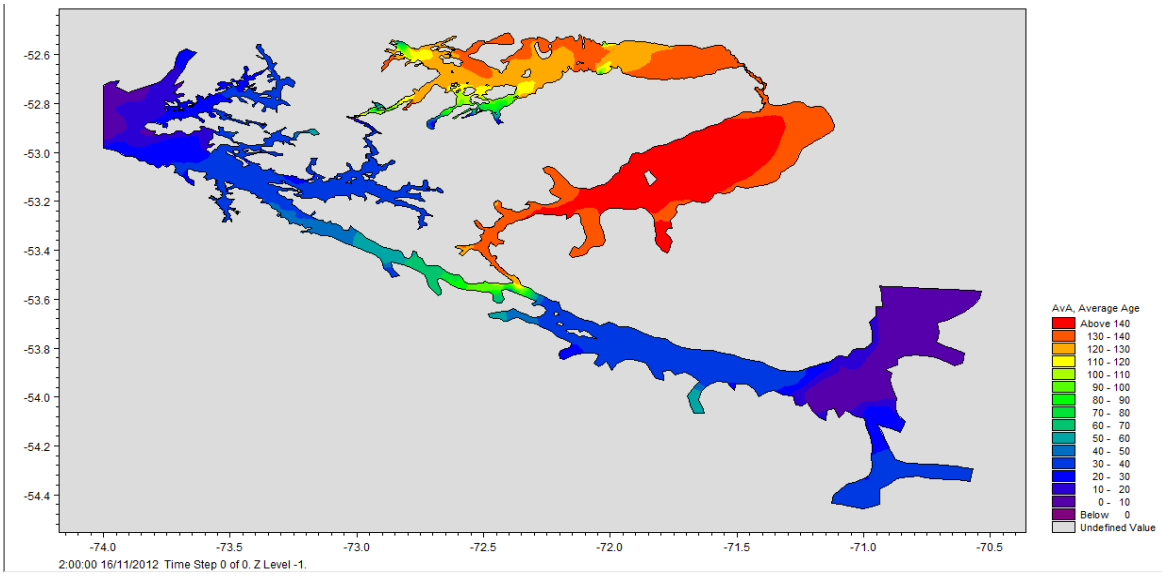


Figura 198. Muestra la edad del agua en la capa superficial.

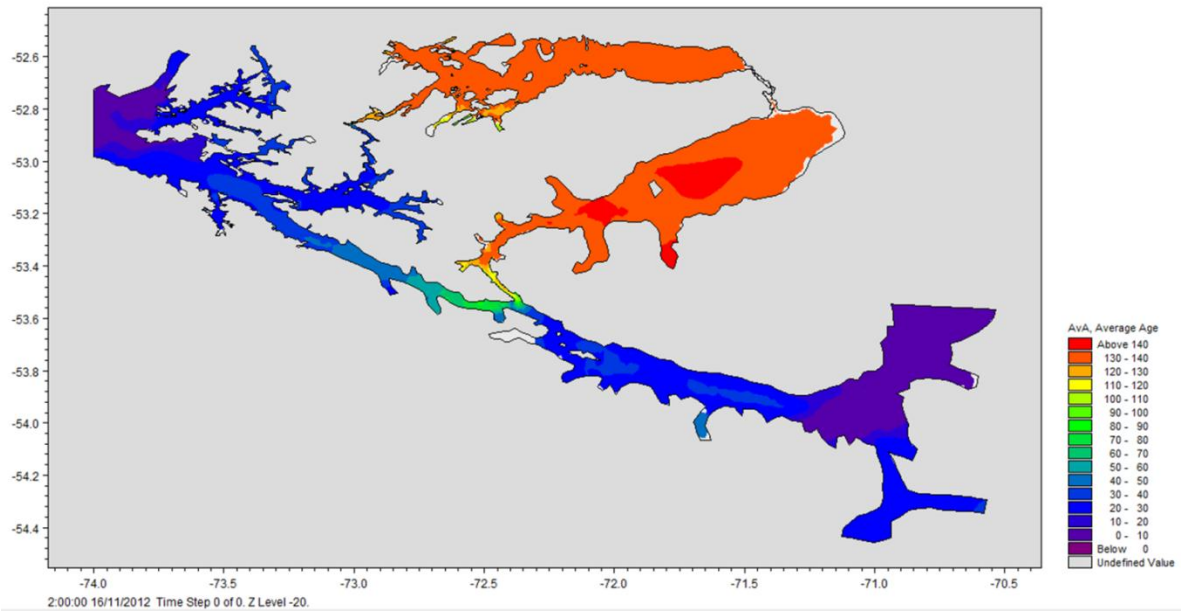


Figura 199. Muestra la edad del agua en la capa de 20m.

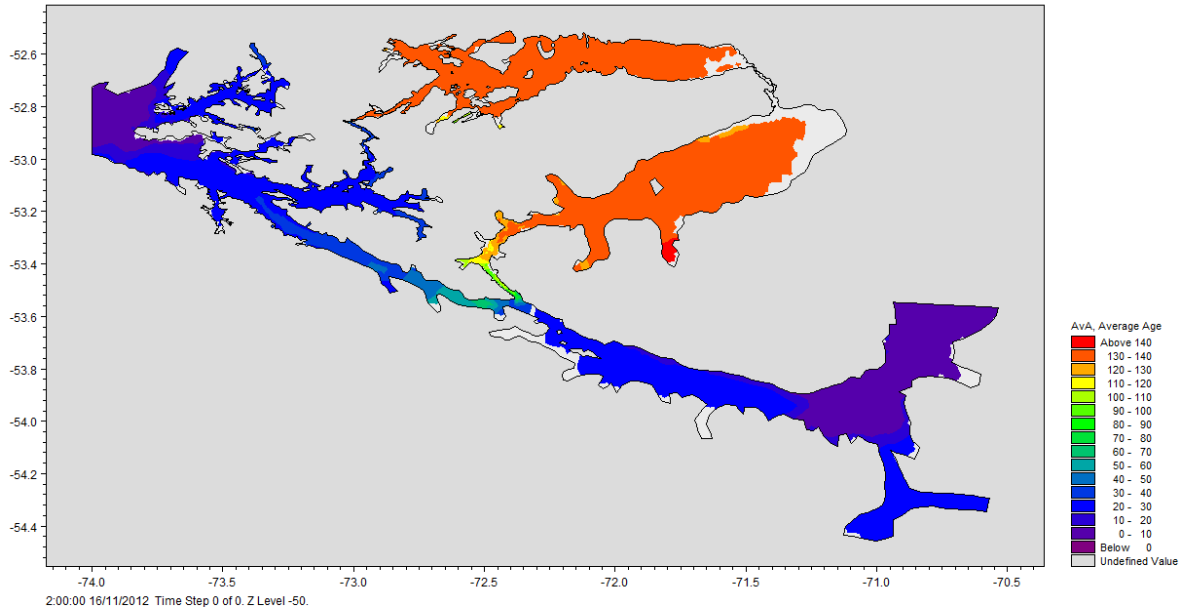


Figura 200. Muestra la edad del agua en la capa de 50m.

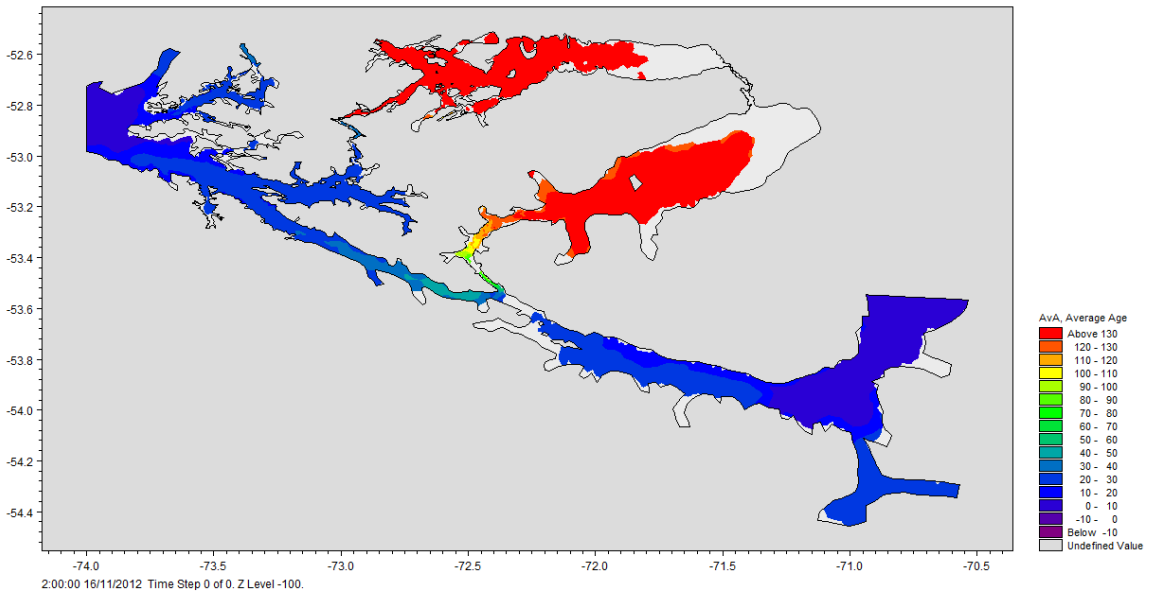


Figura 201. Muestra la edad del agua en la capa de 100m

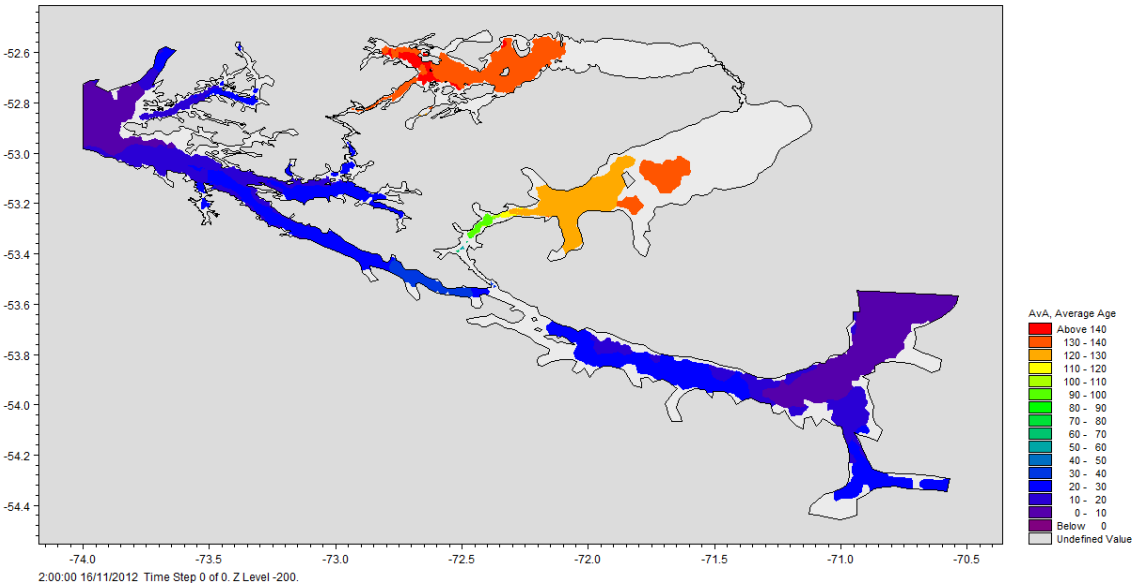


Figura 202. Muestra la edad del agua en la capa de 200m.

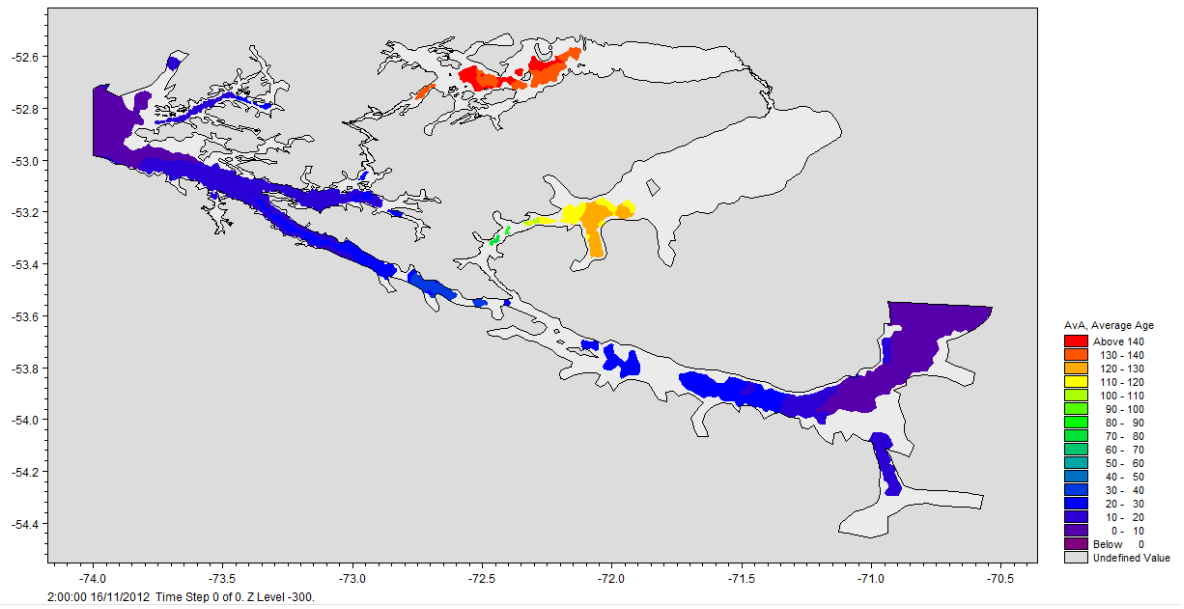


Figura 203. Muestra la edad del agua en la capa de 300m

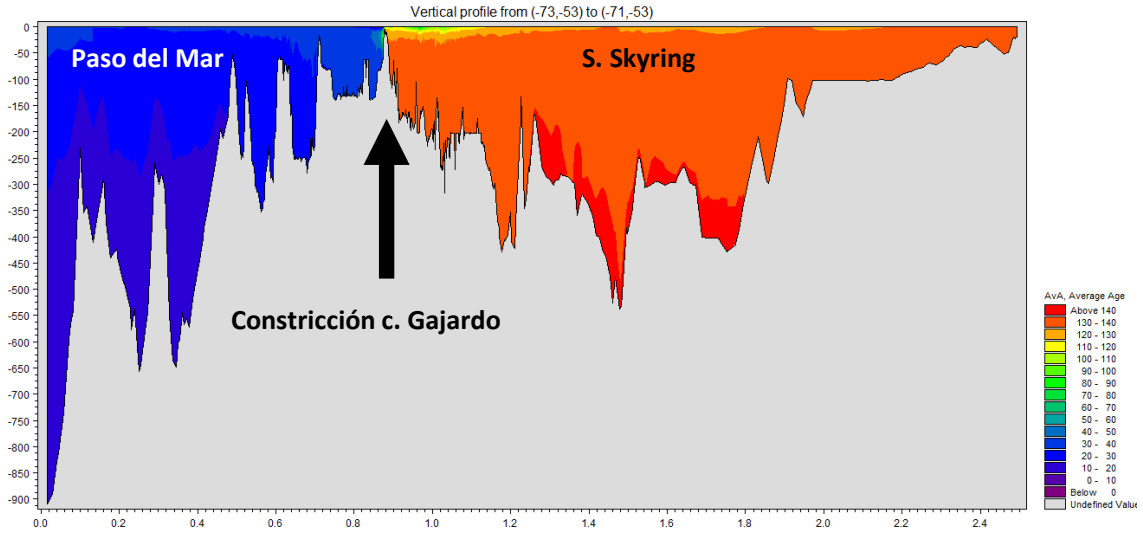


Figura 204. Edad del agua observada a través de una sección vertical desde el Canal Fitz Roy hasta el Canal Unión.

T A B L A S

Tabla1.
Lugar donde se realizó el muestreo de ADCP remolcado para las campañas de verano e invierno 2012 y Otoño de 2013 en la región de Magallanes

VERANO					vértices			
Sector	**Fecha**	**tiempo (h)**	**Repeticiones**	**tamaño celda(m)**	**Longitud W**	**Latitud S**	**Longitud W**	**Latitud S**
Canal Fitz Roy	17-02-2012	24	19	1	**G**:-71.3995	-52,7430	**H**: -71,3951	-52,7461
Canal Gajardo	19-02-2012	24	45	4	**A**:-72,9868	-52,8443	**B**:-72,9835	-52,8467
					D:-72,9660	-52,8446	**E**:-72,9718	-52,8368
Isla Larga	20-02-2012	24	14	4	**A**:-72.7669	-52,6219	**B**:-72,6782	-52,5995
					C:-72,6309	-52,5984	**D**: -72,5601	-52,6044
Punta Rocallosa	28-02-2012	24	18	4	**A**: -72,0269	-52.5591	**B**:-71,9992	-52,6454
Canal Ultima Esperanza	26-02-2012	25	15	4	**A**: -73.0831	-51.4601	**B**: -73.1369	-51.4759
					C: -73.1460	-51.4536		
canal poca esperanza	02-03-2012	24	74	3	**A**:-72,9727	-52,1427	**B:**-73,0060	-52,1411
paso Obstrucción	03-03-2012	24	49	2	**A:**-72,7289	-51,9895	**B**:-72,6834	-52,0006
paso Vattuone	06-03-2012	13	28	2	**A**:-72,9742	-51,7718	**B:**-72,9731	-51,7999
INVIERNO								
Isla Evans	04-08-2012	23	14	4	**A**:-73.9207	-51,2656	**B**:-73,8845	-51,3475
					C:-73,9066	-51,3627		
paso Obstrucción	14-08-2012	25	24	1	**A**:-72,7541	-51,9544	**B**:-72,6617	-51,9419
Poca Esperanza	12-08-2012	25	18	4	**A**:-73,0087	-52,1471	**B**:-72,9791	-52,1524
					C:-72,9979	-52,1791		
Angostura Inglesa	19-06-2012	24	111	1	**A**:-74,4039	-48,9595	**B**:-74,3894	-48,9665
Pto Edén	21-06-2012	24	33	1	**A**:-74,37230	-49,10744	**B**:-74,38454	-49,09328
PtaHayman	24-06-2012	24	21	1	**A**:-74,38457	-49,40732	**B**-74,40047	-49,40358
paso el Indio	25-06-2012	24	49	1	**A**:-74,36250	-49,25938	**B**-74,40304	-49,25838
canal Escape	28-06-2012	24	25	3	**A**:-74,43279	-49,62647	**B**-74,43752	-49,61737
Cascada	11-12-2012	12	35	1	**A**:-73,4600	-52,7074	**B**:-73,4353	-52,7194
Estero Córdova	09-12-2012	24	33	1	**A**:-73,5342	-53,1832	**B**:-73,5186	-53,1836
					C:-73,5291	-53,1667	**D**:-73,5107	-53,1630
Canal Fitz Roy	01-12-2012	24	31	1	**A**:-71,4004	-52,7439	**B**:-71,3931	-52,7391
Canal Gajardo	05-12-2012	24	151	1	**A**:-72,9769	-52,8401	**B**:-72,9660	-52,8464
Seno Glacier	11-12-2012	12	33	1	**A**: -73,3864	-52,7735	**B**:-73,4025	-52,7915

Rocallosa	03-12-2012	19	14	1	**A:**-72,0104	-52,5633	**B**:-72,0149	-52,6428
Isla Larga	04-12-2012	19	10	2	**A**:-72,5653	-52,6152	**B**:-72,6753	-52,6005
					C:-72,7433	-52,6263		
Pta. Quidora	07-12-2012	13	17	2	**A**:-72.9894	-53,0769	**B**:-72,9212	-53,0851
Pta. Tegualda	08-12-2012	12	15	2	**A**:-72,8699	-53,1572	**B**:-72,9322	-53,1751
OTOÑO					**vértices**			
canal Ultima Esperanza	19-04-2013	24	35	4	**A**:-73,0809	-51,4585	**B:**-73,1155	-51,4925
paso Vattuone	24-04-2013	24	53	4	**A**:-72,9813	-51,7975	**B**:-72,9692	-51,7728
Canal Unión	17-05-2013	16	17	4	**A**:-73,4762	-52,1272	**B**:-73,3882	-52,1269
Estrecho Collingwood	18-05-2013	24	33	8	**A**:-73,6841	-51,7896	**B**:-73,6405	-51,8154
Natales	20-04-2013	22	30	2	**A**:-72,5760	-51,8040	**B**:-72,5135	-51,8285
bahía Beaufort	13-05-2013	20	51	4	**A**:-73,3872	-52,7723	**B**:-73,3997	-52,7927
Canal Fitzroy	01-05-2013	24	120	2	**A**:-71,3963	-52,7860	**B**:-71,3800	-52,7887
Canal Gajardo	07-05-2013	24	173	4	**A**:-72,9751	-52,8395	**B**:-72,9666	-52,8461
Estero Córdova	12-05-2013	24	154	4	**A**:-73,5320	-53,1828	**B**:-73,5195	-53,1823
Isla Larga	05-05-2013	10	5	4	**A**:-72,6738	-52,6020	**B**:-72,7393	-52,6336
Punta Rocallosa	03-05-2013	16	8	4	**A**:-71,9493	-52,5528	**B**:-71,9303	-52,6595
golfo Xaultegua	09-05-2013	24	35	4	**A**:-72,9683	-53,0545	**B**:-72,9094	-53,0685

Tabla 2.
Índice numérico estaciones meteorológicas de Magallanes

ESTACIÓN		Latitud S	Longitud W	ESTACIÓN		Latitud S	Longitud W
1	Aeropuerto	53°00'	70°50'	38	Monte Alto, Estancia	52°03'	71°53'
2	Bahía Felipe	52°51'	69°54'	39	Morro Chico, Estancia	52°05'	71°25'
3	Bahía Félix	52°55'	74°07'	40	Navarino, Puerto	54°57'	68°20'
4	Bahía Leguaya (Beagle)	54°56'	69°21'	41	Oazy Harbour, Estancia	52°30'	70°33'
5	Bahía Pía (Darwin)	54°50'	69°40'	42	Onaisin	53°22'	69°17'
6	Bories, Estancia	51°42'	72°31'	43	Pampa Guanaco	54°01'	68°44'
7	Brazo Norte, Estancia	52°03'	70°00'	44	Pecket, Estancia	52°51'	71°04'
8	Cabo Negro	52°57'	70°49'	45	Penin Clue (Beagle)	55°11'	70°03'
9	Cabo Posesión (faro)	52°17'	68°41'	46	Puerto Consuelo	51°36'	72°39'
10	Cameron	53°38'	69°09'	47	Puerto Edén	49°08'	74°25'
11	Canal Brecknock	54°29'	71°59'	48	Puerto Harris (I.Dawson)	53°50'	70°26'
12	Cerro Castillo	51°16'	72°20'	49	Puerto Natales	51°45'	72°30'
13	Cerro Guido	50°55'	72°26'	50	Puerto Porvenir	53°18'	70°21'
14	Cerro Sombrero	52°47'	69°18'	51	Puerto Williams	54°56'	67°38'
15	Cullen	52°55'	68°56'	52	Puerto Zenteno	52°47'	70°47'
16	Diego Ramírez, Isla	56°30'	68°40'	53	Puerto Eugenia (Navarino)	54°56'	67°18'
17	El Calafate (ARG)	51°20'	72°13'	54	PUNTA ARENAS	53°08'	70°53'
18	El Trebol, Estancia	52°45'	71°24'	55	Punta Catalina, Estancia	52°39'	68°41'
19	Entre Vlentos, Estancia	52°45'	71°16'	56	Punta Delgada (Faro)	52°28'	69°32'
20	Esmeralda, Estancia	53°45'	70°30'	57	Punta Delgada, Estancia	52°19'	69°43'
21	Estancia Cullen (ARG)	52°53'	68°24'	58	Punta Dungeness	52°23'	68°25'
22	Evangelistas, Islotes	52°23'	75°08'	59	Rio Gallegos (ARG)	51°38'	69°15'
23	Fenton, Estancia	52°43'	70°53'	60	Rio Grande (ARG)	53°48'	67°45'
24	Florita, Estancia	52°42'	71°28'	61	Rio Grande, Estancia	53°03'	71°15'
25	Fuentes del Coyle (ARG)	51°09'	71°54'	62	Rio Paine, Estancia	51°10'	72°58'
26	Gallegos Chico, Estancia	52°02'	70°45'	63	Rio Tranquilo	52°49'	72°08'
27	Guarello, Isla	50°21'	75°21'	64	Russfin, Estancia	53°46'	69°16'
28	Isla Nueva	55°10'	66°36'	65	San Gregorio, Estancia	52°34'	70°05'
29	Kampenaike, Estancia	52°41'	70°54'	66	San Isidro	53°47'	70°59'
30	La Pelecha, Estancia	52°14'	70°50'	67	San Sebastian	53°20'	68°40'
31	La Vega, Estancia	52°17'	70°26'	68	Sección Kark	51°15'	72°26'
32	Lago Grey, Estancia	51°10'	73°03'	69	Sección Lazo	51°08'	72°49'
33	Lago Sarmiento	51°02'	72°49'	70	Sección Tres Pasos	51°20'	72°25'
34	Laguna Amarga, Estancia	50°58'	72°45'	71	Tres Chorrillos, Estancia	52°31'	70°45'
35	Laguna Blanca, Estancia	52°17'	71°10'	72	Ushuaía (ARG)	54°48'	68°19'
36	Laguna Linch	53°09'	71°00'	73	Villa Tehuelches	52°20	71°30'
37	Las Vegas (ARG)	51°19'	70°17's	74	Williams, Puerto	54°58'	67°39'

Tabla 3.
Expositores del seminario de inicio del proyecto en Punta Arenas.

Expositores	Institución
Dr. Gonzalo Olivares	Universidad de los Lagos
Dr. Andrés Sepúlveda	Universidad de Concepción
Gonzalo Concha	Servicio Meteorológico de la Armada
Matías Gargiulo	CETECSAL
Dr. Mario Cáceres	Universidad de Valparaíso
Elías Pinilla	IFOP
Dr. Leonardo Guzmán	IFOP

Tabla 4.
Índices estadísticos de nivel del mar en modelo regional

	BIAS	RMSE	CORRELACIÓN
Puerto Edén	0.014	0.18	0.89
Caleta Meteoro	0.001	0.08	0.97
Canal Morla Vicuña	-0.028	0.22	0.85

Tabla 5
Índice estadístico de calidad del modelo en Golfo Almirante Montt

	BIAS	RMSE	Correlación
u_este 5m	0.020	0.010	0.332
u_este 10m	0.043	0.012	0.096
u_este 20m	-0.005	0.017	0.107
v_norte 5m	-0.025	0.006	0.128
v_norte 10m	-0.018	0.004	0.335
v_norte 20m	0.012	0.004	0.285

Tabla 6.
Índice estadístico de calidad del modelo en Seno Poca Esperanza

	BIAS	RMSE	Correlación
u_este 10m	-0.099	0.046	-0.026
u_este 20m	-0.027	0.011	0.203
u_este 30m	0.002	0.007	0.150
u_este 40m	0.014	0.004	0.399
v_norte 10m	0.082	0.019	0.518
v_norte 20m	0.023	0.011	0.062
v_norte 30m	-0.035	0.009	0.109
v_norte 40m	0.007	0.009	0.171

Tabla 7.
Índice estadístico de calidad del modelo en Canal Morla-Vicuña

	BIAS	RMSE	Correlación
u-este 10m	0.232	0.268	0.768
u_este 20m	-0.062	0.092	0.841
u_este 30m	-0.155	0.071	0.894
u_este 40m	-0.049	0.113	0.893
v_norte 10m	-0.075	0.035	-0.602
v_norte 20m	-0.057	0.025	-0.635
v_norte 30m	-0.068	0.027	-0.673
v_norte 40m	-0.095	0.031	-0.600

Tabla 8.
Índices estadísticos de calidad del modelo en Bahía Beaufort

	BIAS	RMSE	CORRELACIÓN
u_este 5m	-0.016	0.067	0.345
v_norte 5m	-0.032	0.008	-0.077
u_este 10m	-0.056	0.054	0.395
v_norte 10m	-0.043	0.008	-0.020
u_este 20m	-0.061	0.078	0.099
v_norte 20m	-0.097	0.009	0.009
u_este 30m	-0.045	0.082	-0.134
v_norte 30m	-0.109	0.009	0.221

Tabla 9.
Índices estadísticos de calidad del modelo en Xaultegua

	BIAS	RMSE	CORRELACIÓN
u_este 5m	0.009	0.004	-0.005
v_norte 5m	0.026	0.011	-0.035
u_este 10m	0.027	0.005	-0.038
v_norte 10m	0.030	0.011	-0.049
u_este 20m	0.010	0.001	0.059
v_norte 20m	0.031	0.009	-0.048

ANEXOS

A N E X O I

Estadística de mareas y corrientes
en la región de Magallanes

Análisis Armónico

Para caracterizar el régimen de marea presente en cada localidad, las series horarias de nivel del mar fueron sometidas a un análisis armónico en base al método de mínimos cuadrados. Las constituyentes obtenidas fueron utilizadas para caracterizar los regímenes de marea presentes en el área de estudio mediante el coeficiente de Courtier "F" (Boon, 2004), valor que se obtiene de la suma de las principales amplitudes diurnas dividida por la suma de las principales amplitudes semidiurna y que determinan el régimen o tipo de marea que corresponde:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{S_2 + M_2}$$

Si 0<F<0,25, el régimen de mareas se clasifica como semi-diurno; si 0,25<F<1,50, el régimen de marea se clasifica como semi-diurno mixto con una marcada desigualdad diaria en las alturas de las pleamares y bajamares, si 1,50<F<3,00, el régimen de mareas se clasifica como diurno mixto y si F>3,0, el régimen de mareas se clasifica como diurno.

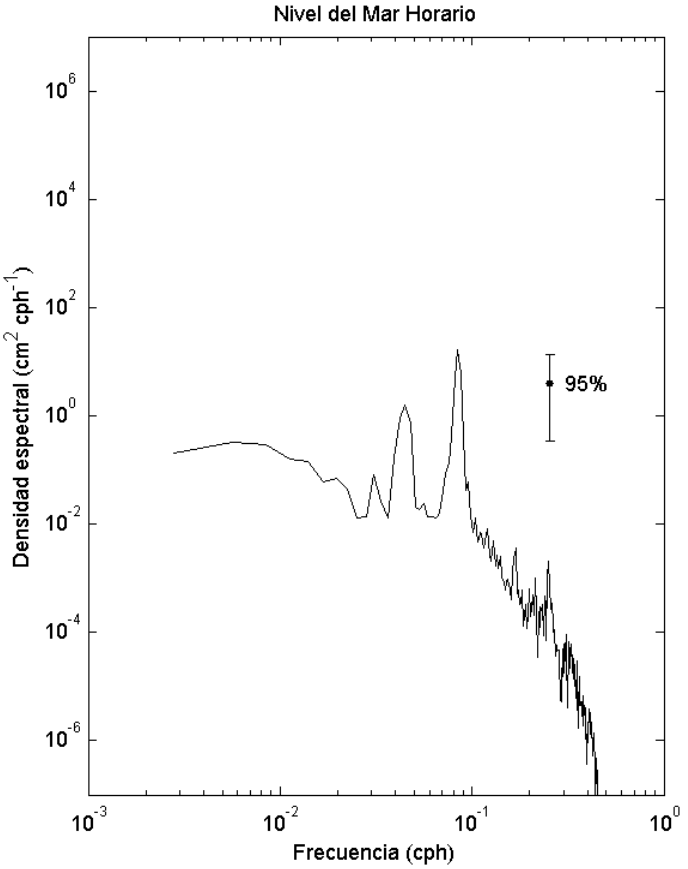
Análisis Espectral

Con el fin de estimar la variabilidad temporal en el dominio de la frecuencia del nivel del mar y representar los procesos involucrados, se utilizó el análisis espectral, en el cual se emplearon las funciones de densidad auto-espectral, usando la transformada rápida de Fourier, siguiendo la metodología propuesta por Bendat y Piersol (1971).

Campaña de verano 2012 Golfo Montt

Principales constituyentes armónicas de la marea en Puerto Edén (49.132°S -74.4219°W).

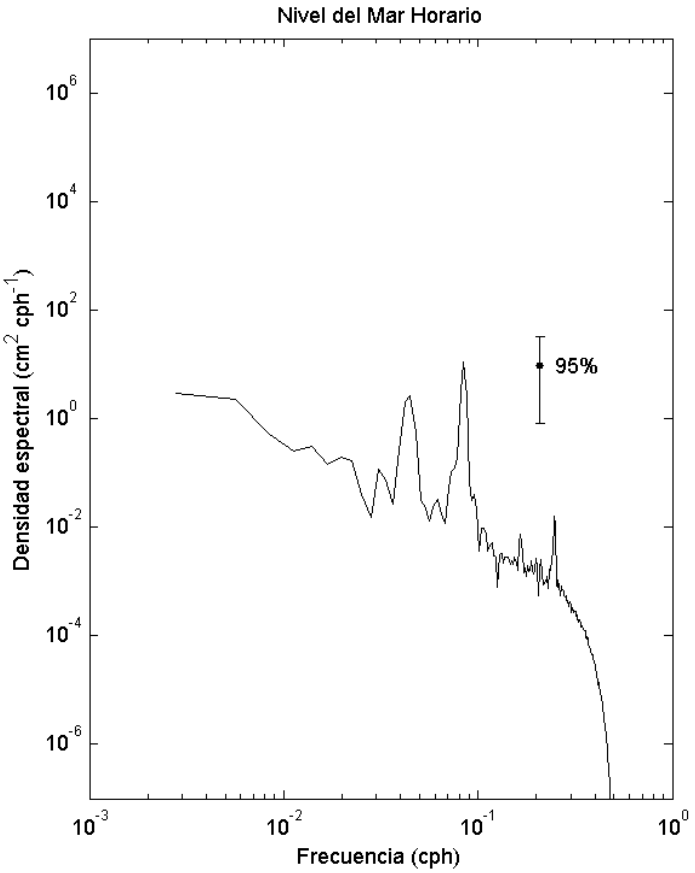
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1143	340.06
K1	0.0417807	23.9344961	0.1836	17.02
M2	0.0805114	12.4206013	0.3226	40.7
S2	0.0833333	12.0000048	0.1812	74.95
COEFICIENTE DE COURTIER 0.59				



Densidad espectral de nivel del mar en el Puerto Edén.

Principales constituyentes armónicas de la marea en Caleta Meteoro (52.9666°S-74.0667°W).

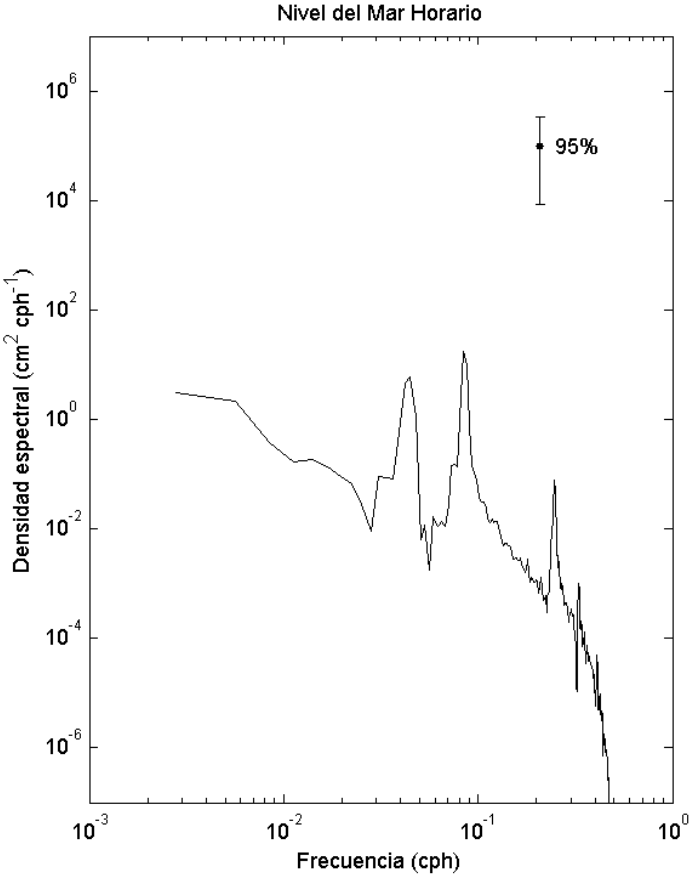
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1152	8.26
K1	0.0417807	23.9344961	0.1943	50.32
M2	0.0805114	12.4206013	0.3631	108.2
S2	0.0833333	12.0000048	0.0786	146.91
COEFICIENTE DE COURTIER 0.70				



Densidad espectral de nivel del mar en Caleta Meteoro.

Principales constituyentes armónicas de la marea en Punta Arenas (53.123611°S- 70.860277°W).

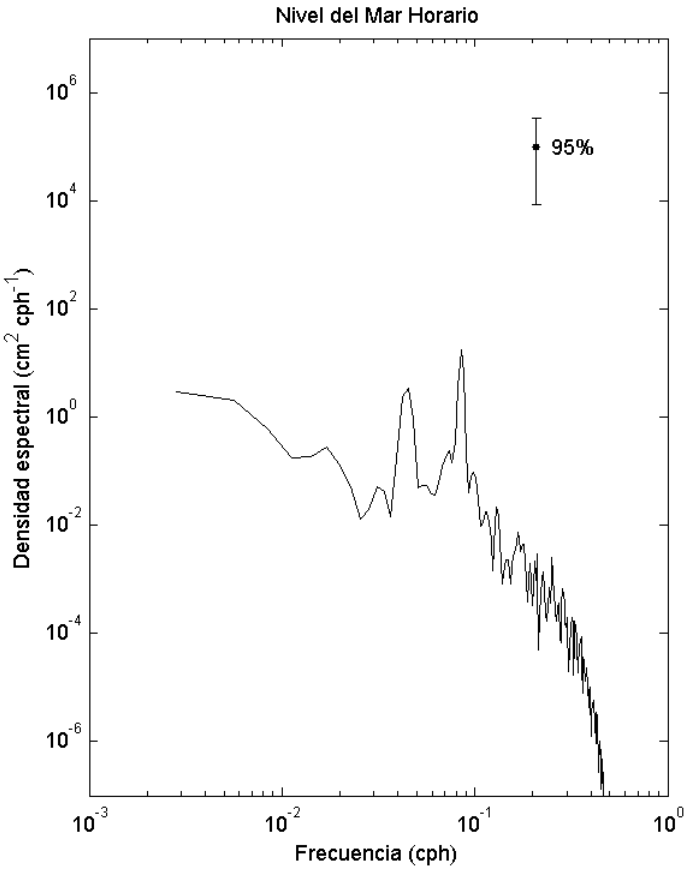
NOMBRE	FRECUENCIA	PERIODO	AMPLITUD	FASE
	(cph)	(hr)	(m)	(grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1877	41.13
K1	0.0417807	23.9344961	0.2927	92.99
M2	0.0805114	12.4206013	0.3565	41.85
S2	0.0833333	12.0000048	0.2497	138.3
COEFICIENTE DE COURTIER 0.79				



Densidad espectral de nivel del mar en Punta Arenas.

Principales constituyentes armónicas de la marea en Puerto Williams (54.9333°S- 67.6112°W).

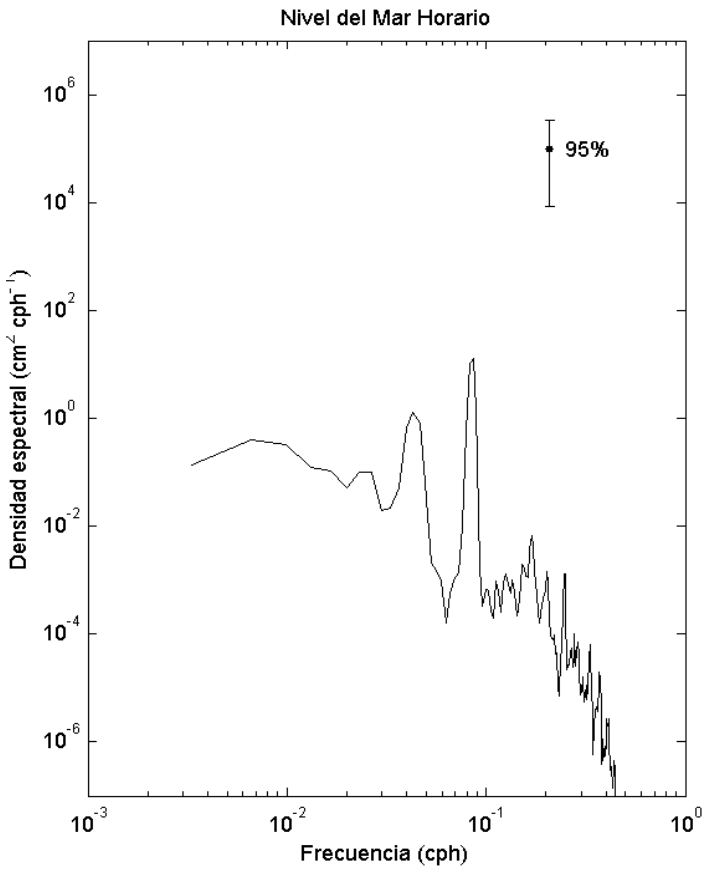
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1074	331.01
K1	0.0417807	23.9344961	0.1831	4.28
M2	0.0805114	12.4206013	0.2446	102.49
S2	0.0833333	12.0000048	0.1395	160.53
COEFICIENTE DE COURTIER 0.75				



Densidad espectral de nivel del mar en Puerto Williams.

Principales constituyentes armónicas de la marea. Canal Morla-Vicuña.

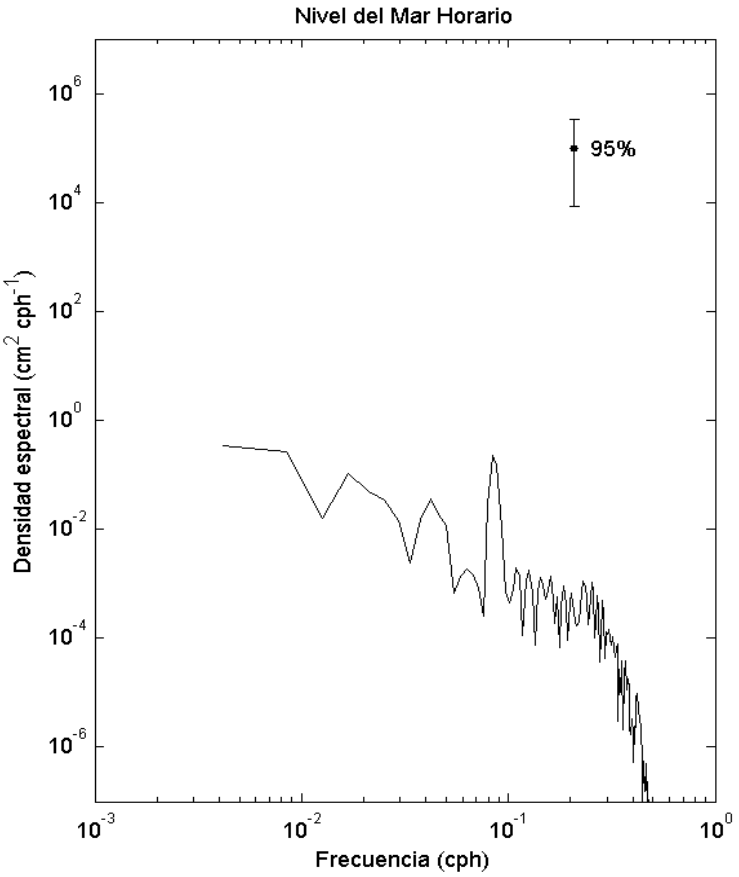
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.039	25.8	0.1	10.58
K1	0.042	23.9	0.2	48.8
M2	0.081	12.4	0.5	85.35
S2	0.083	12.0	0.1	52.85
K2	0.084	12.0	0.0	75.25
COEFICIENTE DE COURTIER 0.58				



Densidad espectral de nivel del mar en el canal Morla-Vicuña.

Principales constituyentes armónicas de la marea. Seno Obstrucción.

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.039	25.819	0.045	98.32
K1	0.042	23.934	0.060	124.95
M2	0.081	12.421	0.074	179.58
S2	0.083	12.000	0.026	136.54
K2	0.084	11.967	0.007	158.94
COEFICIENTE DE COURTIER 1.05				

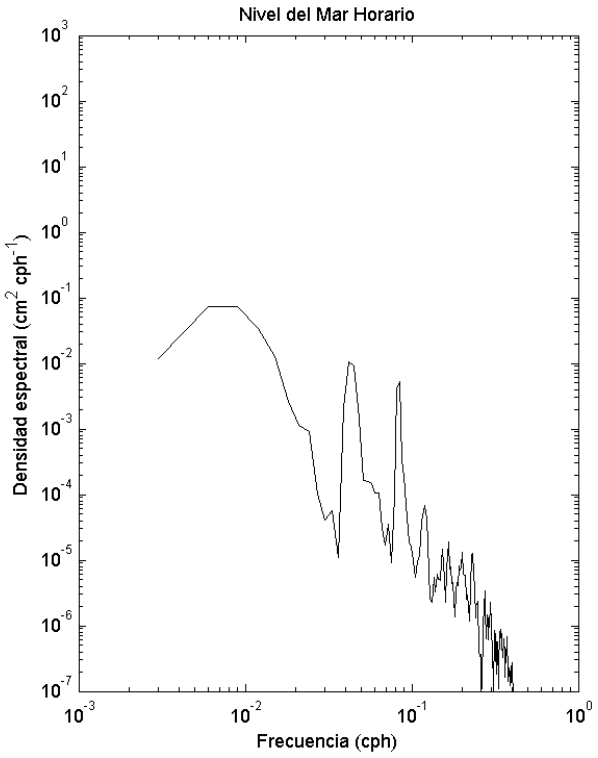


Densidad espectral del nivel del mar en Seno Obstrucción.

Campaña verano Seno Skyring (marzo-2012)

Principales constituyentes armónicas de la marea en canal Gajardo (-52.87056, -72.98722)

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	26	0.0094	144.75
K1	0.0417807	24	0.0157	195.03
M2	0.0805114	12	0.0131	264.7
S2	0.0833333	12	0.0040	284.91
COEFICIENTE DE COURTIER 1.47				

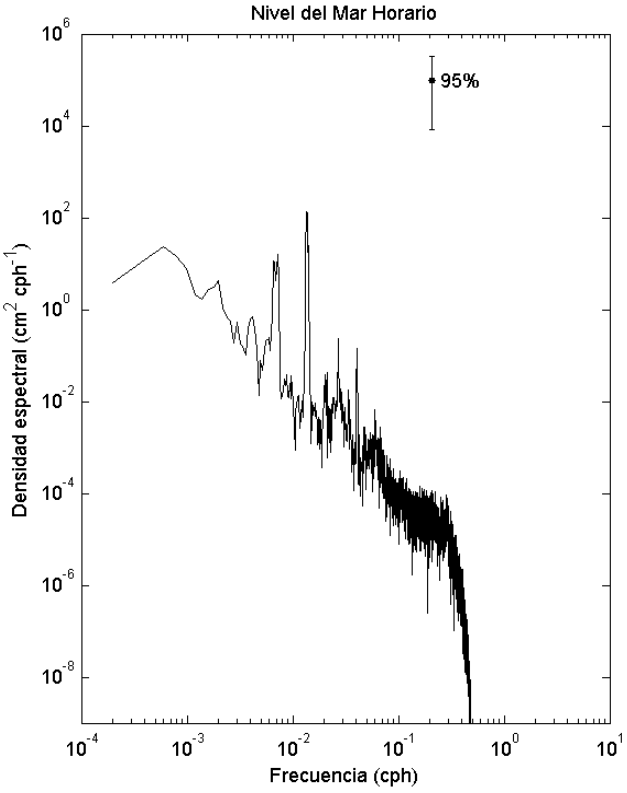


Densidad espectral de nivel del mar en canal Gajardo.

Campaña Invierno 2012 Golfo Montt

Principales constituyentes armónicas de la marea. Canal Morla-Vicuña 52,10114˚S-73,18514˚W.

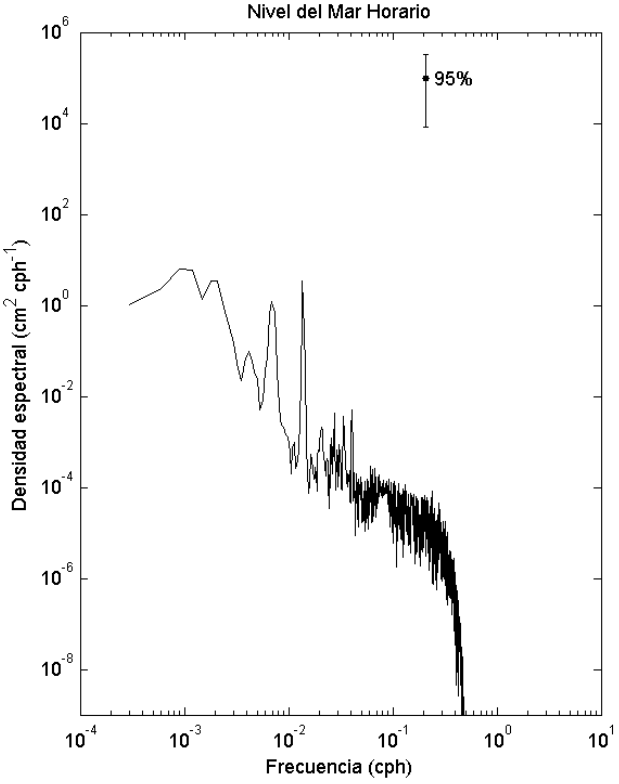
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387303	25.819578	0.1472	347.15
K1	0.0417807	23.9344961	0.2033	28.98
M2	0.0805114	12.4206013	0.4509	41.82
S2	0.0833333	12.0000048	0.1481	4.9
K2	0.0835615	11.9672337	0.0403	27.3
COEFICIENTE DE COURTIER 0.585				



Densidad espectral de nivel del mar en el canal Morla-Vicuña, campaña invierno.

Principales constituyentes armónicas de la marea. Seno Obstrucción 51,96229°S 72,69747°W.

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.0462	82.38
K1	0.0417807	23.9344961	0.0633	111.8
M2	0.0805114	12.4206013	0.0662	149.13
S2	0.0833333	12.0000048	0.0164	112.9
K2	0.0835615	11.9672337	0.0045	135.3
COEFICIENTE DE COURTIER 1.325				

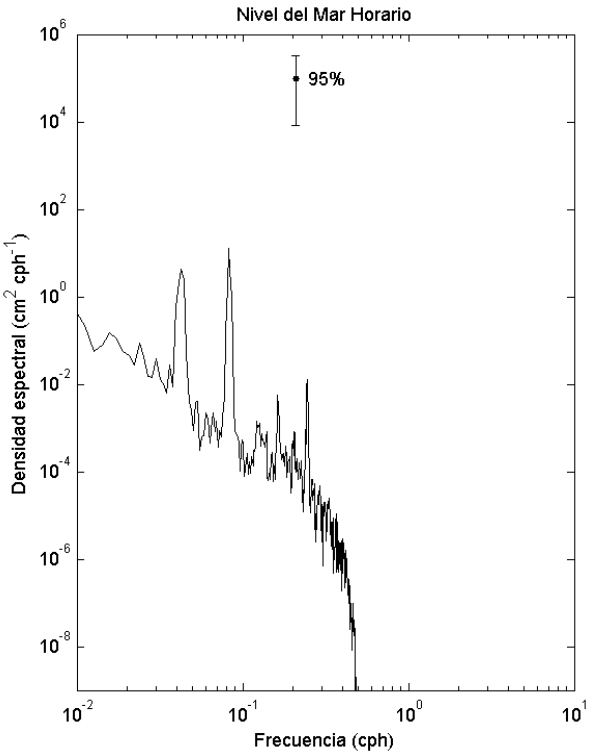


Densidad espectral de nivel del mar en el seno Obstrucción, campaña invierno.

Campaña Skyring (octubre-diciembre 2012)

Principales constituyentes armónicas de la marea en bahía Beaufort (52.7896 S, 73.6278 W)

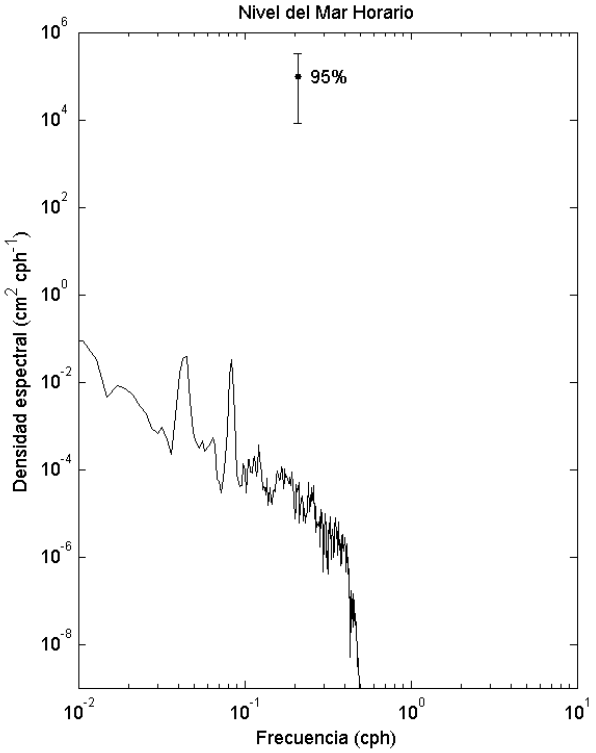
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	26	0.14	12.35
K1	0.0417807	24	0.19	49.8
M2	0.0805114	12	0.42	90.38
S2	0.0833333	12	0.11	63.7
COEFICIENTE DE COURTIER 0.604				



Densidad espectral de nivel del mar en bahía Beaufort, octubre-diciembre 2012.

Principales constituyentes armónicas de la marea en canal Gajardo (52.82512S -72.91325W)

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	26	0.02	147.12
K1	0.0417807	24	0.02	192.6
M2	0.0805114	12	0.02	270.14
S2	0.0833333	12	0.01	292.33
COEFICIENTE DE COURTIER 1.31				

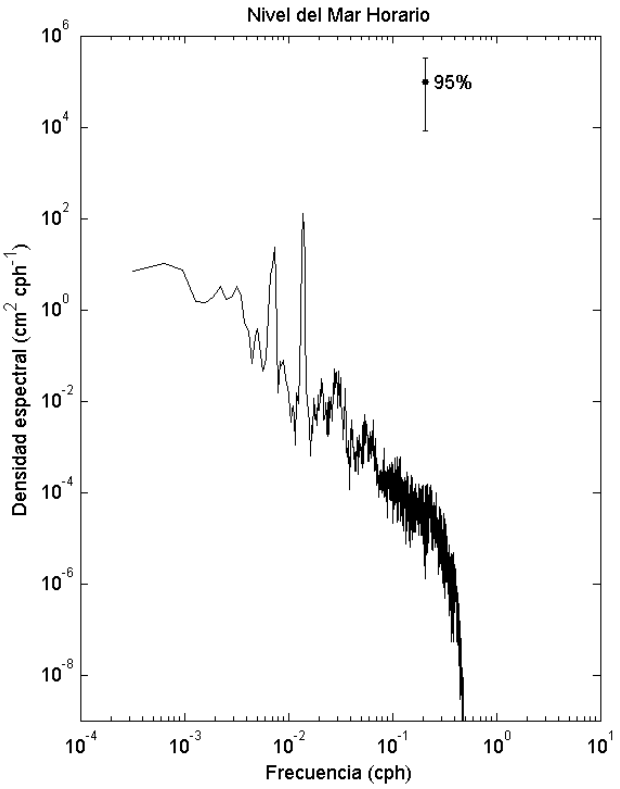


Densidad espectral de nivel del mar en canal Gajardo, octubre-diciembre 2012.

Campaña Invierno 2012 Canal Messier

Principales constituyentes armónicas de la marea. Angostura Inglesa. 48,90942°S 74,41246°W.

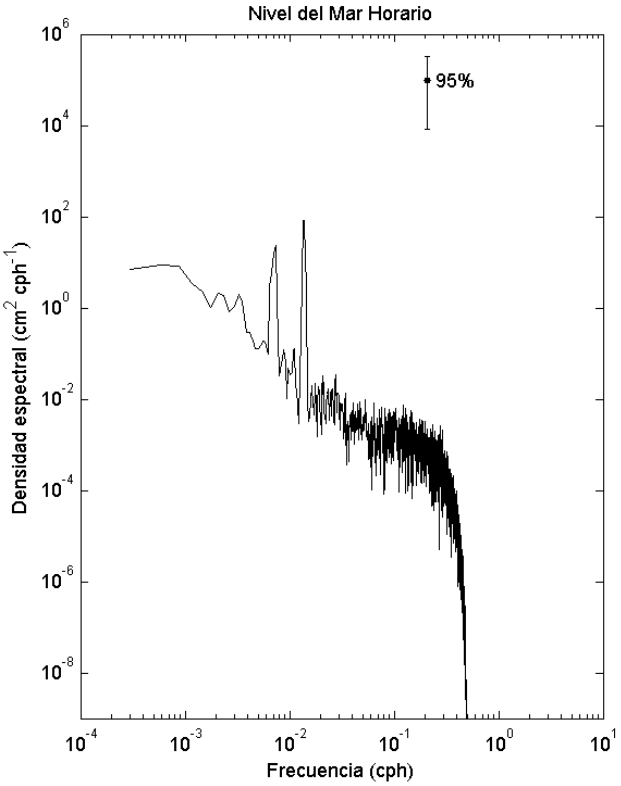
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1243	330.49
K1	0.0417807	23.9344961	0.1703	9.57
M2	0.0805114	12.4206013	0.468	21.22
S2	0.0833333	12.0000048	0.1882	11.12
K2	0.0835615	11.9672337	0.0512	33.52
COEFICIENTE DE COURTIER 0.4489				



Densidad Espectral del nivel del mar en Angostura Inglesa campaña invierno.

Principales constituyentes armónicas de la marea. Isla Topar.50,12615°S 74,70670°w.

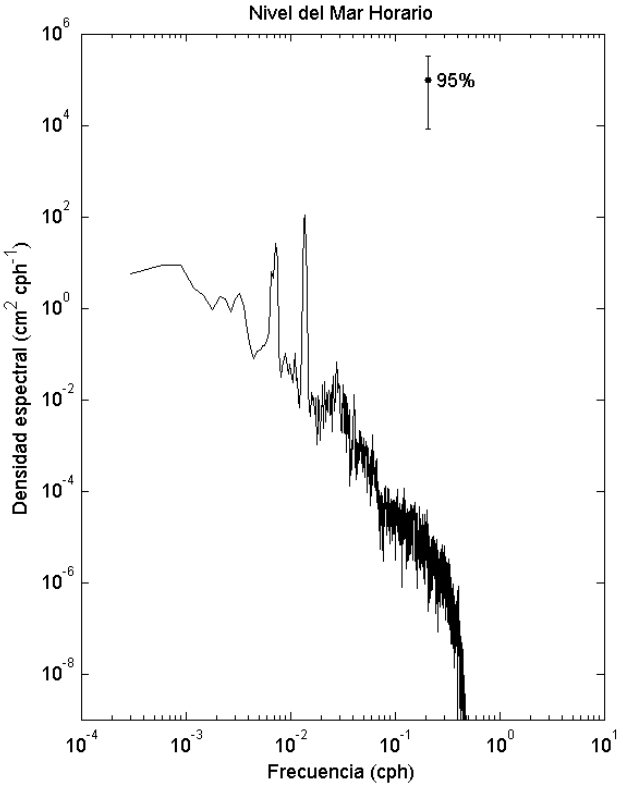
NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1343	343.01
K1	0.0417807	23.9344961	0.1859	17.75
M2	0.0805114	12.4206013	0.4519	42.83
S2	0.0833333	12.0000048	0.1628	25.23
K2	0.0835615	11.9672337	0.0443	47.63
COEFICIENTE DE COURTIER 0.5220				



Densidad Espectral del nivel del mar en Isla Topar, campaña invierno.

Principales constituyentes armónicas de la marea. Piloto Pardo.49,59977°S 74,41858°W.

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1239	341.96
K1	0.0417807	23.9344961	0.19	19.81
M2	0.0805114	12.4206013	0.4721	44.7
S2	0.0833333	12.0000048	0.1791	27.08
K2	0.0835615	11.9672337	0.0487	49.48
COEFICIENTE DE COURTIER 0.4820				

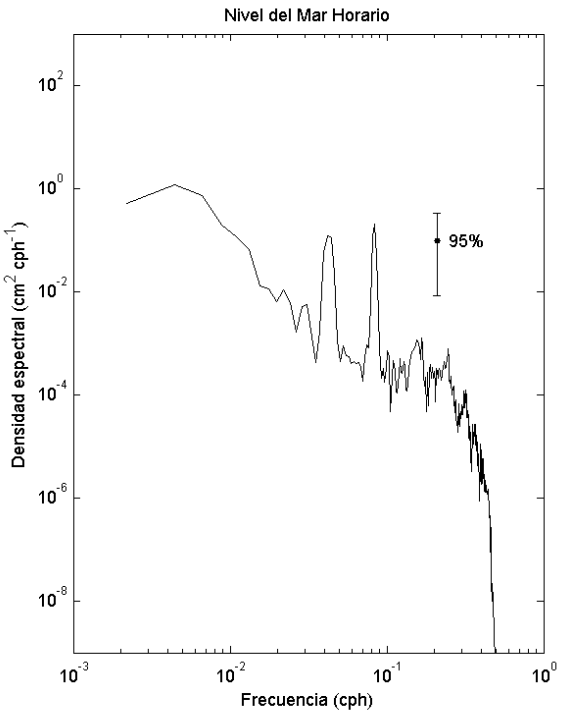


Densidad Espectral del nivel del mar en Piloto Pardo, campaña invierno.

Campaña de verano 2013 Golfo Almte. Montt

Principales constituyentes armónicas de la marea. Isla Salustio.S51.86468 W72.88065.

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	26	0.0422	88.66
K1	0.0417807	24	0.0566	118.23
M2	0.0805114	12	0.0563	175.48
S2	0.0833333	12	0.0167	148.43
COEFICIENTE DE COURTIER 1.35				

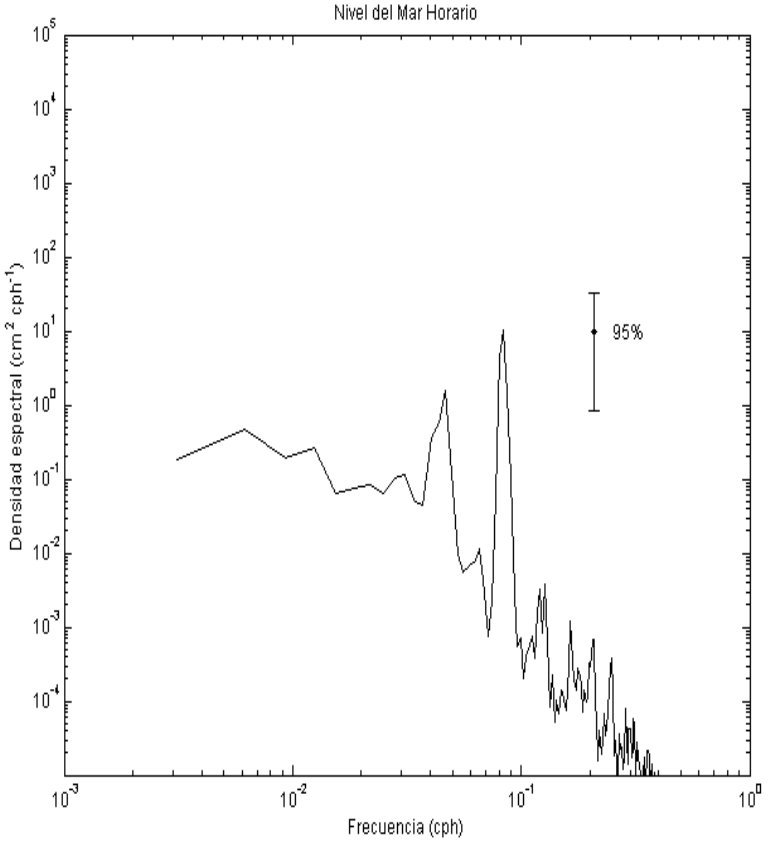


Densidad Espectral del nivel del mar en Isla Salustio.

Campaña de mayo 2013 Seno Skyring

Principales constituyentes armónicas de la marea. Canal Fitzroy.52.80058S 71.39370W.

NOMBRE	FRECUENCIA (cph)	PERIODO (hr)	AMPLITUD (m)	FASE (grados)
O1	0.0387307	25.8193113	0.1576	45.95
K1	0.0417807	23.9344961	0.2046	88.72
M2	0.0805114	12.4206013	0.4696	133.01
S2	0.0833333	12.0000048	0.1122	170.55
COEFICIENTE DE COURTIER	**0.62**			



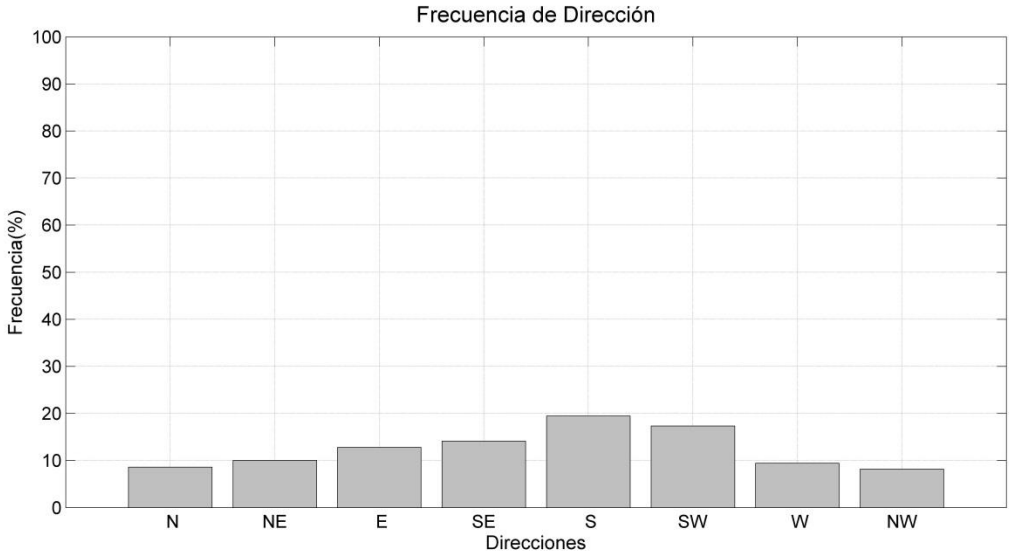
Densidad Espectral del nivel del mar en Isla Canal Fitzroy.

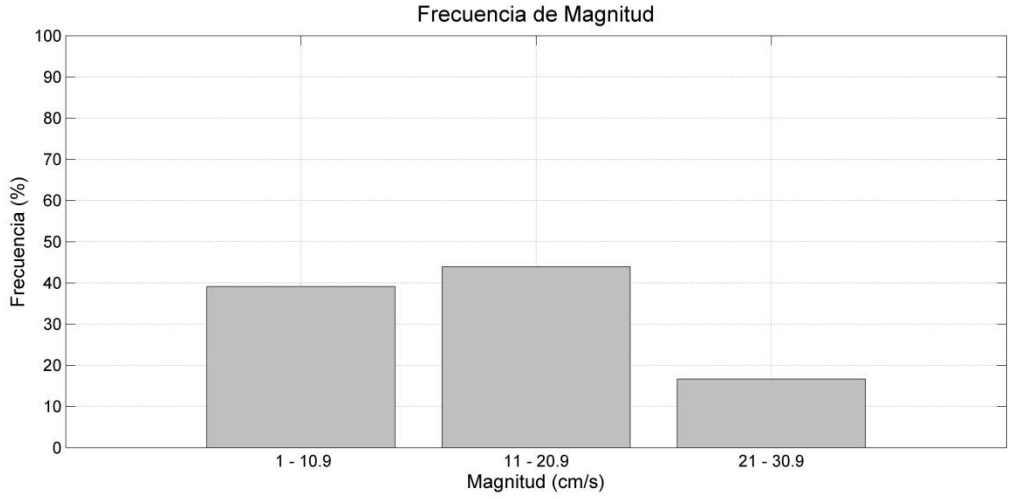
Estadística de corrientes

Para caracterizar la corriente en una forma estadística, se realizaron tablas de incidencia de la corriente junto con cálculos de la media, máximo y desviación estándar. Además, se construyeron histogramas de magnitud y dirección para determinar la frecuencia de la corriente en ambos casos. Con el fin de obtener una visualización más detallada de los datos en la tabla de incidencia, se utilizó una escala de magnitud que interpuso como criterio la intensidad de corriente para cada lugar de muestreo, dicho de otro modo, en los datos que presentaron magnitudes máximas cercanas a 30cm/s, se utilizó un intervalo de magnitud de 2. Para magnitudes cercanas a 50cm/s un intervalo de 5 y para magnitudes de 100cm/s un intervalo de 10. En tanto en los histogramas de magnitud se consideraron los registros mayores a 1cm/s y se empleó una escala de 10.

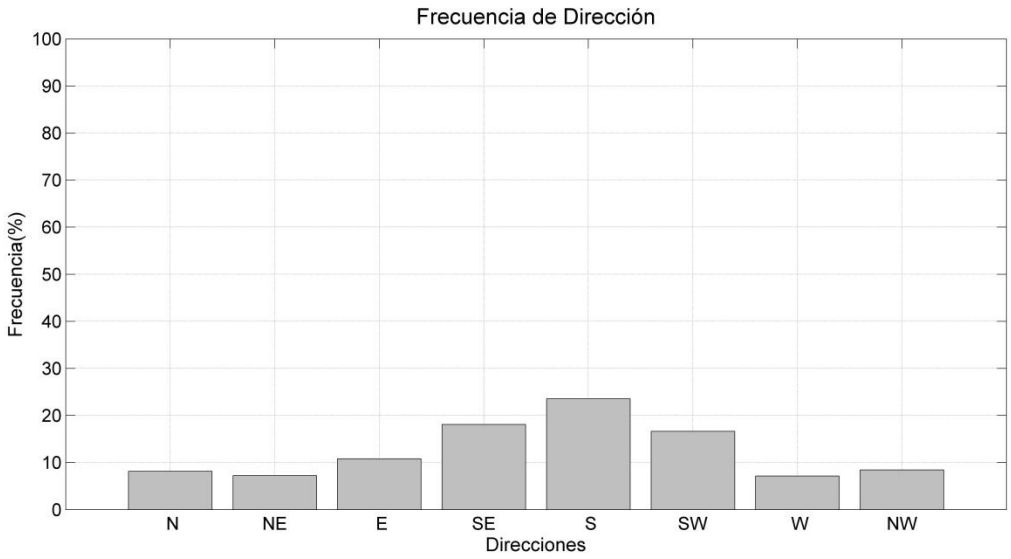
Para determinar la dirección a lo largo de la cual la corriente oscila se calcularon los ejes de máxima varianza (EMV) por medio de un análisis de las componentes principales,que describen la información de un conjunto de variables observadas mediante un conjunto de variables más pequeña y que se obtiene de la descomposición en valores propios (autovalores) y vectores propios (autovectores) de la matriz de covarianzas.

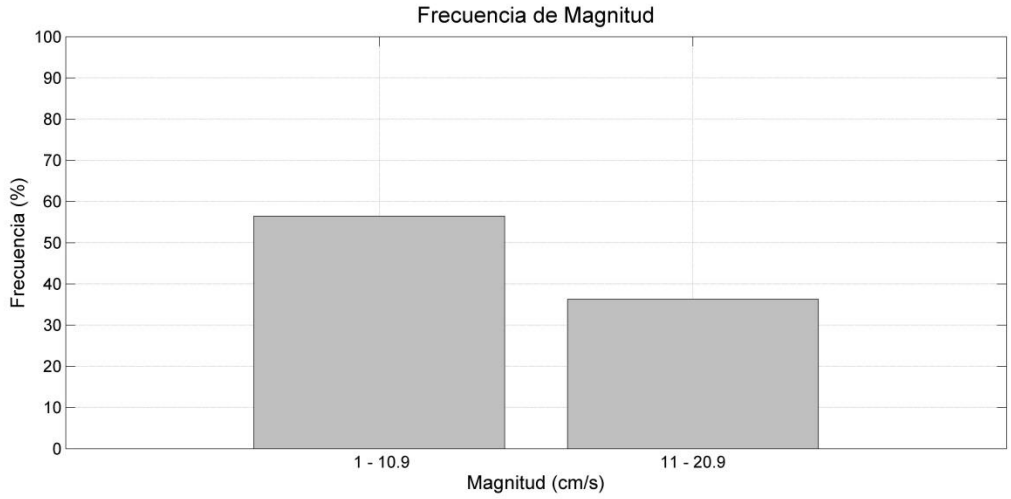
Campaña verano 2012 Golfo Almirante Montt



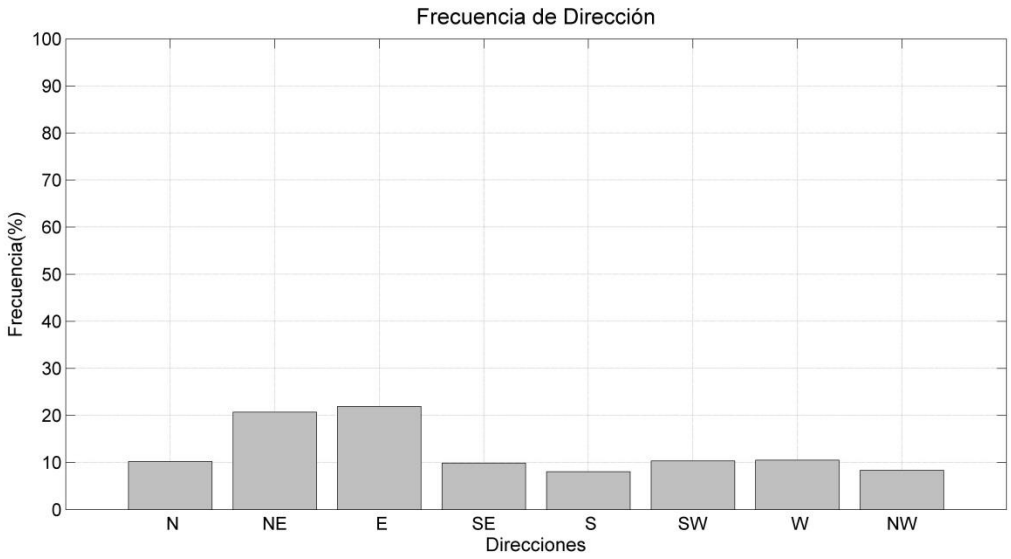


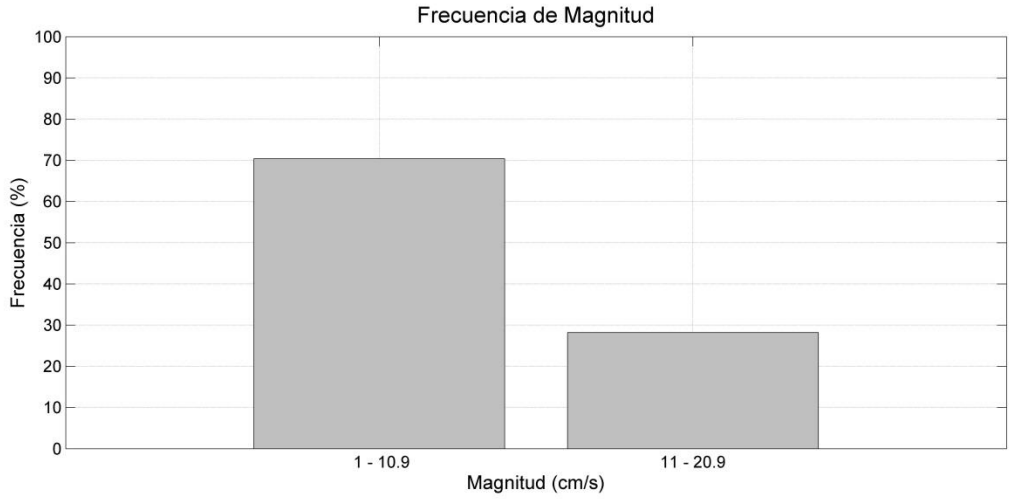
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5metros en Golfo Almte. Montt.



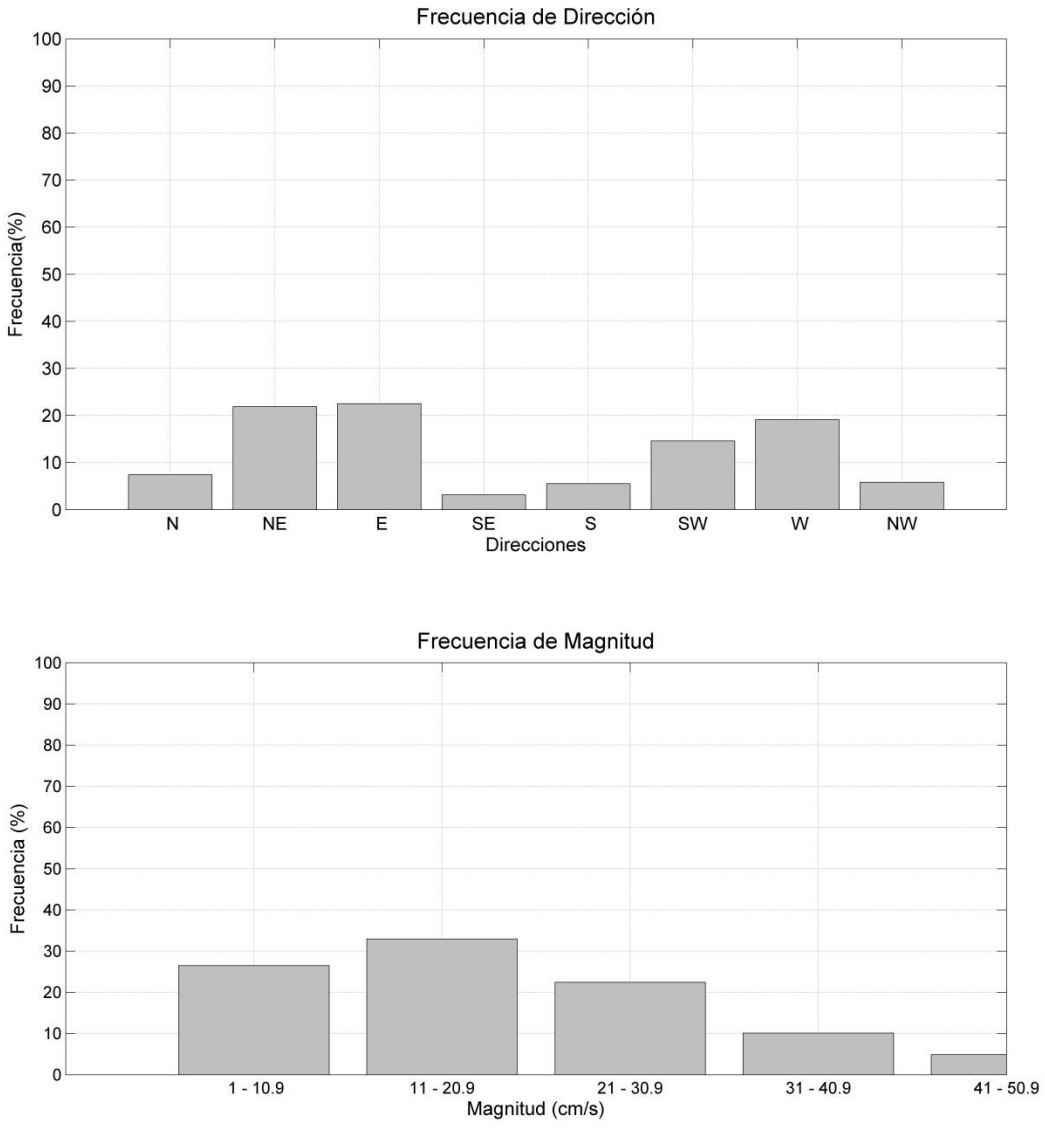


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros en Golfo Almte. Montt.

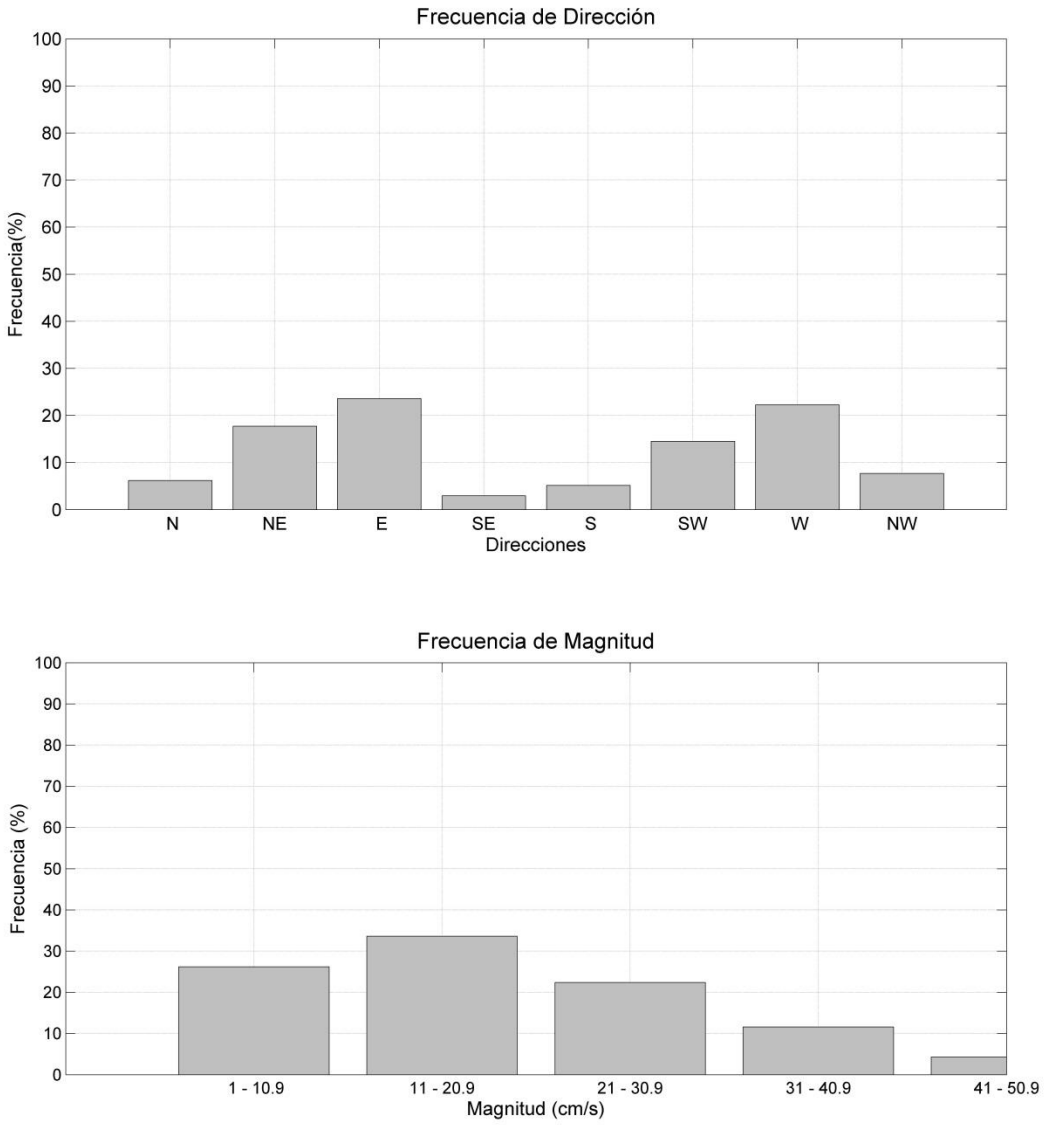




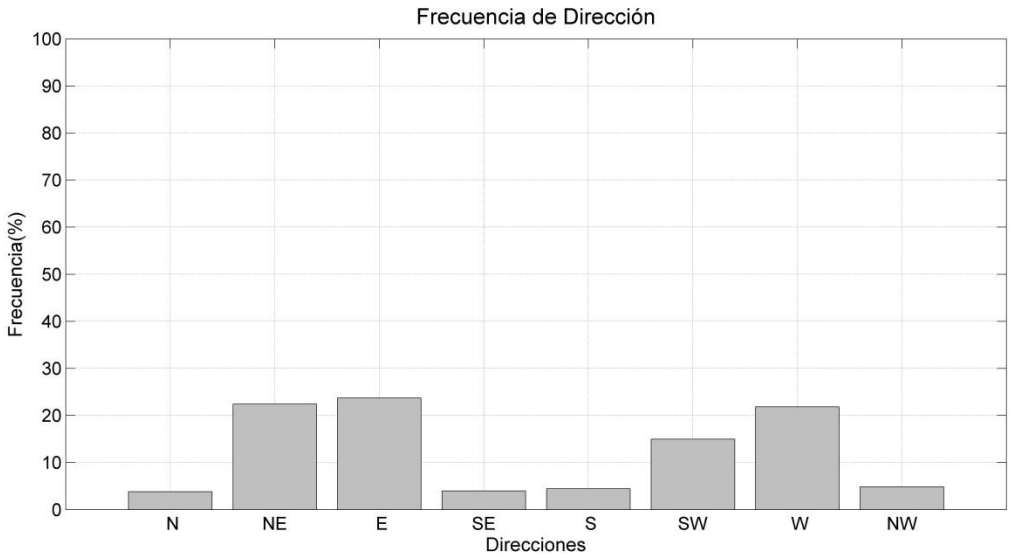
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros en Golfo Almte. Montt.

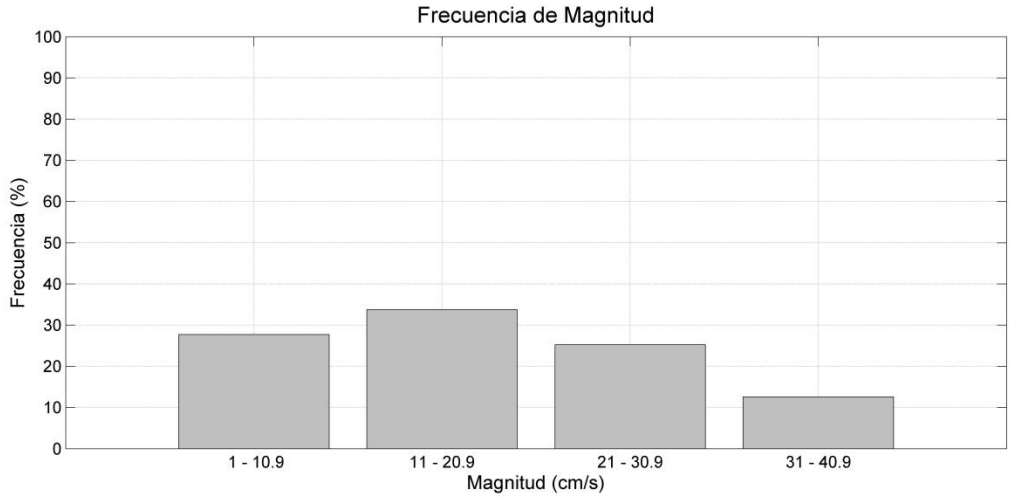


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros en canal Morla-Vicuña.

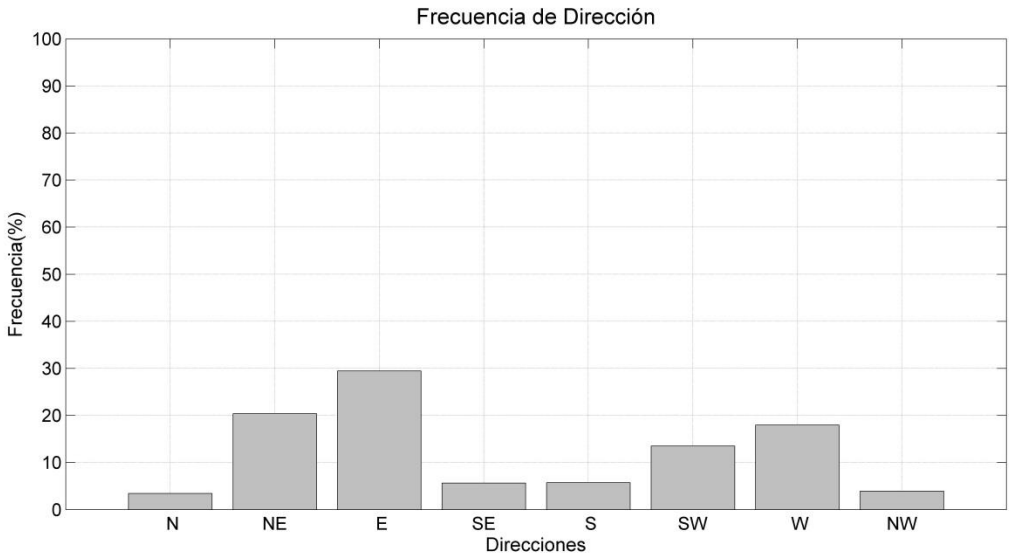


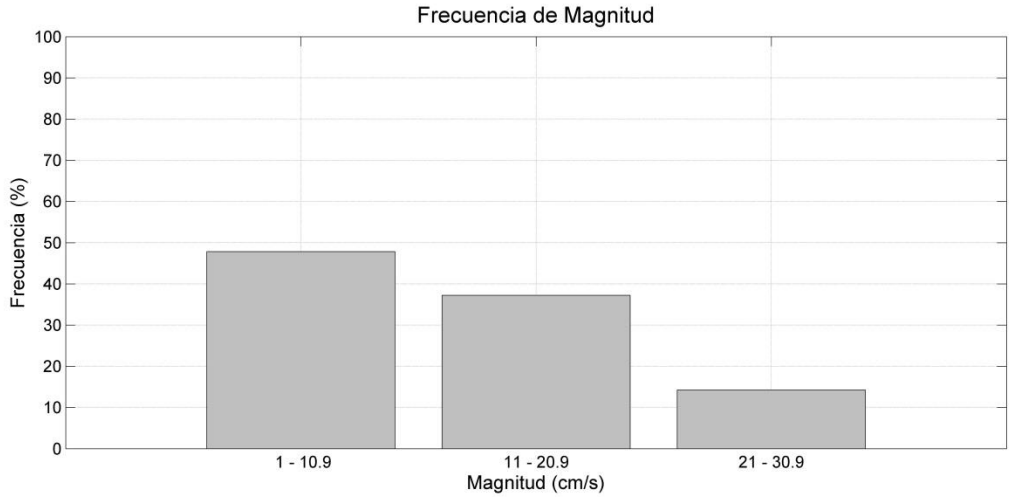
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros en canal Morla-Vicuña.



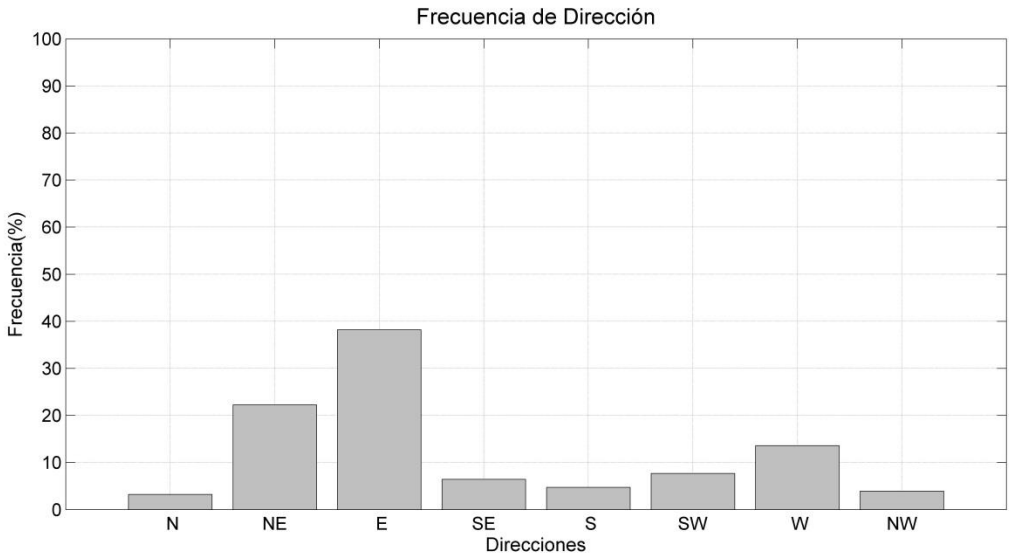


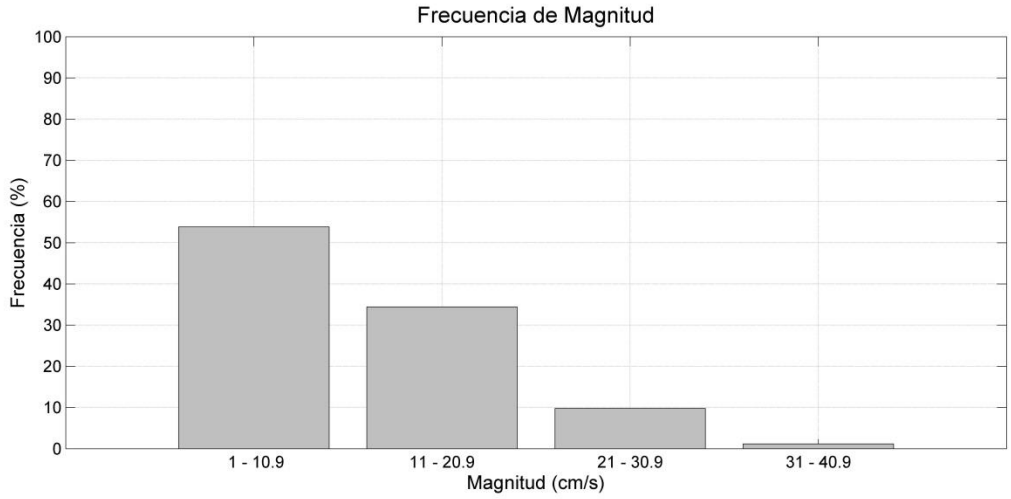
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros en canal Morla-Vicuña.



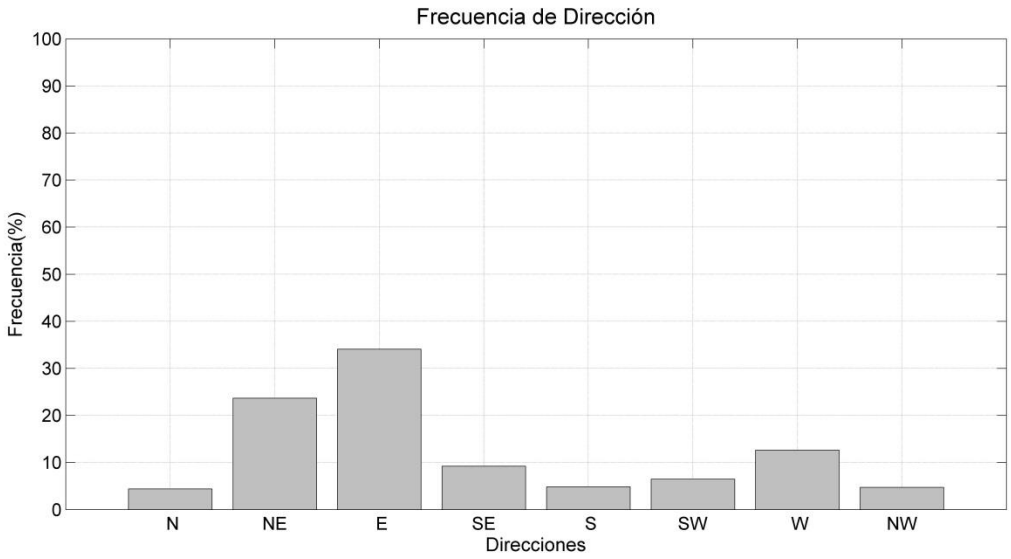


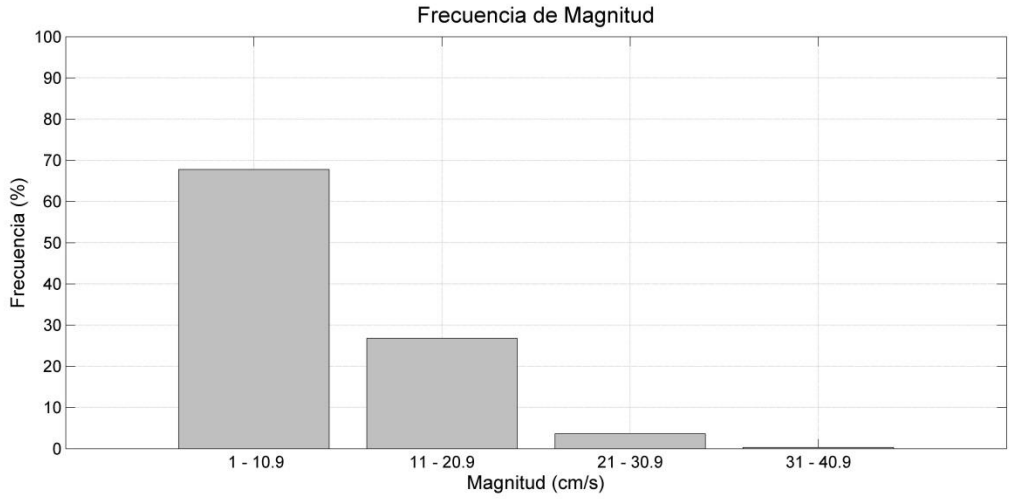
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros en canal Morla-Vicuña.



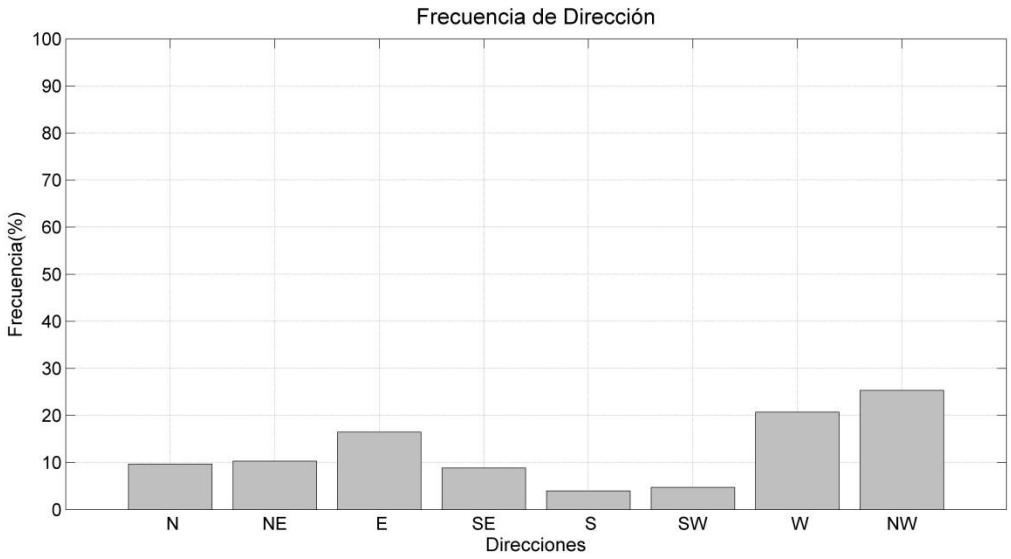


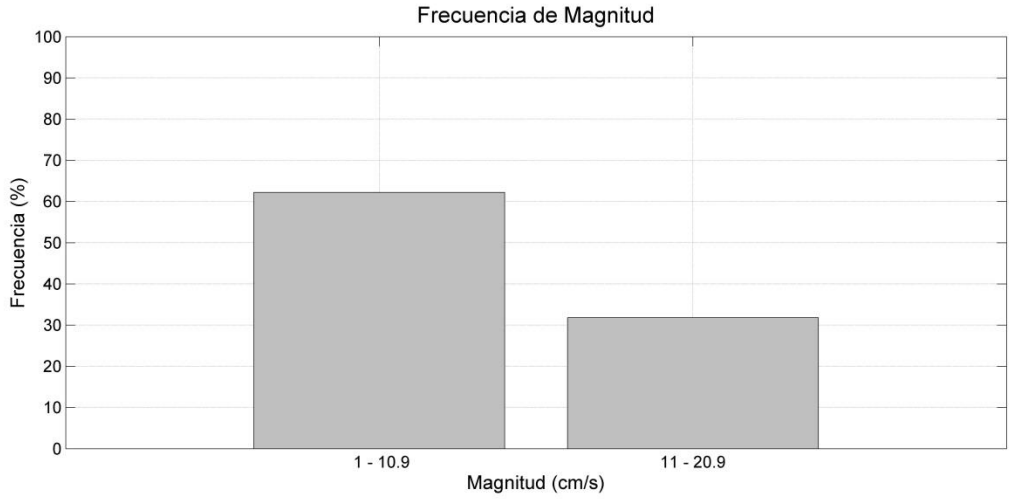
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros en canal Morla Vicuña.



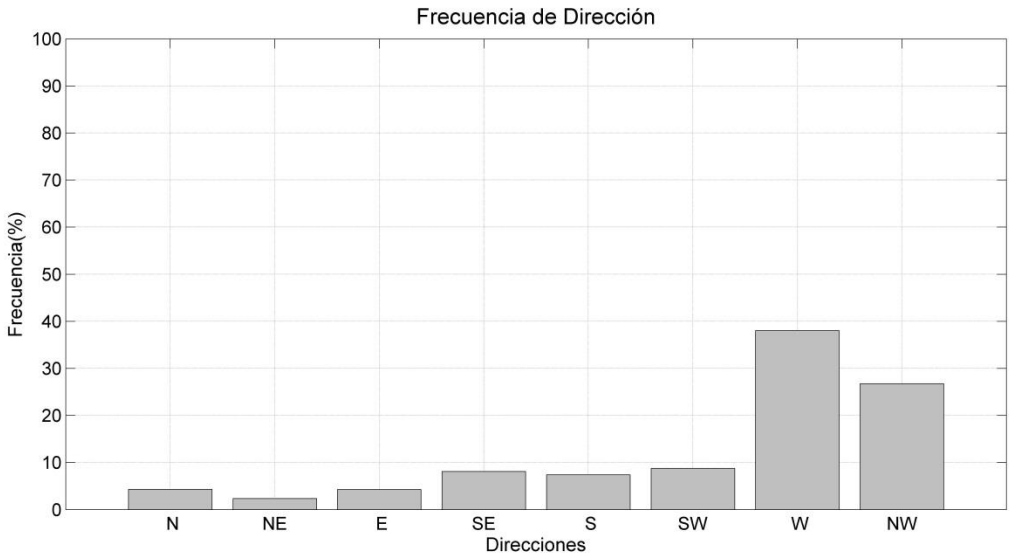


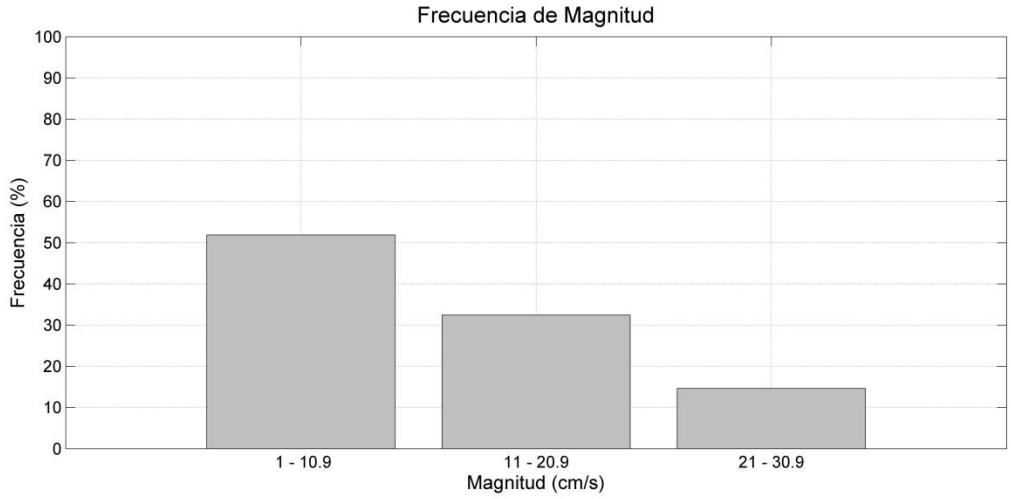
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros en canal Morla Vicuña.



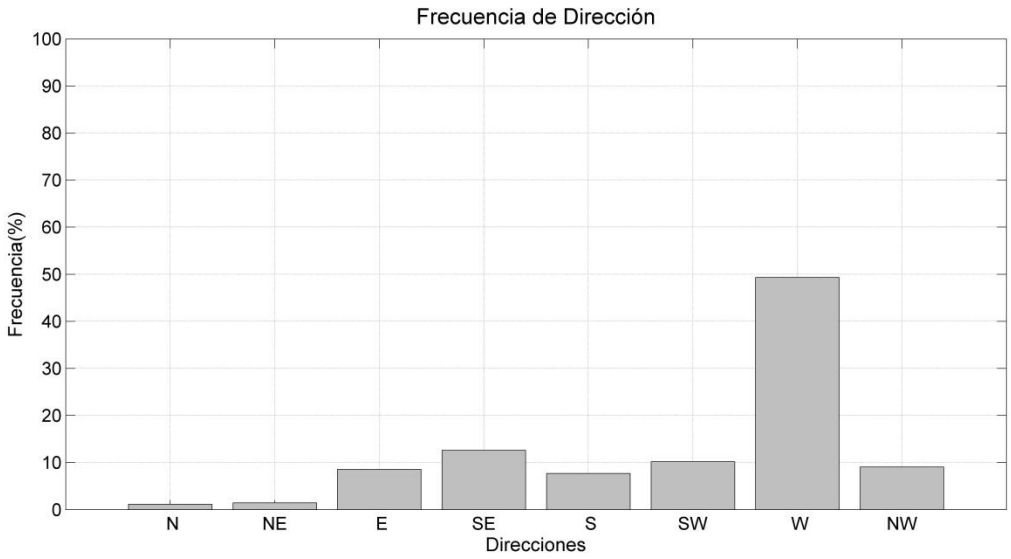


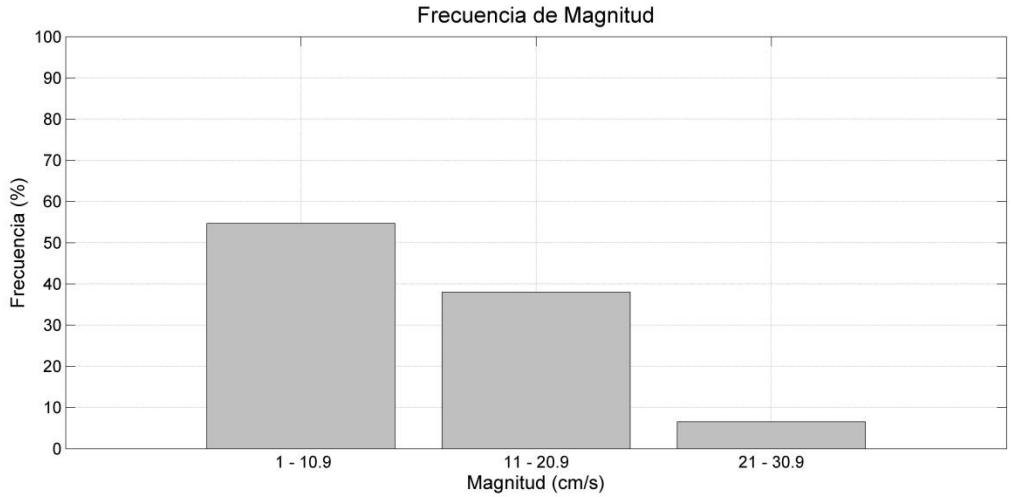
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros en seno de Ultima Esperanza.



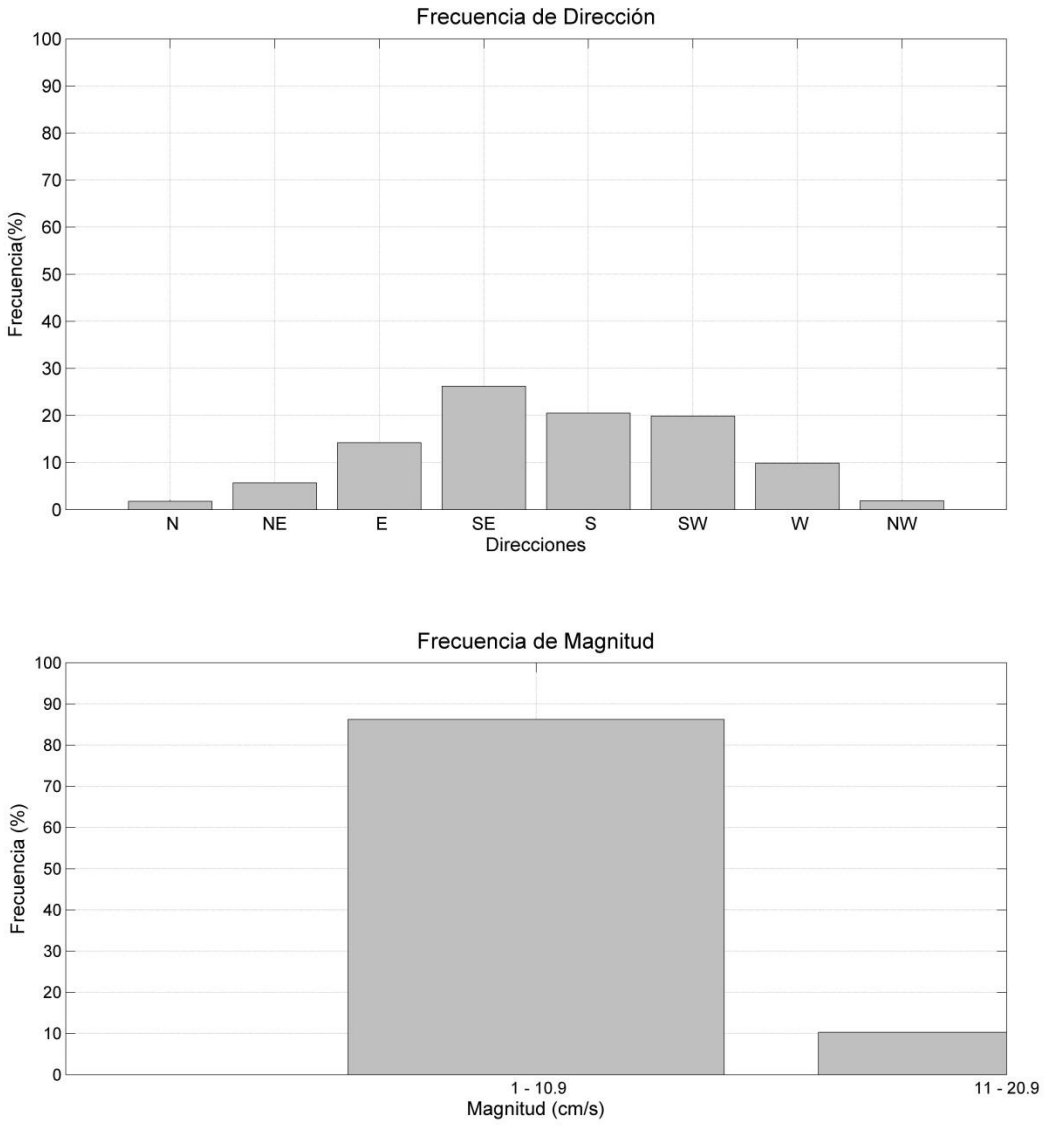


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros en Seno Ultima Esperanza.

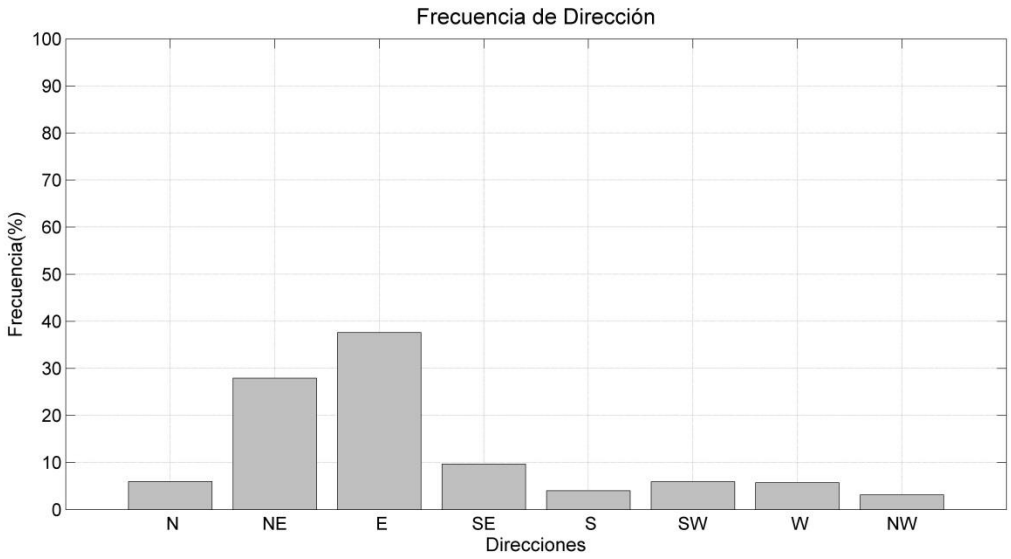


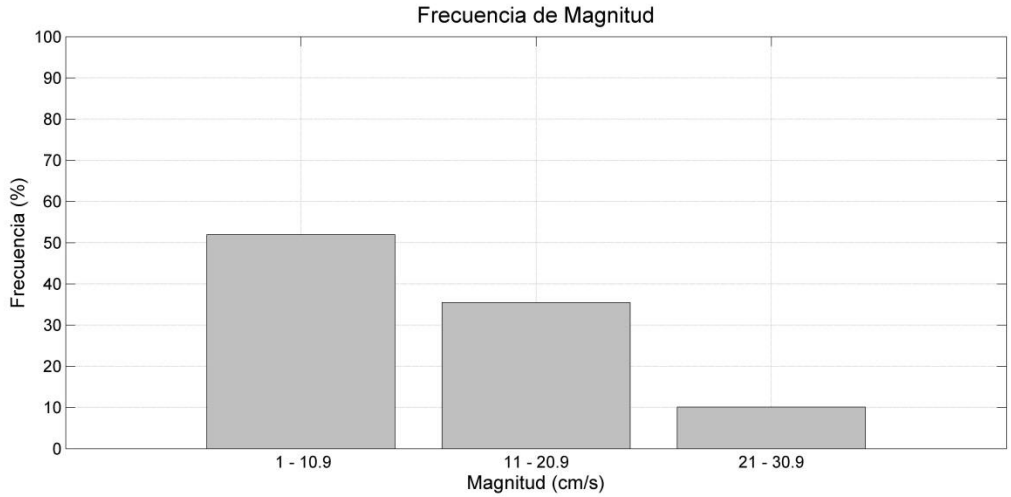


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros en Seno Ultima Esperanza.

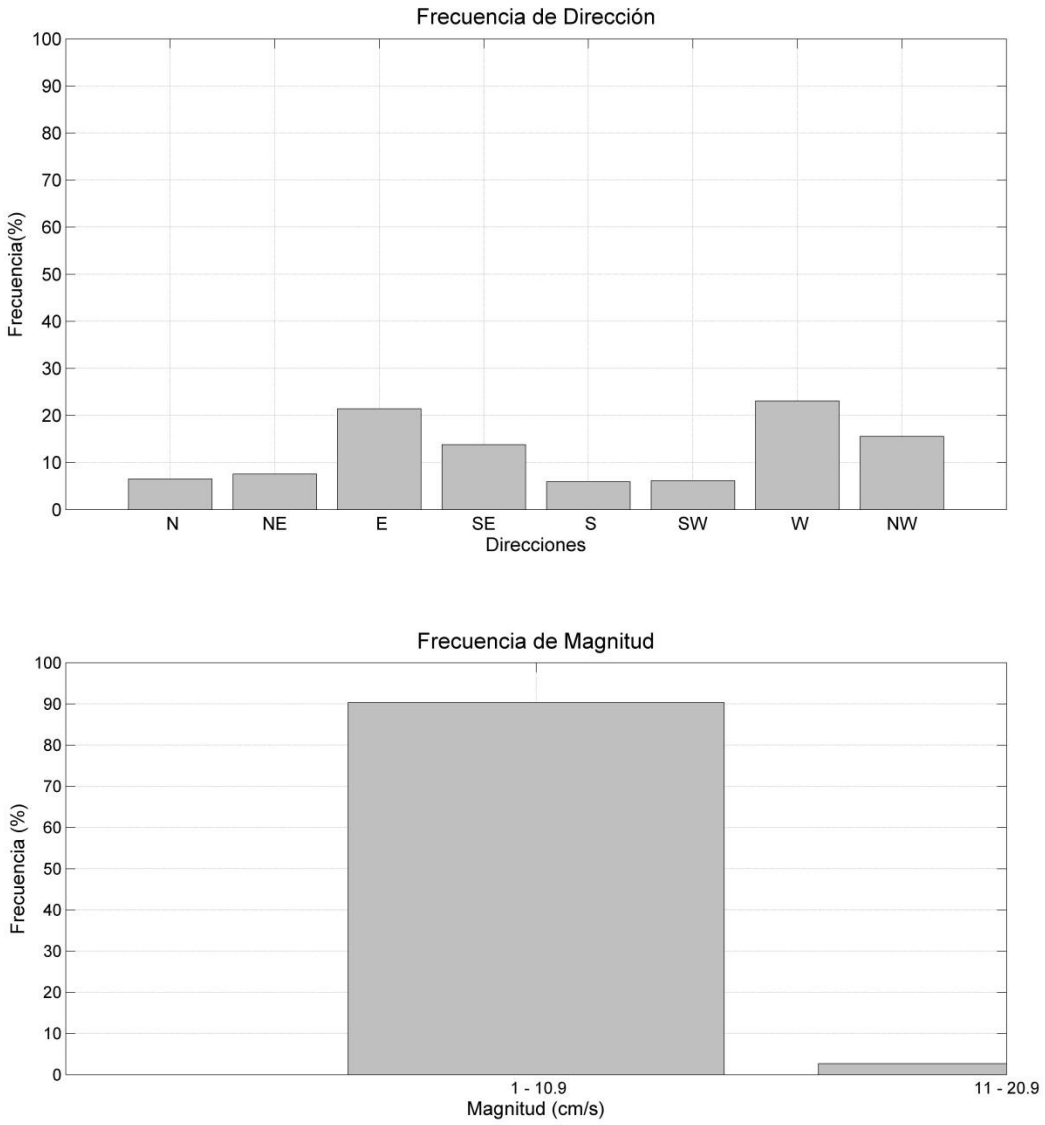


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros en Seno Ultima Esperanza.





Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros en Seno Ultima Esperanza.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros en Seno Ultima Esperanza.

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 metros. Golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	16	15	9	12	9	12	13	8	94
3 - 4.9	21	37	38	20	18	22	31	30	217
5 - 6.9	42	55	43	37	31	43	45	44	340
7 - 8.9	58	46	49	57	52	50	47	46	405
9 - 10.9	47	50	34	42	57	68	51	37	386
11 - 12.9	35	46	41	48	67	59	49	34	379
13 - 14.9	21	23	54	56	56	72	38	31	351
15 - 16.9	21	24	41	52	93	79	28	23	361
17 - 18.9	16	16	36	38	78	66	15	16	281
19 - 20.9	12	12	42	36	73	54	4	14	247
21 - 22.9	13	7	30	37	61	34	6	9	197
23 - 24.9	7	15	20	37	54	36	6	6	181
25 - 26.9	5	10	12	25	33	25	7	1	118
27 - 28.9	0	11	17	20	29	9	6	0	92
29 - 30.9	0	3	5	4	5	8	1	0	26
Totales	314	370	471	521	716	637	347	299	3675
%Dirección	8.52	10.04	12.79	14.14	19.44	17.29	9.42	8.12	99.76
Máximos	26.00	29.40	29.50	29.50	29.50	29.40	29.40	25.90	29.50
Media	10.89	11.63	13.98	14.97	16.21	14.74	11.10	10.83	13.05
Desv. STD	5.76	6.76	6.98	6.95	6.42	6.39	5.78	5.44	0.59

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-29.1	29.1	0.7	10.1
V(N-S)	-29.2	25.8	-4.2	10.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 metros. Golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	32	37	31	36	29	29	31	21	246
3 - 4.9	40	34	54	83	77	67	33	40	428
5 - 6.9	49	49	48	72	77	73	40	39	447
7 - 8.9	54	43	46	93	86	75	39	45	481
9 - 10.9	49	30	38	71	117	75	34	35	449
11 - 12.9	25	18	30	49	109	62	27	36	356
13 - 14.9	25	17	22	45	98	79	16	31	333
15 - 16.9	9	9	19	40	74	61	12	19	243
17 - 18.9	6	5	33	45	58	44	12	18	221
19 - 20.9	1	6	18	35	50	28	10	17	165
21 - 22.9	0	3	15	35	41	4	1	2	101
23 - 24.9	0	4	23	31	28	3	0	0	89
25 - 26.9	0	7	14	17	11	1	0	0	50
27 - 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	290	262	391	652	855	601	255	303	3609
%Dirección	7.98	7.21	10.76	17.94	23.52	16.53	7.02	8.34	99.28
Máximos	19.20	26.20	26.20	26.20	25.90	25.00	21.30	22.60	26.20
Media	7.93	8.75	11.34	11.52	12.14	10.65	8.67	9.78	10.10
Desv. STD	4.15	5.76	7.07	6.70	5.88	5.20	5.09	5.19	0.94

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-20.2	26.1	0.7	7.9
V(N-S)	-25.8	23.9	-4.0	8.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 metros. Golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	48	50	49	43	33	29	45	48	345
3 - 4.9	55	99	85	69	56	66	64	74	568
5 - 6.9	85	104	112	71	42	75	73	50	612
7 - 8.9	54	126	104	50	47	62	82	55	580
9 - 10.9	43	83	112	51	41	42	50	33	455
11 - 12.9	32	84	68	28	28	35	27	17	319
13 - 14.9	13	71	77	20	13	25	21	10	250
15 - 16.9	15	56	77	10	10	18	15	6	207
17 - 18.9	8	34	63	6	11	12	2	4	140
19 - 20.9	9	38	40	5	5	7	1	5	110
21 - 22.9	0	3	1	0	0	0	0	0	4
23 - 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	362	748	788	353	286	371	380	302	3590
%Dirección	9.95	20.56	21.66	9.70	7.86	10.20	10.45	8.30	98.68
Máximos	20.60	21.00	21.00	19.80	20.90	20.90	19.00	20.50	21.00
Media	7.50	9.62	10.18	7.48	7.74	8.21	7.31	6.73	8.10
Desv. STD	4.48	5.08	5.15	4.19	4.56	4.50	3.82	4.05	0.47

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-18.9	20.9	2.5	7.4
V(N-S)	-20.3	19.8	0.8	5.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	43	39	33	35	43	61	57	42	353
6 - 10.9	95	107	63	46	56	93	97	71	628
11 - 15.9	81	146	78	29	48	96	108	62	648
16 - 20.9	38	177	83	3	25	107	118	22	573
21 - 25.9	9	131	111	2	16	78	112	13	472
26 - 30.9	7	93	96	0	7	53	99	4	359
31 - 35.9	2	55	89	1	2	34	55	0	238
36 - 40.9	0	37	63	0	4	8	25	0	137
41 - 45.9	0	14	74	0	0	4	20	0	112
Totales	275	799	690	116	201	534	691	214	3520
%Dirección	7.78	22.62	19.53	3.28	5.69	15.11	19.56	6.06	99.63
Máximos	34.70	45.40	45.50	33.80	39.30	44.50	45.50	30.70	45.50
Media	11.55	19.81	24.84	8.87	12.43	17.24	19.82	11.22	15.72
Desv. STD	6.01	9.27	11.54	5.08	7.76	9.21	10.15	5.93	2.30

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-45.4	45.3	2.1	18.5
V(N-S)	-37.8	34.7	1.9	9.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	39	40	34	35	42	50	56	47	343
6 - 10.9	63	81	94	46	55	88	115	85	627
11 - 15.9	62	130	95	19	40	103	144	61	654
16 - 20.9	36	120	81	5	29	112	154	54	591
21 - 25.9	21	73	111	3	11	88	149	26	482
26 - 30.9	4	85	99	0	7	46	100	6	347
31 - 35.9	0	57	88	0	6	33	76	3	263
36 - 40.9	2	35	100	0	0	11	17	1	166
41 - 45.9	1	11	44	0	0	1	3	0	60
Totales	228	632	746	108	190	532	814	283	3533
%Dirección	6.43	17.83	21.05	3.05	5.36	15.01	22.97	7.99	99.69
Máximos	41.70	43.40	43.60	25.70	35.10	41.00	42.30	37.40	43.60
Media	12.61	19.94	23.74	8.82	12.20	17.46	19.10	12.69	15.82
Desv. STD	6.85	9.85	11.35	4.80	7.57	8.80	9.00	6.84	2.04

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-41.2	43.4	0.7	18.4
V(N-S)	-33.2	40.9	1.7	9.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	41	52	52	60	49	56	39	51	400
6 - 10.9	43	93	114	59	70	89	83	41	592
11 - 15.9	30	146	135	15	29	127	117	40	639
16 - 20.9	10	170	127	6	6	98	130	22	569
21 - 25.9	9	120	135	1	3	95	145	8	516
26 - 30.9	2	101	115	0	1	42	117	9	387
31 - 35.9	0	60	107	0	0	17	88	2	274
36 - 40.9	0	56	57	0	0	8	56	0	177
Totales	135	798	842	141	158	532	775	173	3554
%Dirección	3.77	22.30	23.53	3.94	4.41	14.86	21.65	4.83	99.30
Máximos	27.60	41.00	41.20	22.90	27.90	41.00	41.20	35.00	41.20
Media	9.90	19.97	20.90	7.50	8.63	16.37	21.43	11.38	14.51
Desv. STD	6.34	9.56	10.10	4.26	4.62	8.25	9.63	7.67	2.27

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-41.0	40.9	1.7	18.6
V(N-S)	-29.8	30.5	1.7	8.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	58	118	133	109	79	102	89	53	741
6 - 10.9	45	180	231	70	91	159	133	48	957
11 - 15.9	13	180	246	16	28	110	145	20	758
16 - 20.9	2	140	221	1	2	60	128	10	564
21 - 25.9	0	77	156	0	0	35	93	4	365
26 - 30.9	0	35	78	0	0	14	63	0	190
31 - 35.9	0	12	23	1	0	1	35	2	74
36 - 40.9	0	1	4	0	0	0	19	2	26
41 - 45.9	0	0	0	0	0	0	5	0	5
Totales	118	743	1092	197	200	481	710	139	3680
%Dirección	3.18	20.05	29.47	5.32	5.40	12.98	19.16	3.75	99.33
Máximos	18.90	38.40	38.20	33.90	17.00	31.10	46.60	37.60	46.60
Media	6.39	13.63	15.22	6.09	6.94	11.31	16.70	8.92	10.65
Desv. STD	3.85	7.28	7.70	3.76	3.36	6.48	9.42	6.75	2.19

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-46.5	37.9	2.3	14.0
V(N-S)	-21.1	23.8	0.9	6.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40 metros. Canal Morla-Vicuña.

.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	67	134	195	123	100	114	84	57	874
6 - 10.9	35	265	383	92	65	123	110	48	1121
11 - 15.9	12	230	358	20	7	31	93	29	780
16 - 20.9	1	128	270	1	0	10	80	5	495
21 - 25.9	0	47	153	0	0	1	59	3	263
26 - 30.9	0	13	40	0	0	0	46	0	99
31 - 35.9	0	3	11	0	0	1	20	2	37
36 - 40.9	1	1	0	0	0	0	5	0	7
41 - 45.9	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Totales	116	821	1410	236	172	280	498	144	3677
%Dirección	3.13	22.16	38.06	6.37	4.64	7.56	13.44	3.89	99.24
Máximos	36.50	38.90	34.80	16.80	14.60	31.70	43.00	34.50	43.00
Media	6.15	11.84	13.28	6.15	5.46	7.28	14.91	8.33	9.17
Desv. STD	4.57	6.02	6.64	3.14	2.91	4.28	9.09	5.72	2.03

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-42.5	35.5	4.8	11.5
V(N-S)	-17.1	36.1	1.8	4.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	103	217	244	186	105	116	93	73	1137
6 - 10.9	50	363	491	121	56	93	136	64	1374
11 - 15.9	2	180	306	23	10	25	115	22	683
16 - 20.9	1	79	147	5	1	3	66	9	311
21 - 25.9	0	23	49	0	0	0	29	1	102
26 - 30.9	0	7	14	0	0	0	11	1	33
31 - 35.9	0	0	2	0	0	0	7	0	9
36 - 40.9	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Totales	156	869	1253	335	172	237	460	170	3652
%Dirección	4.21	23.45	33.82	9.04	4.64	6.40	12.42	4.59	98.57
Máximos	16.90	30.90	31.90	20.20	17.80	17.20	41.70	26.10	41.70
Media	5.03	9.59	10.61	6.00	5.30	6.53	11.95	7.32	7.79
Desv. STD	2.68	5.21	5.50	3.42	3.15	3.61	7.41	4.72	1.57

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-41.2	30.6	3.7	9.1
V(N-S)	-17.7	16.0	1.3	4.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 metros. Seno Última Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	44	57	63	51	35	30	41	38	359
3 - 4.9	64	72	109	70	50	47	73	77	562
5 - 6.9	68	71	102	74	34	23	72	90	534
7 - 8.9	66	55	93	58	15	36	88	111	522
9 - 10.9	45	57	72	31	5	21	100	111	442
11 - 12.9	33	28	65	18	3	12	97	126	382
13 - 14.9	15	11	43	21	1	7	71	94	263
15 - 16.9	5	17	25	6	0	4	69	104	230
17 - 18.9	12	14	20	4	0	1	66	81	198
19 - 20.9	9	4	16	1	0	0	54	80	164
21 - 22.9	5	4	17	0	0	0	52	57	135
23 - 24.9	3	1	6	0	0	0	15	10	35
25 - 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	369	391	631	334	143	181	798	979	3826
%Dirección	9.49	10.06	16.23	8.59	3.68	4.66	20.52	25.18	98.41
Máximos	23.20	23.00	23.60	19.90	14.70	17.80	23.70	23.70	23.70
Media	7.91	7.59	8.70	6.65	4.57	6.54	11.79	12.09	8.23
Desv. STD	4.83	4.72	5.28	3.88	2.66	3.73	5.94	5.67	1.10

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-23.3	23.6	-2.6	9.0
V(N-S)	-16.8	23.2	2.7	5.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 metros. Seno Última Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	21	23	23	22	50	45	37	25	246
3 - 4.9	38	18	29	76	81	77	93	60	472
5 - 6.9	28	24	25	76	74	69	107	75	478
7 - 8.9	34	10	26	62	50	41	125	104	452
9 - 10.9	13	7	19	37	18	43	131	94	362
11 - 12.9	8	1	18	22	6	28	145	87	315
13 - 14.9	10	0	9	11	2	19	131	85	267
15 - 16.9	5	1	3	0	0	12	149	85	255
17 - 18.9	1	0	3	2	0	1	126	63	196
19 - 20.9	1	0	4	0	0	1	137	79	222
21 - 22.9	0	1	0	0	0	0	98	95	194
23 - 24.9	1	0	1	0	0	0	82	69	153
25 - 26.9	3	0	0	0	0	0	63	50	116
27 - 28.9	0	1	0	0	0	0	36	53	90
29 - 30.9	0	0	0	0	0	0	8	6	14
Totales	163	86	160	308	281	336	1468	1030	3832
%Dirección	4.21	2.22	4.13	7.95	7.26	8.68	37.90	26.59	98.94
Máximos	26.10	28.10	24.40	18.30	13.40	20.40	29.20	29.20	29.20
Media	7.24	5.36	7.51	6.75	5.41	7.02	14.47	14.93	8.59
Desv. STD	4.85	4.17	4.66	3.20	2.59	4.00	6.84	7.36	1.65

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-28.8	24.4	-8.2	9.2
V(N-S)	-15.6	25.6	2.2	6.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 metros. Seno Última Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	15	11	34	30	49	46	48	38	271
3 - 4.9	6	15	39	73	83	75	97	36	424
5 - 6.9	13	8	25	74	78	91	131	50	470
7 - 8.9	1	6	61	100	41	71	191	39	510
9 - 10.9	2	7	26	79	26	58	213	41	452
11 - 12.9	0	2	41	43	13	26	287	28	440
13 - 14.9	0	2	32	36	5	16	262	27	380
15 - 16.9	0	0	24	15	0	5	211	35	290
17 - 18.9	0	0	21	14	0	3	171	13	222
19 - 20.9	0	0	10	7	0	0	109	19	145
21 - 22.9	0	0	9	10	0	0	78	16	113
23 - 24.9	0	0	6	2	0	0	67	6	81
25 - 26.9	0	0	0	2	0	0	42	3	47
27 - 28.9	0	0	0	1	0	1	11	0	13
29 - 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	37	51	328	486	295	392	1918	351	3858
%Dirección	0.95	1.31	8.43	12.50	7.59	10.08	49.32	9.03	99.20
Máximos	9.10	14.30	24.80	27.30	14.30	27.20	27.40	25.80	27.40
Media	3.59	5.42	10.08	8.91	5.73	7.00	13.19	10.51	8.05
Desv. STD	2.54	3.56	5.74	4.81	2.91	3.63	5.71	6.19	1.41

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-27.4	25.2	-6.0	9.8
V(N-S)	-20.8	18.5	-0.9	4.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30 metros. Seno Última Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	37	53	91	108	147	90	50	40	616
3 - 4.9	12	44	108	201	209	147	40	22	783
5 - 6.9	9	39	95	261	236	186	45	4	875
7 - 8.9	0	41	89	227	156	165	59	0	737
9 - 10.9	0	20	81	145	45	107	61	0	459
11 - 12.9	0	11	54	73	17	58	50	0	263
13 - 14.9	0	5	20	23	1	29	22	0	100
15 - 16.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	58	213	538	1038	811	782	327	66	3833
%Dirección	1.47	5.39	13.62	26.28	20.53	19.80	8.28	1.67	97.04
Máximos	6.90	14.20	14.40	14.40	13.90	14.40	14.40	6.40	14.40
Media	2.42	5.41	6.55	6.64	5.37	6.67	7.17	2.48	5.34
Desv. STD	1.73	3.30	3.49	3.02	2.50	3.19	3.89	1.48	0.85

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.9	13.8	0.7	5.2
V(N-S)	-13.6	10.4	-3.1	3.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40 metros. Seno Última Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	36	56	78	54	46	45	51	39	405
3 - 4.9	42	81	127	74	40	36	39	27	466
5 - 6.9	28	82	124	57	31	50	37	18	427
7 - 8.9	22	99	132	40	12	28	23	13	369
9 - 10.9	25	106	140	38	4	20	20	4	357
11 - 12.9	23	105	150	37	3	22	14	5	359
13 - 14.9	16	96	147	22	3	17	13	4	318
15 - 16.9	12	103	136	13	1	4	5	2	276
17 - 18.9	9	95	126	13	3	3	2	2	253
19 - 20.9	1	69	98	5	0	0	2	0	175
21 - 22.9	2	83	84	4	0	0	3	0	176
23 - 24.9	2	50	66	4	1	0	1	0	124
25 - 26.9	0	46	40	5	1	0	0	0	92
27 - 28.9	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Totales	218	1072	1449	366	145	225	210	114	3799
%Dirección	5.60	27.53	37.21	9.40	3.72	5.78	5.39	2.93	97.56
Máximos	24.80	27.00	27.00	26.80	25.40	18.00	23.30	17.50	27.00
Media	7.76	13.20	12.68	8.15	4.89	6.80	6.53	4.99	8.13
Desv. STD	5.37	6.81	6.58	5.58	4.14	4.17	4.81	3.96	1.10

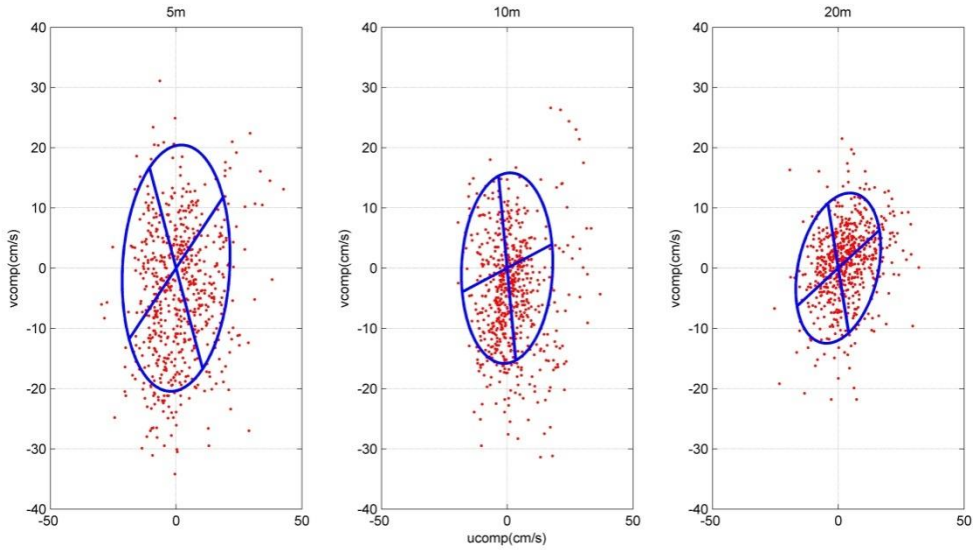
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-22.9	26.9	7.4	8.3
V(N-S)	-24.8	24.3	2.2	5.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50 metros. Seno Última Esperanza.

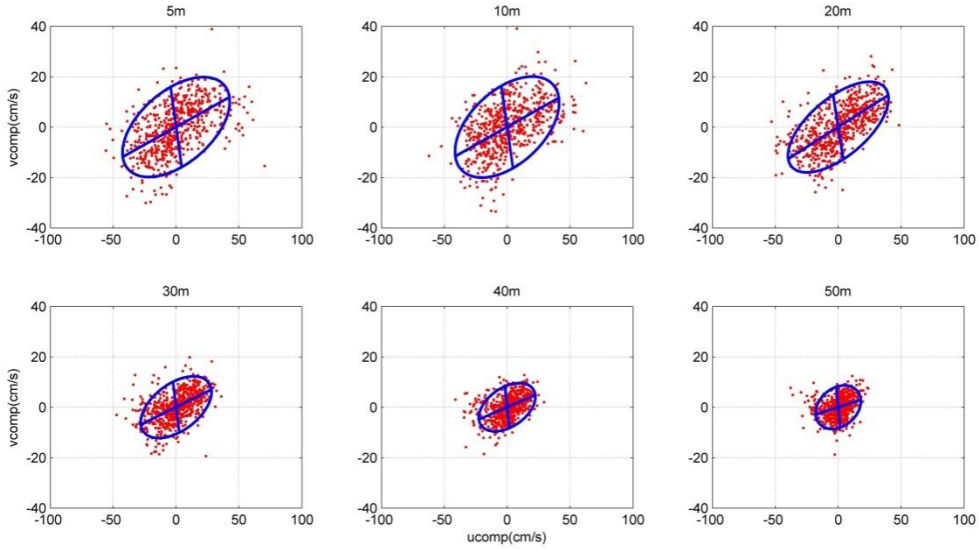
Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	140	147	208	152	107	125	183	158	1220
3 - 4.9	67	101	266	140	62	66	255	204	1161
5 - 6.9	13	17	193	104	24	25	218	124	718
7 - 8.9	2	4	101	75	13	3	121	63	382
9 - 10.9	0	0	44	29	0	0	69	21	163
11 - 12.9	0	0	13	12	0	0	27	14	66
13 - 14.9	0	0	5	6	0	0	12	9	32
15 - 16.9	0	0	0	2	0	0	1	1	4
17 - 18.9	0	0	0	0	0	0	1	5	6
Totales	222	269	830	520	206	219	887	599	3752
%Dirección	5.50	6.67	20.57	12.89	5.11	5.43	21.98	14.85	92.99
Máximos	7.80	8.70	13.30	15.50	8.40	7.80	18.20	18.70	18.70
Media	2.43	2.67	4.71	4.70	2.92	2.80	5.21	4.73	3.77
Desv. STD	1.37	1.47	2.59	2.97	1.93	1.62	2.96	2.99	0.71

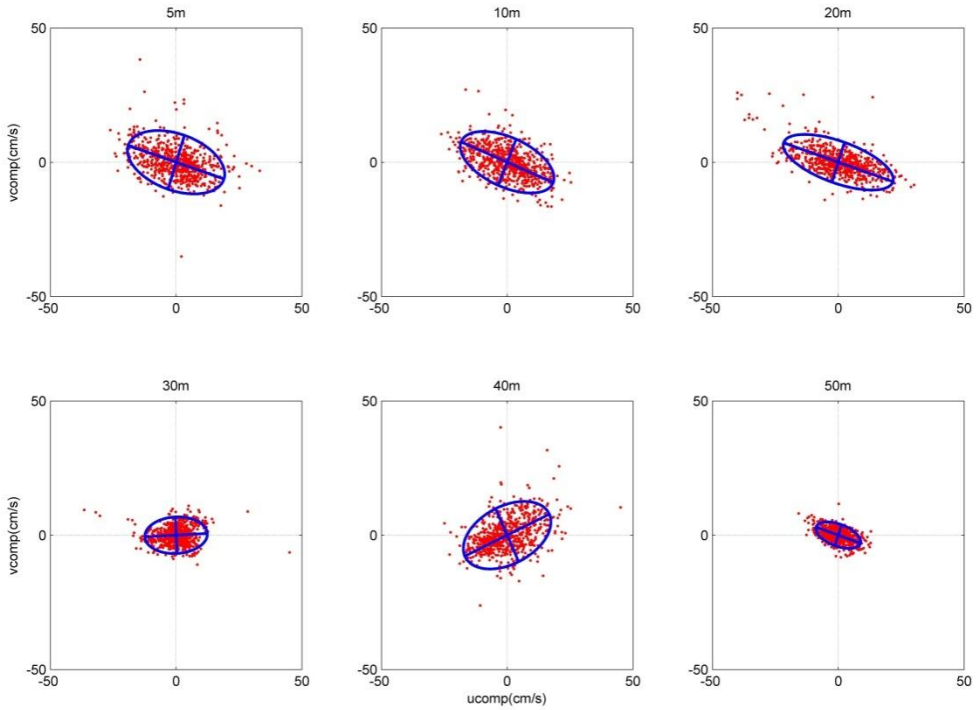
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-17.3	12.8	-0.3	4.5
V(N-S)	-9.6	9.6	0.1	2.4



Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20 metros en Golfo Montt.

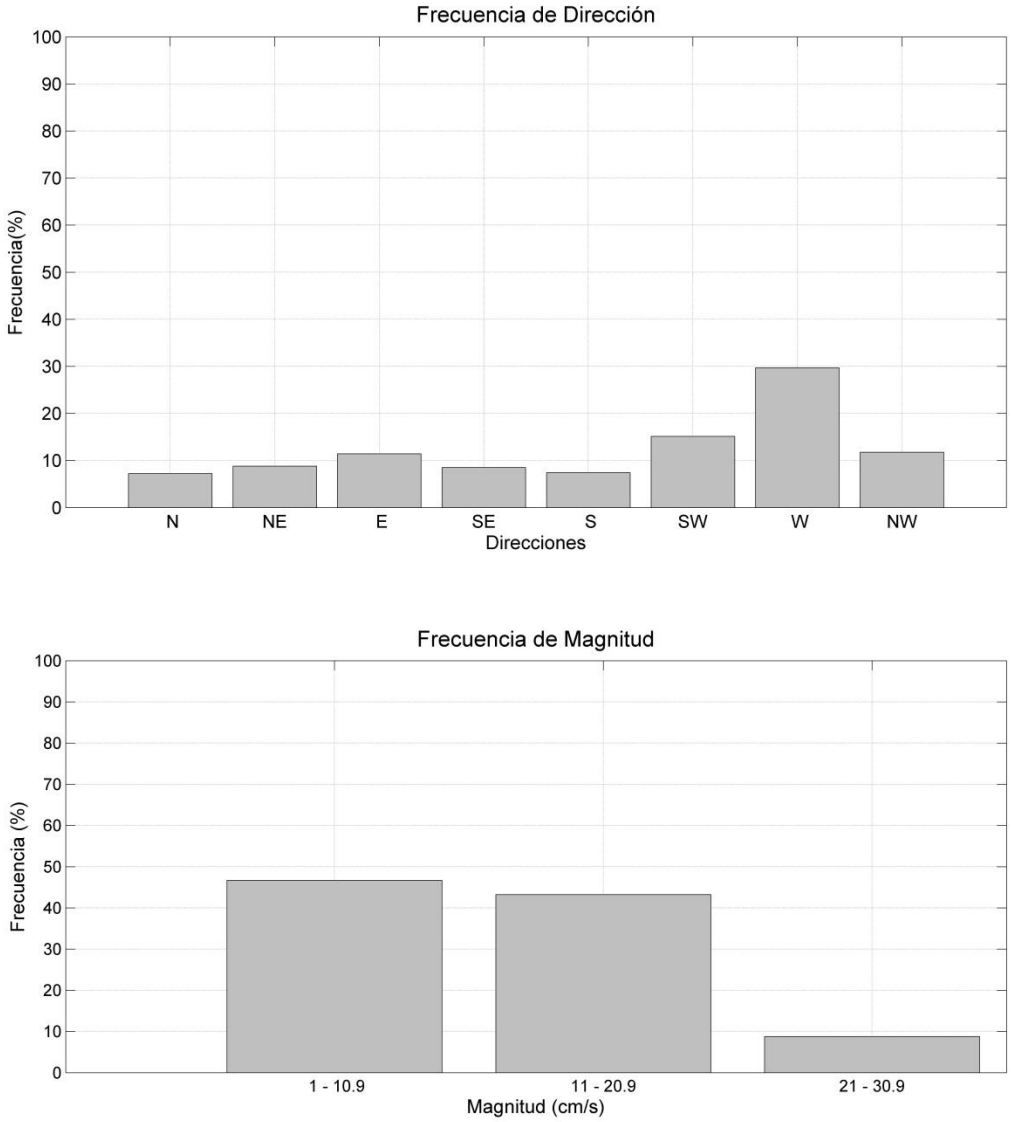


Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40-50 metros en canal Morla Vicuña.

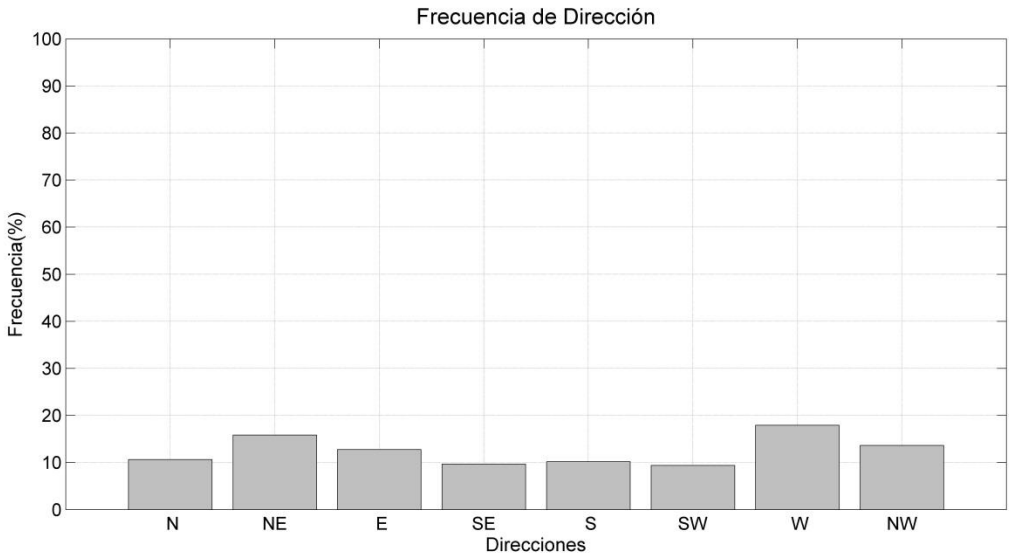


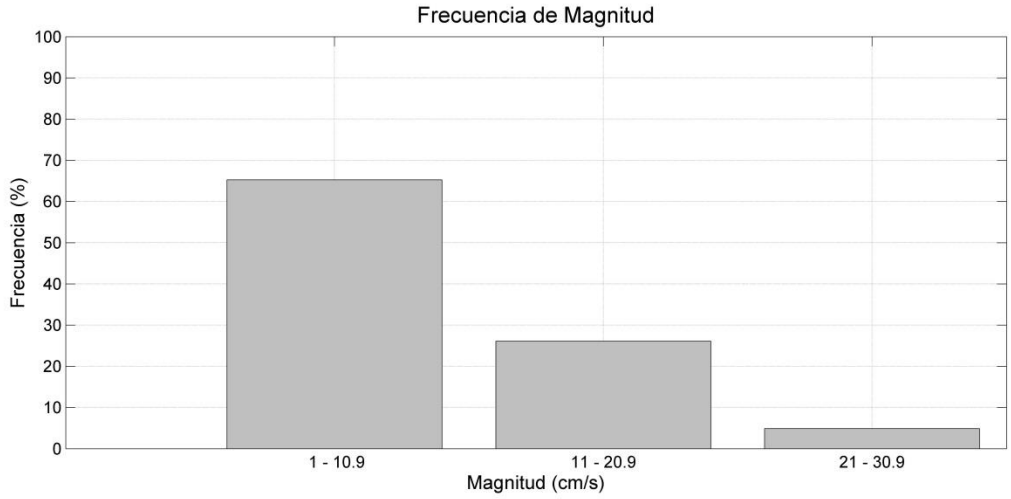
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40-50 metros en estero Ultima Esperanza.

Campaña de Invierno 2012 Golfo Almirante Montt.

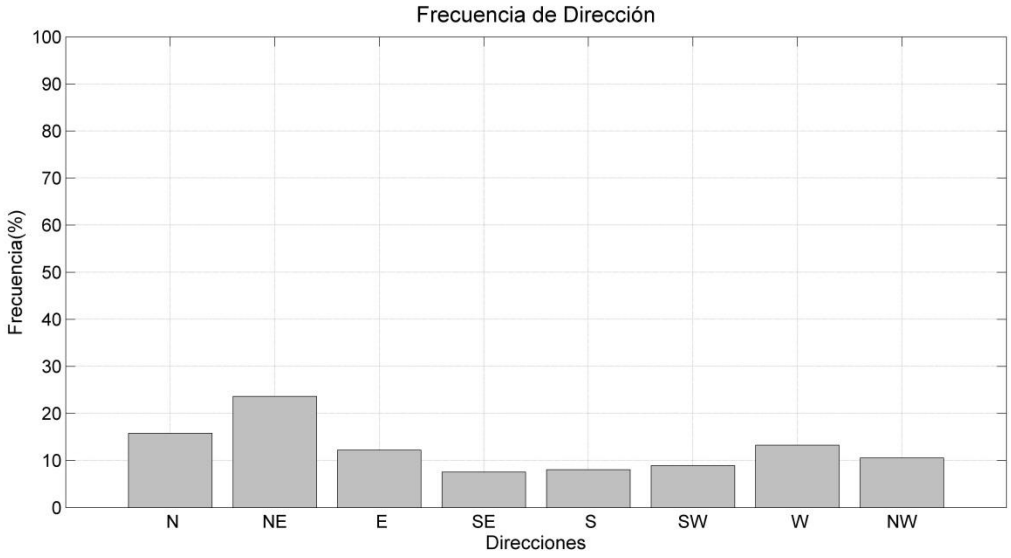


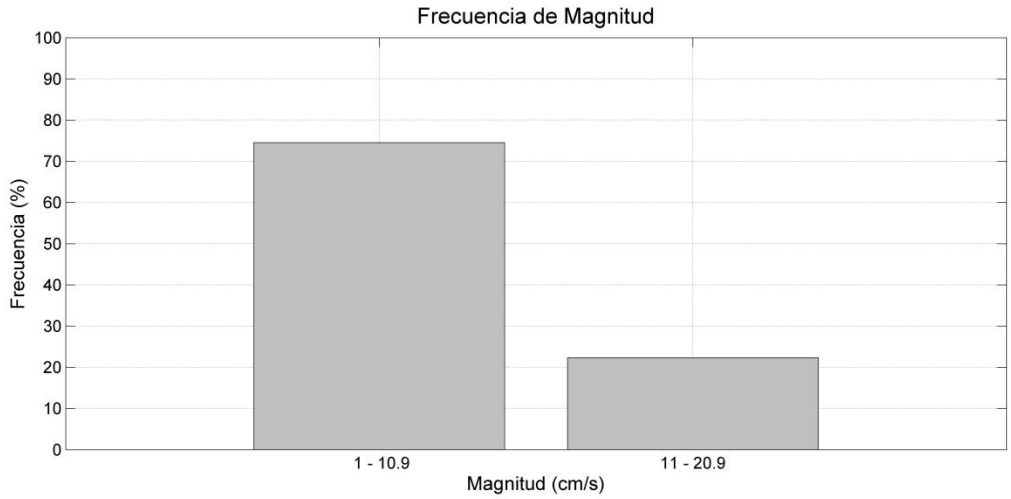
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en Golfo Almte. Montt.



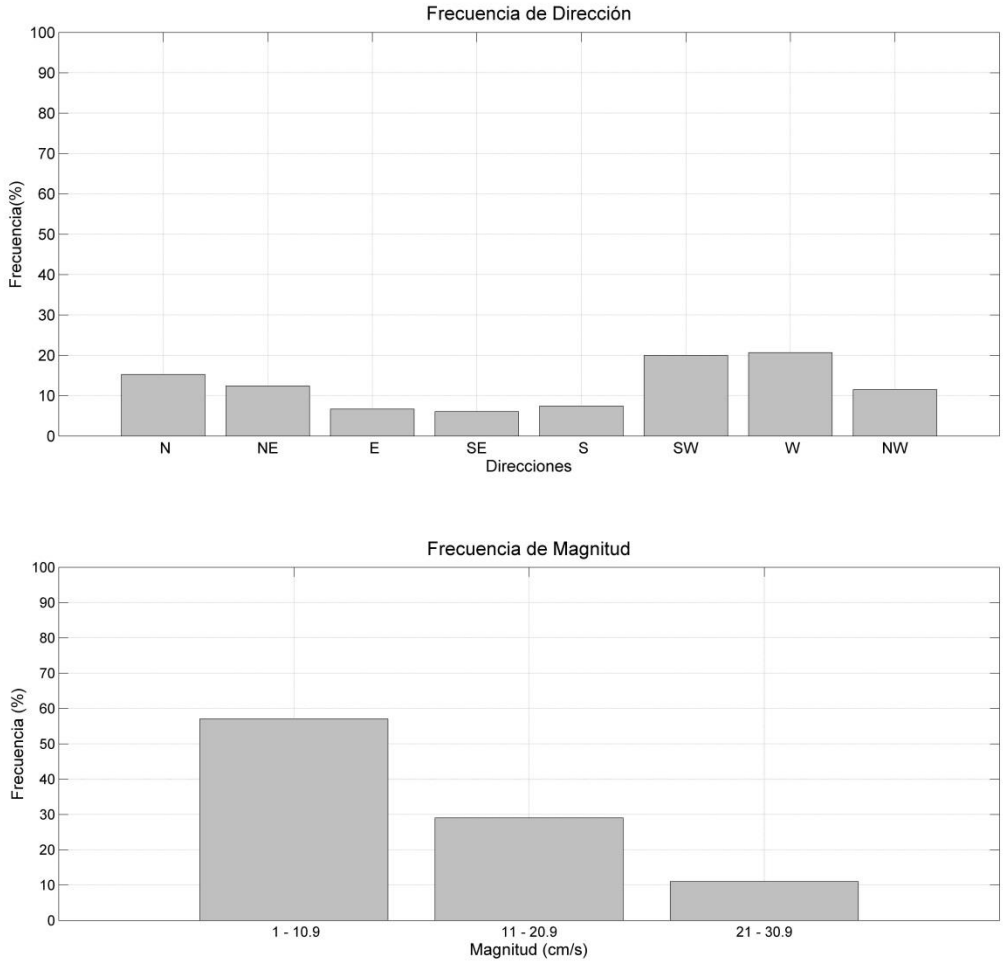


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en Golfo Almte. Montt

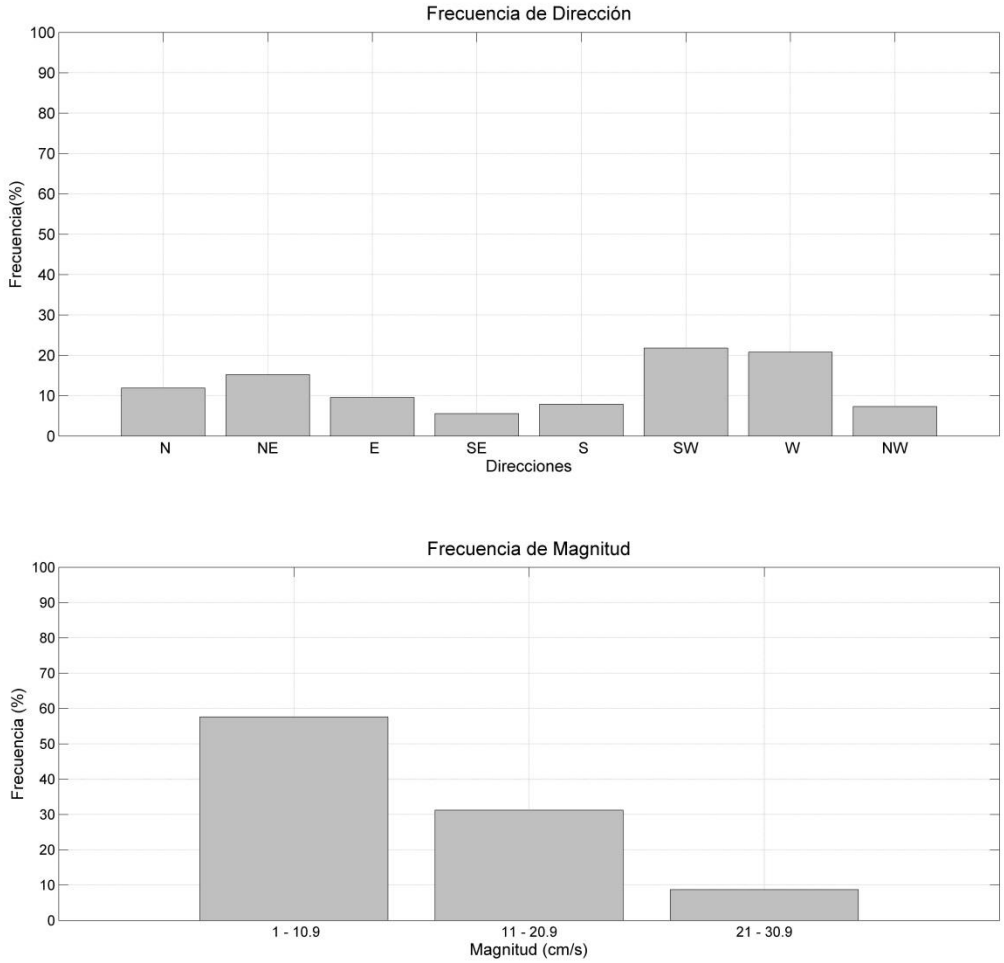




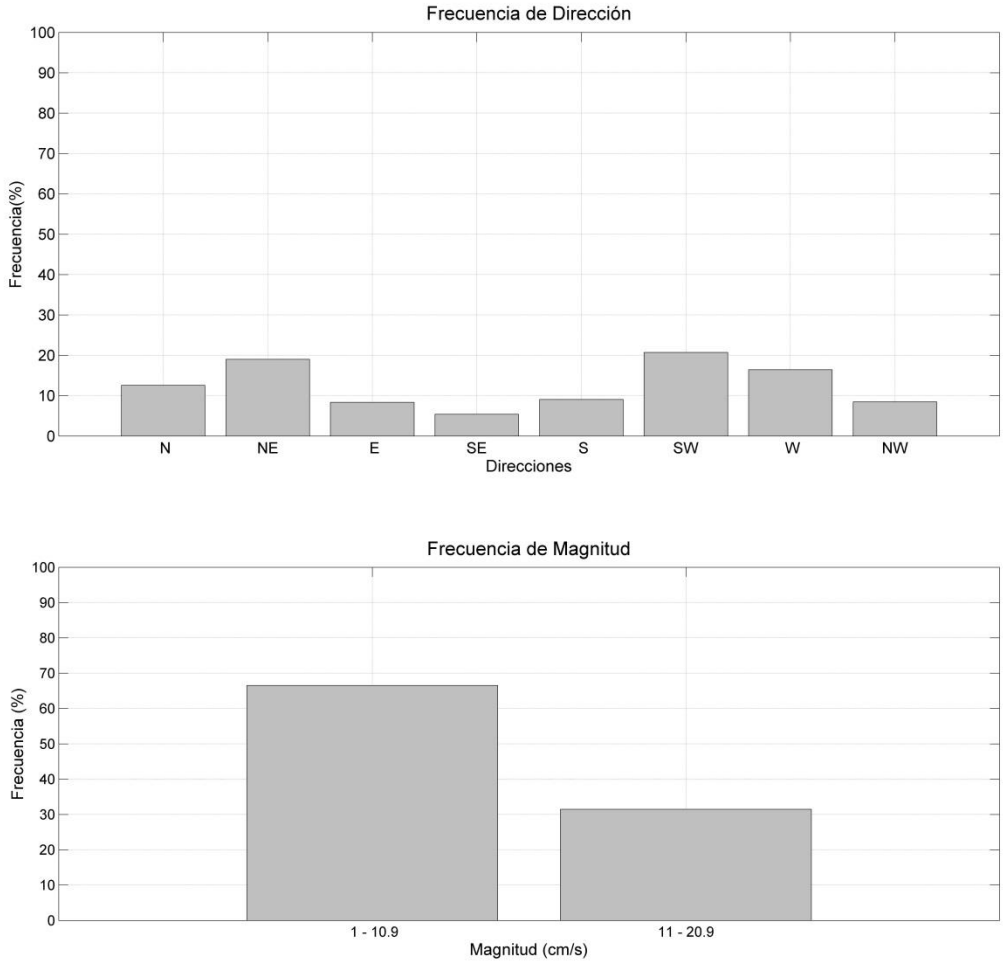
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en Golfo Almte. Montt.



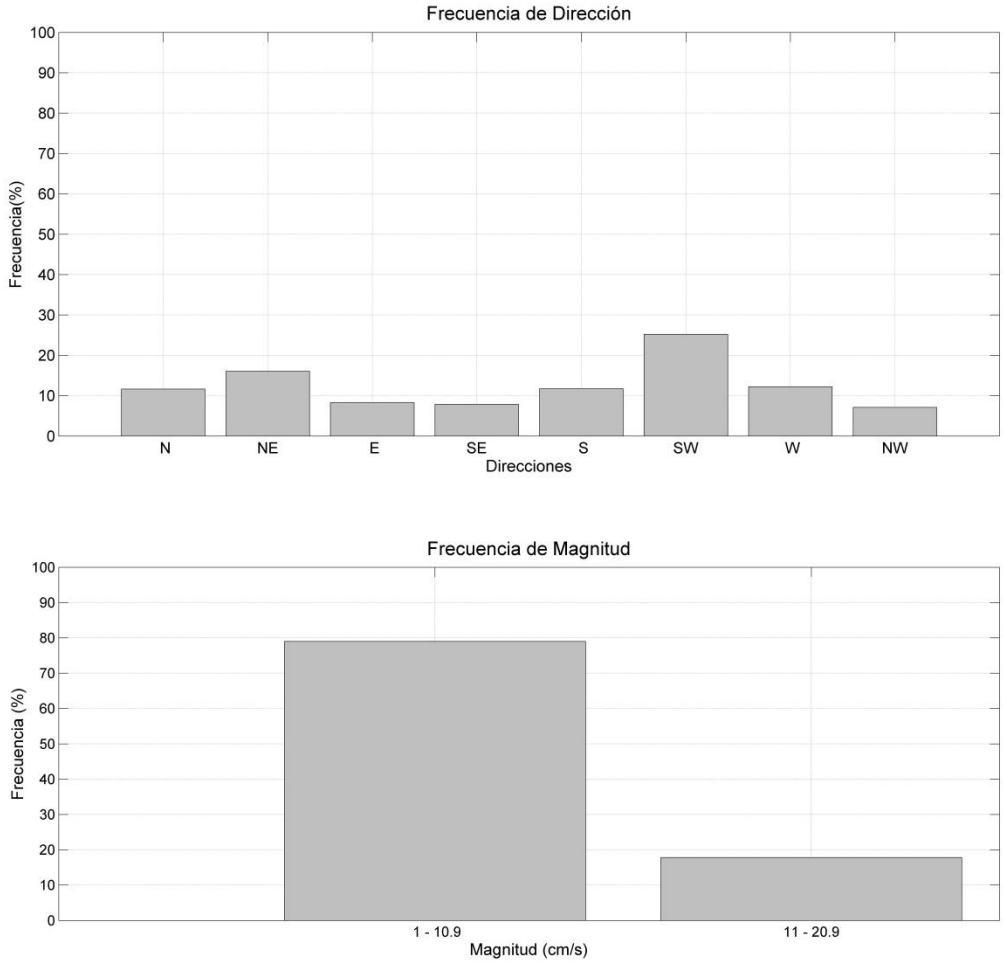
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en estero de Poca Esperanza.



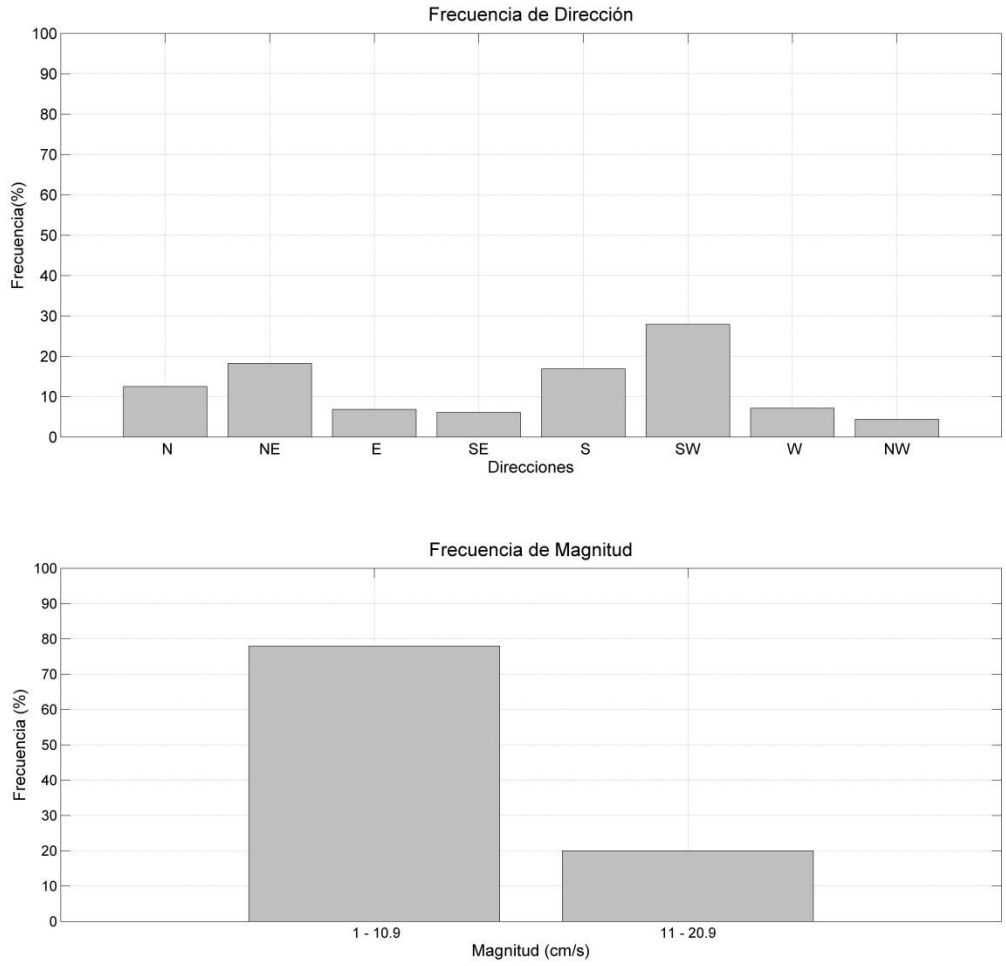
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en estero de Poca Esperanza.



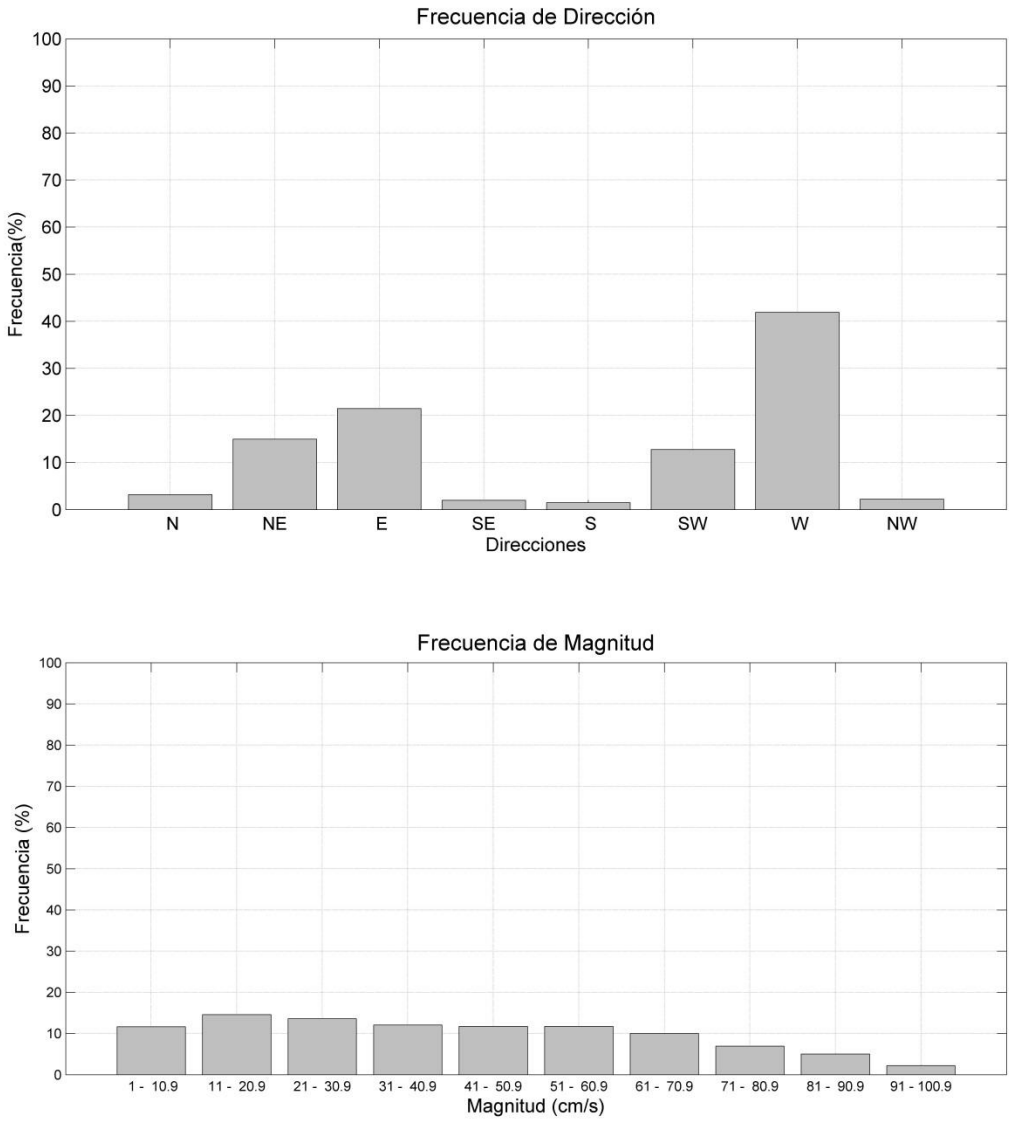
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en estero de Poca Esperanza.



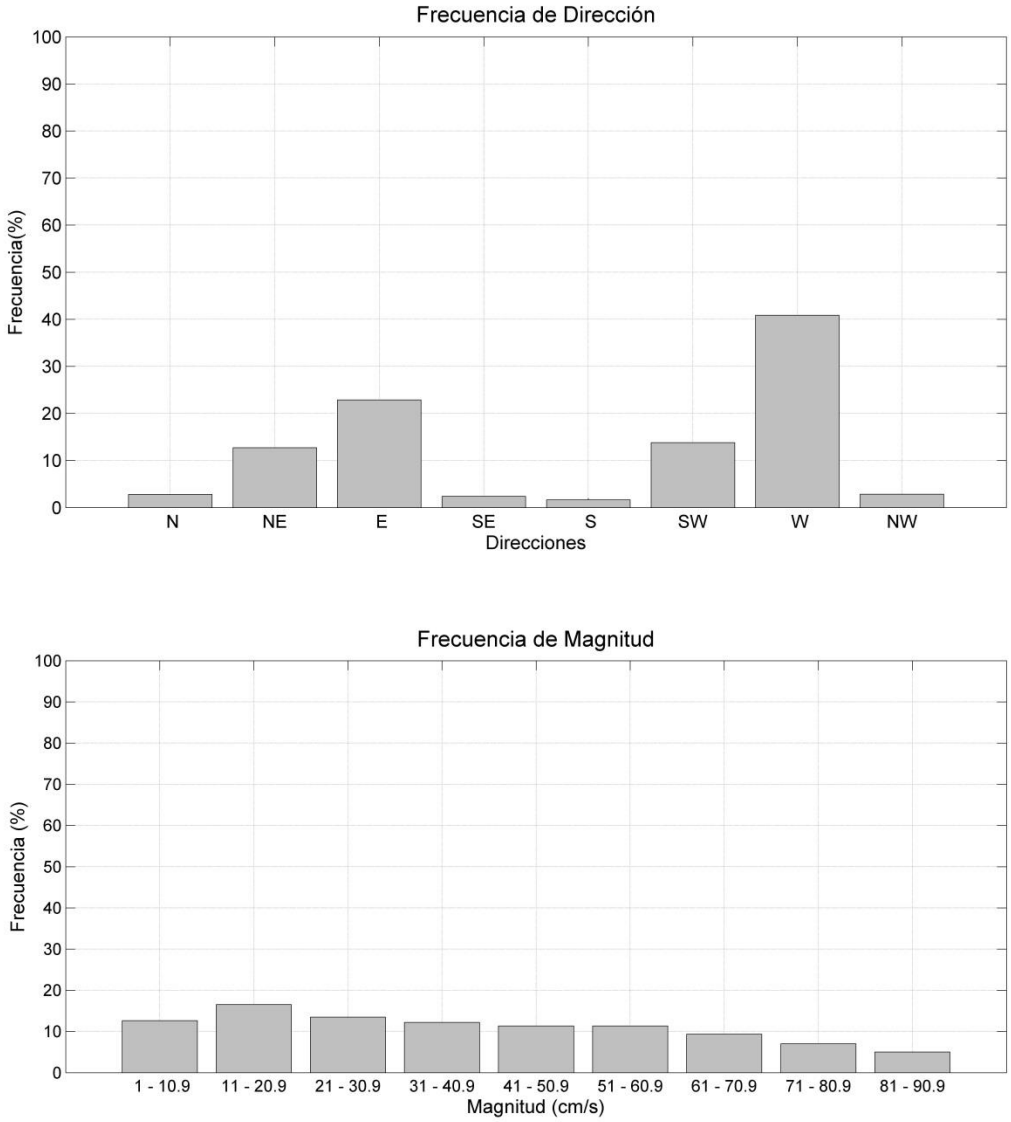
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en estero de Poca Esperanza.



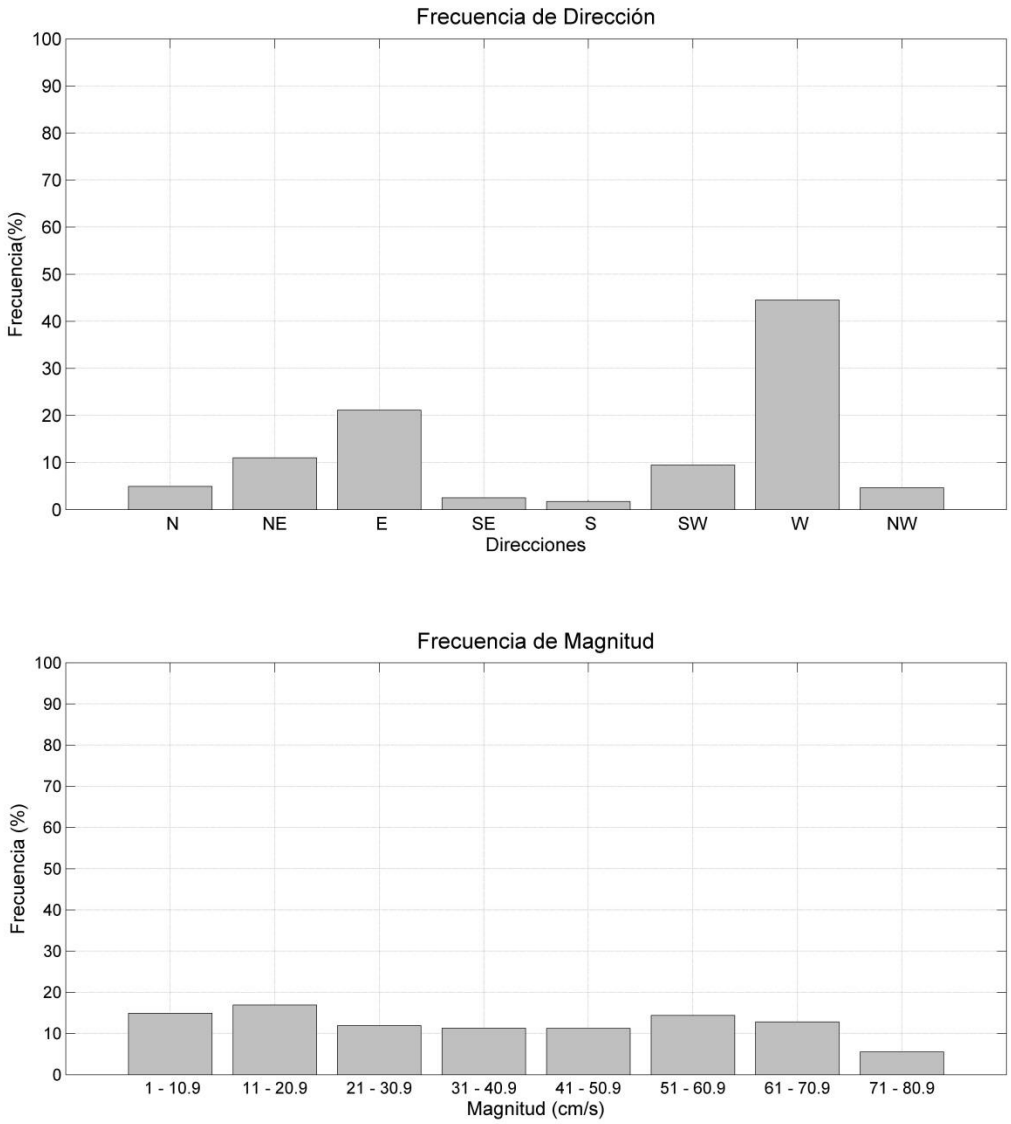
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en estero de Poca Esperanza.



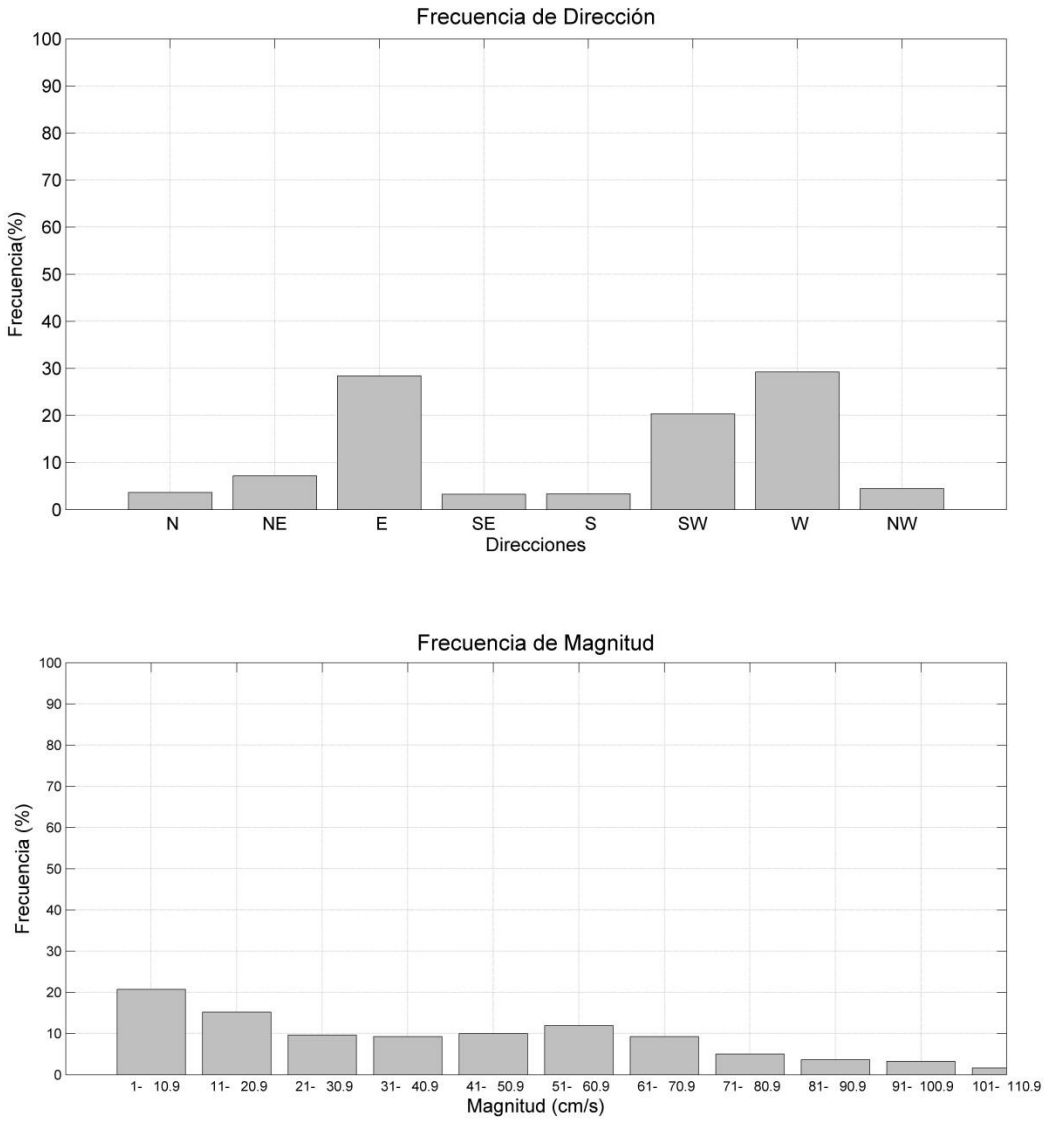
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en canal Morla-Vicuña.



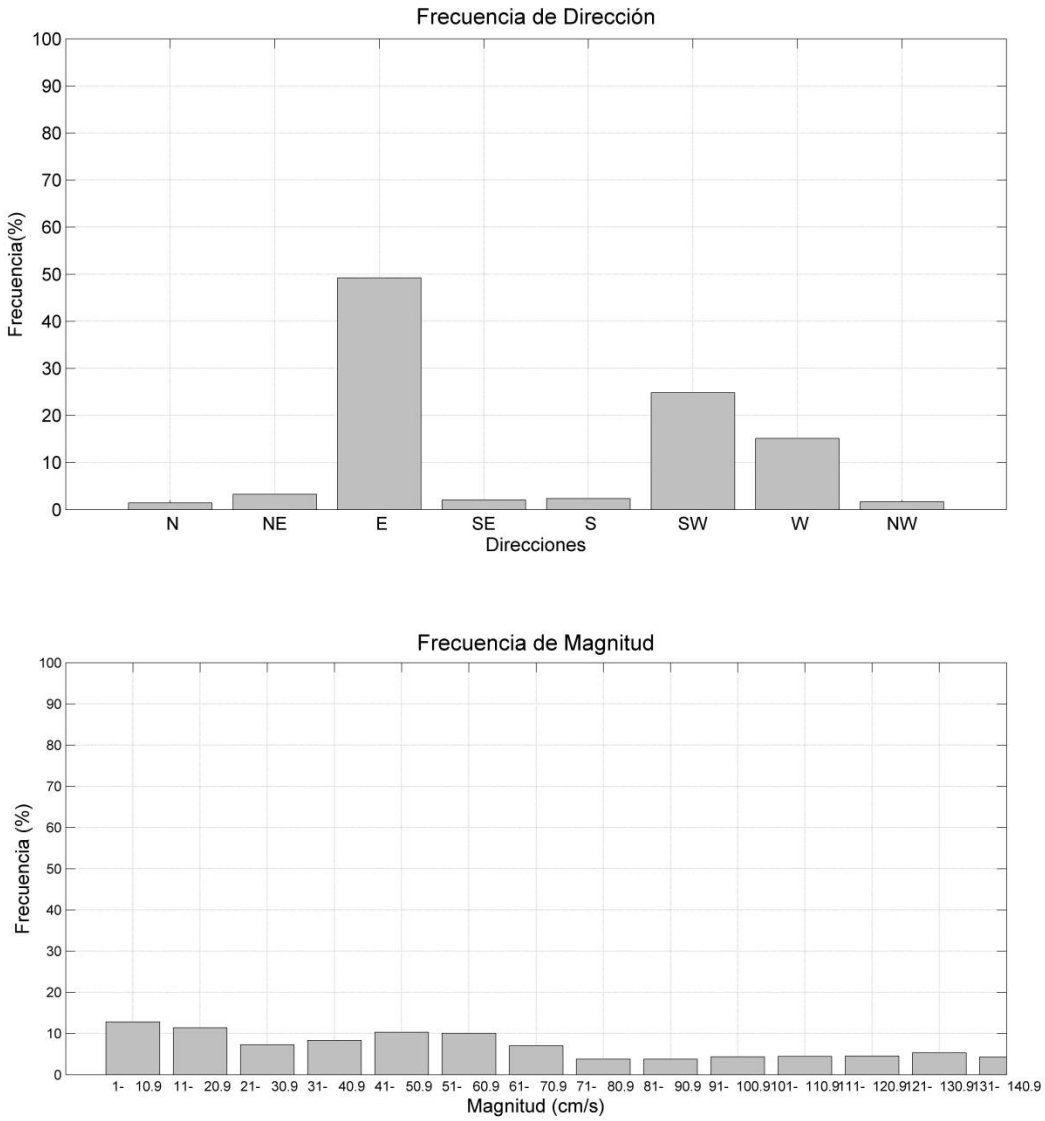
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en canal Morla-Vicuña.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en canal Morla-Vicuña.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en canal Morla-Vicuña.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en canal Morla-Vicuña.

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 metros. Golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	41	25	31	32	41	45	54	47	316
3 - 4.9	90	59	50	62	70	103	115	109	658
5 - 6.9	99	73	64	65	80	119	166	102	768
7 - 8.9	106	80	75	80	106	142	240	126	955
9 - 10.9	75	74	95	67	85	175	289	147	1007
11 - 12.9	57	76	87	76	70	173	367	130	1036
13 - 14.9	45	65	101	51	54	132	274	87	809
15 - 16.9	20	56	81	55	38	98	223	62	633
17 - 18.9	13	44	69	51	22	74	207	44	524
19 - 20.9	11	43	63	32	7	53	184	34	427
21 - 22.9	4	27	53	29	7	41	107	13	281
23 - 24.9	3	25	30	17	1	23	68	13	180
25 - 26.9	0	2	5	2	1	3	4	0	17
Totales	564	649	804	619	582	1181	2298	914	7611
%Dirección	7.38	8.49	10.52	8.10	7.61	15.45	30.06	11.96	99.56
Máximos	24.20	25.00	25.10	25.10	25.00	25.10	25.10	24.90	25.10
Media	8.54	11.81	12.90	11.43	9.32	11.38	12.86	10.27	11.06
Desv. STD	4.56	5.98	5.93	5.96	4.69	5.35	5.39	5.10	0.56

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-25.0	25.1	-3.3	10.3
V(N-S)	-23.5	24.1	-0.4	6.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 metros. Golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	81	98	105	77	90	84	82	99	716
3 - 4.9	150	189	161	132	150	115	134	117	1148
5 - 6.9	139	257	156	150	186	134	125	138	1285
7 - 8.9	121	243	110	87	147	114	151	134	1107
9 - 10.9	100	193	85	70	96	98	134	143	919
11 - 12.9	68	111	69	57	59	60	128	100	652
13 - 14.9	46	60	59	37	33	32	108	90	465
15 - 16.9	36	34	60	48	11	31	107	86	413
17 - 18.9	35	12	56	43	12	24	85	67	334
19 - 20.9	16	17	37	23	6	10	61	37	207
21 - 22.9	18	6	23	14	0	14	30	21	126
23 - 24.9	1	4	19	6	4	4	31	8	77
Totales	811	1224	940	744	794	720	1176	1040	7449
%Dirección	10.70	16.15	12.40	9.82	10.48	9.50	15.52	13.72	98.28
Máximos	24.00	23.80	24.30	24.00	23.80	24.30	24.20	24.00	24.30
Media	8.27	7.95	9.18	8.74	7.17	8.15	10.78	9.82	8.76
Desv. STD	5.12	4.11	5.95	5.51	3.94	4.95	5.85	5.51	0.75

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-23.9	24.2	-0.5	8.1
V(N-S)	-23.2	23.0	0.9	6.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 metros. Golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	137	124	94	117	102	101	109	107	891
3 - 4.9	210	224	178	141	136	139	186	186	1400
5 - 6.9	226	244	175	139	149	124	187	174	1418
7 - 8.9	197	222	162	73	86	112	154	120	1126
9 - 10.9	145	215	96	48	49	86	122	77	838
11 - 12.9	87	196	81	12	26	52	69	52	575
13 - 14.9	65	165	55	13	13	19	48	30	408
15 - 16.9	49	162	31	3	16	16	41	20	338
17 - 18.9	25	115	25	3	11	7	34	6	226
19 - 20.9	14	77	11	1	3	5	33	10	154
21 - 22.9	12	43	5	0	1	4	13	7	85
Totales	1167	1787	913	550	592	665	996	789	7459
%Dirección	15.33	23.47	11.99	7.22	7.78	8.74	13.08	10.36	97.98
Máximos	22.80	22.80	22.80	19.20	21.80	22.80	22.80	22.70	22.80
Media	7.66	10.13	7.69	5.44	6.17	6.88	8.10	6.89	7.37
Desv. STD	4.55	5.40	4.46	3.25	3.94	4.08	4.95	4.20	0.65

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-22.7	22.1	1.0	6.8
V(N-S)	-20.9	22.8	2.2	5.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 metros. Estero Poca Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	73	65	51	56	70	71	79	78	543
3 - 4.9	156	149	105	116	115	131	121	159	1052
5 - 6.9	176	222	142	105	117	161	173	178	1274
7 - 8.9	177	177	107	85	103	158	158	194	1159
9 - 10.9	208	173	77	66	76	146	181	144	1071
11 - 12.9	141	135	48	37	55	161	133	110	820
13 - 14.9	104	67	21	26	40	123	152	45	578
15 - 16.9	73	42	18	22	21	146	141	30	493
17 - 18.9	41	17	2	9	17	125	120	31	362
19 - 20.9	28	14	7	4	15	143	114	16	341
21 - 22.9	8	12	2	2	6	105	105	13	253
23 - 24.9	6	9	1	0	6	92	87	5	206
25 - 26.9	5	4	2	0	6	99	99	9	224
27 - 28.9	4	6	0	2	4	64	76	5	161
29 - 30.9	2	8	0	1	1	45	83	2	142
31 - 32.9	1	1	0	0	0	4	10	0	16
Totales	1203	1101	583	531	652	1774	1832	1019	8695
Dirección	13.46	12.32	6.52	5.94	7.30	19.85	20.50	11.40	97.30
Máximos	31.00	31.10	25.90	30.30	29.20	31.20	31.20	30.90	31.20
Media	8.48	8.98	7.39	7.51	8.44	14.43	14.64	8.68	9.82
Desv. STD	5.60	5.12	4.09	4.51	5.43	7.75	8.11	5.12	1.45

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-31.0	26.8	-4.3	9.5
V(N-S)	-28.6	30.9	-0.2	7.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 metros. Estero Poca Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	70	68	54	66	61	57	87	71	534
3 - 4.9	113	125	118	104	103	139	151	120	973
5 - 6.9	155	203	151	94	129	195	191	130	1248
7 - 8.9	145	242	139	76	119	215	222	106	1264
9 - 10.9	152	214	116	44	101	178	224	82	1111
11 - 12.9	114	193	80	33	57	190	203	46	916
13 - 14.9	72	107	65	22	40	155	152	38	651
15 - 16.9	53	71	58	18	24	158	141	26	549
17 - 18.9	28	43	24	11	25	131	127	7	396
19 - 20.9	11	39	10	5	9	105	82	6	267
21 - 22.9	10	13	6	3	6	92	64	3	197
23 - 24.9	4	15	5	2	9	84	55	3	177
25 - 26.9	4	7	6	2	3	88	43	1	154
27 - 28.9	1	4	3	2	2	62	41	3	118
29 - 30.9	0	5	6	3	3	66	48	0	131
31 - 32.9	1	0	3	0	0	17	11	0	32
Totales	933	1349	844	485	691	1932	1842	642	8718
%Dirección	10.48	15.15	9.48	5.45	7.76	21.70	20.69	7.21	97.91
Máximos	31.20	30.80	31.40	30.80	30.50	31.60	31.60	28.20	31.60
Media	8.10	9.92	9.26	7.58	8.63	14.04	12.63	7.75	9.74
Desv. STD	5.39	5.09	5.40	5.17	5.29	7.70	7.20	4.61	1.10

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-31.2	31.2	-3.1	9.6
V(N-S)	-30.1	30.3	-0.7	7.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 metros. Estero Poca Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	98	105	84	73	115	109	103	89	776
3 - 4.9	161	157	126	152	180	193	174	147	1290
5 - 6.9	186	226	127	115	166	245	223	150	1438
7 - 8.9	192	238	115	81	148	229	204	141	1348
9 - 10.9	158	258	98	32	89	251	195	101	1182
11 - 12.9	119	247	84	13	45	238	167	69	982
13 - 14.9	86	196	41	4	21	172	140	31	691
15 - 16.9	55	150	28	2	22	190	124	10	581
17 - 18.9	22	103	30	1	17	143	84	5	405
19 - 20.9	11	30	6	0	1	90	57	0	195
21 - 22.9	1	3	2	0	0	12	2	0	20
Totales	1089	1713	741	473	804	1872	1473	743	8908
%Dirección	12.01	18.89	8.17	5.22	8.87	20.64	16.24	8.19	98.24
Máximos	21.10	21.10	21.10	17.70	20.80	21.10	21.00	18.00	21.10
Media	8.02	9.96	7.95	5.44	6.70	10.45	9.66	6.89	8.13
Desv. STD	4.44	4.63	4.52	2.82	3.85	5.07	4.98	3.63	0.76

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-20.9	21.0	-1.4	7.5
V(N-S)	-20.7	21.1	0.4	6.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30 metros. Estero Poca Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	154	141	126	113	139	142	156	145	1116
3 - 4.9	240	254	191	199	221	297	249	218	1869
5 - 6.9	237	243	180	188	257	347	228	159	1839
7 - 8.9	177	261	108	124	210	387	191	79	1537
9 - 10.9	99	212	65	53	132	319	136	36	1052
11 - 12.9	68	162	45	25	75	289	94	9	767
13 - 14.9	34	91	18	8	36	196	33	3	419
15 - 16.9	13	48	4	2	8	108	17	1	201
Totales	1022	1412	737	712	1078	2085	1104	650	8800
%Dirección	11.32	15.64	8.16	7.89	11.94	23.09	12.23	7.20	97.47
Máximos	16.10	16.10	16.10	16.10	15.60	16.10	16.00	15.60	16.10
Media	6.12	7.55	5.77	5.53	6.56	8.31	6.49	4.88	6.40
Desv. STD	3.45	3.74	3.23	2.85	3.26	3.84	3.45	2.52	0.44

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-15.9	15.9	-0.8	5.3
V(N-S)	-15.5	15.8	-0.7	5.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40 metros. Estero Poca Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	135	128	121	135	125	141	113	110	1008
3 - 4.9	221	256	196	165	249	268	166	134	1655
5 - 6.9	203	312	138	104	288	383	148	90	1666
7 - 8.9	200	269	81	69	314	444	101	37	1515
9 - 10.9	139	278	43	33	240	444	57	11	1245
11 - 12.9	91	194	17	19	161	380	26	2	890
13 - 14.9	63	125	9	5	86	243	16	1	548
15 - 16.9	21	71	4	3	48	195	7	0	349
17 - 18.9	1	8	0	0	6	18	0	0	33
Totales	1074	1641	609	533	1517	2516	634	385	8909
%Dirección	11.81	18.04	6.70	5.86	16.68	27.67	6.97	4.23	97.97
Máximos	17.00	17.20	16.90	15.90	17.20	17.20	15.70	13.90	17.20
Media	6.70	8.05	5.28	4.98	7.68	9.00	5.85	4.31	6.48
Desv. STD	3.81	3.83	2.92	2.93	3.60	3.91	3.22	2.28	0.58

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-15.6	16.4	-0.7	5.1
V(N-S)	-17.0	16.2	-1.3	6.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	140	170	173	104	84	137	162	123	1093
11 - 20.9	85	307	265	54	46	264	278	68	1367
21 - 30.9	25	271	306	21	6	259	378	10	1276
31 - 40.9	1	174	257	3	1	190	500	4	1130
41 - 50.9	0	185	252	0	1	147	512	2	1099
51 - 60.9	0	167	304	1	0	77	550	0	1099
61 - 70.9	0	92	259	1	1	49	537	1	940
71 - 80.9	0	25	138	0	0	42	443	0	648
81 - 90.9	0	11	50	0	0	23	385	1	470
91 - 100.9	0	4	9	0	0	7	188	0	208
Totales	251	1406	2013	184	139	1195	3933	209	9330
%Dirección	2.67	14.98	21.44	1.96	1.48	12.73	41.90	2.23	99.39
Máximos	35.00	93.50	96.60	61.30	64.40	97.10	98.20	90.10	98.20
Media	9.51	32.83	41.48	11.78	10.62	32.32	52.76	11.84	25.39
Desv. STD	7.24	19.47	21.90	9.12	7.92	19.87	23.96	9.94	6.99

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-97.5	94.4	-12.3	43.9
V(N-S)	-73.4	48.6	-2.1	14.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	136	193	194	101	96	149	213	112	1194
11 - 20.9	97	290	330	84	46	283	318	113	1561
21 - 30.9	16	211	304	24	7	256	423	32	1273
31 - 40.9	2	109	309	12	3	196	516	6	1153
41 - 50.9	0	135	287	1	2	137	511	1	1074
51 - 60.9	0	137	284	0	0	118	534	0	1073
61 - 70.9	0	84	243	0	0	70	485	1	883
71 - 80.9	0	34	146	0	0	48	436	0	664
81 - 90.9	0	7	58	2	0	43	366	0	476
Totales	251	1200	2155	224	154	1300	3802	265	9351
%Dirección	2.66	12.70	22.80	2.37	1.63	13.75	40.22	2.80	98.93
Máximos	32.70	87.90	93.10	86.60	46.80	92.70	93.10	67.80	93.10
Media	10.49	31.40	40.16	13.96	10.46	33.90	49.60	13.25	25.40
Desv. STD	6.34	20.33	21.77	11.00	8.09	21.16	23.45	8.40	7.23

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-92.3	91.7	-11.5	42.3
V(N-S)	-64.6	46.0	-2.5	14.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	247	251	202	127	92	121	188	199	1427
11 - 20.9	192	343	246	68	53	180	358	179	1619
21 - 30.9	17	176	195	21	15	151	514	51	1140
31 - 40.9	1	75	183	14	3	80	714	11	1081
41 - 50.9	0	85	256	5	3	95	630	2	1076
51 - 60.9	0	74	339	2	1	146	817	0	1379
61 - 70.9	0	36	341	2	0	102	745	0	1226
71 - 80.9	0	14	220	3	0	24	270	0	531
Totales	457	1054	1982	242	167	899	4236	442	9479
%Dirección	4.77	11.00	20.69	2.53	1.74	9.39	44.23	4.61	98.97
Máximos	31.30	82.20	84.50	74.90	51.30	83.70	84.30	46.90	84.50
Media	10.63	24.45	44.35	14.70	12.39	35.35	45.16	13.21	25.03
Desv. STD	5.43	17.81	22.79	13.16	9.23	21.27	18.98	7.69	6.59

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-83.9	84.2	-11.3	40.0
V(N-S)	-63.2	40.7	-1.4	12.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30 metros. Canal Morla-Vicuña.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1- 10.9	234	259	246	209	231	274	255	209	1917
11- 20.9	80	183	211	75	70	272	387	129	1407
21- 30.9	6	97	165	13	5	138	421	46	891
31- 40.9	0	52	172	2	0	148	463	19	856
41- 50.9	0	31	199	1	0	205	481	9	926
51- 60.9	0	15	242	0	0	396	451	0	1104
61- 70.9	0	13	279	0	0	356	209	0	857
71- 80.9	0	9	336	0	0	87	32	0	464
81- 90.9	0	1	329	0	0	5	4	0	339
91- 100.9	0	1	301	0	0	1	0	0	303
101- 110.9	0	0	150	0	0	0	0	0	150
Totales	320	661	2630	300	306	1882	2703	412	9214
%Dirección	3.46	7.14	28.41	3.24	3.31	20.33	29.20	4.45	99.54
Máximos	27.20	100.60	107.10	46.10	24.40	91.70	90.20	49.10	107.10
Media	8.36	19.27	58.90	9.29	8.32	40.92	36.59	13.15	24.35
Desv. STD	4.92	16.48	30.61	6.36	4.74	22.63	18.19	9.48	9.42

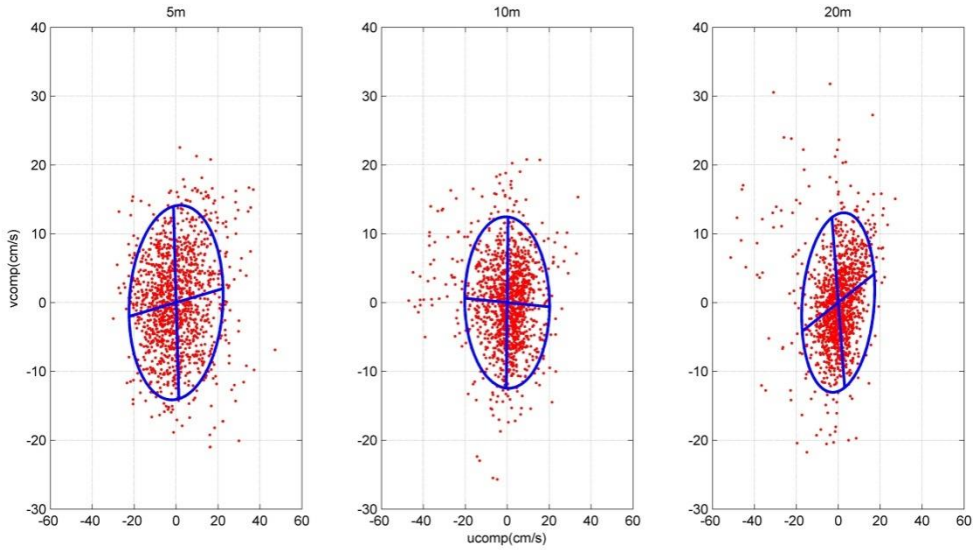
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-89.8	107.0	-0.1	45.4
V(N-S)	-51.2	48.2	-3.6	13.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40 metros. Canal Morla-Vicuña.

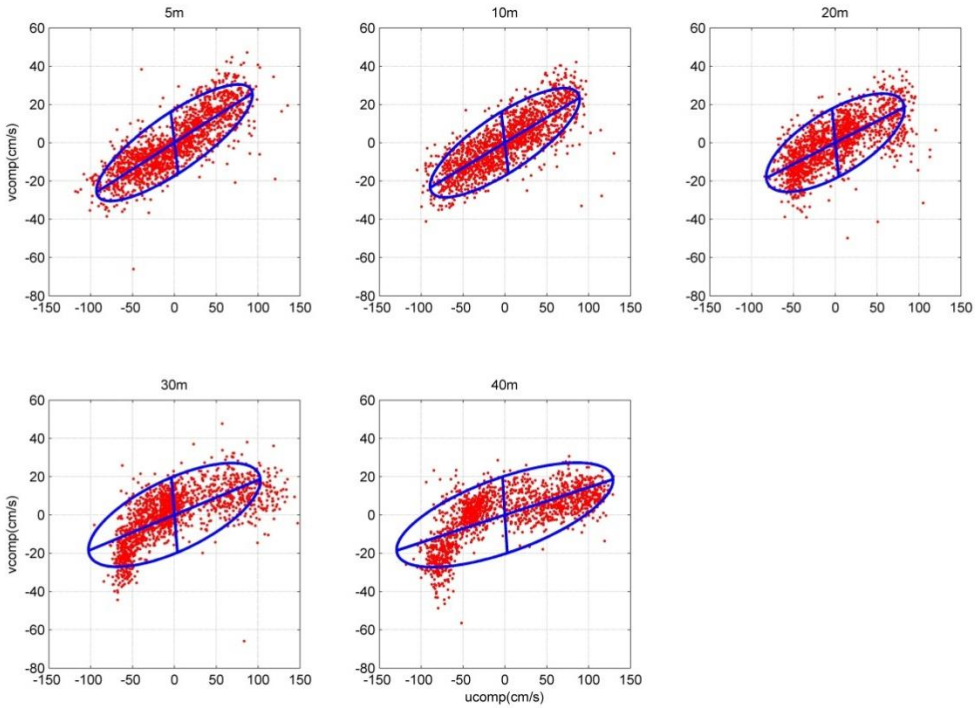
Tabla de incidencia del vector

Intervalo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1-	10.9	103	120	133	119	148	268	233	96	1220
11-	20.9	16	97	190	56	62	278	354	30	1083
21-	30.9	1	46	198	13	9	180	222	20	689
31-	40.9	0	25	244	3	0	295	217	9	793
41-	50.9	0	15	277	3	0	503	181	1	980
51-	60.9	0	3	319	1	0	508	128	0	959
61-	70.9	0	1	315	0	1	279	73	0	669
71-	80.9	0	0	292	0	0	48	20	0	360
81-	90.9	0	0	353	0	0	0	5	0	358
91-	100.9	0	0	415	0	0	0	1	0	416
101-	110.9	0	0	423	0	0	0	0	0	423
111-	120.9	0	0	430	0	0	0	0	0	430
121-	130.9	0	0	504	0	0	0	0	0	504
131-	140.9	0	0	408	0	0	0	0	0	408
Totales		120	307	4501	195	220	2359	1434	156	9292
%Dirección		1.26	3.23	47.32	2.05	2.31	24.80	15.08	1.64	97.70
Máximos		21.50	62.30	146.30	53.90	63.20	80.90	91.70	42.50	146.30
Media		6.36	16.63	85.73	11.17	9.41	40.27	29.68	11.98	26.40
Desv. STD		4.31	12.22	38.75	8.57	6.40	19.37	18.69	9.78	11.09

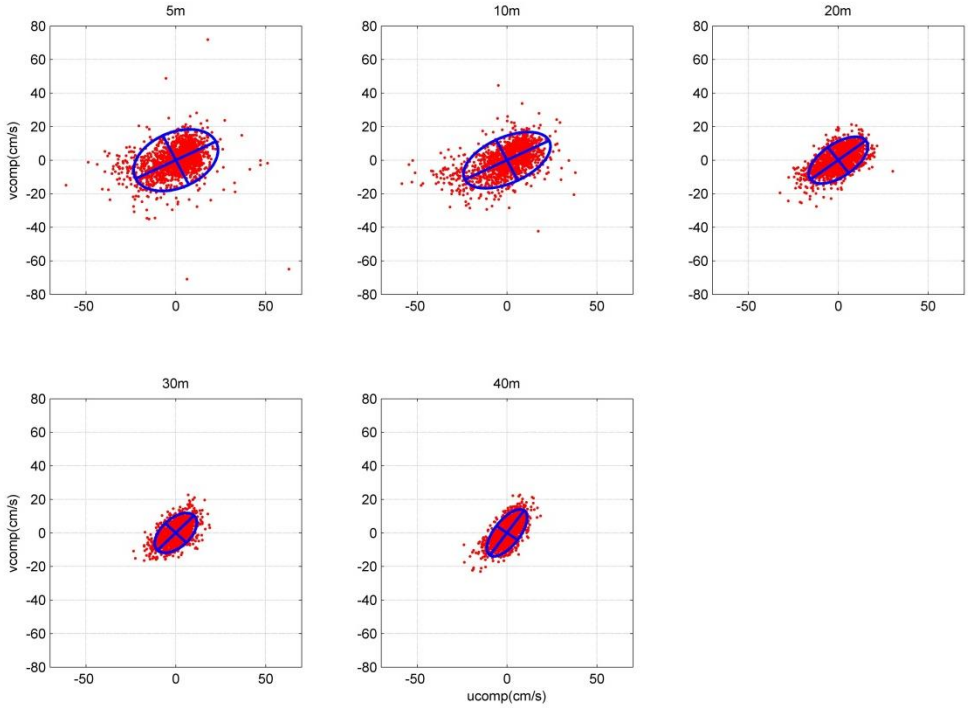
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-86.2	146.2	29.9	63.0
V(N-S)	-64.1	34.4	-4.8	13.5



Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20 metros en Golfo Almte. Montt.

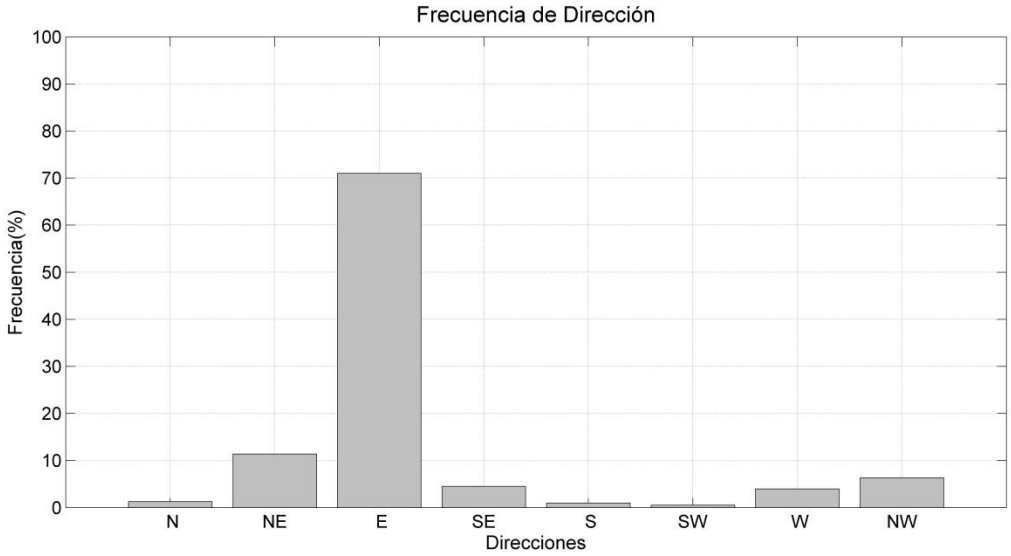


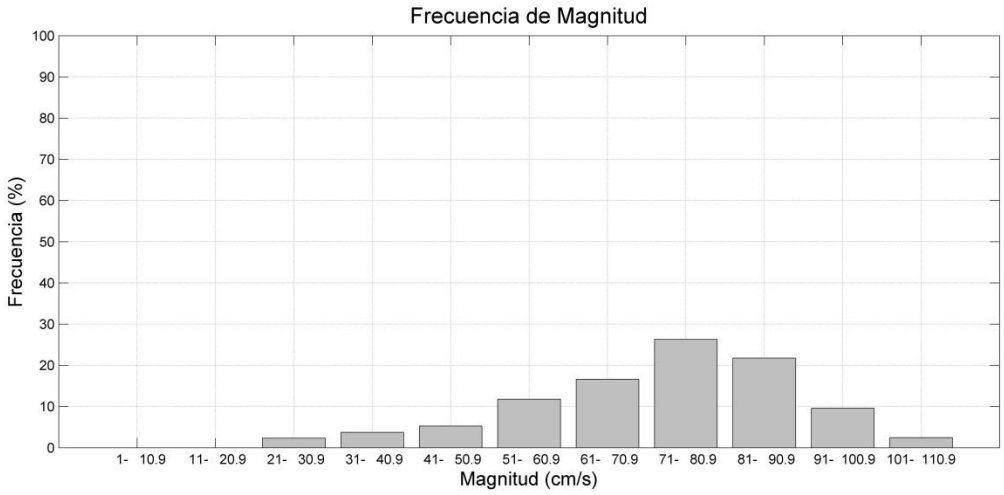
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40 metros en canal Morla-Vicuña.



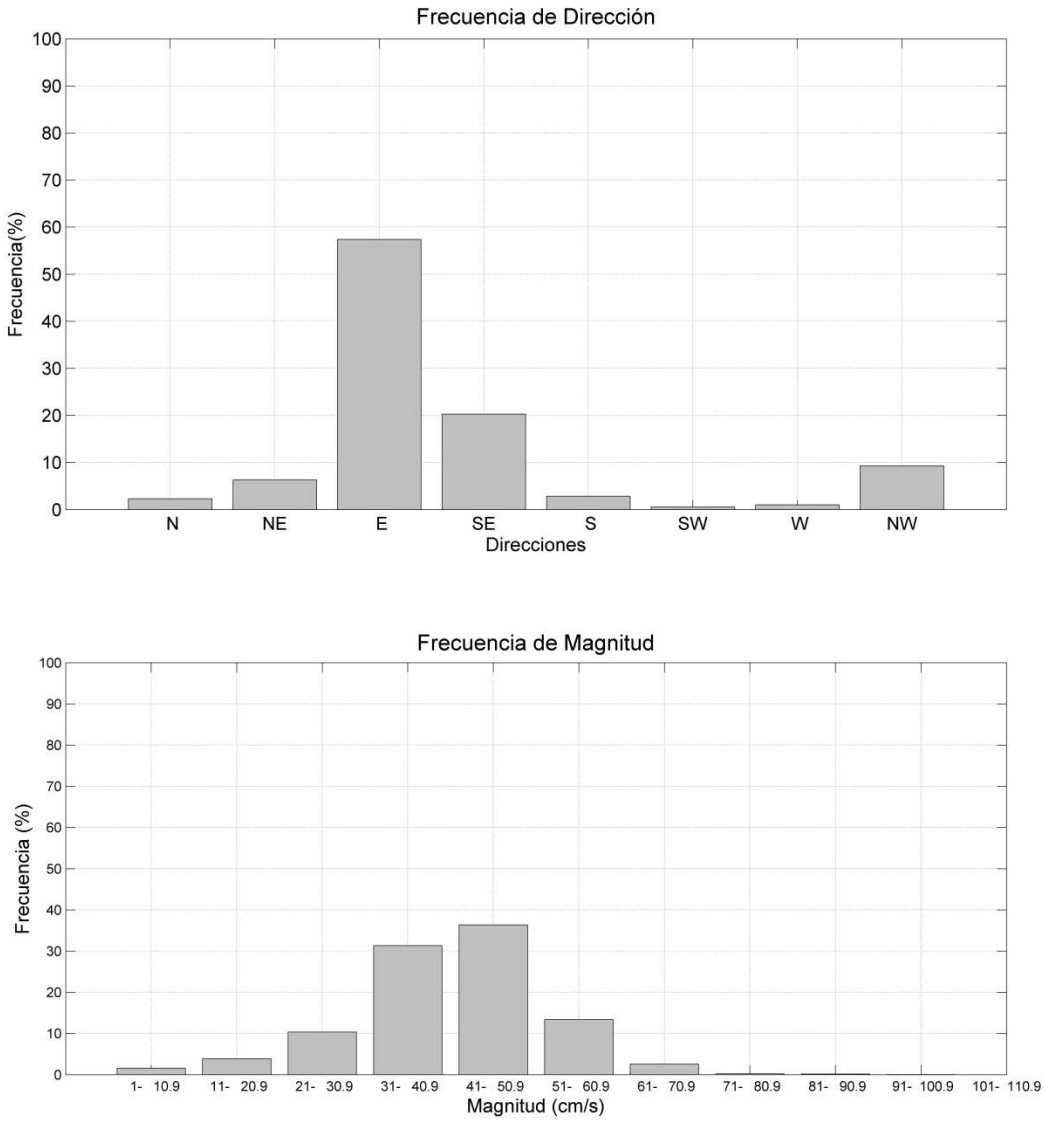
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40 metros en estero Poca Esperanza.

Campaña verano 2012 Seno Skyring

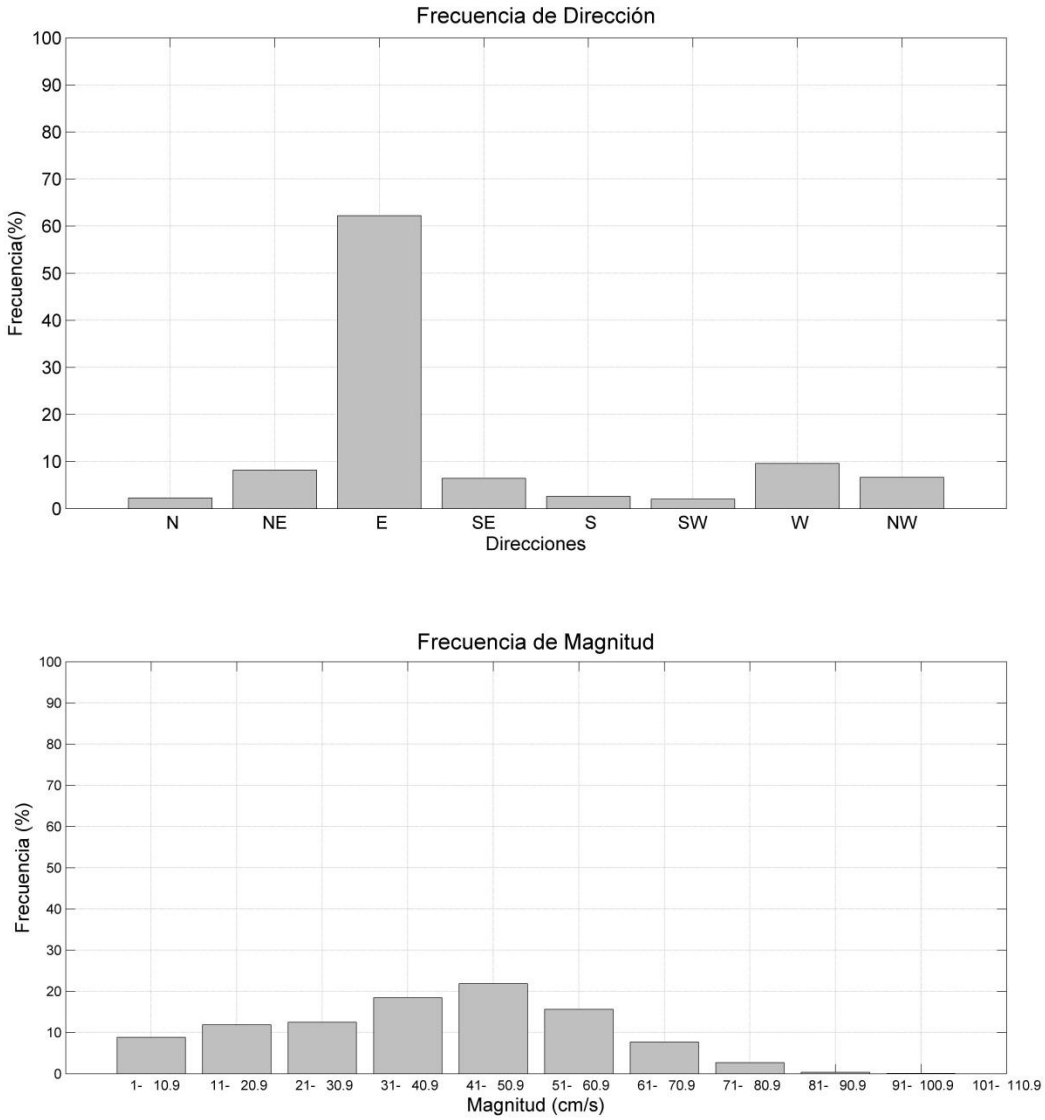




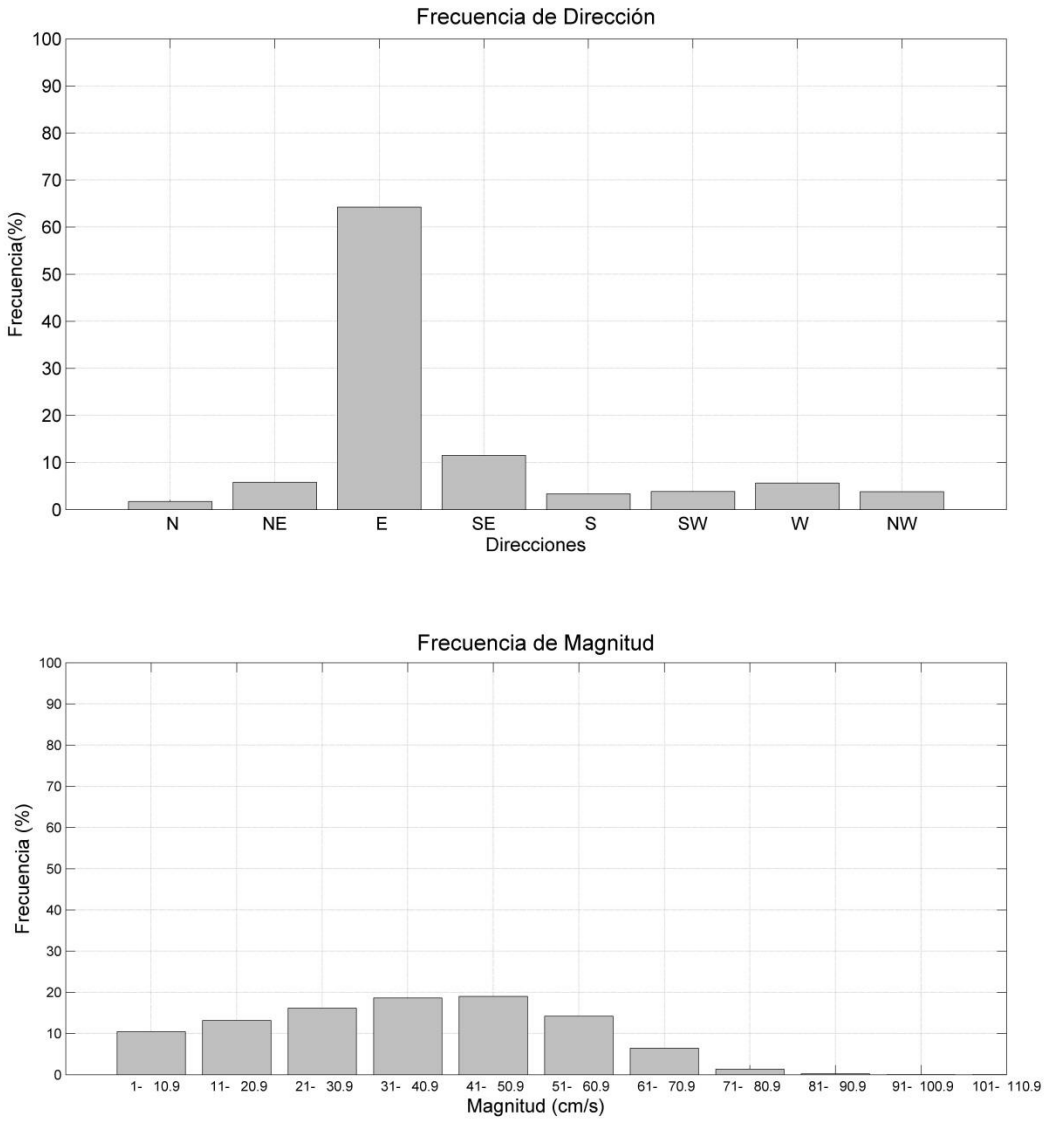
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en Altamirano.



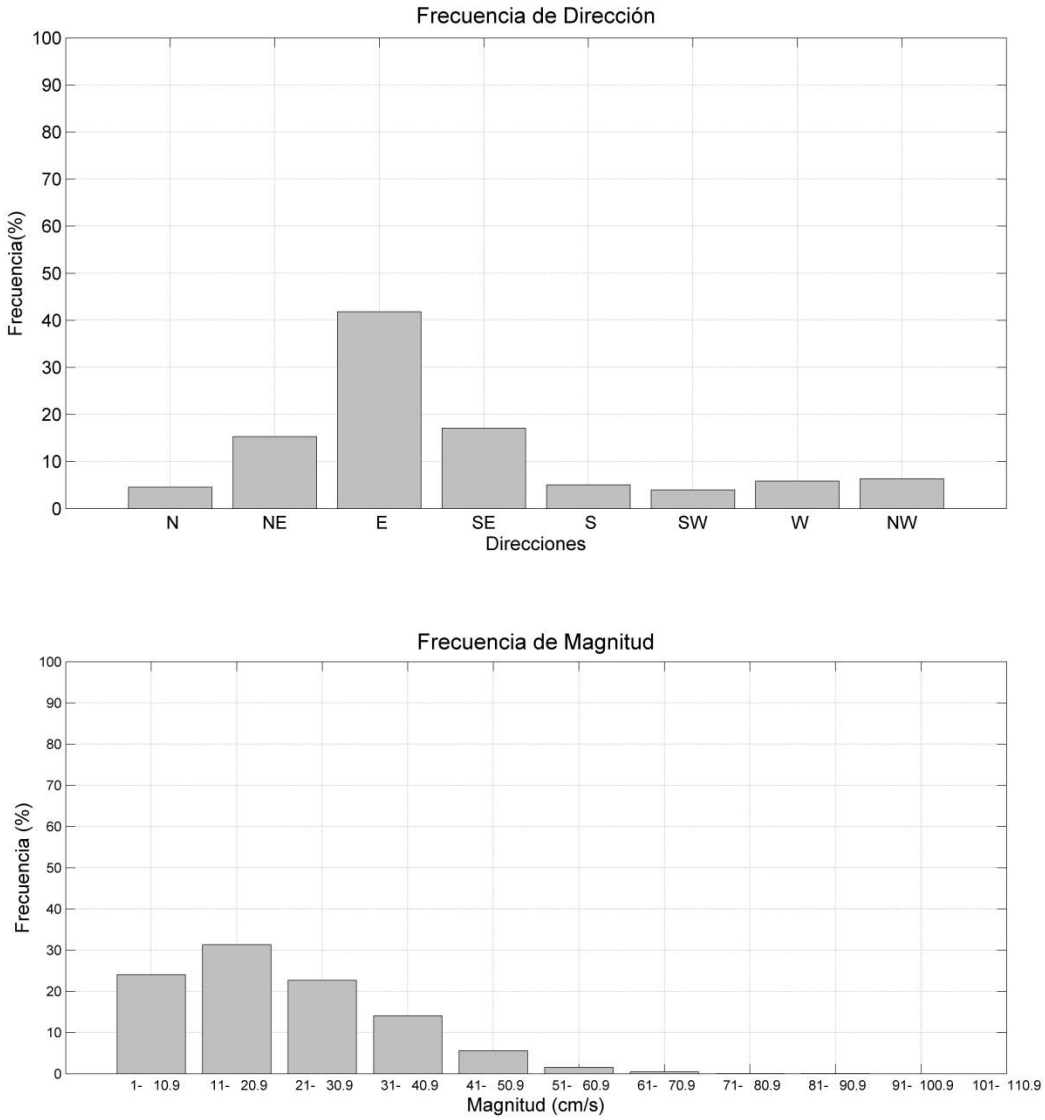
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en Altamirano.



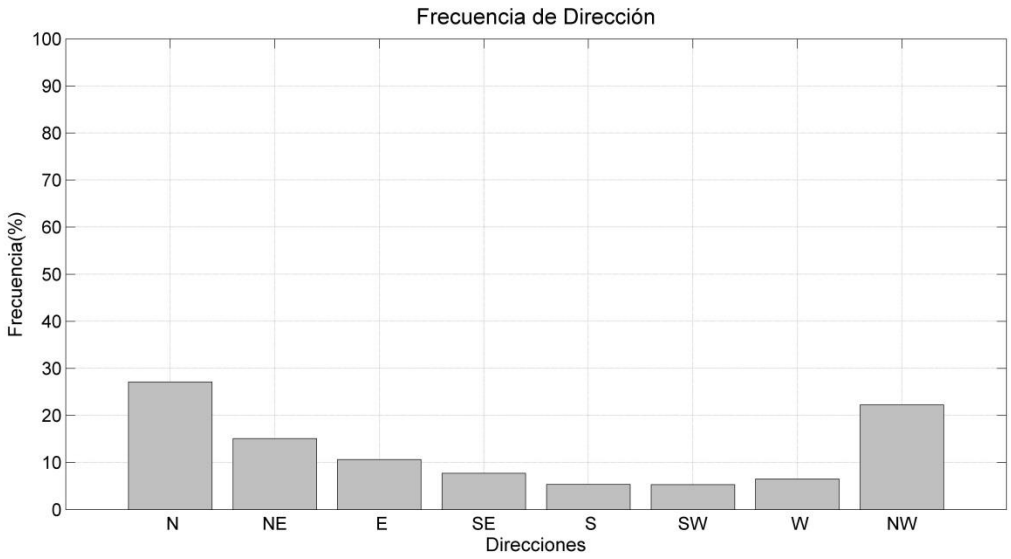
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en Altamirano.

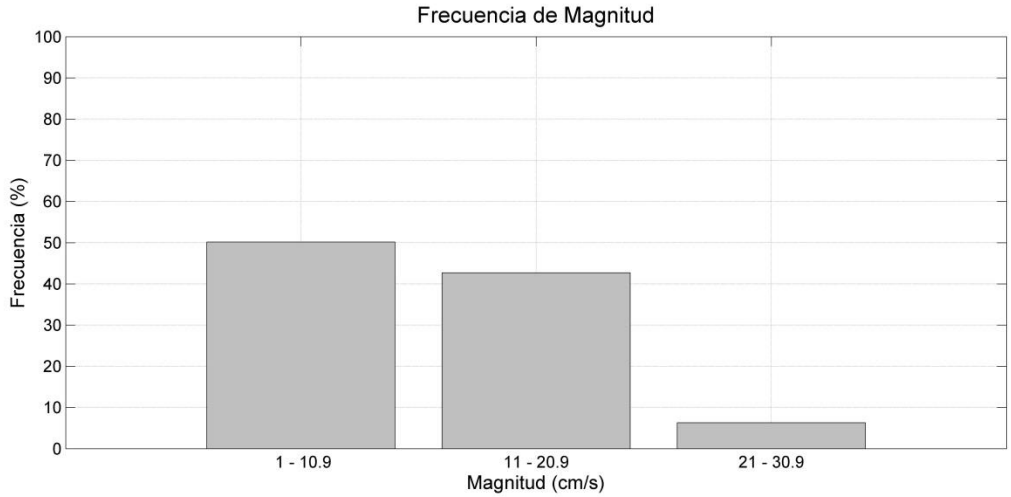


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en Altamirano.

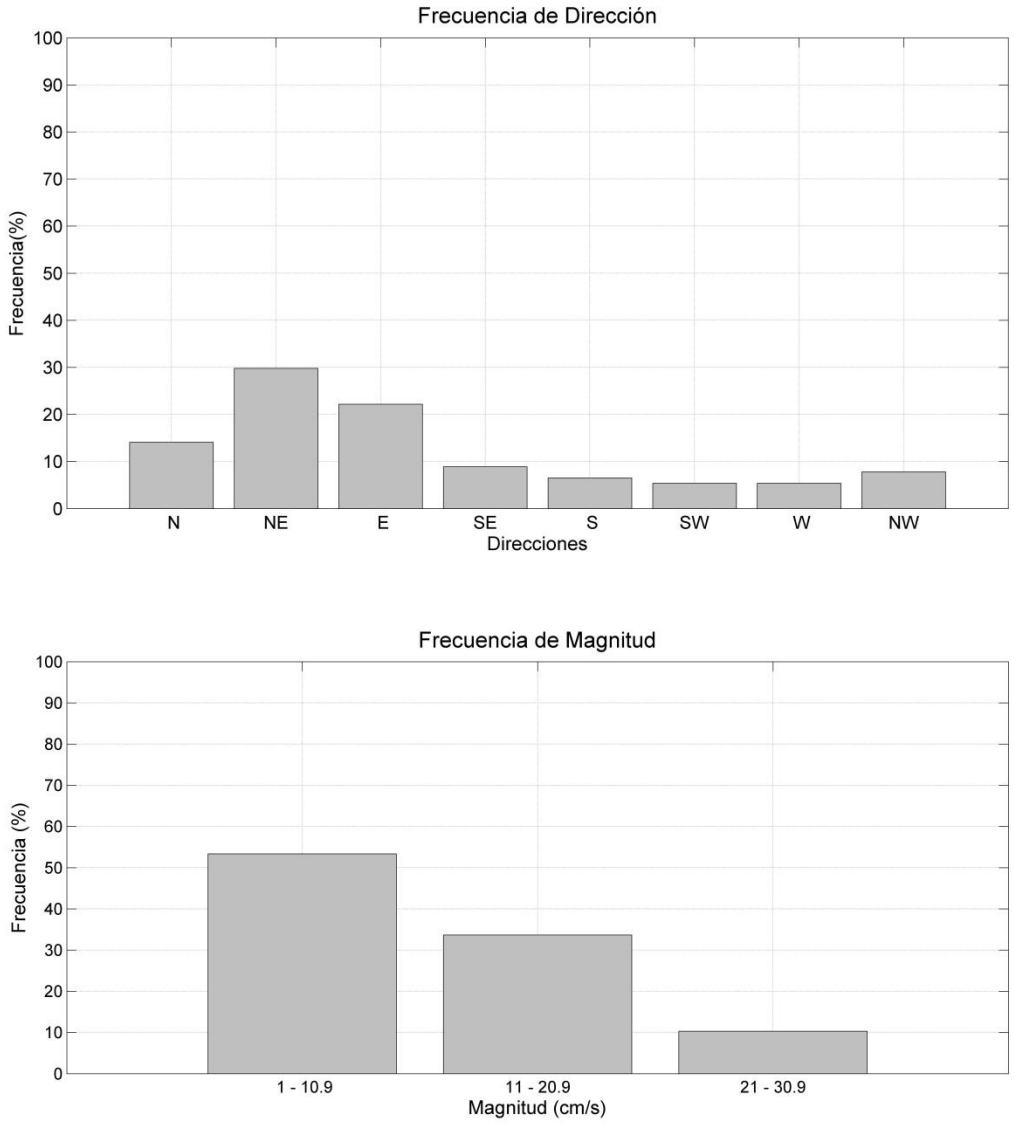


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros de profundidad en Altamirano.

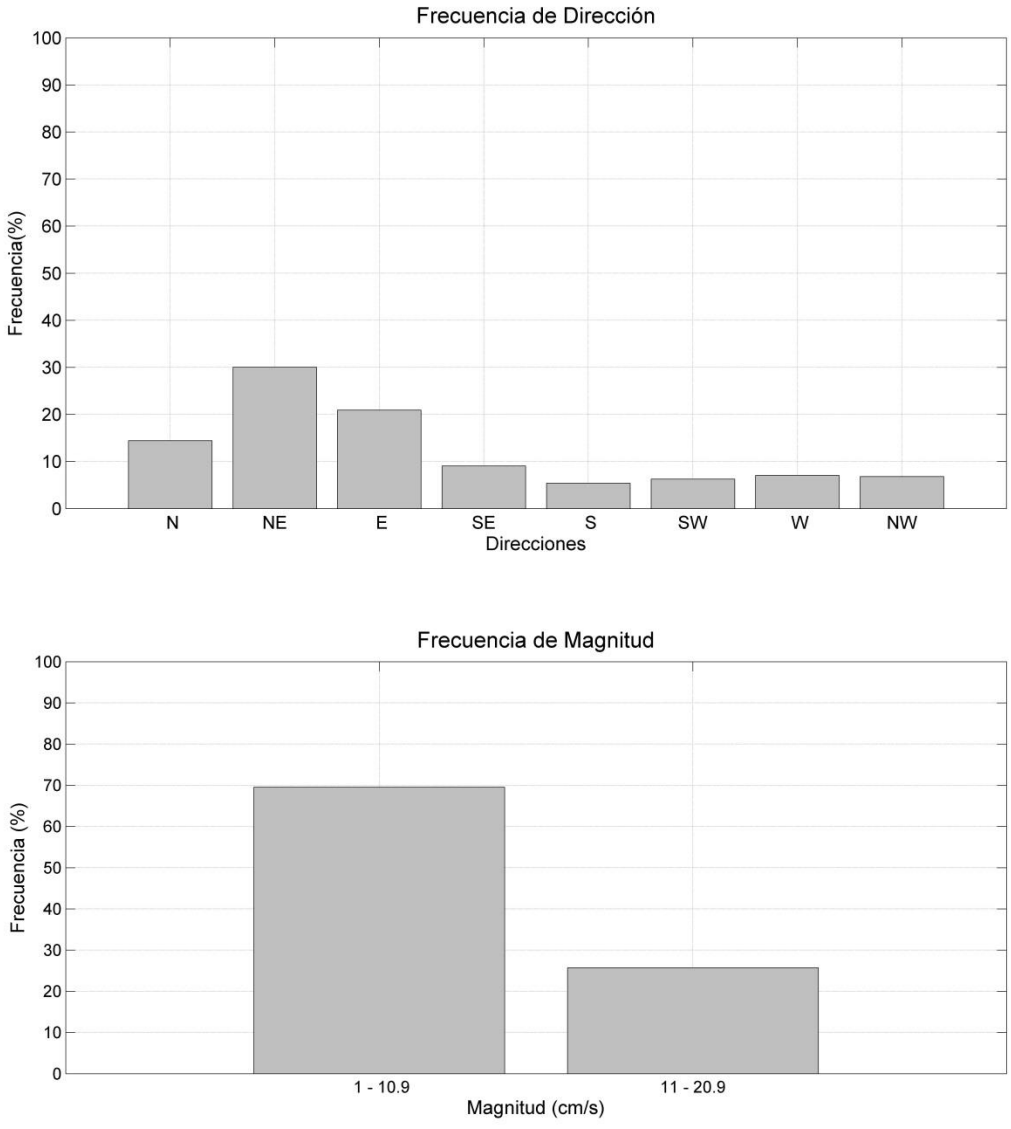




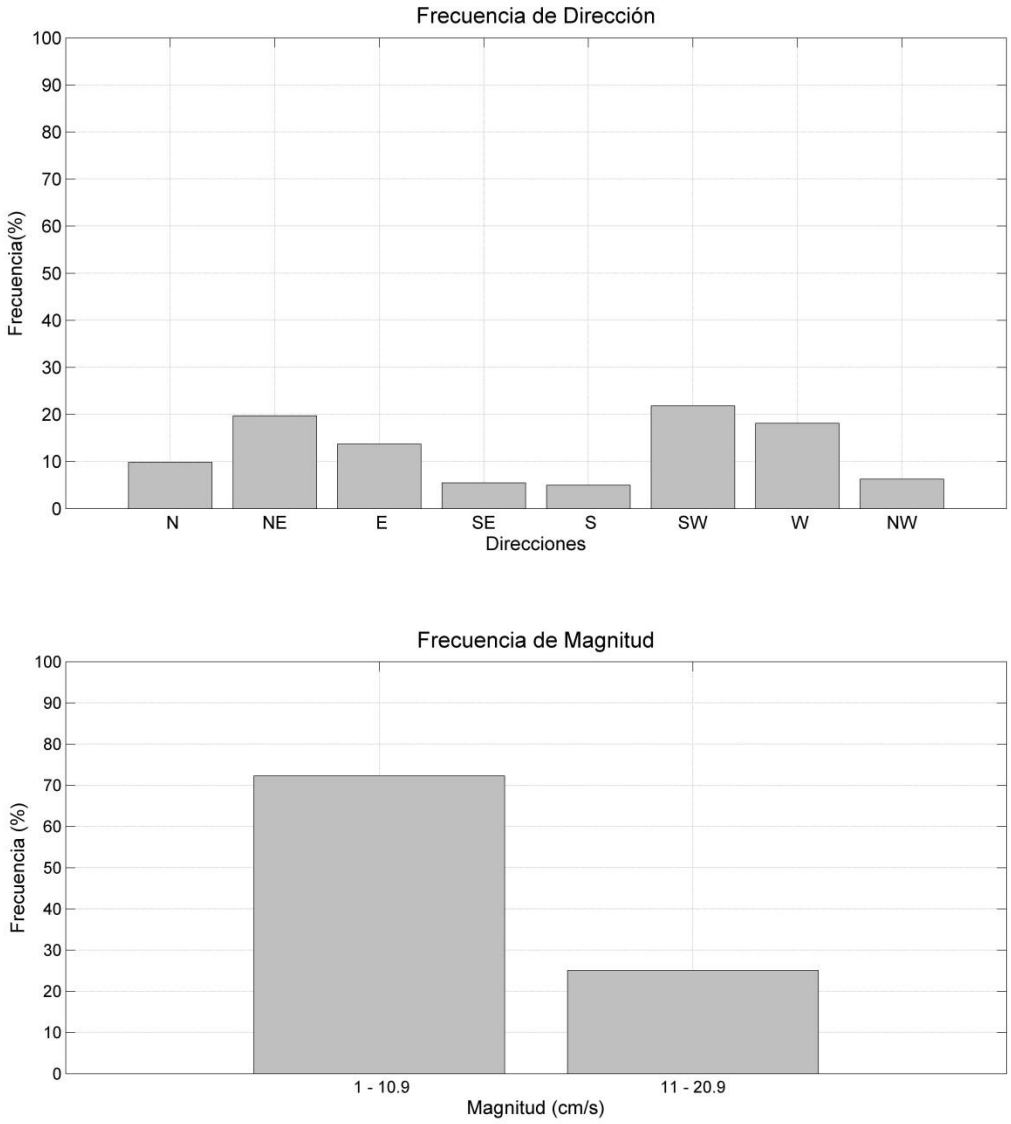
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en canal Gajardo.



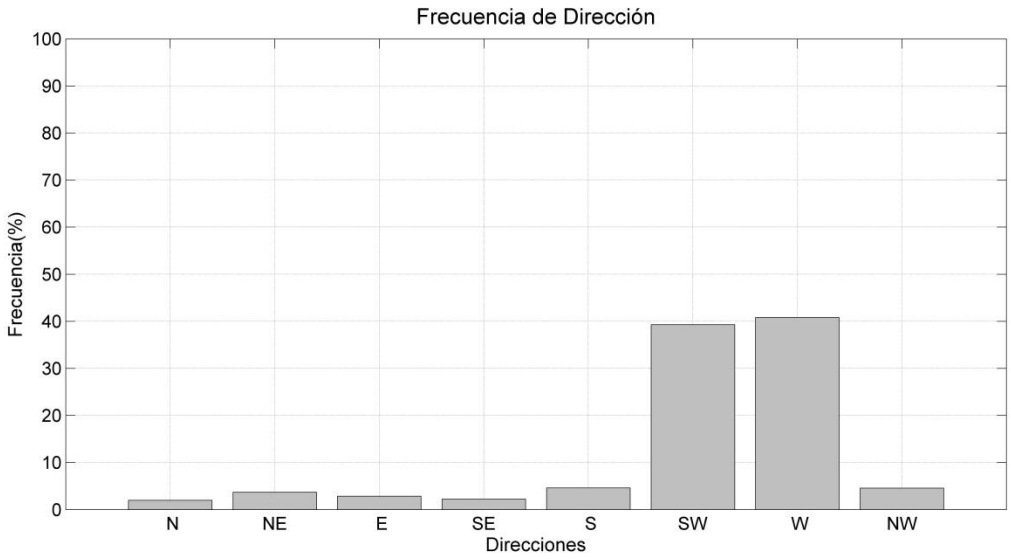
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en canal Gajardo.

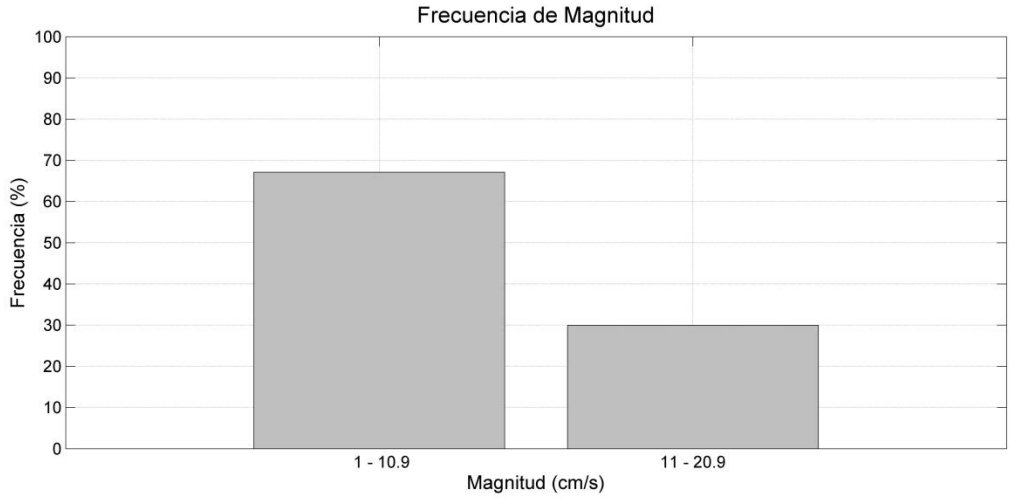


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en canal Gajardo.

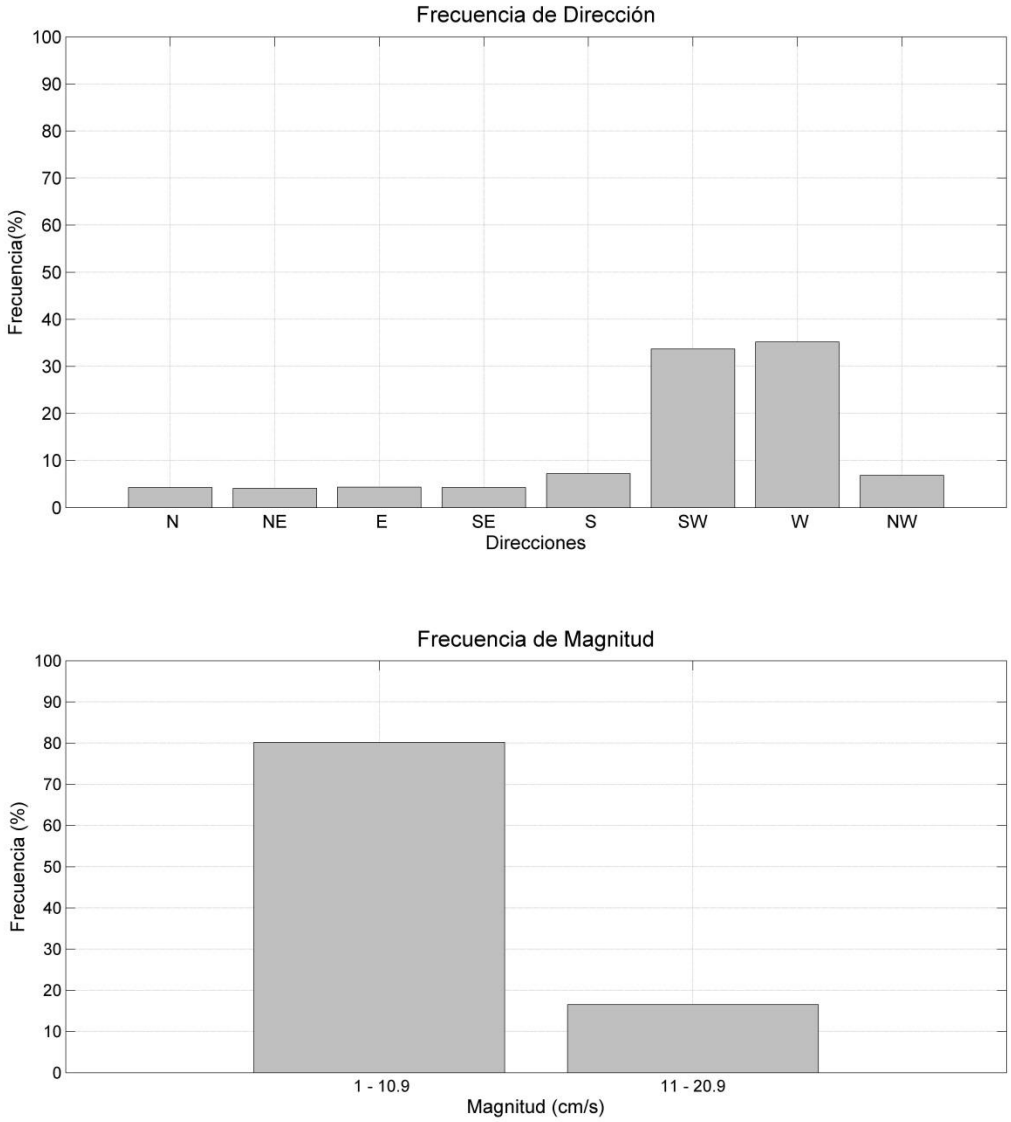


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en canal Gajardo.





Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en canal Gajardo.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros de profundidad en canal Gajardo.

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m Altamirano, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1- 10.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11- 20.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21- 30.9	14	12	11	12	15	9	12	10	95
31- 40.9	15	22	38	21	22	10	10	15	153
41- 50.9	17	53	61	28	4	2	28	22	215
51- 60.9	6	101	193	30	0	0	54	100	484
61- 70.9	0	120	428	23	0	0	38	73	682
71- 80.9	0	104	876	44	0	0	18	36	1078
81- 90.9	0	50	818	18	0	0	2	5	893
91- 100.9	0	5	380	7	0	0	1	0	393
101- 110.9	0	0	98	2	0	0	0	0	100
Totales	52	467	2903	185	41	21	163	261	4093
%Dirección	1.27	11.38	70.74	4.51	1.00	0.51	3.97	6.36	99.73
Máximos	57.66	96.83	114.90	107.48	44.80	42.98	90.96	89.34	114.90
Media	38.38	63.88	78.45	61.29	32.87	31.99	55.74	58.81	52.68
Desv. STD	9.86	14.41	13.85	18.92	4.82	5.40	13.38	12.18	4.74

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-87.1	114.8	57.6	42.4
V(N-S)	-62.0	78.4	4.8	21.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m Altamirano, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1-	10.9	6	10	15	11	6	6	10	6	70
11-	20.9	16	23	31	26	12	12	19	31	170
21-	30.9	18	31	208	64	25	5	10	92	453
31-	40.9	37	64	925	169	28	0	5	142	1370
41-	50.9	17	112	1024	296	28	0	0	113	1590
51-	60.9	6	34	281	224	18	0	1	21	585
61-	70.9	0	2	23	84	4	0	0	1	114
71-	80.9	0	0	0	7	3	0	0	0	10
81-	90.9	1	0	2	4	0	0	0	0	7
91-	100.9	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Totales		101	276	2509	886	124	23	45	406	4370
Dirección		2.31	6.31	57.39	20.27	2.84	0.53	1.03	9.29	99.95
Máximos		82.44	67.63	88.80	123.10	80.60	26.59	56.83	61.59	123.10
Media		32.42	38.91	41.27	46.15	37.73	14.20	19.20	35.74	33.20
Desv. STD		13.20	12.70	8.79	13.35	16.22	7.89	10.89	10.31	2.73

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-53.6	98.0	30.1	22.2
V(N-S)	-80.6	77.1	-2.7	20.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m Altamirano, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1-	10.9	46	45	51	48	44	49	50	52	385
11-	20.9	40	66	147	75	45	21	60	64	518
21-	30.9	8	68	281	51	9	13	63	53	546
31-	40.9	4	56	560	55	10	4	72	44	805
41-	50.9	0	67	748	20	5	1	73	41	955
51-	60.9	2	31	572	12	1	0	43	23	684
61-	70.9	0	12	270	13	0	0	34	7	336
71-	80.9	0	8	80	6	0	0	18	5	117
81-	90.9	0	2	8	2	0	0	4	0	16
91-	100.9	0	0	3	0	0	0	1	0	4
Totales		100	355	2720	282	114	88	418	289	4366
%Dirección		2.29	8.12	62.21	6.45	2.61	2.01	9.56	6.61	99.86
Máximos		55.73	155.20	100.17	90.00	55.34	41.78	94.15	77.29	155.20
Media		13.62	32.07	44.47	27.75	16.09	13.33	36.50	28.44	26.53
Desv. STD		9.84	18.95	15.10	18.21	11.39	9.43	20.07	17.44	4.28

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-89.8	130.5	25.7	31.8
V(N-S)	-63.1	84.0	2.4	11.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40 m Altamirano, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1-	10.9	35	53	61	78	60	63	47	58	455
11-	20.9	27	45	183	120	60	59	50	31	575
21-	30.9	9	41	410	100	18	23	55	50	706
31-	40.9	1	29	632	74	5	9	44	19	813
41-	50.9	0	20	689	71	2	5	35	8	830
51-	60.9	1	43	534	29	1	3	8	1	620
61-	70.9	0	14	239	19	0	4	5	0	281
71-	80.9	0	9	45	5	0	0	1	0	60
81-	90.9	0	0	7	3	0	0	0	0	10
91-	100.9	0	0	0	1	0	0	1	0	2
101-	110.9	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Totales		73	254	2801	500	146	166	246	167	4353
%Dirección		1.67	5.82	64.15	11.45	3.34	3.80	5.63	3.83	99.70
Máximos		53.74	80.57	109.97	96.40	54.41	64.94	100.33	54.07	109.97
Media		12.45	32.09	42.08	28.82	13.94	17.12	26.70	19.48	24.08
Desv. STD		9.63	20.91	15.15	17.46	8.99	13.31	16.09	12.05	4.03

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-95.9	108.5	28.3	25.9
V(N-S)	-72.9	53.0	-1.0	11.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50 m Altamirano, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1-	10.9	128	189	240	144	106	67	75	98	1047
11-	20.9	47	231	550	238	70	48	90	90	1364
21-	30.9	19	118	530	159	25	28	49	59	987
31-	40.9	1	64	347	111	12	21	31	26	613
41-	50.9	0	39	126	55	5	6	9	3	243
51-	60.9	0	18	22	24	2	2	0	0	68
61-	70.9	2	4	3	10	0	0	0	0	19
71-	80.9	0	0	0	2	0	0	0	0	2
81-	90.9	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Totales		197	663	1818	744	220	172	254	276	4344
%Dirección		4.52	15.23	41.75	17.09	5.05	3.95	5.83	6.34	99.77
Máximos		66.41	66.73	162.76	81.67	57.18	52.02	49.80	47.61	162.76
Media		10.92	20.00	24.00	23.48	14.13	17.01	18.54	16.77	18.11
Desv. STD		8.81	13.16	11.98	14.12	10.54	12.24	11.13	10.04	1.72

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-49.8	155.7	13.0	17.4
V(N-S)	-57.3	62.4	-0.5	11.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 m canal Gajardo, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	29	21	14	19	16	16	13	27	155
3 - 4.9	47	47	33	29	19	23	27	53	278
5 - 6.9	74	56	42	37	25	23	26	70	353
7 - 8.9	119	53	49	27	25	37	34	71	415
9 - 10.9	117	62	43	25	20	16	25	72	380
11 - 12.9	122	69	42	23	11	16	28	99	410
13 - 14.9	119	48	34	25	12	7	18	85	348
15 - 16.9	84	29	15	19	10	8	13	85	263
17 - 18.9	68	34	14	12	8	6	9	53	204
19 - 20.9	38	16	15	7	4	6	3	32	121
21 - 22.9	20	15	11	5	7	3	3	28	92
23 - 24.9	6	8	12	5	6	3	3	17	60
25 - 26.9	7	13	9	6	0	0	1	6	42
27 - 28.9	2	1	0	0	1	1	0	0	5
Totales	852	472	333	239	164	165	203	698	3126
%Dirección	27.03	14.97	10.56	7.58	5.20	5.23	6.44	22.14	99.18
Máximos	27.27	27.12	26.65	26.66	26.95	26.96	25.72	26.62	27.27
Media	11.68	11.26	11.18	10.27	9.84	9.00	9.55	12.02	10.60
Desv. STD	5.14	5.95	6.07	6.19	6.28	5.51	5.23	5.68	0.44

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-25.6	26.4	0.1	7.9
V(N-S)	-26.2	26.6	5.0	8.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10 m canal Gajardo, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	27	37	35	18	23	14	15	24	193
3 - 4.9	32	75	48	34	26	30	25	37	307
5 - 6.9	70	106	84	31	33	28	28	29	409
7 - 8.9	61	125	87	41	22	21	21	40	418
9 - 10.9	50	101	104	32	22	14	22	33	378
11 - 12.9	44	120	74	30	20	19	16	18	341
13 - 14.9	38	83	72	21	11	12	7	12	256
15 - 16.9	18	75	54	14	19	9	3	14	206
17 - 18.9	32	58	37	11	6	6	9	9	168
19 - 20.9	14	43	22	6	2	2	5	10	104
21 - 22.9	19	32	23	16	4	3	4	5	106
23 - 24.9	15	39	18	6	3	3	7	8	99
25 - 26.9	7	21	13	8	3	3	2	2	59
27 - 28.9	4	11	7	4	2	2	1	2	33
29 - 30.9	3	10	11	1	1	1	3	2	32
31 - 32.9	2	9	6	2	2	1	1	0	23
33 - 34.9	4	3	4	3	1	1	0	3	19
35 - 36.9	5	1	7	2	0	0	0	0	15
Totales	445	949	706	280	200	169	169	248	3166
%Dirección	13.92	29.69	22.09	8.76	6.26	5.29	5.29	7.76	99.06
Máximos	35.71	35.42	35.71	35.33	33.67	34.17	31.81	34.87	35.71
Media	11.72	12.45	12.24	11.49	9.55	9.67	10.02	10.18	10.92
Desv. STD	7.39	6.90	7.17	7.61	6.84	6.72	6.98	6.96	0.30

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-30.2	35.0	4.8	9.0
V(N-S)	-32.3	35.5	3.2	8.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20 m canal Gajardo, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	35	58	47	36	22	27	41	35	301
3 - 4.9	74	102	92	46	42	43	54	51	504
5 - 6.9	91	140	102	61	30	41	37	37	539
7 - 8.9	79	161	99	37	23	30	24	21	474
9 - 10.9	46	123	97	17	13	20	27	14	357
11 - 12.9	44	115	72	17	10	12	11	11	292
13 - 14.9	22	79	57	12	4	6	7	4	191
15 - 16.9	12	60	29	15	4	4	5	11	140
17 - 18.9	11	39	17	16	3	3	1	8	98
19 - 20.9	13	28	19	7	3	3	4	7	84
21 - 22.9	6	17	5	5	5	1	2	4	45
23 - 24.9	9	9	11	2	4	0	1	5	41
25 - 26.9	1	4	3	1	1	0	0	0	10
27 - 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	443	935	650	272	164	190	214	208	3076
%Dirección	14.16	29.88	20.77	8.69	5.24	6.07	6.84	6.65	98.31
Máximos	24.92	25.42	25.29	25.46	25.24	21.92	24.14	24.54	25.46
Media	8.41	9.78	9.20	8.08	7.59	6.75	6.49	7.70	8.00
Desv. STD	5.23	5.14	5.12	5.67	5.70	4.17	4.63	5.88	0.58

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-23.9	25.0	3.5	6.7
V(N-S)	-24.6	24.7	2.5	6.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30 m canal Gajardo, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	57	53	52	39	28	36	36	35	336
3 - 4.9	81	104	85	51	42	71	63	54	551
5 - 6.9	65	132	98	24	31	97	78	37	562
7 - 8.9	46	94	61	19	20	112	84	20	456
9 - 10.9	21	76	45	10	10	91	83	19	355
11 - 12.9	12	65	31	6	6	77	79	6	282
13 - 14.9	10	36	22	3	2	59	58	8	198
15 - 16.9	4	19	12	6	5	66	36	7	155
17 - 18.9	3	11	9	5	2	36	24	3	93
19 - 20.9	1	14	4	1	1	19	11	4	55
21 - 22.9	0	2	0	0	0	10	2	2	16
Totales	300	606	419	164	147	674	554	195	3059
%Dirección	9.60	19.39	13.40	5.25	4.70	21.56	17.72	6.24	97.86
Máximos	18.91	21.52	20.79	20.46	19.01	21.63	21.25	21.34	21.63
Media	5.80	7.94	7.06	5.71	5.57	9.84	9.29	6.70	7.24
Desv. STD	3.60	4.38	4.17	4.22	3.97	4.94	4.73	4.64	0.44

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-20.9	20.7	-1.3	7.4
V(N-S)	-19.0	18.6	-0.0	5.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40 m canal Gajardo, verano.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	17	26	22	26	34	47	68	27	267
3 - 4.9	15	24	21	12	39	126	156	33	426
5 - 6.9	5	23	14	10	24	194	195	24	489
7 - 8.9	4	15	14	1	14	215	225	21	509
9 - 10.9	4	16	4	7	7	191	173	6	408
11 - 12.9	2	4	1	3	6	145	132	11	304
13 - 14.9	3	2	0	4	7	106	119	4	245
15 - 16.9	2	1	3	0	2	74	85	2	169
17 - 18.9	2	0	1	1	4	66	63	3	140
19 - 20.9	0	1	0	2	1	39	33	2	78
21 - 22.9	1	0	0	2	2	21	21	2	49
23 - 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	55	112	80	68	140	1224	1270	135	3084
%Dirección	1.76	3.58	2.56	2.17	4.48	39.14	40.61	4.32	98.62
Máximos	21.67	19.22	18.53	21.48	21.64	22.40	22.39	21.69	22.40
Media	5.65	5.81	4.91	6.10	6.09	9.85	9.57	6.36	6.79
Desv. STD	5.09	3.62	3.73	5.50	4.68	4.74	4.86	4.62	0.64

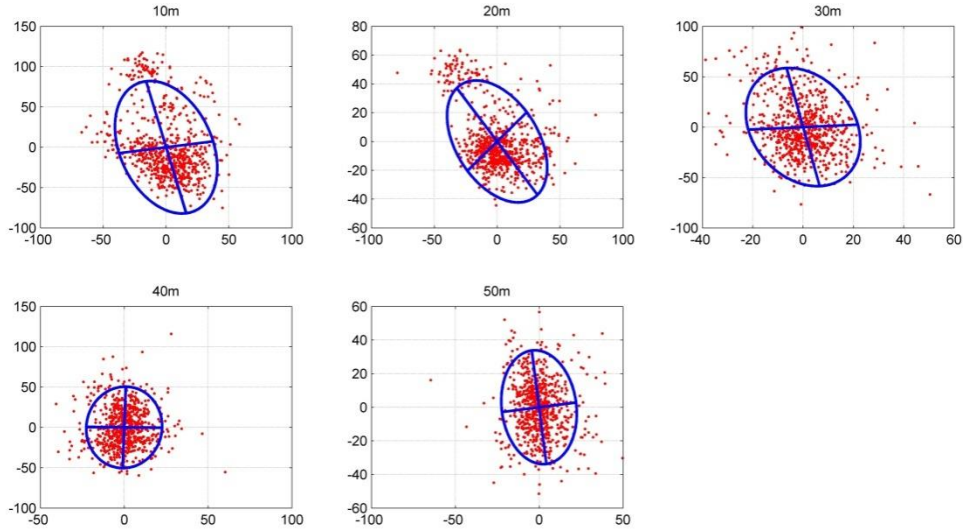
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-22.0	18.1	-6.7	5.9
V(N-S)	-21.5	21.6	-2.8	4.1

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50 m canal Gajardo, verano.

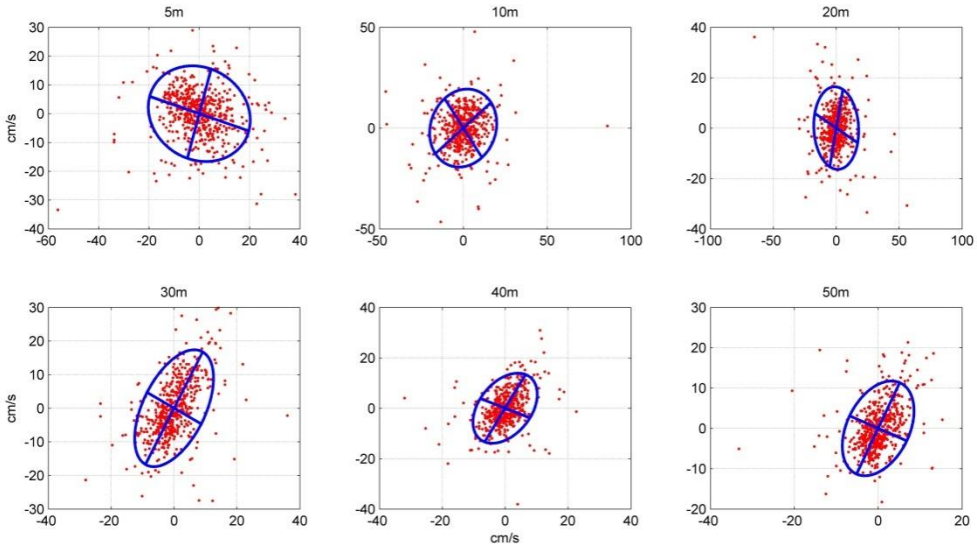
Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	56	47	50	52	68	114	113	67	567
3 - 4.9	33	31	38	44	72	185	208	69	680
5 - 6.9	15	16	16	16	32	179	216	31	521
7 - 8.9	7	11	4	5	17	173	170	15	402
9 - 10.9	3	1	3	2	8	143	157	9	326
11 - 12.9	5	2	2	6	3	119	79	3	219
13 - 14.9	4	2	1	0	2	74	57	9	149
15 - 16.9	0	2	1	1	6	35	50	2	97
17 - 18.9	3	0	2	1	0	15	27	1	49
19 - 20.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	126	112	117	127	208	1037	1077	206	3010
%Dirección	4.05	3.60	3.76	4.08	6.68	33.32	34.61	6.62	96.72
Máximos	17.95	16.41	17.99	17.23	16.30	18.22	18.12	18.15	18.22
Media	4.36	3.86	3.64	3.95	4.35	7.64	7.49	4.73	5.00
Desv. STD	3.70	3.11	3.25	2.97	3.19	4.01	4.12	3.37	0.43

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-17.9	17.8	-4.5	4.9
V(N-S)	-15.8	17.8	-1.8	3.5

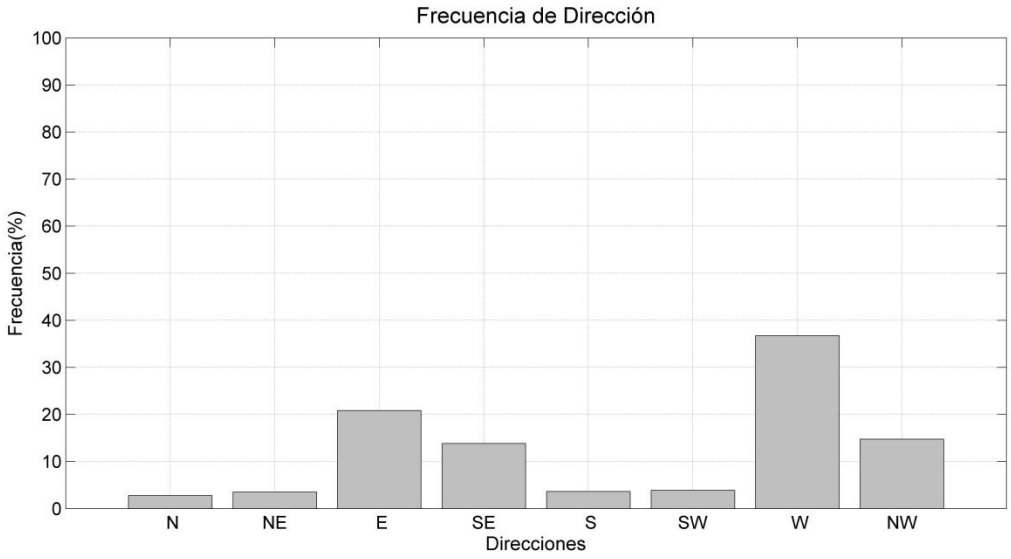


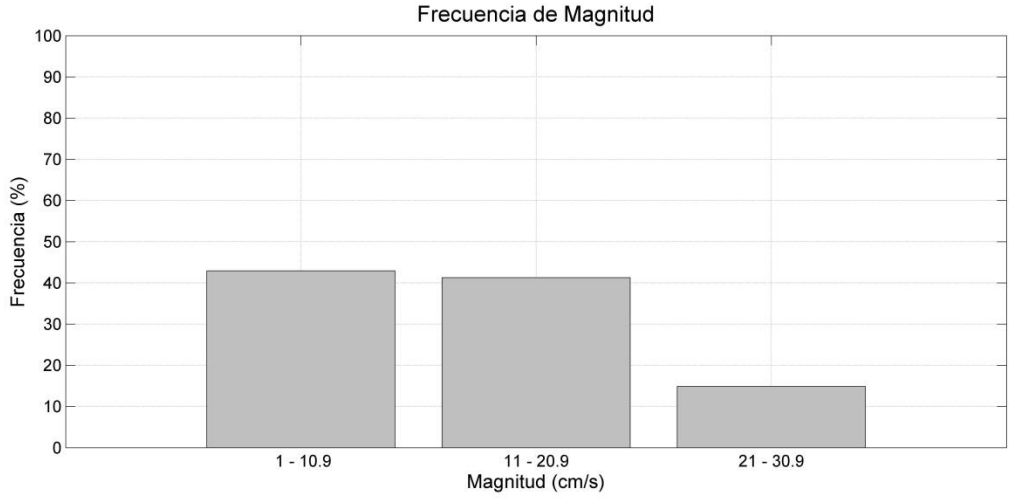
Elipse de máxima varianza en la capa de 10-20-30-40-50 metros en Altamirano.



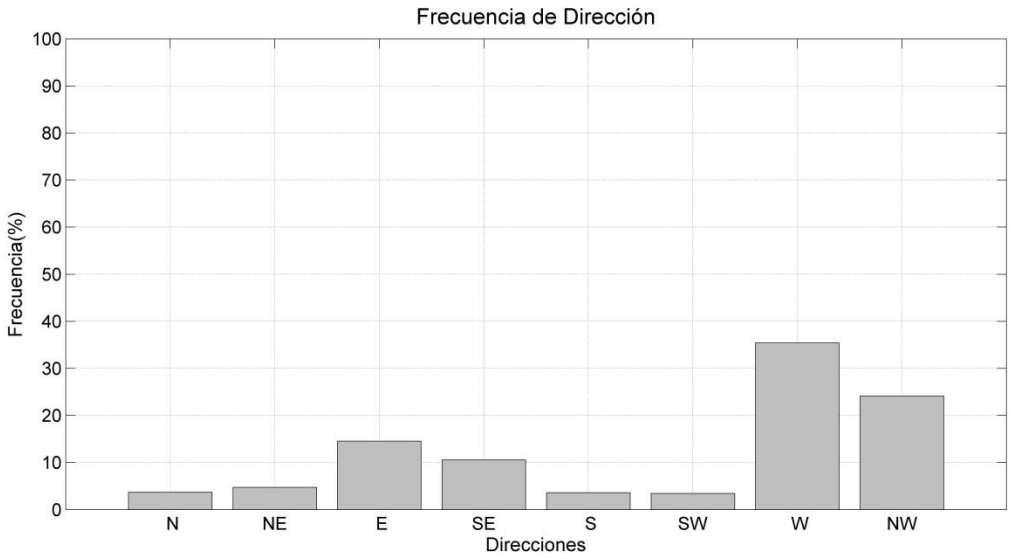
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40-50 metros en canal Gajardo.

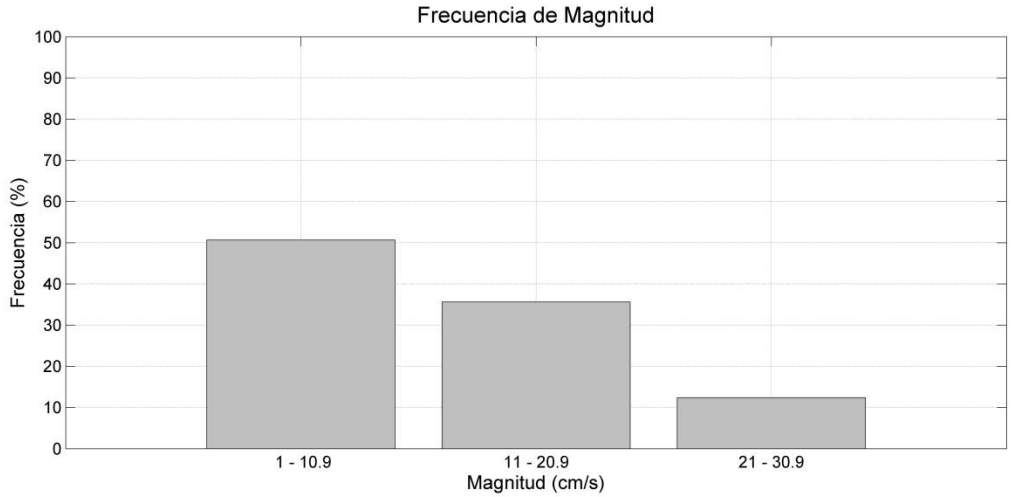
Campaña Octubre 2012Seno Skyring



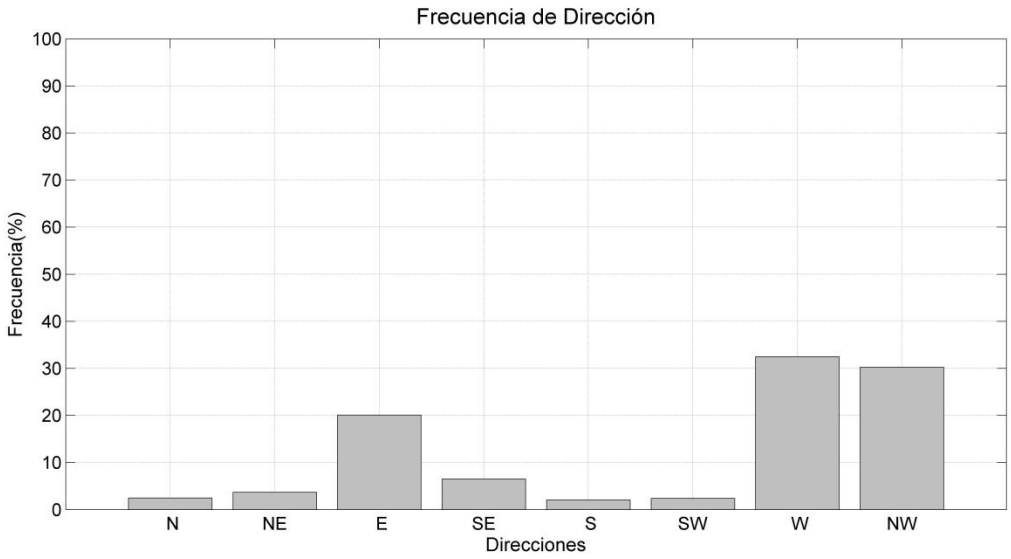


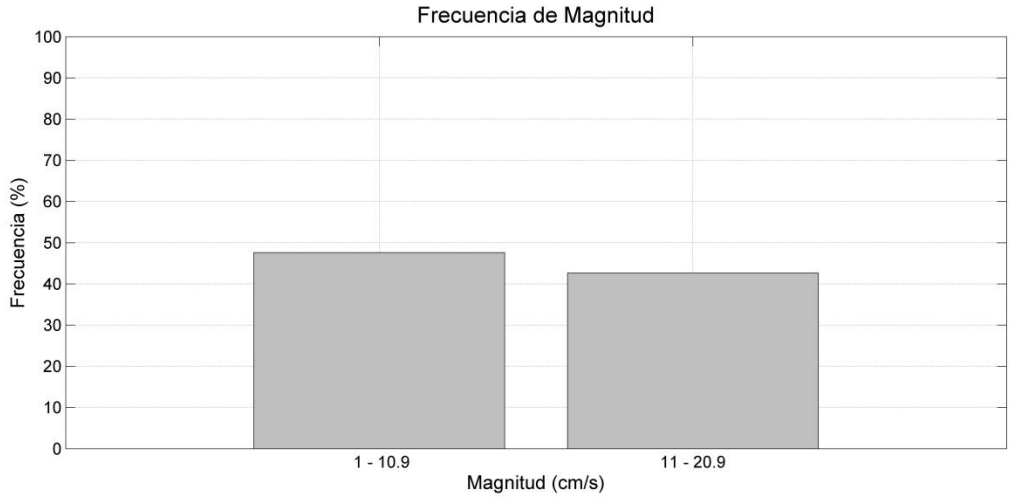
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en Bahía Beaufort.



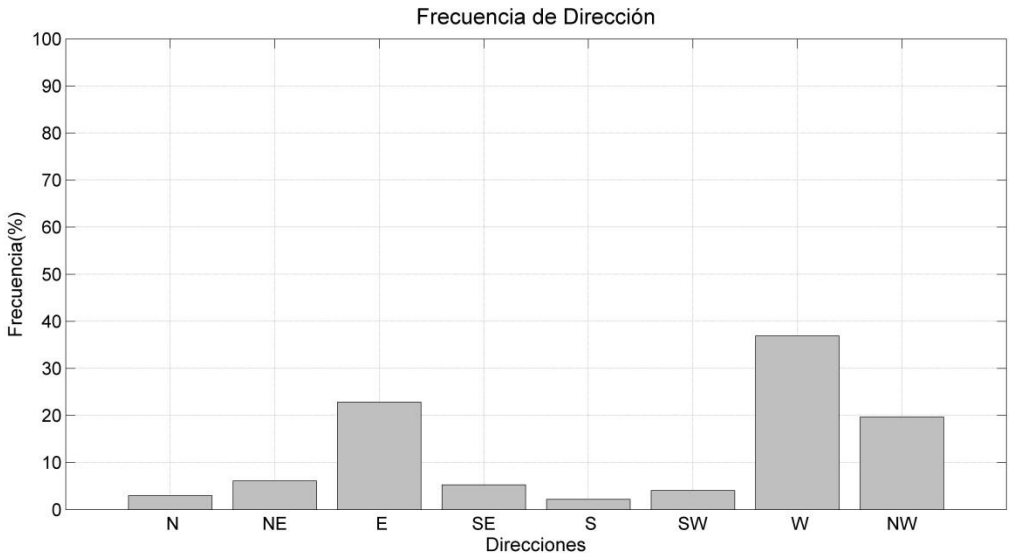


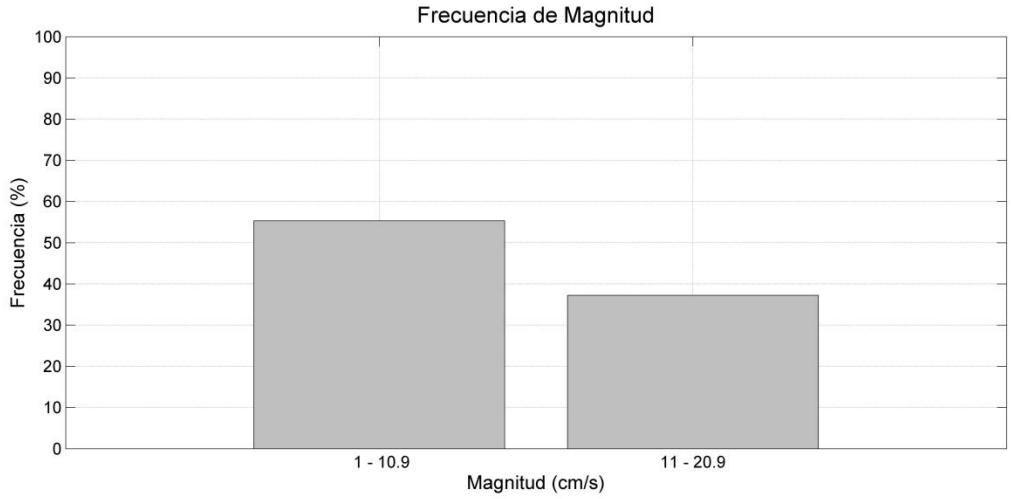
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en Bahía Beaufort.



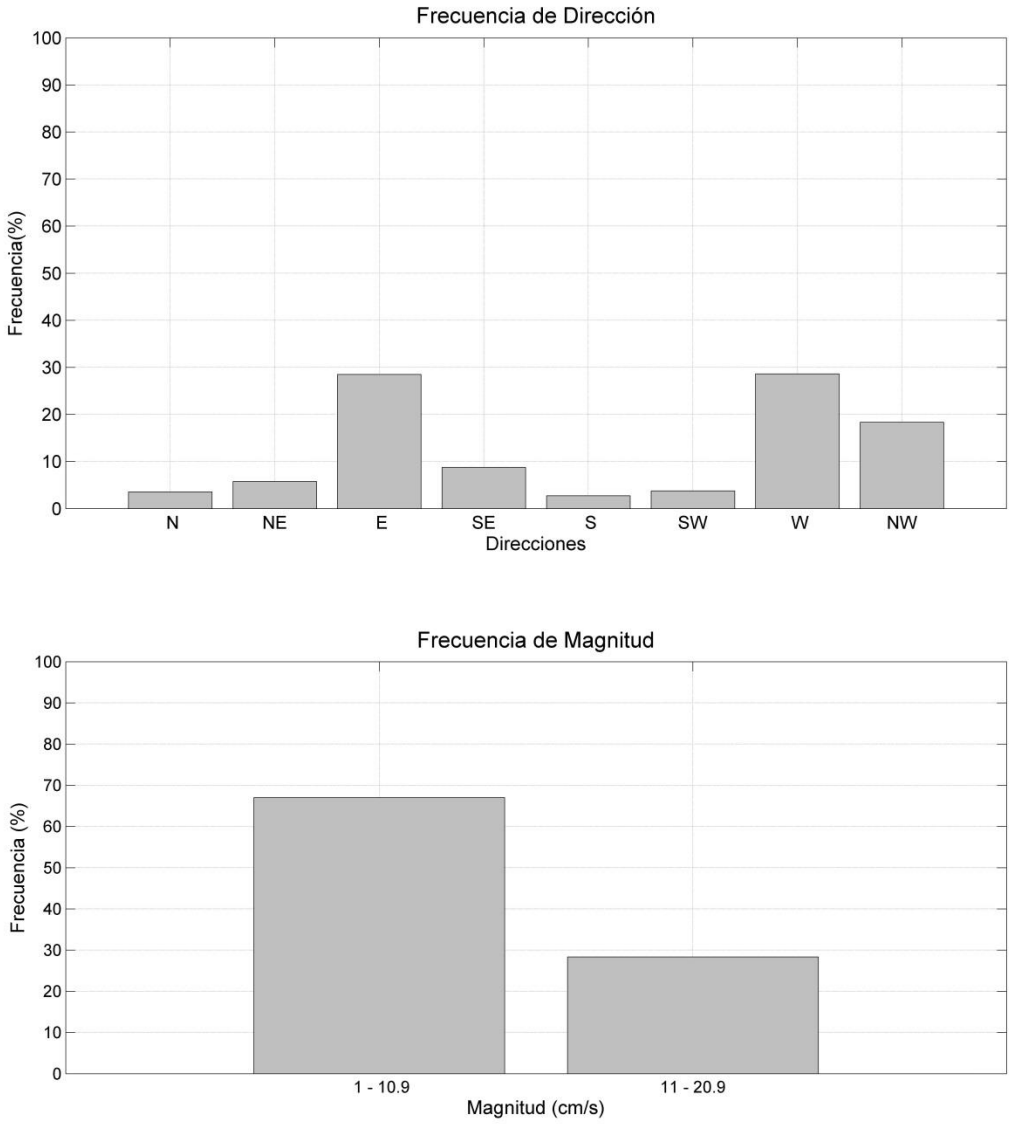


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en Bahía Beaufort.

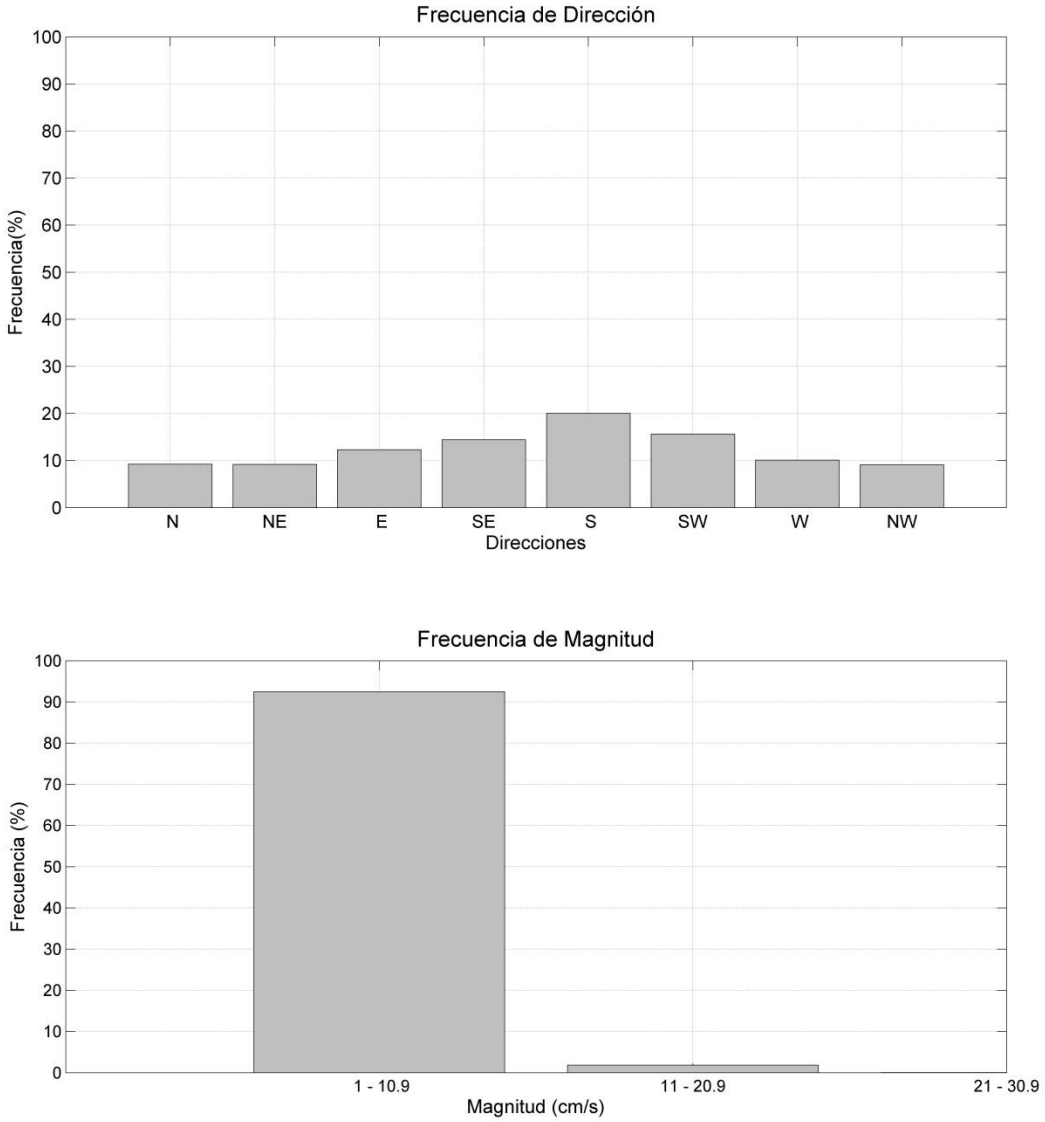




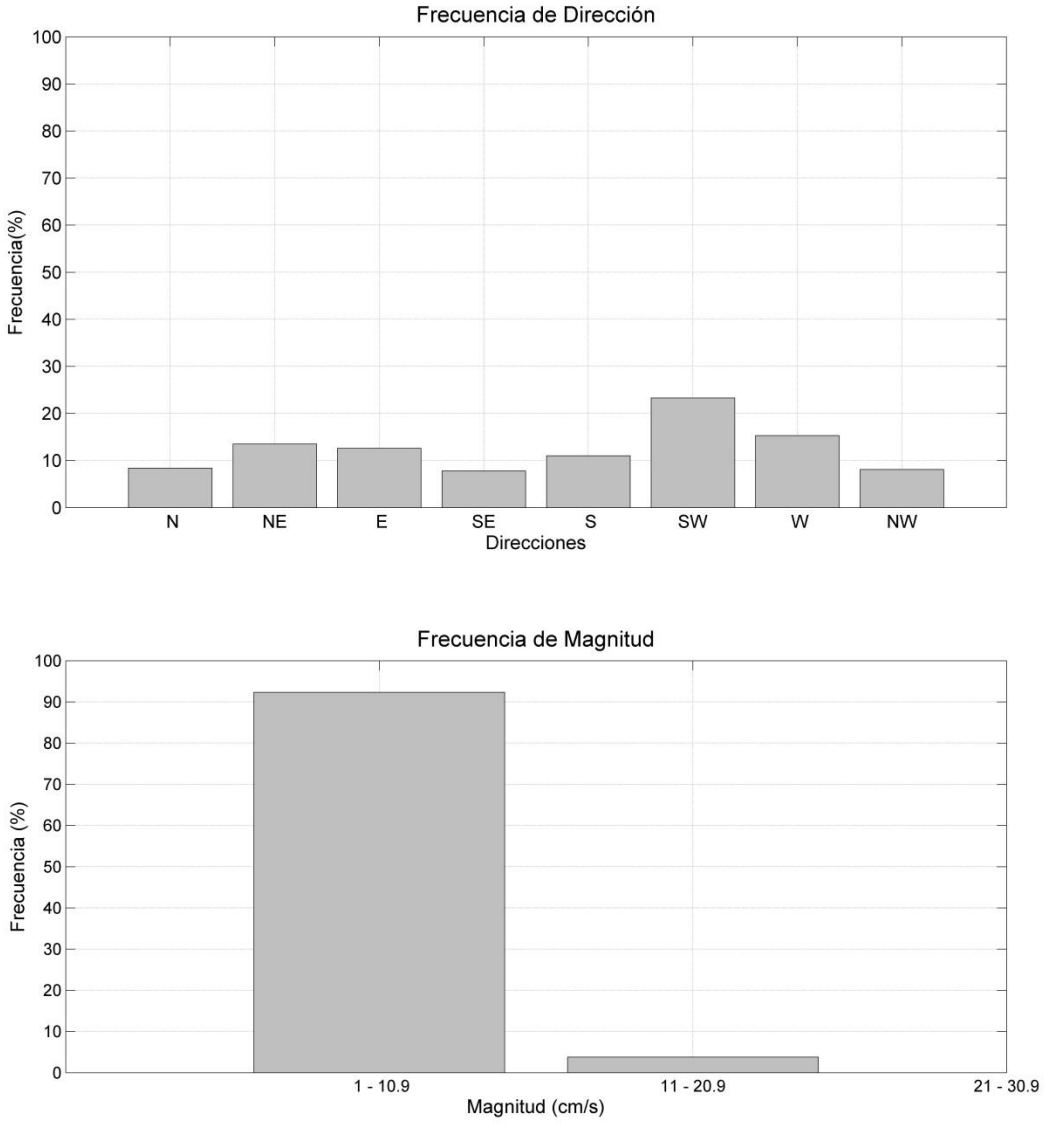
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en Bahía Beaufort.



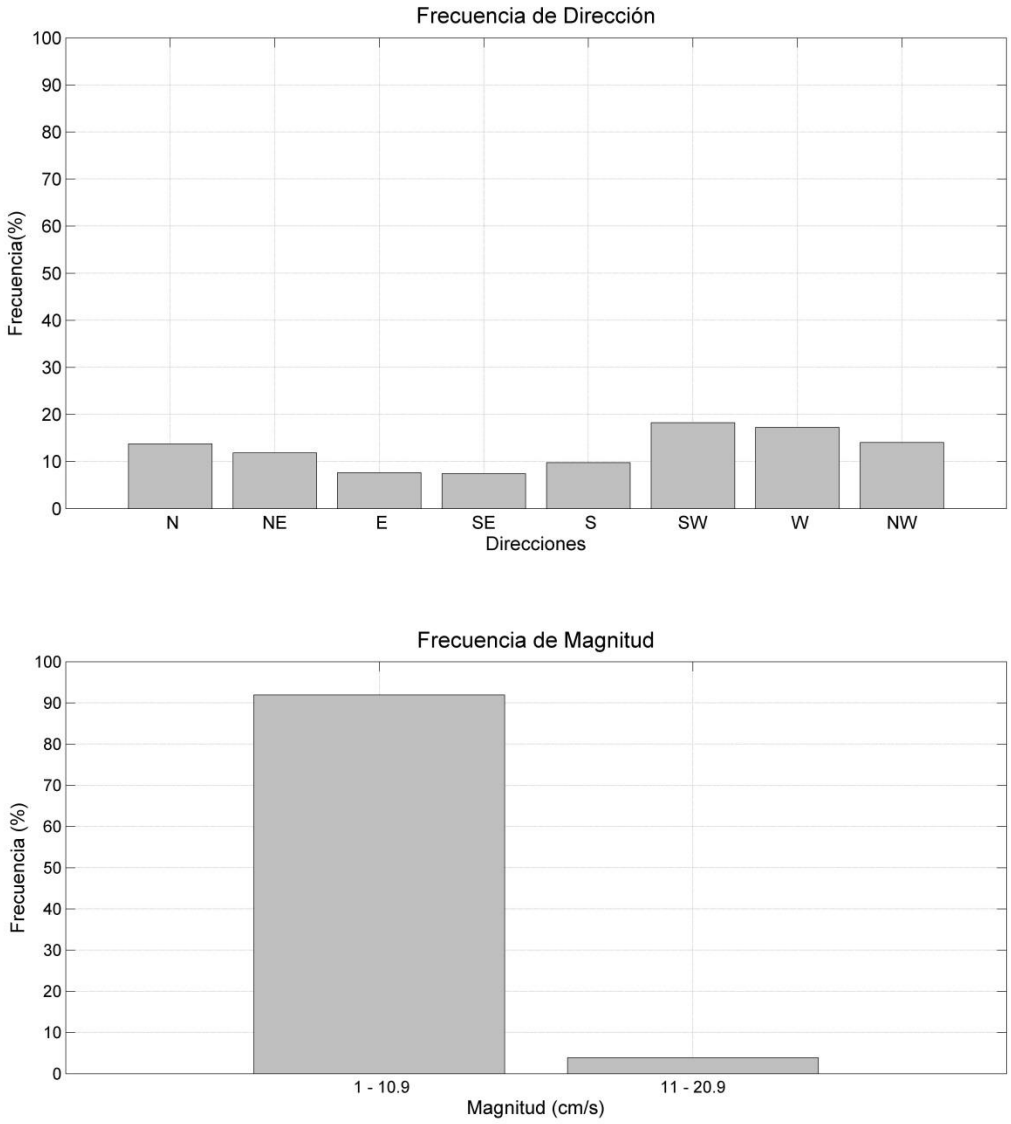
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en Bahía Beaufort.



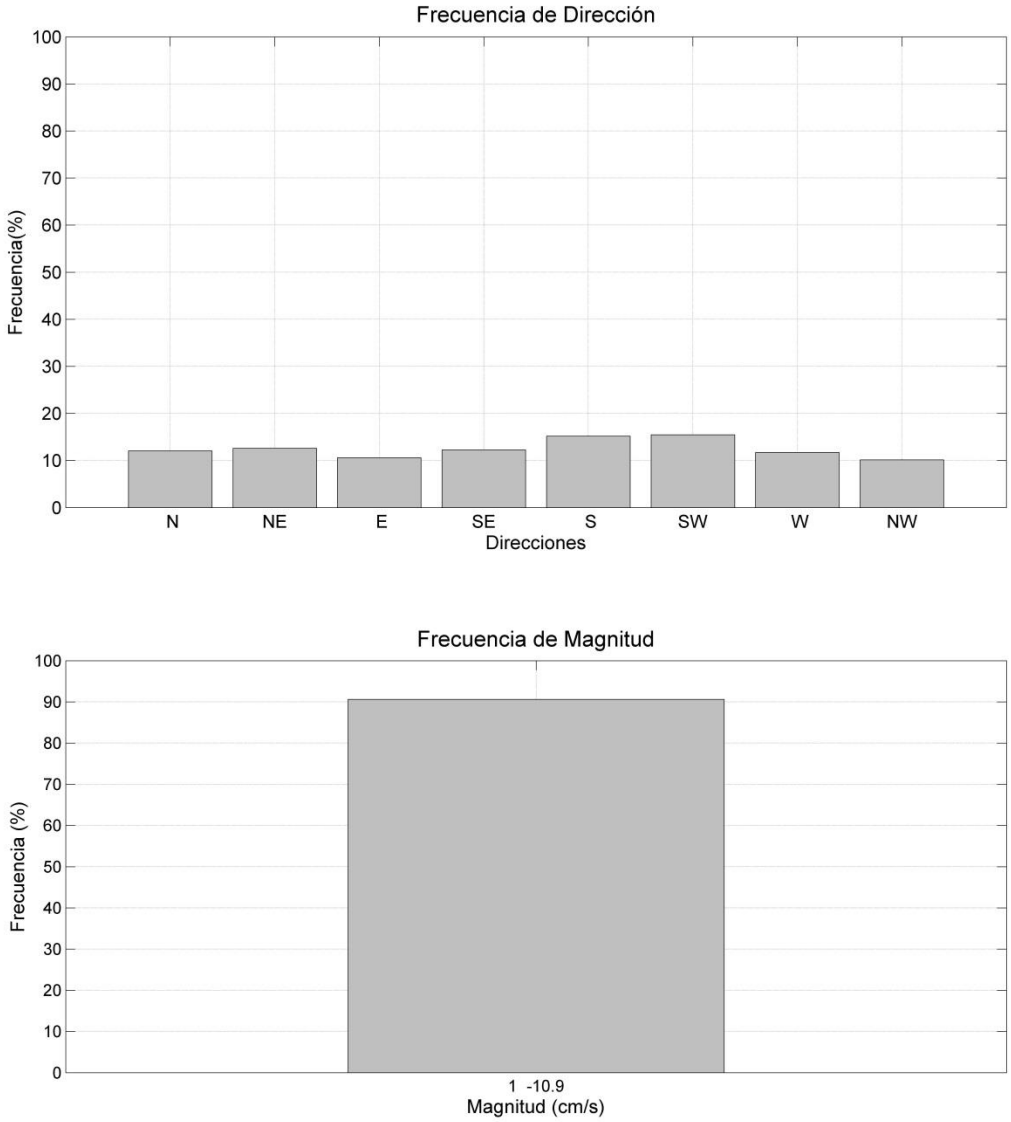
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en golfo Xaultegua.



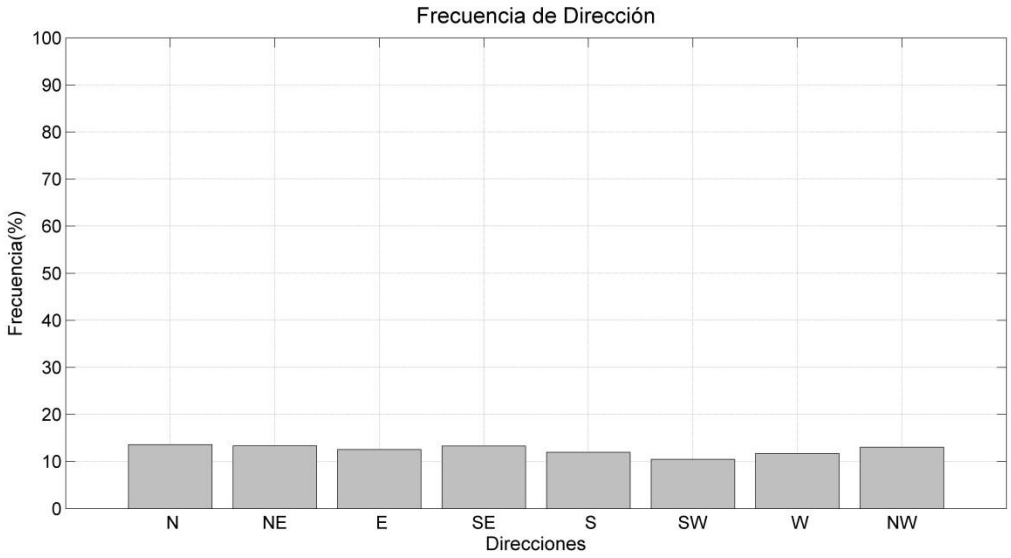
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad engolfo Xaultegua.

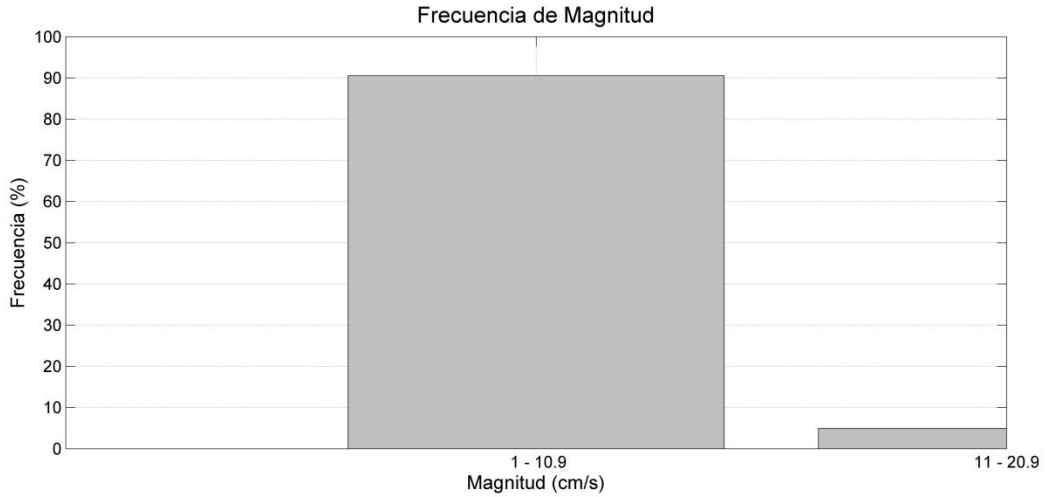


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad engolfo Xaultegua.

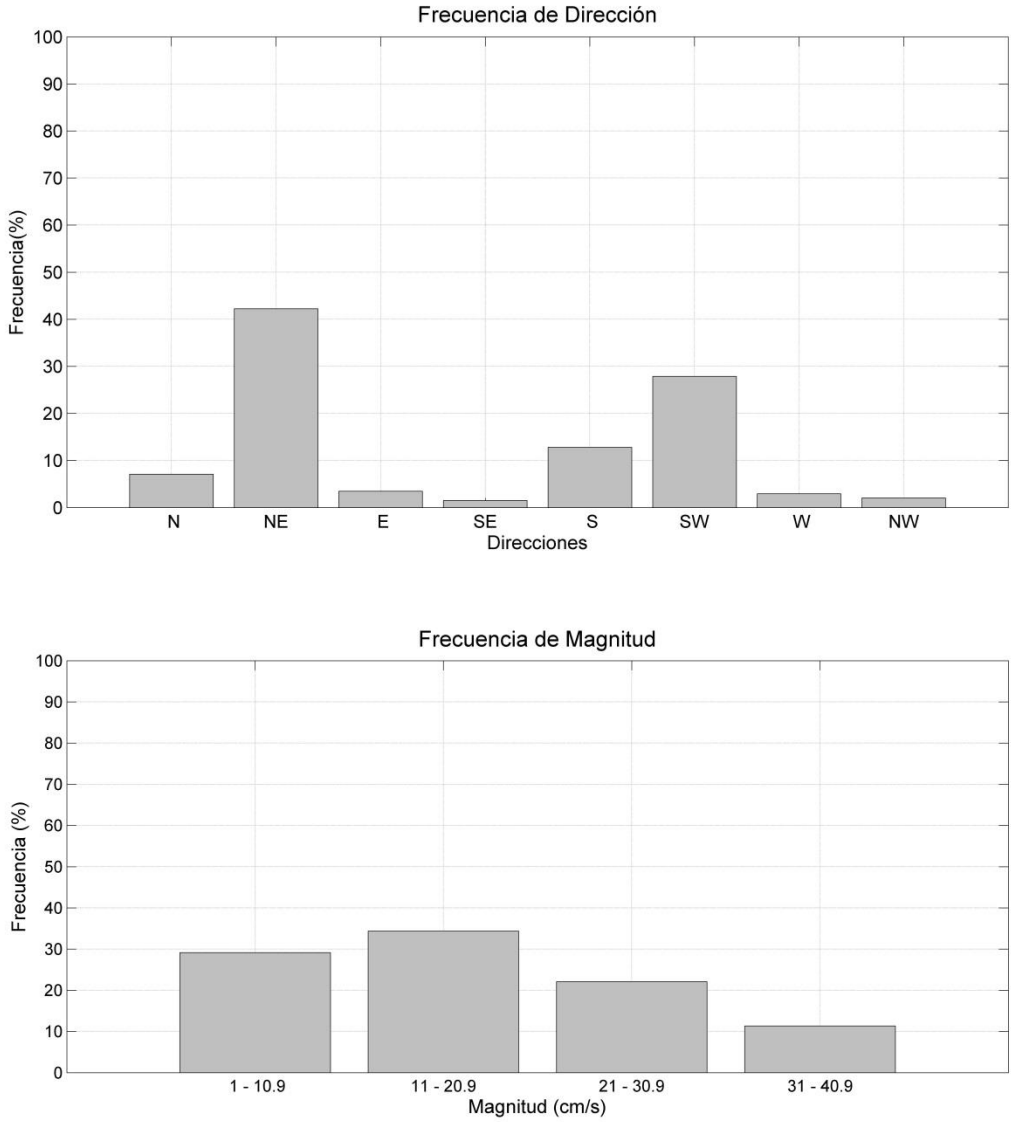


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en golfo Xaultegua

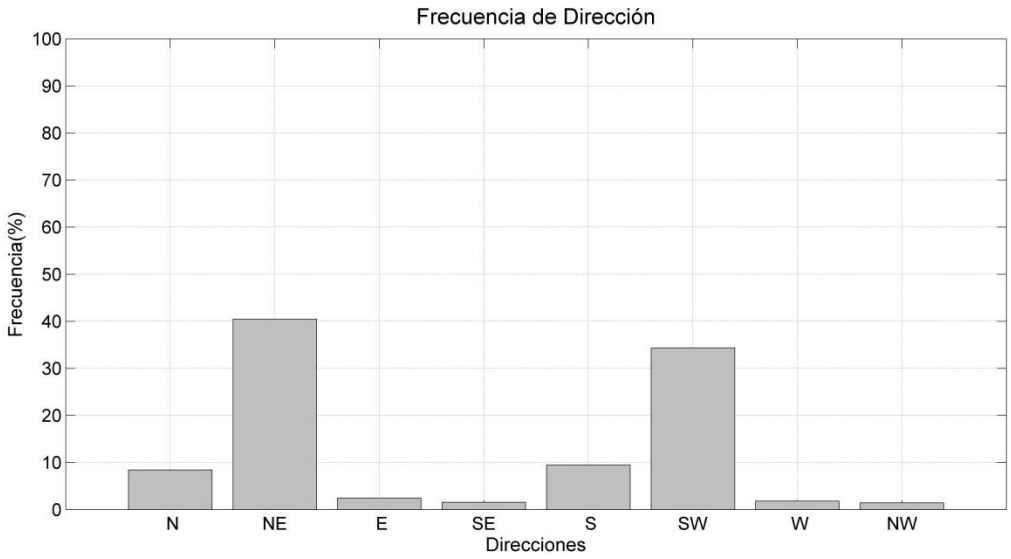


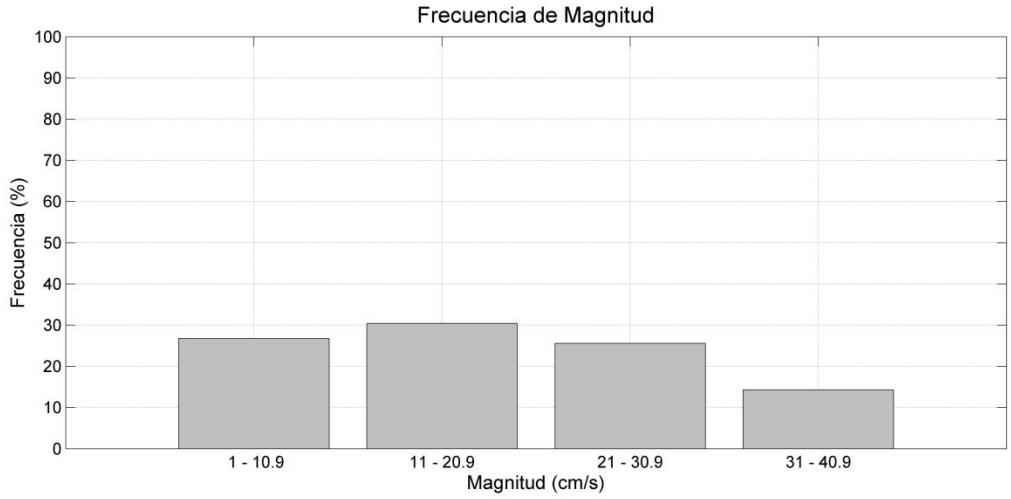


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en golfo Xaultegua.

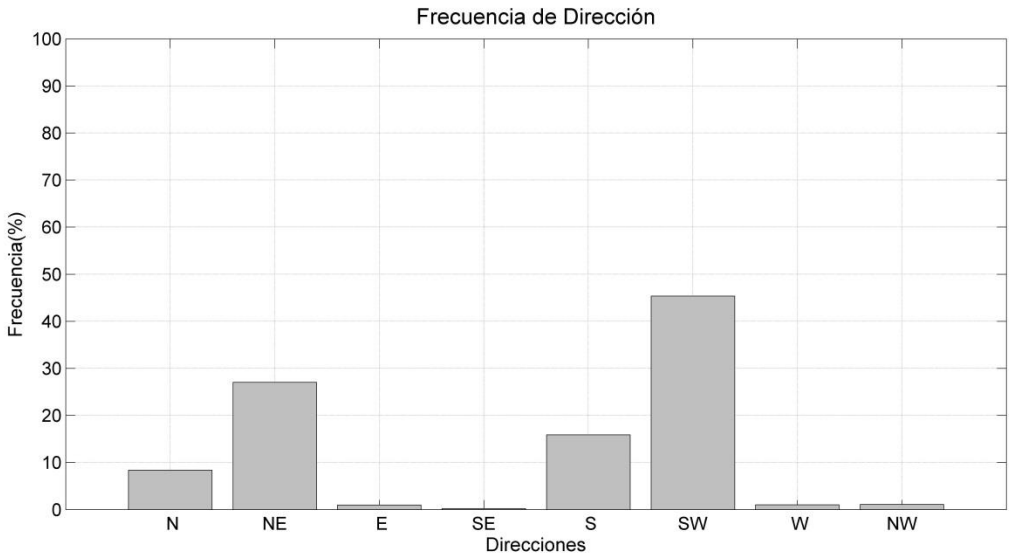


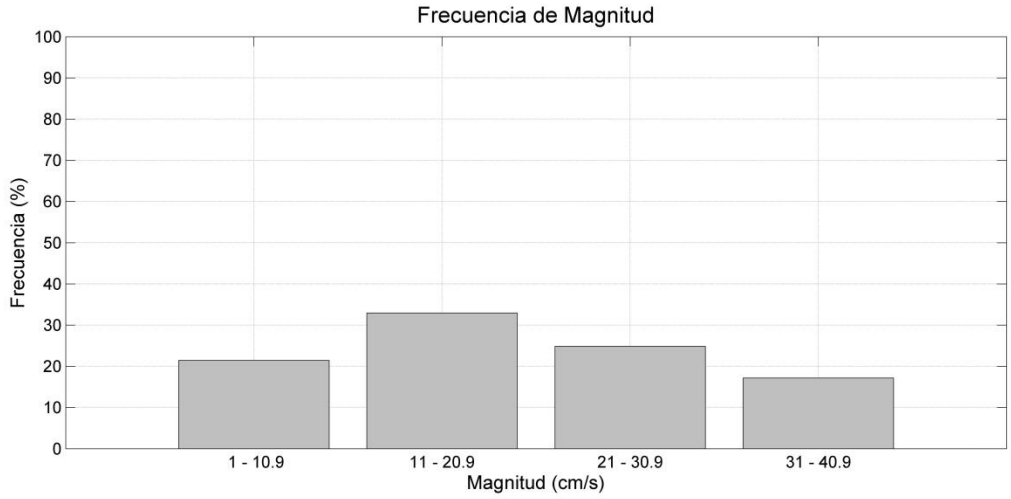
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en estero Córdova.



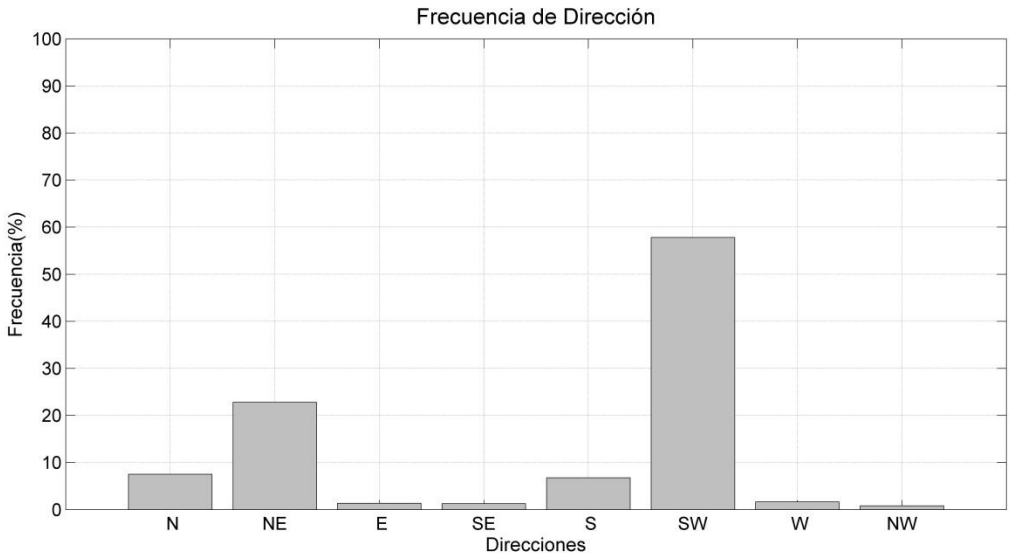


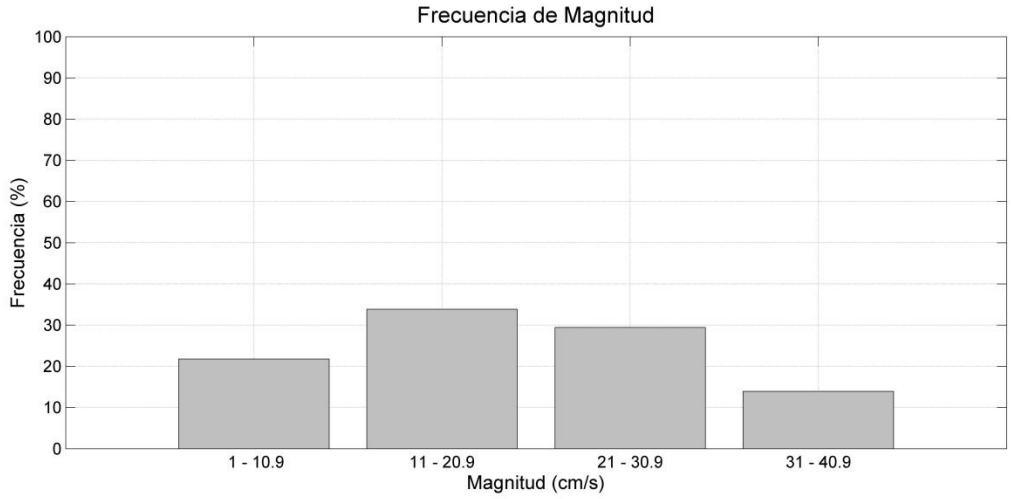
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en estero Córdova.





Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en estero Córdova.





Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en estero Córdova.

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m. Canal Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	54	35	45	58	39	33	44	47	355
3 - 4.9	53	57	109	96	65	65	89	91	625
5 - 6.9	41	63	117	110	55	54	113	94	647
7 - 8.9	15	38	141	131	31	39	186	109	690
9 - 10.9	12	21	143	108	35	29	232	116	696
11 - 12.9	4	11	132	110	8	12	271	105	653
13 - 14.9	1	5	120	106	8	14	315	113	682
15 - 16.9	0	2	118	71	2	9	273	113	588
17 - 18.9	0	2	133	76	2	3	277	61	554
19 - 20.9	0	3	92	44	0	0	219	62	420
21 - 22.9	0	2	81	34	0	2	179	50	348
23 - 24.9	0	1	62	9	1	3	135	22	233
25 - 26.9	0	0	55	4	0	0	113	22	194
27 - 28.9	0	0	67	5	0	0	81	14	167
29 - 30.9	0	0	42	2	1	0	43	12	100
Totales	180	240	1457	964	247	263	2570	1031	6952
%Dirección	2.56	3.42	20.75	13.73	3.52	3.75	36.61	14.69	99.03
Máximos	14.70	24.60	30.70	29.70	30.60	24.60	30.70	30.70	30.70
Media	4.41	6.35	14.33	10.97	6.24	6.96	15.47	12.44	9.65
Desv. STD	2.75	4.08	7.49	5.83	3.97	4.50	6.55	6.57	1.63

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-30.4	30.6	-3.0	13.4
V(N-S)	-29.7	18.5	0.2	5.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m. Canal Beaufort

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	65	61	82	79	53	58	68	72	538
3 - 4.9	72	109	158	131	70	61	134	112	847
5 - 6.9	63	75	167	138	50	37	155	157	842
7 - 8.9	25	40	144	109	37	29	176	177	737
9 - 10.9	12	13	108	74	15	22	214	170	628
11 - 12.9	6	8	79	63	12	13	261	159	601
13 - 14.9	3	4	82	33	3	6	254	174	559
15 - 16.9	0	3	41	24	1	4	264	155	492
17 - 18.9	1	3	53	18	2	2	250	139	468
19 - 20.9	1	0	29	19	0	1	234	121	405
21 - 22.9	1	0	36	17	0	1	201	113	369
23 - 24.9	0	1	23	15	0	0	151	83	273
25 - 26.9	0	0	18	13	0	0	101	54	186
27 - 28.9	0	0	3	2	0	0	34	13	52
Totales	249	317	1023	735	243	234	2497	1699	6997
%Dirección	3.51	4.47	14.42	10.36	3.43	3.30	35.20	23.95	98.63
Máximos	21.80	24.80	27.60	27.60	18.80	22.80	27.70	27.70	27.70
Media	4.88	5.15	9.81	8.74	5.30	5.80	14.64	13.19	8.44
Desv. STD	3.17	3.32	6.18	5.93	3.36	3.92	6.54	6.63	1.57

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-27.6	27.6	-5.5	11.0
V(N-S)	-18.4	21.7	1.8	5.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m. Canal Beaufort

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	51	57	58	63	61	47	59	61	457
3 - 4.9	57	67	116	93	41	45	117	114	650
5 - 6.9	31	50	198	72	24	37	163	143	718
7 - 8.9	15	39	266	71	6	14	194	169	774
9 - 10.9	12	25	234	53	1	9	235	206	775
11 - 12.9	1	5	187	42	0	2	281	241	759
13 - 14.9	2	7	139	28	0	2	260	263	701
15 - 16.9	2	1	103	18	0	1	281	251	657
17 - 18.9	0	1	62	6	0	0	240	233	542
19 - 20.9	0	0	25	6	0	0	168	168	367
21 - 22.9	0	0	13	1	0	0	137	130	281
23 - 24.9	0	1	2	0	0	0	105	109	217
25 - 26.9	0	1	4	0	0	0	53	50	108
Totales	171	254	1407	453	133	157	2293	2138	7006
%Dirección	2.41	3.58	19.84	6.39	1.88	2.21	32.33	30.15	98.79
Máximos	16.50	25.00	25.40	21.00	9.10	15.80	26.10	26.10	26.10
Media	4.71	5.64	9.88	7.43	3.30	4.50	13.65	13.80	7.86
Desv. STD	2.87	3.60	4.54	4.43	1.85	2.90	5.94	6.01	1.49

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-26.1	25.1	-5.3	10.7
V(N-S)	-15.0	21.0	2.8	4.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m. Canal Beaufort

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	72	72	89	79	67	69	111	86	645
3 - 4.9	70	111	156	85	52	101	180	146	901
5 - 6.9	32	93	214	71	17	66	242	136	871
7 - 8.9	13	54	235	49	2	21	271	124	769
9 - 10.9	9	28	231	32	4	16	271	124	715
11 - 12.9	2	20	219	17	0	5	320	130	713
13 - 14.9	1	10	182	9	0	1	329	118	650
15 - 16.9	2	6	136	2	0	0	283	114	543
17 - 18.9	0	6	70	2	0	1	210	111	400
19 - 20.9	0	3	41	2	0	0	151	121	318
21 - 22.9	0	3	12	1	0	0	109	97	222
23 - 24.9	0	0	9	0	0	0	93	66	168
25 - 26.9	0	0	0	0	0	0	14	6	2
Totales	201	406	1594	349	142	280	2584	1379	6935
Dirección	2.85	5.76	22.60	4.95	2.01	3.97	36.64	19.55	98.34
Máximos	16.60	22.60	24.40	21.00	10.50	17.10	25.20	25.20	25.20
Media	4.15	5.97	10.01	5.67	3.27	4.62	12.25	12.29	7.28
Desv. STD	2.76	4.07	4.84	3.71	1.97	2.60	5.85	6.59	1.63

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-25.0	24.4	-3.8	10.5
V(N-S)	-12.0	17.8	1.9	3.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m. Canal Beaufort

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	73	93	100	85	73	70	88	90	672
3 - 4.9	73	137	254	131	58	75	198	127	1053
5 - 6.9	43	84	355	138	18	47	248	142	1075
7 - 8.9	17	46	393	99	6	22	271	159	1013
9 - 10.9	9	14	346	60	4	11	236	155	835
11 - 12.9	9	6	246	41	4	4	226	145	681
13 - 14.9	4	1	123	24	3	8	170	106	439
15 - 16.9	0	4	76	14	2	2	171	124	393
17 - 18.9	0	1	35	4	1	1	154	89	285
19 - 20.9	3	0	15	5	2	0	93	50	168
21 - 22.9	0	0	13	1	0	0	81	51	146
23 - 24.9	0	0	2	0	0	0	32	12	46
25 - 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	231	386	1958	602	171	240	1968	1250	6806
%Dirección	3.33	5.56	28.22	8.68	2.46	3.46	28.37	18.02	98.10
Máximos	19.80	17.20	23.20	21.00	20.30	18.30	23.60	23.40	23.60
Media	4.58	4.73	8.59	6.79	3.97	4.66	11.00	10.62	6.87
Desv. STD	3.36	2.76	4.01	3.90	3.54	3.29	5.64	5.71	1.09

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-23.1	23.2	-1.7	9.4
V(N-S)	-20.3	19.3	1.2	3.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m golfo Xaultegua.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	196	208	230	250	275	247	206	195	1807
3 - 4.9	175	188	277	336	374	306	209	191	2056
5 - 6.9	116	110	147	179	295	232	134	114	1327
7 - 8.9	35	33	64	82	170	108	40	29	561
9 - 10.9	10	5	14	34	83	27	11	5	189
11 - 12.9	3	2	4	10	23	20	1	2	65
13 - 14.9	1	1	0	1	15	8	2	2	30
15 - 16.9	0	0	1	0	7	7	0	0	15
17 - 18.9	0	0	0	0	2	1	0	0	3
19 - 20.9	0	0	0	0	2	2	0	0	4
23 - 24.9	0	0	0	0	0	1	0	0	1
29 - 30.9	0	0	0	0	1	0	0	0	1
39 - 40.9	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Totales	536	547	738	892	1247	959	603	538	6060
%Dirección	8.35	8.52	11.49	13.89	19.41	14.93	9.39	8.38	94.35
Máximos	14.20	13.70	39.50	13.80	29.90	23.00	13.50	14.30	39.50
Media	3.69	3.66	4.06	4.30	5.15	4.74	3.87	3.70	4.15
Desv. STD	2.25	2.07	2.54	2.31	3.03	2.91	2.11	2.12	0.37

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-16.8	38.1	0.0	3.2
V(N-S)	-29.3	13.8	-1.2	3.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m golfo Xaultegua.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	195	193	191	173	189	233	188	174	1536
3 - 4.9	192	260	263	174	226	326	250	165	1856
5 - 6.9	82	208	177	85	160	348	243	101	1404
7 - 8.9	26	115	100	22	56	275	159	40	793
9 - 10.9	3	51	31	10	28	142	69	8	342
11 - 12.9	0	17	14	4	15	75	38	2	165
13 - 14.9	1	3	3	0	3	33	4	0	47
15 - 16.9	0	2	1	0	1	14	2	0	20
17 - 18.9	0	0	0	0	1	4	3	0	8
19 - 20.9	0	0	0	0	0	2	1	0	3
31 - 32.9	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Totales	499	849	780	469	679	1452	957	490	6175
%Dirección	7.77	13.22	12.14	7.30	10.57	22.61	14.90	7.63	96.14
Máximos	14.80	15.30	15.00	32.30	17.30	20.50	19.30	12.30	32.30
Media	3.52	4.98	4.70	3.75	4.55	6.12	5.44	3.84	4.61
Desv. STD	1.96	2.65	2.53	2.46	2.60	3.33	2.95	2.15	0.43

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-18.9	29.7	-0.8	4.3
V(N-S)	-16.1	14.5	-0.7	3.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m golfo Xaultegua.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	171	181	133	146	171	200	225	197	1424
3 - 4.9	278	219	155	171	197	308	322	275	1925
5 - 6.9	177	175	104	82	124	297	257	185	1401
7 - 8.9	121	89	46	29	62	185	142	111	785
9 - 10.9	59	50	14	10	25	82	78	51	369
11 - 12.9	25	10	8	5	9	40	31	30	158
13 - 14.9	6	5	1	1	3	11	13	13	53
15 - 16.9	1	2	0	1	2	7	2	6	21
17 - 18.9	2	0	2	0	0	3	1	3	11
19 - 20.9	1	0	0	0	0	0	3	2	6
21 - 22.9	1	0	0	0	0	0	0	0	1
25 - 26.9	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Totales	843	731	463	445	593	1133	1074	873	6155
%Dirección	13.12	11.38	7.21	6.93	9.23	17.64	16.72	13.59	95.83
Máximos	25.10	16.10	17.60	15.80	15.00	18.30	20.40	20.30	25.10
Media	5.15	4.88	4.40	3.93	4.45	5.51	5.28	5.20	4.85
Desv. STD	3.05	2.70	2.54	2.33	2.59	3.00	2.95	3.15	0.29

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-20.1	17.6	-1.2	4.0
V(N-S)	-15.9	23.4	0.3	4.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m golfo Xaultegua.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	349	335	284	359	396	386	313	286	2708
3 - 4.9	233	286	247	274	348	325	269	216	2198
5 - 6.9	90	95	71	66	130	151	77	71	751
7 - 8.9	12	23	9	6	24	42	15	14	145
9 - 10.9	1	4	1	2	2	6	1	1	18
11 - 12.9	0	0	0	0	0	0	0	1	1
13 - 14.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 - 16.9	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Totales	685	744	612	707	900	910	675	589	5822
%Dirección	10.66	11.58	9.53	11.01	14.01	14.17	10.51	9.17	90.64
Máximos	10.50	15.40	9.20	10.30	10.40	10.60	9.30	11.90	15.40
Media	2.96	3.18	3.02	2.86	3.24	3.40	3.02	3.02	3.09
Desv. STD	1.67	1.79	1.61	1.51	1.67	1.88	1.62	1.71	0.11

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-9.5	10.9	-0.1	2.4
V(N-S)	-10.0	10.9	-0.3	2.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m golfo Xaultegua.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	210	186	191	195	181	189	189	200	1541
3 - 4.9	256	220	224	236	205	196	261	262	1860
5 - 6.9	170	160	175	171	145	155	162	179	1317
7 - 8.9	111	113	99	110	86	63	72	94	748
9 - 10.9	51	65	44	50	56	18	23	40	347
11 - 12.9	29	36	23	34	30	8	10	17	187
13 - 14.9	7	15	9	14	11	3	3	3	65
15 - 16.9	2	9	5	12	11	1	1	3	44
17 - 18.9	1	5	1	1	1	0	0	0	9
19 - 20.9	0	6	1	1	2	0	0	1	11
21 - 22.9	0	3	1	0	0	0	0	0	4
23 - 24.9	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Totales	837	819	773	824	728	633	721	799	6134
%Dirección	13.03	12.75	12.03	12.83	11.33	9.86	11.23	12.44	95.50
Máximos	17.70	23.10	22.50	20.90	19.70	15.30	15.20	19.10	23.10
Media	4.97	5.65	5.06	5.31	5.24	4.30	4.43	4.72	4.96
Desv. STD	2.95	3.82	3.10	3.30	3.43	2.48	2.46	2.76	0.47

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-14.9	22.2	0.4	4.0
V(N-S)	-19.7	17.6	0.2	4.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m estero Córdova

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	15	22	15	11	25	19	20	15	142
6 - 10.9	29	67	14	5	50	57	12	9	243
11 - 15.9	20	113	6	1	35	67	5	1	248
16 - 20.9	17	109	3	1	26	48	2	0	206
21 - 25.9	10	98	1	0	19	37	0	0	165
26 - 30.9	2	74	3	0	8	40	0	0	127
31 - 35.9	0	50	4	0	2	39	0	0	95
36 - 40.9	0	14	0	0	2	39	0	0	55
41 - 45.9	0	11	0	1	1	22	0	0	35
Totales	93	558	46	19	168	368	39	25	1316
%Dirección	7.04	42.24	3.48	1.44	12.72	27.86	2.95	1.89	99.62
Máximos	30.10	43.50	35.00	41.60	42.00	43.80	19.70	11.70	43.80
Media	12.62	20.22	11.78	7.10	13.56	22.03	7.33	5.08	12.46
Desv. STD	6.49	9.06	9.70	9.29	8.01	11.60	4.31	2.86	2.93

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-33.5	36.9	2.2	12.8
V(N-S)	-39.0	39.0	0.5	16.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m estero Córdova

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	32	33	15	14	12	19	15	15	155
6 - 10.9	33	83	11	7	20	41	6	2	203
11 - 15.9	23	123	4	0	23	51	0	1	225
16 - 20.9	14	86	1	0	22	59	0	0	182
21 - 25.9	6	80	0	0	15	74	1	0	176
26 - 30.9	4	73	0	0	13	76	0	0	166
31 - 35.9	1	42	1	0	7	62	0	0	113
36 - 40.9	0	17	0	0	10	51	0	0	78
41 - 45.9	0	3	0	0	5	27	0	0	35
Totales	113	540	32	21	127	460	22	18	1333
%Dirección	8.45	40.36	2.39	1.57	9.49	34.38	1.64	1.35	99.63
Máximos	35.50	42.70	35.60	10.70	43.90	43.90	21.20	15.50	43.90
Media	11.10	18.84	8.34	5.38	19.79	24.39	5.26	4.31	12.17
Desv. STD	7.06	9.12	6.35	2.84	10.96	10.60	4.15	3.24	3.22

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-31.0	33.1	-0.0	12.7
V(N-S)	-41.1	36.8	-2.0	18.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m estero Córdova

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	20	20	6	3	19	26	8	14	116
6 - 10.9	26	51	2	0	29	61	3	1	173
11 - 15.9	16	86	1	0	26	94	2	0	225
16 - 20.9	12	82	3	0	26	96	0	0	219
21 - 25.9	12	63	1	0	23	78	0	0	177
26 - 30.9	16	37	0	0	31	74	0	0	158
31 - 35.9	7	21	0	0	23	88	0	0	139
36 - 40.9	2	4	0	0	25	61	0	0	92
41 - 45.9	0	0	0	0	9	31	0	0	40
Totales	111	364	13	3	211	609	13	15	1339
%Dirección	8.24	27.02	0.97	0.22	15.66	45.21	0.97	1.11	99.41
Máximos	37.60	36.70	23.70	4.20	43.90	43.80	14.40	6.80	43.90
Media	15.76	17.98	10.41	2.83	21.85	23.18	5.61	3.82	12.68
Desv. STD	9.90	7.76	7.29	1.52	11.93	10.89	3.89	1.45	4.12

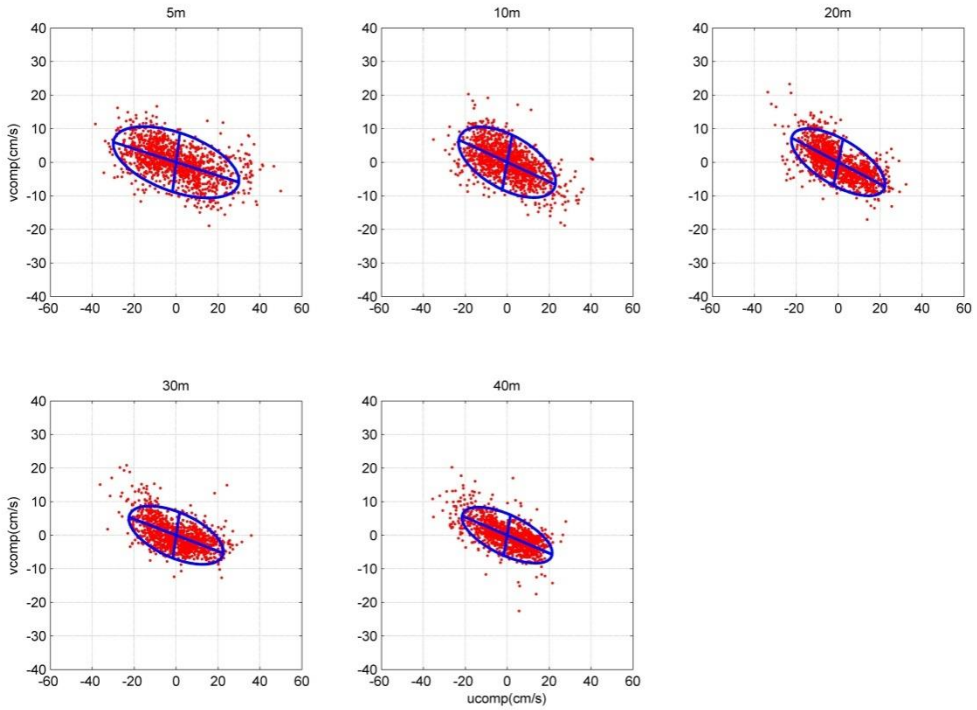
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-30.3	24.3	-3.4	11.1
V(N-S)	-43.3	35.4	-6.9	18.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m estero Córdova

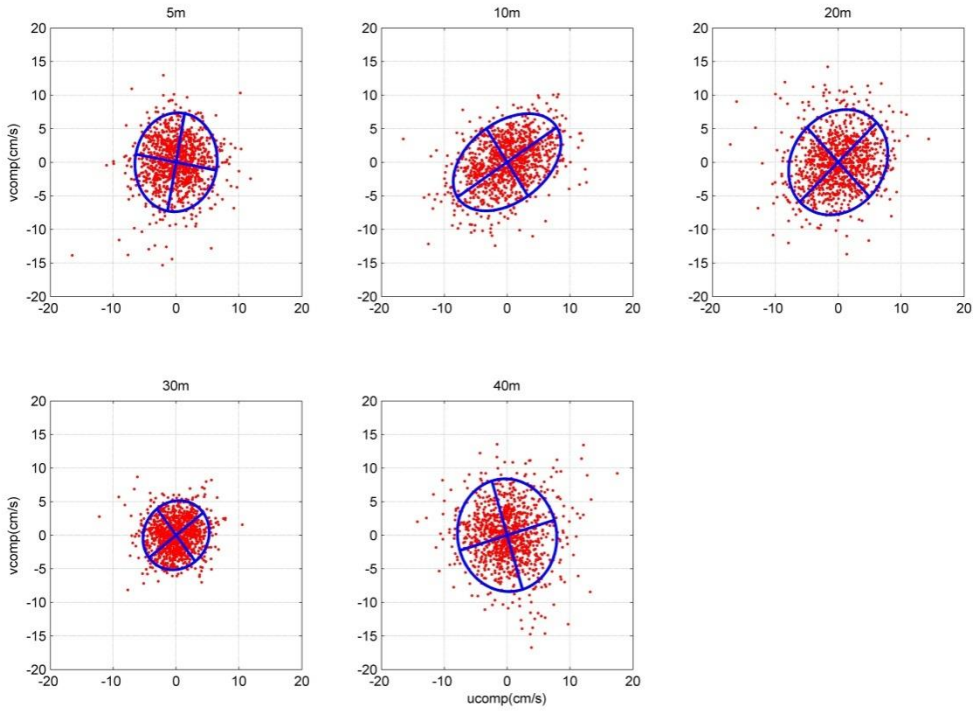
Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	20	22	13	15	14	27	14	6	131
6 - 10.9	22	40	2	2	24	61	7	3	161
11 - 15.9	18	74	2	0	20	86	0	0	200
16 - 20.9	21	103	0	0	7	123	0	0	254
21 - 25.9	11	48	0	0	9	147	0	0	215
26 - 30.9	8	16	0	0	7	149	0	0	180
31 - 35.9	1	2	0	0	3	129	0	0	135
36 - 40.9	0	0	0	0	6	46	0	0	52
Totales	101	305	17	17	90	768	21	9	1328
%Dirección	7.53	22.73	1.27	1.27	6.71	57.23	1.56	0.67	98.96
Máximos	34.10	31.70	12.80	6.10	39.00	41.70	10.50	6.40	41.70
Media	14.02	16.11	4.79	3.83	15.20	23.46	5.29	3.68	10.80
Desv. STD	8.05	6.39	3.55	1.47	10.14	9.17	2.94	2.06	3.39

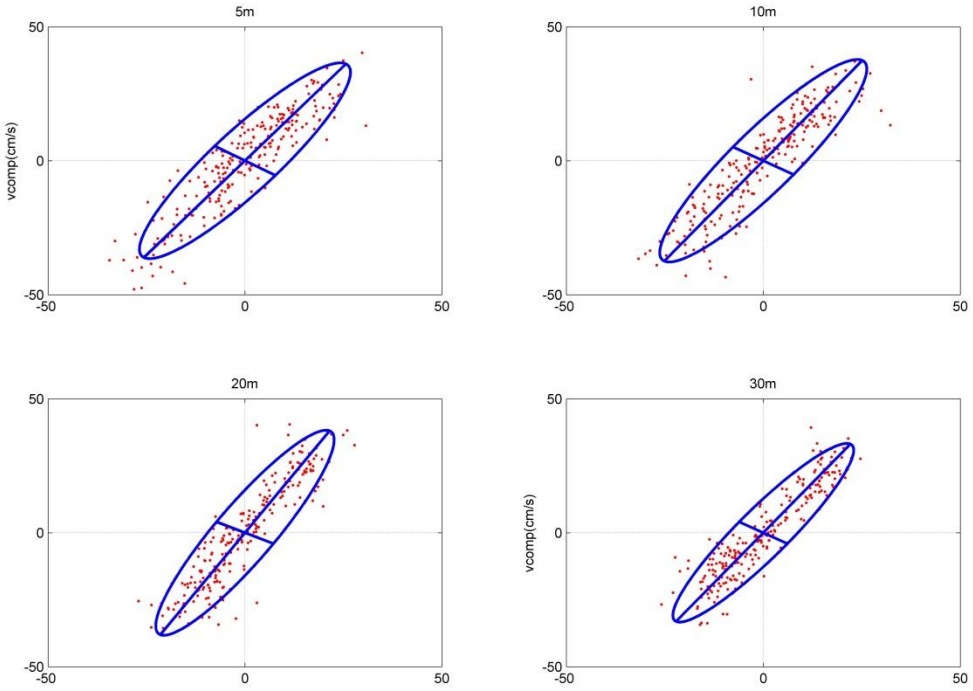
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-29.7	18.3	-6.0	11.2
V(N-S)	-37.4	31.6	-7.8	16.1



Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40 metros en Bahía Beaufort.

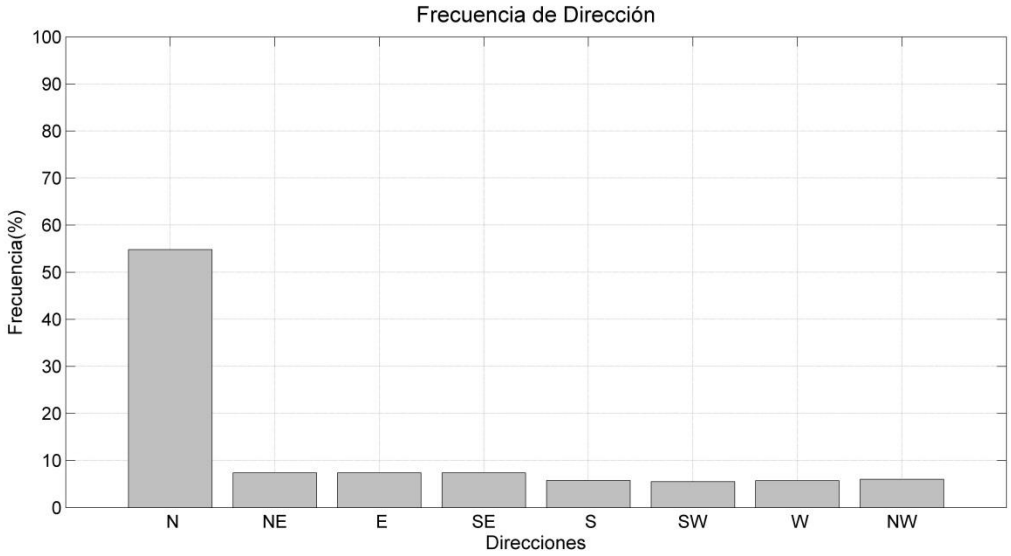


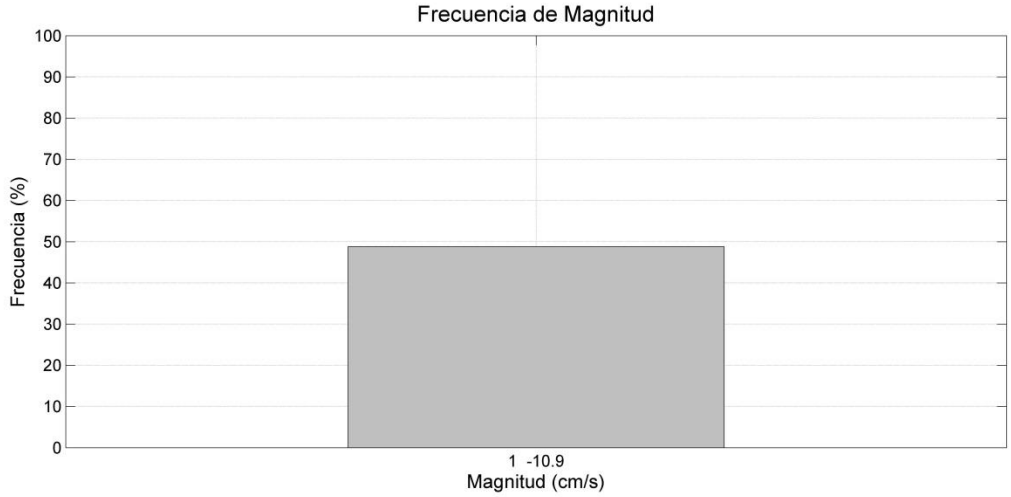
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40 metros en golfo Xaultegua.



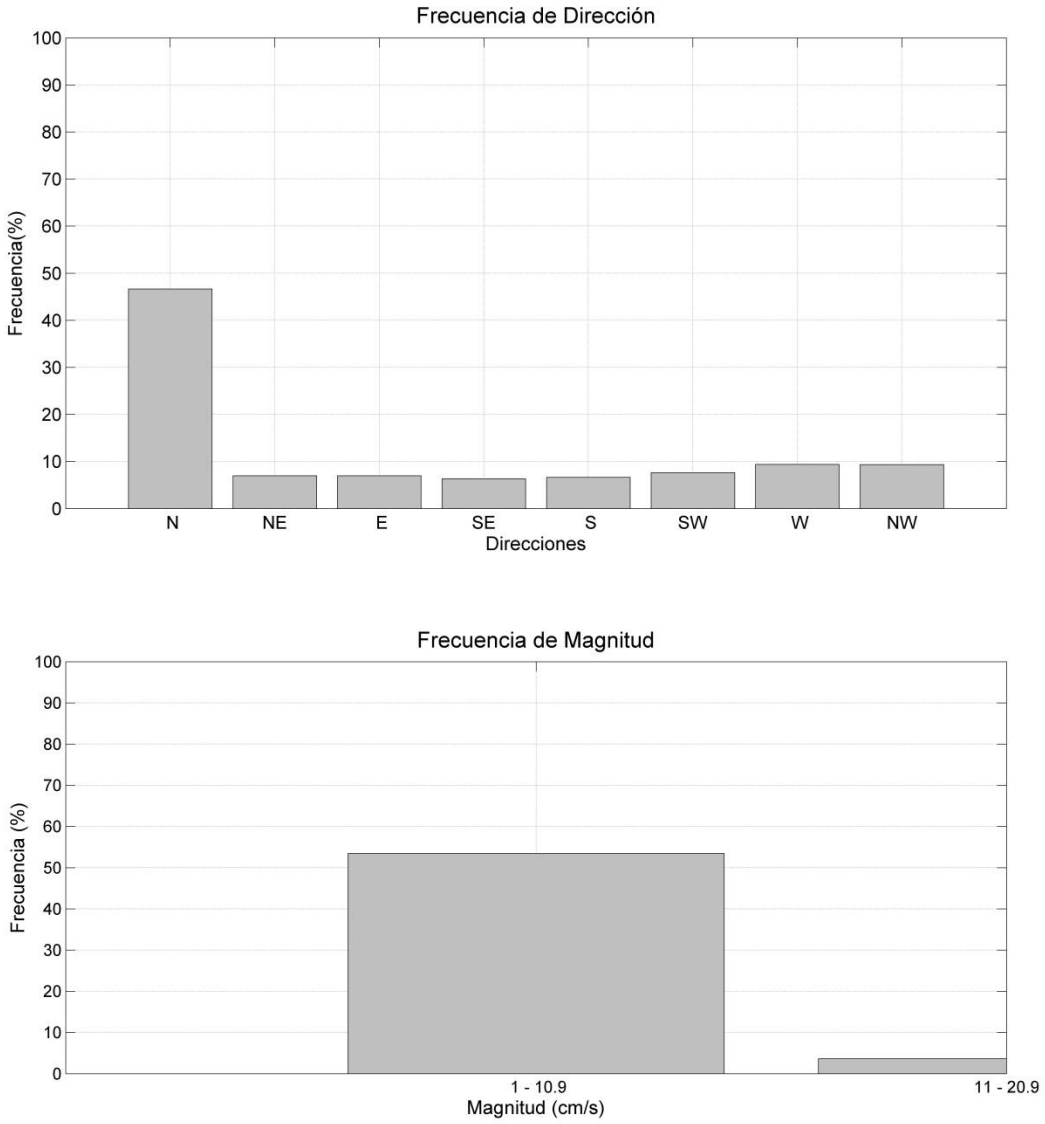
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30 metros en estero Córdova.

Campaña verano 2013 Golfo Almirante Montt.

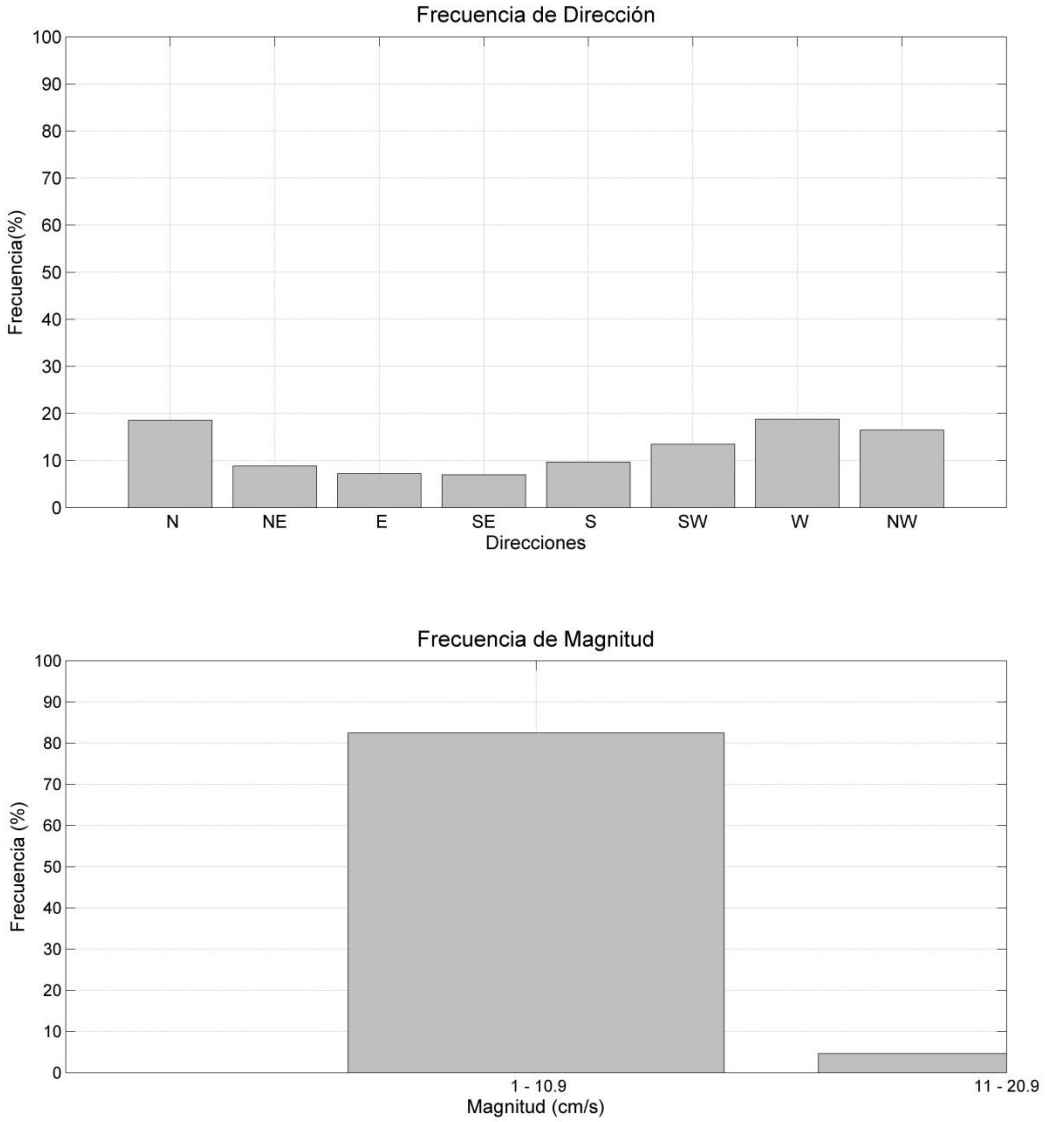




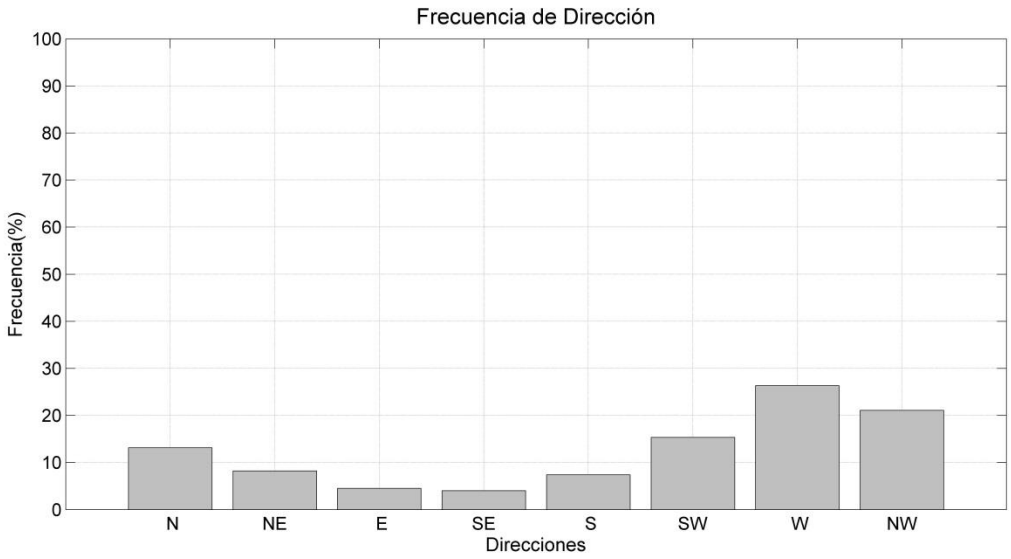
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 60 metros de profundidad en golfo Montt.

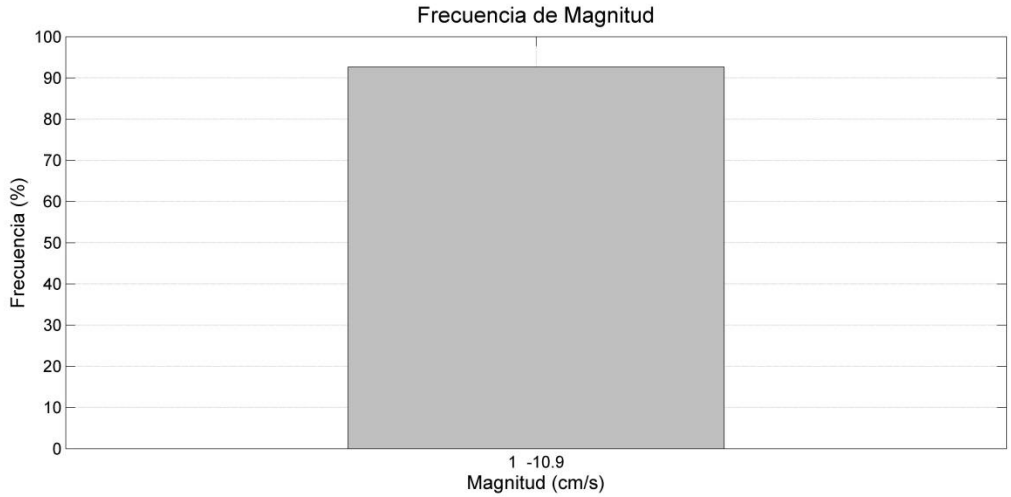


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 70 metros de profundidad en golfo Montt.

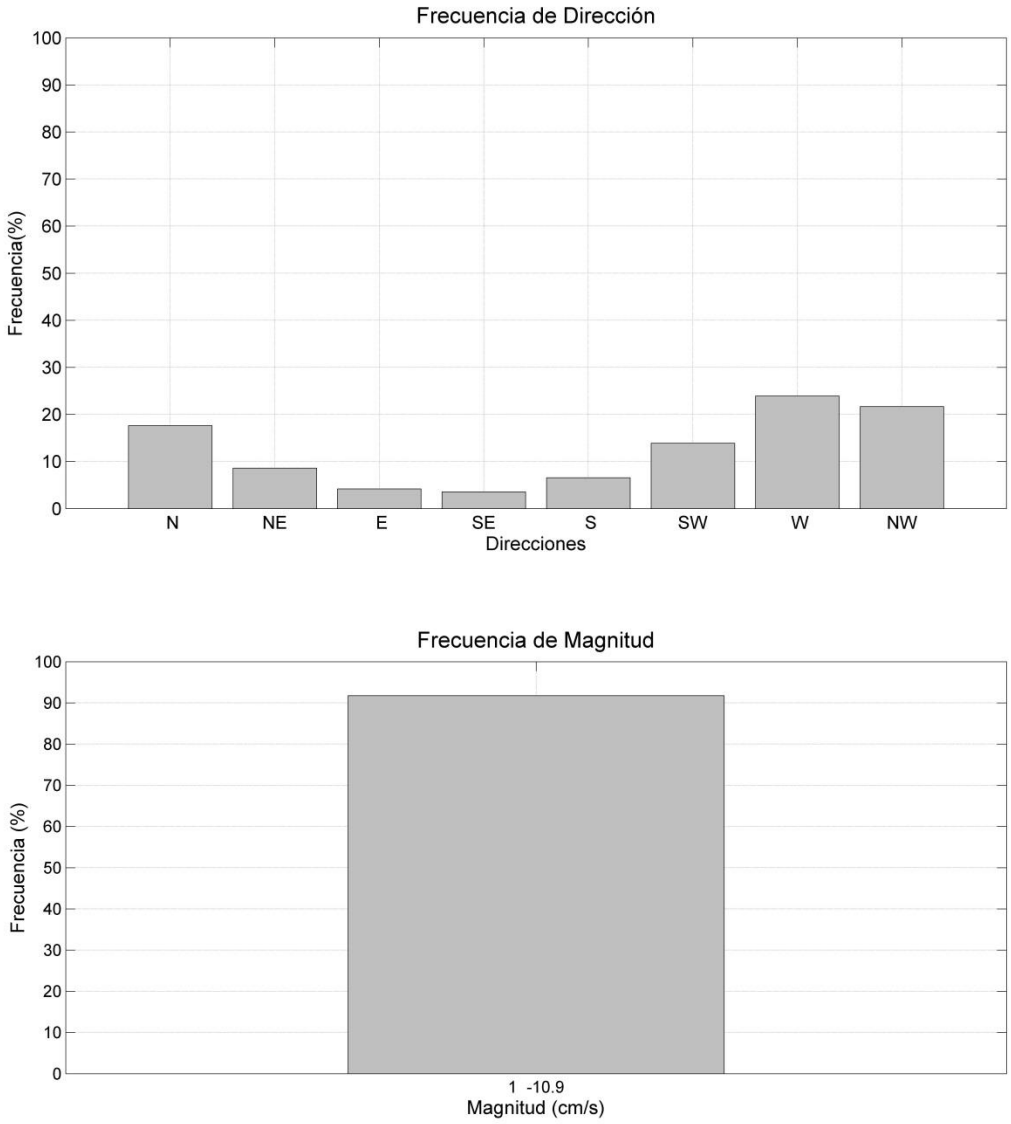


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 80 metros de profundidad en golfo Montt.

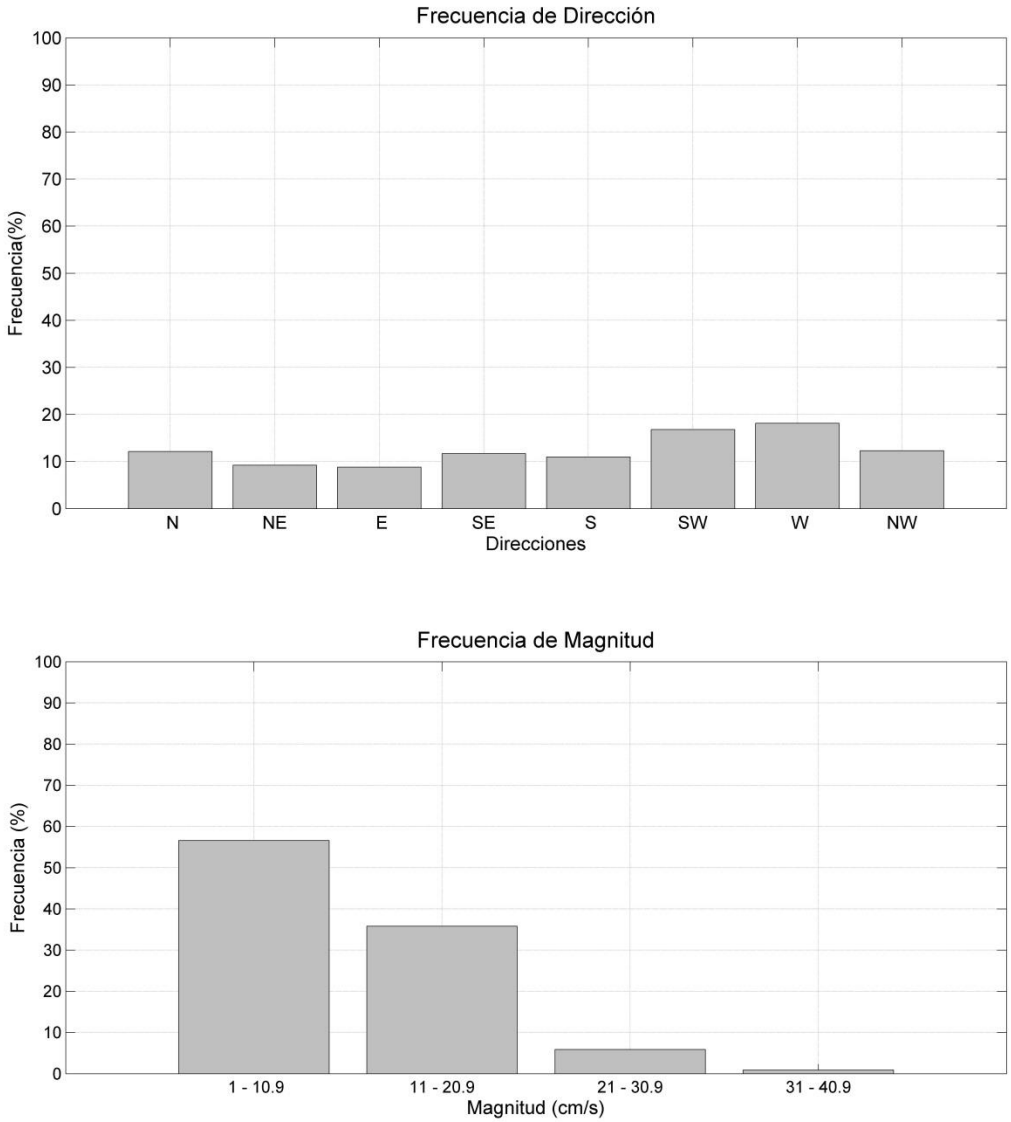




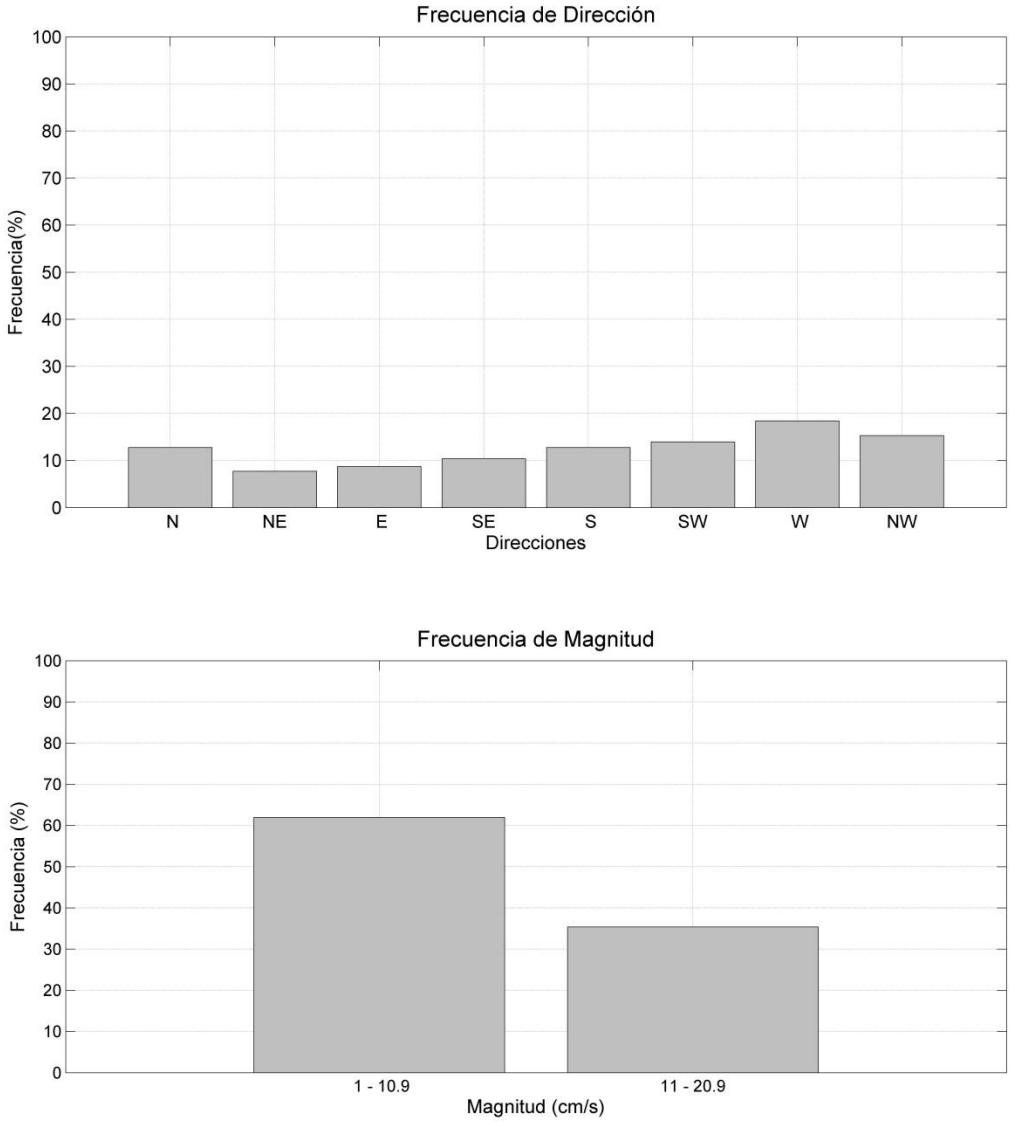
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 90 metros de profundidad en golfo Montt.



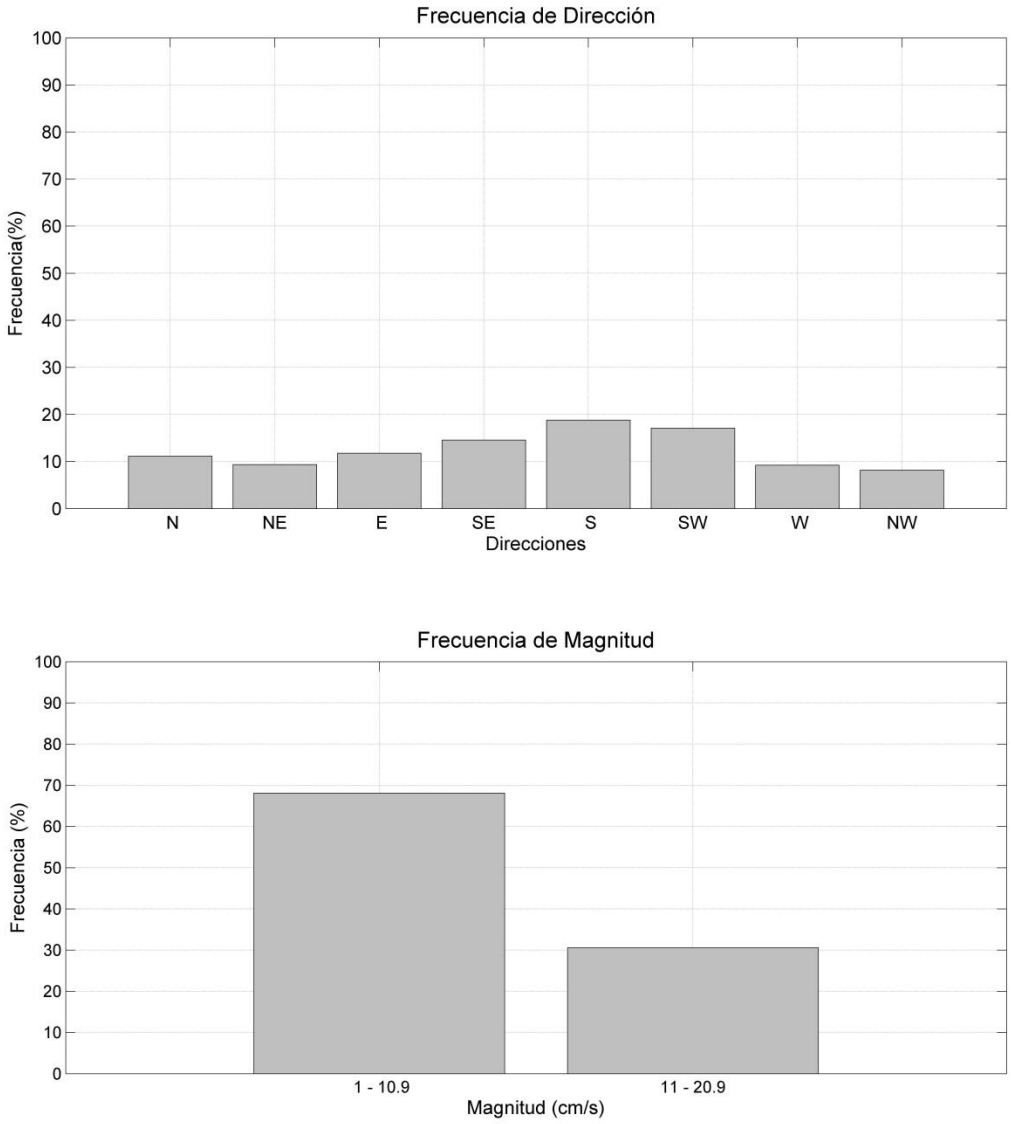
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 100 metros de profundidad en golfo Montt.



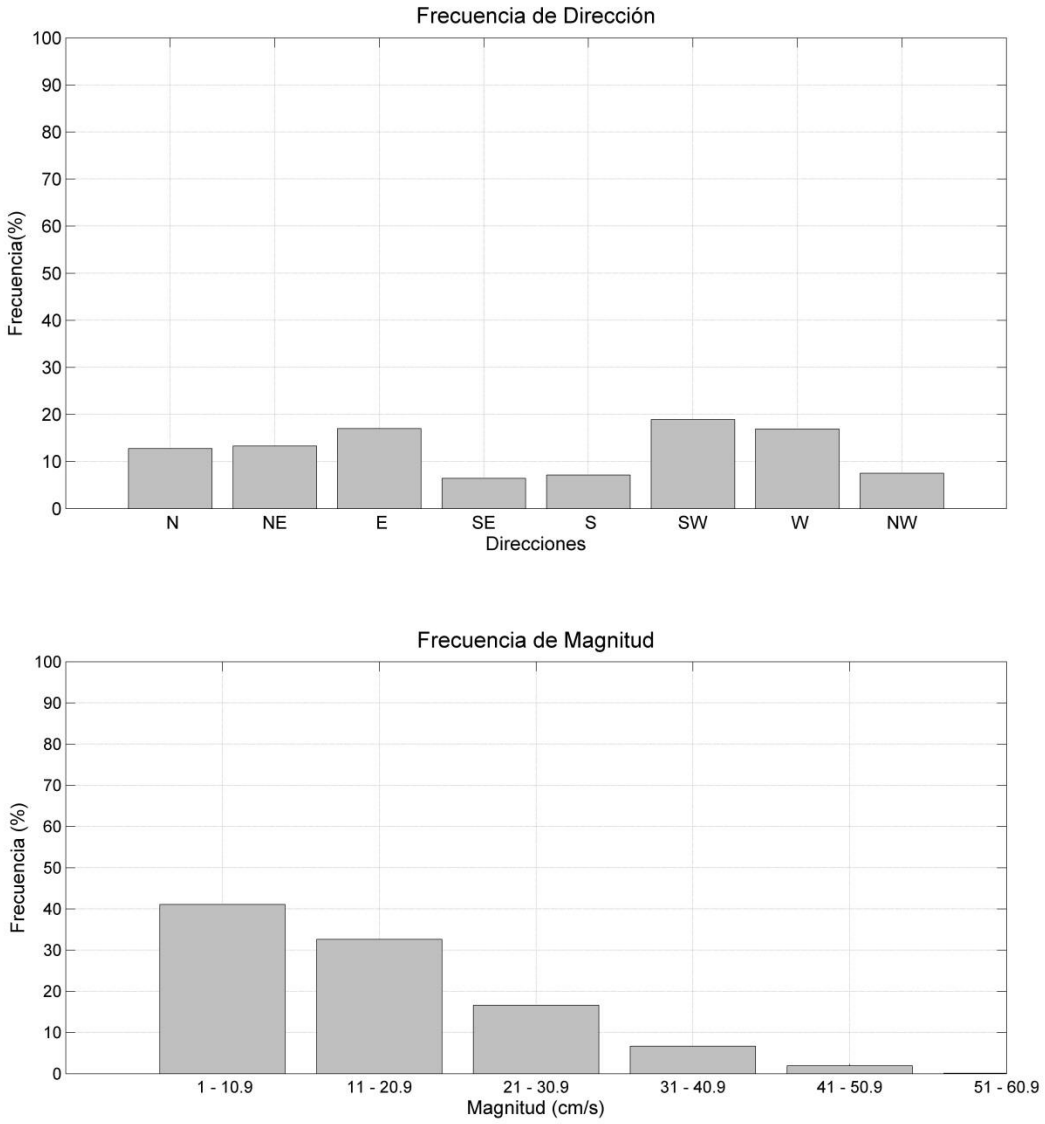
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en canal Unión.



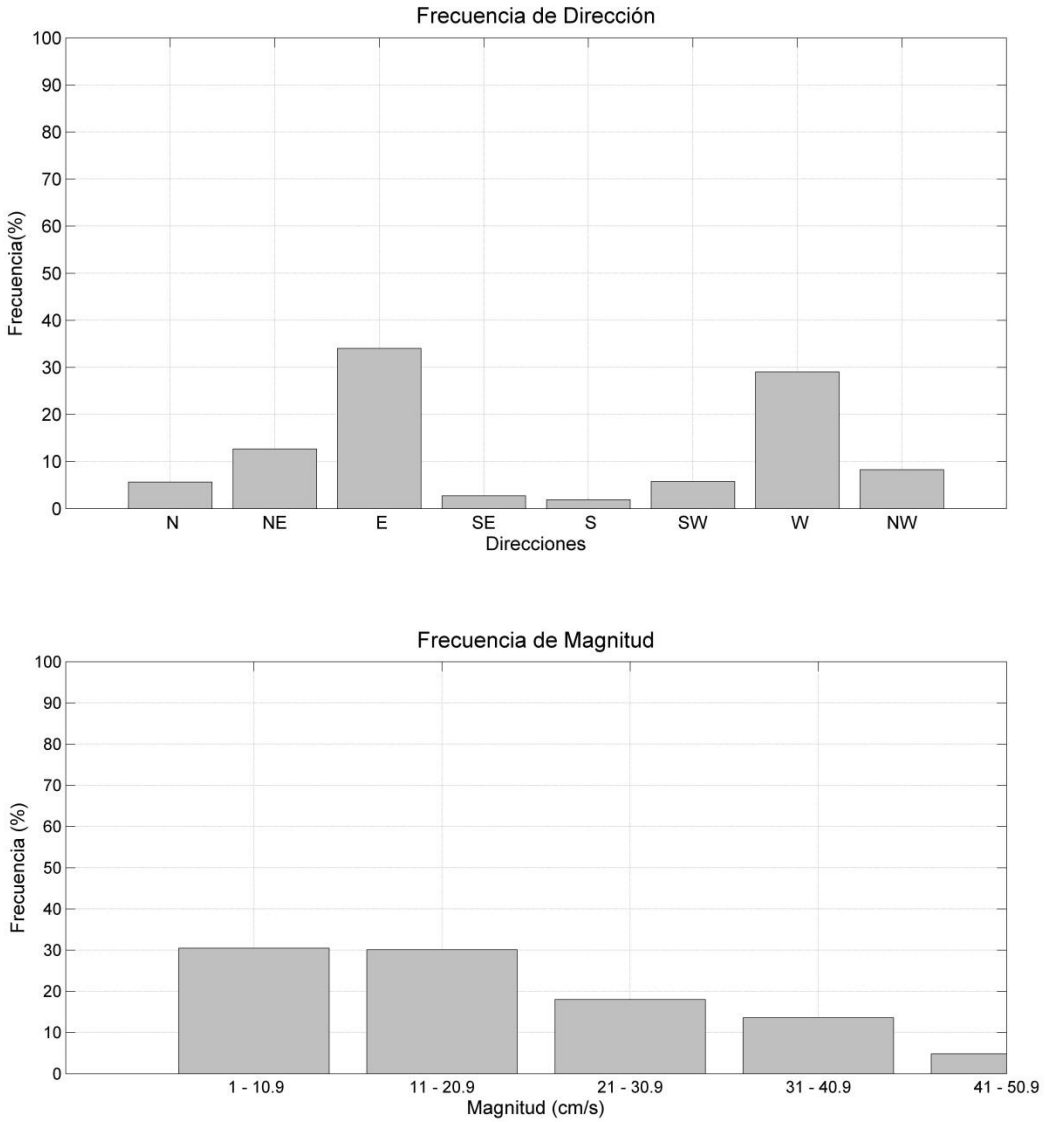
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en canal Unión.



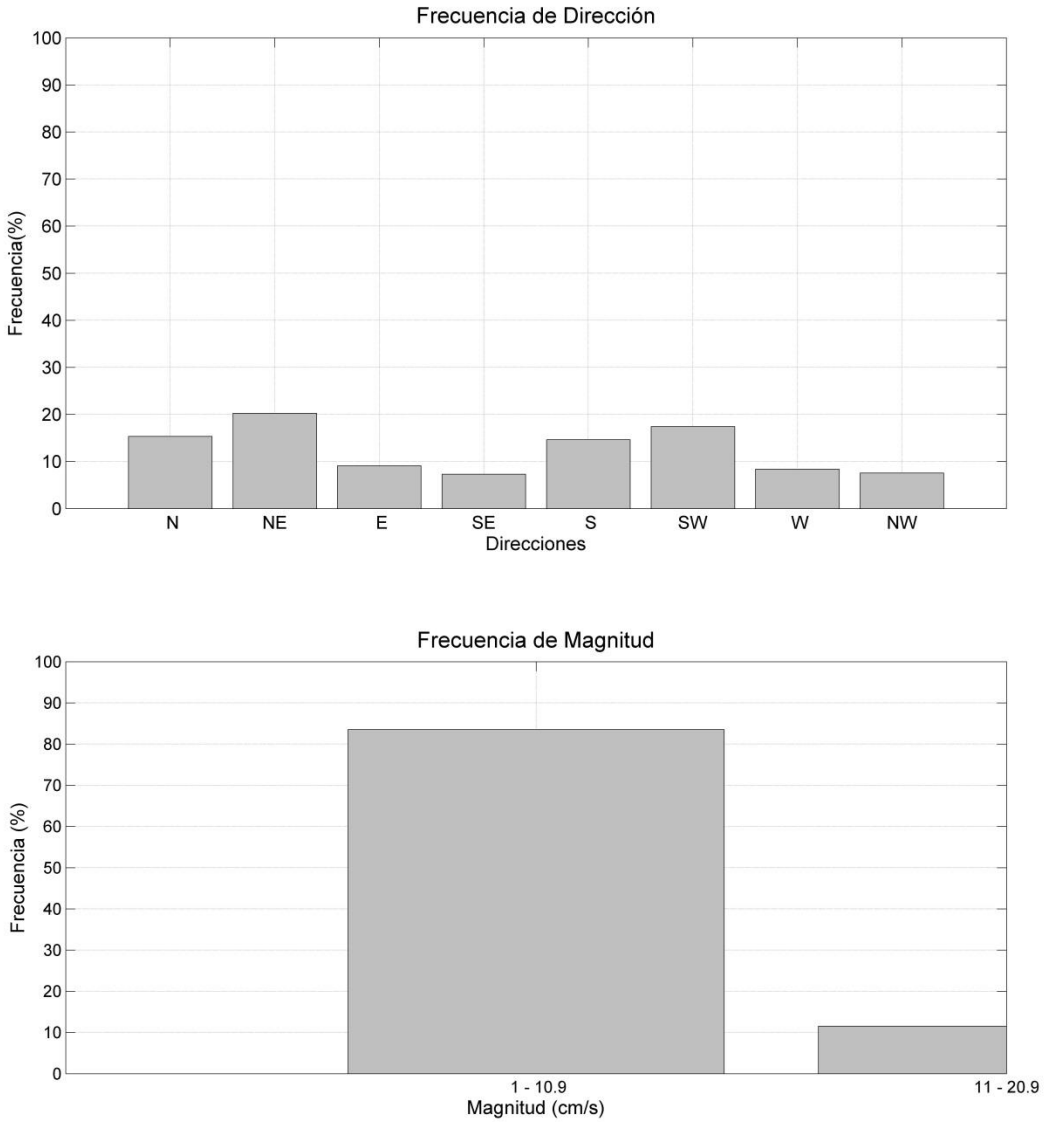
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en canal Unión.



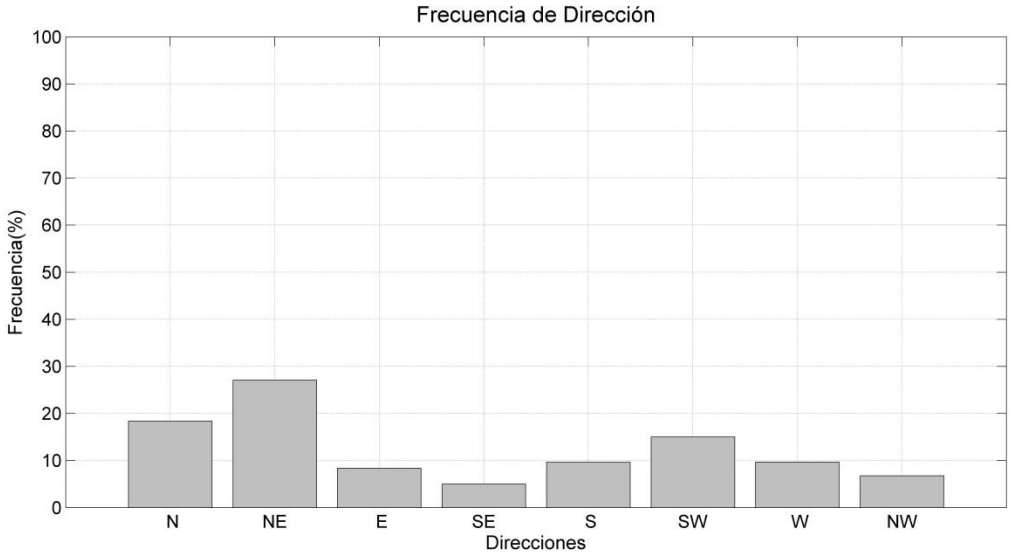
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en canal Unión.

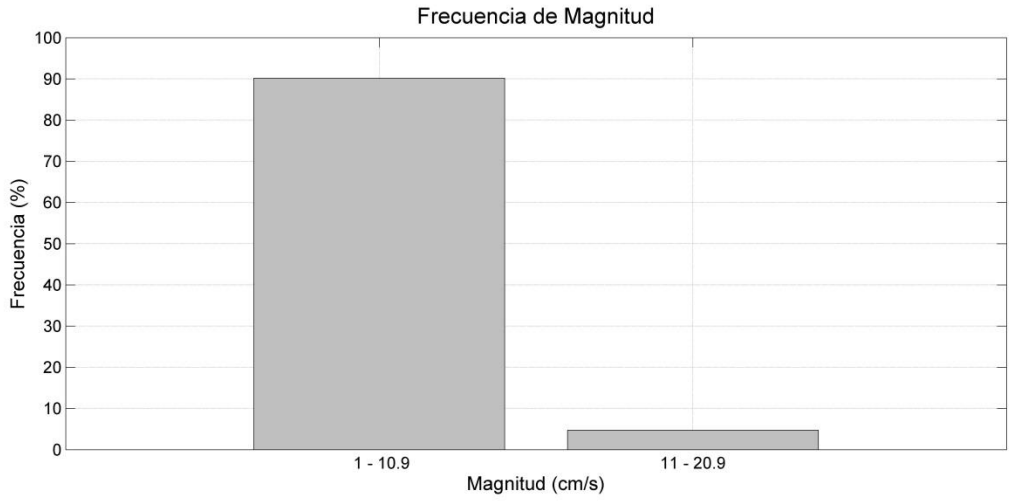


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en canal Unión.

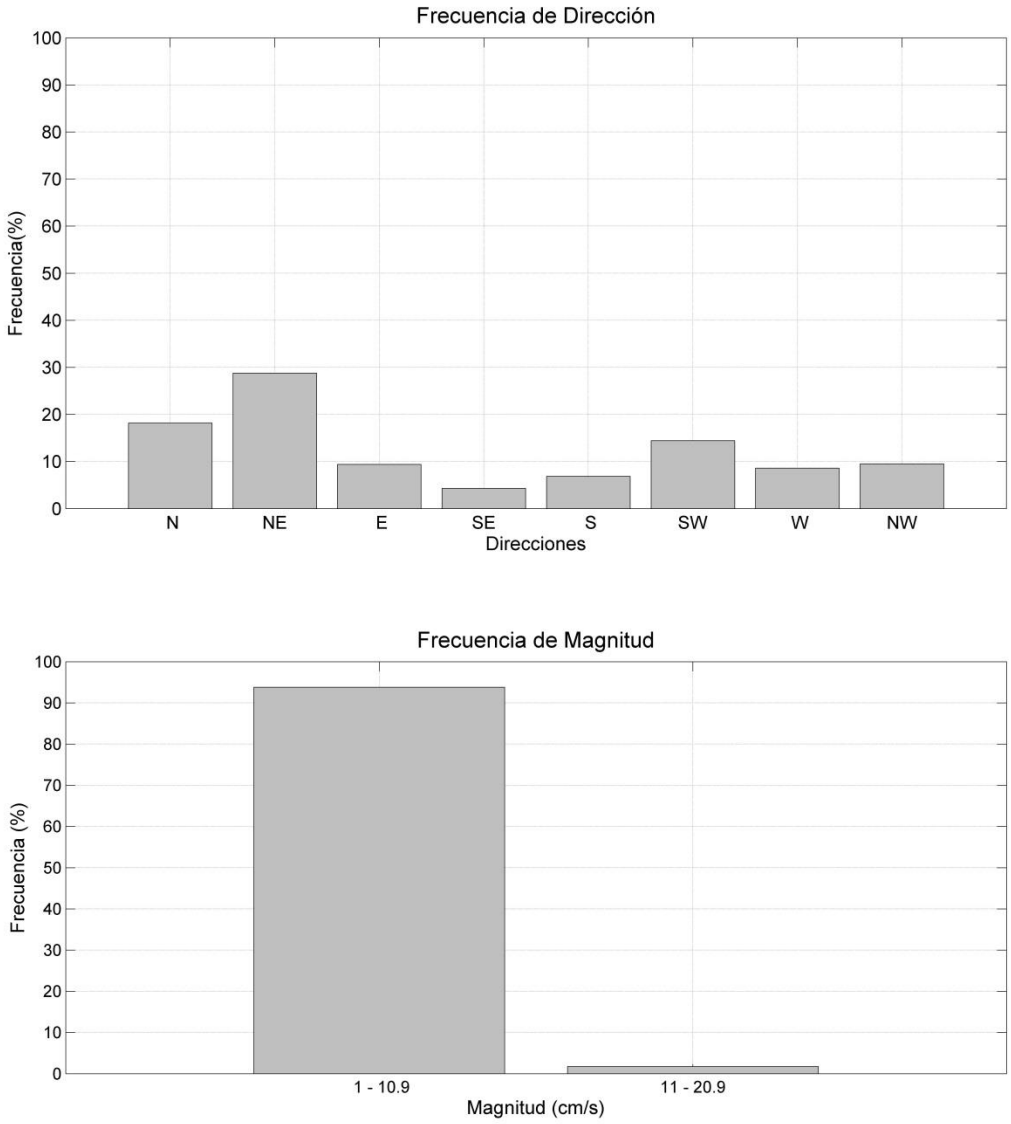


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 60 metros de profundidad en canal Valdés.

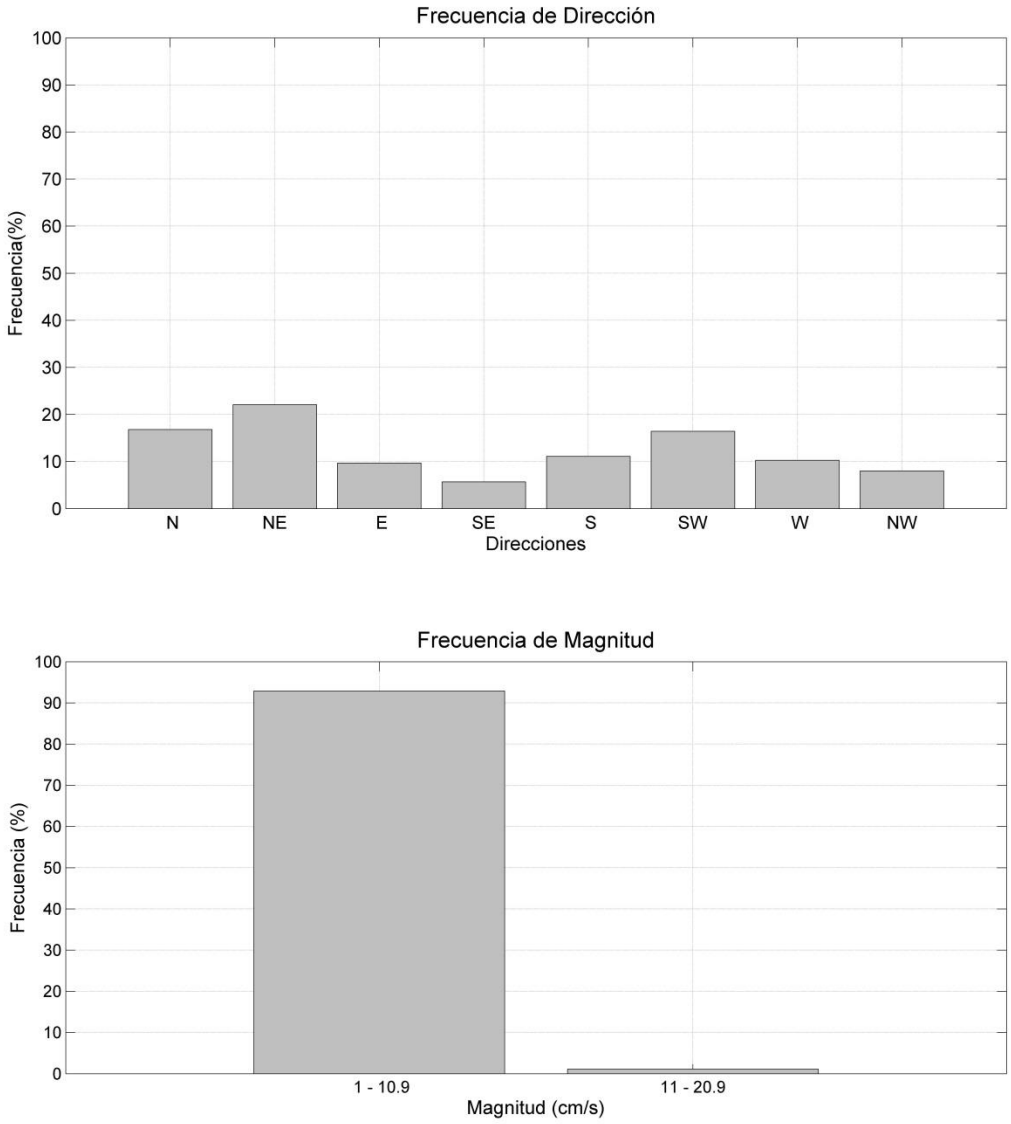




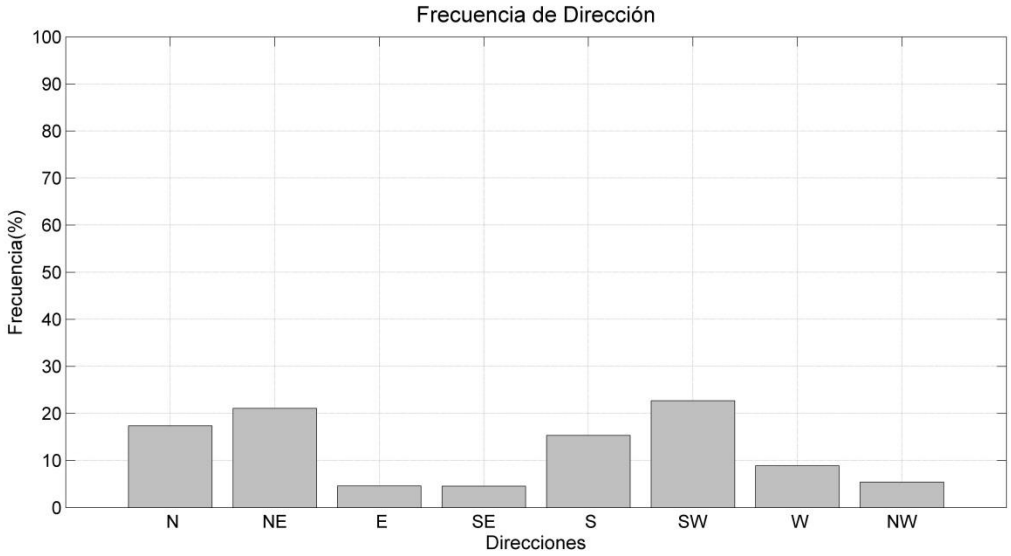
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 70 metros de profundidad en canal Valdés.

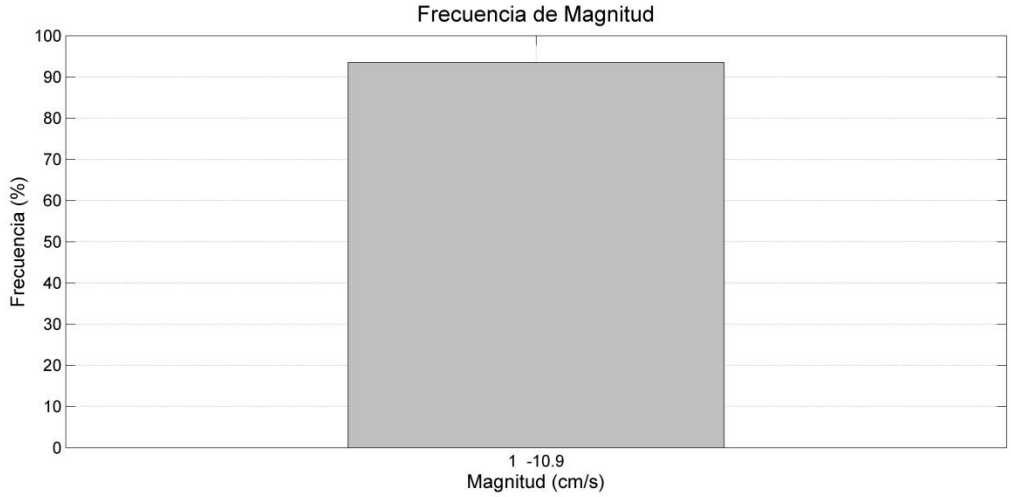


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 80 metros de profundidad en canal Valdés.

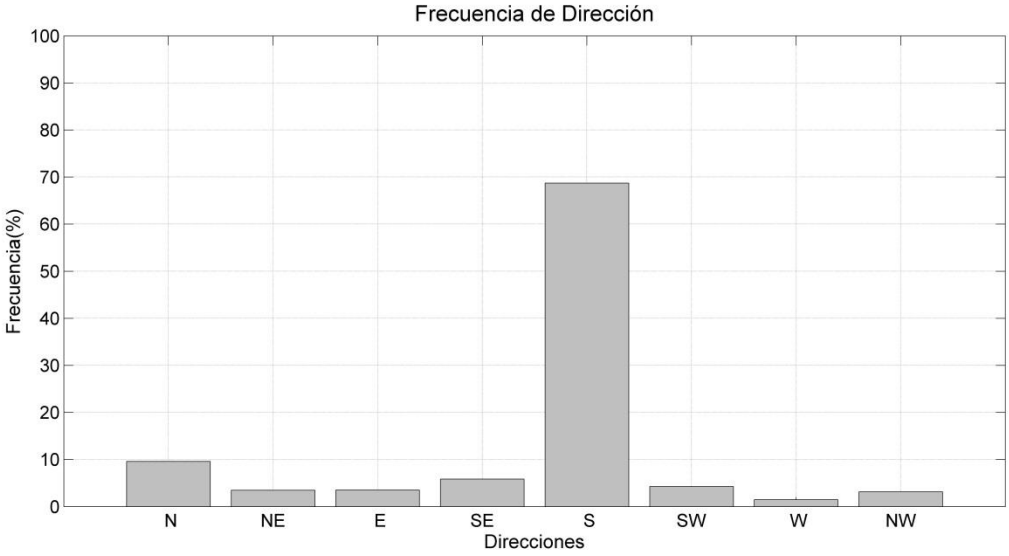


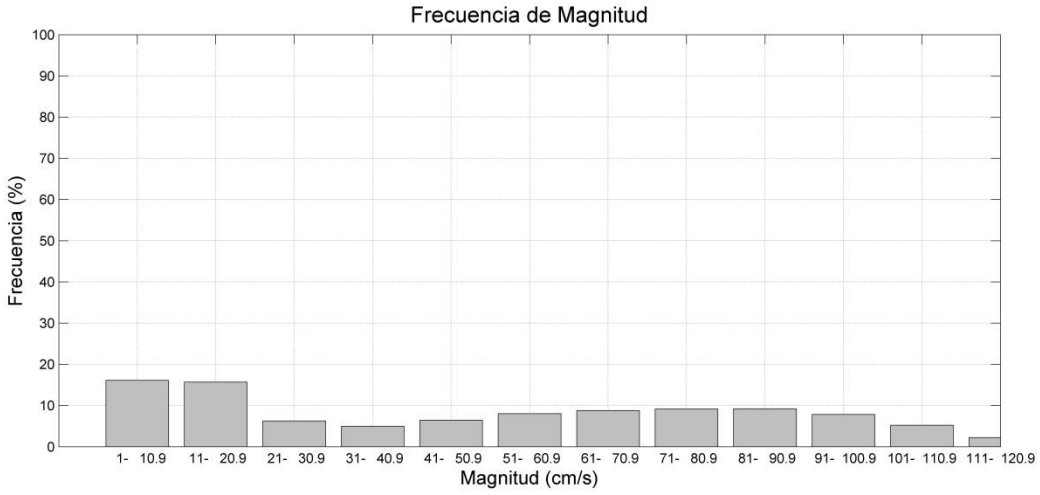
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 90 metros de profundidad en canal Valdés.



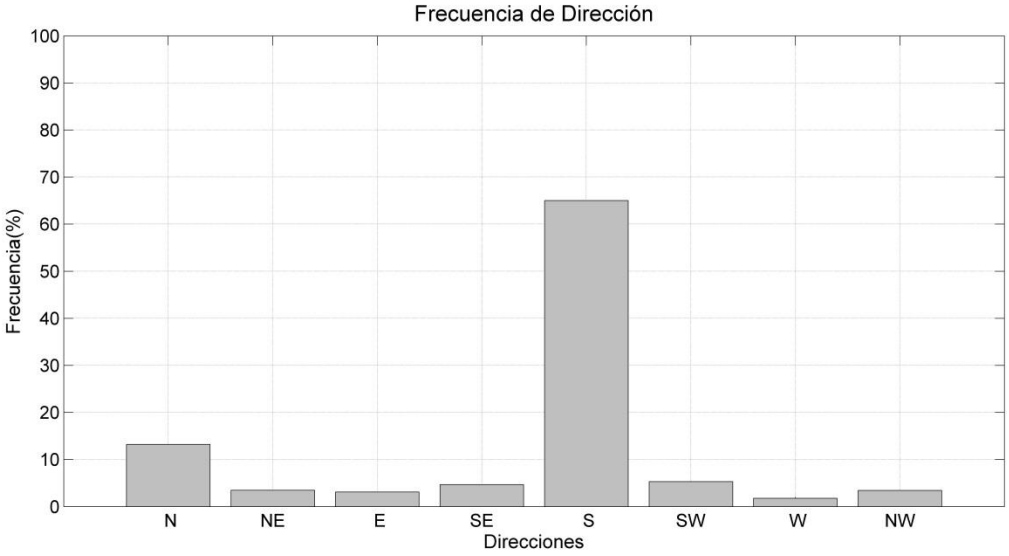


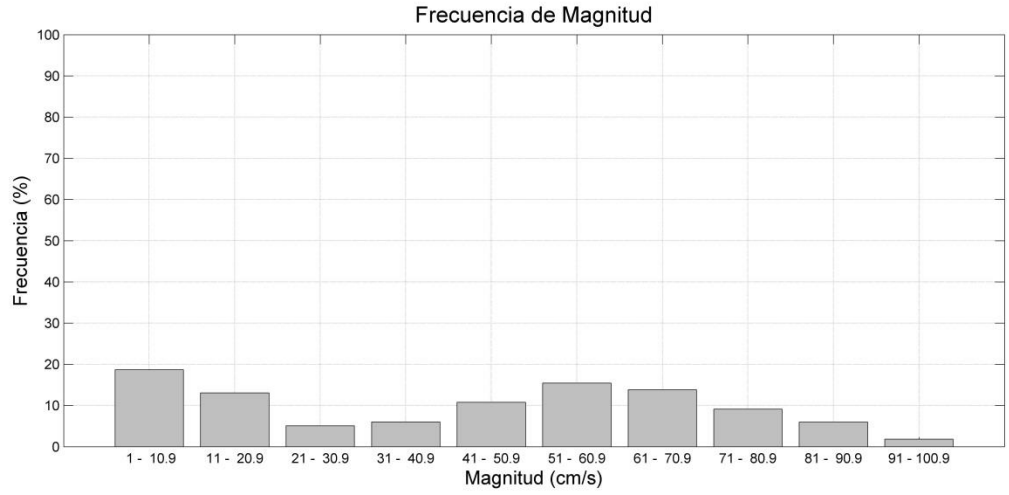
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 100 metros de profundidad en canal Valdés.



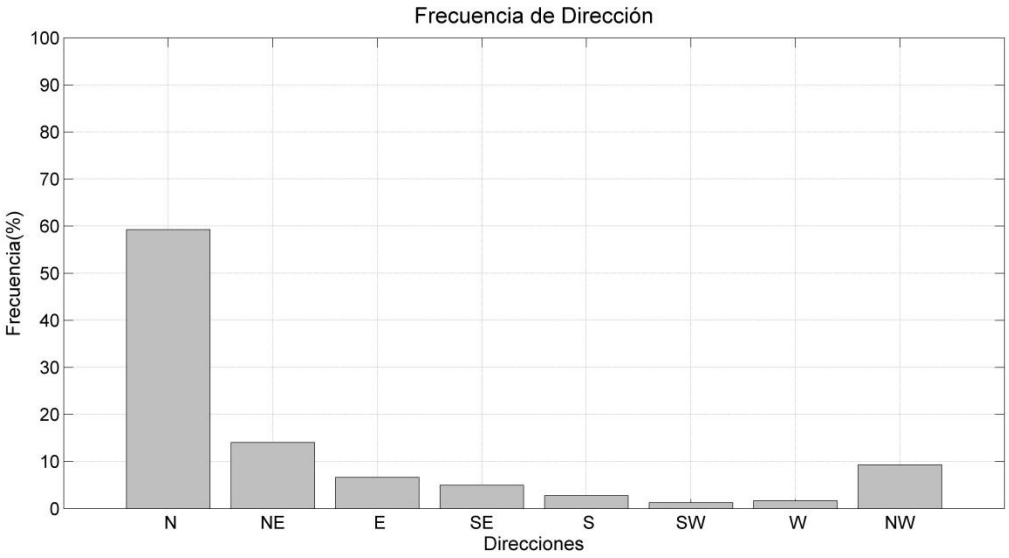


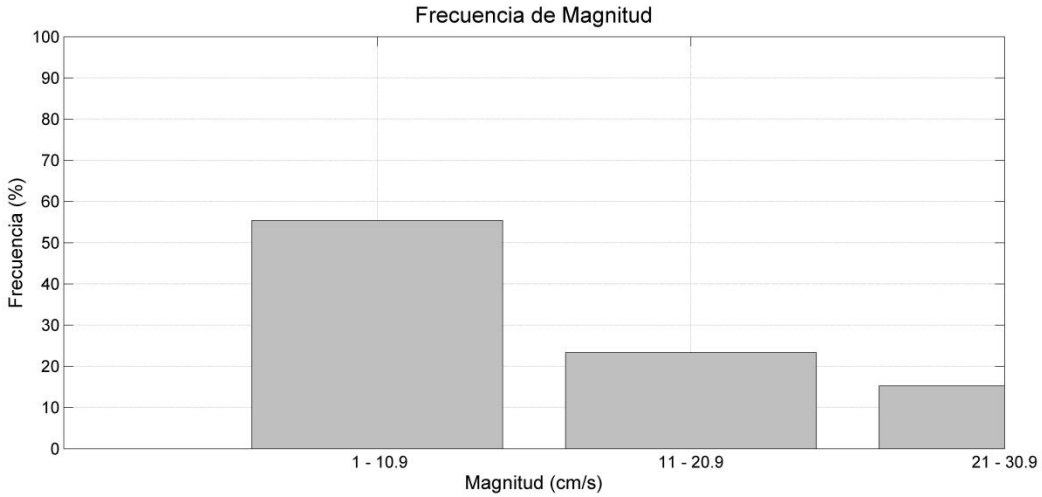
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en estero Ultima Esperanza.



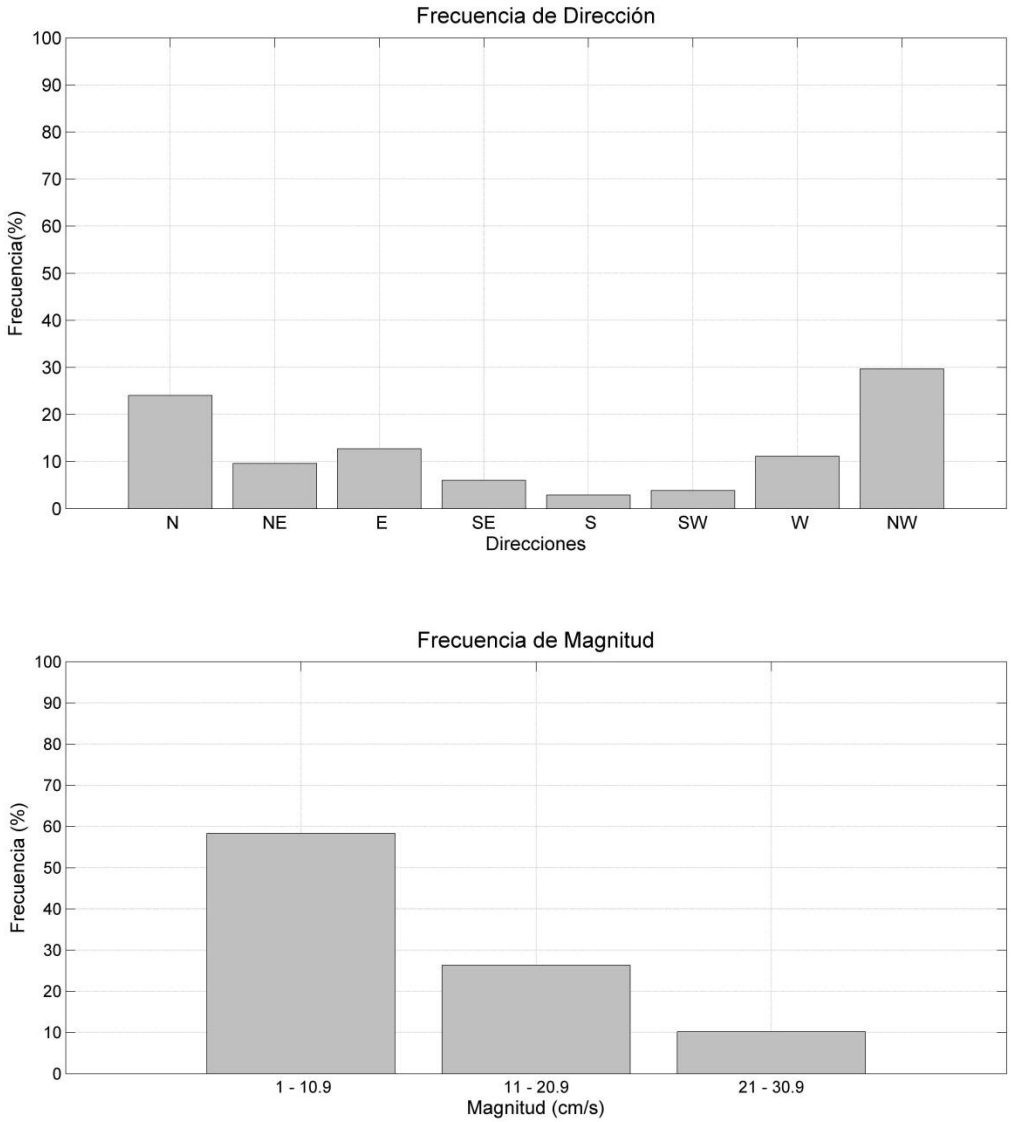


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en estero Ultima Esperanza.

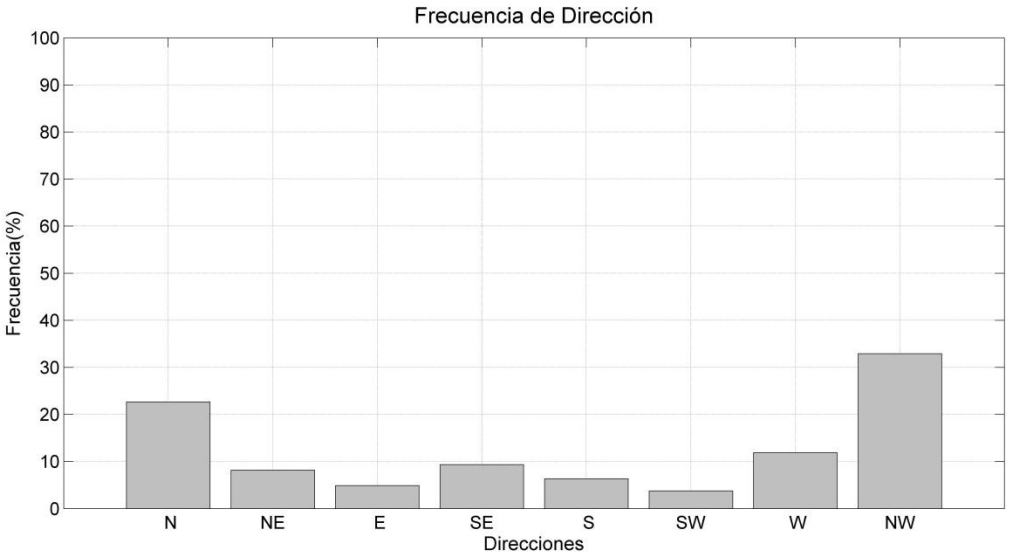


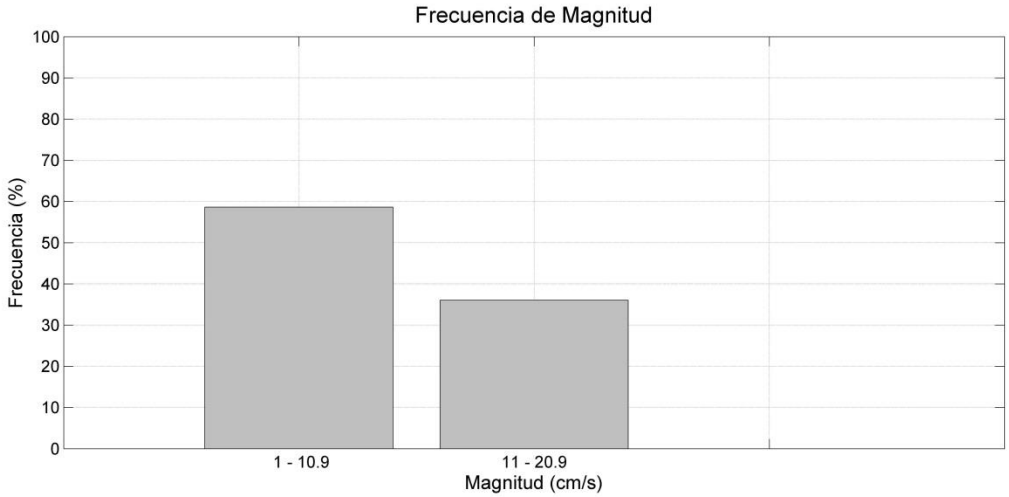


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en estero Ultima Esperanza.

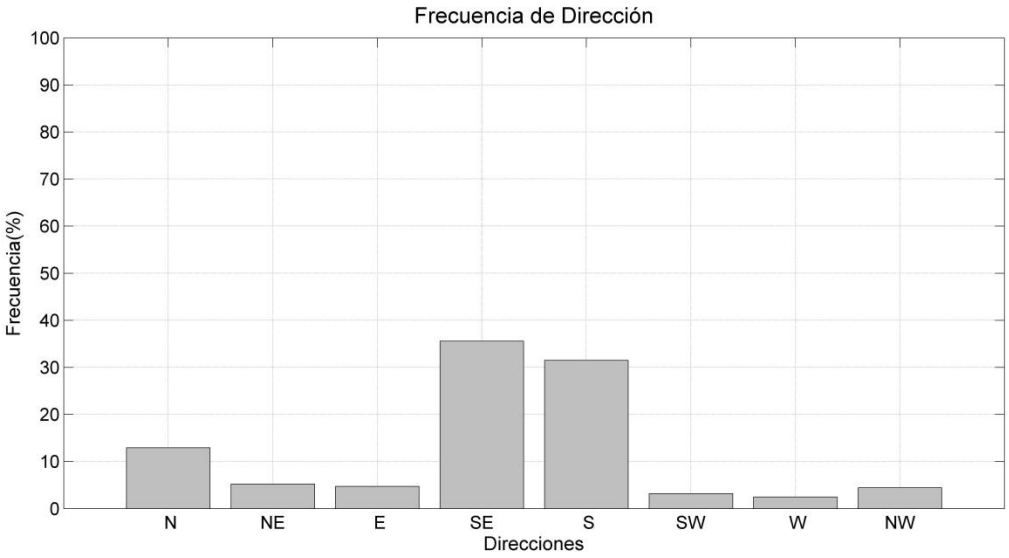


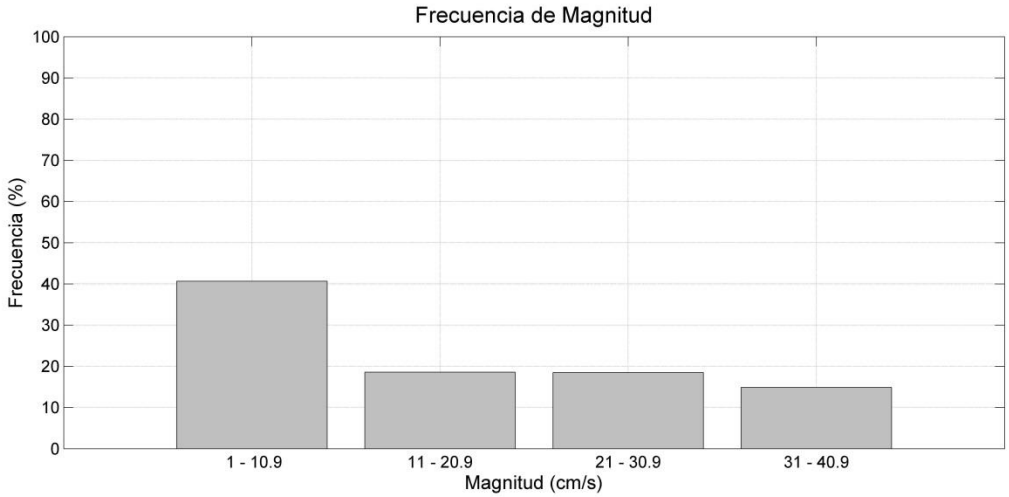
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en estero Ultima Esperanza.





Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en estero Ultima Esperanza.





Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros de profundidad en estero Ultima Esperanza.

Frecuencia de incidencia de la corriente a 60m golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	226	226	202	189	175	164	165	148	1495
3 - 4.9	236	286	233	227	145	170	167	188	1652
5 - 6.9	97	105	151	157	106	109	120	144	989
7 - 8.9	48	65	6	86	68	55	66	71	528
9 - 10.9	19	25	42	31	35	24	26	19	221
11 - 12.9	7	2	10	7	8	3	0	3	40
Totales	633	709	707	697	537	525	544	573	4925
%Dirección	6.32	7.08	7.06	6.96	5.36	5.24	5.43	5.72	49.17
Máximos	11.50	11.50	11.50	11.40	11.50	11.40	10.80	11.30	11.50
Media	0.47	4.02	4.45	4.47	4.43	4.26	4.29	4.45	3.86
Desv. STD	1.50	2.23	2.47	2.43	2.68	2.41	2.43	2.32	0.35

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-10.7	11.5	0.2	2.6
V(N-S)	-11.4	11.5	0.0	2.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 70m golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	246	194	204	181	215	192	233	233	1698
3 - 4.9	265	229	184	193	213	235	308	301	1928
5 - 6.9	152	114	109	112	104	152	211	200	1154
7 - 8.9	74	59	66	48	46	61	79	91	524
9 - 10.9	26	23	27	17	28	25	30	36	212
11 - 12.9	26	23	27	17	28	25	30	36	212
13 - 14.9	7	4	7	4	4	6	2	3	37
Totales	785	639	618	570	621	688	880	884	5685
%Dirección	7.90	6.43	6.22	5.74	6.25	6.93	8.86	8.90	57.23
Máximos	13.40	13.40	13.40	13.50	13.50	13.50	13.20	13.50	13.50
Media	0.75	4.37	4.39	4.20	4.16	4.45	4.45	4.57	3.92
Desv. STD	1.95	2.57	2.89	2.62	2.57	2.65	2.43	2.53	0.27

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.0	13.3	-0.3	2.8
V(N-S)	-13.4	13.4	0.2	2.7

Proceso realizado: 03-Oct-2013 08:52:49

Frecuencia de incidencia de la corriente a 80m golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	359	251	236	231	308	381	487	444	2697
3 - 4.9	375	267	194	219	301	439	646	565	3006
5 - 6.9	204	186	114	94	160	248	374	339	1719
7 - 8.9	109	60	53	39	67	114	185	140	767
9 - 10.9	47	25	25	17	27	54	71	51	317
11 - 12.9	25	17	17	12	28	13	35	24	171
13 - 14.9	8	9	6	6	6	14	14	10	73
Totales	1127	815	645	618	897	1263	1812	1573	8750
%Dirección	11.37	8.22	6.51	6.24	9.05	12.74	18.28	15.87	88.29
Máximos	13.90	13.70	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90
Media	2.78	4.30	4.13	3.85	4.13	4.31	4.57	4.34	4.05
Desv. STD	2.96	2.59	2.78	2.52	2.66	2.57	2.53	2.42	0.17

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.6	13.8	-1.1	3.4
V(N-S)	-13.4	13.8	0.3	3.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 90m golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

	Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1	-2.9	547	370	241	201	348	585	804	810	3906
3	-4.9	509	300	125	103	222	591	1094	868	3812
5	-6.9	159	87	26	25	76	240	522	317	1452
	Totales	1215	757	392	329	646	1416	2420	1995	9170
	%Dirección	12.24	7.63	3.95	3.32	6.51	14.27	24.39	20.10	92.40
	Máximos	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80
	Media	3.03	2.93	2.49	2.35	2.73	3.26	3.58	3.29	2.96
	Desv. STD	1.49	1.47	1.37	1.41	1.50	1.52	1.54	1.47	0.06

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-6.8	6.7	-1.4	2.3
V(N-S)	-6.7	6.7	0.5	2.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 100m golfo Almte. Montt.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	762	423	250	222	348	576	947	920	4448
3 - 4.9	686	285	88	73	196	539	991	933	3791
5 - 6.9	216	69	8	8	40	170	344	235	1090
7 - 8.9	32	10	0	0	3	18	41	23	127
9 - 10.9	5	0	0	0	0	1	4	4	14
Totales	1701	787	346	303	587	1304	2327	2115	9470
%Dirección	16.48	7.62	3.35	2.93	5.69	12.63	22.54	20.49	91.73
Máximos	10.50	8.40	6.30	6.70	8.10	9.30	9.50	10.40	10.50
Media	3.20	2.76	2.10	2.13	2.60	3.11	3.34	3.18	2.80
Desv. STD	1.58	1.50	1.14	1.19	1.41	1.58	1.58	1.47	0.18

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-9.4	6.8	-1.3	2.1
V(N-S)	-7.7	10.1	0.7	2.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5 m golfo Canal Unión.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
5 – 5.9	394	330	292	239	232	393	439	399	2718
6 – 10.9	418	355	269	361	354	591	621	540	3509
11 – 15.9	246	105	171	202	241	397	428	183	1973
26 – 20.9	43	37	34	133	115	139	158	3	662
21 – 25.9	4	11	16	84	46	21	19	0	201
26 – 30.9	0	0	10	43	13	0	1	0	67
31 – 45.9	0	0	10	3	1	0	0	0	14
46 – 50.9	0	0	4	1	0	0	0	0	5
Totales	1105	838	806	1066	1002	1541	1666	1125	9149
%Dirección	11.98	9.09	8.74	11.56	10.87	16.71	18.07	12.20	99.23
Máximos	29.20	29.20	45.30	43.20	40.50	30.40	32.10	22.00	45.30
Media	9.56	8.91	10.71	13.60	12.32	11.23	11.16	8.80	10.79
Desv. STD	5.07	5.19	7.49	8.37	6.86	5.61	5.68	3.97	1.44

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-31.4	43.0	-1.6	9.0
V(N-S)	-38.2	29.0	-1.3	8.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m canal Unión.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 – 5.9	345	317	336	286	348	412	472	438	2954
6 – 10.9	449	290	260	367	412	468	701	645	3592
11 – 15.9	275	52	119	199	268	260	378	231	1782
16 – 20.9	43	11	45	53	92	83	70	26	423
Totales	1112	670	760	905	1120	1223	1621	1340	8751
%Dirección	12.56	7.57	8.58	10.22	12.65	13.81	18.31	15.13	98.84
Máximos	22.40	22.10	22.10	22.40	22.60	22.40	22.60	22.00	22.60
Media	9.75	7.53	8.74	9.84	10.38	9.91	9.99	9.13	9.41
Desv. STD	4.87	4.08	5.19	5.23	5.42	5.25	4.91	4.32	0.48

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E–O)	–22.6	21.4	–2.0	7.4
V(N–S)	–22.1	22.3	–0.3	7.6

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m canal Unión.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 – 5.9	464	393	407	481	463	411	361	384	3364
6 – 10.9	431	343	437	547	714	627	315	231	3645
11 – 15.9	70	74	164	215	416	387	109	84	1519
16 – 20.9	2	2	18	32	56	70	22	10	212
Totales	967	812	1026	1275	1649	1495	807	709	8740
%Dirección	10.93	9.18	11.60	14.41	18.64	16.90	9.12	8.01	98.80
Máximos	19.20	20.90	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	20.80	21.00
Media	7.38	7.41	8.48	8.86	10.13	10.27	8.20	7.43	8.52
Desv. STD	3.64	3.85	4.49	4.47	4.73	4.86	4.69	4.43	0.43

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E–O)	–20.5	20.7	–0.0	6.6
V(N–S)	–20.9	18.9	–2.4	7.1

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m canal Unión.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	280	200	162	146	136	158	263	313	1658
6 - 10.9	487	267	212	197	164	203	320	280	2130
11 - 15.9	263	255	259	137	151	299	217	58	1639
16 - 20.9	108	192	251	93	128	354	222	20	1368
21 - 25.9	20	141	228	11	42	305	168	5	920
26 - 30.9	9	75	192	3	22	171	137	2	611
31 - 35.9	0	34	144	0	4	88	97	0	367
36 - 40.9	0	32	60	0	0	85	73	0	250
41 - 45.9	0	11	32	0	0	56	35	0	134
46 - 50.9	0	1	16	0	0	15	12	0	44
51 - 55.9	0	4	4	0	0	2	0	0	10
56 - 60.9	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Totales	1167	1215	1560	587	647	1736	1544	678	9134
%Dirección	12.66	13.18	16.92	6.37	7.02	18.83	16.75	7.35	99.07
Máximos	30.20	59.00	55.60	26.90	32.50	52.60	49.80	26.60	59.00
Media	9.55	15.06	19.60	10.17	12.25	19.66	16.95	6.82	13.76
Desv. STD	5.06	9.77	10.83	5.44	6.88	10.45	11.24	4.03	2.92

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-47.8	55.3	-0.8	15.6
V(N-S)	-31.8	35.9	-1.0	9.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m canal Unión.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	123	78	69	60	54	76	135	150	745
6 - 10.9	144	183	231	133	85	235	711	343	2065
11 - 15.9	93	107	183	35	19	127	628	146	1338
16 - 20.9	65	108	210	14	10	72	450	75	1004
21 - 25.9	54	194	504	3	1	16	366	39	1177
26 - 30.9	15	156	527	1	0	1	217	1	918
31 - 35.9	10	110	589	0	0	0	131	0	840
36 - 40.9	1	80	426	0	0	0	36	0	543
41- 45.9	0	29	150	0	0	0	0	0	179
Totales	505	1045	2889	246	169	527	2674	754	8809
%Dirección	5.70	11.80	32.61	2.78	1.91	5.95	30.19	8.51	99.45
Máximos	40.80	46.20	46.20	29.30	19.40	25.20	42.70	25.80	46.20
Media	11.13	20.63	26.78	7.81	7.22	10.04	15.60	9.44	13.58
Desv. STD	7.58	11.44	10.84	4.44	4.11	4.72	8.09	5.19	2.91

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-42.0	46.1	5.0	19.5
V(N-S)	-18.9	40.4	3.1	6.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 60m canal Valdés.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	44	44	41	41	38	30	20	30	288
3 - 4.9	75	81	44	46	39	48	36	42	411
5 - 6.9	65	84	37	16	50	49	34	18	353
7 - 8.9	34	51	14	4	37	44	20	16	220
9 - 10.9	18	31	7	1	18	32	12	6	125
11 - 12.9	5	24	1	1	33	14	8	2	88
13 - 14.9	1	10	1	1	8	18	2	3	44
15 - 16.9	0	0	1	0	2	3	0	0	6
Totales	242	325	146	110	225	238	132	117	1535
%Dirección	15.17	20.38	9.15	6.90	14.11	14.92	8.28	7.34	96.24
Máximos	13.90	14.20	15.50	14.80	15.30	15.40	13.70	14.80	15.50
Media	5.13	6.03	4.59	3.59	6.58	6.80	5.72	4.84	5.41
Desv. STD	2.63	3.12	2.68	2.25	3.70	3.66	2.92	2.97	0.50

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.7	15.3	-0.0	4.1
V(N-S)	-15.3	13.7	0.1	5.1

Frecuencia de incidencia de la corriente a 70m canal Valdés.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	60	79	45	31	32	52	46	47	392
3 - 4.9	106	131	54	35	49	53	61	35	524
5 - 6.9	79	104	22	10	35	58	25	20	353
7 - 8.9	37	75	7	3	16	34	11	1	184
9 - 10.9	14	37	2	0	13	22	4	0	92
11 - 12.9	3	17	0	1	6	8	5	0	40
13 - 14.9	1	5	0	0	7	10	1	0	24
15 - 16.9	0	1	0	0	1	7	1	0	10
17 - 18.9	0	0	0	0	1	4	2	0	7
19 - 20.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - 22.9	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Totales	300	449	130	80	160	252	156	103	1630
%Dirección	17.51	26.21	7.59	4.67	9.34	14.71	9.11	6.01	95.15
Máximos	13.00	15.70	10.40	11.00	17.90	22.90	17.80	7.10	22.90
Media	4.73	5.46	3.54	3.37	5.69	6.40	4.37	3.09	4.58
Desv. STD	2.40	2.90	1.99	1.92	3.48	4.32	3.06	1.65	0.90

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-17.5	12.0	0.3	3.7
V(N-S)	-20.2	12.5	0.7	4.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 80m canal Valdés.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	72	78	63	38	37	60	58	75	481
3 - 4.9	119	154	53	19	41	66	48	57	557
5 - 6.9	68	133	27	6	20	53	20	19	346
7 - 8.9	35	79	6	1	6	26	7	3	163
9 - 10.9	8	31	2	1	2	14	2	0	60
11 - 12.9	1	4	1	0	3	7	0	0	16
13 - 14.9	1	4	1	0	1	3	0	0	10
15 - 16.9	0	0	0	0	0	2	0	0	2
17 - 18.9	0	0	0	0	0	1	0	0	1
19 - 20.9	0	0	0	0	0	1	0	0	1
21 - 22.9	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Totales	304	483	153	65	110	234	135	154	1638
%Dirección	17.75	28.20	8.93	3.79	6.42	13.66	7.88	8.99	95.62
Máximos	14.20	14.20	14.10	10.00	14.00	22.40	10.00	7.70	22.40
Media	4.51	5.22	3.62	2.73	4.02	5.07	3.48	3.10	3.97
Desv. STD	2.16	2.44	2.20	1.70	2.53	3.48	1.95	1.65	0.58

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.0	14.0	0.5	3.2
V(N-S)	-18.3	13.3	1.3	3.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 90m canal Valdés.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	80	80	59	49	71	65	71	63	538
3 - 4.9	102	113	62	26	64	97	56	48	568
5 - 6.9	56	109	23	6	28	64	28	9	323
7 - 8.9	32	41	6	1	12	23	4	2	121
9 - 10.9	6	21	1	0	3	9	1	0	41
11 - 12.9	0	6	1	0	2	2	0	0	11
13 - 14.9	0	2	0	0	1	1	0	0	4
15 - 16.9	0	0	0	0	0	2	0	0	2
17 - 18.9	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Totales	276	372	152	82	182	264	160	122	1610
%Dirección	16.11	21.72	8.87	4.79	10.62	15.41	9.34	7.12	93.99
Máximos	10.40	14.00	11.60	7.50	17.10	17.30	9.40	7.60	17.30
Media	4.12	5.02	3.45	2.51	3.87	4.51	3.27	2.79	3.69
Desv. STD	2.19	2.48	1.95	1.46	2.46	2.64	1.80	1.50	0.45

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-12.0	11.3	0.2	3.0
V(N-S)	-16.1	11.3	0.6	3.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 100m canal Valdés.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	76	69	47	38	83	89	54	49	505
3 - 4.9	93	102	22	23	92	126	56	28	542
5 - 6.9	67	79	2	5	53	87	22	9	324
7 - 8.9	33	56	1	2	17	53	6	2	170
9 - 10.9	17	23	1	0	6	13	0	0	60
11 - 12.9	5	11	0	0	1	6	0	0	23
13 - 14.9	0	1	0	0	0	1	0	0	2
15 - 16.9	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Totales	291	343	73	68	252	375	138	88	1628
%Dirección	16.99	20.02	4.26	3.97	14.71	21.89	8.06	5.14	95.04
Máximos	12.10	15.00	9.80	7.20	11.00	13.00	8.50	8.80	15.00
Media	4.67	5.17	2.70	2.72	3.97	4.67	3.37	2.98	3.78
Desv. STD	2.51	2.85	1.51	1.57	2.10	2.43	1.77	1.70	0.50

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-10.5	9.3	-0.2	2.9
V(N-S)	-11.0	13.3	0.3	4.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m en estero Ultima Esperanza.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1-	10.9	136	233	231	267	359	195	90	100	1611
11-	20.9	136	102	113	181	702	196	53	86	1569
21-	30.9	107	7	2	52	354	24	1	78	625
31-	40.9	147	3	0	41	276	1	1	28	497
41-	50.9	134	0	0	22	466	6	0	15	643
51-	60.9	116	0	0	16	663	2	0	3	800
61-	70.9	82	0	0	1	793	0	0	0	876
71-	80.9	44	0	0	1	869	1	0	0	915
81-	90.9	32	0	0	0	888	0	0	0	920
91-	100.9	14	0	0	0	770	0	0	0	784
101-	110.9	7	0	0	0	515	0	0	0	522
111-	120.9	3	0	0	0	219	0	0	0	222
Totales		958	345	346	581	6874	425	145	310	9984
%Dirección		9.58	3.45	3.46	5.81	68.71	4.25	1.45	3.10	99.80
Máximos		119.00	36.60	21.50	71.10	120.60	73.40	34.20	56.40	120.60
Media		39.23	9.47	8.97	16.05	63.92	12.54	9.50	18.68	22.30
Desv. STD		24.14	5.05	4.39	12.99	30.90	8.19	5.22	11.72	9.76

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-34.2	32.5	-1.8	8.8
V(N-S)	-120.5	118.9	-40.3	44.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m en estero Ultima Esperanza

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	185	221	207	217	402	309	155	176	1872
11 - 20.9	199	107	99	97	484	201	14	108	1309
21 - 30.9	171	14	4	48	216	17	1	38	509
31 - 40.9	198	2	1	56	331	0	0	15	603
41 - 50.9	226	0	0	31	818	0	0	6	1081
51 - 60.9	180	0	0	15	1348	0	1	2	1546
61 - 70.9	96	0	0	2	1286	0	0	0	1384
71 - 80.9	57	0	0	2	854	0	0	0	913
81 - 90.9	7	0	0	1	591	0	0	0	599
91 - 100.9	0	0	0	0	185	0	0	0	185
Totales	1319	344	311	469	6515	527	171	345	10001
%Dirección	13.16	3.43	3.10	4.68	65.00	5.26	1.71	3.44	99.78
Máximos	87.10	35.10	32.60	88.10	98.10	28.60	59.10	54.10	98.10
Media	35.90	9.93	9.19	18.49	55.08	10.34	6.62	13.18	19.84
Desv. STD	20.37	5.79	5.18	15.54	22.97	5.35	5.19	9.73	7.36

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-58.5	33.7	6.6	10.0
V(N-S)	-97.4	85.3	-30.8	38.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m en estero Ultima Esperanza

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	1935	692	345	370	228	98	133	524	4325
11 - 20.9	2310	457	225	75	10	2	4	302	3385
21 - 30.9	875	134	25	5	0	1	0	27	1067
31 - 40.9	925	30	1	1	0	0	0	8	965
41 - 50.9	80	2	0	1	0	0	0	0	83
51 - 60.9	6	0	0	1	0	0	0	0	7
Totales	6131	1315	596	453	238	101	137	861	9832
%Dirección	60.80	13.04	5.91	4.49	2.36	1.00	1.36	8.54	97.50
Máximos	58.50	45.10	29.10	54.90	10.60	27.50	11.40	35.00	58.50
Media	16.26	10.09	8.15	5.41	3.25	2.69	3.01	7.92	7.10
Desv. STD	11.26	8.31	7.02	5.48	2.11	2.96	2.13	5.99	3.22

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-24.9	43.3	0.4	5.4
V(N-S)	-33.8	58.4	11.1	11.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m en estero Ultima Esperanza

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	743	694	989	448	254	341	832	1202	5503
11 - 20.9	532	138	192	107	6	9	193	1308	2485
21 - 30.9	652	43	3	1	0	0	1	262	962
31 - 40.9	548	14	1	0	0	2	1	31	597
41 - 50.9	327	8	0	0	1	0	0	4	340
51 - 60.9	66	0	0	0	0	0	0	0	66
Totales	2869	897	1185	556	261	352	1027	2807	9954
%Dirección	28.45	8.90	11.75	5.51	2.59	3.49	10.18	27.84	98.71
Máximos	64.90	49.10	33.70	24.80	44.80	37.20	35.40	42.50	64.90
Media	23.52	8.85	7.56	7.17	4.56	5.33	7.75	12.62	9.67
Desv. STD	14.35	7.25	3.48	4.36	3.46	3.52	3.57	6.54	3.76

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-34.0	32.8	-2.2	6.9
V(N-S)	-44.5	64.9	9.4	12.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m en estero Ultima Esperanza

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	1190	643	402	678	487	297	654	1374	5725
11 - 20.9	913	123	32	207	91	26	441	1685	3518
21 - 30.9	149	8	7	0	0	0	82	251	497
31 - 40.9	21	0	0	0	0	1	2	7	31
41 - 50.9	7	1	0	0	0	0	0	2	10
51 - 60.9	6	1	0	0	0	0	0	0	7
61 - 70.9	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Totales	2289	776	441	885	578	324	1179	3319	9791
%Dirección	22.70	7.70	4.37	8.78	5.73	3.21	11.69	32.91	97.09
Máximos	68.40	53.90	26.50	20.20	19.20	37.30	33.40	46.50	68.40
Media	11.32	6.39	4.68	7.59	6.14	4.73	10.27	12.39	7.94
Desv. STD	7.59	5.24	4.10	4.29	4.26	4.16	6.47	6.03	1.31

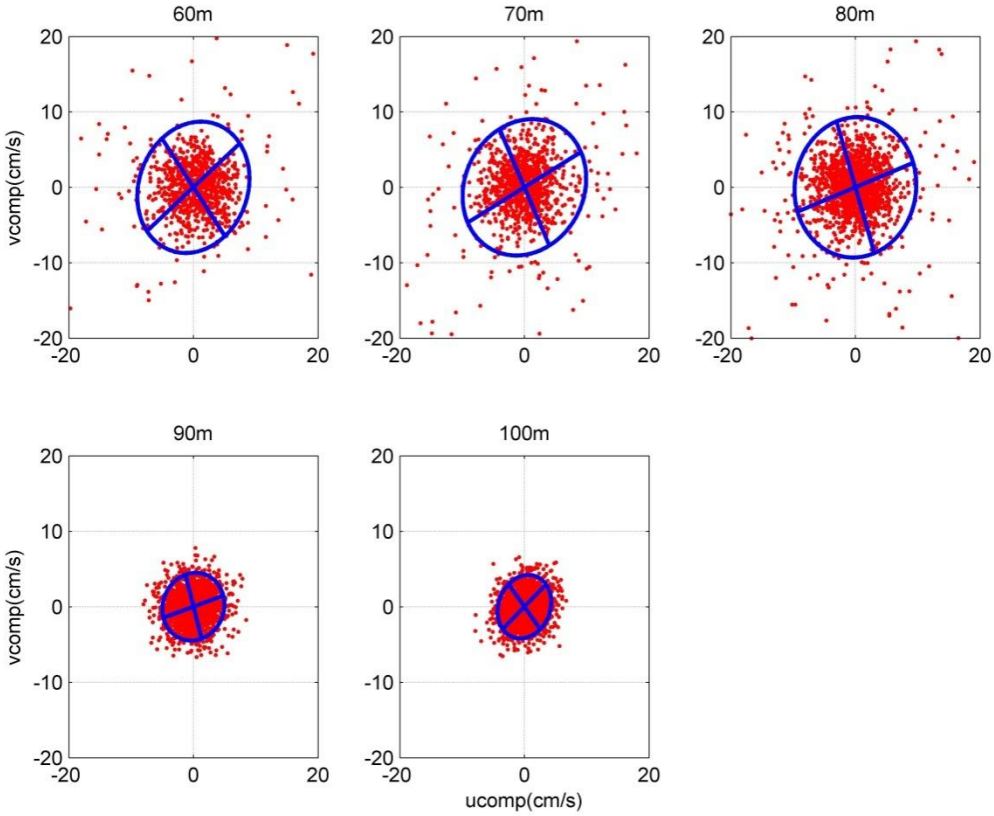
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-32.3	42.6	-3.3	6.7
V(N-S)	-30.8	67.6	5.0	7.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50m en estero Ultima Esperanza

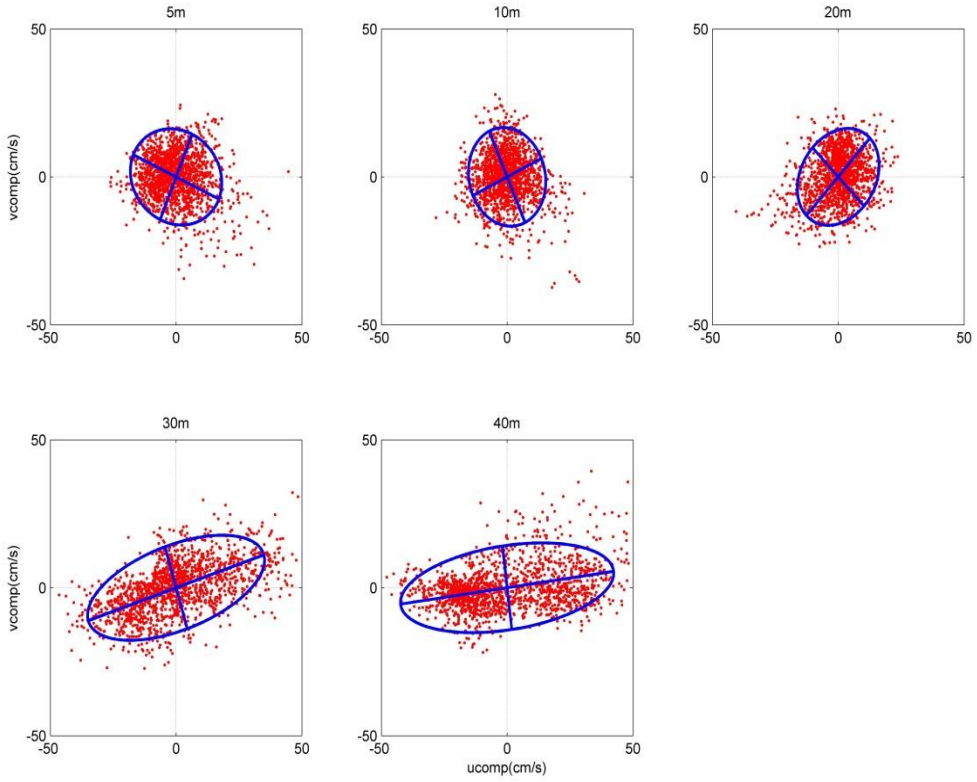
Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 10.9	820	454	382	714	773	270	198	370	3981
11 - 20.9	365	13	19	774	614	3	0	31	1819
21 - 30.9	23	1	3	938	840	1	0	2	1808
31 - 40.9	0	1	0	817	637	0	0	0	1455
41 - 50.9	0	0	0	294	264	0	0	0	558
51 - 60.9	0	0	0	57	30	0	0	0	87
61 - 70.9	0	0	0	4	1	0	0	0	5
Totales	1208	469	404	3598	3159	274	198	403	9713
%Dirección	11.98	4.65	4.01	35.68	31.33	2.72	1.96	4.00	96.32
Máximos	29.30	32.30	30.60	69.90	62.10	24.70	8.10	25.20	69.90
Media	8.16	4.21	3.84	23.63	22.48	3.08	2.33	4.86	9.07
Desv. STD	5.50	3.37	3.63	13.30	13.44	2.45	1.39	3.87	4.78

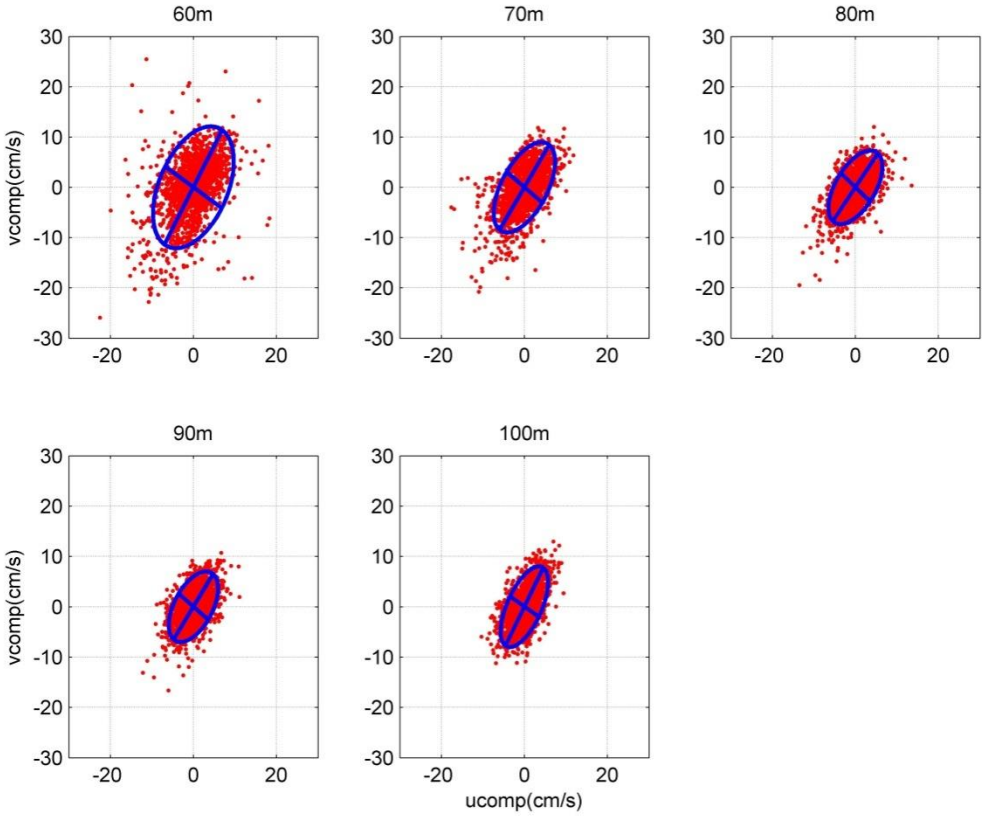
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-16.4	35.4	6.2	6.9
V(N-S)	-63.0	28.4	-13.0	15.8



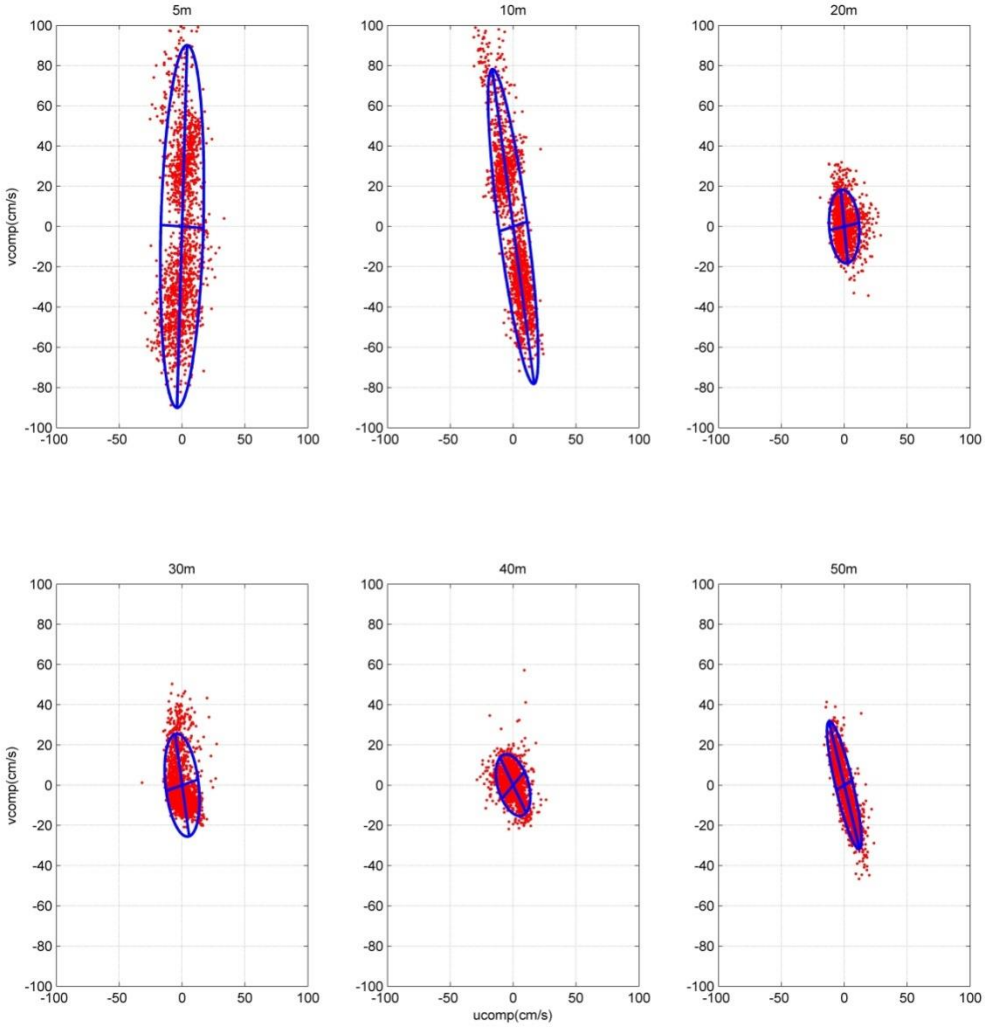
Elipse de máxima varianza en la capa de 60-70-80-90-100m en Golfo Almte. Montt.



Elipse de máxima varianza en las capas de 5-10-20-30-40m en canal Unión.

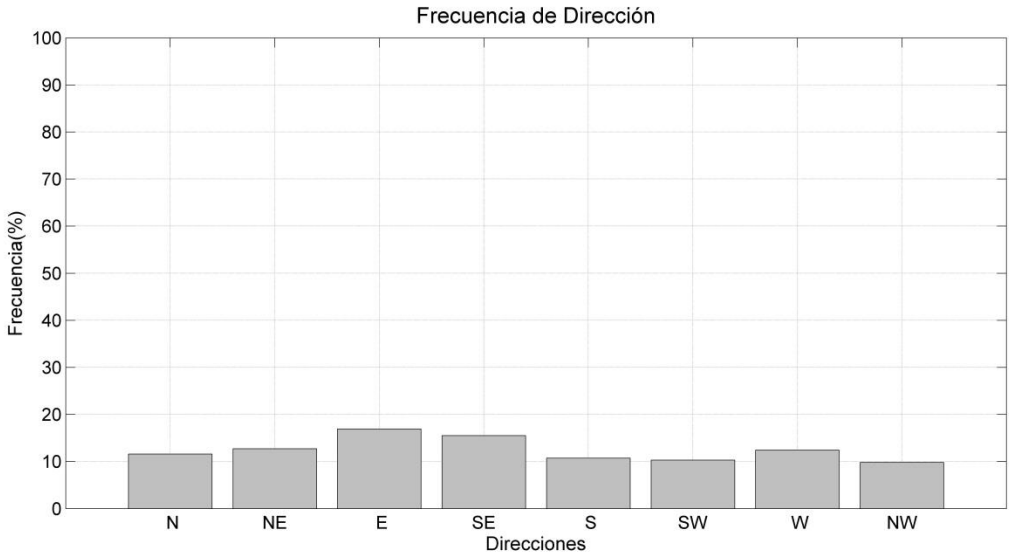


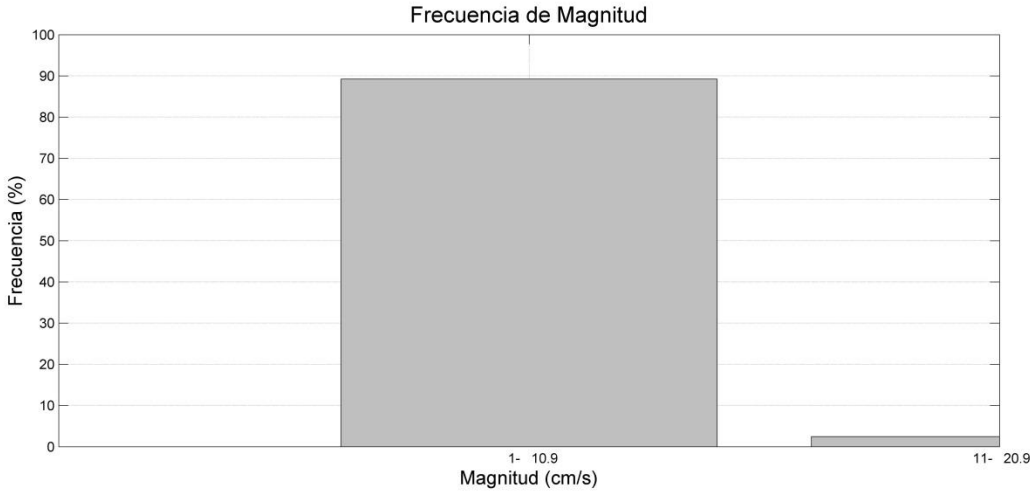
Elipse de Máxima varianza en la capa de 60-70-80-90-100m en canal Valdés.



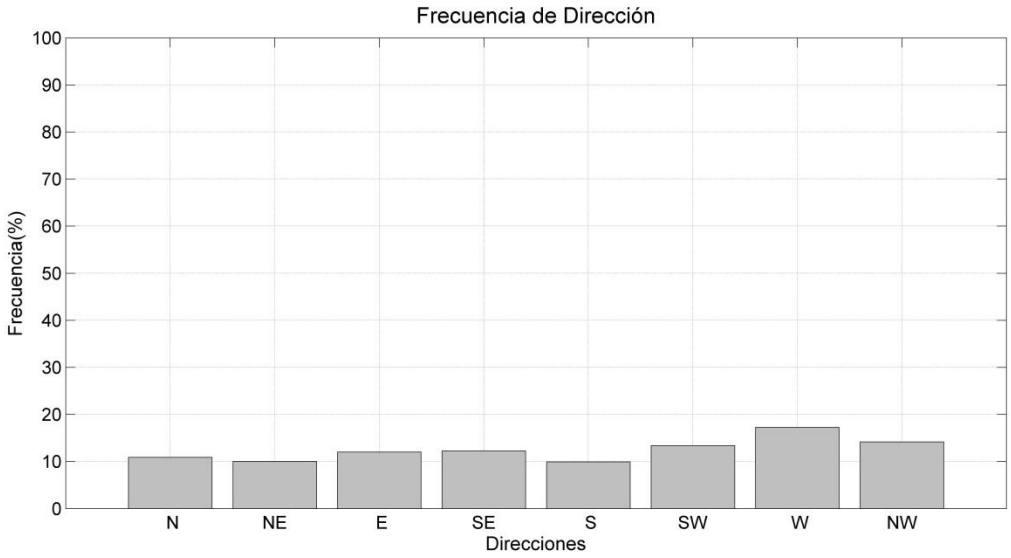
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40-50m en estero Ultima Esperanza.

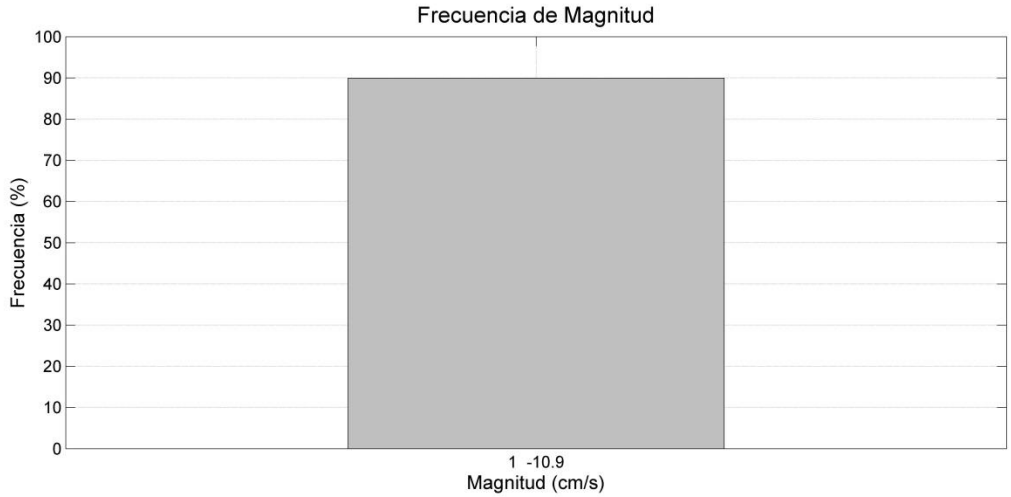
Campaña Skyring abril-mayo 2013



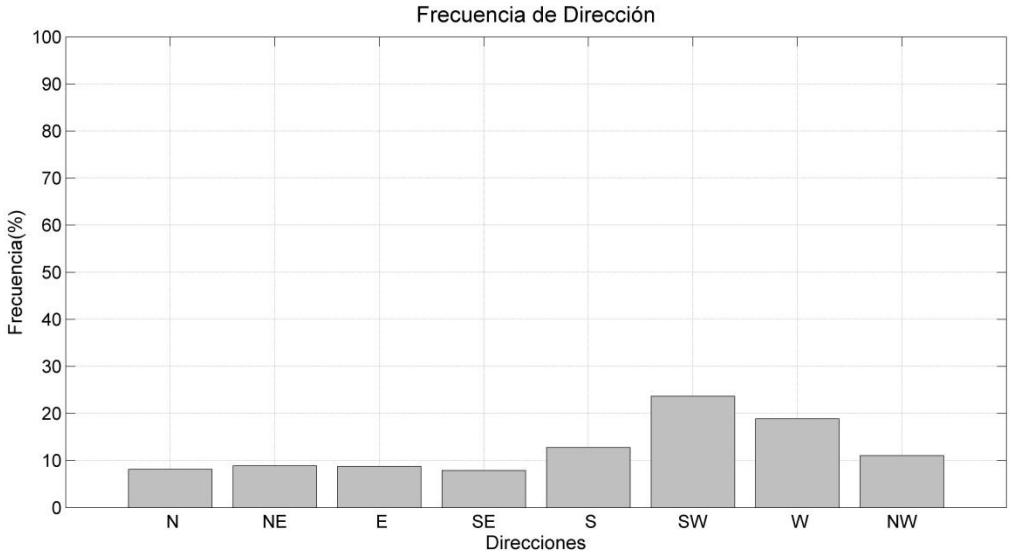


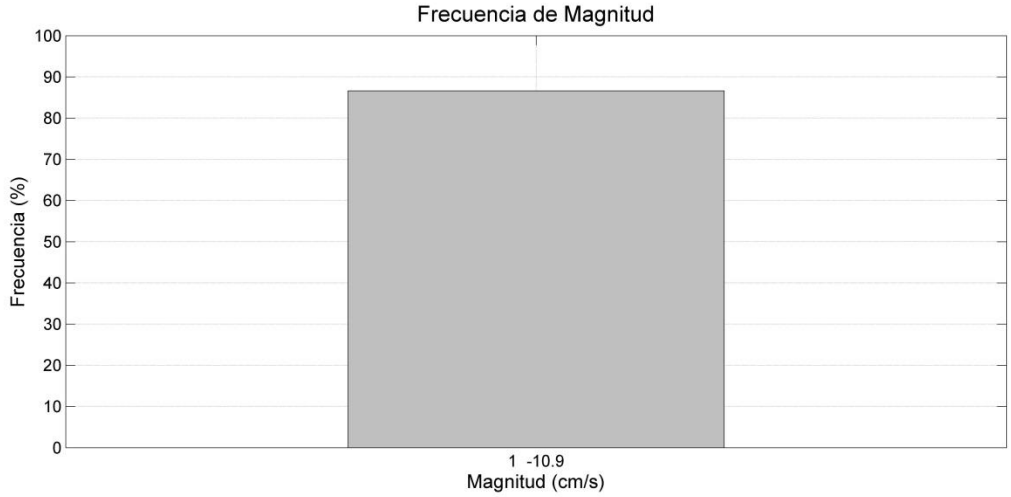
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en canal Swett, bahía Beaufort.



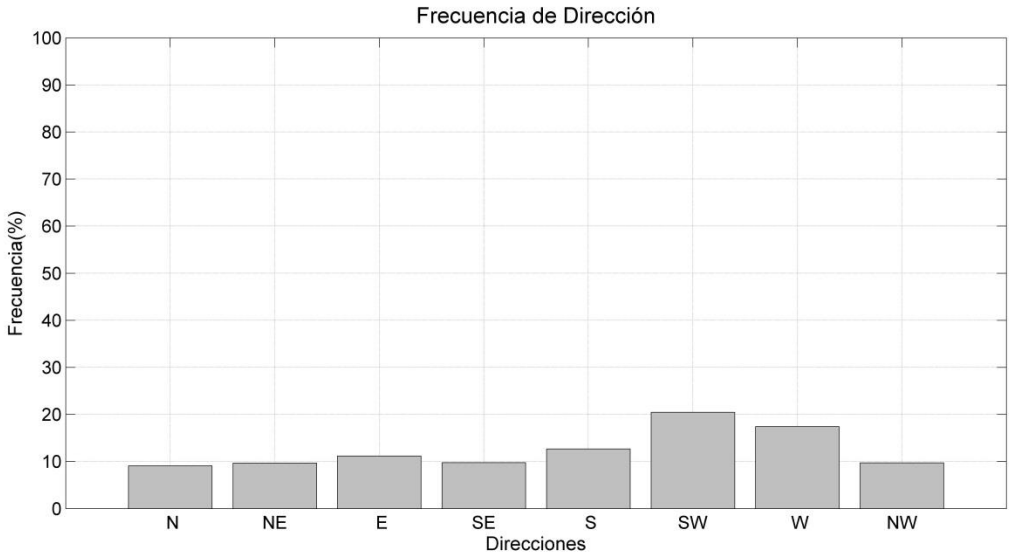


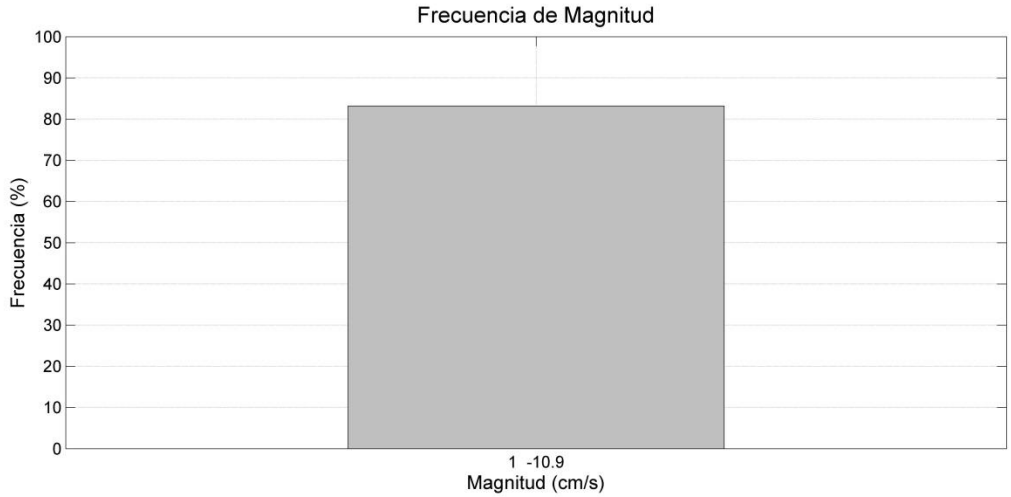
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en canal Swett, bahía Beaufort.



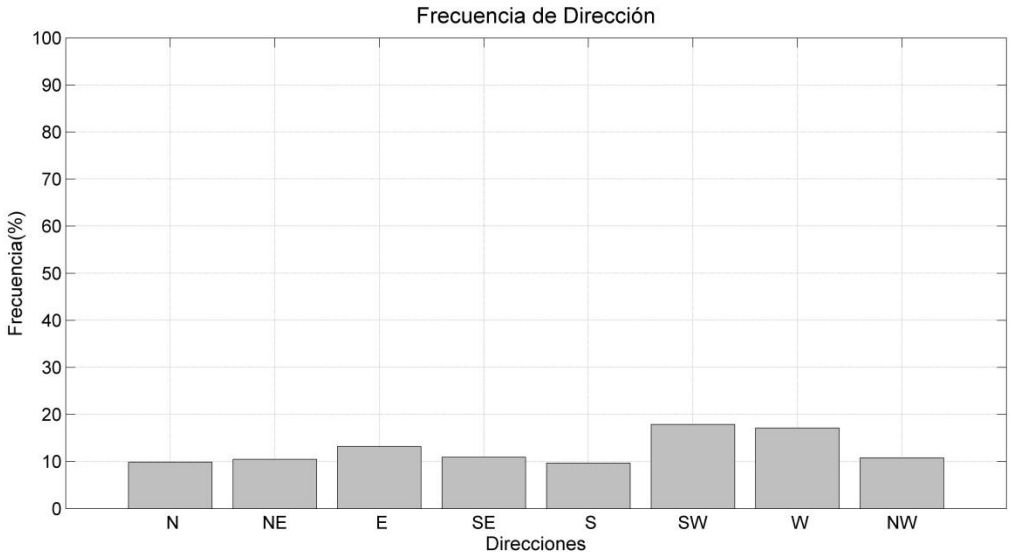


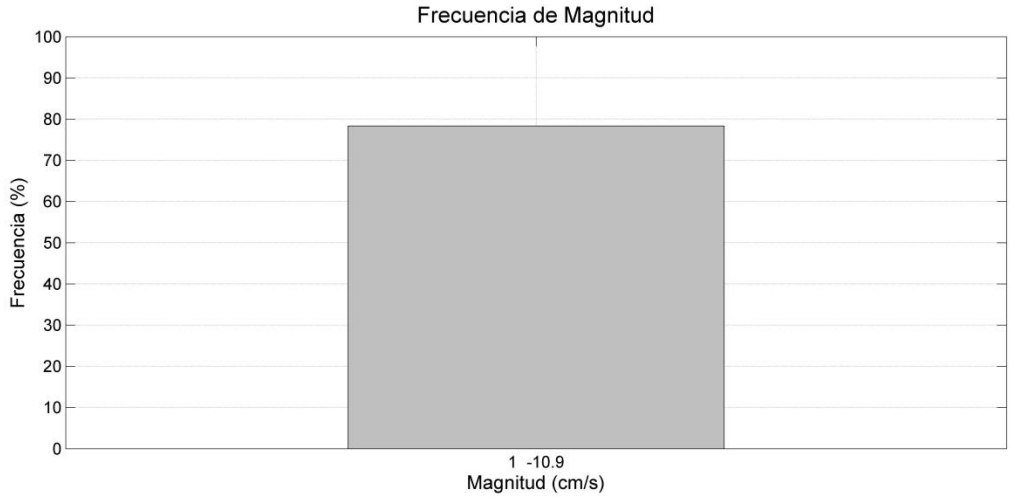
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en canal Swett, bahía Beaufort.



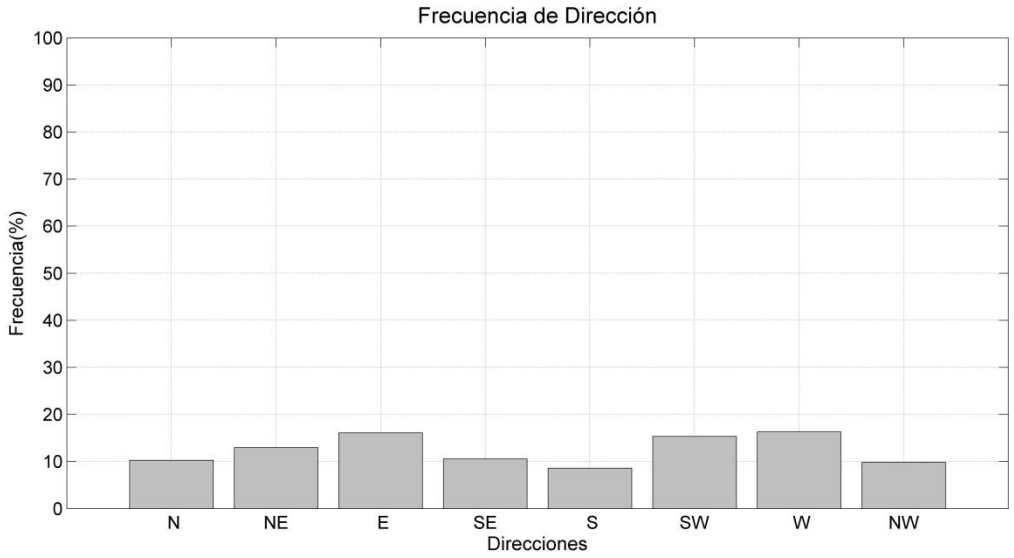


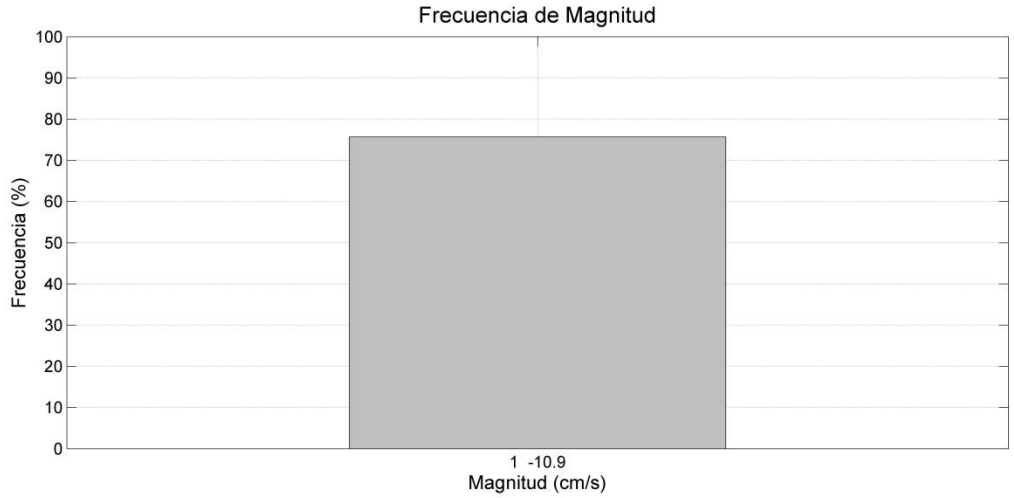
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en canal Swett, bahía Beaufort.



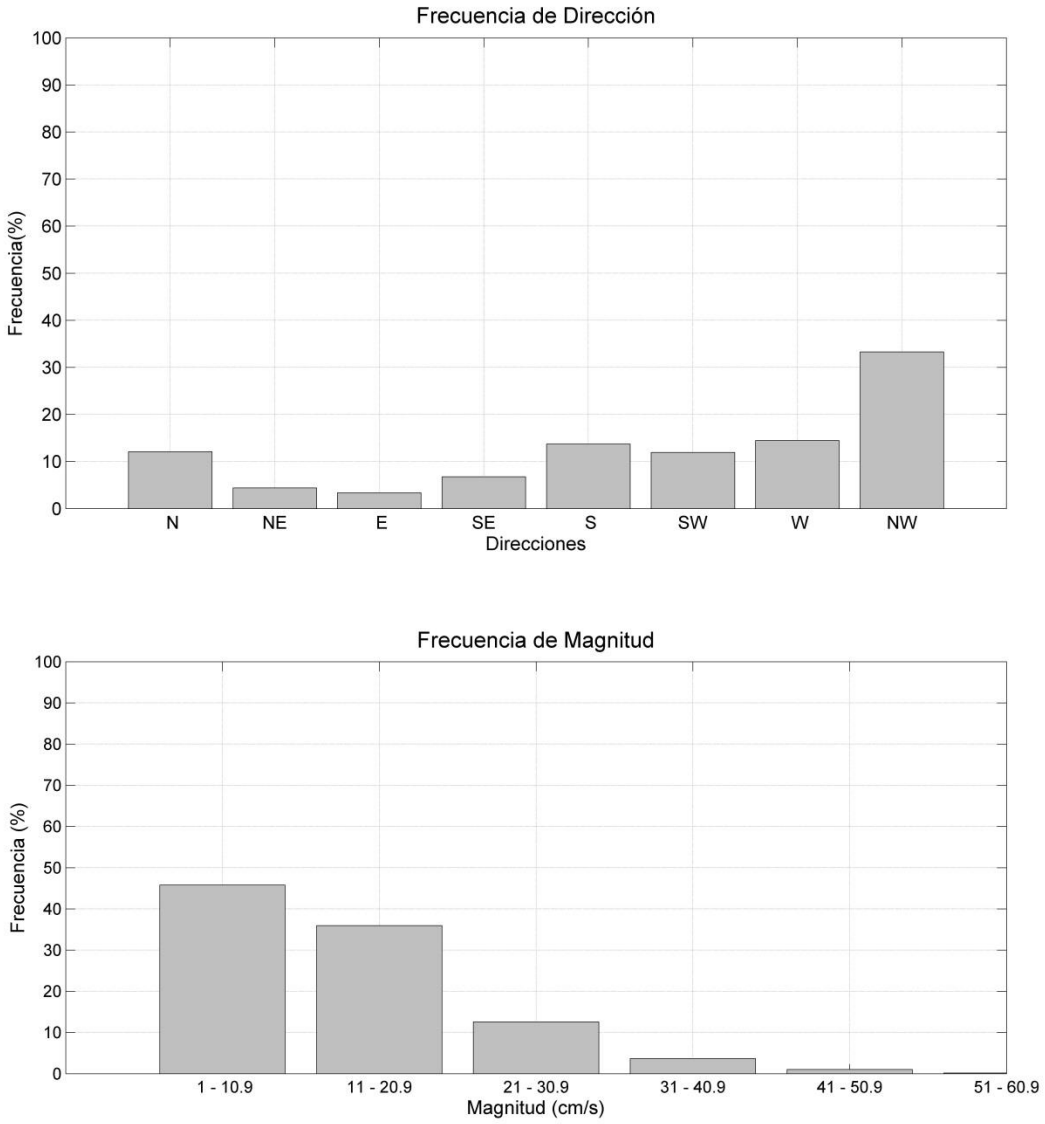


Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en canal Swett, bahía Beaufort.

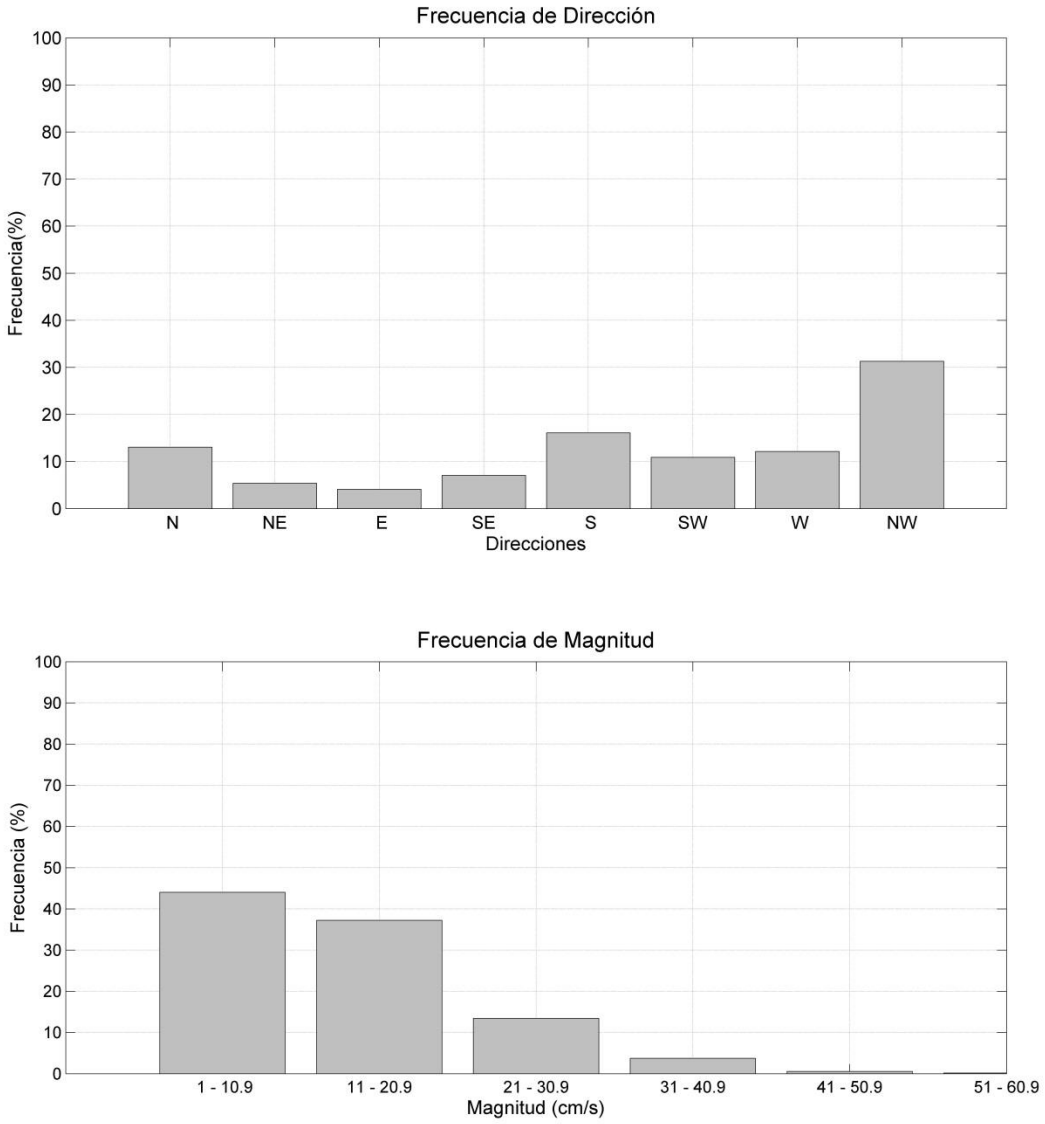




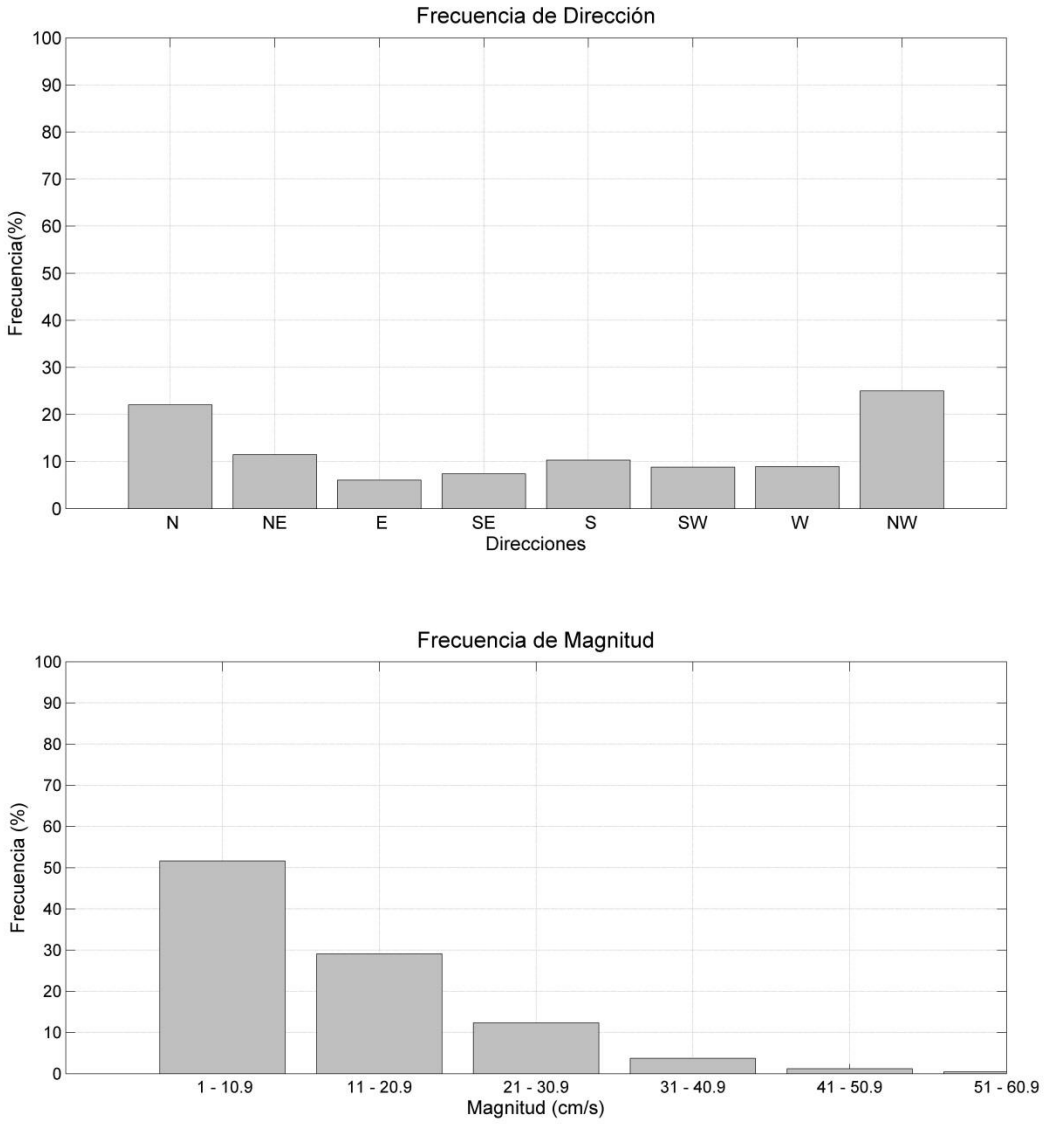
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros de profundidad en canal Swett, bahía Beaufort.



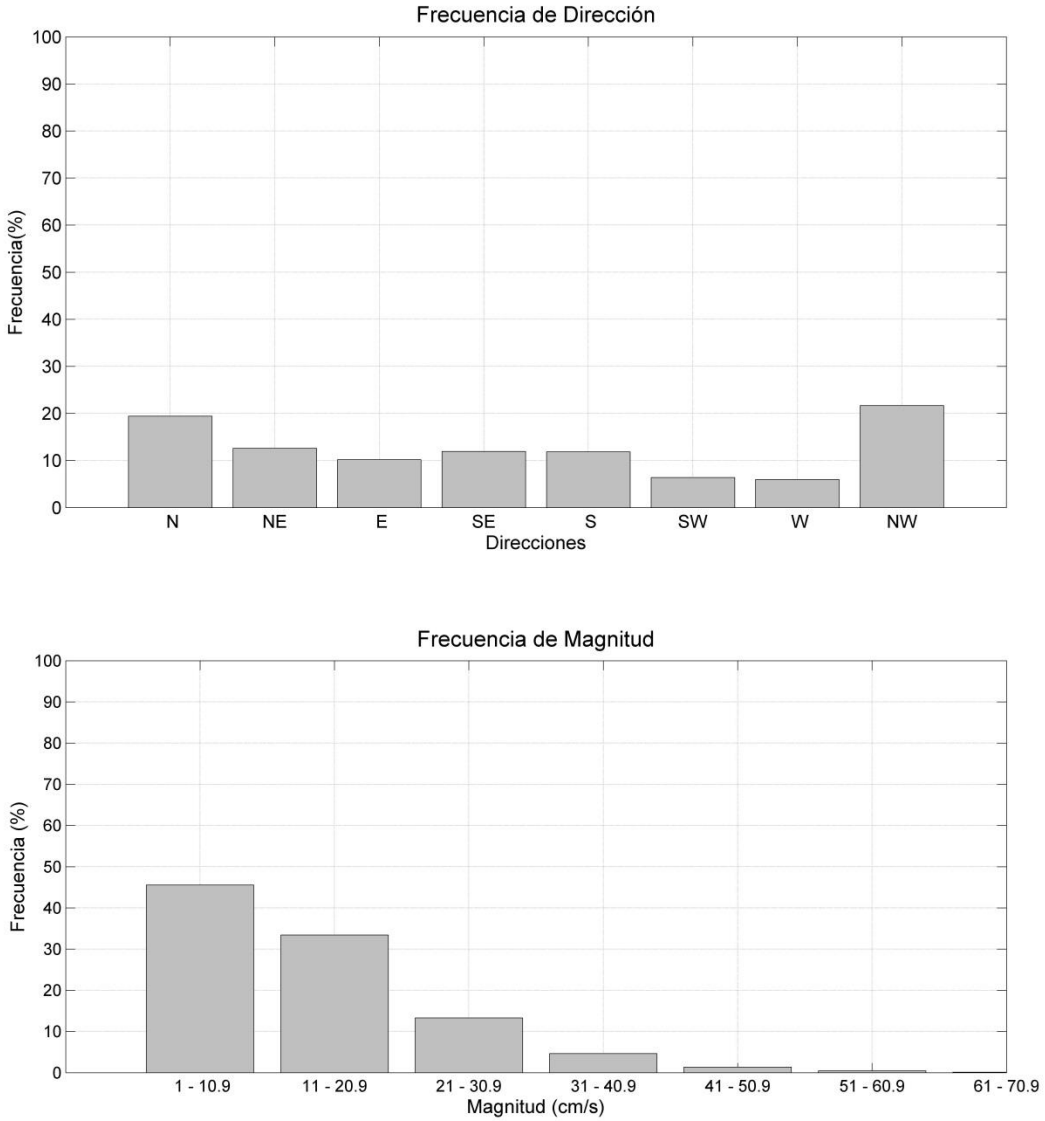
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en canal Gajardo.



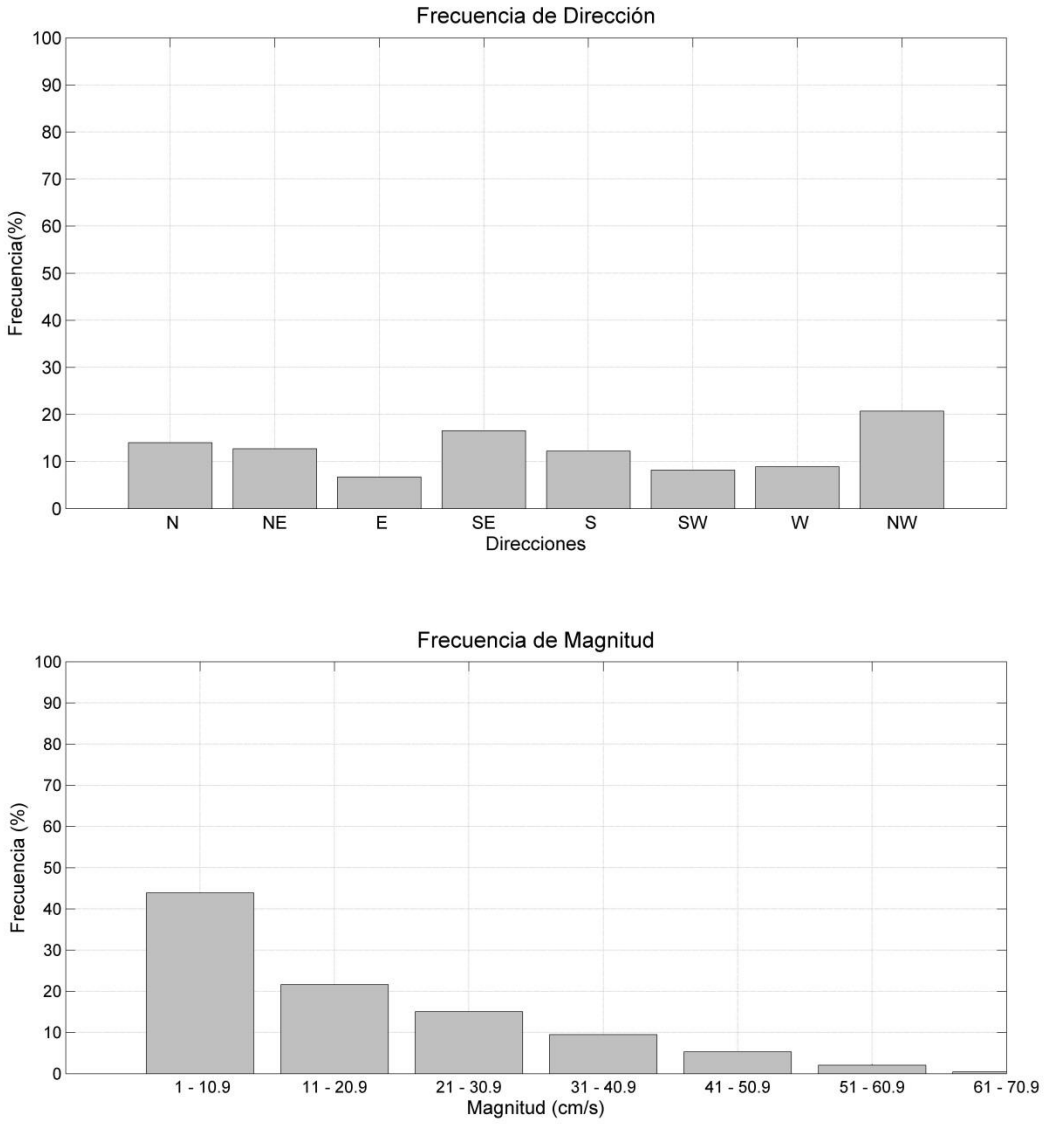
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en canal Gajardo.



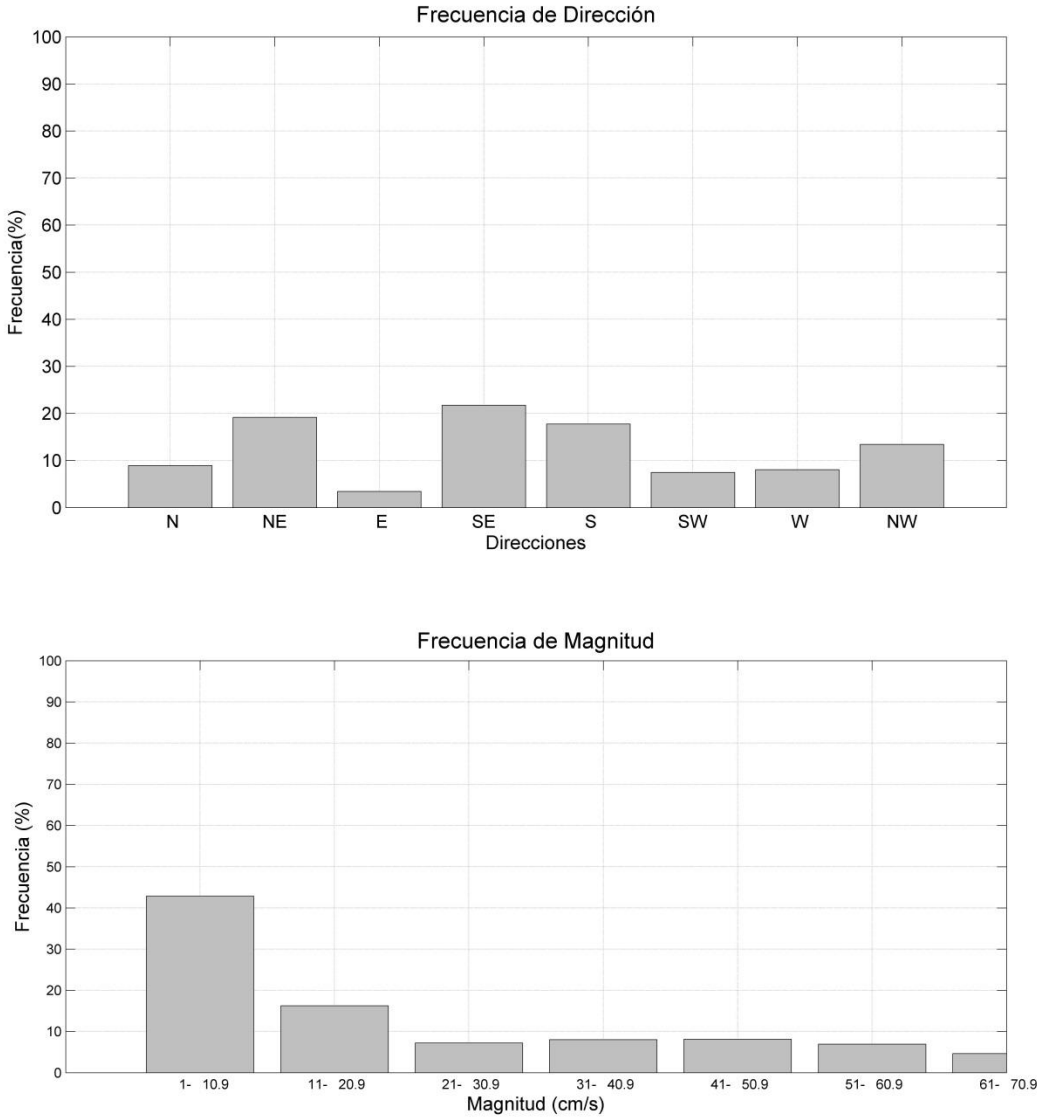
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en canal Gajardo.



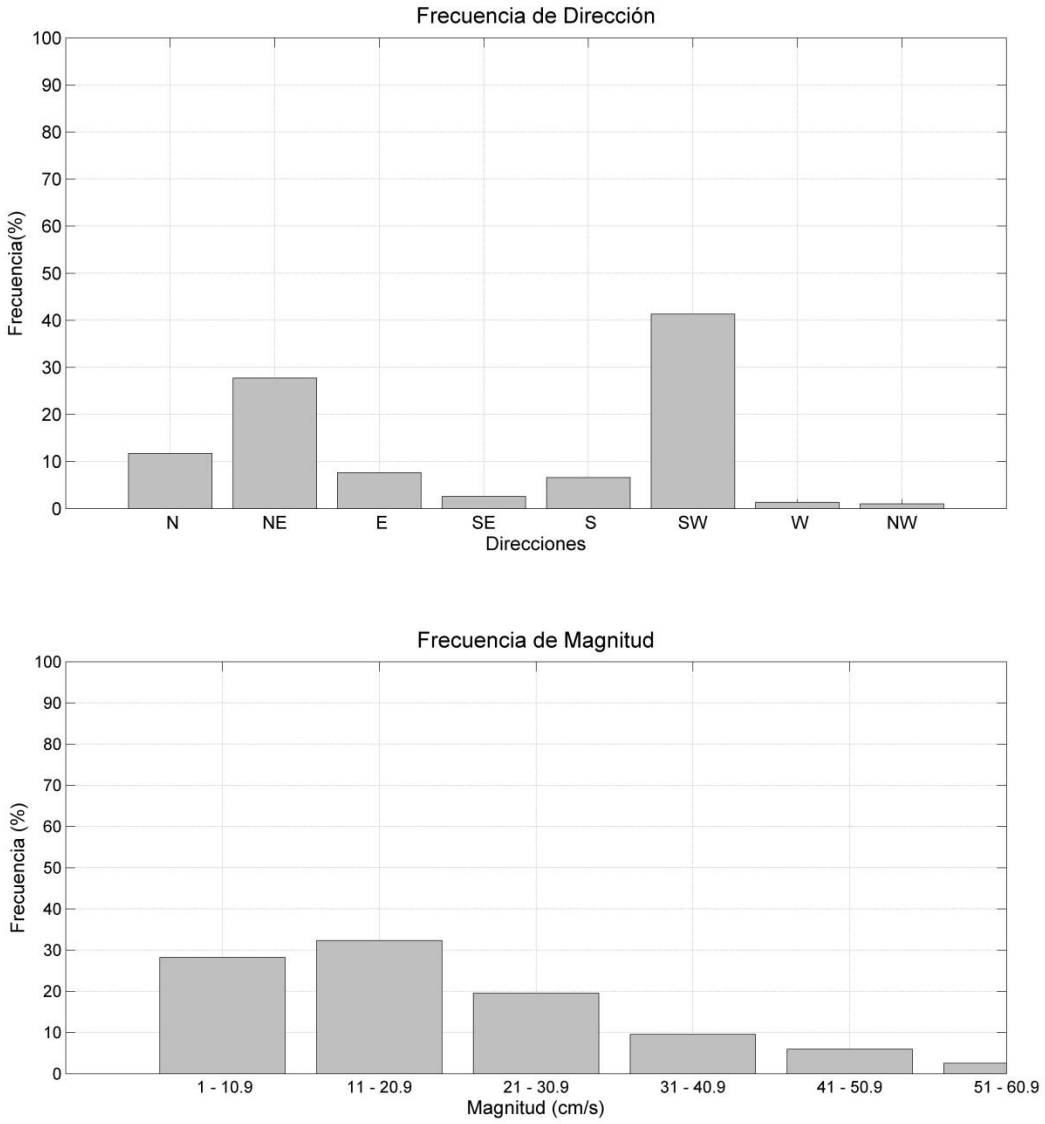
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en canal Gajardo.



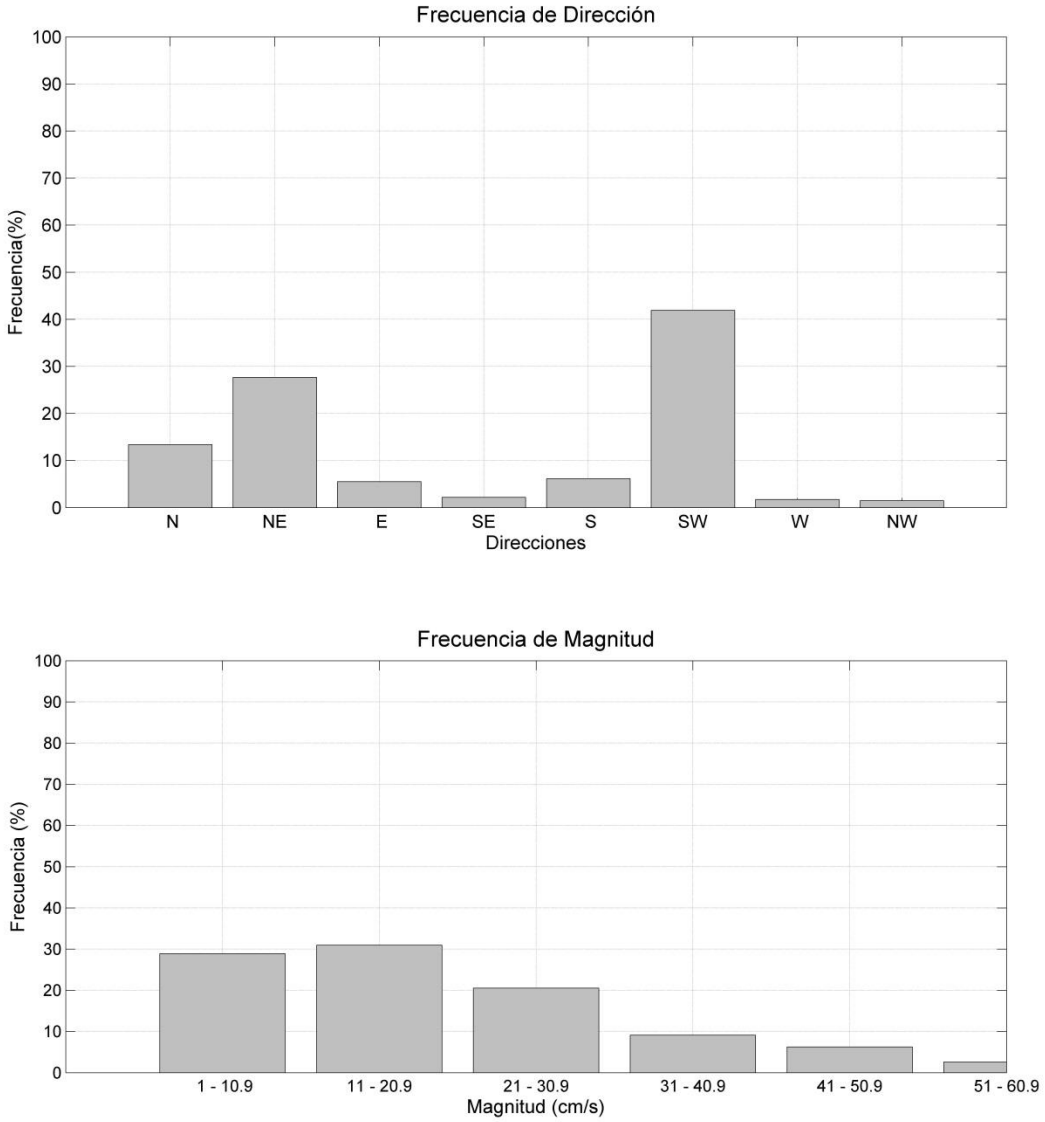
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en canal Gajardo.



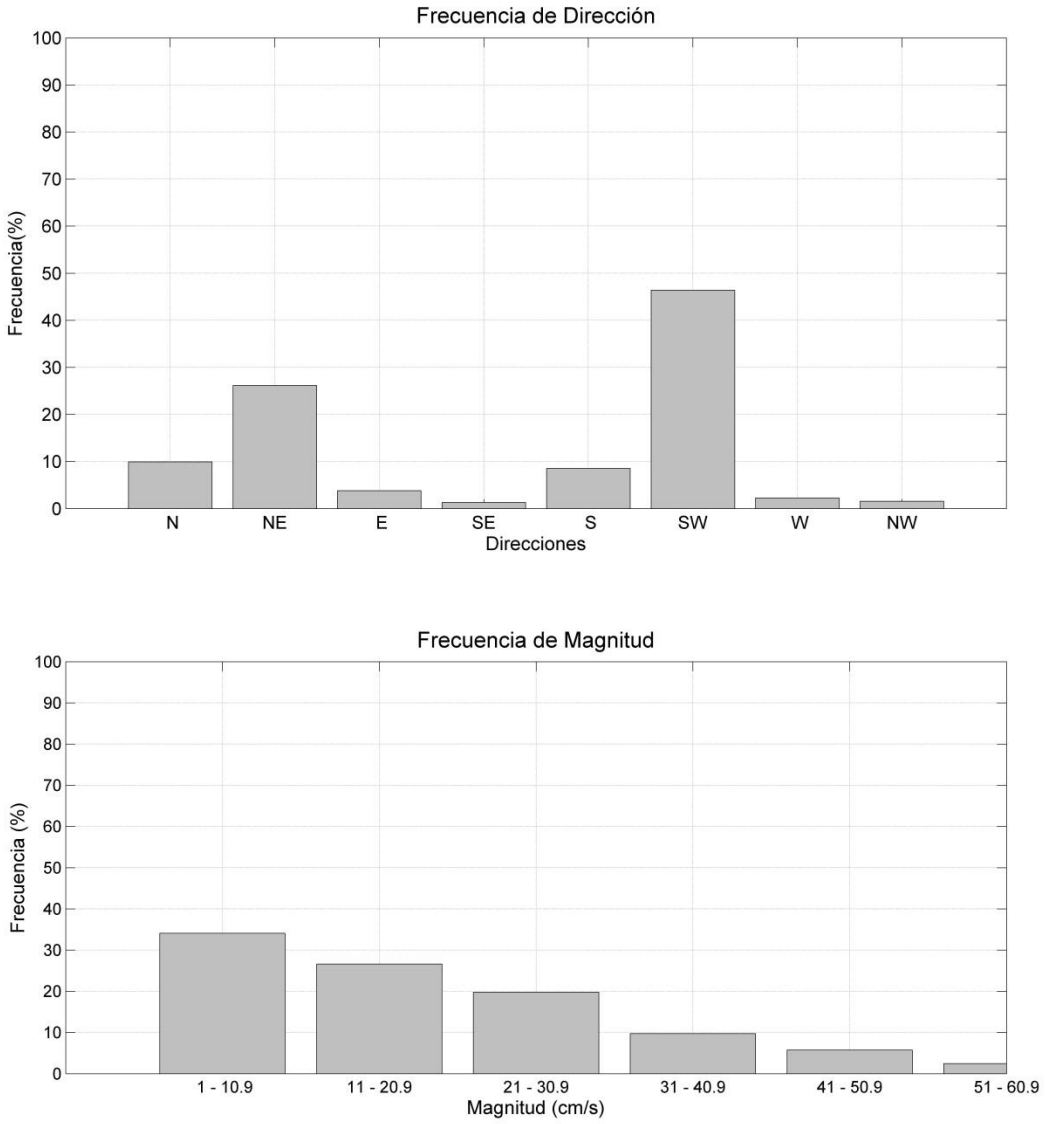
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 50 metros de profundidad en canal Gajardo.



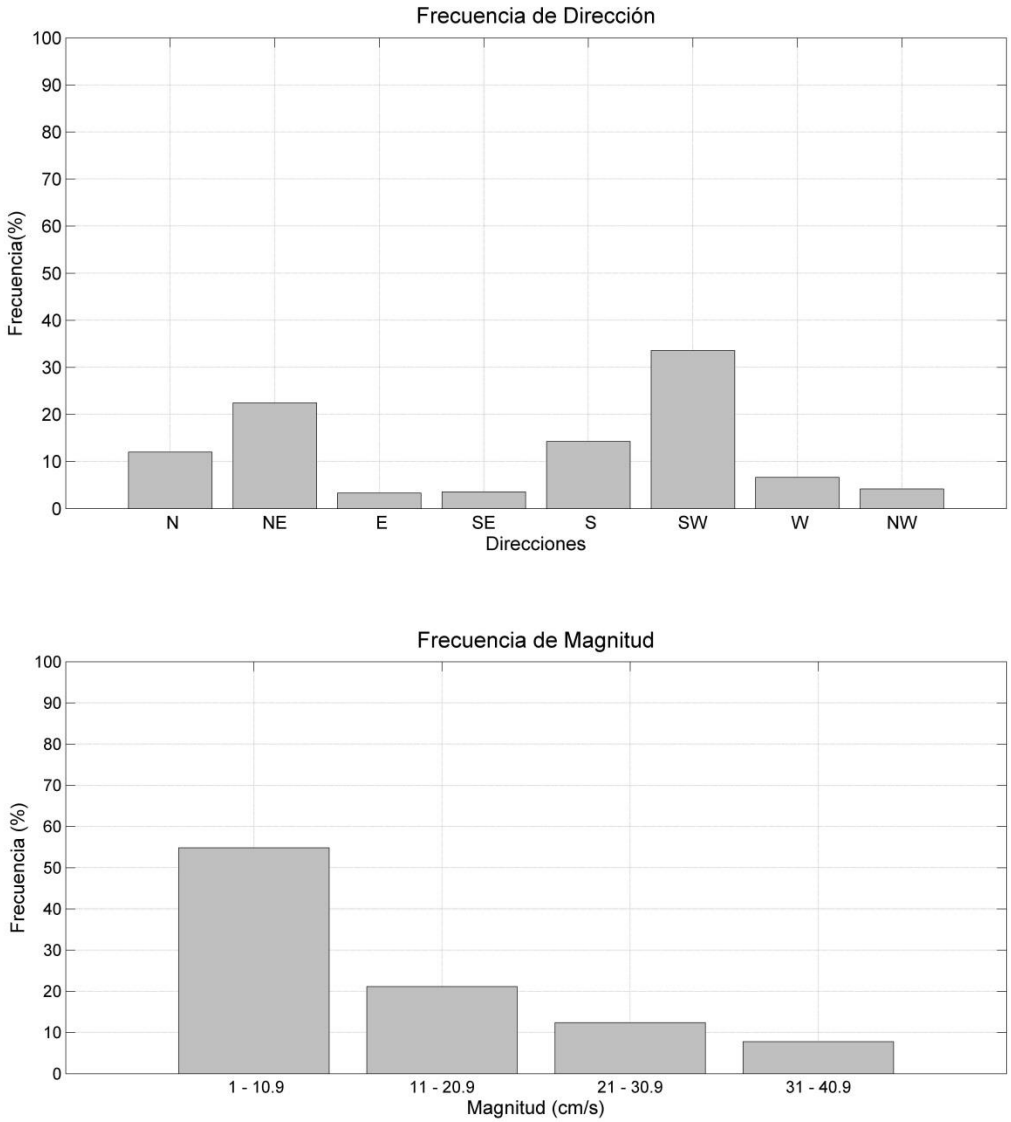
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en estero Córdova.



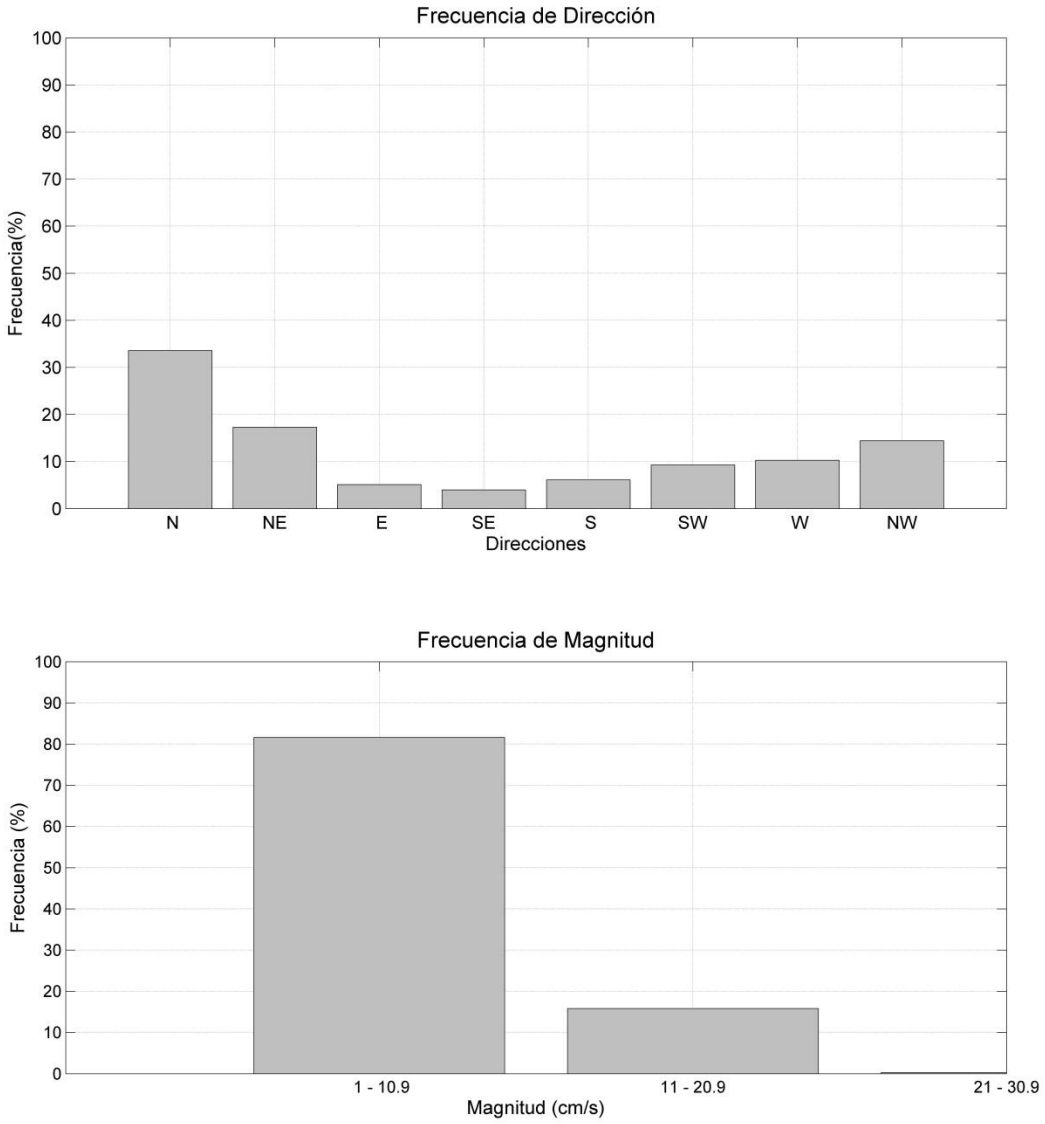
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en estero Córdova.



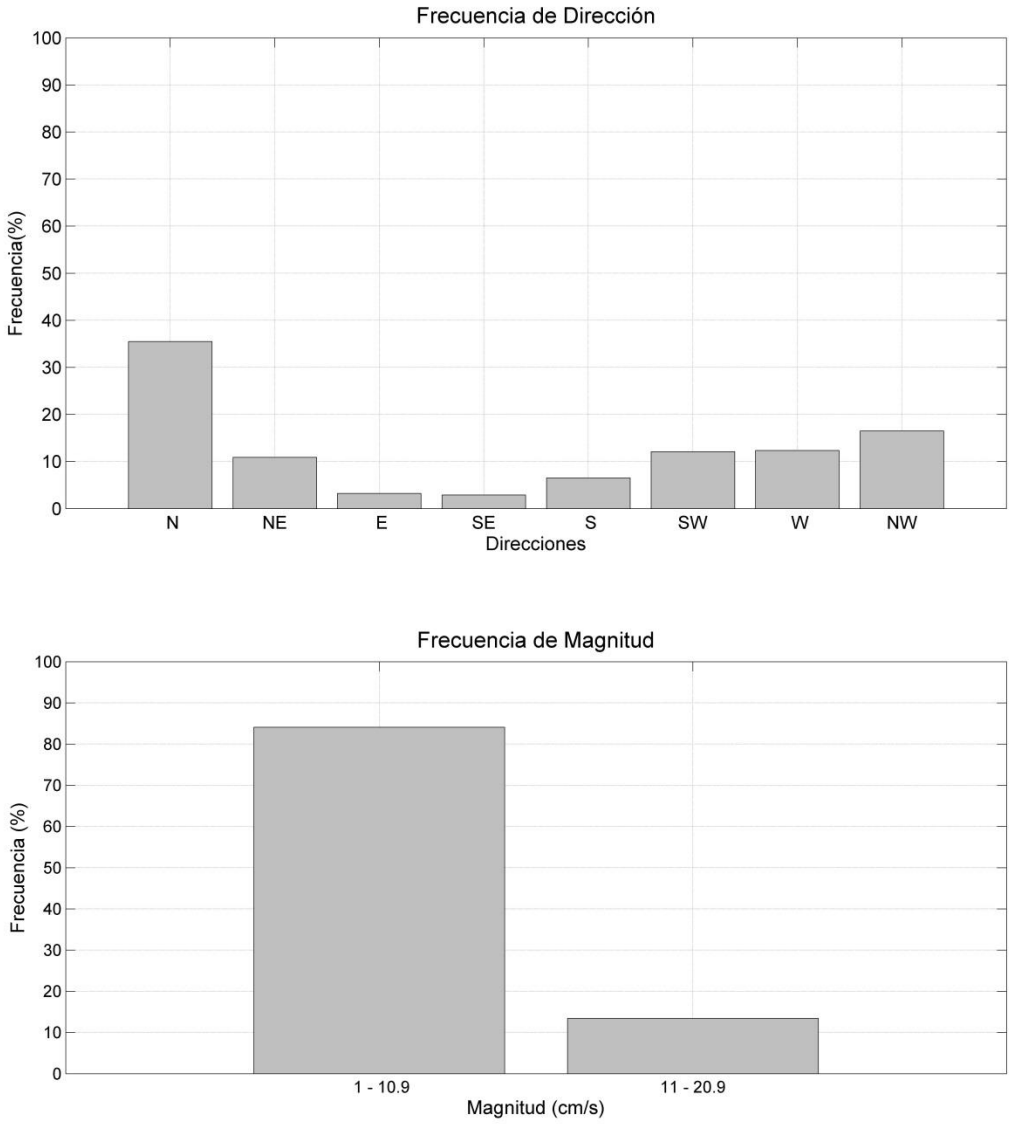
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en estero Córdova.



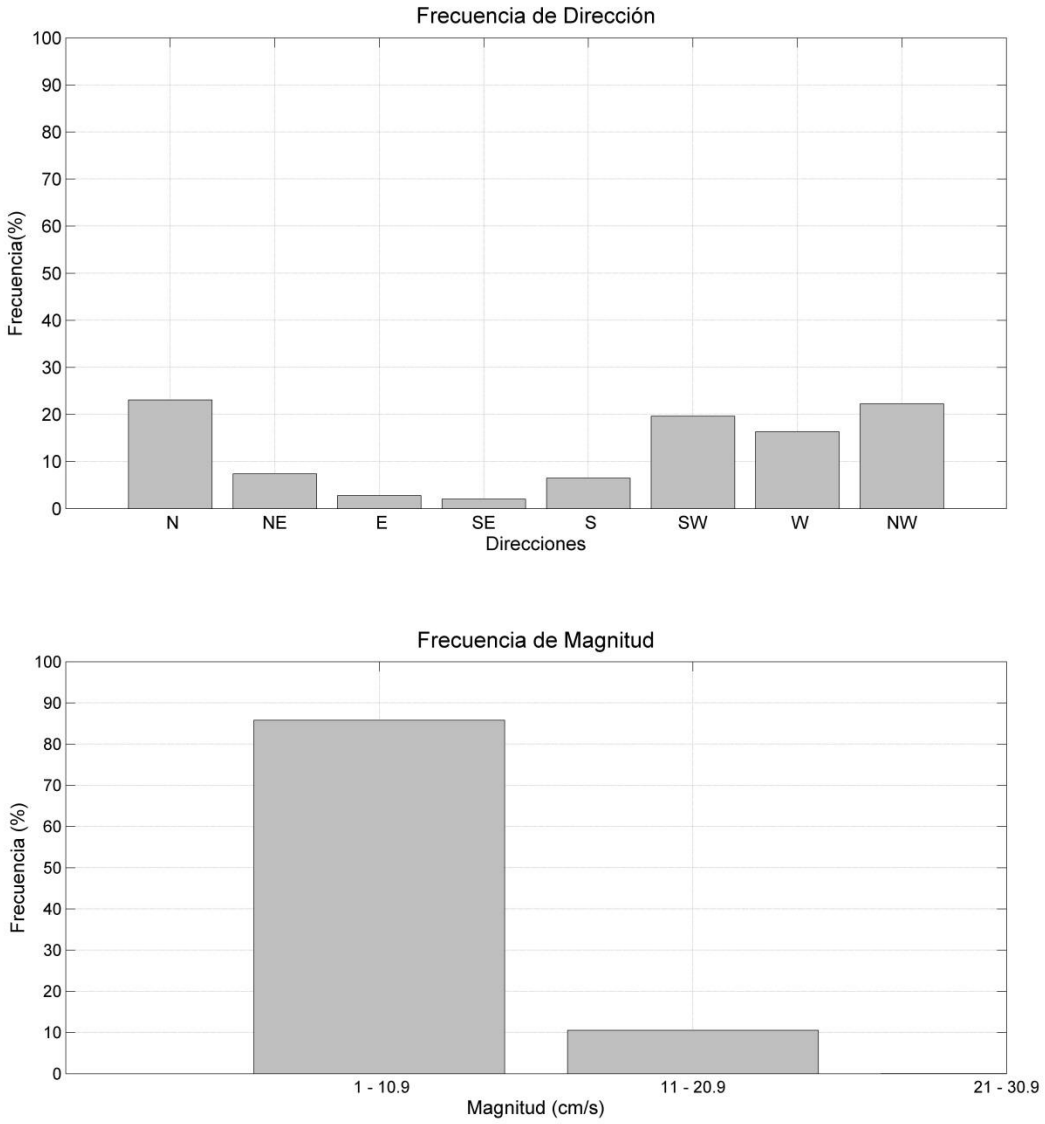
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en estero Córdova.



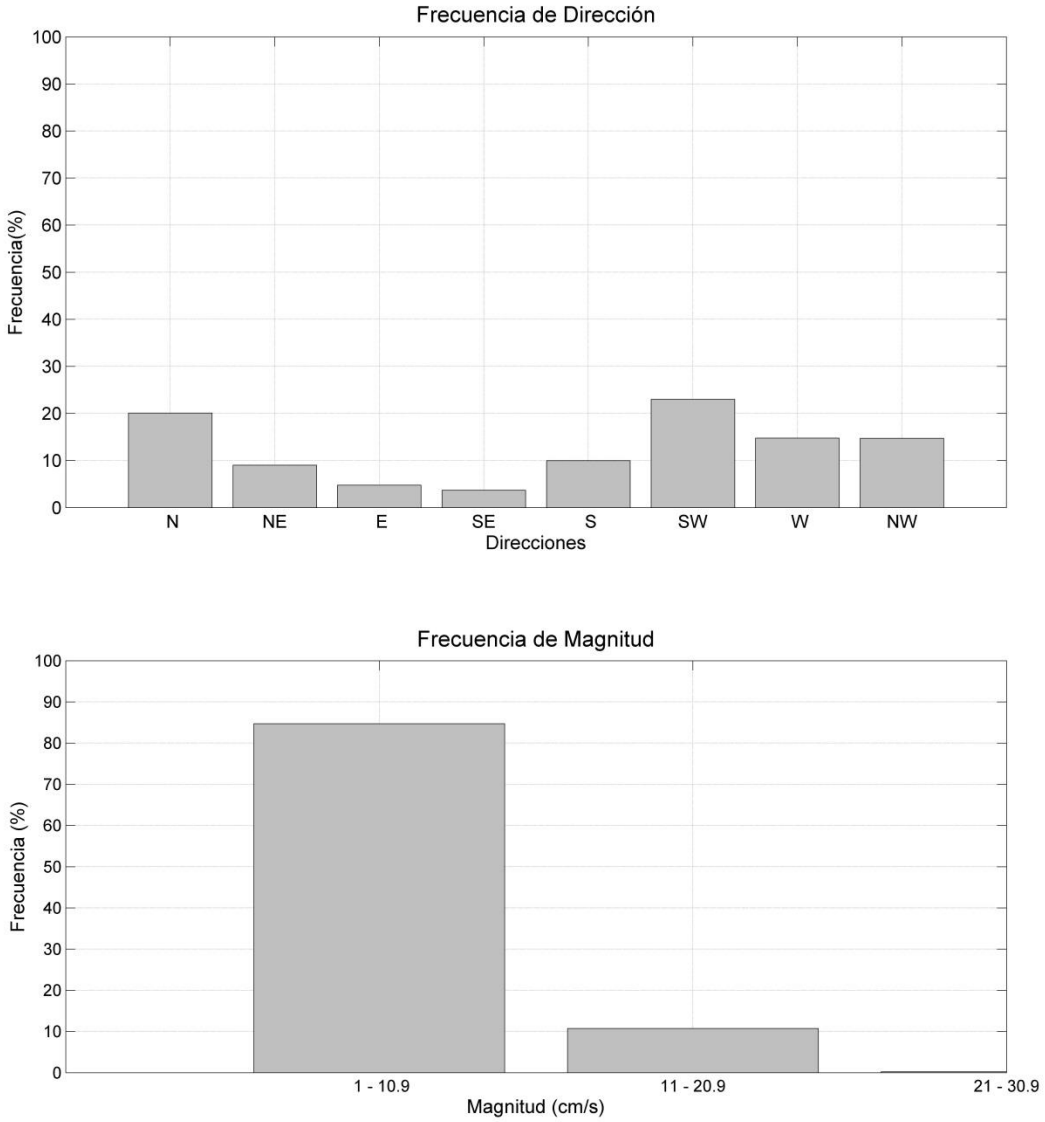
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 5 metros de profundidad en isla Escarpada.



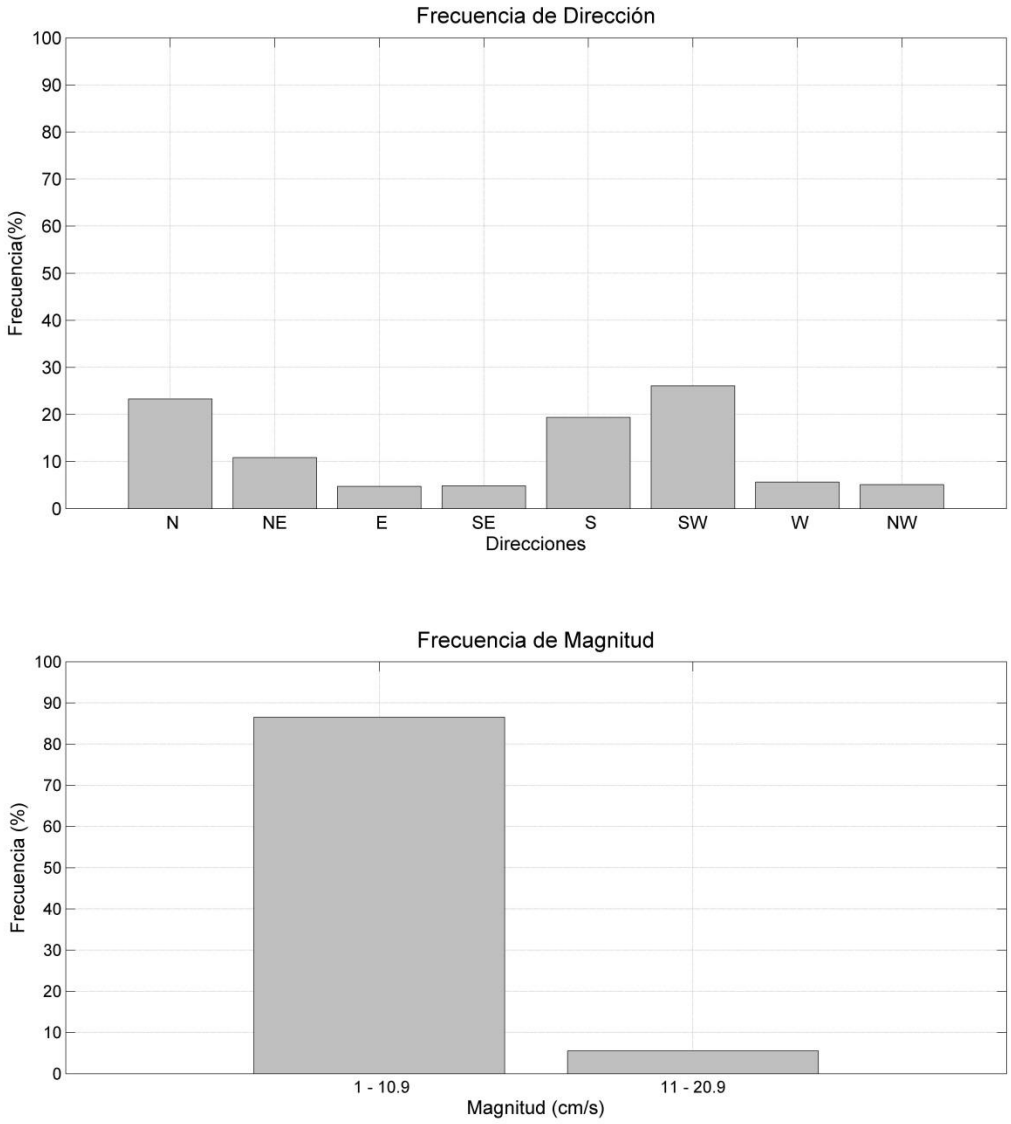
Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 10 metros de profundidad en isla Escarpada.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 20 metros de profundidad en isla Escarpada.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 30 metros de profundidad en isla Escarpada.



Histograma de magnitud y dirección de la corriente a 40 metros de profundidad en isla Escarpada.

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m. En canal Swett, bahía Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	179	193	227	190	183	147	168	160	1447
3 - 4.9	122	164	193	171	133	146	164	110	1203
5 - 6.9	54	58	102	69	37	55	67	44	486
7 - 8.9	22	19	34	37	10	15	24	19	180
9 - 10.9	15	11	11	17	3	3	8	5	73
11 - 12.9	5	1	3	10	0	0	4	1	24
13 - 14.9	3	1	2	12	0	0	1	0	19
15 - 16.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	400	447	572	506	366	366	436	339	3432
%Dirección	10.80	12.07	15.45	13.66	9.88	9.88	11.77	9.15	92.68
Máximos	13.70	13.00	13.80	13.90	9.40	9.40	13.90	11.10	13.90
Media	3.65	3.44	3.71	4.12	3.01	3.46	3.64	3.31	3.54
Desv. STD	2.51	2.08	2.20	2.78	1.72	1.81	2.15	2.03	0.35

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.9	12.9	0.4	3.1
V(N-S)	-10.2	12.8	-0.0	2.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m. En canal Swett, bahía Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	164	152	183	135	167	230	218	235	1484
3 - 4.9	125	117	140	168	107	144	253	172	1226
5 - 6.9	53	36	61	77	42	45	99	62	475
7 - 8.9	15	11	11	22	7	15	26	13	120
9 - 10.9	0	3	1	1	2	1	2	2	12
Totales	357	319	396	403	325	435	598	484	3317
%Dirección	9.68	8.65	10.73	10.92	8.81	11.79	16.21	13.12	89.92
Máximos	8.80	9.20	9.10	9.20	9.10	9.20	9.20	9.10	9.20
Media	3.13	3.06	3.12	3.54	2.95	2.90	3.54	3.12	3.17
Desv. STD	1.84	1.87	1.73	1.93	1.71	1.71	1.79	1.71	0.09

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-9.2	9.0	-0.3	2.7
V(N-S)	-8.8	8.6	-0.0	2.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m. En canal Swett, bahía Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 – 2.9	149	196	189	169	255	380	316	239	1893
3 – 4.9	82	72	72	55	117	323	237	98	1056
5 – 6.9	11	17	10	7	30	110	77	17	279
7 – 7.9	1	1	1	0	0	11	6	1	21
Totales	243	286	272	231	402	824	636	355	3249
%Dirección	6.48	7.62	7.25	6.16	10.72	21.97	16.96	9.46	86.62
Máximos	7.50	7.20	7.00	6.50	6.80	7.40	7.50	7.00	7.50
Media	2.31	2.35	2.29	2.12	2.44	3.13	2.89	2.34	2.48
Desv. STD	1.38	1.31	1.29	1.22	1.37	1.55	1.54	1.32	0.12

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-7.3	6.8	-0.8	2.1
V(N-S)	-6.8	7.2	-0.4	1.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m. En canal Swett, bahía Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 – 2.9	200	220	248	232	286	380	355	223	2144
3 – 4.9	54	65	87	62	105	225	162	62	822
5 – 6.9	15	7	8	3	8	70	48	5	164
7 – 8.9	2	1	2	0	0	11	10	2	28
9 – 10.9	1	0	0	0	0	2	0	0	3
Totales	272	293	345	297	399	688	575	292	3161
%Dirección	7.16	7.71	9.08	7.82	10.50	18.11	15.13	7.68	83.18
Máximos	9.70	7.20	7.10	6.10	6.00	9.90	8.30	8.00	9.90
Media	2.10	2.03	2.09	1.98	2.15	2.81	2.57	2.03	2.22
Desv. STD	1.44	1.17	1.22	1.06	1.14	1.62	1.53	1.18	0.20

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-8.5	7.0	-0.5	2.0
V(N-S)	-7.7	9.7	-0.4	1.7

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m. En canal Swett, bahía Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	201	258	276	257	229	390	377	278	2266
3 - 4.9	55	51	105	48	41	125	130	41	596
5 - 6.9	6	8	11	6	1	35	27	2	96
7 - 8.9	2	0	2	0	0	6	6	0	16
9 - 10.9	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Totales	265	317	394	311	271	557	540	322	2977
%Dirección	6.97	8.34	10.37	8.18	7.13	14.66	14.21	8.47	78.34
Máximos	9.40	6.40	7.40	6.30	6.40	9.00	8.20	16.20	16.20
Media	1.90	1.94	2.11	1.80	1.77	2.32	2.29	1.85	2.00
Desv. STD	1.29	1.06	1.24	1.04	0.95	1.45	1.38	1.19	0.17

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.8	7.4	-0.3	1.9
V(N-S)	-6.1	9.4	-0.1	1.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50m. En canal Swett, bahía Beaufort.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	233	298	328	259	209	337	347	217	2228
3 - 4.9	32	81	134	29	28	110	118	38	570
5 - 6.9	0	6	21	2	0	12	15	4	60
7 - 8.9	1	0	6	0	1	2	7	0	17
9 - 10.9	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Totales	266	385	489	290	238	462	488	259	2877
%Dirección	7.00	10.13	12.87	7.63	6.26	12.16	12.84	6.82	75.71
Máximos	7.10	6.80	8.40	6.10	7.10	11.30	10.10	6.40	11.30
Media	1.59	1.92	2.22	1.62	1.63	2.11	2.17	1.71	1.87
Desv. STD	0.97	1.11	1.40	0.87	0.92	1.32	1.37	1.03	0.21

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-10.0	8.3	-0.0	1.9
V(N-S)	-10.3	7.1	-0.0	1.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m. En canal Gajardo.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	100	69	74	81	97	81	143	126	771
6 - 10.9	146	71	39	88	104	112	157	292	1009
11 - 15.9	76	18	9	44	103	98	128	348	824
16 - 20.9	58	7	1	23	80	84	91	230	574
21 - 25.9	37	3	1	6	46	46	34	131	304
26 - 30.9	25	0	0	11	35	16	4	95	186
31 - 35.9	12	1	0	3	26	16	0	34	92
36 - 40.9	7	0	0	3	18	5	0	18	51
41 - 45.9	5	0	1	1	10	2	0	8	27
46 - 50.9	1	0	0	0	6	0	0	5	12
51 - 55.9	1	0	0	0	3	0	0	1	5
56 - 60.9	0	1	0	0	0	0	0	0	1
61 - 65.9	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Totales	468	170	125	260	529	460	557	1288	3857
%Dirección	12.03	4.37	3.21	6.69	13.60	11.83	14.32	33.12	99.18
Máximos	54.30	56.50	41.70	43.50	62.50	44.70	30.10	51.60	62.50
Media	13.32	8.04	6.36	10.36	16.21	13.98	10.80	15.44	11.81
Desv. STD	9.35	6.33	4.85	7.69	11.36	8.43	6.14	8.50	2.06

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-32.3	41.1	-5.4	7.8
V(N-S)	-62.4	51.5	1.8	12.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m. En canal Gajardo.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	87	76	60	74	86	75	118	99	675
6 - 10.9	148	83	68	85	155	98	132	268	1037
11 - 15.9	128	35	23	57	145	101	130	310	929
16 - 20.9	49	3	1	27	91	63	61	223	518
21 - 25.9	36	4	4	13	55	45	21	166	344
26 - 30.9	23	1	1	5	43	19	5	82	179
31 - 35.9	15	1	0	6	24	9	2	37	94
36 - 40.9	12	0	1	3	10	7	0	18	51
41 - 45.9	3	0	0	0	5	1	0	5	14
46 - 50.9	2	0	0	1	2	0	0	2	7
51 - 55.9	1	0	0	0	4	0	0	0	5
56 - 60.9	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Totales	504	203	158	271	621	419	469	1210	3855
%Dirección	12.96	5.22	4.06	6.97	15.97	10.77	12.06	31.11	99.13
Máximos	52.70	31.70	36.40	48.00	66.20	60.00	33.20	50.60	66.20
Media	13.51	7.79	7.86	11.09	15.40	13.90	10.87	15.91	12.04
Desv. STD	9.14	5.06	5.13	7.83	9.95	8.69	6.07	8.17	1.86

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-34.1	44.0	-4.6	8.0
V(N-S)	-65.6	49.1	1.6	13.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m. En canal Gajardo.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	151	128	93	77	98	119	140	165	971
6 - 10.9	152	166	76	106	115	111	106	205	1037
11 - 15.9	140	76	37	48	75	49	53	245	723
16 - 20.9	110	30	11	17	24	31	26	160	409
21 - 25.9	112	16	3	19	22	13	10	108	303
26 - 30.9	85	5	4	8	16	6	0	54	178
31 - 35.9	41	5	3	5	14	4	0	21	93
36 - 40.9	25	5	1	4	13	2	0	3	53
41 - 45.9	24	1	0	0	6	1	0	3	35
46 - 50.9	5	2	0	1	3	1	0	0	12
51 - 55.9	6	4	0	0	1	0	0	1	12
56 - 60.9	2	1	0	0	3	0	0	0	6
61 - 65.9	1	0	1	0	2	0	0	0	4
Totales	854	439	229	285	392	337	335	965	3836
%Dirección	21.96	11.29	5.89	7.33	10.08	8.67	8.61	24.81	98.64
Máximos	65.60	57.90	63.80	50.40	64.80	47.10	25.60	51.60	65.60
Media	17.25	10.43	8.63	10.95	13.68	9.64	8.10	13.94	11.58
Desv. STD	11.52	8.71	7.43	8.00	11.78	7.43	5.50	8.05	2.13

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-28.9	62.7	-1.8	7.6
V(N-S)	-62.7	64.5	4.8	13.1

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m. En canal Gajardo.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	103	63	60	73	116	102	123	163	803
6 - 10.9	126	117	82	101	143	81	63	255	968
11 - 15.9	152	97	103	102	84	38	24	188	788
16 - 20.9	106	70	75	72	43	10	5	130	511
21 - 25.9	93	62	35	44	33	8	7	59	341
26 - 30.9	62	23	19	29	14	3	1	25	176
31 - 35.9	51	21	8	16	5	0	1	13	115
36 - 40.9	28	16	4	8	5	1	1	2	65
41 - 45.9	13	5	3	8	2	1	0	3	35
46 - 50.9	7	6	0	4	1	0	0	0	18
51 - 55.9	2	4	2	1	0	0	0	1	10
56 - 60.9	5	1	0	0	1	0	0	0	7
61 - 65.9	1	0	0	0	2	0	0	0	3
66 - 70.9	0	0	0	1	1	0	0	0	2
71 - 75.9	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Totales	750	487	391	459	450	244	225	839	3845
%Dirección	19.29	12.52	10.05	11.80	11.57	6.27	5.79	21.57	98.87
Máximos	71.30	72.30	52.00	70.10	76.10	42.50	37.20	52.30	76.10
Media	18.02	16.56	14.43	15.25	12.01	8.50	6.88	12.45	13.01
Desv. STD	11.61	11.35	8.72	10.40	9.94	6.52	5.68	7.49	2.23

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-34.5	60.3	1.9	9.6
V(N-S)	-71.9	69.0	4.0	13.5

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m. En canal Gajardo.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	71	45	39	76	147	184	230	167	959
6 - 10.9	80	37	38	55	135	88	80	235	748
11 - 15.9	90	54	21	45	60	26	19	174	489
16 - 20.9	80	54	26	62	26	5	4	94	351
21 - 25.9	72	53	20	69	30	0	0	60	304
26 - 30.9	48	73	29	71	18	1	0	41	281
31 - 35.9	37	54	20	61	20	2	0	13	207
36 - 40.9	22	42	16	55	19	0	0	8	162
41 - 45.9	17	26	11	48	4	0	0	2	108
46 - 50.9	10	21	15	44	6	0	0	3	99
51 - 55.9	6	10	5	22	3	0	0	1	47
56 - 60.9	3	9	3	18	1	0	0	0	34
61 - 65.9	2	4	0	4	1	0	0	0	11
66 - 70.9	0	3	1	3	0	0	0	0	7
71 - 75.9	0	1	4	0	0	0	0	0	5
76 - 80.9	0	0	0	2	0	0	0	0	2
81 - 85.9	0	1	1	2	0	0	0	0	4
Totales	538	487	249	637	470	306	333	798	3818
%Dirección	13.83	12.52	6.40	16.38	12.09	7.87	8.56	20.52	98.17
Máximos	64.20	83.00	82.10	85.80	65.50	35.50	20.10	54.50	85.80
Media	19.44	25.73	22.46	27.25	13.26	6.08	5.16	12.71	16.51
Desv. STD	12.61	15.08	17.37	16.52	11.93	4.46	3.36	8.53	5.32

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-37.0	81.0	4.5	13.6
V(N-S)	-67.1	68.5	2.1	17.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 50m. En canal Gajardo.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	93	46	46	106	188	166	210	166	1021
6 - 10.9	53	31	19	62	190	79	79	132	645
11 - 15.9	47	23	4	47	128	24	10	91	374
16 - 20.9	29	23	6	42	75	5	1	76	257
21 - 25.9	16	32	1	36	38	1	0	18	142
26 - 30.9	19	53	3	30	15	0	1	18	139
31 - 35.9	22	77	0	32	9	1	0	5	146
36 - 40.9	16	97	4	32	12	0	0	4	165
41 - 45.9	14	90	4	36	9	0	0	0	153
46 - 50.9	14	83	3	57	3	0	0	2	162
51 - 55.9	4	63	6	77	2	0	0	0	152
56 - 60.9	3	45	5	62	2	0	0	0	117
61 - 65.9	1	36	5	64	1	0	0	0	107
66 - 70.9	0	8	2	22	0	0	0	0	32
Totales	331	707	108	705	672	276	301	512	3612
%Dirección	8.93	19.08	2.91	19.02	18.13	7.45	8.12	13.82	97.46
Máximos	62.20	67.90	67.40	67.90	65.70	35.90	28.10	49.30	67.90
Media	17.09	37.14	18.11	33.28	12.01	5.66	4.85	10.70	17.35
Desv. STD	15.10	16.84	21.41	22.09	9.80	4.45	3.11	7.98	7.34

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-28.0	62.8	8.0	15.9
V(N-S)	-62.1	60.9	1.5	21.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m. En estero Córdova.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	52	98	60	53	59	61	29	23	435
6 - 10.9	98	243	84	35	56	123	19	10	668
11 - 15.9	126	283	69	9	22	154	5	4	672
16 - 20.9	97	259	50	2	19	164	0	0	591
21 - 25.9	44	135	20	0	26	212	0	0	437
26 - 30.9	20	53	10	0	16	227	0	0	326
31 - 35.9	10	6	5	1	15	181	0	0	218
36 - 40.9	3	1	1	0	9	141	0	0	155
41 - 45.9	0	0	0	0	11	129	0	0	140
46 - 50.9	0	0	0	0	2	40	0	0	42
Totales	450	1078	299	100	235	1432	53	37	3684
%Dirección	12.14	29.07	8.06	2.70	6.34	38.62	1.43	1.00	99.35
Máximos	38.20	36.40	36.50	33.60	47.80	47.90	14.90	15.10	47.90
Media	14.26	14.63	12.39	6.60	15.94	25.68	5.96	5.31	12.60
Desv. STD	7.41	6.58	7.21	4.53	12.54	11.65	3.33	4.08	3.39

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-32.5	36.1	-1.8	12.3
V(N-S)	-46.1	37.6	-4.2	17.0

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m. En estero Córdova.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	69	86	68	54	52	61	33	33	456
6 - 10.9	137	262	58	22	46	108	21	18	672
11 - 15.9	127	281	38	6	20	157	13	2	644
16 - 20.9	97	242	25	0	21	179	0	0	564
21 - 25.9	59	147	10	1	26	228	0	0	471
26 - 30.9	22	50	9	0	17	232	0	0	330
31 - 35.9	8	8	4	0	9	176	0	0	205
36 - 40.9	1	1	0	0	14	134	0	0	150
41 - 45.9	0	0	0	0	15	139	0	0	154
46 - 50.9	0	0	0	0	3	45	0	0	48
Totales	520	1077	212	83	223	1459	67	53	3694
%Dirección	14.00	29.00	5.71	2.23	6.00	39.28	1.80	1.43	99.46
Máximos	37.30	37.20	35.80	24.60	46.90	48.10	13.40	12.80	48.10
Media	13.75	14.63	10.76	5.46	17.64	25.72	6.69	4.80	12.43
Desv. STD	7.11	6.70	7.58	3.80	13.29	11.63	3.88	2.92	3.74

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-33.0	35.7	-2.5	12.0
V(N-S)	-45.8	36.5	-4.2	17.2

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m. En estero Córdova.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	116	144	74	40	81	132	68	48	703
6 - 10.9	49	232	38	8	76	203	14	8	628
11 - 15.9	33	217	12	0	68	213	1	0	544
16 - 20.9	47	203	9	1	42	194	0	0	496
21 - 25.9	91	166	6	0	17	199	0	0	479
26 - 30.9	37	43	5	0	5	202	0	0	292
31 - 35.9	5	9	0	0	13	189	0	0	216
36 - 40.9	2	3	0	0	7	152	0	0	164
41 - 45.9	0	1	0	0	7	125	0	0	133
46 - 50.9	0	0	0	0	2	29	0	0	31
Totales	380	1018	144	49	318	1638	83	56	3686
%Dirección	10.22	27.37	3.87	1.32	8.55	44.03	2.23	1.51	99.09
Máximos	39.40	41.40	30.10	19.90	46.20	47.10	11.40	9.10	47.10
Media	14.35	14.45	7.88	3.71	13.24	23.19	3.78	3.35	10.50
Desv. STD	9.65	7.44	6.72	3.18	10.14	12.32	2.17	2.09	3.91

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-29.5	33.4	-2.9	10.9
V(N-S)	-44.5	38.3	-5.1	16.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m. En estero Córdova.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 5.9	181	142	96	110	292	308	197	131	1457
6 - 10.9	90	120	6	4	101	206	32	11	570
11 - 15.9	56	130	1	0	55	133	0	1	376
16 - 20.9	66	176	4	0	33	127	0	0	406
21 - 25.9	21	106	0	0	15	100	0	0	242
26 - 30.9	7	94	0	0	8	108	0	0	217
31 - 35.9	2	33	0	0	5	156	0	0	196
36 - 40.9	0	11	0	0	1	80	0	0	92
Totales	423	812	107	114	510	1218	229	143	3556
%Dirección	11.44	21.96	2.89	3.08	13.79	32.94	6.19	3.87	96.16
Máximos	32.80	38.60	19.80	8.00	36.40	39.20	10.70	11.20	39.20
Media	9.06	15.75	3.12	2.87	7.50	16.59	3.65	3.13	7.71
Desv. STD	7.07	9.25	3.42	1.61	6.71	11.90	2.06	1.97	3.83

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-27.9	27.9	-1.2	8.8
V(N-S)	-34.9	32.5	-1.7	12.9

Frecuencia de incidencia de la corriente a 5m. En isla Escarpada.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	96	85	35	37	45	55	72	97	522
3 - 4.9	204	130	53	47	41	80	103	149	807
5 - 6.9	249	120	53	33	48	70	78	133	784
7 - 8.9	235	101	26	16	49	58	75	81	641
9 - 10.9	167	63	8	11	28	37	48	42	404
11 - 12.9	162	62	2	4	12	24	9	25	300
13 - 14.9	95	46	4	0	3	19	0	15	182
Totales	1208	607	181	148	226	343	385	542	3640
Dirección	32.39	16.28	4.85	3.97	6.06	9.20	10.32	14.53	97.61
Máximos	14.80	14.70	14.40	12.20	14.60	14.80	12.30	14.60	14.80
Media	7.53	6.80	5.17	4.82	5.88	6.33	5.57	5.66	5.97
Desv. STD	3.48	3.65	2.71	2.69	3.16	3.51	2.76	3.03	0.39

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-12.3	14.0	-0.4	3.9
V(N-S)	-13.6	14.8	3.0	5.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 10m. En isla Escarpada.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	126	83	35	30	35	53	69	114	545
3 - 4.9	227	94	43	39	74	93	126	178	874
5 - 6.9	249	75	22	26	53	100	136	134	795
7 - 8.9	251	54	5	6	53	79	88	92	628
9 - 10.9	215	25	5	2	26	40	38	69	420
11 - 12.9	168	34	2	0	4	50	9	27	294
13 - 14.9	45	15	1	0	1	19	0	4	85
Totales	1281	380	113	103	246	434	466	618	3641
%Dirección	34.29	10.17	3.02	2.76	6.58	11.62	12.47	16.54	97.46
Máximos	13.80	13.80	13.70	9.50	13.30	13.80	12.40	13.70	13.80
Media	7.24	5.82	4.09	3.80	5.56	6.70	5.43	5.52	5.52
Desv. STD	3.24	3.43	2.63	1.99	2.70	3.39	2.54	2.96	0.49

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-12.3	13.0	-1.4	3.5
V(N-S)	-12.5	13.8	2.6	5.3

Frecuencia de incidencia de la corriente a 20m. En isla Escarpada.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	100	62	50	38	51	84	120	107	612
3 - 4.9	212	83	32	16	44	114	171	245	917
5 - 6.9	185	51	6	3	60	132	163	223	823
7 - 8.9	134	26	2	0	58	131	104	145	600
9 - 10.9	108	25	0	2	20	112	36	70	373
11 - 12.9	75	22	0	0	3	82	18	41	241
13 - 14.9	9	3	1	0	0	9	2	6	30
Totales	823	272	91	59	236	664	614	837	3596
%Dirección	22.03	7.28	2.44	1.58	6.32	17.77	16.43	22.40	96.25
Máximos	13.20	13.20	12.90	10.70	11.60	13.20	13.10	13.20	13.20
Media	6.29	5.31	2.65	2.32	5.21	6.84	5.23	5.73	4.95
Desv. STD	3.13	3.19	1.81	1.85	2.79	3.30	2.63	2.74	0.57

Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-12.8	12.9	-2.4	3.4
V(N-S)	-10.9	13.1	1.4	4.8

Frecuencia de incidencia de la corriente a 30m. En isla Escarpada.

Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	140	109	96	59	85	106	117	110	822
3 - 4.9	196	121	50	41	104	168	135	184	999
5 - 6.9	165	42	8	14	90	150	128	151	748
7 - 8.9	97	31	2	7	75	114	70	67	463
9 - 10.9	81	18	3	1	13	84	29	25	254
11 - 12.9	42	8	1	0	3	48	28	8	138
13 - 14.9	13	5	2	0	1	25	13	3	62
Totales	734	334	162	122	371	695	520	548	3486
Dirección	20.09	9.14	4.43	3.34	10.15	19.02	14.23	15.00	95.40
Máximos	13.90	13.90	13.50	9.00	12.90	13.90	13.90	13.90	13.90
Media	5.61	4.36	2.82	3.01	4.89	6.18	5.37	4.81	4.63
Desv. STD	3.15	2.85	2.17	1.87	2.46	3.31	3.11	2.47	0.51

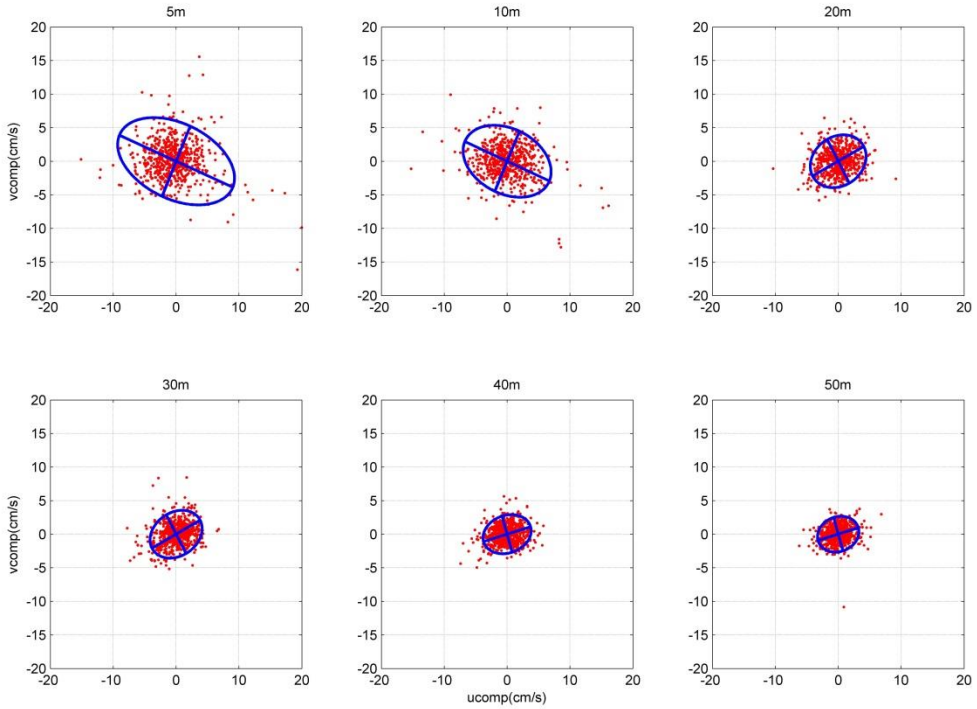
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-13.8	13.3	-1.8	3.5
V(N-S)	-12.4	13.8	0.6	4.4

Frecuencia de incidencia de la corriente a 40m. En isla Escarpada.

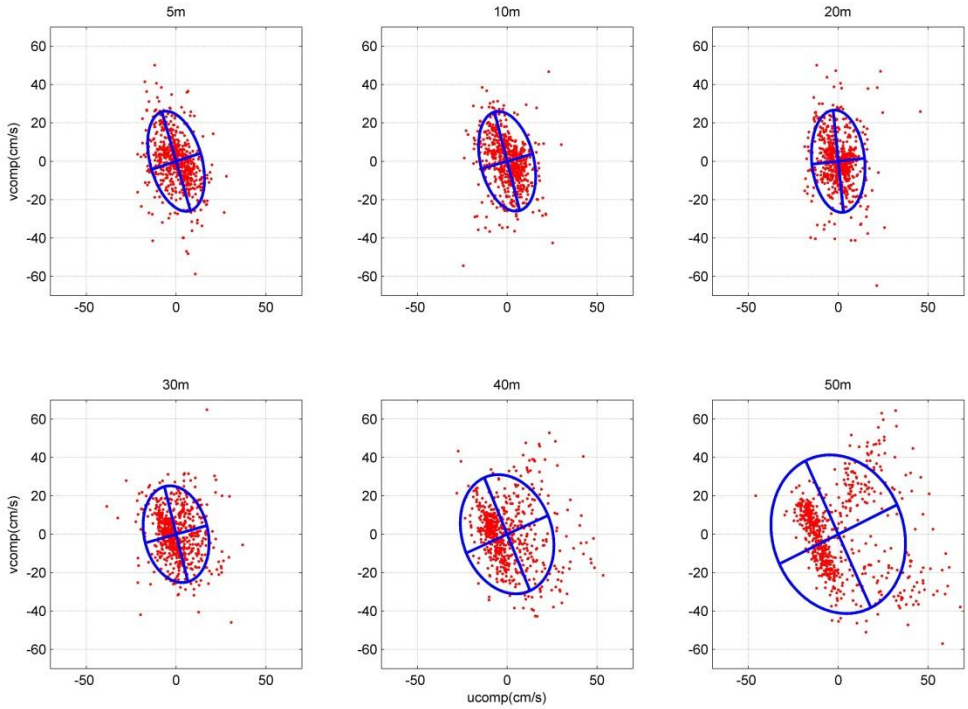
Tabla de incidencia del vector

Intervalo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
1 - 2.9	142	148	114	118	219	212	111	85	1149
3 - 4.9	175	134	35	32	232	315	40	40	1003
5 - 6.9	157	66	2	4	171	230	8	23	661
7 - 8.9	147	29	0	2	59	108	15	6	366
9 - 10.9	113	9	0	0	23	31	7	3	186
11 - 12.9	69	3	0	0	1	24	3	2	102
13 - 14.9	30	1	0	0	1	23	3	2	60
15 - 16.9	9	0	0	0	0	26	1	2	38
17 - 18.9	6	0	0	0	0	4	0	0	10
19 - 20.9	5	0	0	0	0	0	0	0	5
21 - 22.9	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Totales	854	390	151	156	706	973	188	163	3581
Dirección	21.96	10.03	3.88	4.01	18.15	25.02	4.83	4.19	92.08
Máximos	22.10	13.10	5.20	7.60	13.00	17.30	16.30	16.40	22.10
Media	6.43	3.79	1.99	2.16	4.14	5.21	3.27	3.12	3.76
Desv. STD	3.90	2.33	1.12	1.21	2.26	3.35	2.93	2.83	0.97

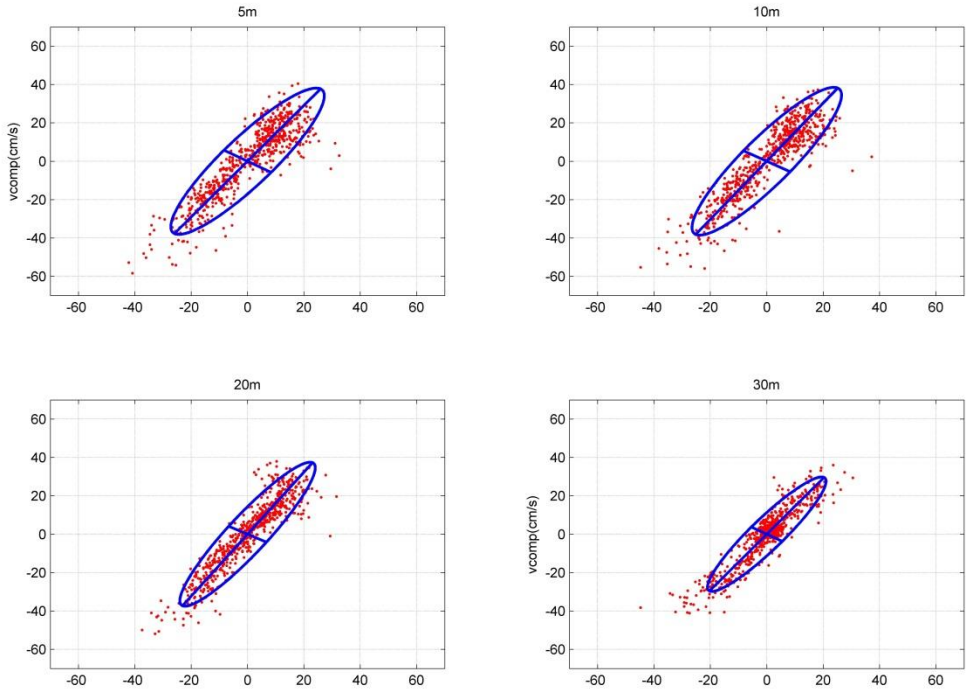
Componente	Minimo	Maximo	Promedio	Desv.estandar
U(E-O)	-15.7	7.6	-0.7	2.7
V(N-S)	-12.8	21.8	0.0	4.9



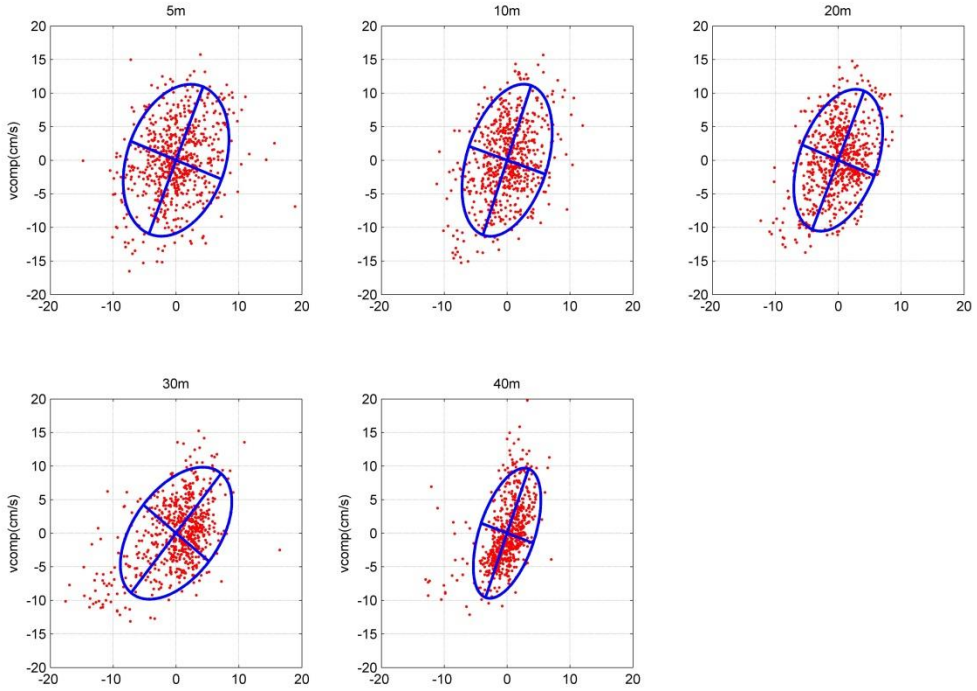
Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40-50m en canal Swett, bahía Beaufort.



Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40-50m en canal Gajardo.



Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30m en estero Córdova.



Elipse de máxima varianza en la capa de 5-10-20-30-40m en isla Escarpada.

REFERENCIAS

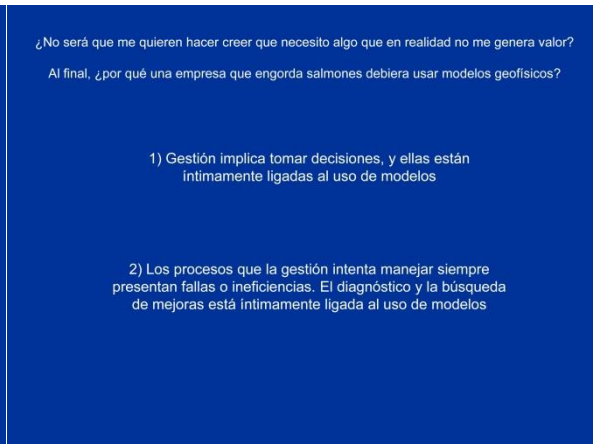
Boon, J. 2004.Secrets of the tide. Horwood, Chichester, 212 pp.

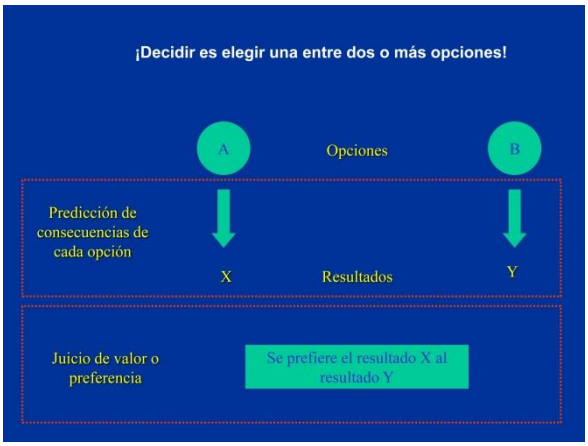
Bendat, J. & A. Piersol. 1971. Random data: Analysis and measurement procedures. Wiley Intercience, New York, 407 pp.

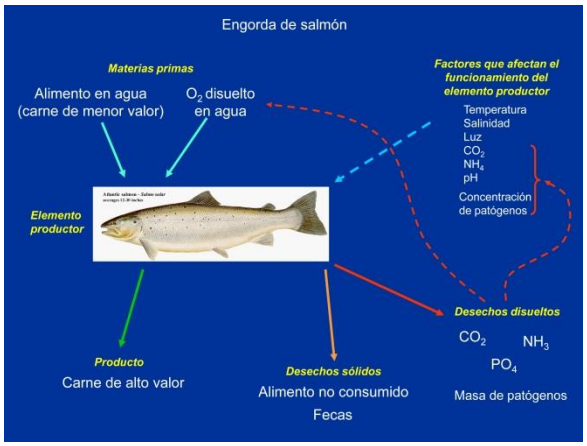
ANEXO II

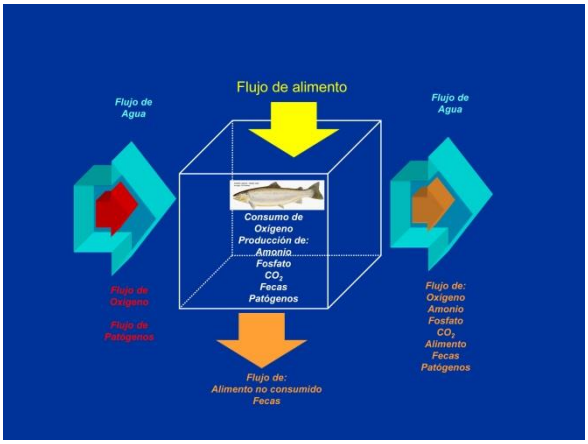
Modelación numérica como herramienta
de apoyo a la gestión en acuicultura

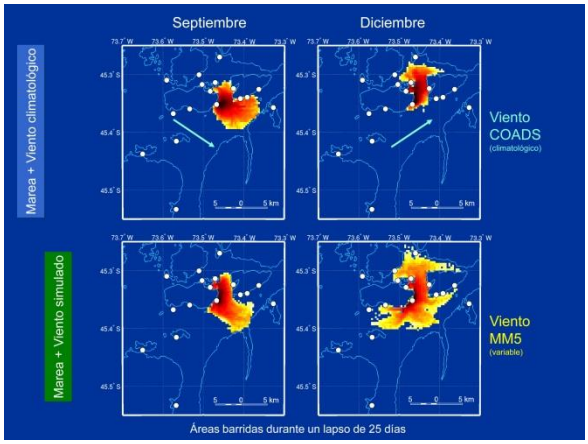
Modelación numérica como herramienta de apoyo a la gestión en acuicultura
Gonzalo Olivares
Ocean Applied Science (OASC)
Centro i-mar Center, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt
Andres Sepúlveda
Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción
OASC

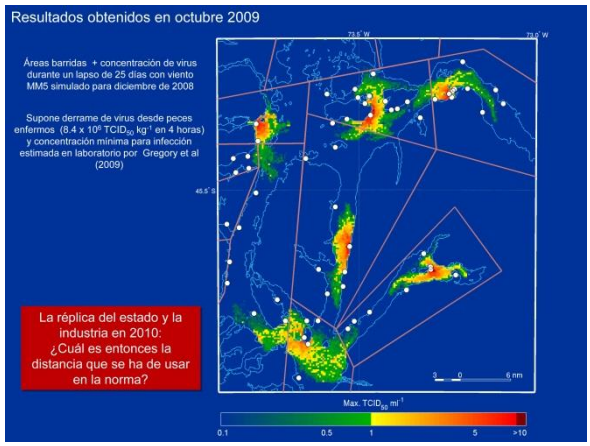

¿No será que me quieren hacer creer que necesito algo que en realidad no me genera valor?
Al final, ¿por qué una empresa que engorda salmones debiera usar modelos geofísicos?
1) Gestión implica tomar decisiones, y ellas están íntimamente ligadas al uso de modelos
2) Los procesos que la gestión intenta manejar siempre presentan fallas o ineficiencias. El diagnóstico y la búsqueda de mejoras está íntimamente ligada al uso de modelos

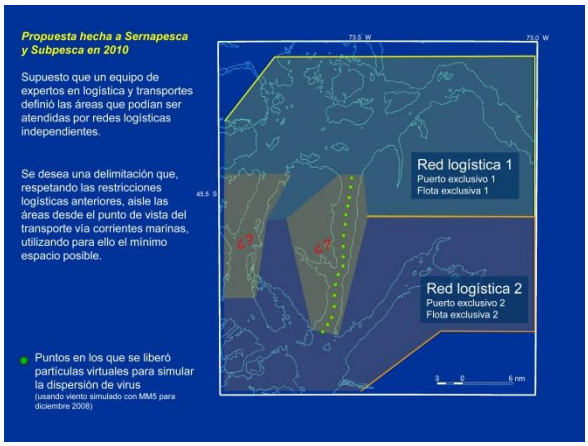

¡Decidir es elegir una entre dos o más opciones!
A
Opciones
B
Predicción de consecuencias de cada opción
X
Resultados
Y
Juicio de valor o preferencia
Se prefiere el resultado X al resultado Y

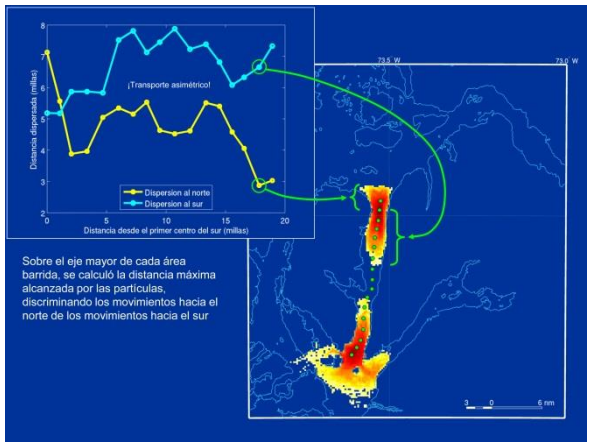

Engorda de salmón
Materias primas
Alimento en agua (carne de menor valor)
O_2 disuelto en agua
Factores que afectan el funcionamiento del elemento productor
Temperatura
Salinidad
Luz
CO_2
NH_4
pH
Concentración de patógenos
Elemento productor
Producto
Carne de alto valor
Desechos sólidos
Alimento no consumido
Fecas
Desechos disueltos
CO_2
NH_3
PO_4
Masa de patógenos

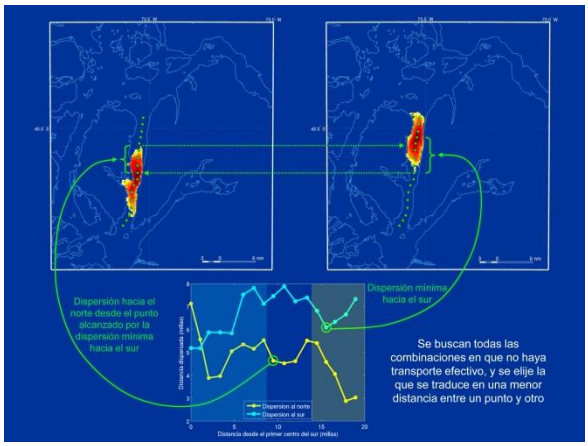

Flujo de alimento
Flujo de Agua
Flujo de Agua
Consumo de Oxigeno
Producción de:
Amonio
Fosfato
CO_2
Fecas
Patógenos
Flujo de Oxigeno
Flujo de Patógenos
Flujo de:
Oxigeno
Amonio
Fosfato
CO_2
Alimento
Fecas
Patógenos
Flujo de:
Alimento no consumido
Fecas

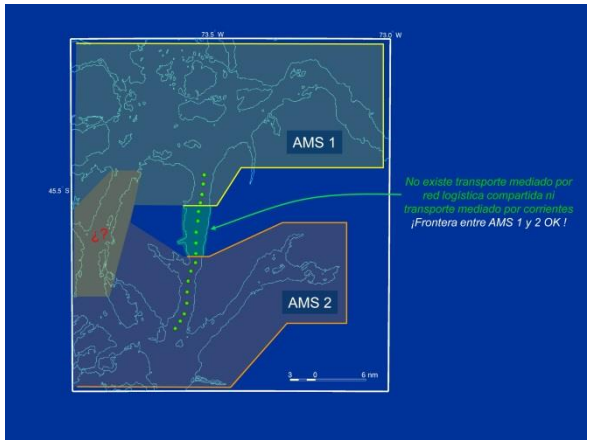

Septiembre
Diciembre
Marea + Viento climatológico
Marea + Viento simulado
Viento COADS
(climatológico)
Viento MM5
(variable)
Áreas barridas durante un lapso de 25 días

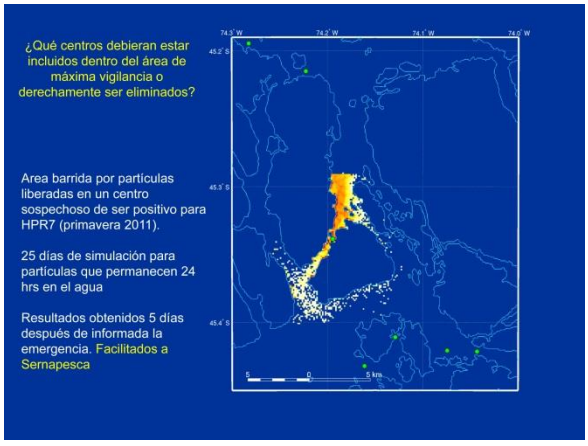

Resultados obtenidos en octubre 2009
Áreas barridas + concentración de virus durante un lapso de 25 días con viento MM5 simulado para diciembre de 2008
Supone derrame de virus desde peces enfermos (8.4 x 10⁶ TCID50 kg⁻¹ en 4 horas) y concentración mínima para infección estimada en laboratorio por Gregory et al (2009)
La réplica del estado y la industria en 2010: ¿Cuál es entonces la distancia que se ha de usar en la norma?
Max. TCID50 ml⁻¹
0.1
0.5
1
5
>10

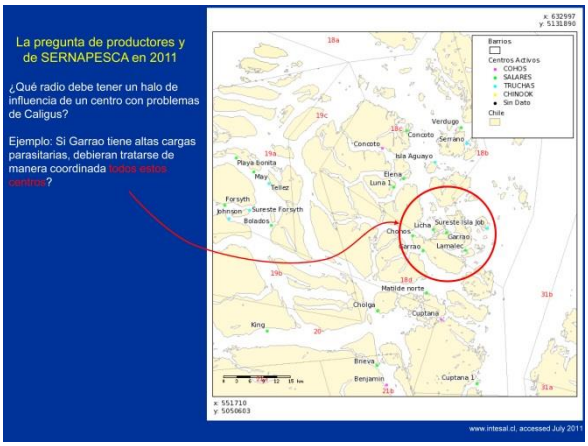

Propuesta hecha a Sernapesca y Subpesca en 2010
Supuesto que un equipo de expertos en logística y transportes definió las áreas que podían ser atendidas por redes logísticas independientes.
Se desea una delimitación que, respetando las restricciones logísticas anteriores, aísle las áreas desde el punto de vista del transporte vía corrientes marinas, utilizando para ello el mínimo espacio posible.
Puntos en los que se liberó partículas virtuales para simular la dispersión de virus (usando viento simulado con MM5 para diciembre 2008)
Red logística 1
Puerto exclusivo 1
Flota exclusiva 1
Red logística 2
Puerto exclusivo 2
Flota exclusiva 2

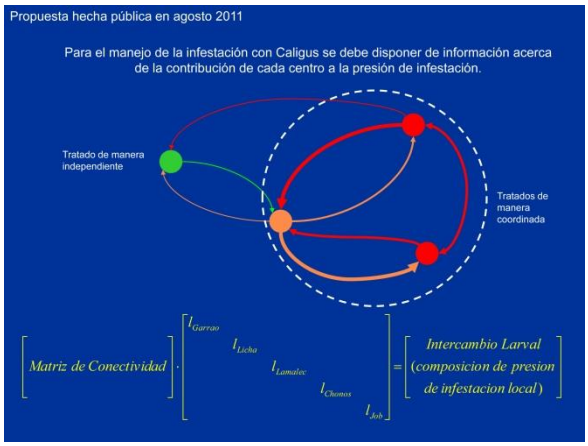

¡Transporte asimétrico!
Distancia dispersada (millas)
Distancia desde el primer centro del sur (millas)
Dispersion al norte
Dispersion al sur
Sobre el eje mayor de cada área barrida, se calculó la distancia máxima alcanzada por las partículas, discriminando los movimientos hacia el norte de los movimientos hacia el sur

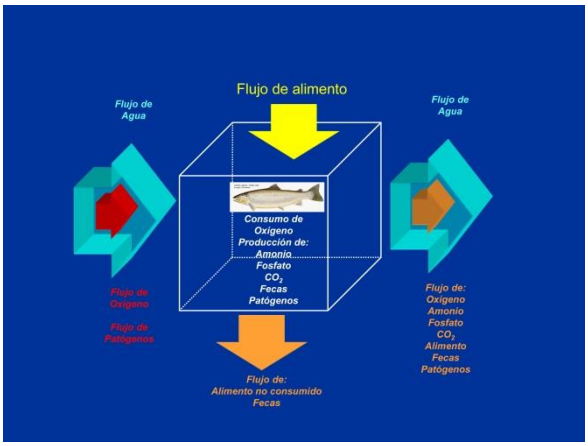

Dispersión hacia el norte desde el punto alcanzado por la dispersión mínima hacia el sur
Dispersión mínima hacia el sur
Se buscan todas las combinaciones en que no haya transporte efectivo, y se elije la que se traduce en una menor distancia entre un punto y otro

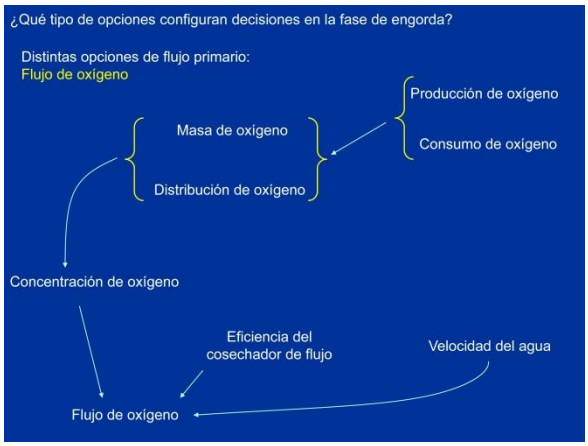

AMS 1
AMS 2
No existe transporte mediado por red logística compartida ni transporte mediado por corrientes
¡Frontera entre AMS 1 y 2 OK !

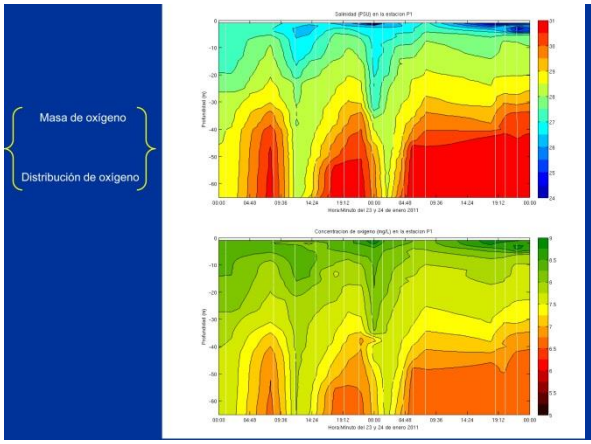

¿Qué centros debieran estar incluidos dentro del área de máxima vigilancia o derechamente ser eliminados?
Area barrida por partículas liberadas en un centro sospechoso de ser positivo para HPR7 (primavera 2011).
25 días de simulación para partículas que permanecen 24 hrs en el agua
Resultados obtenidos 5 días después de informada la emergencia. Facilitados a Sernapesca

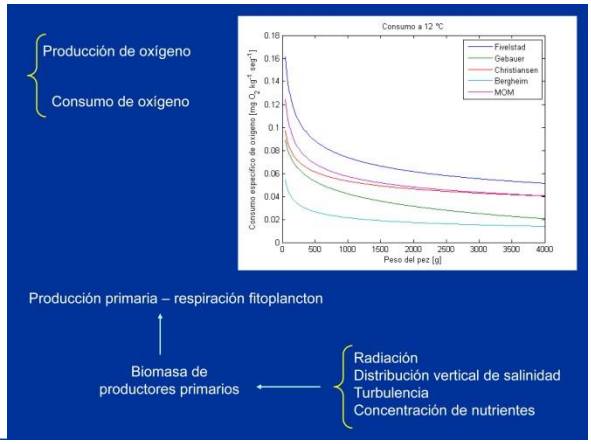

La pregunta de productores y de SERNAPESCA en 2011
¿Qué radio debe tener un halo de influencia de un centro con problemas de Caligus?
Ejemplo: Si Garrao tiene altas cargas parasitarias, debieran tratarse de manera coordinada todos estos centros?
Barrios
Centros Activos
COHOS
SALARES
TRUCHAS
CHINOOK
Sin Dato
Chile
Concoto
Verdugo
Serrano
Isla Aguayo
Playa Bonita
May
Tellez
Elena
Luna 1
Forsyth
Johnson
Sureste Forsyth
Bolados
Licha
Sureste Isla Job
Chomos
Garrao
Lamalec
Hatilde norte
Cholga
Cuptana
King
Brieva
Benjamin
Cuptana 1
www.intesal.cl, accessed July 2011

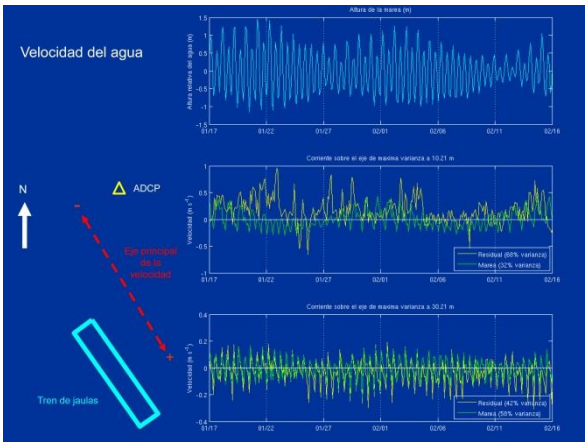

Propuesta hecha pública en agosto 2011
Para el manejo de la infestación con Caligus se debe disponer de información acerca de la contribución de cada centro a la presión de infestación.
Tratado de manera independiente
Tratados de manera coordinada
Matriz de Conectividad
Intercambio Larval (composicion de presion de infestacion local)

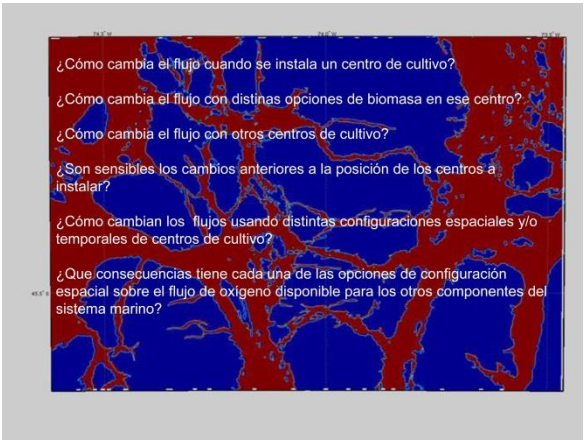

Flujo de alimento
Flujo de Agua
Flujo de Agua
Consumo de Oxígeno
Producción de:
Amonio
Fosfato
CO2
Fecas
Patógenos
Flujo de Oxígeno
Flujo de Patógenos
Flujo de: Oxígeno Amonio Fosfato CO2 Alimento Fecas Patógenos
Flujo de: Alimento no consumido Fecas


¿Qué tipo de opciones configuran decisiones en la fase de engorda?
Distintas opciones de flujo primario:
Flujo de oxígeno
Producción de oxígeno
Consumo de oxígeno
Masa de oxígeno
Distribución de oxígeno
Concentración de oxígeno
Eficiencia del cosechador de flujo
Velocidad del agua
Flujo de oxígeno


Masa de oxígeno
Distribución de oxígeno


Producción de oxígeno
Consumo de oxígeno
Consumo a 12 °C
Fivelstad
Gelsauer
Christiansen
Bergheim
MOM
Peso del pez [g]
Producción primaria – respiración fitoplancton
Biomasa de productores primarios
Radiación
Distribución vertical de salinidad
Turbulencia
Concentración de nutrientes


Velocidad del agua
N
ADCP
Eje principal de la velocidad
Tren de jaulas
Altura de la marea (m)
Corriente sobre el eje de mayor varianza a 10.21 m
Residual (68% varianza)
Marea (32% varianza)
Corriente sobre el eje de mayor varianza a 30.21 m
Residual (42% varianza)
Marea (58% varianza)


¿Cómo cambia el flujo cuando se instala un centro de cultivo?
¿Cómo cambia el flujo con distinas opciones de biomasa en ese centro?
¿Cómo cambia el flujo con otros centros de cultivo?
¿Son sensibles los cambios anteriores a la posición de los centros a instalar?
¿Cómo cambian los flujos usando distintas configuraciones espaciales y/o temporales de centros de cultivo?
¿Que consecuencias tiene cada una de las opciones de configuración espacial sobre el flujo de oxigeno disponible para los otros componentes del sistema marino?

ANEXO III

Aplicación práctica de la modelación regional en atmósfera y océano.

Aplicación Práctica de la Modelación Regional en Atmósfera y Océano

Dr. Andrés Sepúlveda
Departamento de Geofísica
Universidad de Concepción

Punta Arenas, 23 Marzo 2012

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

- Introducción
- Estado del Arte
- Herramientas
- Principales Problemas
- Proximos Pasos

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

Introducción

- Modelos: herramientas computacionales para representar la **física** del océano y de la atmósfera
- No podemos "medir" futuro: simulamos
- No podemos medir en todos lados
- Responder al "what if.."

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

Introducción

- Atmósfera, 10 años adelante de lo que es modelación del océano
  - Más gente
  - Más mediciones
  - Mejores programas

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

Estado del Arte

- Modelos en 3 dimensiones
  - Física avanzada, modelos complejos (completos)
  - Procesos horizontales y verticales
  - Mareas, viento, descargas de agua dulce, zonas inundables

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

Estado del Arte

- Modelos en 3 dimensiones
  - Física avanzada, modelos complejos (completos)
  - Procesos horizontales y verticales
  - Mareas, viento, descargas de agua dulce, zonas inundables

Si fueran violines, hay varios Stradivarius

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Estado del Arte

- Modelos en 3 dimensiones
  - Modelos para simular el Océano Pacífico, tsunamis, regiones costeras...
  - Módulos de biología, química, sedimentos, partículas,...

  Pero primero hay que obtener bien la física

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Estado del Arte

- Modelos gratuitos o $$
  - Vender el servicio y no el código
- Para Linux o Windows
- "paralelizable y facil de usar"
  - No hay un modelo que sea *el mejor*

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Estado del Arte

- Para computadores medianamente poderosos
- Herramientas de pre- y postproceso
- Facil interacción con los resultados (Google Earth)

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Estado del Arte

- Relativamente pocos expertos (5-10?)
- Lento aprendizaje (años)
- Formacion en postgrado

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Estado del Arte

- Formacion en pregrado
  - Carrera de Geofisica (UdeC)
  - Modelacion Aplicada del Oceano
  - Modelacion Numérica de la Atmosfera
  - 10% "exito" en océano
  - 30% en atmósfera (efecto mineras)
  - Oportunidades para prácticas/tésis

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Herramientas

- Océano
  - Mike3
  - ROMS
  - FVCOM
  - Deltares
  - POM
  - MOHID

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Herramientas

- Atmósfera
  - WRF
  - MM5
  - PRECIS
  - RAM

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Herramientas

- Atmósfera y Océano
  - Se pueden (deben) combinar: un modelo del océano necesita buenos vientos, y un modelo de atmósfera la temeperatura del mar
  - Simulaciones en cadena
    - Primero WRF, despues ROMS
  - Simulaciones acopladad
    - COAWST (EUA)
    - PALM (Fr)

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Herramientas

- LiveROMS:
  - DVD con los programas necesarios para hacer simulaciones del océano.
- LiveWRF:
  - Lo mismo, para la atmósfera.

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Herramientas

- Computadoras (los fierros)
  - 12 GB RAM
  - 3 TB DD
  - 2 CPU Quad-core (8 núcleos)
  - $4-5M?
  - Amazon Cloud Service?

No es limitante

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Herramientas

La limitante es el músico, no el instrumento...

(y faltan músicos)

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- Faltan músicos
- Faltan datos para inicializar los modelos
  - *Basura entra, basura sale*
- Faltan datos para validar los modelos

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- Faltan músicos
  - Hay programas y maquinas de sobra
  - Cualquiera puede usar un modelo :)
  - Cualquiera puede usar un modelo :(

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- Faltan músicos
  - Hay programas y maquinas de sobra
  - Cualquiera puede usar un modelo :)
  - Cualquiera puede usar un modelo :(

Faltan críticos musicales

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- Cualquiera puede usar un modelo :(

Problema tipo "Mono con navaja"

- Cualquiera puede obtener resultados
- No cualquiera puede interpretar bien los resultados

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- ¿Cómo distinguir las "buenas" simulaciones?
  - Incorporan la variabilidad de los forzantes de la zona
  - Miden el grado de confianza de los resultados (+/-)
  - Hay mas de un escenario simulado

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- Faltan críticos musicales
  - ¡Ojo con las animaciones!
    - Ante la duda, desconfíe
  - Mucho color, mucho detalle, muchas flechas
  - Resultados no reproducibles y genios solitarios...
    - ¿Fue/será publicable?

Modelación Regional en Atmósfera y Océano

DGEO Universidad de Concepción

Principales Problemas

- Faltan críticos musicales
  - Ojo con las animaciones!
  - Mucho color, mucho detalle, muchas flechas

¿Cuál es el error de esos cálculos?
¿En cuanto sub/sobre estima?
¿Cuales son las limitaciones?

Modelación Regional en Atmósfera y Océano
DGEO
Universidad de Concepción
Proximos Pasos
Formar músicos
Formar críticos
Intercomparar simulaciones (modelos, equipos de modelación)
e.g. Reunir todos los datos disponibles para cierta zona de Magallanes y ver quien simula "mejor" (con menor error) un cierto evento o fenómeno

Modelación Regional en Atmósfera y Océano
DGEO
Universidad de Concepción
La aplicación práctica de la modelación regional en atmósfera y océano:
Es posible: software y hardware.
Es necesaria: existen las preguntas/problemas

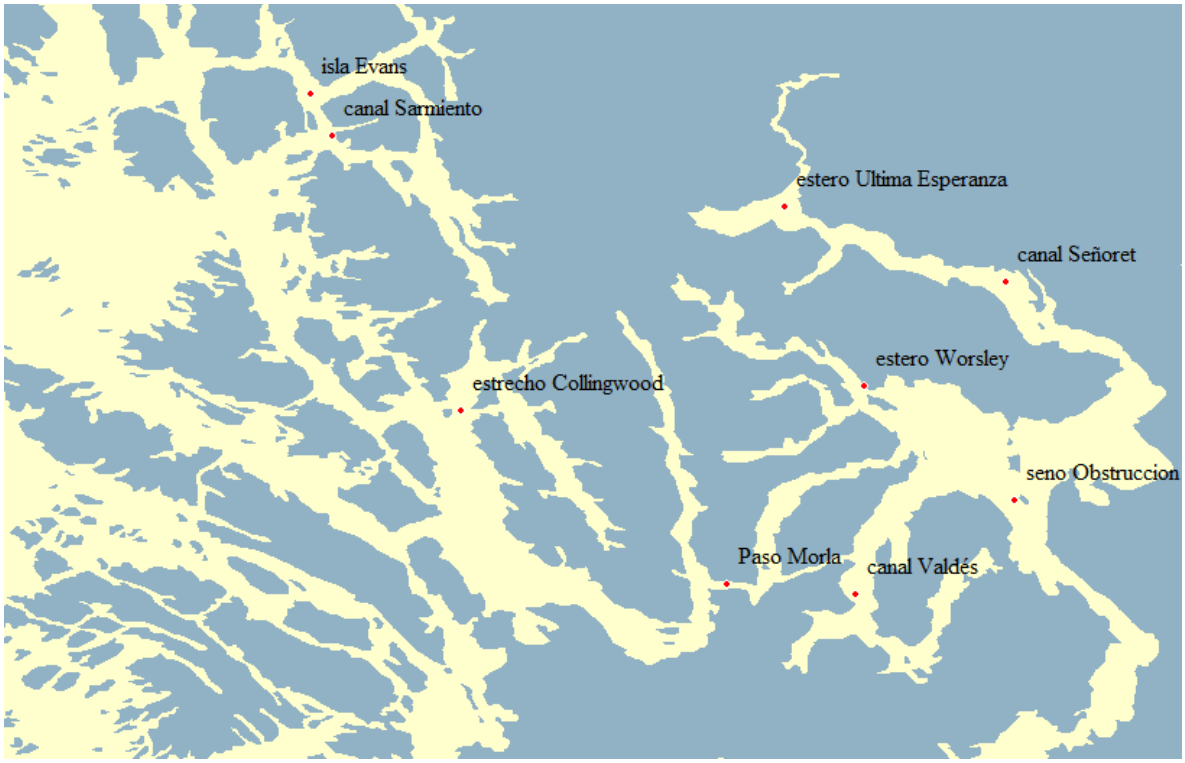
Modelación Regional en Atmósfera y Océano
DGEO
Universidad de Concepción
Requiere de:
Experiencia para generar respuestas "confiables"
Criterio para discriminar entre respuestas

Modelación Regional en Atmósfera y Océano
DGEO
Universidad de Concepción

A N E X O IV

Correntometría lagrangiana

Lugar de liberación de derivadores en campaña de Messier



Lugar de liberación de derivadores en campaña de Golfo Almirante Montt.

Lugar de liberación de derivadores en campaña de Seno Skyring

Campaña invierno 2012canal Messier

Figura 1. Trayectoria de derivador liberado en Angostura Inglesa. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla1.
Posición y hora de boyas derivadoras en Angostura Inglesa.

FECHA		LONGITUD OESTE	LATITUD SUR
20-06-2012	11:23	74,40039°w	48,96222°S
20-06-2012	12:00	74,41407°w	48,96776°s
20-06-2012	12:30	74,41953°w	48,97479°s
20-06-2012	13:00	74,42258°w	48,98622°s
20-06-2012	13:30	74,42686°w	48,99435°s
20-06-2012	14:00	74,42699°w	49,00068°s
20-06-2012	14:30	74,42683°w	49,00443°s
20-06-2012	15:00	74,42751°w	49,00673°s
20-06-2012	15:30	74,42827°w	49,00673°s
20-06-2012	16:00	74,42778°w	49,00889°s
20-06-2012	16:30	74,42606°w	49,00906°s
20-06-2012	17:00	74,42489°w	49,00844°s
20-06-2012	17:30	74,42413°w	49,00720°s
20-06-2012	18:00	74,42363°w	49,00598°s
20-06-2012	18:30	74,42318°w	49,00389°s
20-06-2012	18:35	74,42904°w	49,00443°s
20-06-2012	19:00	74,42787°w	49,00268°s
20-06-2012	19:12	74,43688°w	49,00382°s
20-06-2012	19:33	74,43576°w	49,00126°s
20-06-2012	20:00	74,43335°w	48,99837°s
20-06-2012	20:30	74,43031°w	48,99680°s
20-06-2012	21:00	74,42883°w	48,99648°s
20-06-2012	21:30	74,42856°w	48,99751°s
20-06-2012	22:00	74,42892°w	49.00391°s
20-06-2012	22:30	74,42892°w	49,00391°s
20-06-2012	23:00	74,42897°w	49,00893°s
20-06-2012	23:05	74,43987°w	49,00894°s
20-06-2012	23:30	74,44044°w	49,01233°s
21-06-2012	0:00	74,44116°w	49,01865°s
21-06-2012	0:30	74,43911°w	49,02662°s
21-06-2012	1:00	74,43641°w	49,03447°s
21-06-2012	1:30	74,43524°w	49,04228°s
21-06-2012	2:00	74,43426°w	49,05127°s

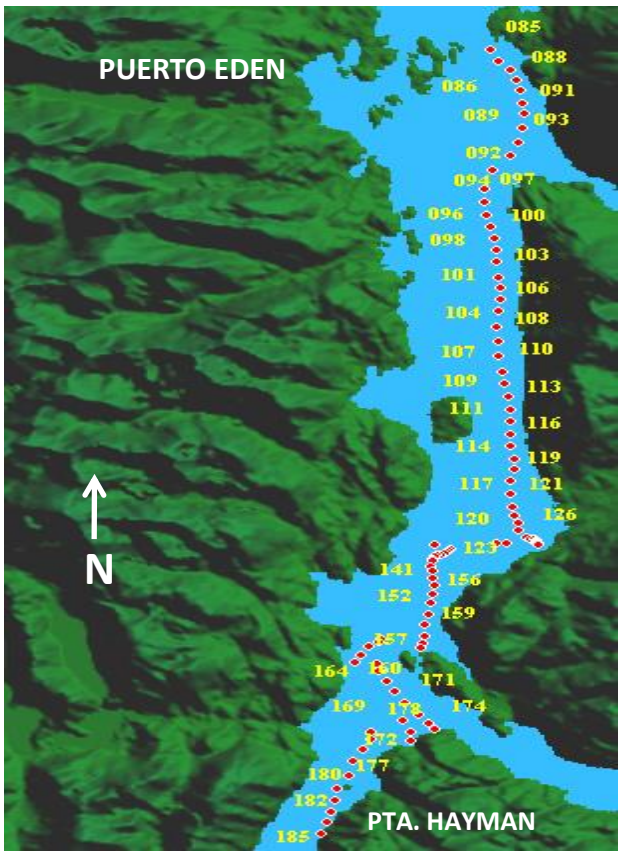


Figura 2. Trayectoria de derivador liberado en Puerto Edén. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 2.
Posición y hora de boyas derivadoras en Puerto Edén.

FECHA		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	FECHA		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
22-06-2012	13:06	49,11575°s	74,36909°w	23-06-2012	14:30	49,33052°s	74,35397°w
22-06-2012	13:31	49,12080°s	74,36613°w	23-06-2012	15:10	49,32975°s	74,36691°w
22-06-2012	14:00	49,12487°s	74,36291°w	23-06-2012	15:30	49,32975°s	74,36691°w
22-06-2012	14:30	49,12885°s	74,36074°w	23-06-2012	16:44	49,33018°s	74,38667°w
22-06-2012	15:00	49,13366°s	74,35457°w	23-06-2012	16:00	49,33224°s	74,38181°w
22-06-2012	15:30	49,13911°s	74,35875°w	23-06-2012	16:30	49,33295°s	74,38201°w
22-06-2012	16:00	49,14353°s	74,35842°w	23-06-2012	17:00	49,33353°s	74,38280°w
22-06-2012	16:30	49,15000°s	74,35889°w	23-06-2012	17:30	49,33418°s	74,38358°w
22-06-2012	17:00	49,15644°s	74,36007°w	23-06-2012	18:00	49,33462°s	74,38443°w
22-06-2012	17:30	49,16187°s	74,36244°w	23-06-2012	18:30	49,33493°s	74,38562°w
22-06-2012	18:00	49,16842°s	74,36808°w	23-06-2012	19:00	49,33533°s	74,38653°w
22-06-2012	18:30	49,17605°s	74,37079°w	23-06-2012	19:30	49,33636°s	74,38691°w
22-06-2012	19:00	49,18189°s	74,37062°w	23-06-2012	20:00	49,33751°s	74,38725°w
22-06-2012	19:30	49,18755°s	74,37048°w	23-06-2012	20:31	49,38754°s	74,38754°w
22-06-2012	20:00	49,19283°s	74,36913°w	23-06-2012	21:00	49,34190°s	74,38743°w
22-06-2012	20:30	49,19785°s	74,36786°w	23-06-2012	21:30	49,34459°s	74,38685°w
22-06-2012	21:00	49,20291°s	74,36701°w	23-06-2012	22:00	49,34792°s	74,38665°w
22-06-2012	21:30	49,20800°s	74,36687°w	23-06-2012	22:30	49,35175°s	74,38703°w
22-06-2012	22:00	49,21467°s	74,36640°w	23-06-2012	23:00	49,35565°s	74,38758°w
22-06-2012	22:30	49,21913°s	74,36593°w	23-06-2012	23:30	49,36042°s	74,38874°w
22-06-2012	23:00	49,22423°s	74,36578°w	24-06-2012	0:00	49,36475°s	74,38956°w
22-06-2012	23:30	49,22918°s	74,36639°w	24-06-2012	0:30	49,36977°s	74,38992°w
23-06-2012	0:00	49,23593°s	74,36699°w	24-06-2012	1:00	49,37282°s	74,39041°w
23-06-2012	0:30	49,24206°s	74,36674°w	24-06-2012	1:30	49,37515°s	74,39121°w
23-06-2012	1:00	49,24879°s	74,36620°w	24-06-2012	1:47	49,37124°s	74,40343°w
23-06-2012	1:30	49,25552°s	74,36540°w	24-06-2012	2:00	49,37221°s	74,40435°w
23-06-2012	2:00	49,26063°s	74,36428°w	24-06-2012	2:30	49,37438°s	74,40713°w
23-06-2012	2:30	49,26613°s	74,36352°w	24-06-2012	3:00	49,37803°s	74,41010°w
23-06-2012	3:00	49,27213°s	74,36251°w	24-06-2012	3:30	49,38124°s	74,41143°w
23-06-2012	3:30	49,27704°s	74,36267°w	24-06-2012	3:39	49,38157°s	74,40452°w
23-06-2012	4:00	49,28231°s	74,36249°w	24-06-2012	4:00	49,38503°s	74,40404°w
23-06-2012	4:30	49,28773°s	74,36272°w	24-06-2012	4:30	49,38961°s	74,40144°w
23-06-2012	5:00	49,29312°s	74,36164°w	24-06-2012	5:00	49,39365°s	74,39906°w
23-06-2012	5:30	49,29783°s	74,36159°w	24-06-2012	5:30	49,39867°s	74,39575°w
23-06-2012	6:00	4930268°s	74,36247°w	24-06-2012	6:00	49,40385°s	74,39182°w
23-06-2012	6:30	49,30826°s	74,36282°w	24-06-2012	6:30	49,40787°s	74,38834°w
23-06-2012	7:00	49,31493°s	74,36229°w	24-06-2012	6:48	49,40987°s	74,38631°w
23-06-2012	7:30	49,31765°s	74,36130°w	24-06-2012	7:00	49,40621°s	74,39687°w
23-06-2012	8:00	49,32108°s	74,35994°w	24-06-2012	7:30	49,41126°s	74,39423°w
23-06-2012	8:30	49,32388°s	74,35993°w	24-06-2012	7:55	49,41508°s	74,39420°w
23-06-2012	9:00	49,32388°s	74,35995°w	24-06-2012	8:00	49,41115°s	74,40659°w
23-06-2012	9:30	49,32491°s	74,35744°w	24-06-2012	8:30	49,41480°s	74,40681°w
23-06-2012	10:00	49,32776°s	74,35625°w	24-06-2012	9:00	49,41880°s	74,40938°w
23-06-2012	10:30	49,32806°s	74,35516°w	24-06-2012	9:30	49,42419°s	74,41223°w
23-06-2012	11:00	49,32856°s	74,35479°w	24-06-2012	10:00	49,43041°s	74,41380°w
23-06-2012	11:30	49,32903°s	74,35426°w	24-06-2012	10:30	49,43565°s	74,41742°w
23-06-2012	12:00	49,32967°s	74,35426°w	24-06-2012	11:00	49,44080°s	74,41803°w
23-06-2012	12:30	49,33018°s	74,35413°w	24-06-2012	11:30	49,44571°s	74,41930°w
23-06-2012	13:00	49,33020°s	74,35411°w	24-06-2012	12:00	49,45030°s	74,42078°w
23-06-2012	13:30	49,32990°s	74,35399°w	24-06-2012	12:30	49,45531°s	74,42223°w
23-06-2012	14:00	49,33014°s	74,35408°w	24-06-2012	13:00	49,45518°s	74,42210°w

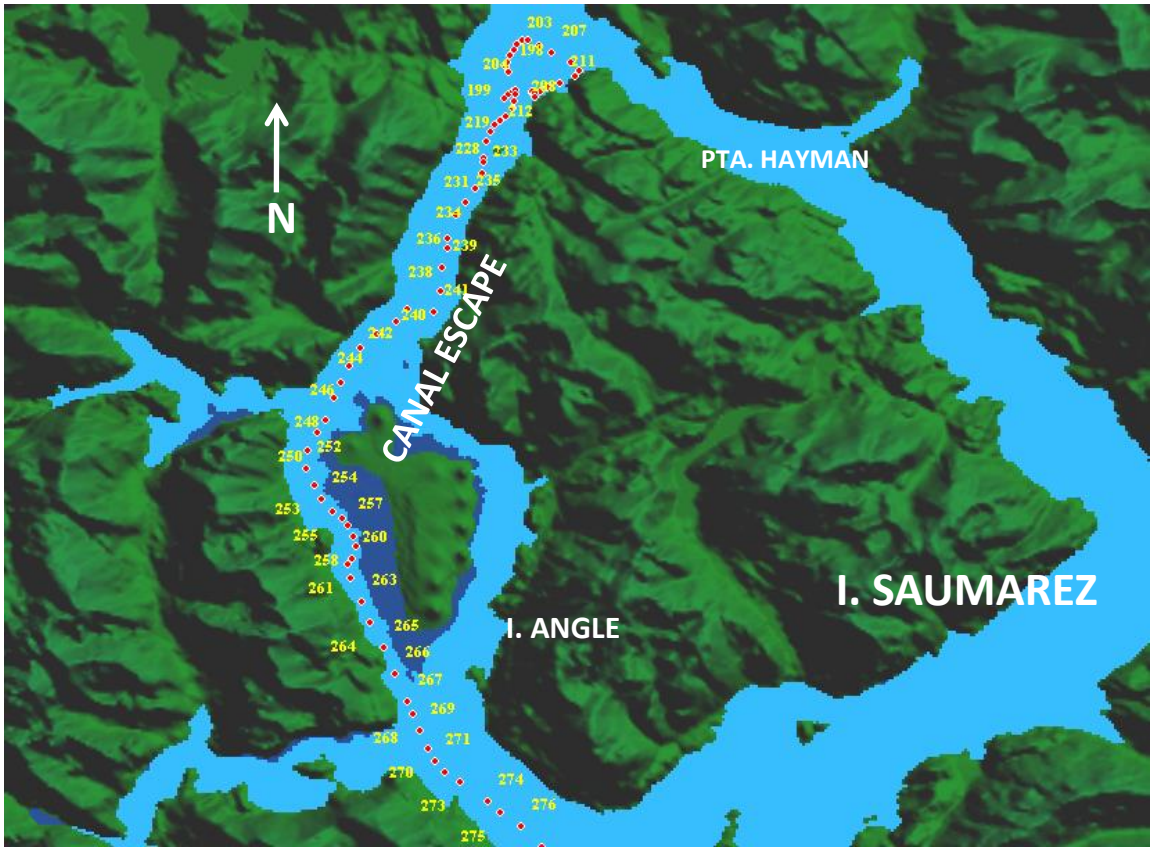


Figura 3. Trayectoria de derivador liberado en Canal Escape. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 3.
Posición y hora de boyas derivadoras en Canal Escape.

FECHA		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	FECHA		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
26-06-2102	18:53	49,41189°s	74,41099°w	27-06-2012	14:30	49,46484°s	74,42941°w
26-06-2102	19:36	49,40985°s	74,41173°w	27-06-2012	15:00	49,47082°s	74,43102°w
26-06-2102	19:57	49,40686°s	74,41155°w	27-06-2012	15:30	49,47814°s	74,43160°w
26-06-2102	20:29	49,40657°s	74,41052°w	27-06-2012	16:00	49,48428°s	74,43361°w
26-06-2102	21:00	49,40496°s	74,40948°w	27-06-2012	16:05	49,48334°s	74,44160°w
26-06-2102	21:30	49,40351°s	74,40824°w	27-06-2012	16:30	49,48719°s	74,44474°w
26-06-2102	22:00	49,40227°s	74,40694°w	27-06-2012	17:00	49,49111°s	74,45085°w
26-06-2102	22:30	49,40218°s	74,40506°w	27-06-2012	17:30	49,49530°s	74,45584°w
26-06-2102	23:00	49,40385°s	74,40190°w	27-06-2012	18:00	49,50042°s	74,45920°w
26-06-2102	23:30	49,40587°s	74,39795°w	27-06-2012	18:30	49,50553°s	74,46149°w
27-06-2012	0:00	49,40861°s	74,39224°w	27-06-2012	19:00	49,51040°s	74,46373°w
27-06-2012	0:30	49,41126°s	74,38941°w	27-06-2012	19:30	49,51685°s	74,46632°w
27-06-2012	1:00	49,41285°s	74,39102°w	27-06-2012	20:00	49,52079°s	74,46896°w
27-06-2012	1:30	49,41486°s	74,39551°w	27-06-2012	20:28	49,52607°s	74,47160°w
27-06-2012	2:00	49,41653°s	74,39913°w	27-06-2012	21:00	49,53669°s	74,47215°w
27-06-2012	2:30	49,41757°s	74,40126°w	27-06-2012	21:30	49,53669°s	74,46950°w
27-06-2012	3:00	49,41807°s	74,40320°w	27-06-2012	22:00	49,54059°s	74,46763°w
27-06-2012	3:30	49,41798°s	74,40450°w	27-06-2012	22:30	49,54458°s	74,46423°w
27-06-2012	4:00	49,41777°s	74,40378°w	27-06-2012	23:00	49,54683°s	74,46114°w
27-06-2012	4:30	49,41821°s	74,40314°w	27-06-2012	23:30	49,42636°s	74,41348°w
27-06-2012	5:00	49,41919°s	74,40287°w	28-06-2012	0:00	49,55196°s	74,45773°w
27-06-2012	5:05	49,41985°s	74,41206°w	28-06-2012	0:30	49,55448°s	74,45691°w
27-06-2012	5:30	49,41829°s	74,41095°w	28-06-2012	1:00	49,55881°s	74,45811°w
27-06-2012	6:00	49,41750°s	74,40981°w	28-06-2012	1:09	49,56067°s	74,45957°w
27-06-2012	6:30	49,41736°s	74,40905°w	28-06-2012	1:27	49,56482°s	74,45866°w
27-06-2012	7:00	49,41843°s	74,40905°w	28-06-2012	2:00	49,57162°s	74,45557°w
27-06-2012	7:30	49,42041°s	74,40935°w	28-06-2012	2:30	49,57798°s	74,45274°w
27-06-2012	8:00	49,42280°s	74,40981°w	28-06-2012	3:00	49,58563°s	74,44881°w
27-06-2012	8:31	49,42506°s	74,41189°w	28-06-2012	3:30	49,59348°s	74,44518°w
27-06-2012	9:00	49,42626°s	74,41348°w	28-06-2012	4:00	49,60192°s	74,44145°w
27-06-2012	9:30	49,42762°s	74,41510°w	28-06-2012	4:30	49,60565°s	74,43995°w
27-06-2012	10:00	49,42978°s	74,41631°w	28-06-2012	5:00	49,61094°s	74,43788°w
27-06-2012	10:30	49,43264°s	74,41763°w	28-06-2012	5:30	49,61640°s	74,43509°w
27-06-2012	11:14	49,43755°s	74,41859°w	28-06-2012	6:00	49,61982°s	74,43321°w
27-06-2012	11:30	49,43905°s	74,41873°w	28-06-2012	6:30	49,62330°s	74,43027°w
27-06-2012	12:00	49,44250°s	74,41892°w	28-06-2012	7:00	49,62633°s	74,42544°w
27-06-2012	12:30	49,44675°s	74,42097°w	28-06-2012	7:30	49,63205°s	74,41730°w
27-06-2012	13:00	49,45118°s	74,42379°w	28-06-2012	8:00	49,63563°s	74,41369°w
27-06-2012	13:30	49,45503°s	74,42672°w	28-06-2012	8:30	49,63976°s	74,40732°w
27-06-2012	14:10	49,46180°s	74,42930°w	28-06-2012	9:00	49,64606°s	74,40108°w

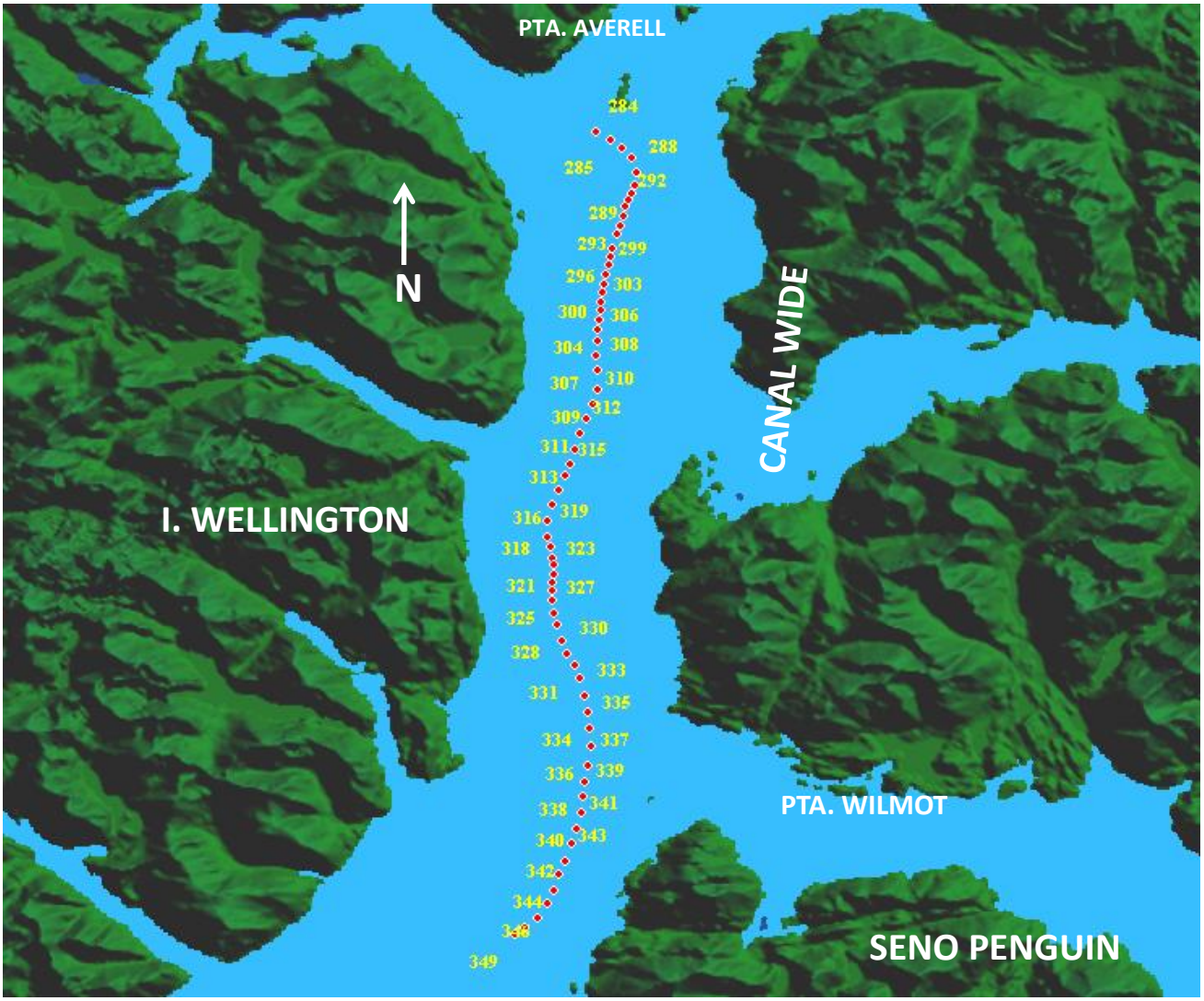


Figura 4. Trayectoria de derivador liberado en Punta Averell. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 4.
Posición y hora de boyas derivadoras en Punta Averell.

FECHA		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	FECHA		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
29-06-2012	11:47	49,65720°s	74,35475°w	30-06-2012	4:30	49,80159°s	74,37125°w
29-06-2012	12:30	49,66045°s	74,34859°w	30-06-2012	5:00	49,80804°s	74,37306°w
29-06-2012	13:00	49,66336°s	74,34431°w	30-06-2012	5:30	49,81247°s	74,37309°w
29-06-2012	13:30	49,66717°s	74,34097°w	30-06-2012	6:00	49,81783°s	74,37228°w
29-06-2012	14:00	49,67257°s	74,33889°w	30-06-2012	6:30	49,82248°s	74,37119°w
29-06-2012	14:30	49,67760°s	74,33936°w	30-06-2012	7:00	49,82498°s	74,37075°w
29-06-2012	15:00	49,68068°s	74,34093°w	30-06-2012	7:30	49,82845°s	74,37103°w
29-06-2012	15:30	49,68353°s	74,34176°w	30-06-2012	8:00	49,83175°s	74,37167°w
29-06-2012	16:00	49,68600°s	74,34286°w	30-06-2012	8:30	49,83530°s	74,37177°w
29-06-2012	16:30	49,68962°s	74,34369°w	30-06-2012	9:00	49,83894°s	74,37134°w
29-06-2012	17:00	49,69325°s	74,34505°w	30-06-2012	9:30	49,84380°s	74,37110°w
29-06-2012	17:30	49,69678°s	74,34604°w	30-06-2012	10:00	49,84843°s	74,36949°w
29-06-2012	18:00	49,70266°s	74,34805°w	30-06-2012	10:30	49,85420°s	74,36771°w
29-06-2012	18:30	49,70535°s	74,34899°w	30-06-2012	11:00	49,85942°s	74,36555°w
29-06-2012	19:00	49,70887°s	74,34947°w	30-06-2012	11:30	49,86410°s	74,36294°w
29-06-2012	19:30	49,71273°s	74,35041°w	30-06-2012	12:00	49,86916°s	74,36097°w
29-06-2012	20:00	49,71606°s	74,35114°w	30-06-2012	12:30	49,87574°s	74,35859°w
29-06-2012	20:30	49,71916°s	74,35181°w	30-06-2012	13:00	49,88218°s	74,35746°w
29-06-2012	21:00	49,72286°s	74,35239°w	30-06-2012	13:30	49,88866°s	74,35685°w
29-06-2012	21:30	49,72596°s	74,35279°w	30-06-2012	14:00	49,89567°s	74,35669°w
29-06-2012	22:00	49,72971°s	74,35323°w	30-06-2012	14:30	49,90284°s	74,35759°w
29-06-2012	22:30	49,73366°s	74,35358°w	30-06-2012	15:00	49,90897°s	74,35858°w
29-06-2012	23:00	49,73792°s	74,35396°w	30-06-2012	15:30	49,91483°s	74,35929°w
29-06-2012	23:30	49,74366°s	74,35419°w	30-06-2012	16:00	49,92091°s	74,36046°w
30-06-2012	0:00	49,74937°s	74,35381°w	30-06-2012	16:30	49,92749°s	74,36230°w
30-06-2012	0:30	49,75729°s	74,35405°w	30-06-2012	17:00	49,93337°s	74,36936°w
30-06-2012	1:00	49,76289°s	74,35558°w	30-06-2012	17:30	49,93982°s	74,36638°w
30-06-2012	1:30	49,76846°s	74,35842°w	30-06-2012	18:00	49,94521°s	74,36880°w
30-06-2012	2:00	49,77415°s	74,36080°w	30-06-2012	18:30	49,95145°s	74,37074°w
30-06-2012	2:30	49,78009°s	74,36273°w	30-06-2012	19:00	49,95652°s	74,37312°w
30-06-2012	3:00	49,78579°s	74,36456°w	30-06-2012	19:30	49,96174°s	74,37698°w
30-06-2012	3:30	49,79068°s	74,36652°w	30-06-2012	20:00	49,96571°s	74,38184°w
30-06-2012	4:00	49,79580°s	74,36881°w	30-06-2012	20:24	49,96804°s	74,38574°w

Campana Invierno 2012 Golfo Almte. Montt

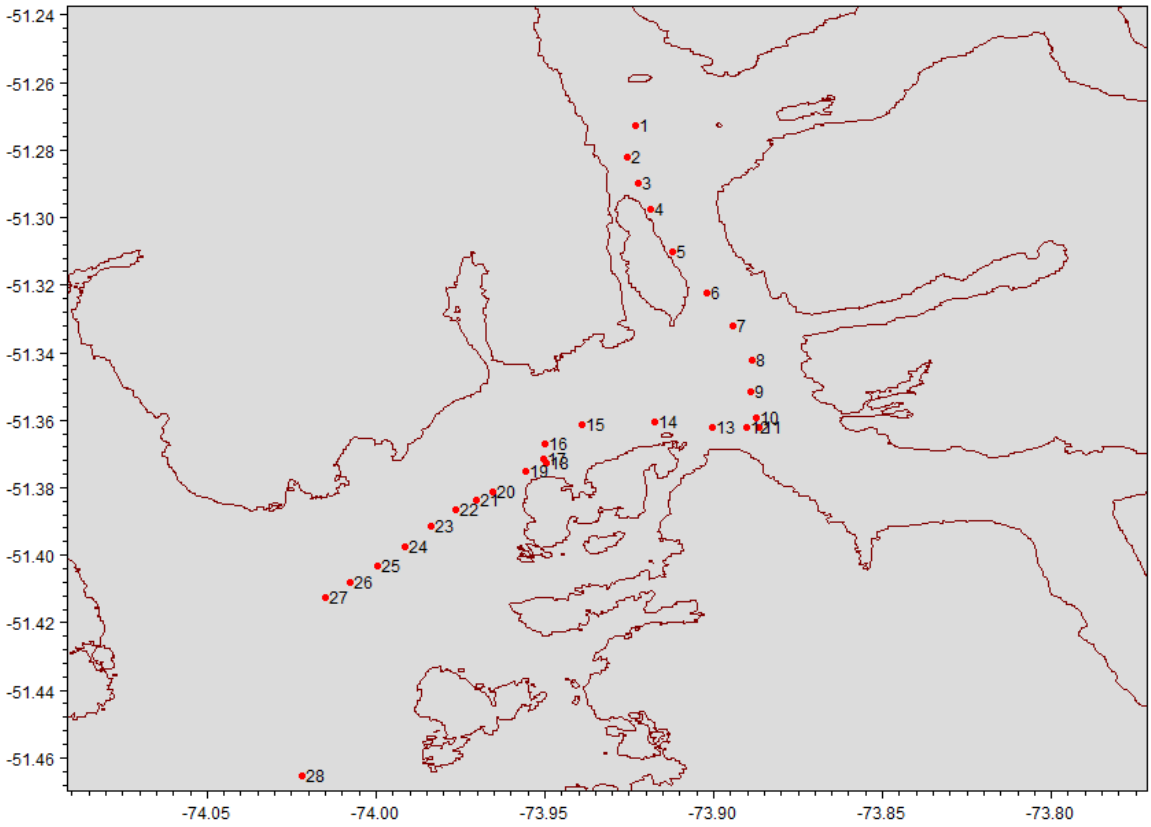


Figura 5. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Isla Evans, Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 5
Posición y hora de boyas derivadoras en Isla Evans, Agosto 2012.

fecha	*latitud*	*longitud*	*fecha*	*latitud*	*longitud*
05-08-2012 13:00	-51.2727	-73.9231	06-08-2012 3:00	-51.3614	-73.9392
05-08-2012 14:00	-51.2823	-73.9256	06-08-2012 4:00	-51.3672	-73.9498
05-08-2012 15:00	-51.2897	-73.9224	06-08-2012 5:00	-51.3713	-73.9505
05-08-2012 16:00	-51.2976	-73.9185	06-08-2012 6:00	-51.3729	-73.9497
05-08-2012 17:00	-51.3100	-73.9124	06-08-2012 7:00	-51.3753	-73.9556
05-08-2012 18:00	-51.3225	-73.9022	06-08-2012 8:00	-51.3814	-73.9656
05-08-2012 19:00	-51.3319	-73.8943	06-08-2012 9:00	-51.3835	-73.9702
05-08-2012 20:00	-51.3424	-73.8888	06-08-2012 10:00	-51.3867	-73.9766
05-08-2012 21:00	-51.3517	-73.8890	06-08-2012 11:00	-51.3915	-73.9838
05-08-2012 22:00	-51.3592	-73.8873	06-08-2012 12:00	-51.3974	-73.9915
05-08-2012 23:00	-51.3622	-73.8868	06-08-2012 13:00	-51.4033	-73.9994
06-08-2012 0:00	-51.3620	-73.8903	06-08-2012 14:00	-51.4081	-74.0078
06-08-2012 1:00	-51.3621	-73.9006	06-08-2012 15:00	-51.4126	-74.0150
06-08-2012 2:00	-51.3607	-73.9176	06-08-2012 16:00	-51.4655	-74.0218

Tabla 6
Descripción derivador observado en Isla Evans.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	24.4
DISTANCIA NETA(Km)	21.74
TIEMPO (horas)	27.64
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	21.59

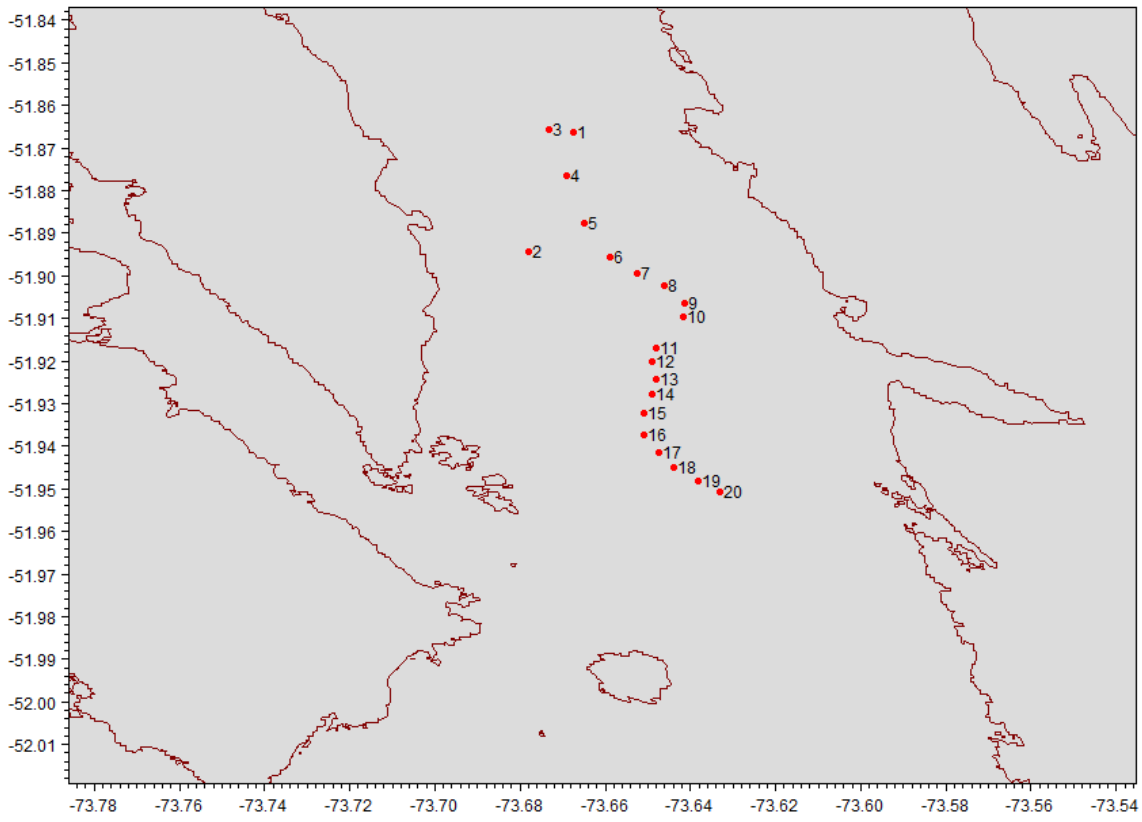


Figura 6. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Paso Lautaro (estrecho Collingwood), Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 7
Posición y hora de boyas derivadoras en Paso Lautaro, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud
08-08-2012 17:00	-51.8662	-73.6675
08-08-2012 18:00	-51.8943	-73.6779
08-08-2012 19:00	-51.8657	-73.6731
08-08-2012 20:00	-51.8764	-73.6692
08-08-2012 21:00	-51.8877	-73.6649
08-08-2012 22:00	-51.8957	-73.6590
08-08-2012 23:00	-51.8995	-73.6526
09-08-2012 0:00	-51.9022	-73.6460
09-08-2012 1:00	-51.9064	-73.6414
09-08-2012 2:00	-51.9097	-73.6418
09-08-2012 3:00	-51.9171	-73.6482
09-08-2012 4:00	-51.9202	-73.6491
09-08-2012 5:00	-51.9244	-73.6482
09-08-2012 6:00	-51.9277	-73.6491
09-08-2012 7:00	-51.9321	-73.6510
09-08-2012 8:00	-51.9374	-73.6510
09-08-2012 9:00	-51.9416	-73.6474
09-08-2012 10:00	-51.9451	-73.6439
09-08-2012 11:00	-51.9481	-73.6381
09-08-2012 12:00	-51.9507	-73.6331

Tabla 8
Descripción derivador observado en Paso Lautaro.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	16.63
DISTANCIA NETA(Km)	15.59
TIEMPO (horas)	18.6
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	28.27

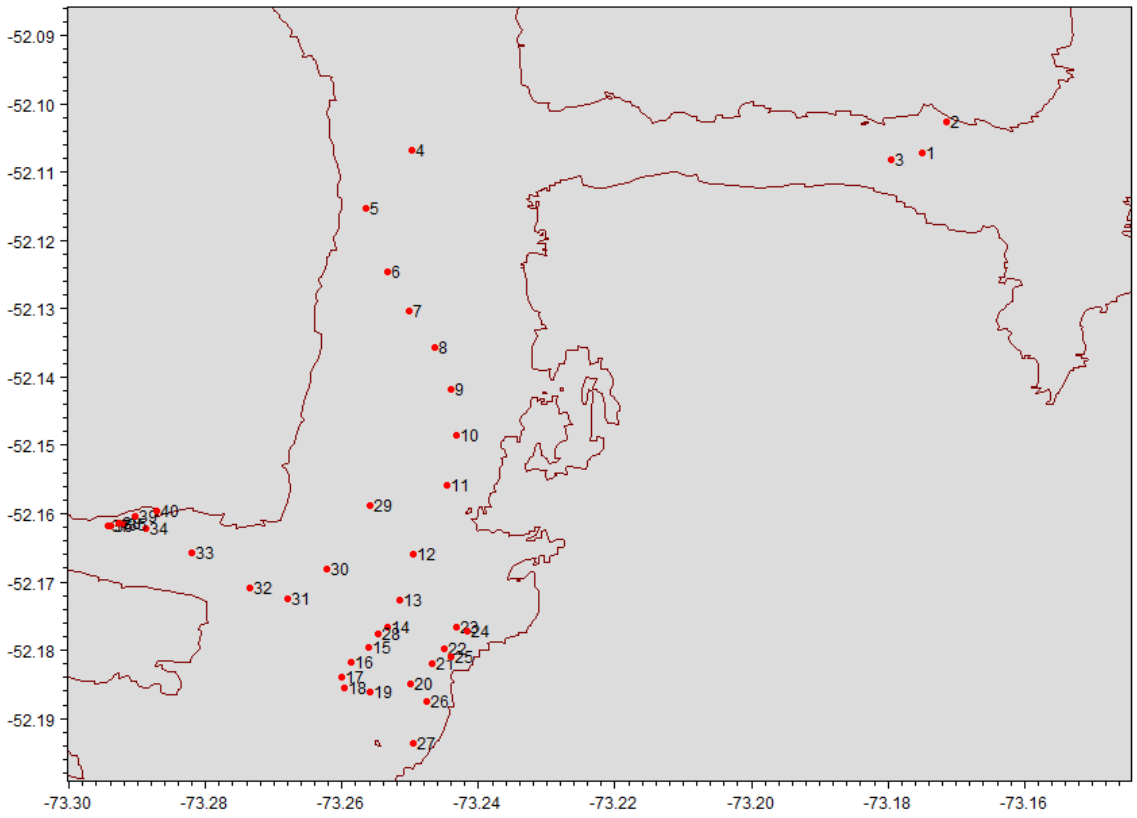


Figura 7. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Paso Morla, Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 9
Posición y hora de boyas derivadoras en Paso Morla, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
10-08-2012 14:00	-52.1071	-73.1750	11-08-2012 10:00	-52.1819	-73.2469
10-08-2012 15:00	-52.1027	-73.1715	11-08-2012 11:00	-52.1798	-73.2451
10-08-2012 16:00	-52.1081	-73.1795	11-08-2012 12:00	-52.1766	-73.2433
10-08-2012 17:00	-52.1067	-73.2498	11-08-2012 13:00	-52.1773	-73.2417
10-08-2012 18:00	-52.1152	-73.2565	11-08-2012 14:00	-52.1810	-73.2440
10-08-2012 19:00	-52.1245	-73.2533	11-08-2012 15:00	-52.1875	-73.2477
10-08-2012 20:00	-52.1303	-73.2501	11-08-2012 16:00	-52.1937	-73.2496
10-08-2012 21:00	-52.1357	-73.2464	11-08-2012 17:00	-52.1776	-73.2548
10-08-2012 22:00	-52.1417	-73.2440	11-08-2012 18:00	-52.1588	-73.2560
10-08-2012 23:00	-52.1486	-73.2433	11-08-2012 19:00	-52.1681	-73.2622
11-08-2012 0:00	-52.1558	-73.2447	11-08-2012 20:00	-52.1724	-73.2679
11-08-2012 1:00	-52.1660	-73.2496	11-08-2012 21:00	-52.1709	-73.2736
11-08-2012 2:00	-52.1727	-73.2515	11-08-2012 22:00	-52.1657	-73.2821
11-08-2012 3:00	-52.1766	-73.2533	11-08-2012 23:00	-52.1622	-73.2888
11-08-2012 4:00	-52.1795	-73.2562	12-08-2012 0:00	-52.1615	-73.2919
11-08-2012 5:00	-52.1818	-73.2587	12-08-2012 1:00	-52.1618	-73.2940
11-08-2012 6:00	-52.1839	-73.2601	12-08-2012 2:00	-52.1617	-73.2943
11-08-2012 7:00	-52.1856	-73.2596	12-08-2012 3:00	-52.1613	-73.2928
11-08-2012 8:00	-52.1861	-73.2560	12-08-2012 4:00	-52.1604	-73.2903
11-08-2012 9:00	-52.1849	-73.2500	12-08-2012 5:00	-52.1596	-73.2872

Tabla 10
Descripción derivador observado en Paso Morla.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	30.64
DISTANCIA NETA(Km)	16.36
TIEMPO (horas)	39.2
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	24.7

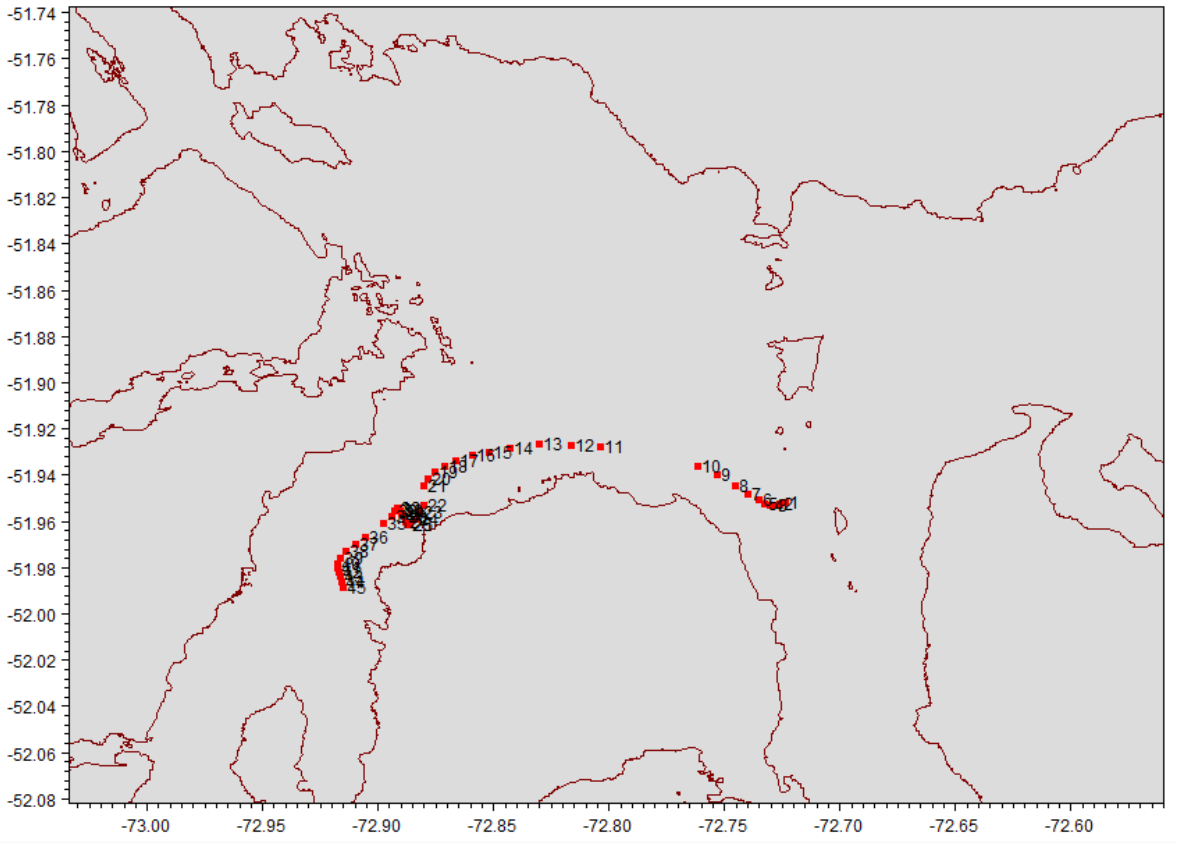


Figura 8. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Seno Obstrucción, Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 11
Posición y hora de boyas derivadoras en Seno Obstrucción, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
15-08-2012 12:00	-51.9518	-72.7235	16-08-2012 11:00	-51.9591	-72.8839
15-08-2012 13:00	-51.9522	-72.7263	16-08-2012 12:00	-51.9615	-72.8861
15-08-2012 14:00	-51.9528	-72.7288	16-08-2012 13:00	-51.9616	-72.8871
15-08-2012 15:00	-51.9531	-72.7306	16-08-2012 14:00	-51.9601	-72.8881
15-08-2012 16:00	-51.9526	-72.7325	16-08-2012 15:00	-51.9581	-72.8888
15-08-2012 17:00	-51.9509	-72.7354	16-08-2012 16:00	-51.9565	-72.8896
15-08-2012 18:00	-51.9482	-72.7397	16-08-2012 17:00	-51.9553	-72.8903
15-08-2012 19:00	-51.9443	-72.7455	16-08-2012 18:00	-51.9547	-72.8911
15-08-2012 20:00	-51.9398	-72.7533	16-08-2012 19:00	-51.9545	-72.8918
15-08-2012 21:00	-51.9359	-72.7614	16-08-2012 20:00	-51.9553	-72.8927
15-08-2012 22:00	-51.9278	-72.8037	16-08-2012 21:00	-51.9578	-72.8938
15-08-2012 23:00	-51.9271	-72.8164	16-08-2012 22:00	-51.9611	-72.8976
16-08-2012 0:00	-51.9266	-72.8300	16-08-2012 23:00	-51.9668	-72.9053
16-08-2012 1:00	-51.9281	-72.8428	17-08-2012 0:00	-51.9700	-72.9099
16-08-2012 2:00	-51.9299	-72.8517	17-08-2012 1:00	-51.9726	-72.9139
16-08-2012 3:00	-51.9315	-72.8592	17-08-2012 2:00	-51.9756	-72.9164
16-08-2012 4:00	-51.9338	-72.8663	17-08-2012 3:00	-51.9783	-72.9173
16-08-2012 5:00	-51.9360	-72.8713	17-08-2012 4:00	-51.9800	-72.9175
16-08-2012 6:00	-51.9385	-72.8756	17-08-2012 5:00	-51.9818	-72.9170
16-08-2012 7:00	-51.9413	-72.8786	17-08-2012 6:00	-51.9838	-72.9164
16-08-2012 8:00	-51.9446	-72.8804	17-08-2012 7:00	-51.9859	-72.9155
16-08-2012 9:00	-51.9530	-72.8805	17-08-2012 8:00	-51.9886	-72.9154
16-08-2012 10:00	-51.9560	-72.8818			

Tabla 12
Descripción derivador observado en Seno Obstrucción.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	17.55
DISTANCIA NETA(Km)	14.78
TIEMPO (horas)	44.8
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	10.92

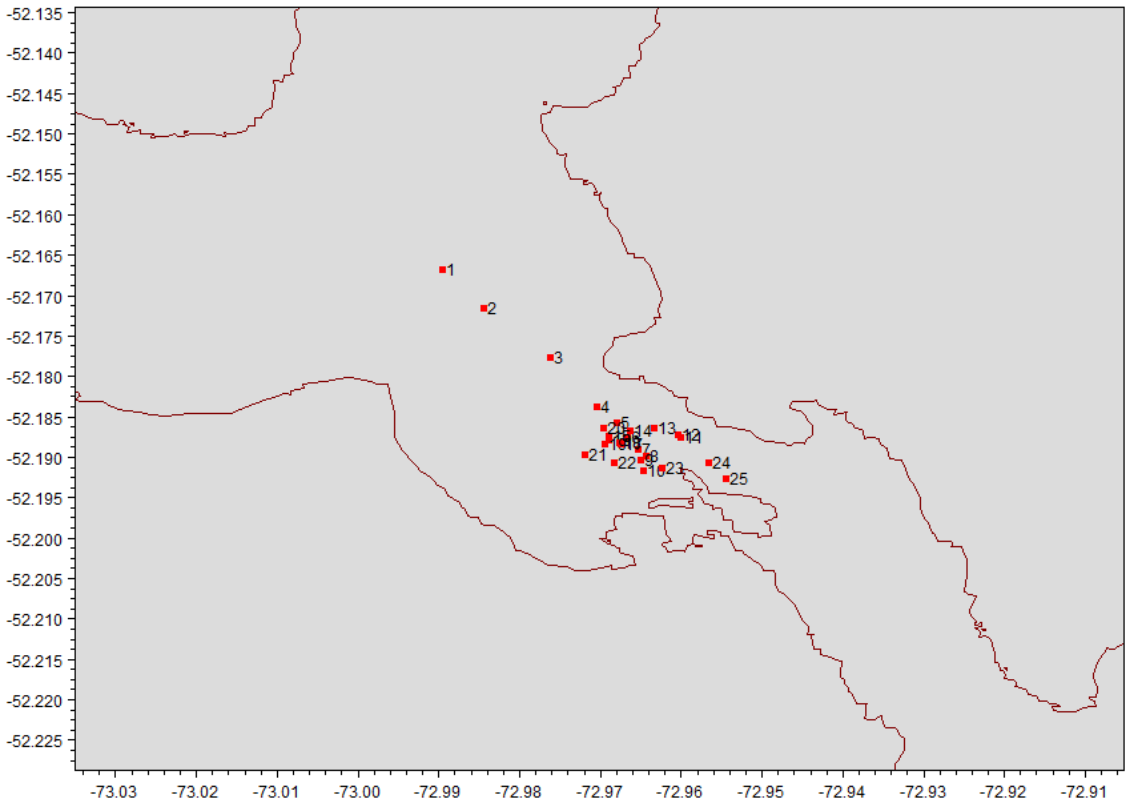


Figura 9. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Estero de Poca Esperanza (canal Valdés), Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 13
Posición y hora de boyas derivadoras en Poca Esperanza, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
13-08-2012 8:00	-52.1667	-72.9895	13-08-2012 21:00	-52.1867	-72.9664
13-08-2012 9:00	-52.1716	-72.9844	13-08-2012 22:00	-52.1873	-72.9690
13-08-2012 10:00	-52.1777	-72.9762	13-08-2012 23:00	-52.1879	-72.9689
13-08-2012 11:00	-52.1837	-72.9704	14-08-2012 0:00	-52.1883	-72.9674
13-08-2012 12:00	-52.1858	-72.9680	14-08-2012 1:00	-52.1882	-72.9676
13-08-2012 13:00	-52.1876	-72.9667	14-08-2012 2:00	-52.1883	-72.9694
13-08-2012 14:00	-52.1890	-72.9653	14-08-2012 3:00	-52.1864	-72.9696
13-08-2012 15:00	-52.1898	-72.9643	14-08-2012 10:00	-52.1897	-72.9720
13-08-2012 16:00	-52.1904	-72.9650	15-08-2012 11:00	-52.1906	-72.9683
13-08-2012 17:00	-52.1916	-72.9647	16-08-2012 12:00	-52.1913	-72.9624
13-08-2012 18:00	-52.1876	-72.9600	17-08-2012 13:00	-52.1906	-72.9566
13-08-2012 19:00	-52.1872	-72.9604	18-08-2012 14:00	-52.1926	-72.9544
13-08-2012 20:00	-52.1864	-72.9634			

Tabla 14
Descripción de derivador observado en estero Poca Esperanza, Agosto 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	6.71
DISTANCIA NETA(Km)	5.3
TIEMPO (horas)	24.16
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	8.66

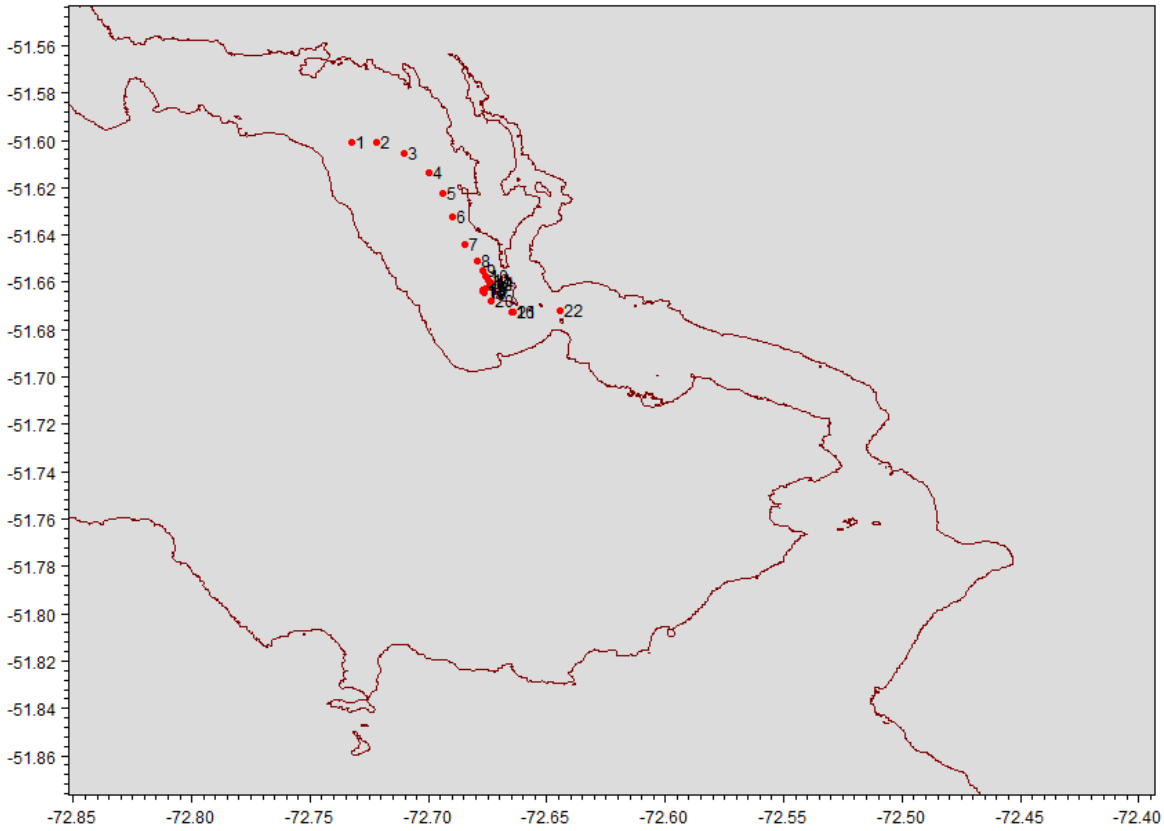


Figura 10. Trayectoria de derivador liberado en el sector de canal Señoret, Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 15
Posición y hora de boyas derivadoras en Canal Señoret, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
23-08-2012 9:00	-51.6008	-72.7324	23-08-2012 20:00	-51.6606	-72.6743
23-08-2012 10:00	-51.6008	-72.7222	24-08-2012 4:00	-51.6636	-72.6768
23-08-2012 11:00	-51.6053	-72.7105	24-08-2012 5:00	-51.6605	-72.6733
23-08-2012 12:00	-51.6134	-72.7001	24-08-2012 6:00	-51.6629	-72.6757
23-08-2012 13:00	-51.6223	-72.6937	24-08-2012 7:00	-51.6724	-72.6647
23-08-2012 14:00	-51.6326	-72.6898	24-08-2012 8:00	-51.6634	-72.6768
23-08-2012 15:00	-51.6437	-72.6848	24-08-2012 9:00	-51.6631	-72.6771
23-08-2012 16:00	-51.6511	-72.6794	24-08-2012 10:00	-51.6646	-72.6765
23-08-2012 17:00	-51.6551	-72.6770	24-08-2012 11:00	-51.6681	-72.6737
23-08-2012 18:00	-51.6572	-72.6758	24-08-2012 12:00	-51.6724	-72.6642
23-08-2012 19:00	-51.6592	-72.6748	24-08-2012 13:00	-51.6722	-72.6444

Tabla 16
Descripción de derivador observado en Canal Señoret, Agosto 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	13.05
DISTANCIA NETA(Km)	11.68
TIEMPO (horas)	22.1
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	15.23

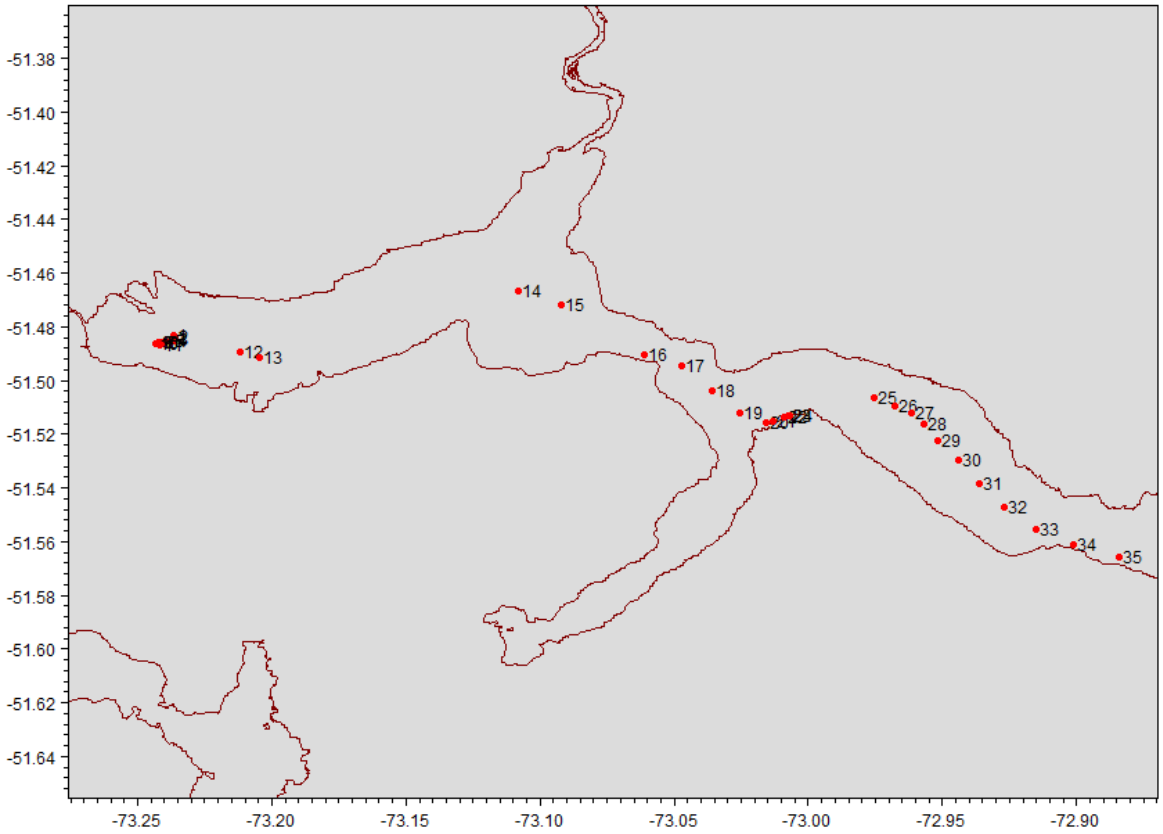


Figura 11. Trayectoria de derivador liberado en el sector de estero Ultima Esperanza, Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 17
Posición y hora de boyas derivadoras en estero Ultima Esperanza, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
20-08-2012 20:00	-51.48330	-73.23670	21-08-2012 16:00	-51.51180	-73.02540
20-08-2012 21:00	-51.48390	-73.23590	21-08-2012 17:00	-51.51590	-73.01570
20-08-2012 22:00	-51.48450	-73.23600	21-08-2012 19:00	-51.51500	-73.01300
20-08-2012 23:00	-51.48500	-73.23640	21-08-2012 20:00	-51.51360	-73.00890
21-08-2012 0:00	-51.48540	-73.23770	21-08-2012 21:00	-51.51310	-73.00750
21-08-2012 1:00	-51.48580	-73.23950	21-08-2012 22:00	-51.51300	-73.00720
21-08-2012 2:00	-51.48570	-73.24050	21-08-2012 23:00	-51.50630	-72.97540
21-08-2012 3:00	-51.48570	-73.24110	22-08-2012 0:00	-51.50970	-72.96770
21-08-2012 4:00	-51.48550	-73.24220	22-08-2012 1:00	-51.51200	-72.96160
21-08-2012 5:00	-51.48600	-73.24310	22-08-2012 2:00	-51.51620	-72.95690
21-08-2012 6:00	-51.48680	-73.24180	22-08-2012 3:00	-51.52260	-72.95150
21-08-2012 7:00	-51.48950	-73.21170	22-08-2012 4:00	-51.52940	-72.94380
21-08-2012 8:00	-51.49160	-73.20440	22-08-2012 5:00	-51.53830	-72.93640
21-08-2012 9:00	-51.46640	-73.10810	22-08-2012 6:00	-51.54690	-72.92680
21-08-2012 10:00	-51.47200	-73.09210	22-08-2012 7:00	-51.55540	-72.91510
21-08-2012 11:00	-51.49060	-73.06110	22-08-2012 8:00	-51.56090	-72.90120
21-08-2012 12:00	-51.49440	-73.04730	22-08-2012 9:00	-51.56550	-72.88430
21-08-2012 13:00	-51.50400	-73.03580			

Tabla 18
Descripción de derivador observado en estero Última Esperanza, Agosto 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	20.8
DISTANCIA NETA(Km)	18.87
TIEMPO (horas)	34.15
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	20.75

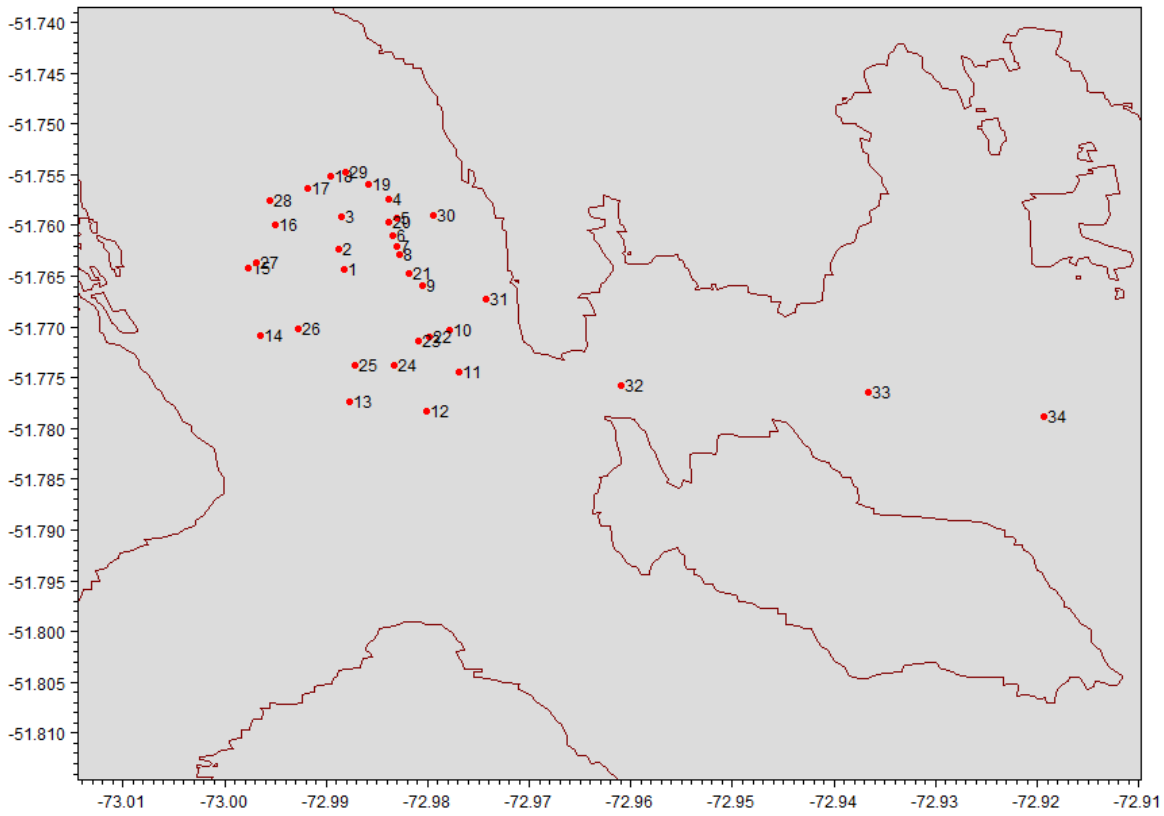


Figura 12. Trayectoria de derivador liberado en el sector de estero Worsley (paso Vattuone), Golfo Montt, invierno 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 19
Posición y hora de boyas derivadoras en estero Paso Vattuone, Estero Worsley, Agosto 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
17-08-2012 15:00	-51.7643	-72.9883	18-08-2012 8:00	-51.7552	-72.9895
17-08-2012 16:00	-51.7623	-72.9887	18-08-2012 9:00	-51.7560	-72.9859
17-08-2012 17:00	-51.7591	-72.9885	18-08-2012 10:00	-51.7597	-72.9838
17-08-2012 18:00	-51.7574	-72.9838	18-08-2012 11:00	-51.7647	-72.9819
17-08-2012 19:00	-51.7593	-72.9830	18-08-2012 12:00	-51.7710	-72.9799
17-08-2012 20:00	-51.7610	-72.9834	18-08-2012 13:00	-51.7714	-72.9809
17-08-2012 21:00	-51.7620	-72.9831	18-08-2012 14:00	-51.7738	-72.9833
17-08-2012 22:00	-51.7629	-72.9828	18-08-2012 15:00	-51.7737	-72.9872
17-08-2012 23:00	-51.7659	-72.9805	18-08-2012 16:00	-51.7702	-72.9928
18-08-2012 0:00	-51.7703	-72.9778	18-08-2012 17:00	-51.7636	-72.9969
18-08-2012 1:00	-51.7744	-72.9769	18-08-2012 18:00	-51.7576	-72.9956
18-08-2012 2:00	-51.7783	-72.9801	18-08-2012 19:00	-51.7548	-72.9881
18-08-2012 3:00	-51.7774	-72.9877	18-08-2012 20:00	-51.7590	-72.9795
18-08-2012 4:00	-51.7709	-72.9965	18-08-2012 21:00	-51.7672	-72.9743
18-08-2012 5:00	-51.7642	-72.9977	18-08-2012 22:00	-51.7757	-72.9610
18-08-2012 6:00	-51.7600	-72.9950	18-08-2012 23:00	-51.7764	-72.9366
18-08-2012 7:00	-51.7564	-72.9918	19-08-2012 0:00	-51.7788	-72.9194

Tabla 20
Descripción de derivador observado en Paso Vattuone, Agosto 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIARECORRIDA(Km)	18.57
DISTANCIA NETA(Km)	7.19
TIEMPO (horas)	33.85
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	16.86

Campaña verano 2013 Golfo Almte. Montt.

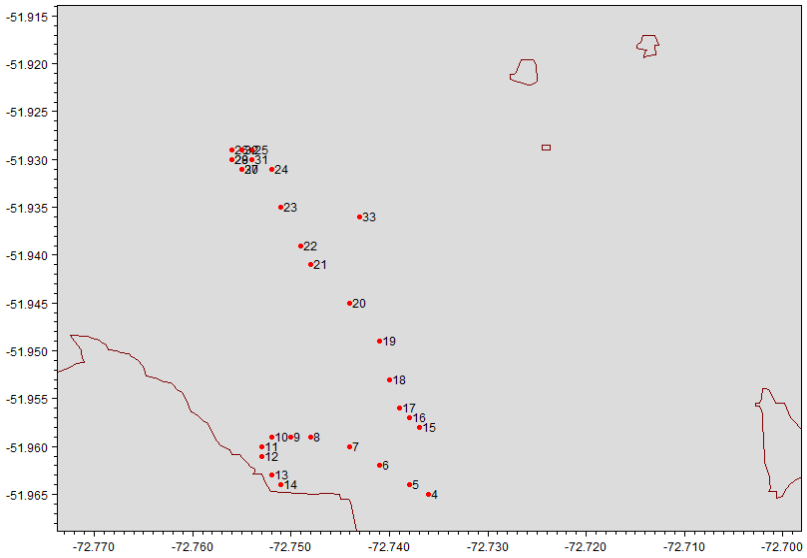


Figura 13. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de seno Obstrucción, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

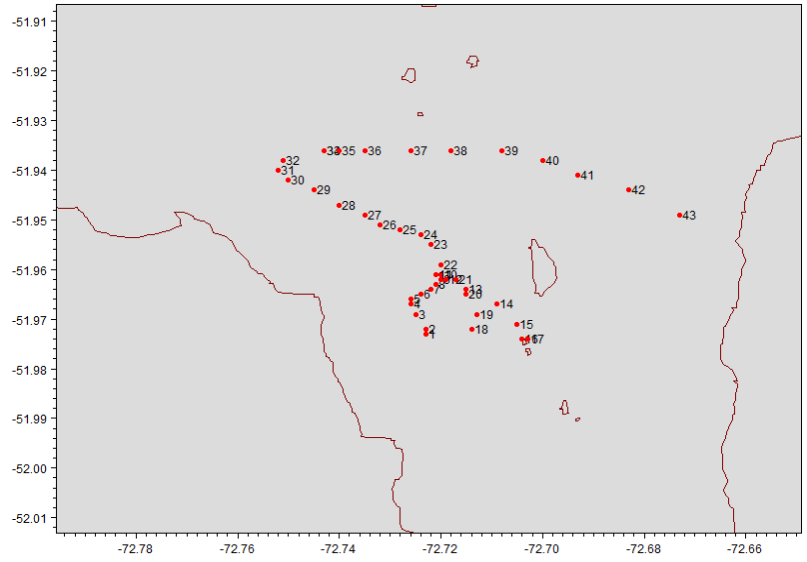


Figura 14. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de seno Obstrucción, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 21
Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en ubicado en Seno Obstrucción.

fecha	DERIVADOR 4M		DERIVADOR 8M		*fecha*	DERIVADOR 4M		DERIVADOR 8M	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*		*latitud*	*longitud*	*latitud*	*longitud*
17-02-2013 18:00	-51.973	-72.723	-51.973	-72.723	18-02-2013 16:00	-51.935	-72.751	-51.955	-72.722
17-02-2013 19:00	-51.972	-72.727	-51.972	-72.723	18-02-2013 17:00	-51.931	-72.752	-51.953	-72.724
17-02-2013 20:00	-51.969	-72.731	-51.969	-72.725	18-02-2013 18:00	-51.929	-72.754	-51.952	-72.728
17-02-2013 21:00	-51.965	-72.736	-51.967	-72.726	18-02-2013 19:00	-51.929	-72.756	-51.951	-72.732
17-02-2013 22:00	-51.964	-72.738	-51.966	-72.726	18-02-2013 20:00	-51.931	-72.755	-51.949	-72.735
17-02-2013 23:00	-51.962	-72.741	-51.965	-72.724	18-02-2013 21:00	-51.930	-72.756	-51.947	-72.740
18-02-2013 0:00	-51.960	-72.744	-51.964	-72.722	18-02-2013 22:00	-51.930	-72.756	-51.944	-72.745
18-02-2013 1:00	-51.959	-72.748	-51.963	-72.721	18-02-2013 23:00	-51.931	-72.755	-51.942	-72.750
18-02-2013 2:00	-51.959	-72.750	-51.962	-72.720	19-02-2013 0:00	-51.930	-72.754	-51.940	-72.752
18-02-2013 3:00	-51.959	-72.752	-51.961	-72.720	19-02-2013 1:00	-51.929	-72.755	-51.938	-72.751
18-02-2013 4:00	-51.960	-72.753	-51.961	-72.721	19-02-2013 2:00	-51.936	-72.743	-51.936	-72.743
18-02-2013 5:00	-51.961	-72.753	-51.962	-72.719	19-02-2013 3:00			-51.936	-72.743
18-02-2013 6:00	-51.963	-72.752	-51.964	-72.715	19-02-2013 4:00			-51.936	-72.740
18-02-2013 7:00	-51.964	-72.751	-51.967	-72.709	19-02-2013 5:00			-51.936	-72.735
18-02-2013 8:00	-51.958	-72.737	-51.971	-72.705	19-02-2013 6:00			-51.936	-72.726
18-02-2013 9:00	-51.957	-72.738	-51.974	-72.704	19-02-2013 7:00			-51.936	-72.718
18-02-2013 10:00	-51.956	-72.739	-51.974	-72.703	19-02-2013 8:00			-51.936	-72.708
18-02-2013 11:00	-51.953	-72.740	-51.972	-72.714	19-02-2013 9:00			-51.938	-72.700
18-02-2013 12:00	-51.949	-72.741	-51.969	-72.713	19-02-2013 10:00			-51.941	-72.693
18-02-2013 13:00	-51.945	-72.744	-51.965	-72.715	19-02-2013 11:00			-51.944	-72.683
18-02-2013 14:00	-51.941	-72.748	-51.962	-72.717	19-02-2013 12:00			-51.949	-72.673
18-02-2013 15:00	-51.939	-72.749	-51.959	-72.720					

Tabla 22
Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en Seno Obstrucción.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	14.93	9.71
DISTANCIA NETA (Km)	4.3447	4.36
TIEMPO (horas)	43	33
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.64	8.17

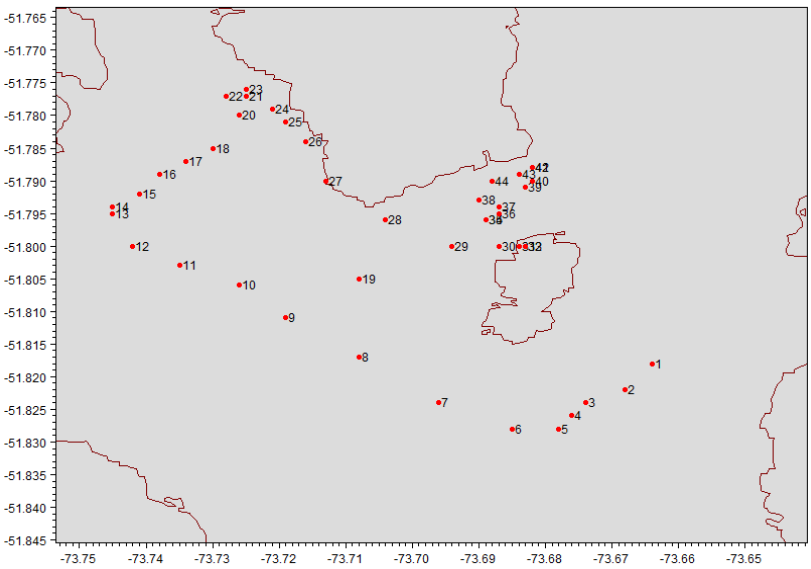


Figura 15. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de Estrecho Collingwood, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

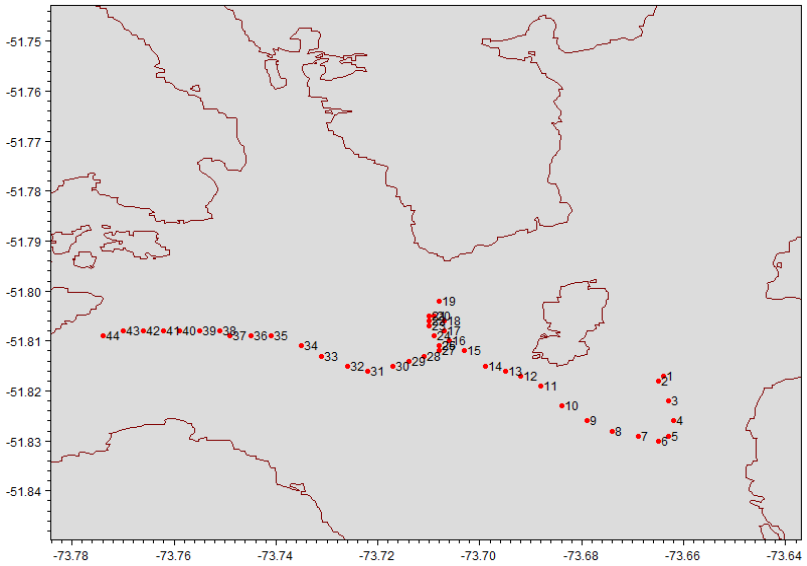


Figura 16. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de Estrecho Collingwood, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 23

Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en ubicado entre bahía Stewart y Estrecho Collingwood.

Fecha	DERVADOR 4M		DERIVADOR 8M		*Fecha*	DERVADOR 4M		DERIVADOR 8M	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*		*latitud*	*longitud*	*latitud*	*longitud*
23-02-2013 0:00	-51.818	-73.664	-51.817	-73.664	23-02-2013 22:00	-51.776	-73.725	-51.807	-73.710
23-02-2013 1:00	-51.822	-73.668	-51.818	-73.665	23-02-2013 23:00	-51.779	-73.721	-51.809	-73.709
23-02-2013 2:00	-51.824	-73.674	-51.822	-73.663	24-02-2013 0:00	-51.781	-73.719	-51.811	-73.708
23-02-2013 3:00	-51.826	-73.676	-51.826	-73.662	24-02-2013 1:00	-51.784	-73.716	-51.811	-73.708
23-02-2013 4:00	-51.828	-73.678	-51.829	-73.663	24-02-2013 2:00	-51.790	-73.713	-51.812	-73.708
23-02-2013 5:00	-51.828	-73.685	-51.830	-73.665	24-02-2013 3:00	-51.796	-73.704	-51.813	-73.711
23-02-2013 6:00	-51.824	-73.696	-51.829	-73.669	24-02-2013 4:00	-51.800	-73.694	-51.814	-73.714
23-02-2013 7:00	-51.817	-73.708	-51.828	-73.674	24-02-2013 5:00	-51.800	-73.687	-51.815	-73.717
23-02-2013 8:00	-51.811	-73.719	-51.826	-73.679	24-02-2013 6:00	-51.800	-73.684	-51.816	-73.722
23-02-2013 9:00	-51.806	-73.726	-51.823	-73.684	24-02-2013 7:00	-51.800	-73.683	-51.815	-73.726
23-02-2013 10:00	-51.803	-73.735	-51.819	-73.688	24-02-2013 8:00	-51.800	-73.683	-51.813	-73.731
23-02-2013 11:00	-51.800	-73.742	-51.817	-73.692	24-02-2013 9:00	-51.796	-73.689	-51.811	-73.735
23-02-2013 12:00	-51.795	-73.745	-51.816	-73.695	24-02-2013 10:00	-51.796	-73.689	-51.809	-73.741
23-02-2013 13:00	-51.794	-73.745	-51.815	-73.699	24-02-2013 11:00	-51.795	-73.687	-51.809	-73.745
23-02-2013 14:00	-51.792	-73.741	-51.812	-73.703	24-02-2013 12:00	-51.794	-73.687	-51.809	-73.749
23-02-2013 15:00	-51.789	-73.738	-51.810	-73.706	24-02-2013 13:00	-51.793	-73.690	-51.808	-73.751
23-02-2013 16:00	-51.787	-73.734	-51.808	-73.707	24-02-2013 14:00	-51.791	-73.683	-51.808	-73.755
23-02-2013 17:00	-51.785	-73.730	-51.806	-73.707	24-02-2013 15:00	-51.790	-73.682	-51.808	-73.759
23-02-2013 18:00	-51.782	-73.728	-51.802	-73.708	24-02-2013 16:00	-51.788	-73.682	-51.808	-73.762
23-02-2013 19:00	-51.780	-73.726	-51.805	-73.709	24-02-2013 17:00	-51.788	-73.682	-51.808	-73.766
23-02-2013 20:00	-51.777	-73.725	-51.805	-73.710	24-02-2013 18:00	-51.789	-73.684	-51.808	-73.770
23-02-2013 21:00	-51.777	-73.728	-51.806	-73.710	24-02-2013 19:00	-51.790	-73.688	-51.809	-73.774

Tabla 24.

Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en bahía Stewart y Estrecho Collingwood.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA(km)	12.33	17.31
DISTANCIA NETA(Km)	7.61	3.51
TIEMPO (horas)	44	44
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	7.79	10.93

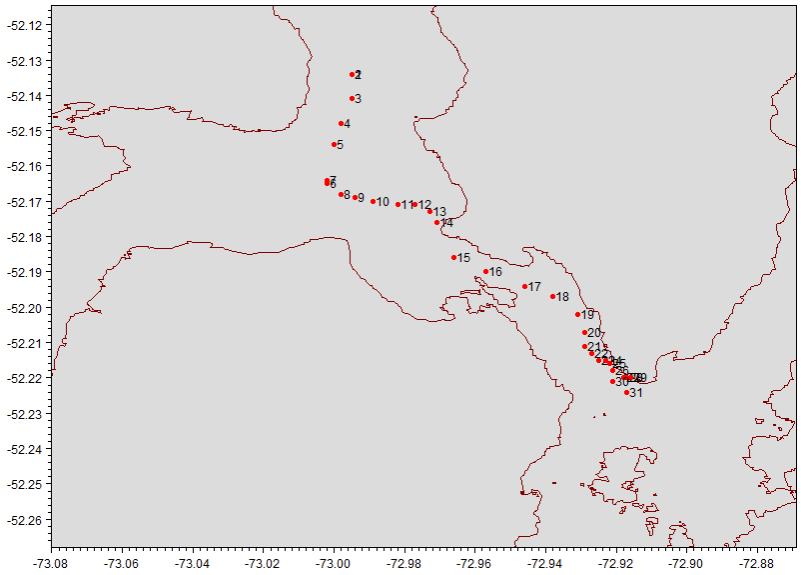


Figura 17. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de canal Valdés, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

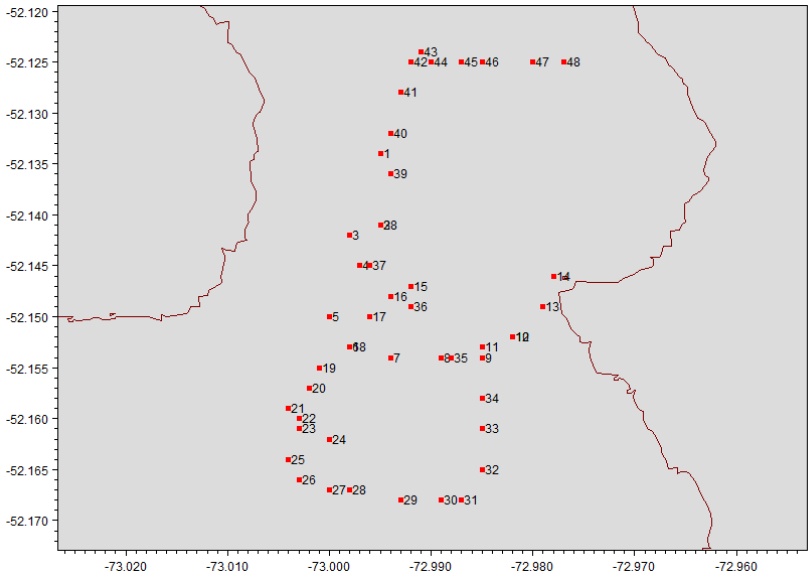


Figura 18. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de canal Valdés Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 25.
Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en ubicado en Canal Valdés.

fecha	DERIVADOR 4M		DERIVADOR 8M		*fecha*	DERIVADOR 4M		DERIVADOR 8M	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*		*latitud*	*longitud*	*latitud*	*longitud*
15-02-2013 15:00	-52.134	-72.995	-52.134	-72.995	16-02-2013 15:00	-52.216	-72.922	-52.164	-73.004
15-02-2013 16:00	-52.134	-72.995	-52.141	-72.995	16-02-2013 16:00	-52.218	-72.921	-52.166	-73.003
15-02-2013 17:00	-52.141	-72.995	-52.142	-72.998	16-02-2013 17:00	-52.220	-72.918	-52.167	-73.000
15-02-2013 18:00	-52.148	-72.998	-52.145	-72.997	16-02-2013 18:00	-52.220	-72.917	-52.167	-72.998
15-02-2013 19:00	-52.154	-73.000	-52.150	-73.000	16-02-2013 19:00	-52.220	-72.916	-52.168	-72.993
15-02-2013 20:00	-52.165	-73.002	-52.153	-72.998	16-02-2013 20:00	-52.221	-72.921	-52.168	-72.989
15-02-2013 21:00	-52.164	-73.002	-52.154	-72.994	16-02-2013 21:00	-52.224	-72.917	-52.168	-72.987
15-02-2013 22:00	-52.168	-72.998	-52.154	-72.989	16-02-2013 22:00			-52.165	-72.985
15-02-2013 23:00	-52.169	-72.994	-52.154	-72.985	16-02-2013 23:00			-52.161	-72.985
16-02-2013 0:00	-52.170	-72.989	-52.152	-72.982	17-02-2013 0:00			-52.158	-72.985
16-02-2013 1:00	-52.171	-72.982	-52.153	-72.985	17-02-2013 1:00			-52.154	-72.988
16-02-2013 2:00	-52.171	-72.977	-52.152	-72.982	17-02-2013 2:00			-52.149	-72.992
16-02-2013 3:00	-52.173	-72.973	-52.149	-72.979	17-02-2013 3:00			-52.145	-72.996
16-02-2013 4:00	-52.176	-72.971	-52.146	-72.978	17-02-2013 4:00			-52.141	-72.995
16-02-2013 5:00	-52.186	-72.966	-52.147	-72.992	17-02-2013 5:00			-52.136	-72.994
16-02-2013 6:00	-52.190	-72.957	-52.148	-72.994	17-02-2013 6:00			-52.132	-72.994
16-02-2013 7:00	-52.194	-72.946	-52.150	-72.996	17-02-2013 7:00			-52.128	-72.993
16-02-2013 8:00	-52.197	-72.938	-52.153	-72.998	17-02-2013 8:00			-52.125	-72.992
16-02-2013 9:00	-52.202	-72.931	-52.155	-73.001	17-02-2013 9:00			-52.124	-72.991
16-02-2013 10:00	-52.207	-72.929	-52.157	-73.002	17-02-2013 10:00			-52.125	-72.990
16-02-2013 11:00	-52.211	-72.929	-52.159	-73.004	17-02-2013 11:00			-52.125	-72.987
16-02-2013 12:00	-52.213	-72.927	-52.160	-73.003	17-02-2013 12:00			-52.125	-72.985
16-02-2013 13:00	-52.215	-72.925	-52.161	-73.003	17-02-2013 13:00			-52.125	-72.980
16-02-2013 14:00	-52.215	-72.923	-52.162	-73.000	17-02-2013 14:00			-52.125	-72.977

Tabla 26.
Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en canal Valdés.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	15.70	21.58
DISTANCIA NETA (Km)	1.55	11.42
TIEMPO (horas)	48	31
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.09	19.34

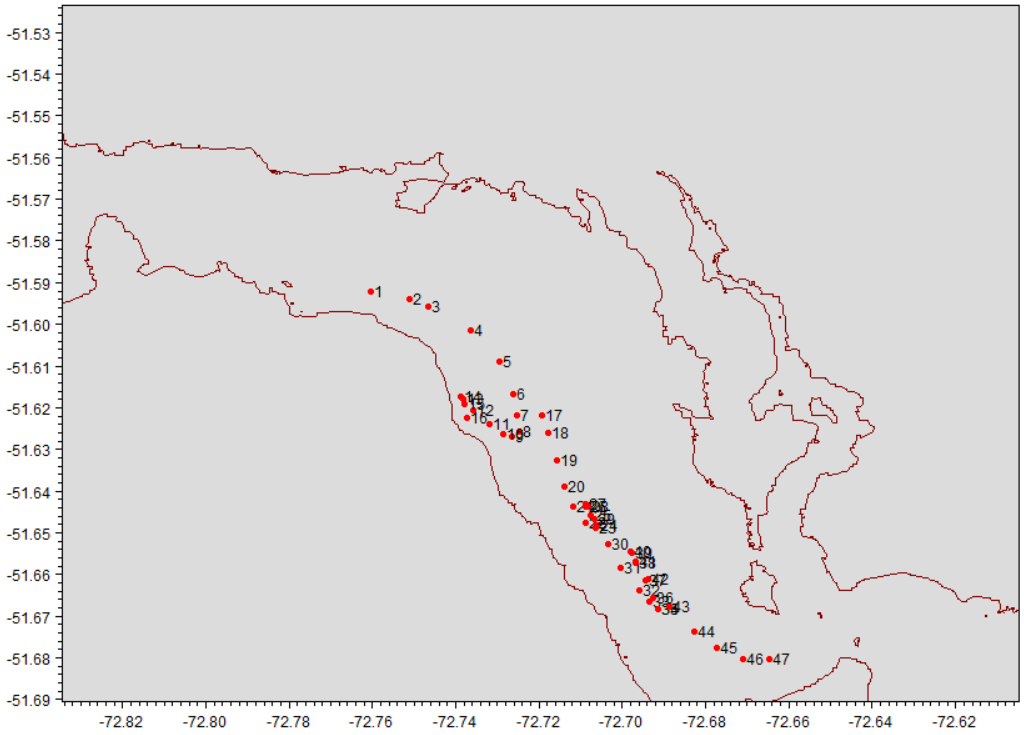


Figura 19. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de canal Señoret, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

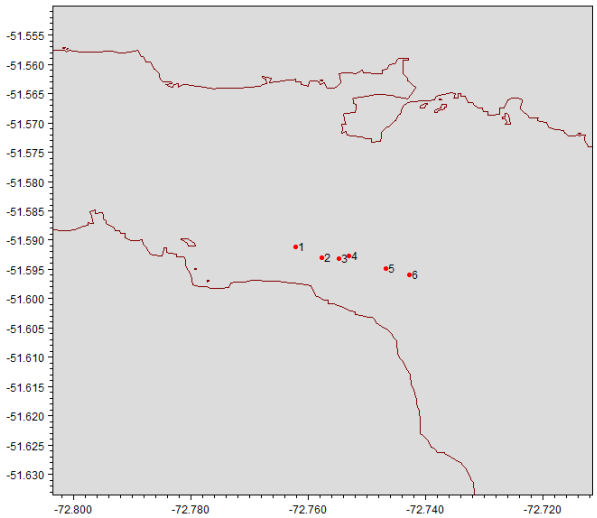


Figura 20. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de canal Señoret, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 27.
Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en ubicado en canal Señoret, Estero Ultima Esperanza

fecha	**DERIVADOR 4M**		**DERIVADOR 8M**		*fecha*	**DERIVADOR 4M**	
	latitud	***longitud***	***latitud***	***longitud***		***latitud***	***longitud***
09-02-2013 15:00	-51.592	-72.761	-51.591	-72.762	10-02-2013 15:00	-51.648	-72.706
09-02-2013 16:00	-51.611	-72.754	-51.593	-72.758	10-02-2013 16:00	-51.646	-72.708
09-02-2013 17:00	-51.594	-72.751	-51.593	-72.755	10-02-2013 17:00	-51.644	-72.709
09-02-2013 18:00	-51.596	-72.746	-51.593	-72.753	10-02-2013 18:00	-51.643	-72.709
09-02-2013 19:00	-51.601	-72.736	-51.595	-72.747	10-02-2013 19:00	-51.644	-72.708
09-02-2013 20:00	-51.609	-72.729	-51.596	-72.743	10-02-2013 20:00	-51.647	-72.707
09-02-2013 21:00	-51.617	-72.726			10-02-2013 21:00	-51.653	-72.703
09-02-2013 22:00	-51.622	-72.725			10-02-2013 22:00	-51.658	-72.700
09-02-2013 23:00	-51.626	-72.725			10-02-2013 23:00	-51.664	-72.696
10-02-2013 0:00	-51.627	-72.727			11-02-2013 0:00	-51.667	-72.693
10-02-2013 1:00	-51.626	-72.729			11-02-2013 1:00	-51.668	-72.691
10-02-2013 2:00	-51.624	-72.732			11-02-2013 2:00	-51.668	-72.691
10-02-2013 3:00	-51.621	-72.736			11-02-2013 3:00	-51.666	-72.693
10-02-2013 4:00	-51.618	-72.738			11-02-2013 4:00	-51.662	-72.695
10-02-2013 5:00	-51.617	-72.739			11-02-2013 5:00	-51.657	-72.697
10-02-2013 6:00	-51.619	-72.738			11-02-2013 6:00	-51.655	-72.698
10-02-2013 7:00	-51.622	-72.737			11-02-2013 7:00	-51.654	-72.698
10-02-2013 8:00	-51.622	-72.719			11-02-2013 8:00	-51.657	-72.697
10-02-2013 9:00	-51.626	-72.718			11-02-2013 9:00	-51.661	-72.694
10-02-2013 10:00	-51.633	-72.716			11-02-2013 10:00	-51.668	-72.689
10-02-2013 11:00	-51.639	-72.714			11-02-2013 11:00	-51.674	-72.683
10-02-2013 12:00	-51.644	-72.712			11-02-2013 12:00	-51.678	-72.677
10-02-2013 13:00	-51.647	-72.709			11-02-2013 13:00	-51.680	-72.671

Tabla 28
Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en canal Señoret, Estero Ultima Esperanza.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	**DERIVADOR OBSERVADO 4m**
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	1.50	24.03
DISTANCIA NETA (Km)	1.43	11.8116
TIEMPO (horas)	6	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	6.94	13.91

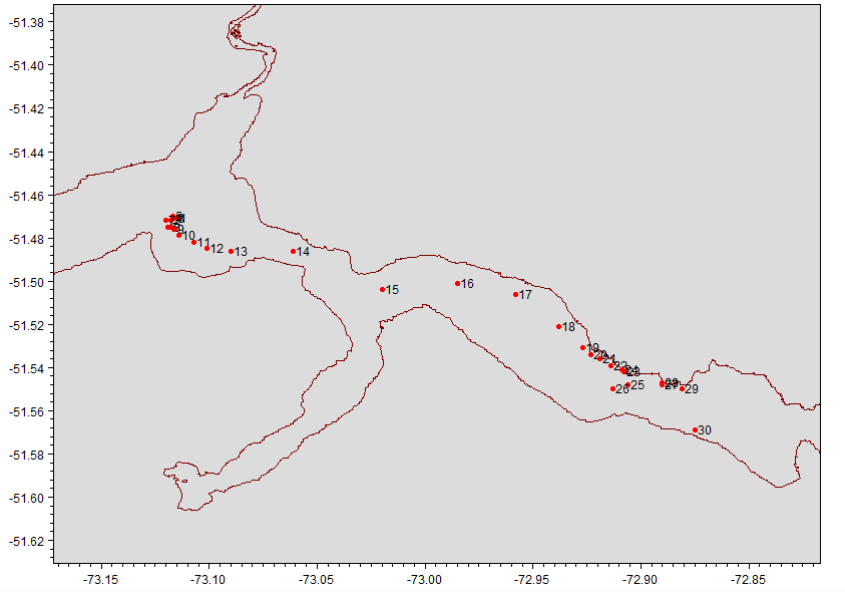


Figura 21. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de Estero Ultima Esperanza. Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

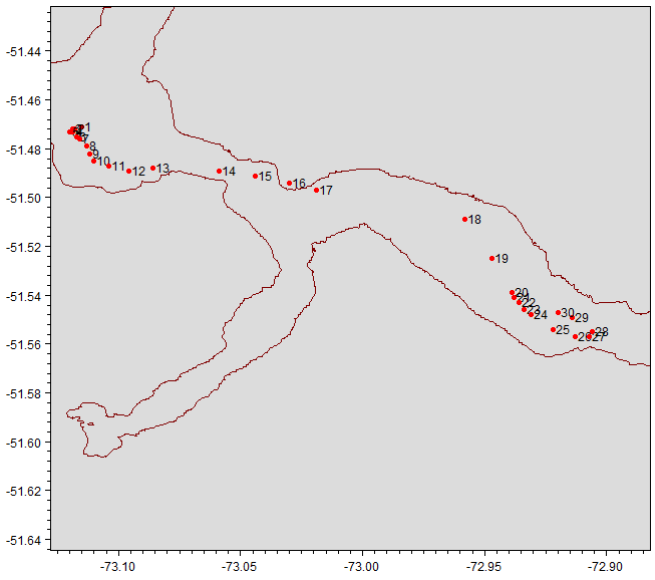


Figura 22. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de Estero Ultima Esperanza. Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 29
Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en ubicado en Estero Ultima Esperanza.

fecha	DERIVADOR 4M		DERIVADOR 8M	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*
08-02-2013 5:00	-51.471	-73.115	-51.4713	-73.1153
08-02-2013 6:00	-51.472	-73.118	-51.4717	-73.1177
08-02-2013 7:00	-51.471	-73.116	-51.4722	-73.1192
08-02-2013 8:00	-51.471	-73.117	-51.4725	-73.1195
08-02-2013 9:00	-51.470	-73.117	-51.4733	-73.1197
08-02-2013 10:00	-51.475	-73.119	-51.4750	-73.1174
08-02-2013 11:00	-51.472	-73.120	-51.4763	-73.1157
08-02-2013 12:00	-51.475	-73.118	-51.4788	-73.1132
08-02-2013 13:00	-51.476	-73.116	-51.4822	-73.1118
08-02-2013 14:00	-51.479	-73.114	-51.4853	-73.1105
08-02-2013 15:00	-51.482	-73.107	-51.4872	-73.1037
08-02-2013 16:00	-51.485	-73.101	-51.4888	-73.0963
08-02-2013 17:00	-51.486	-73.090	-51.4878	-73.0857
08-02-2013 18:00	-51.486	-73.061	-51.4892	-73.0588
08-02-2013 19:00	-51.504	-73.020	-51.4907	-73.0439
08-02-2013 20:00	-51.501	-72.985	-51.4942	-73.0298
08-02-2013 21:00	-51.506	-72.958	-51.4969	-73.0189
08-02-2013 22:00	-51.521	-72.938	-51.5093	-72.9578
08-02-2013 23:00	-51.531	-72.927	-51.5247	-72.9465
09-02-2013 0:00	-51.534	-72.923	-51.5388	-72.9387
09-02-2013 1:00	-51.536	-72.919	-51.5407	-72.9378
09-02-2013 2:00	-51.539	-72.914	-51.5428	-72.9364
09-02-2013 3:00	-51.542	-72.908	-51.5458	-72.9342
09-02-2013 4:00	-51.541	-72.909	-51.5480	-72.9305
09-02-2013 5:00	-51.548	-72.906	-51.5543	-72.9223
09-02-2013 6:00	-51.550	-72.913	-51.5575	-72.9132
09-02-2013 7:00	-51.548	-72.890	-51.5567	-72.9068
09-02-2013 8:00	-51.547	-72.890	-51.5553	-72.9057
09-02-2013 9:00	-51.550	-72.881	-51.5494	-72.9140

Tabla 30
Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en Estero Ultima Esperanza.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	22.91	25.13
DISTANCIA NETA(Km)	15.9215	19.8281
TIEMPO (horas)	30	30
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	21.21	23.27

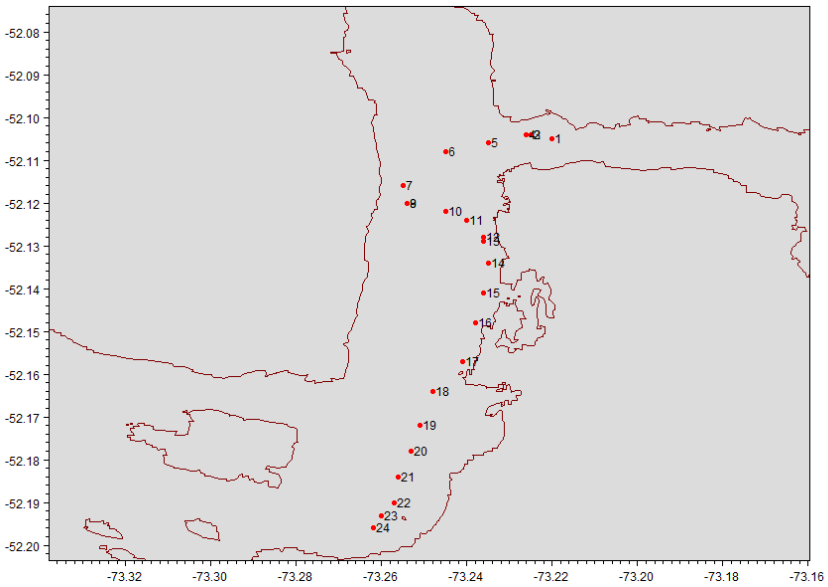


Figura 23. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de Paso Morla-Vicuña. , Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

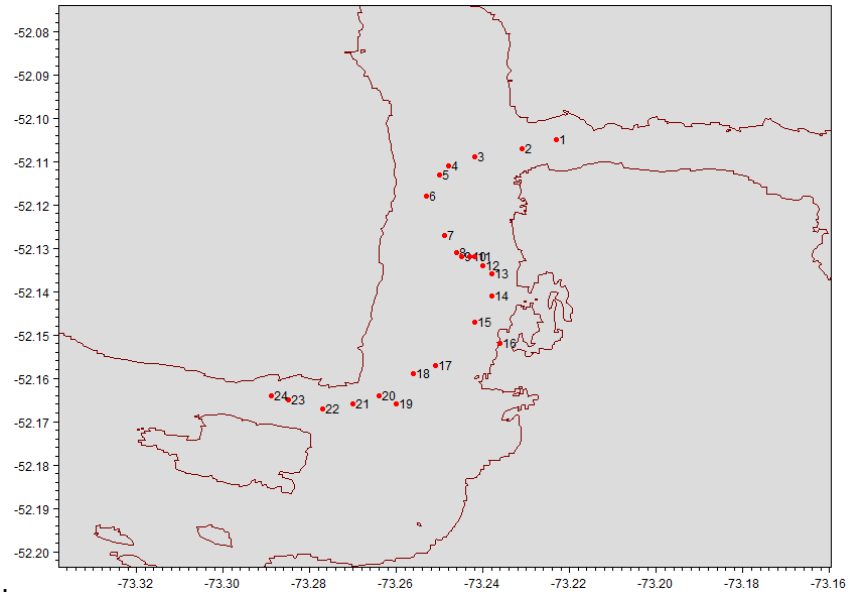


Figura 24. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de Paso Morla-Vicuña. , Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 31

Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en paso Morla Vicuña Golfo Montt, verano 2013.

fecha	*DERIVADOR 4 METROS*		*DERIVADOR 8METROS*	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*
02-03-2013 10:00	-52.105	-73.220	-52.105	-73.223
02-03-2013 11:00	-52.104	-73.225	-52.107	-73.231
02-03-2013 12:00	-52.104	-73.225	-52.109	-73.242
02-03-2013 13:00	-52.104	-73.226	-52.111	-73.248
02-03-2013 14:00	-52.106	-73.235	-52.113	-73.250
02-03-2013 15:00	-52.108	-73.245	-52.118	-73.253
02-03-2013 16:00	-52.116	-73.255	-52.127	-73.249
02-03-2013 17:00	-52.120	-73.254	-52.131	-73.246
02-03-2013 18:00	-52.120	-73.254	-52.132	-73.245
02-03-2013 19:00	-52.122	-73.245	-52.132	-73.243
02-03-2013 20:00	-52.124	-73.239	-52.132	-73.242
02-03-2013 21:00	-52.128	-73.236	-52.134	-73.240
02-03-2013 22:00	-52.129	-73.236	-52.136	-73.238
02-03-2013 23:00	-52.134	-73.235	-52.141	-73.238
03-03-2013 0:00	-52.141	-73.236	-52.147	-73.242
03-03-2013 1:00	-52.148	-73.238	-52.152	-73.236
03-03-2013 2:00	-52.157	-73.241	-52.157	-73.251
03-03-2013 3:00	-52.164	-73.248	-52.159	-73.256
03-03-2013 4:00	-52.172	-73.251	-52.166	-73.260
03-03-2013 5:00	-52.178	-73.253	-52.164	-73.264
03-03-2013 6:00	-52.184	-73.256	-52.166	-73.270
03-03-2013 7:00	-52.190	-73.257	-52.167	-73.277
03-03-2013 8:00	-52.193	-73.260	-52.165	-73.285
03-03-2013 9:00	-52.196	-73.262	-52.164	-73.289

Tabla32.

Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en paso Morla Vicuña.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	**DERIVADOR OBSERVADO 4m**
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	11.67	12.74
DISTANCIA NETA(Km)	7.92	10.46
TIEMPO (horas)	23	23
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	14.09	15.39

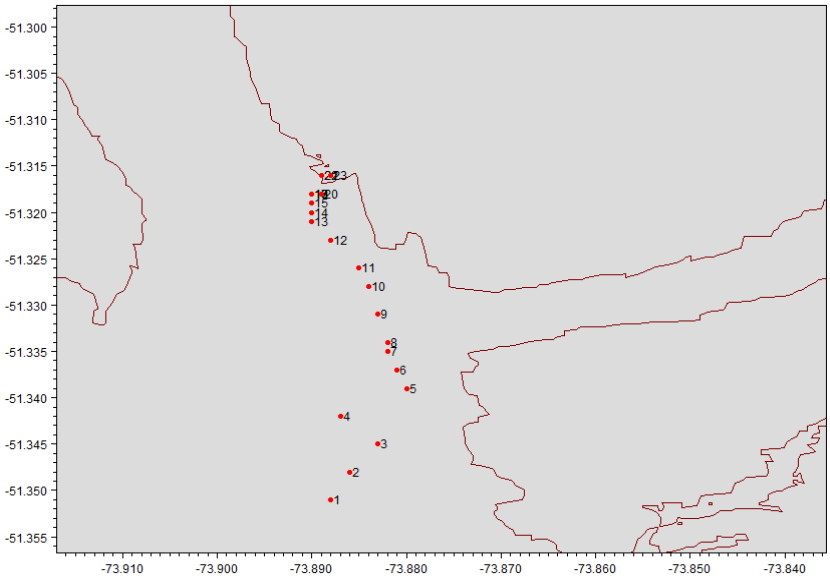


Figura 25. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de canal Sarmiento, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

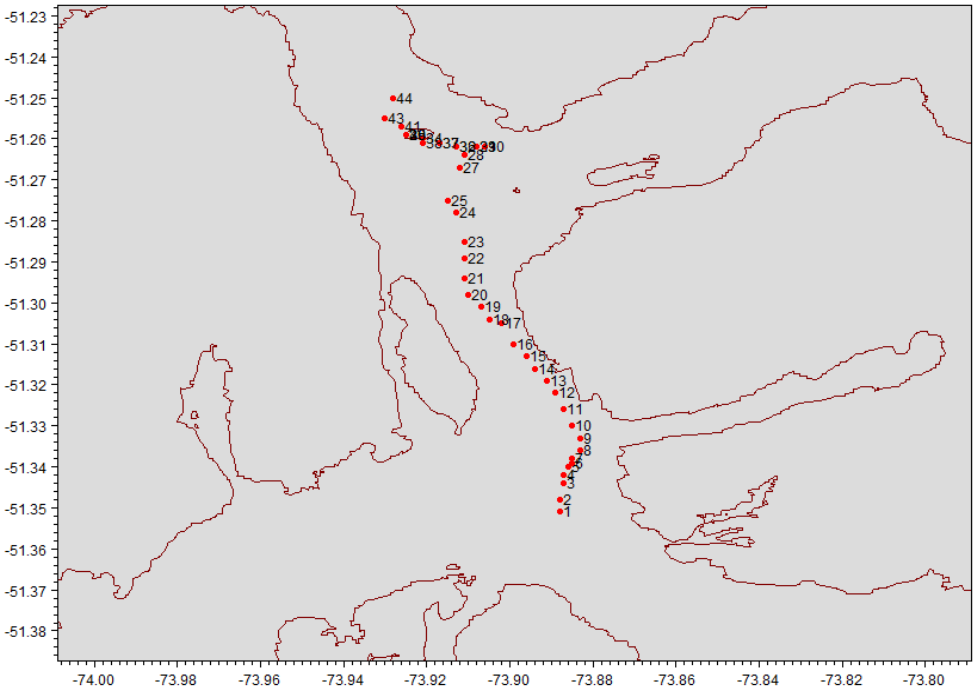


Figura 26. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de canal Sarmiento, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 33.
Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en canal Sarmiento con paso Childers, Golfo Montt verano 2013.

fecha	DERIVADOR 4m		DERIVADOR 8m		fecha	DERIVADOR 8m	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*		*latitud*	*longitud*
21-02-2013 20:00	-51.351	-73.888	-51.351	-73.888	21-02-2013 19:00	-51.285	-73.911
21-02-2013 21:00	-51.348	-73.886	-51.348	-73.888	21-02-2013 20:00	-51.278	-73.913
21-02-2013 22:00	-51.345	-73.883	-51.344	-73.887	21-02-2013 21:00	-51.275	-73.915
21-02-2013 23:00	-51.342	-73.887	-51.342	-73.887	21-02-2013 22:00	-51.259	-73.925
22-02-2013 0:00	-51.339	-73.880	-51.34	-73.886	22-02-2013 23:00	-51.267	-73.912
22-02-2013 1:00	-51.337	-73.881	-51.339	-73.885	22-02-2013 0:00	-51.264	-73.911
22-02-2013 2:00	-51.335	-73.882	-51.338	-73.885	22-02-2013 1:00	-51.262	-73.908
22-02-2013 3:00	-51.334	-73.882	-51.336	-73.883	22-02-2013 2:00	-51.262	-73.906
22-02-2013 4:00	-51.331	-73.883	-51.333	-73.883	22-02-2013 3:00	-51.262	-73.908
22-02-2013 5:00	-51.328	-73.884	-51.33	-73.885	22-02-2013 4:00	-51.262	-73.913
22-02-2013 6:00	-51.326	-73.885	-51.326	-73.887	22-02-2013 5:00	-51.261	-73.917
22-02-2013 7:00	-51.323	-73.888	-51.322	-73.889	22-02-2013 6:00	-51.26	-73.921
22-02-2013 8:00	-51.321	-73.890	-51.319	-73.891	22-02-2013 7:00	-51.259	-73.925
22-02-2013 9:00	-51.320	-73.890	-51.316	-73.894	22-02-2013 8:00	-51.262	-73.913
22-02-2013 10:00	-51.319	-73.890	-51.313	-73.896	22-02-2013 9:00	-51.261	-73.917
22-02-2013 11:00	-51.318	-73.890	-51.31	-73.899	22-02-2013 10:00	-51.261	-73.921
22-02-2013 12:00	-51.318	-73.890	-51.307	-73.889	23-02-2013 11:00	-51.259	-73.925
22-02-2013 13:00	-51.318	-73.890	-51.305	-73.902	23-02-2013 12:00	-51.259	-73.925
22-02-2013 14:00	-51.318	-73.890	-51.304	-73.905	23-02-2013 13:00	-51.257	-73.926
22-02-2013 15:00	-51.318	-73.889	-51.301	-73.907	23-02-2013 14:00	-51.255	-73.93
22-02-2013 16:00	-51.316	-73.889	-51.298	-73.91	23-02-2013 15:00	-51.25	-73.928
22-02-2013 17:00	-51.316	-73.889	-51.294	-73.911			
22-02-2013 18:00	-51.316	-73.888	-51.289	-73.911			

Tabla 34
Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en canal Sarmiento con paso Childers.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	17.40	4.62
DISTANCIA NETA(Km)	11.56	3.9
TIEMPO (horas)	44	23
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	10.98	5.58

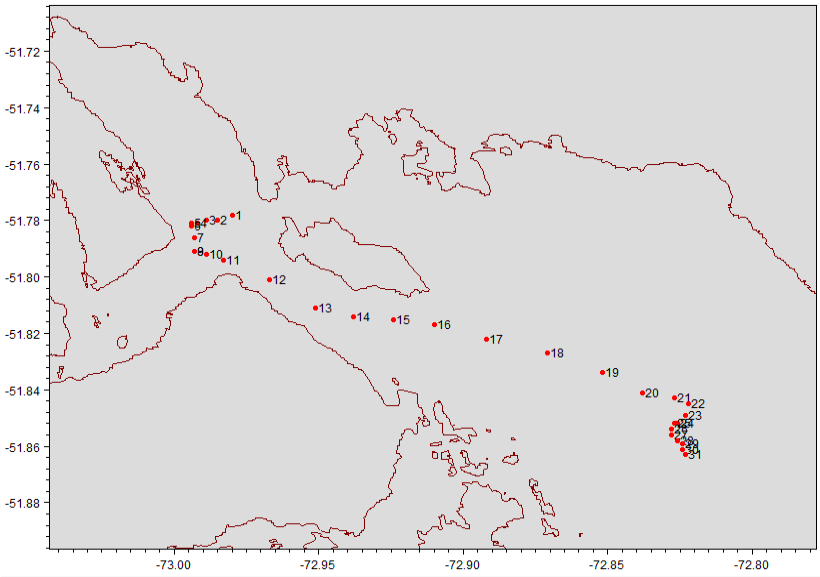


Figura 27. Trayectoria de derivador liberado a 4 metros de profundidad en el sector de estero Worsley, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

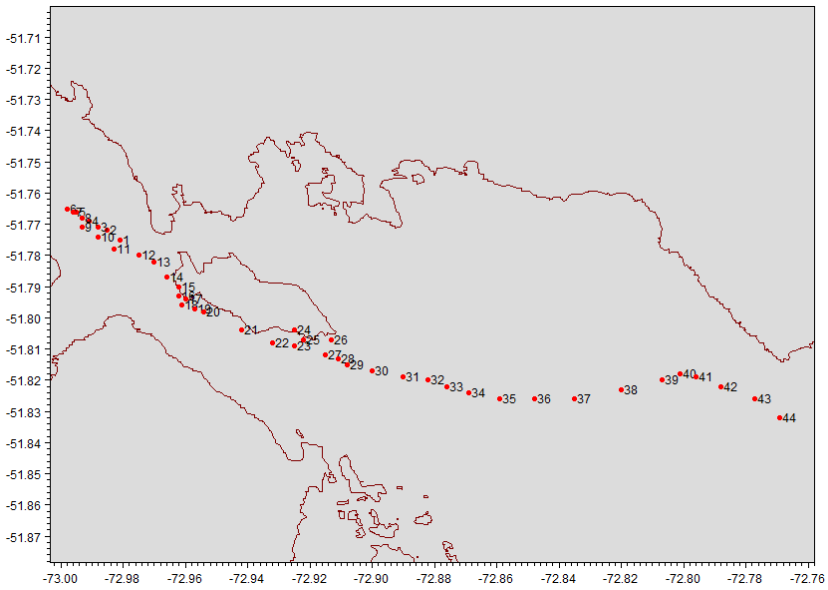


Figura 28. Trayectoria de derivador liberado a 8 metros de profundidad en el sector de estero Worsley, Golfo Almte. Montt, verano 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 35
Posición y hora de boyas derivadoras a 4 y 8 m en ubicado en Estero Worsley. Derivador 5

fecha	**DERIVADOR 4M**		**DERIVADOR 8M**		*fecha*	**DERIVADOR 4M**		**DERIVADOR 8M**	
	latitud	***longitud***	***latitud***	***longitud***		***latitud***	***longitud***	***latitud***	***longitud***
12-02-2013 16:00	-51.778	-72.980	-51.775	-72.981	13-02-2013 14:00	-51.849	-72.823	-51.809	-72.925
12-02-2013 17:00	-51.780	-72.985	-51.772	-72.985	13-02-2013 15:00	-51.852	-72.826	-51.804	-72.925
12-02-2013 18:00	-51.780	-72.989	-51.771	-72.988	13-02-2013 16:00	-51.852	-72.827	-51.807	-72.922
12-02-2013 19:00	-51.781	-72.992	-51.769	-72.991	13-02-2013 17:00	-51.854	-72.828	-51.807	-72.913
12-02-2013 20:00	-51.781	-72.994	-51.766	-72.995	13-02-2013 18:00	-51.856	-72.828	-51.812	-72.915
12-02-2013 21:00	-51.782	-72.994	-51.765	-72.998	13-02-2013 19:00	-51.858	-72.826	-51.813	-72.911
12-02-2013 22:00	-51.786	-72.993	-51.766	-72.996	13-02-2013 20:00	-51.859	-72.824	-51.815	-72.908
12-02-2013 23:00	-51.791	-72.993	-51.768	-72.993	13-02-2013 21:00	-51.861	-72.824	-51.817	-72.900
13-02-2013 0:00	-51.791	-72.993	-51.771	-72.993	13-02-2013 22:00	-51.863	-72.823	-51.819	-72.890
13-02-2013 1:00	-51.792	-72.989	-51.774	-72.988	13-02-2013 23:00			-51.820	-72.882
13-02-2013 2:00	-51.794	-72.983	-51.778	-72.983	14-02-2013 0:00			-51.822	-72.876
13-02-2013 3:00	-51.801	-72.967	-51.780	-72.975	14-02-2013 1:00			-51.824	-72.869
13-02-2013 4:00	-51.811	-72.951	-51.782	-72.970	14-02-2013 2:00			-51.826	-72.859
13-02-2013 5:00	-51.814	-72.938	-51.787	-72.966	14-02-2013 3:00			-51.826	-72.848
13-02-2013 6:00	-51.815	-72.924	-51.790	-72.962	14-02-2013 4:00			-51.826	-72.835
13-02-2013 7:00	-51.817	-72.910	-51.793	-72.962	14-02-2013 5:00			-51.823	-72.820
13-02-2013 8:00	-51.822	-72.892	-51.794	-72.960	14-02-2013 6:00			-51.820	-72.807
13-02-2013 9:00	-51.827	-72.871	-51.796	-72.961	14-02-2013 7:00			-51.818	-72.801
13-02-2013 10:00	-51.834	-72.852	-51.797	-72.957	14-02-2013 8:00			-51.819	-72.796
13-02-2013 11:00	-51.841	-72.838	-51.798	-72.954	14-02-2013 9:00			-51.822	-72.788
13-02-2013 12:00	-51.843	-72.827	-51.804	-72.942	14-02-2013 10:00			-51.826	-72.777
13-02-2013 13:00	-51.845	-72.822	-51.808	-72.932	14-02-2013 11:00			-51.832	-72.769

Tabla 36
Descripción derivador observado en la capa de 4 y 8m en Estero Worsley.

	DERIVADOR OBSERVADO 8m	**DERIVADOR OBSERVADO 4m**
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	22.30	17.68
DISTANCIA NETA (Km)	15.87	14.31
TIEMPO (horas)	44	31
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	14.08	15.84

Campaña primavera 2012 Seno Skyring

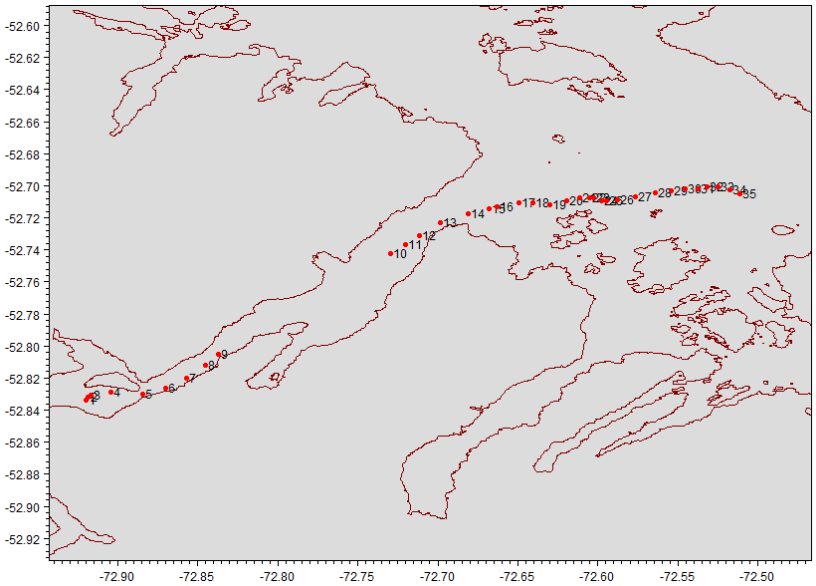


Figura 29. Trayectoria de derivador liberado en el sector de isla Chandler, Seno Skyring primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 37
Posición y hora de boyas derivadoras en Isla Chandler parte 1, Octubre 2012.

isla Chandler 1era parte		
fecha	**latitud**	**longitud**
27-10-2012 10:05	-52.8337	-72.9198
27-10-2012 11:05	-52.8321	-72.9187
27-10-2012 12:05	-52.8304	-72.9169
27-10-2012 13:05	-52.8287	-72.9044
27-10-2012 14:05	-52.8301	-72.8841
27-10-2012 15:05	-52.8261	-72.8700
27-10-2012 16:05	-52.8201	-72.8568
27-10-2012 17:05	-52.8118	-72.8451
27-10-2012 18:05	-52.8052	-72.8370

Tabla 38

Posición y hora de boyas derivadoras en Isla Chandler parte 2, Octubre 2012.

isla Chandler 2da parte		isla Chandler 2da parte	
fecha	**latitud longitud**	**fecha**	**latitud longitud**
28-10 2012 6:44	-52.7426 -72.7298	28-10-2012 19:44	-52.7078 -72.6028
28-10-2012 7:44	-52.7367 -72.7201	28-10-2012 20:44	-52.7093 -72.5975
28-10-2012 8:44	-52.7309 -72.7117	28-10-2012 21:44	-52.7095 -72.5944
28-10-2012 9:44	-52.7232 -72.6987	28-10-2012 22:44	-52.7086 -72.5880
28-10-2012 10:44	-52.7175 -72.6808	28-10-2012 23:44	-52.7066 -72.5763
28-10-2012 11:44	-52.7143 -72.6682	29-10-2012 0:44	-52.7042 -72.5641
28-10-2012 12:44	-52.7131 -72.6630	29-10-2012 1:44	-52.7031 -72.5544
28-10-2012 13:44	-52.7108 -72.6492	29-10-2012 2:44	-52.7022 -72.5457
28-10-2012 14:44	-52.7106 -72.6404	29-10-2012 3:44	-52.7016 -72.5377
28-10-2012 15:44	-52.7119 -72.6301	29-10-2012 4:44	-52.7005 -72.5317
28-10-2012 16:44	-52.7095 -72.6195	29-10-2012 5:44	-52.7007 -72.5252
28-10-2012 17:44	-52.7075 -72.6113	29-10-2012 6:44	-52.7023 -72.5175
28-10-2012 18:44	-52.7076 -72.6055	29-10-2012 7:44	-52.7049 -72.5112

Tabla 39

Descripción derivador observado en isla Chandler parte1, Octubre 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	7.48
DISTANCIA NETA (Km)	6.8279
TIEMPO (horas)	8.5
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	24.44

Tabla 40

Descripción derivador observado en isla Chandler parte 2, Octubre 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	18.01
DISTANCIA NETA (Km)	16.17
TIEMPO (horas)	27.6
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	18.13

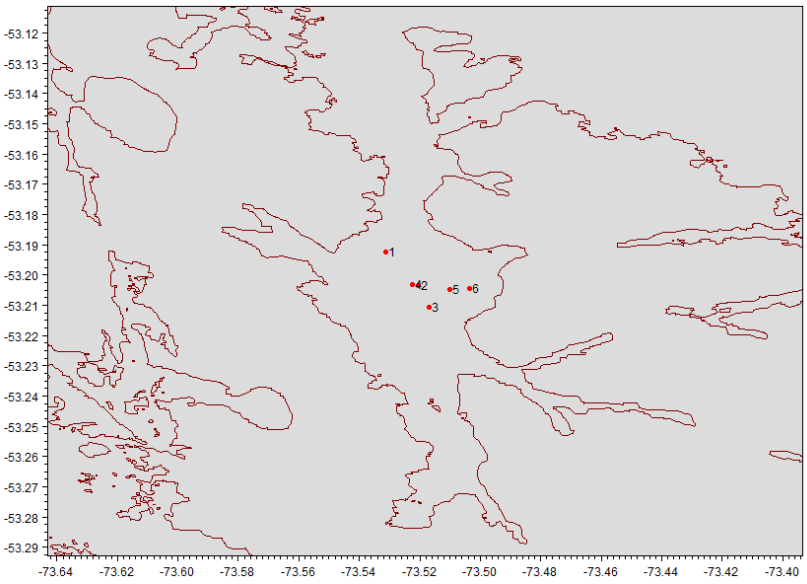


Figura 30. Trayectoria de derivador liberado en el sector de estero Córdova, Seno Skyring, primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 41
Posición y hora de boyas derivadoras en estero Córdova, Octubre 2012.

hora	latitud	longitud
22-10-2012 18:00	-53.1925	-73.5311
22-10-2012 19:00	-53.2033	-73.5205
22-10-2012 20:00	-53.2105	-73.5169
22-10-2012 21:00	-53.203	-73.5226
22-10-2012 22:00	-53.2049	-73.5102
22-10-2012 23:00	-53.2045	-73.5035

Tabla 42
Descripción derivador observado en estero Córdova.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	4.57
DISTANCIA NETA(Km)	4.41
TIEMPO (horas)	5.25
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	24.18

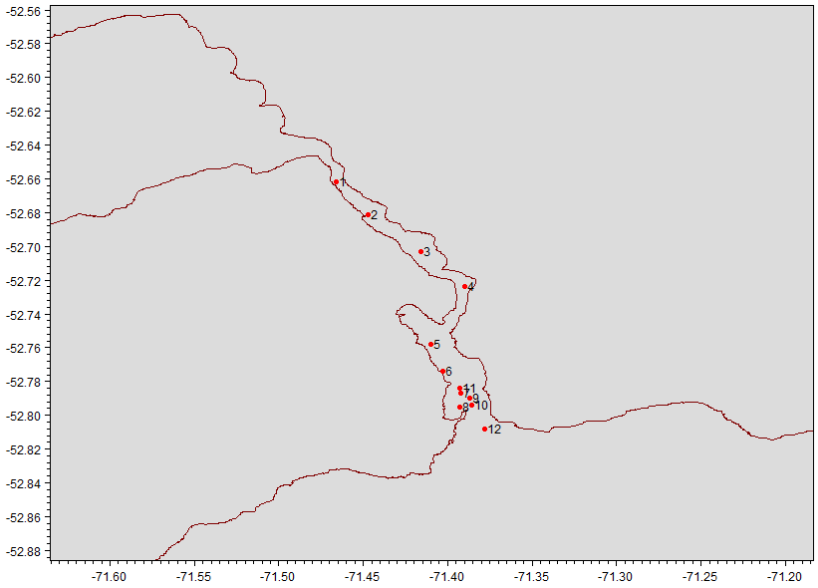


Figura 31. Trayectoria de derivador liberado en el sector canal Fitz Roy, Seno Skyring, primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 43
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Fitz Roy, Noviembre 2012.

fecha	*latitud*	*longitud*
01-11-2012 11:00	-52.662	-71.466
01-11-2012 12:00	-52.681	-71.447
01-11-2012 13:00	-52.703	-71.416
01-11-2012 14:00	-52.724	-71.390
01-11-2012 15:00	-52.758	-71.410
01-11-2012 16:00	-52.774	-71.403
01-11-2012 17:00	-52.787	-71.392
01-11-2012 18:00	-52.795	-71.393
01-11-2012 19:00	-52.790	-71.387
01-11-2012 20:00	-52.794	-71.386
01-11-2012 21:00	-52.784	-71.393
01-11-2012 22:00	-52.808	-71.378

Tabla 44
Descripción derivador observado en canal Fitz Roy, Noviembre 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	27.79
DISTANCIA NETA (Km)	17.8
TIEMPO (horas)	11.3
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	68.31

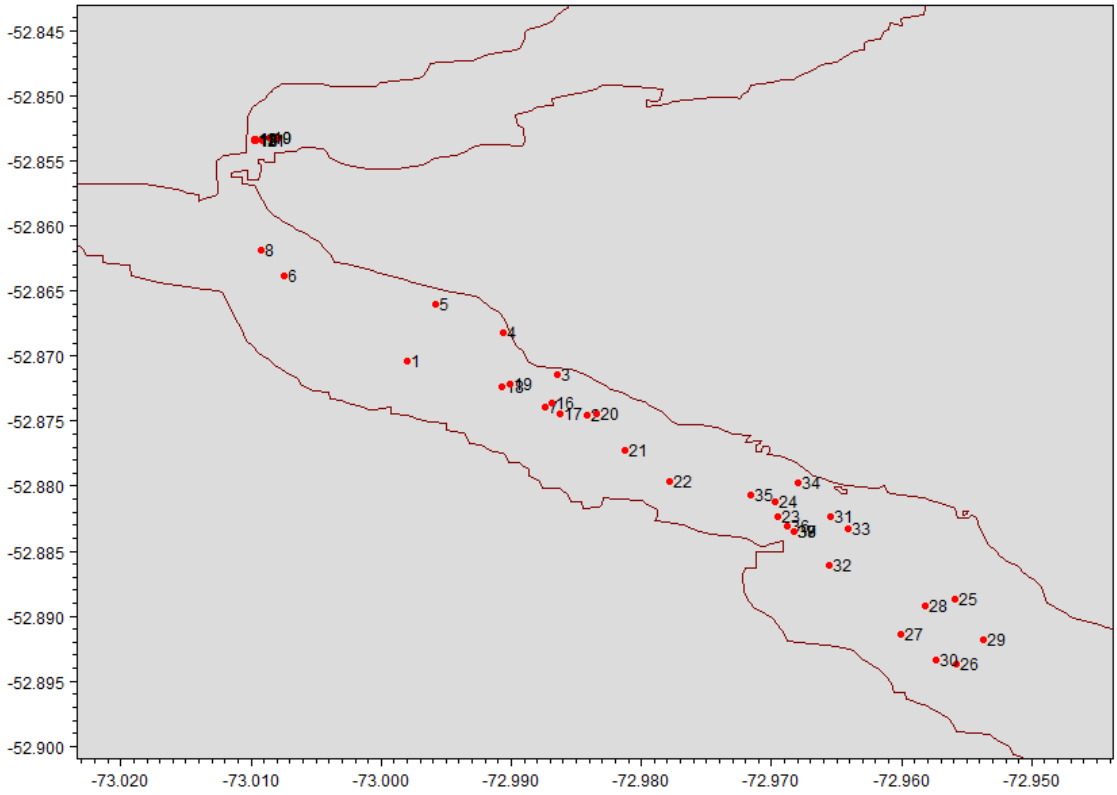


Figura 32. Trayectoria de derivador liberado en el sector de canal Gajardo, Seno Skyring, primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 45
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Gajardo, Octubre 2012

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
25-10-2012 18:00	-52.870	-72.998	26-10-2012 14:00	-52.877	-72.981
25-10-2012 19:00	-52.875	-72.984	26-10-2012 15:00	-52.880	-72.978
25-10-2012 20:00	-52.871	-72.987	26-10-2012 16:00	-52.882	-72.970
25-10-2012 21:00	-52.868	-72.991	26-10-2012 17:00	-52.881	-72.970
25-10-2012 22:00	-52.866	-72.996	26-10-2012 18:00	-52.889	-72.956
25-10-2012 23:00	-52.864	-73.008	26-10-2012 19:00	-52.894	-72.956
26-10-2012 0:00	-52.874	-72.987	26-10-2012 20:00	-52.891	-72.960
26-10-2012 1:00	-52.862	-73.009	26-10-2012 21:00	-52.889	-72.958
26-10-2012 2:00	-52.853	-73.008	26-10-2012 22:00	-52.892	-72.954
26-10-2012 3:00	-52.853	-73.009	26-10-2012 23:00	-52.893	-72.957
26-10-2012 4:00	-52.854	-73.009	27-10-2012 0:00	-52.882	-72.966
26-10-2012 5:00	-52.854	-73.010	27-10-2012 1:00	-52.886	-72.966
26-10-2012 6:00	-52.853	-73.010	27-10-2012 2:00	-52.883	-72.964
26-10-2012 7:00	-52.853	-73.010	27-10-2012 3:00	-52.880	-72.968
26-10-2012 8:00	-52.854	-73.010	27-10-2012 4:00	-52.881	-72.972
26-10-2012 9:00	-52.874	-72.987	27-10-2012 5:00	-52.883	-72.969
26-10-2012 10:00	-52.874	-72.986	27-10-2012 6:00	-52.884	-72.968
26-10-2012 11:00	-52.872	-72.991	27-10-2012 7:00	-52.884	-72.968
26-10-2012 12:00	-52.872	-72.990	27-10-2012 8:00	-52.884	-72.968
26-10-2012 13:00	-52.875	-72.984			

Tabla 46
Descripción derivador observado en canal Gajardo

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	22.26
DISTANCIA NETA(Km)	2.395
TIEMPO (horas)	38.08
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	16.24

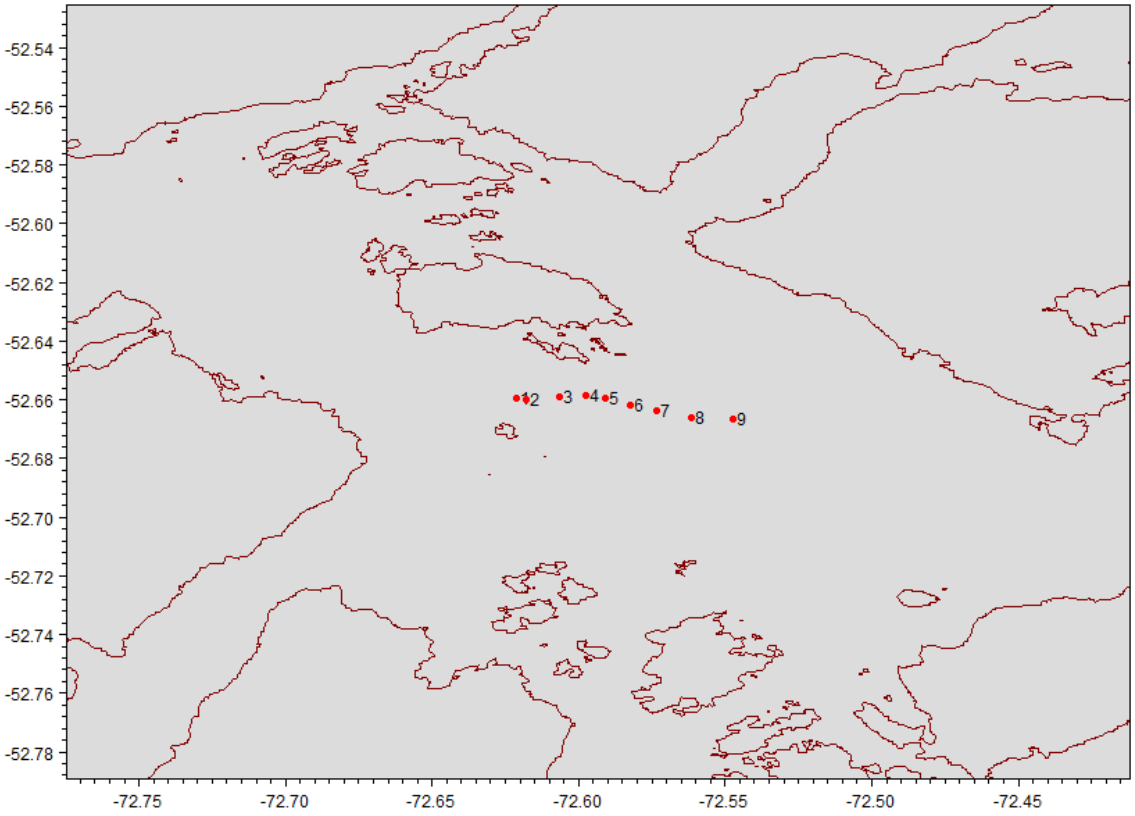


Figura 33. Trayectoria de derivador liberado en el sector de isla Larga, Seno Skyring, primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 47
Posición y hora de boyas derivadoras en Isla Larga, Octubre 2012

fecha	latitud	longitud
29-10-2012 7:00	-52.660	-72.621
29-10-2012 8:00	-52.660	-72.618
29-10-2012 9:00	-52.659	-72.606
29-10-2012 10:00	-52.659	-72.597
29-10-2012 11:00	-52.660	-72.591
29-10-2012 12:00	-52.662	-72.583
29-10-2012 13:00	-52.664	-72.573
29-10-2012 14:00	-52.666	-72.561
29-10-2012 15:00	-52.667	-72.547

Tabla 48
Descripción derivador observado en isla Larga, Octubre 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	6.70
DISTANCIA NETA (Km)	5.68
TIEMPO (horas)	9.68
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	19.23

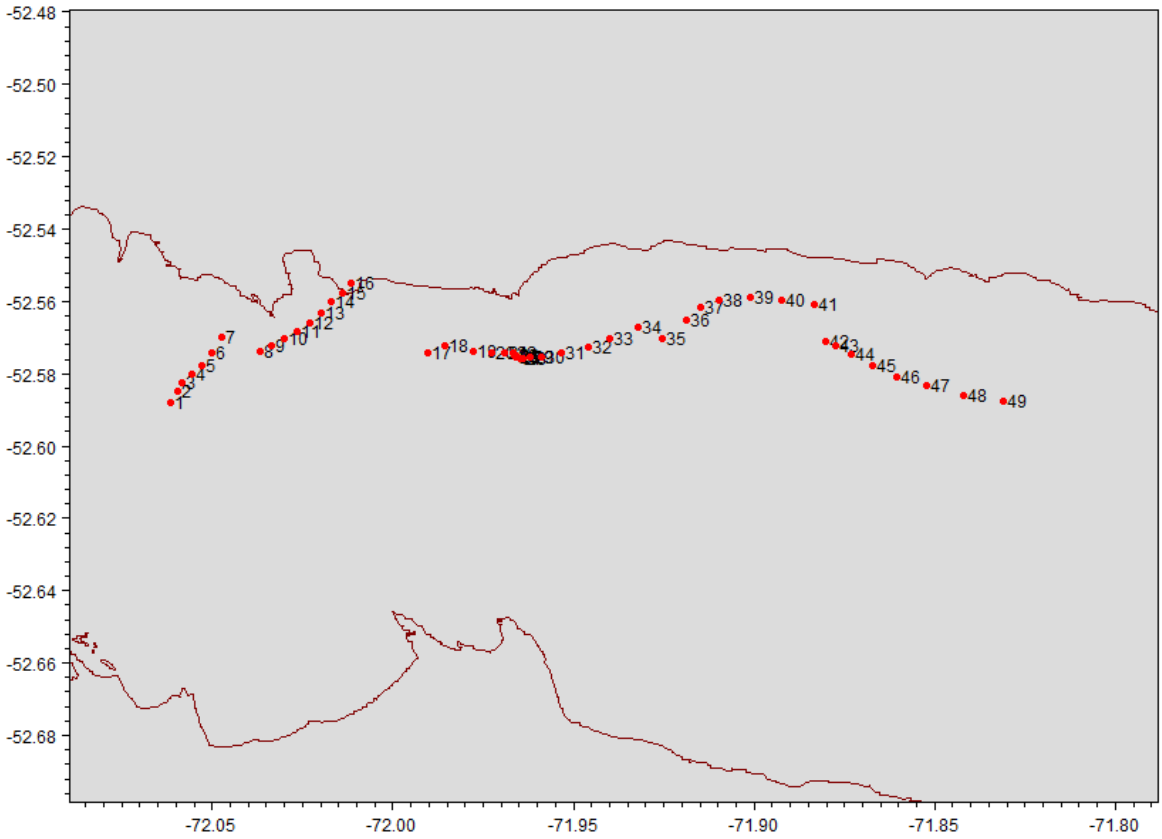


Figura 34. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Rocallosa, Seno Skyring, primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 49
Posición y hora de boyas derivadoras en Rocallosa, Octubre 2012

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
30-10-2012 7:30	-52.588	-72.062	31-10-2012 7:30	-52.576	-71.966
30-10-2012 8:30	-52.585	-72.060	31-10-2012 8:30	-52.575	-71.966
30-10-2012 9:30	-52.583	-72.058	31-10-2012 9:30	-52.576	-71.965
30-10-2012 10:30	-52.580	-72.056	31-10-2012 10:30	-52.576	-71.964
30-10-2012 11:30	-52.578	-72.053	31-10-2012 11:30	-52.576	-71.962
30-10-2012 12:30	-52.574	-72.050	31-10-2012 12:30	-52.575	-71.959
30-10-2012 13:30	-52.570	-72.047	31-10-2012 13:30	-52.574	-71.953
30-10-2012 14:30	-52.574	-72.037	31-10-2012 14:30	-52.573	-71.946
30-10-2012 15:30	-52.572	-72.034	31-10-2012 15:30	-52.570	-71.940
30-10-2012 16:30	-52.570	-72.030	31-10-2012 16:30	-52.567	-71.932
30-10-2012 17:30	-52.568	-72.027	31-10-2012 17:30	-52.570	-71.925
30-10-2012 18:30	-52.566	-72.023	31-10-2012 18:30	-52.565	-71.919
30-10-2012 19:30	-52.563	-72.020	31-10-2012 19:30	-52.562	-71.915
30-10-2012 20:30	-52.560	-72.017	31-10-2012 20:30	-52.560	-71.910
30-10-2012 21:30	-52.558	-72.014	31-10-2012 21:30	-52.559	-71.901
30-10-2012 22:30	-52.555	-72.011	31-10-2012 22:30	-52.560	-71.892
30-10-2012 23:30	-52.574	-71.990	31-10-2012 23:30	-52.561	-71.884
31-10-2012 0:30	-52.572	-71.986	01-11-2012 0:30	-52.571	-71.880
31-10-2012 1:30	-52.574	-71.978	01-11-2012 1:30	-52.572	-71.878
31-10-2012 2:30	-52.574	-71.973	01-11-2012 2:30	-52.575	-71.873
31-10-2012 3:30	-52.574	-71.969	01-11-2012 3:30	-52.578	-71.867
31-10-2012 4:30	-52.574	-71.967	01-11-2012 4:30	-52.581	-71.861
31-10-2012 5:30	-52.575	-71.966	01-11-2012 5:30	-52.583	-71.852
31-10-2012 6:30	-52.575	-71.966	01-11-2012 6:30	-52.586	-71.842
			01-11-2012 7:30	-52.588	-71.831

Tabla 50
Descripción derivador observado en punta Rocallosa, Octubre 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	16.24
DISTANCIA NETA(Km)	14.46
TIEMPO (horas)	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.40

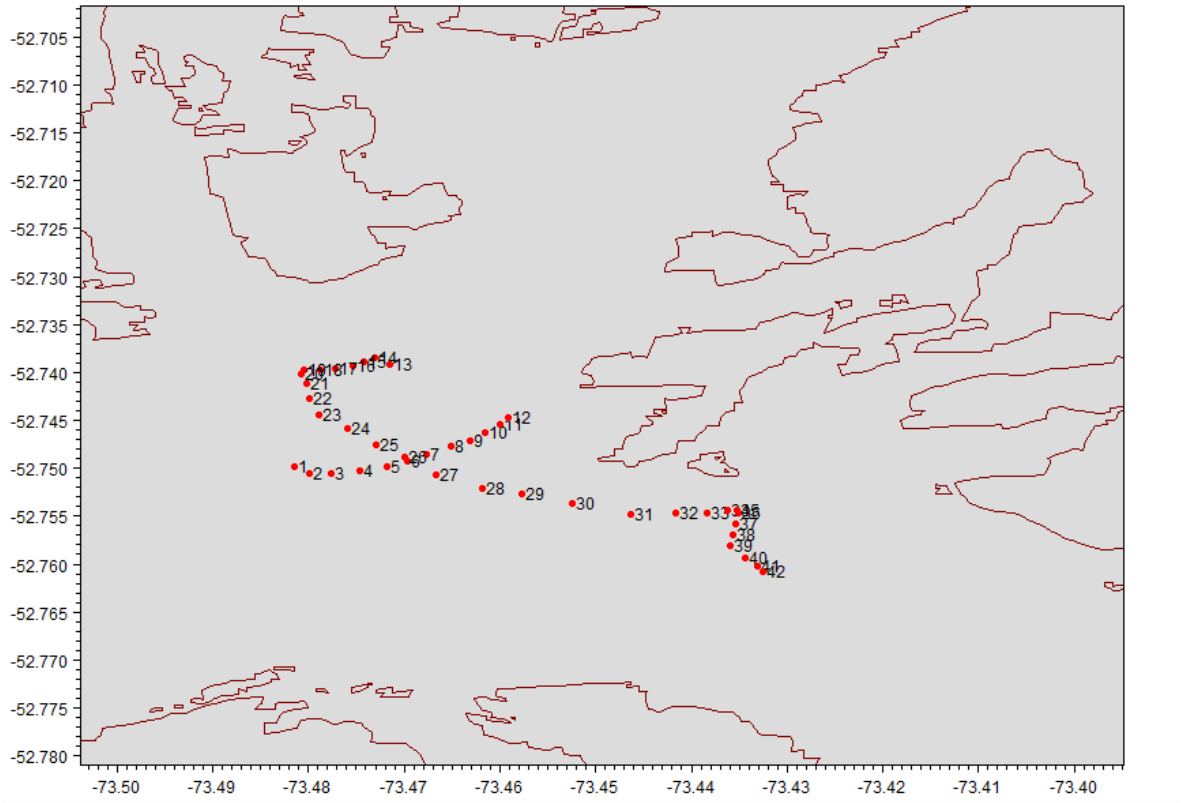


Figura 35. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Bahía Beaufort, Seno Skyring, primavera 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 51
Posición y hora de boyas derivadoras en bahía Beaufort, Octubre 2012.

hora	latitud	longitud	hora	latitud	longitud
20-10-2012 16:00	-52.7499	-73.4815	21-10-2012 13:00	-52.7427	-73.4799
20-10-2012 17:00	-52.7505	-73.4799	21-10-2012 14:00	-52.7444	-73.4789
20-10-2012 18:00	-52.7506	-73.4776	21-10-2012 15:00	-52.7458	-73.4759
20-10-2012 19:00	-52.7503	-73.4746	21-10-2012 16:00	-52.7476	-73.4730
20-10-2012 20:00	-52.7499	-73.4718	21-10-2012 17:00	-52.7489	-73.4700
20-10-2012 21:00	-52.7492	-73.4696	21-10-2012 18:00	-52.7507	-73.4666
20-10-2012 22:00	-52.7485	-73.4676	21-10-2012 19:00	-52.7521	-73.4619
20-10-2012 23:00	-52.7477	-73.4651	21-10-2012 20:00	-52.7527	-73.4577
21-10-2012 0:00	-52.7471	-73.4631	21-10-2012 21:00	-52.7537	-73.4525
21-10-2012 1:00	-52.7463	-73.4616	21-10-2012 22:00	-52.7548	-73.4464
21-10-2012 2:00	-52.7454	-73.4600	21-10-2012 23:00	-52.7547	-73.4416
21-10-2012 3:00	-52.7447	-73.4591	22-10-2012 0:00	-52.7546	-73.4383
21-10-2012 4:00	-52.7392	-73.4715	22-10-2012 1:00	-52.7544	-73.4363
21-10-2012 5:00	-52.7385	-73.4731	22-10-2012 2:00	-52.7544	-73.4352
21-10-2012 6:00	-52.7389	-73.4742	22-10-2012 3:00	-52.7546	-73.4351
21-10-2012 7:00	-52.7393	-73.4753	22-10-2012 4:00	-52.7558	-73.4354
21-10-2012 8:00	-52.7396	-73.4772	22-10-2012 5:00	-52.7570	-73.4357
21-10-2012 9:00	-52.7398	-73.4788	22-10-2012 6:00	-52.7581	-73.4360
21-10-2012 10:00	-52.7398	-73.4805	22-10-2012 7:00	-52.7594	-73.4344
21-10-2012 11:00	-52.7402	-73.4808	22-10-2012 8:00	-52.7602	-73.4331
21-10-2012 12:00	-52.7411	-73.4802	22-10-2012 9:00	-52.7608	-73.4325

Tabla 52
Descripción derivador observado en bahía Beaufort, Octubre 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO (Km)
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	7.67
DISTANCIA NETA(Km)	6.355
TIEMPO (horas)	42.31
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	5.03

Campaña verano 2012 Seno Skyring

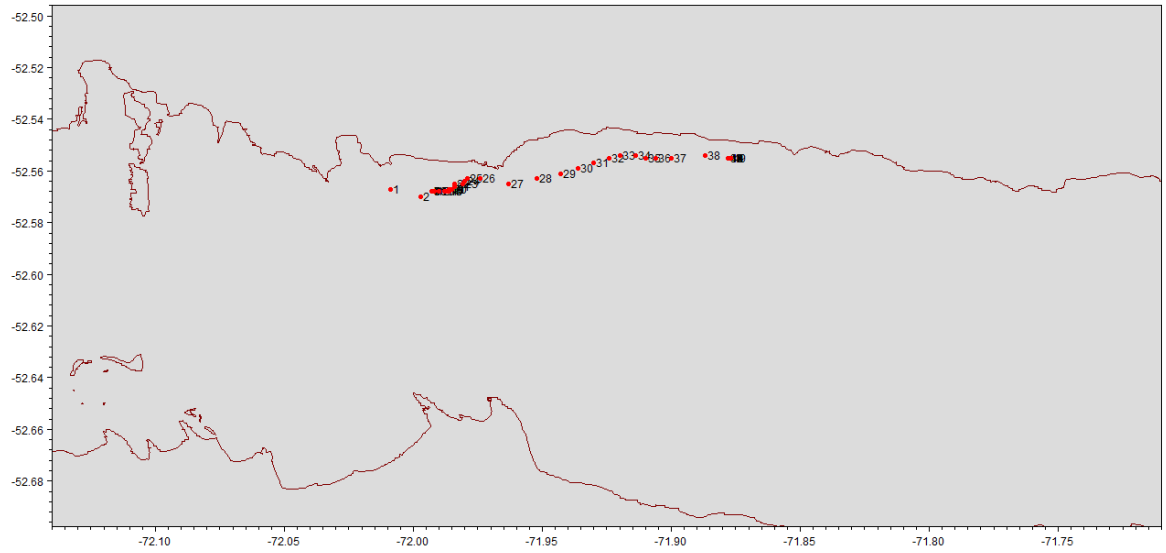


Figura 36. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Altamirano-Rocallosa, Seno Skyring, verano 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 53. Posición y hora de boyas derivadoras en Rocallosa seno Skyring, verano 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
29-02-2012 13:00	-52.567	-72.009	01-03-2012 14:00	-52.563	-71.974
29-02-2012 14:00	-52.570	-71.997	01-03-2012 15:00	-52.565	-71.963
29-02-2012 15:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 16:00	-52.563	-71.952
29-02-2012 16:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 17:00	-52.561	-71.943
29-02-2012 17:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 18:00	-52.559	-71.936
29-02-2012 18:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 19:00	-52.557	-71.930
29-02-2012 19:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 20:00	-52.555	-71.924
29-02-2012 20:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 21:00	-52.554	-71.920
29-02-2012 21:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 22:00	-52.554	-71.914
29-02-2012 22:00	-52.568	-71.993	01-03-2012 23:00	-52.555	-71.910
29-02-2012 23:00	-52.568	-71.993	02-03-2012 0:00	-52.555	-71.906
01-03-2012 0:00	-52.568	-71.992	02-03-2012 1:00	-52.555	-71.900
01-03-2012 1:00	-52.568	-71.990	02-03-2012 2:00	-52.554	-71.887
01-03-2012 2:00	-52.568	-71.988	02-03-2012 3:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 3:00	-52.568	-71.987	02-03-2012 4:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 4:00	-52.568	-71.987	02-03-2012 5:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 5:00	-52.568	-71.986	02-03-2012 6:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 6:00	-52.567	-71.986	02-03-2012 7:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 7:00	-52.567	-71.986	02-03-2012 8:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 8:00	-52.567	-71.985	02-03-2012 9:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 9:00	-52.566	-71.984	02-03-2012 10:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 10:00	-52.565	-71.984	02-03-2012 11:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 11:00	-52.565	-71.981	02-03-2012 12:00	-52.555	-71.878
01-03-2012 12:00	-52.564	-71.980	02-03-2012 13:00	-52.555	-71.877
01-03-2012 13:00	-52.563	-71.979			

Tabla 54
Descripción derivador observado en Rocallosa, Seno Skyring.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	16.14
DISTANCIA NETA (Km)	3.94
TIEMPO (horas)	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.34

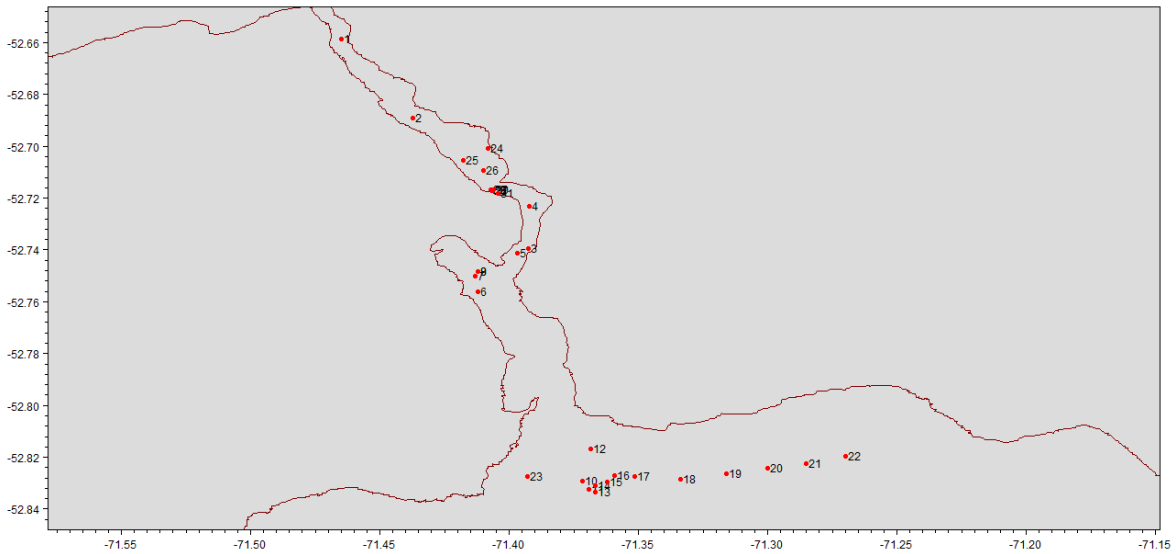


Figura 37. Trayectoria de derivador liberado en el sector de canal Fitz Roy, Seno Skyring, verano 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 55
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Fitz Roy seno Skyring, verano 2012

.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
13-03-2012 13:00	-52.659	-71.465	14-03-2012 14:30	-52.828	-71.351
13-03-2012 14:00	-52.689	-71.437	14-03-2012 15:33	-52.828	-71.334
13-03-2012 15:00	-52.739	-71.393	14-03-2012 16:35	-52.826	-71.316
13-03-2012 16:00	-52.723	-71.392	14-03-2012 17:33	-52.824	-71.300
13-03-2012 17:04	-52.741	-71.397	14-03-2012 18:30	-52.823	-71.285
13-03-2012 18:00	-52.756	-71.412	14-03-2012 19:30	-52.820	-71.270
13-03-2012 19:03	-52.750	-71.413	15-03-2012 7:10	-52.828	-71.393
13-03-2012 20:00	-52.748	-71.412	15-03-2012 8:00	-52.701	-71.408
13-03-2012 21:00	-52.748	-71.412	15-03-2012 8:08	-52.706	-71.418
14-03-2012 7:30	-52.829	-71.372	15-03-2012 9:02	-52.709	-71.410
14-03-2012 8:30	-52.833	-71.369	15-03-2012 10:08	-52.717	-71.406
14-03-2012 9:30	-52.817	-71.368	15-03-2012 11:01	-52.717	-71.407
14-03-2012 10:30	-52.833	-71.367	15-03-2012 11:02	-52.717	-71.406
14-03-2012 11:30	-52.831	-71.367	15-03-2012 12:02	-52.717	-71.407
14-03-2012 12:32	-52.829	-71.362	15-03-2012 13:02	-52.718	-71.404
14-03-2012 13:35	-52.827	-71.359			

Tabla 56
Descripción derivador observado en canal Fitz Roy, Seno Skyring, verano 2012

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	61.58
DISTANCIA NETA (Km)	7.77
TIEMPO (horas)	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	35.64

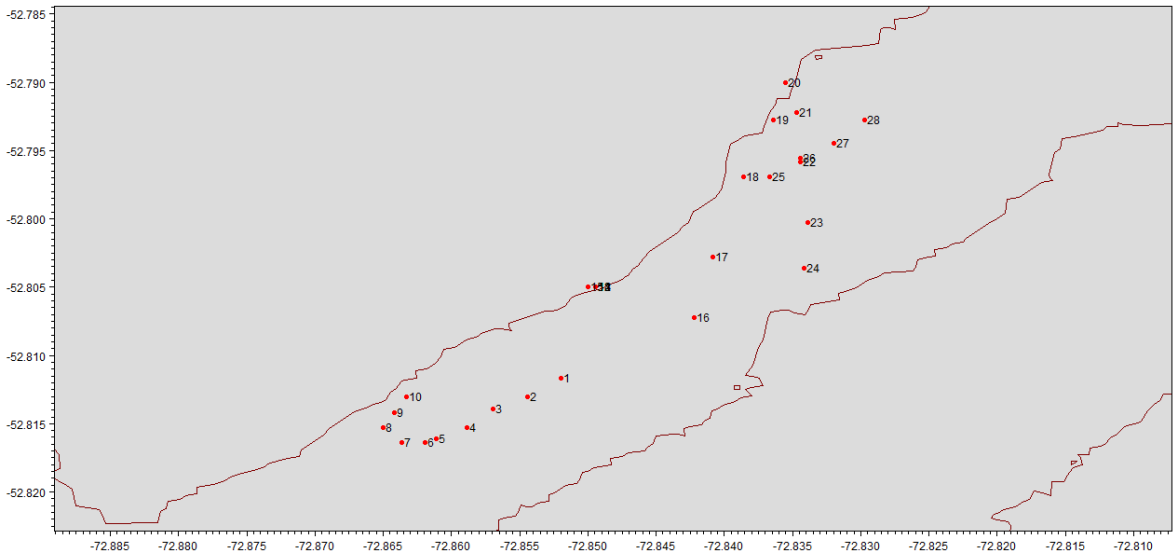


Figura 38. Trayectoria de derivador liberado en el sector de canal Gajardo, Seno Skyring, verano 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 57
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Gajardo seno Skyring, verano 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
03-03-2012 11:15	-52.812	-72.852	04-03-2012 12:00	-52.805	-72.850
03-03-2012 12:13	-52.813	-72.854	04-03-2012 12:08	-52.807	-72.842
03-03-2012 13:15	-52.814	-72.857	04-03-2012 13:00	-52.803	-72.841
03-03-2012 14:51	-52.815	-72.859	04-03-2012 14:00	-52.797	-72.839
03-03-2012 15:52	-52.816	-72.861	04-03-2012 15:00	-52.793	-72.836
03-03-2012 16:50	-52.816	-72.862	04-03-2012 16:05	-52.790	-72.836
03-03-2012 17:51	-52.816	-72.864	04-03-2012 17:00	-52.792	-72.835
03-03-2012 18:48	-52.815	-72.865	04-03-2012 18:02	-52.796	-72.834
03-03-2012 19:42	-52.814	-72.864	04-03-2012 19:05	-52.800	-72.834
03-03-2012 20:00	-52.813	-72.863	04-03-2012 20:10	-52.804	-72.834
04-03-2012 8:15	-52.805	-72.849	05-03-2012 8:34	-52.797	-72.837
04-03-2012 9:00	-52.805	-72.849	05-03-2012 9:30	-52.796	-72.834
04-03-2012 10:00	-52.805	-72.849	05-03-2012 10:30	-52.794	-72.832
04-03-2012 11:00	-52.805	-72.849	05-03-2012 11:21	-52.793	-72.830

Tabla 58
Descripción derivador observado en canal Gajardo, Seno Skyring, verano 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	8.58
DISTANCIA NETA (Km)	2.57
TIEMPO (horas)	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	4.97

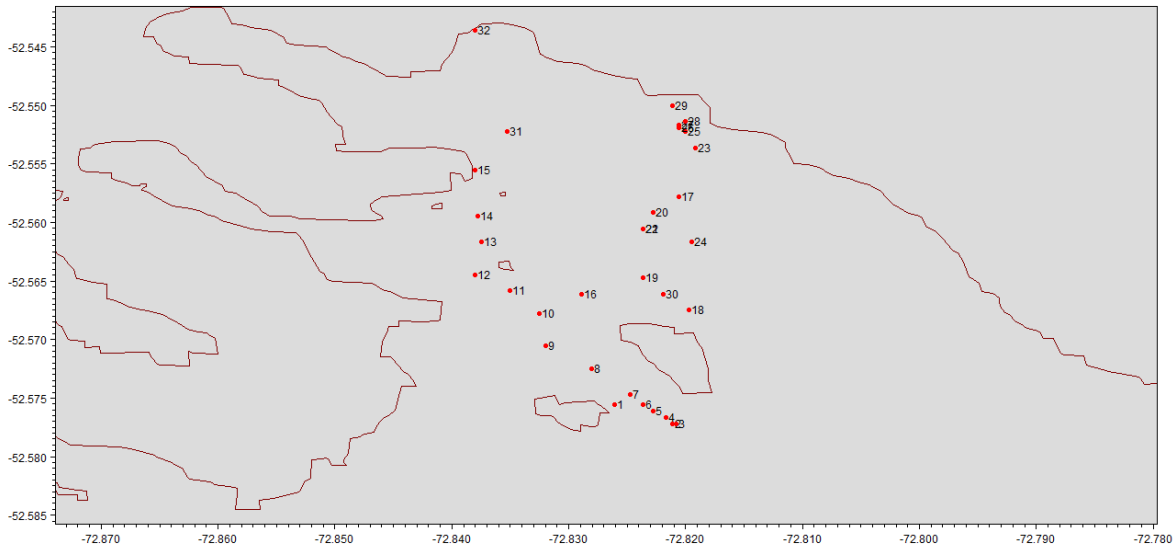


Figura 39. Trayectoria de derivador liberado en el sector de isla Larga, Seno Skyring, verano 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 59

Posición y hora de boyas derivadoras en isla Larga seno Skyring, verano 2012.

fecha	latitud	longitud	fecha	latitud	longitud
10-03-2012 8:00	-52.576	-72.826	11-03-2012 8:10	-52.558	-72.821
10-03-2012 8:58	-52.577	-72.821	11-03-2012 9:00	-52.568	-72.820
10-03-2012 10:01	-52.577	-72.821	11-03-2012 10:00	-52.565	-72.824
10-03-2012 10:59	-52.577	-72.822	11-03-2012 11:03	-52.559	-72.823
10-03-2012 11:59	-52.576	-72.823	11-03-2012 12:01	-52.561	-72.824
10-03-2012 13:01	-52.576	-72.824	11-03-2012 13:05	-52.561	-72.824
10-03-2012 14:00	-52.575	-72.825	11-03-2012 14:00	-52.554	-72.819
10-03-2012 15:03	-52.573	-72.828	11-03-2012 15:01	-52.562	-72.819
10-03-2012 16:02	-52.571	-72.832	11-03-2012 16:02	-52.552	-72.820
10-03-2012 17:07	-52.568	-72.833	11-03-2012 16:58	-52.552	-72.821
10-03-2012 18:01	-52.566	-72.835	11-03-2012 18:00	-52.552	-72.821
10-03-2012 19:03	-52.564	-72.838	11-03-2012 19:00	-52.551	-72.820
10-03-2012 20:10	-52.562	-72.838	11-03-2012 20:00	-52.550	-72.821
10-03-2012 21:00	-52.559	-72.838	11-03-2012 21:00	-52.566	-72.822
11-03-2012 6:59	-52.556	-72.838	12-03-2012 8:10	-52.544	-72.838
11-03-2012 7:15	-52.566	-72.829			

Tabla 60

Descripción derivador observado en isla Larga, Seno Skyring, verano 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	12.47
DISTANCIA NETA (Km)	3.64
TIEMPO (horas)	49.8
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	6.96

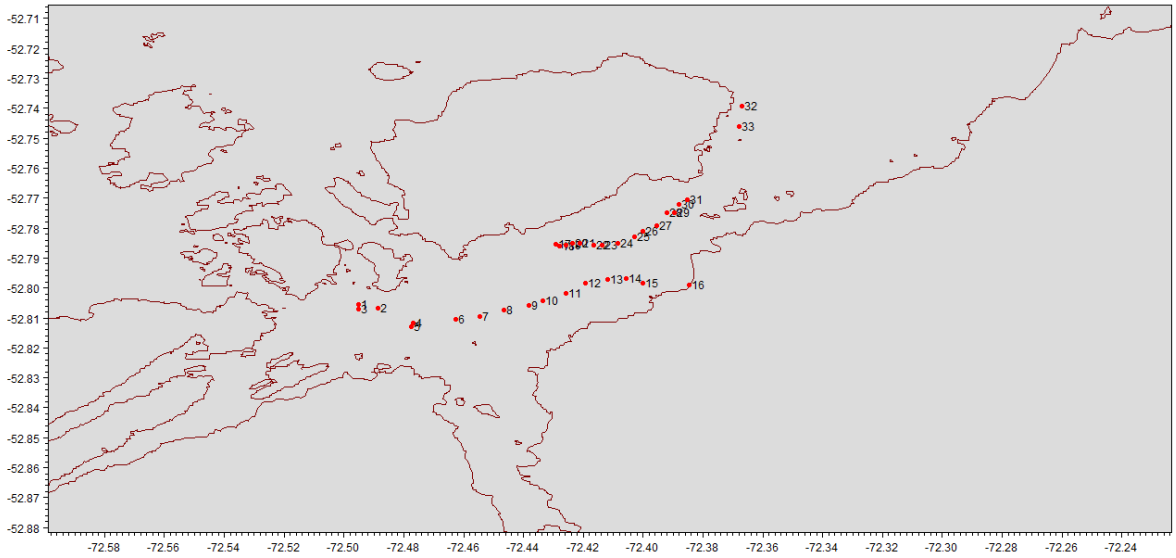


Figura 40. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Bertrand, Seno Skyring, verano 2012. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

Tabla 61
Posición y hora de boyas derivadoras en Bertrand seno Skyring, verano 2012.

fecha	Latitud	Longitud	fecha	Latitud	Longitud
07-03-2012 7:00	-52.806	-72.495	08-03-2012 8:03	-52.786	-72.428
07-03-2012 8:00	-52.807	-72.489	08-03-2012 9:01	-52.786	-72.426
07-03-2012 9:00	-52.807	-72.495	08-03-2012 10:00	-52.785	-72.424
07-03-2012 10:02	-52.812	-72.477	08-03-2012 10:58	-52.785	-72.421
07-03-2012 11:02	-52.813	-72.478	08-03-2012 12:01	-52.786	-72.416
07-03-2012 12:01	-52.811	-72.463	08-03-2012 12:59	-52.786	-72.414
07-03-2012 13:03	-52.809	-72.455	08-03-2012 14:02	-52.785	-72.408
07-03-2012 14:04	-52.808	-72.446	08-03-2012 15:02	-52.783	-72.403
07-03-2012 15:03	-52.806	-72.438	08-03-2012 16:00	-52.781	-72.400
07-03-2012 16:00	-52.804	-72.434	08-03-2012 17:00	-52.779	-72.396
07-03-2012 16:58	-52.802	-72.426	08-03-2012 18:00	-52.775	-72.392
07-03-2012 18:04	-52.798	-72.419	08-03-2012 18:59	-52.775	-72.389
07-03-2012 19:04	-52.797	-72.412	08-03-2012 20:00	-52.772	-72.388
07-03-2012 20:03	-52.797	-72.406	08-03-2012 21:00	-52.771	-72.385
07-03-2012 20:58	-52.798	-72.400	09-03-2012 7:26	-52.739	-72.367
08-03-2012 7:05	-52.799	-72.385	09-03-2012 8:50	-52.746	-72.368

Tabla 62
Descripción derivador observado en Bertrand, Seno Skyring, verano 2012.

	DERIVADOR OBSERVADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	17.19
DISTANCIA NETA (Km)	10.82
TIEMPO (horas)	49.8
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.59

Campaña Otoño 2013 Skyring.

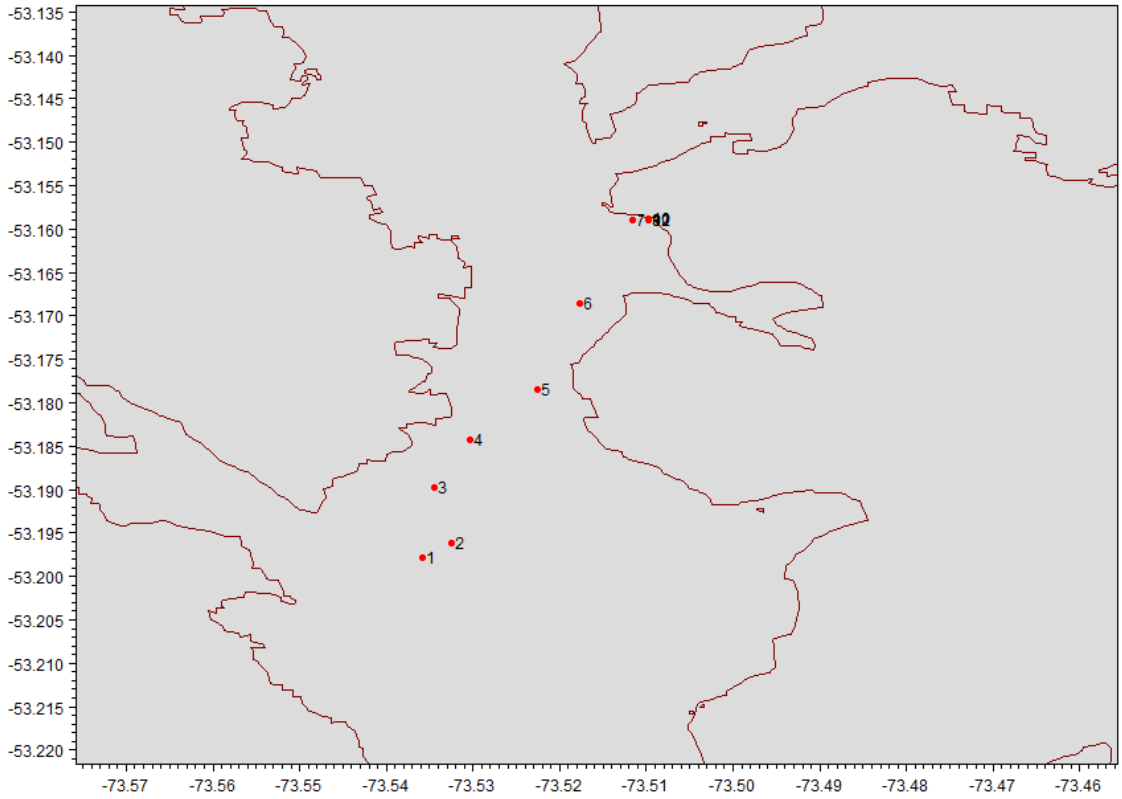


Figura 41. Trayectoria de derivador liberado en el sector de estero Córdova a 4metros en Seno Skyring, invierno 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final

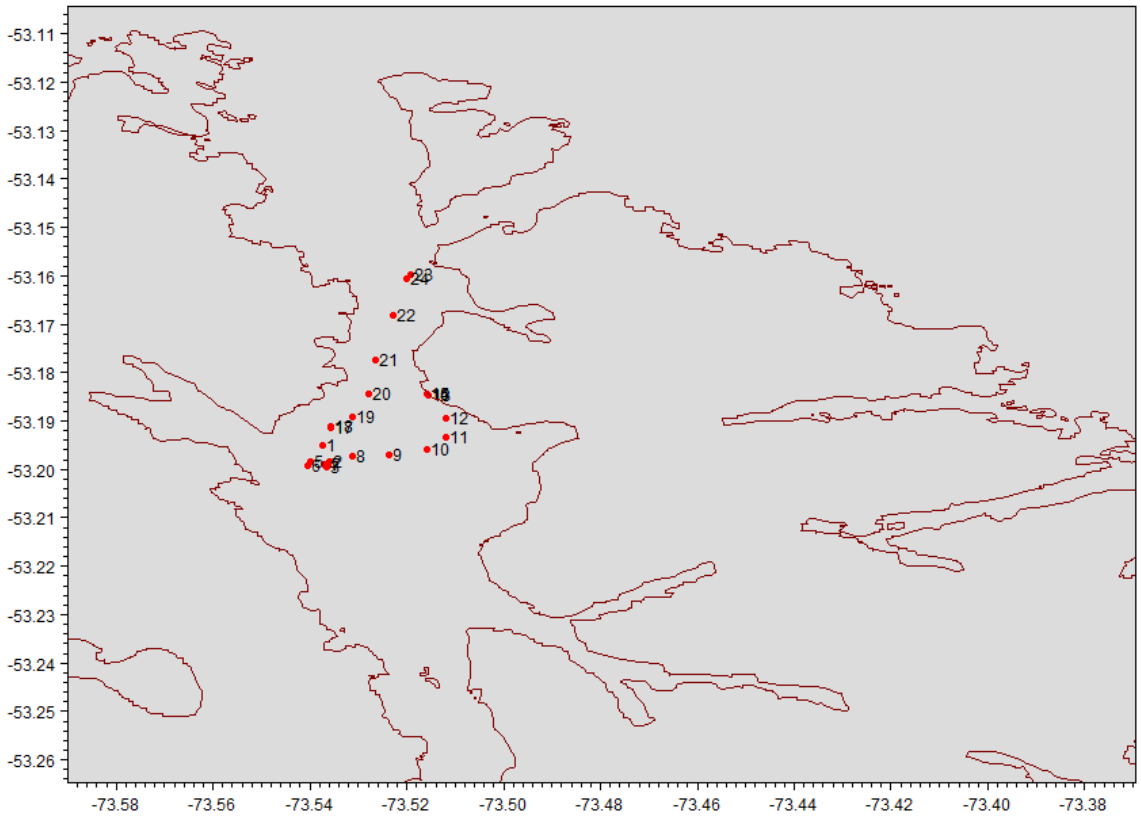


Figura 42. Trayectoria de derivador liberado en el sector de estero Córdova a 8metros en Seno Skyring, invierno 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 63
Posición y hora de boyas derivadoras en estero Córdova Seno Skyring, otoño 2013.

fecha	*DERIVADOR 4M*		*DERIVADOR 8M*	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*
11-05-2013 19:00	-53.1979	-73.5359	-53.1951	-73.5375
11-05-2013 20:00	-53.1961	-73.5325	-53.1984	-73.5361
11-05-2013 21:00	-53.1897	-73.5344	-53.1994	-73.5364
11-05-2013 22:00	-53.1842	-73.5303	-53.1989	-73.5371
11-05-2013 23:00	-53.1784	-73.5225	-53.1983	-73.5399
12-05-2013 0:00	-53.1686	-73.5177	-53.1992	-73.5405
12-05-2013 1:00	-53.159	-73.5116	-53.1989	-73.5363
12-05-2013 2:00	-53.1589	-73.5098	-53.1974	-73.5311
12-05-2013 3:00	-53.1589	-73.5098	-53.197	-73.5238
12-05-2013 4:00	-53.1588	-73.5098	-53.1958	-73.5157
12-05-2013 5:00	-53.1588	-73.5098	-53.1933	-73.5118
12-05-2013 6:00			-53.1893	-73.512
12-05-2013 7:00			-53.1846	-73.5156
12-05-2013 8:00			-53.1845	-73.5158
12-05-2013 9:00			-53.1844	-73.5158
12-05-2013 10:00			-53.1844	-73.5158
12-05-2013 11:00			-53.1915	-73.5358
12-05-2013 12:00			-53.191	-73.5357
12-05-2013 13:00			-53.1891	-73.5313
12-05-2013 14:00			-53.1845	-73.5279
12-05-2013 15:00			-53.1775	-73.5264
12-05-2013 16:00			-53.1683	-73.5228
12-05-2013 17:00			-53.1599	-73.5191
12-05-2013 18:00			-53.1607	-73.5201

Tabla 64
Descripción derivador observado en estero Córdova, Seno Skyring, otoño 2013.

	DERIVADOR OBSERVADO 4m	**DERIVADOR OBSERVADO 8m**
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	4.94	9.45
DISTANCIA NETA (Km)	4.6801	3.99
TIEMPO (horas)	10	23
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	13.73	11.41

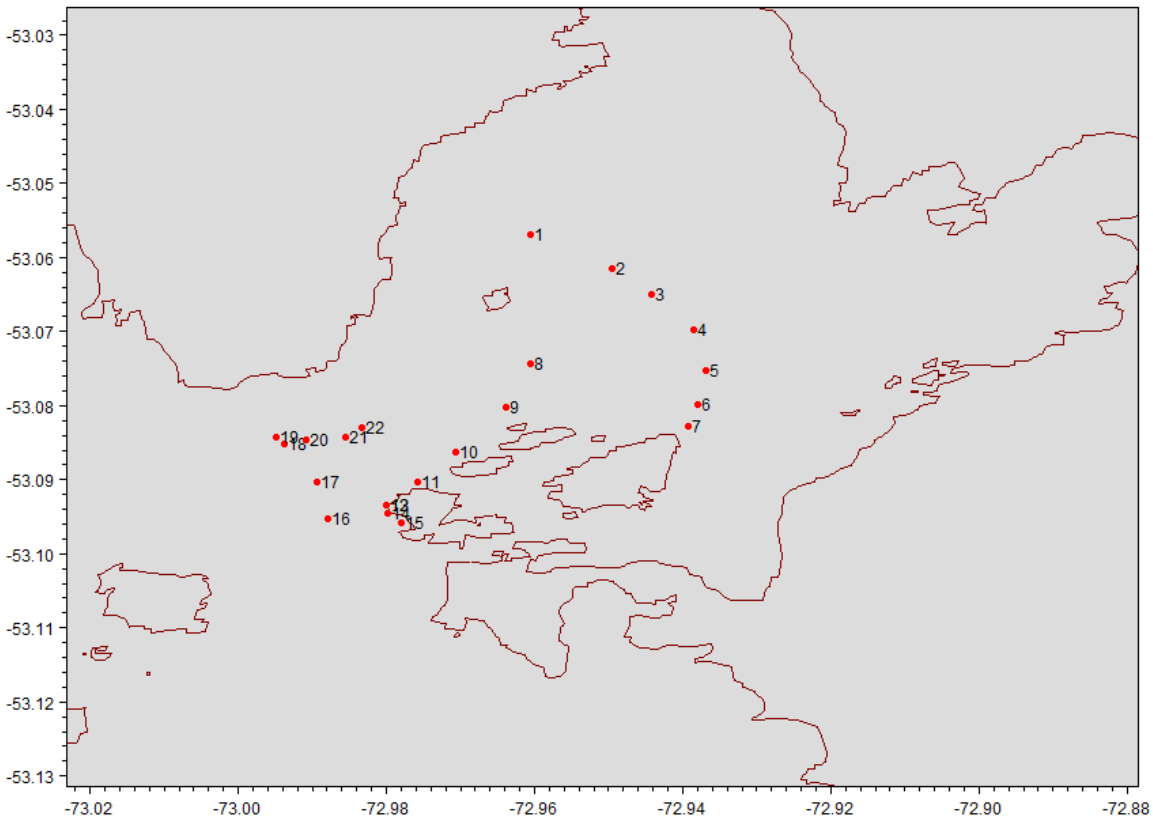


Figura 43. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Golfo Xaultegua a 4metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

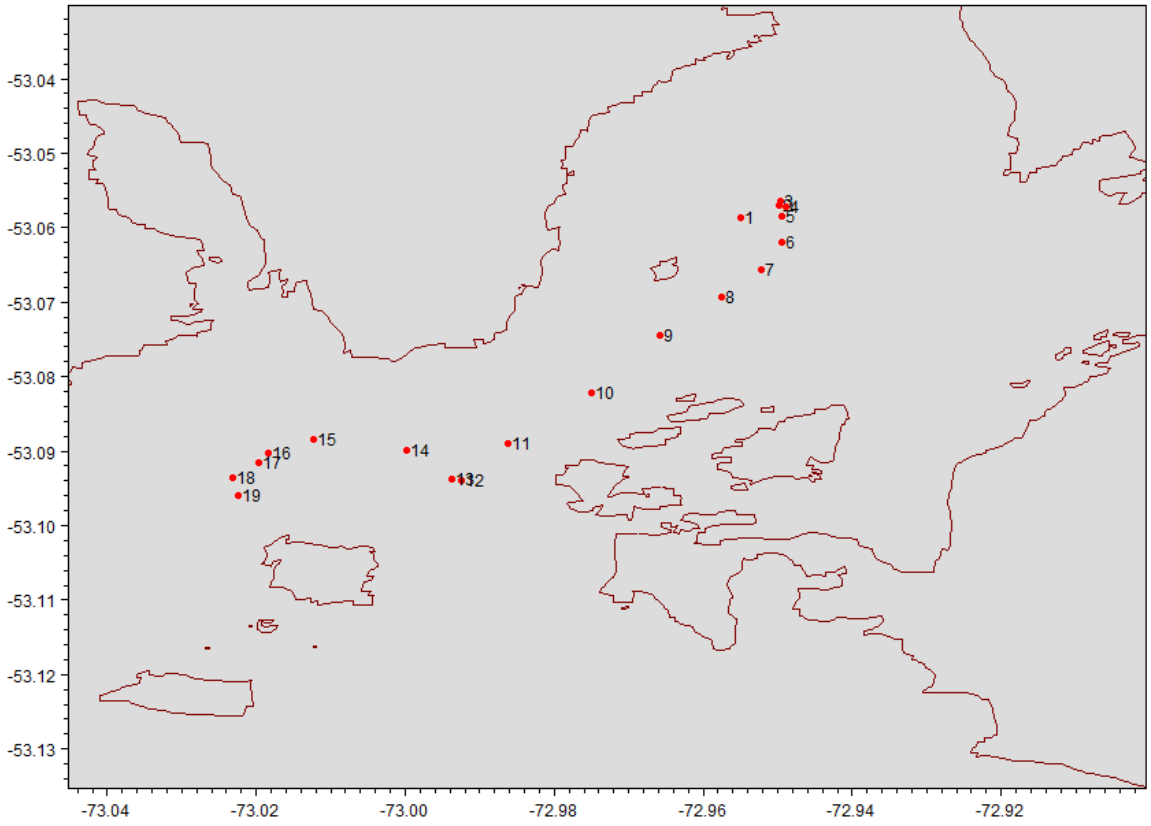


Figura 44. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Golfo Xaultegua a 8metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 65
Posición y hora de boyas derivadoras en Xaultegua Seno Skyring, otoño 2013.

fecha	*DERIVADOR 4M*		*DERIVADOR 8M*	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*
10-05-2013 16:00	-53.0569	-72.9605	-53.0586	-72.9549
10-05-2013 17:00	-53.0614	-72.9495	-53.057	-72.9498
10-05-2013 18:00	-53.065	-72.9443	-53.0565	-72.9496
10-05-2013 19:00	-53.0697	-72.9386	-53.0571	-72.9489
10-05-2013 20:00	-53.0753	-72.9368	-53.0584	-72.9495
10-05-2013 21:00	-53.0799	-72.9379	-53.0619	-72.9495
10-05-2013 22:00	-53.0827	-72.9392	-53.0656	-72.9522
10-05-2013 23:00	-53.0744	-72.9606	-53.0693	-72.9576
11-05-2013 0:00	-53.0803	-72.9639	-53.0744	-72.9658
11-05-2013 1:00	-53.0862	-72.9707	-53.0822	-72.975
11-05-2013 2:00	-53.0903	-72.9758	-53.089	-72.9863
11-05-2013 3:00	-53.0934	-72.9801	-53.0939	-72.9924
11-05-2013 4:00	-53.0934	-72.9801	-53.0937	-72.9937
11-05-2013 5:00	-53.0945	-72.9799	-53.0899	-72.9999
11-05-2013 6:00	-53.0959	-72.9779	-53.0885	-73.0124
11-05-2013 7:00	-53.0953	-72.9879	-53.0902	-73.0183
11-05-2013 8:00	-53.0904	-72.9894	-53.0915	-73.0196
11-05-2013 9:00	-53.0852	-72.9937	-53.0935	-73.0231
11-05-2013 10:00	-53.0842	-72.9949	-53.096	-73.0225
11-05-2013 11:00	-53.0847	-72.9909		
11-05-2013 12:00	-53.0842	-72.9856		
11-05-2013 13:00	-53.083	-72.9834		

Tabla 66
Descripción derivador observado a 4 y 8m en Xaultegua, Seno Skyring, otoño 2013.

	DERIVADOR OBSERVADO 4m	**DERIVADOR OBSERVADO 8m**
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	8.99	8.39
DISTANCIA NETA (Km)	7.25	6.13
TIEMPO (horas)	21	18
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	11.89	12.95

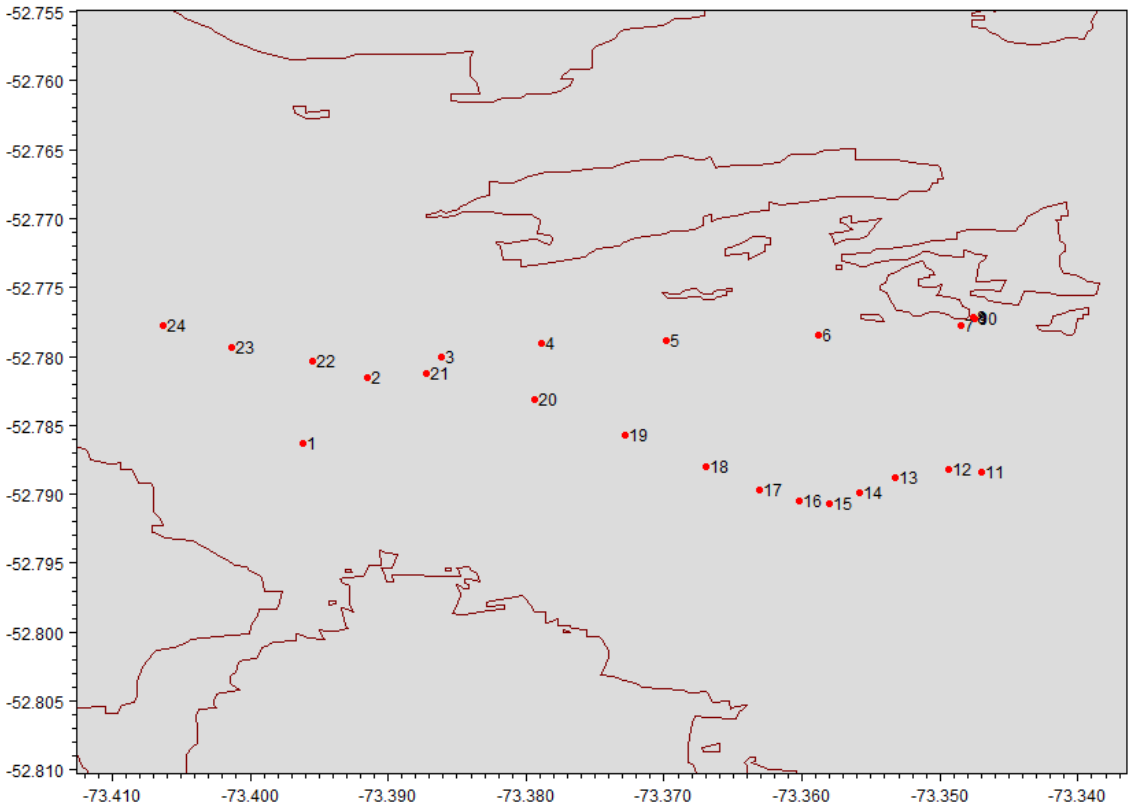


Figura 45. Trayectoria de derivador liberado en el sector de bahía Beaufort a 4metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

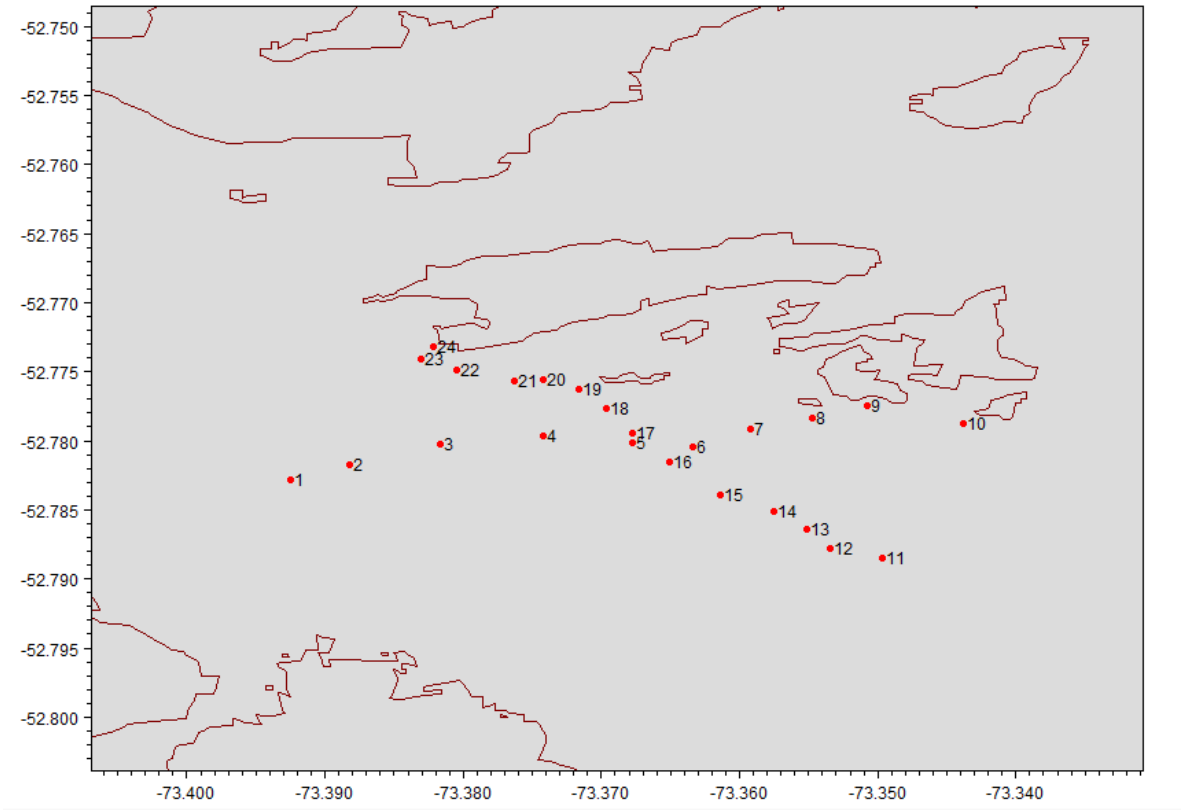


Figura 46. Trayectoria de derivador liberado en el sector de bahía Beaufort a 8metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 67

Posición y hora de boyas derivadoras en bahía Beaufort Seno Skyring, otoño 2013.

fecha	*DERIVADOR 4M*		*DERIVADOR 8M*	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*
14-05-2013 13:00	-52.7863	-73.3962	-52.7828	-73.3925
14-05-2013 14:00	-52.7815	-73.3915	-52.7817	-73.3882
14-05-2013 15:00	-52.78	-73.3861	-52.7802	-73.3817
14-05-2013 16:00	-52.7791	-73.3789	-52.7796	-73.3742
14-05-2013 17:00	-52.7789	-73.3698	-52.7801	-73.3678
14-05-2013 18:00	-52.7785	-73.3588	-52.7804	-73.3634
14-05-2013 19:00	-52.7778	-73.3485	-52.7792	-73.3592
14-05-2013 20:00	-52.7772	-73.3476	-52.7784	-73.3547
14-05-2013 21:00	-52.7773	-73.3475	-52.7775	-73.3508
14-05-2013 22:00	-52.7773	-73.3475	-52.7788	-73.3438
14-05-2013 23:00	-52.7884	-73.347	-52.7885	-73.3497
15-05-2013 0:00	-52.7882	-73.3494	-52.7878	-73.3534
15-05-2013 1:00	-52.7888	-73.3533	-52.7864	-73.3551
15-05-2013 2:00	-52.7899	-73.3558	-52.7851	-73.3575
15-05-2013 3:00	-52.7907	-73.358	-52.7839	-73.3614
15-05-2013 4:00	-52.7905	-73.3602	-52.7815	-73.3651
15-05-2013 5:00	-52.7897	-73.3631	-52.7794	-73.3678
15-05-2013 6:00	-52.788	-73.367	-52.7777	-73.3696
15-05-2013 7:00	-52.7857	-73.3728	-52.7763	-73.3716
15-05-2013 8:00	-52.7831	-73.3794	-52.7756	-73.3742
15-05-2013 9:00	-52.7812	-73.3872	-52.7757	-73.3763
15-05-2013 10:00	-52.7803	-73.3955	-52.7749	-73.3805
15-05-2013 11:00	-52.7794	-73.4013	-52.7741	-73.3831
15-05-2013 12:00	-52.7778	-73.4063	-52.7732	-73.3822

Tabla 68

Descripción derivador observado a 4 y 8m en bahía Beaufort, Seno Skyring, otoño 2013.

	DERIVADOR OBSERVADO 4m	**DERIVADOR OBSERVADO 8m**
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	8.07	6.41
DISTANCIA NETA (Km)	1.16	1.27
TIEMPO (horas)	23	23
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.75	7.74

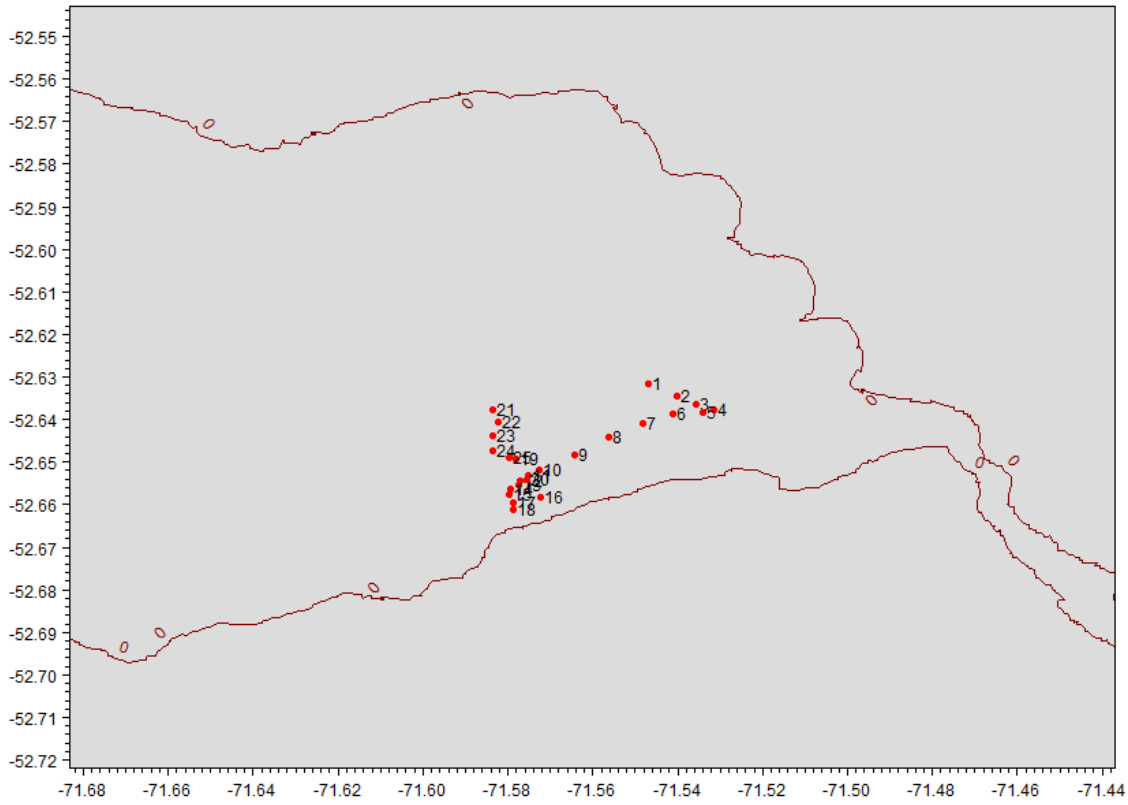


Figura 47. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Fitzroy a 4metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

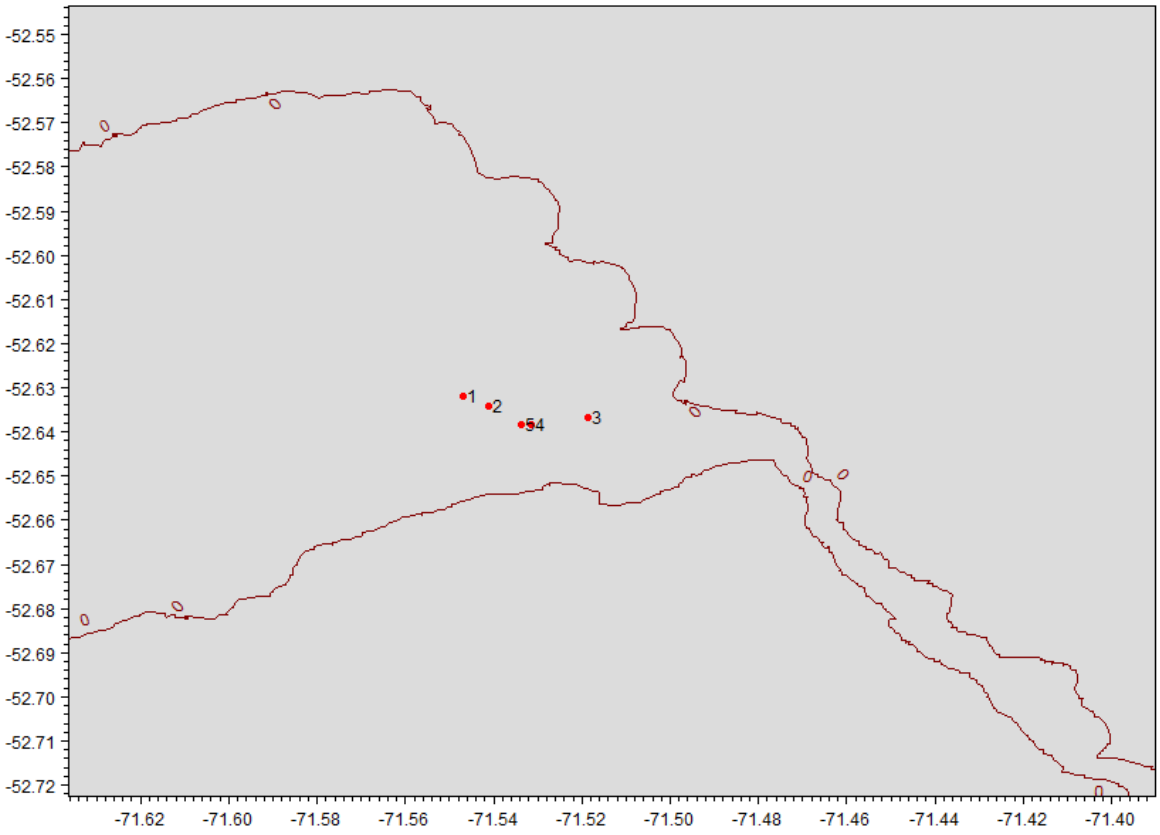


Figura 48. Trayectoria de derivador liberado en el sector de Fitzroy a 8metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 69
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Fitzroy Seno Skyring, otoño 2013.

fecha	*DERIVADOR 4M*		*DERIVADOR 8M*	
	latitud	*longitud*	*latitud*	*longitud*
14-05-2013 16:00	-52.6317	-71.547	-52.6318	-71.547
14-05-2013 17:00	-52.6345	-71.5403	-52.6343	-71.541
14-05-2013 18:00	-52.6363	-71.5357	-52.6368	-71.5188
14-05-2013 19:00	-52.6378	-71.5315	-52.6382	-71.5315
14-05-2013 20:00	-52.6383	-71.534	-52.6383	-71.5338
14-05-2013 21:00	-52.6388	-71.541		
14-05-2013 22:00	-52.6408	-71.5483		
14-05-2013 23:00	-52.644	-71.5563		
15-05-2013 0:00	-52.6482	-71.5643		
15-05-2013 1:00	-52.6517	-71.5725		
15-05-2013 2:00	-52.6532	-71.5752		
15-05-2013 3:00	-52.6545	-71.577		
15-05-2013 4:00	-52.6553	-71.5775		
15-05-2013 5:00	-52.6563	-71.5793		
15-05-2013 6:00	-52.6575	-71.5797		
15-05-2013 7:00	-52.6582	-71.5723		
15-05-2013 8:00	-52.6597	-71.5787		
15-05-2013 9:00	-52.661	-71.5788		
15-05-2013 10:00	-52.6493	-71.578		
15-05-2013 11:00	-52.6542	-71.5755		
15-05-2013 12:00	-52.6377	-71.5837		
15-05-2013 13:00	-52.6407	-71.5822		
15-05-2013 14:00	-52.6437	-71.5835		
15-05-2013 15:00	-52.6473	-71.5837		
15-05-2013 16:00	-52.6488	-71.5798		

Tabla 70
Descripción derivador observado a 4 y 8m en canal Fitzroy, Seno Skyring, otoño 2013.

	DERIVADOR OBSERVADO 4m	**DERIVADOR OBSERVADO 8m**
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	11.59	3.39
DISTANCIA NETA (Km)	2.92	1.01
TIEMPO (horas)	24	4
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	13.41	23.54

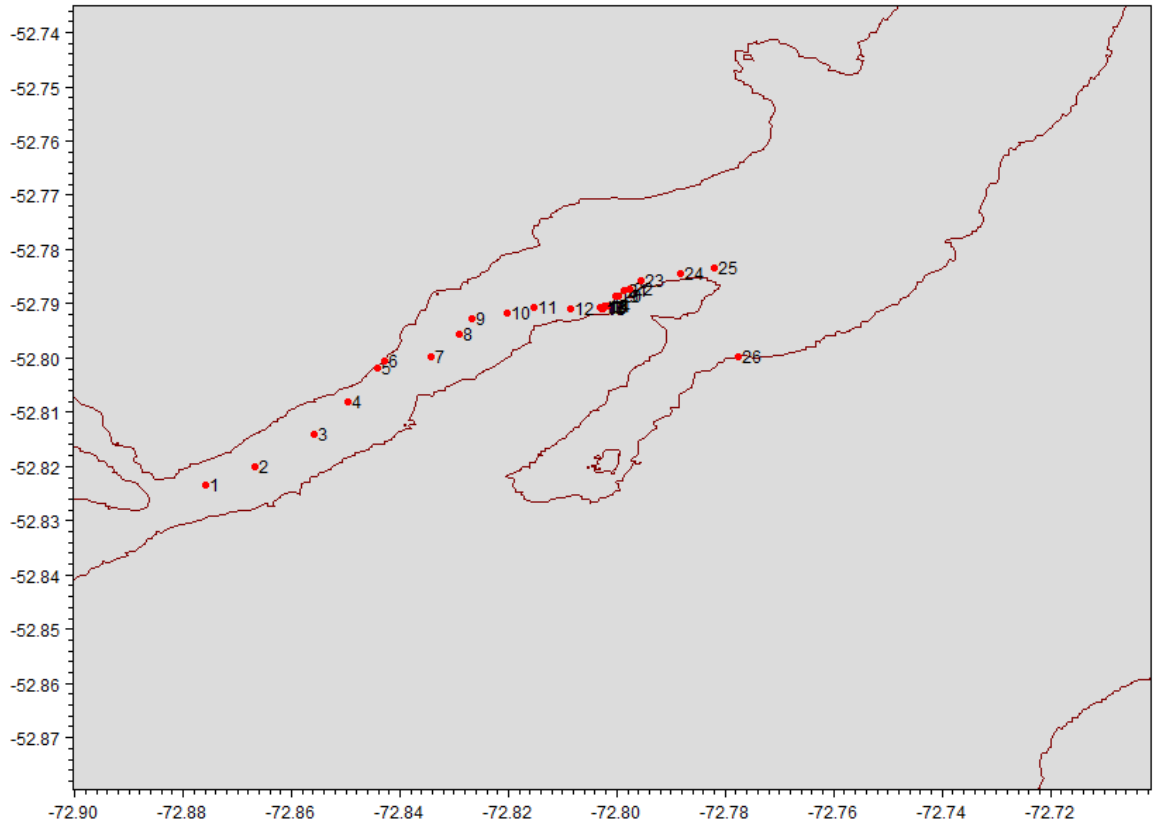


Figura 49. Trayectoria de derivador liberado en el sector de canal Gajardo estero Engaño a 4metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 71
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Gajardo estero Engaño, Seno Skyring, otoño 2013.

fecha	***DERIVADOR 4M***	
	latitud	***longitud***
06-05-2013 11:00	-52.8233	-72.876
06-05-2013 12:00	-52.8202	-72.8668
06-05-2013 13:00	-52.8142	-72.8558
06-05-2013 14:00	-52.808	-72.8497
06-05-2013 15:00	-52.8018	-72.8442
06-05-2013 16:00	-52.8007	-72.8428
06-05-2013 17:00	-52.7997	-72.8342
06-05-2013 18:00	-52.7955	-72.829
06-05-2013 19:00	-52.7928	-72.8267
06-05-2013 20:00	-52.7917	-72.8202
06-05-2013 21:00	-52.7907	-72.8153
06-05-2013 22:00	-52.7908	-72.8085
06-05-2013 23:00	-52.7907	-72.8032
07-05-2013 0:00	-52.7905	-72.8017
07-05-2013 1:00	-52.7907	-72.8023
07-05-2013 2:00	-52.791	-72.8025
07-05-2013 3:00	-52.791	-72.8028
07-05-2013 4:00	-52.7905	-72.8023
07-05-2013 5:00	-52.7887	-72.8003
07-05-2013 6:00	-52.7885	-72.7997
07-05-2013 7:00	-52.7877	-72.7987
07-05-2013 8:00	-52.7872	-72.7975
07-05-2013 9:00	-52.7858	-72.7955
07-05-2013 10:00	-52.7845	-72.7883
07-05-2013 11:00	-52.7833	-72.782
07-05-2013 12:00	-52.7998	-72.7777

Tabla 72
Descripción derivador observado a 4m en canal Gajardo estero Engaño, Seno Skyring, otoño 2013.

	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	10.35
DISTANCIA NETA (Km)	7.1
TIEMPO (horas)	25
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	11.50

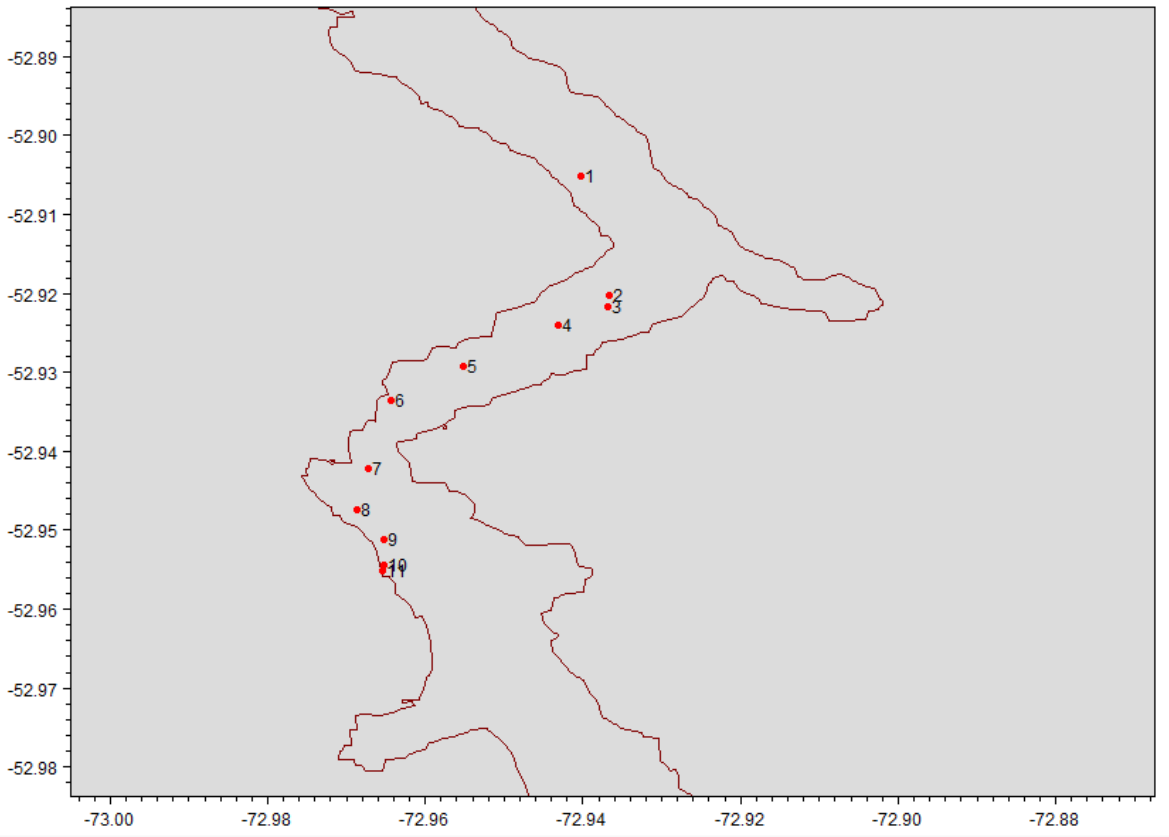


Figura 50. Trayectoria de derivador liberado en el sector de canal Gajardo punta Ward a 4metros en Seno Skyring, otoño 2013. Los números de menor a mayor indican las posiciones desde el inicio al final.

Tabla 73
Posición y hora de boyas derivadoras en canal Gajardo punta Ward, Seno Skyring, otoño 2013.

fecha	*DERIVADOR 4M*	
	latitud	*longitud*
08-05-2013 17:00	-52.9051	-72.9403
08-05-2013 18:00	-52.9203	-72.9366
08-05-2013 19:00	-52.9217	-72.9369
08-05-2013 20:00	-52.9240	-72.9432
08-05-2013 21:00	-52.9293	-72.9552
08-05-2013 22:00	-52.9336	-72.9644
08-05-2013 23:00	-52.9421	-72.9673
09-05-2013 0:00	-52.9474	-72.9686
09-05-2013 1:00	-52.9512	-72.9653
09-05-2013 2:00	-52.9544	-72.9652
09-05-2013 3:00	-52.9551	-72.9655

Tabla 74
Descripción derivador observado a 4m en canal Gajardo punta Ward, Seno Skyring, otoño 2013.

	DERIVADOR OBSERVADO 4m
DISTANCIA RECORRIDA (Km)	6.60
DISTANCIA NETA (Km)	5.8
TIEMPO (horas)	10
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	18.33

A N E X O V

Caudales de Magallanes y data CIMAR fiordo 2 y 3.

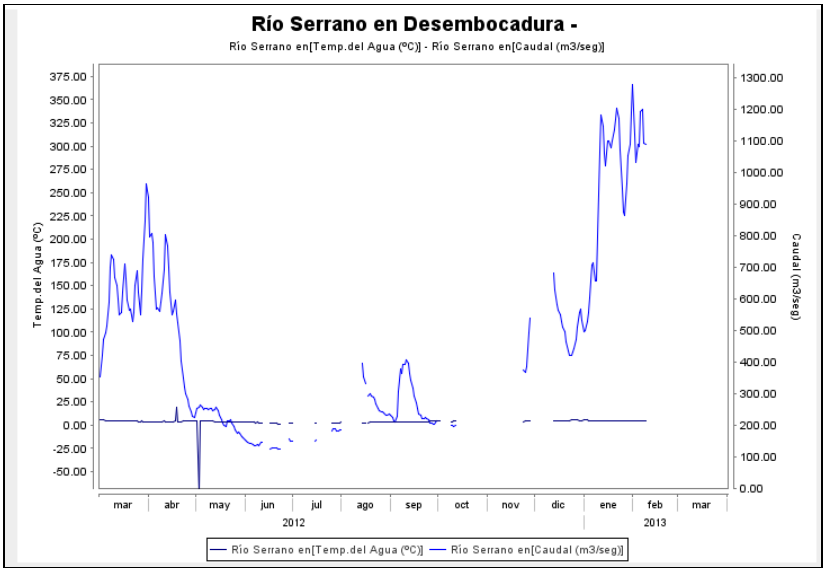


Figura 1. Caudal y temperatura del agua de rio Serrano en desembocadura próxima al seno Última Esperanza

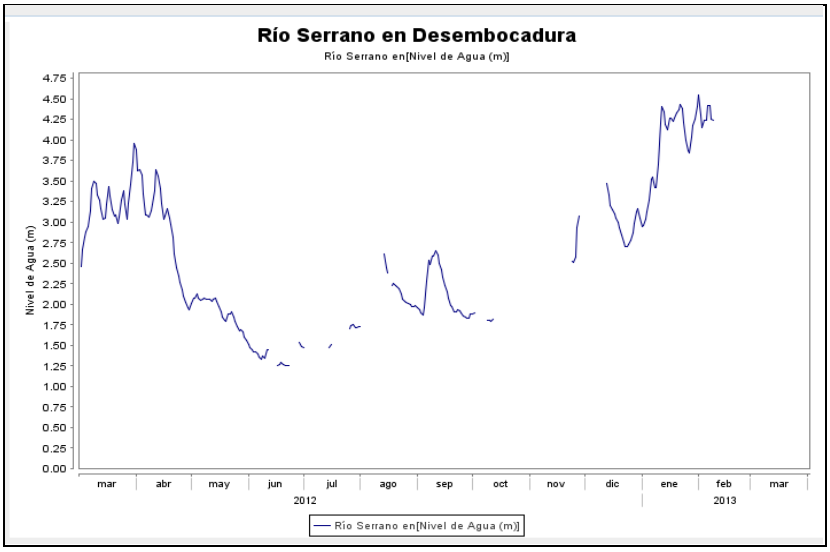


Figura 2. Nivel del agua de rio Serrano en desembocadura próxima al seno Última Esperanza.

Estación N° 051, Cimar Fiordo 2 27/10/1996

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	Densidad (Sigma-t)
0	8.480	13.404	10.317
5	7.859	14.174	10.981
10	6.861	17.898	13.993
15	6.728	19.414	15.196

Estación N° 053, Cimar Fiordo 2 27/10/1996

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	Densidad (Sigma-t)
0	8.606	15.495	11.935
5	7.161	16.951	13.222
10	6.752	18.175	14.221
15	6.697	19.794	15.498
20	6.708	21.195	16.597

Estación N° 054, Cimar Fiordo 2 27/10/1996

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	Densidad (Sigma-t)
0	8.540	16.454	12.690
5	7.702	17.246	13.399
10	7.035	19.202	15.000
15	6.895	19.858	15.528
20	6.827	20.767	16.249
25	6.737	21.458	16.800
30	6.714	21.600	16.914

Estación N° 055, Cimar Fiordo 2 27/10/1996

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	Densidad (Sigma-t)
0	7.543	17.225	13.399
5	7.095	17.894	13.968
10	6.746	18.828	14.734
15	6.983	19.417	15.173
20	7.085	20.216	15.790
25	7.192	21.217	16.564
30	7.194	21.299	16.628
50	7.160	22.610	17.660
75	7.128	23.490	18.354
100	6.972	24.056	18.815
125	6.957	24.614	19.255
150	6.954	24.759	19.369
200	6.953	24.851	19.442
250	6.953	24.901	19.481

Estación N° 056, Cimar Fiordo 2 30/10/1996

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	Densidad (Sigma-t)
0	7.719	22.385	17.420
5	7.808	22.985	17.879
10	7.859	23.480	18.260
15	8.109	23.958	18.604
20	8.118	24.447	18.985
25	8.094	25.421	19.751
30	8.284	27.301	21.197
50	8.804	31.563	24.458
75	8.872	31.916	24.724
100	8.896	32.027	24.807

Estación N° 056, Cimar Fiordo 2 30/10/1996

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	Densidad (Sigma-t)
0	7.719	22.385	17.420
5	7.808	22.985	17.879
10	7.859	23.480	18.260
15	8.109	23.958	18.604
20	8.118	24.447	18.985
25	8.094	25.421	19.751
30	8.284	27.301	21.197
50	8.804	31.563	24.458
75	8.872	31.916	24.724
100	8.896	32.027	24.807

Figura 3. Resumen del crucero CIMAR 2 correspondientes a las estaciones localizadas entre canal Unión y canal Señoret.

Número de Estación	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Densidad (Kg/m³)
21	2	5.905	28.043	22.071
	5	5.906	28.042	22.070
	10	5.904	28.043	22.071
	24	5.823	28.277	22.265
	50	6.532	29.540	23.179
	75	7.574	30.246	23.601
	100	7.653	30.360	23.680
	200	7.907	30.572	23.812
22	2	6.117	27.780	21.840
	5	6.110	27.789	21.848
	10	6.083	27.871	21.916
	24	6.052	28.879	22.714
	50	6.898	29.855	23.382
	75	7.170	30.111	23.548
	100	7.348	30.234	23.622
	200	7.782	30.466	23.746
	300	7.890	30.550	23.797
	500	8.014	30.649	23.857
23	2	6.021	27.665	21.760
	5	6.036	27.654	21.750
	10	6.012	27.673	21.768
	24	5.895	28.229	22.219
	50	7.179	29.979	23.443
	75	7.423	30.202	23.587
	100	7.567	30.290	23.637
25	2	6.000	28.223	22.203
	5	6.018	28.244	22.217
	10	6.023	28.275	22.241
	24	5.933	28.340	22.302
	50	6.643	29.561	23.182
	75	7.327	30.137	23.548
	100	7.439	30.257	23.628
	140	7.714	30.415	23.715
26	2	6.107	28.783	22.632
	5	6.116	28.804	22.648
	10	6.314	29.096	22.855
	24	6.558	29.242	22.941
	50	7.246	30.025	23.471
	75	7.293	30.095	23.520
	100	7.421	30.253	23.627
	200	7.491	30.343	23.689
	300	7.521	30.394	23.725

Figura 4. Resumen del crucero CIMAR 3 correspondientes a las estaciones localizadas dentro del Seno Otway.

A N E X O VI

Prospecciones exploratorias realizadas
en las proximidades de isla Rennell.

Prospecciones exploratorias realizadas en las proximidades de isla Rennell

Medición de parámetros hidrográficos

Se realizó un crucero exploratorio en las cercanías de Rennell (lugar donde serán determinadas las prospecciones de nuevas áreas), específicamente en los canales Smtyth, Cluter y Viel, donde fueron realizadas algunas estaciones de CTD-O midiendo parámetros hidrográficos como salinidad, temperatura y oxígeno disuelto (**figura 1**). A continuación se detallan los resultados preliminares de estos resultados:

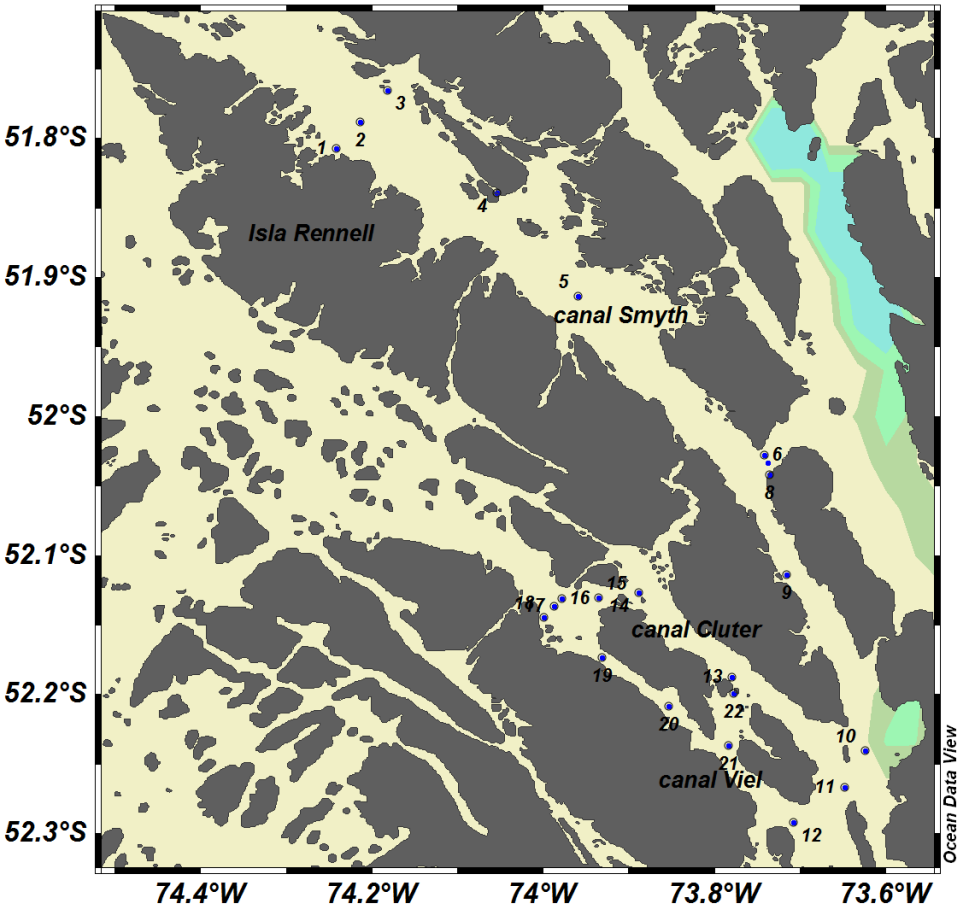


Figura 1. Estaciones de CTD-O, realizadas en las proximidades de Isla Rennell, como estudio exploratorio.

La salinidad estuvo entre rangos de 21,08 psu y máximos de 33,25 psu con una valor medio de 31,74 psu ± 2,63. Los registros salinos tanto en el canal Smiyth como en el canal Viel, presentan rangos y patrones similares, así los menores valores salinidad se presentaron en superficie (≈21psu), desde la superficie y hasta los 25m la salinidad experimenta un abrupto aumento para alcanzar valores de 30 psu. A partir de los 50m y hasta los 200m la salinidad sigue aumentando de manera discreta, para formar un segundo estrato con valores de 33 psu. De esta manera tanto en el canal Smyth como Viel, se observó una marcada haloclina (**figura 2**).

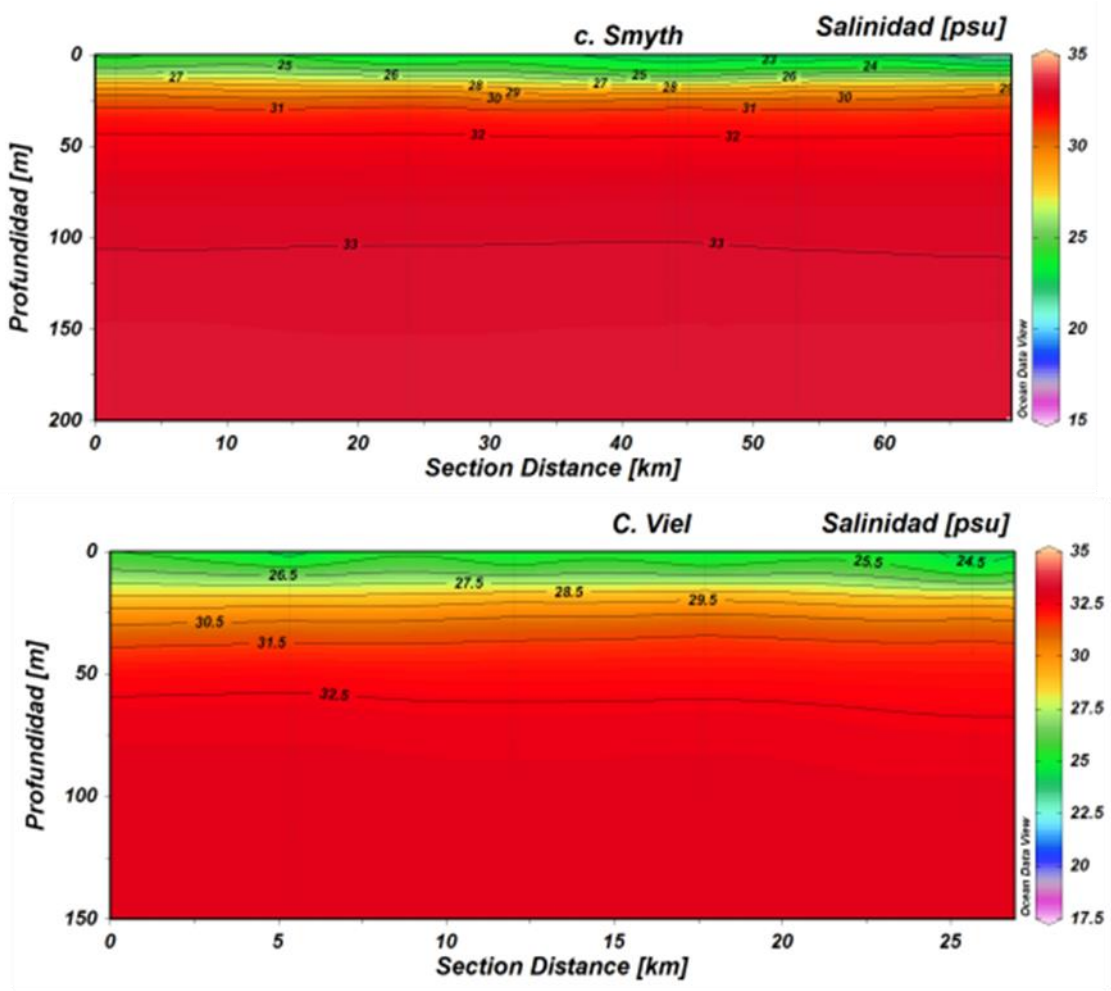


Figura 2. Secciones verticales representativas de la distribución de salinidad, en canal Smyth y canal Viel

La distribución horizontal de la salinidad (**figura 3**) no reveló diferencias espaciales marcadas entre el canal Smyth y el canal Viel, sino más bien confirma la marcada estratificación Observada en los perfiles verticales.

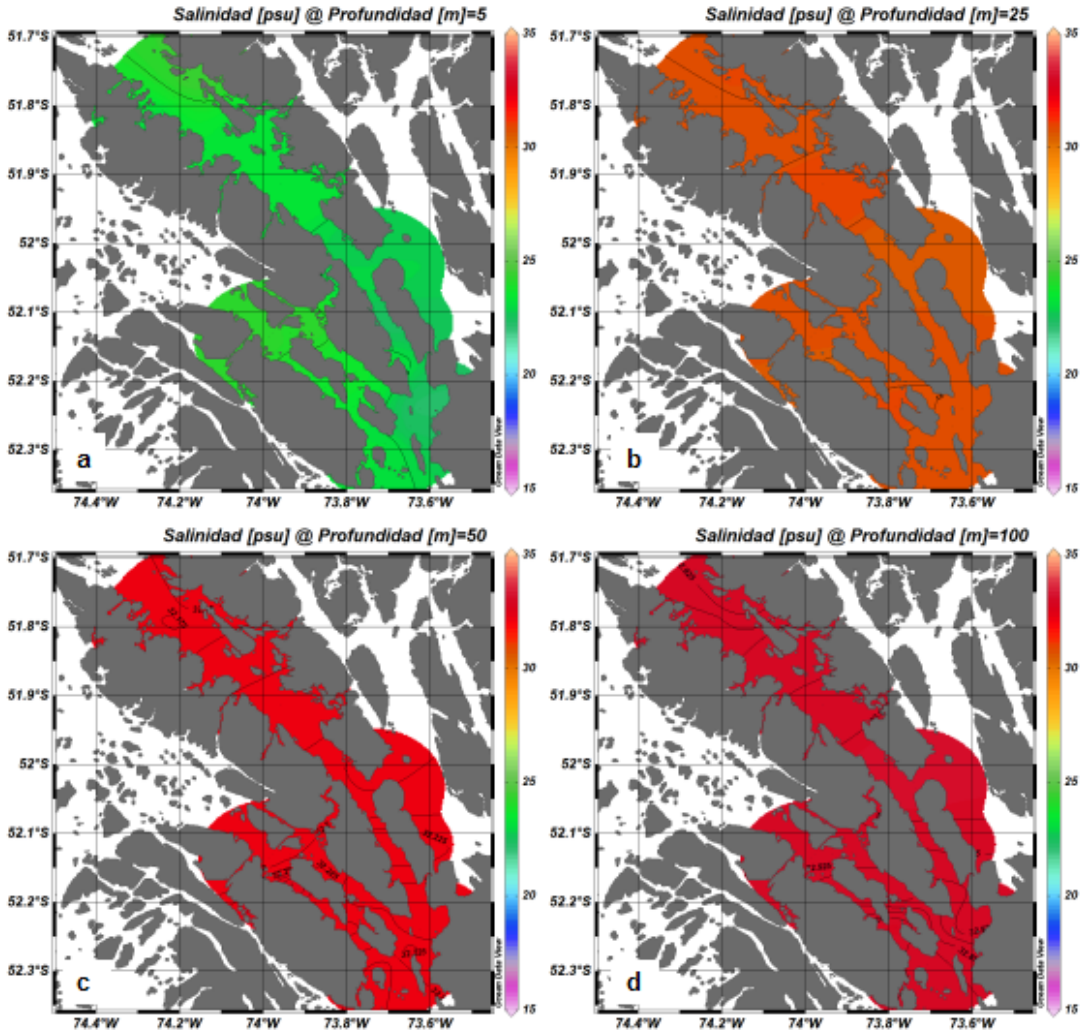


Figura 3. Iso-superficies con valores de salinidad realizados en las proximidades de isla Rennell a) 5 metros b) 25 metros c) 50 metros y d) 100 metros.

La temperatura presentó un mínimo de 8,36ºC y máximo 15,5 ºC, con una temperatura media de 8,92ºC ±0,84. La capa superficial reveló los mayores registros térmicos, después un estrato profundo donde la temperatura es menor y estable (aproximadamente 8°C). Entre medio de estas dos capas se ubicó una termoclina demostrada por el abrupto descenso entre la superficie a 40 metros de profundidad, observada en ambos canales, es importante señalar en el canal Viel la isoterma de 9ºC es localizada alrededor de los 50m, mientras que en el canal Smyth se ubica debajo de 25m (**figura 4**).

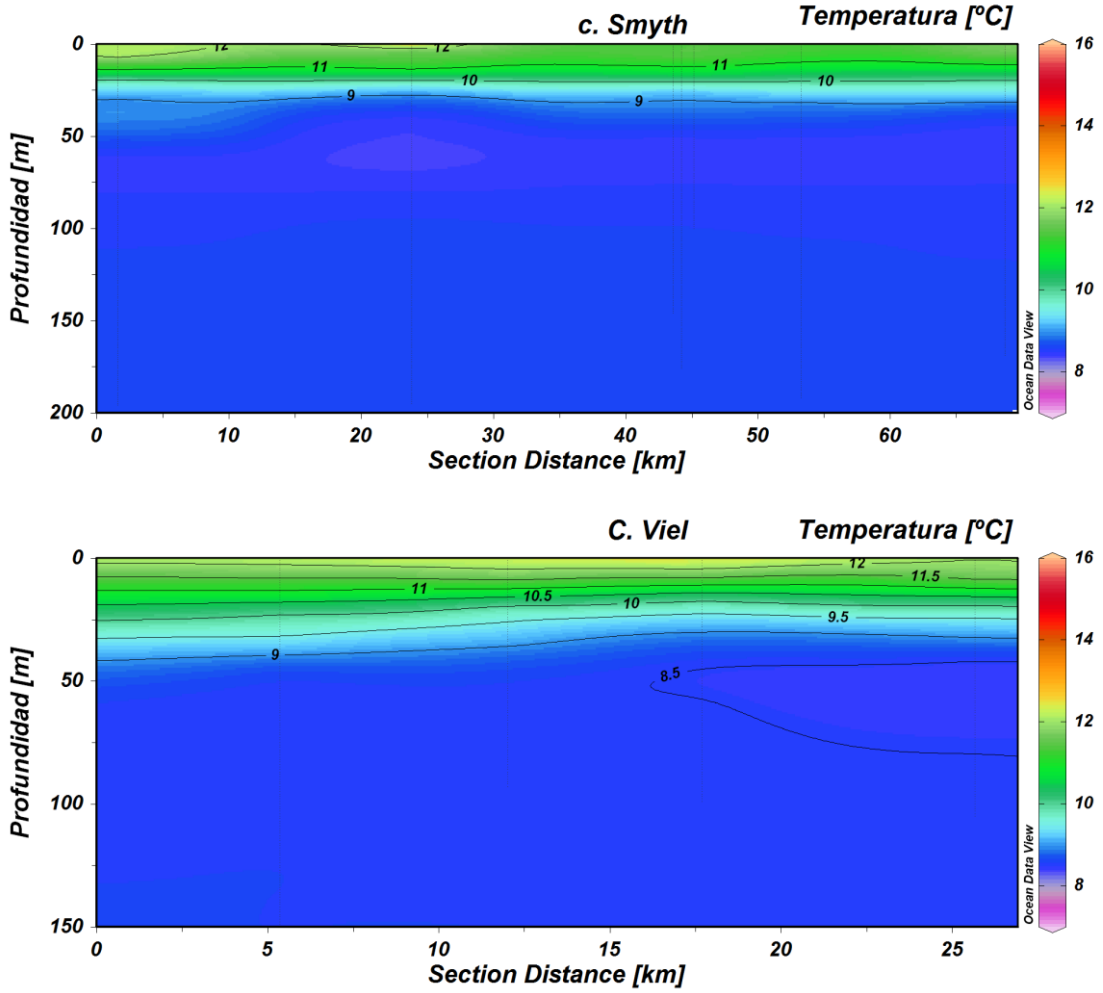


Figura 4. Secciones verticales representativas en la distribución de temperatura, en los canales Smyth y Viel.

Sin embargo, al igual que la salinidad la temperatura no expuso diferencias espaciales significativas en la distribución horizontal, esto puede observarse en las iso-líneas de diferentes profundidades (**figura 5**).

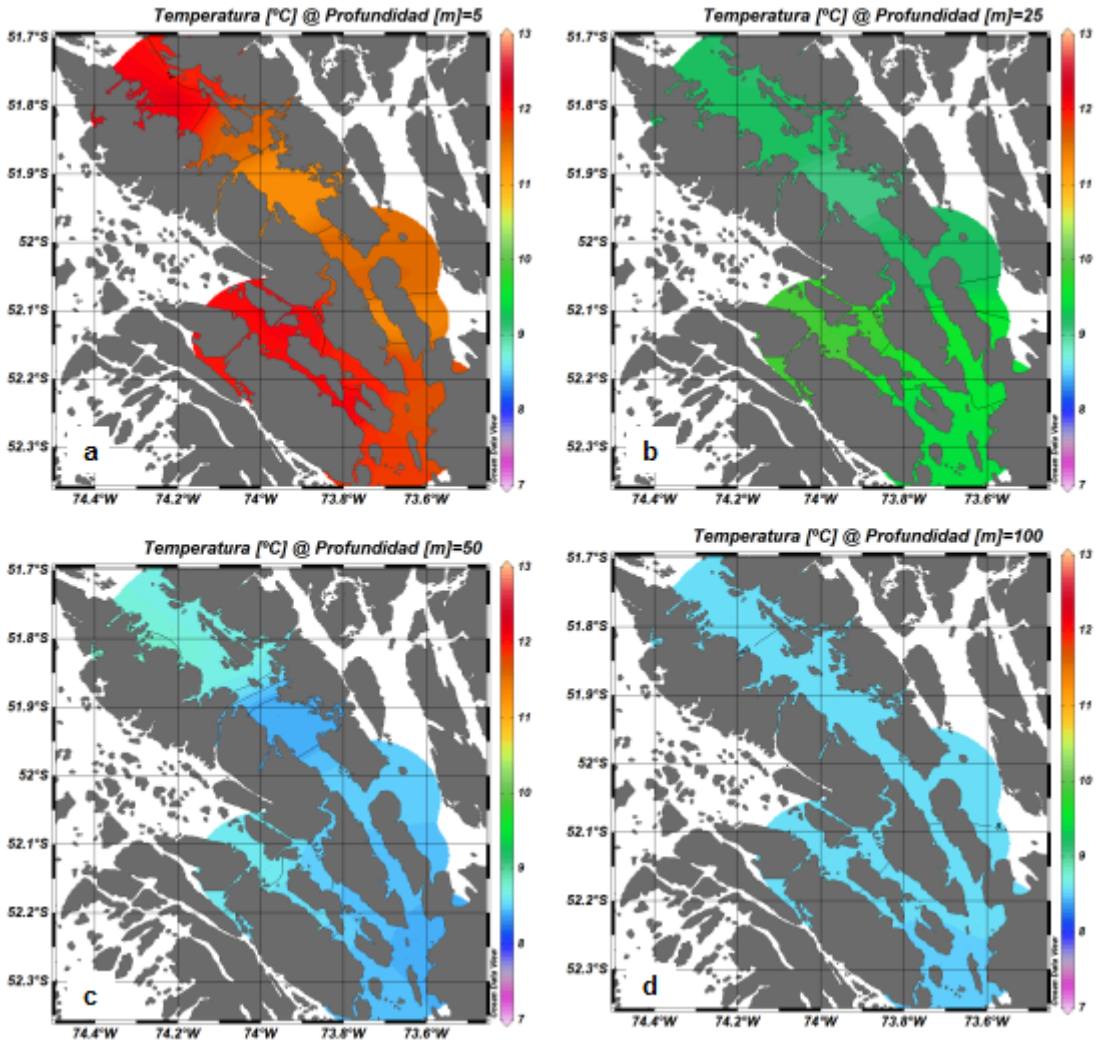


Figura 5. Iso-superficies con valores de temperatura realizados en las proximidades de isla Rennell a) 5metros b) 25 metros c) 50 metros y d) 100 metros.

El oxígeno disuelto durante este crucero estuvo entre mínimo de 6,35 mg/L localizado en la estación 4 a 202m, mientras que la máxima fue registrada en superficie (1m), en la estación 11 con 11,67 mg/L. la concertación de oxigeno media fue de 7,26mg/L ±0,89. el oxígeno también presentó una estratificación marcada a través de una oxiclina con concentraciones elevadas en superficie entre 1 y 40 m la concentración desciende abruptamente hasta valores ≈ 7 mg/L. entre 30-40 la concentración de oxigeno sigue disminuyendo aunque de forma monótona, presentando una estructura vertical casi homogénea (**figura 6**).

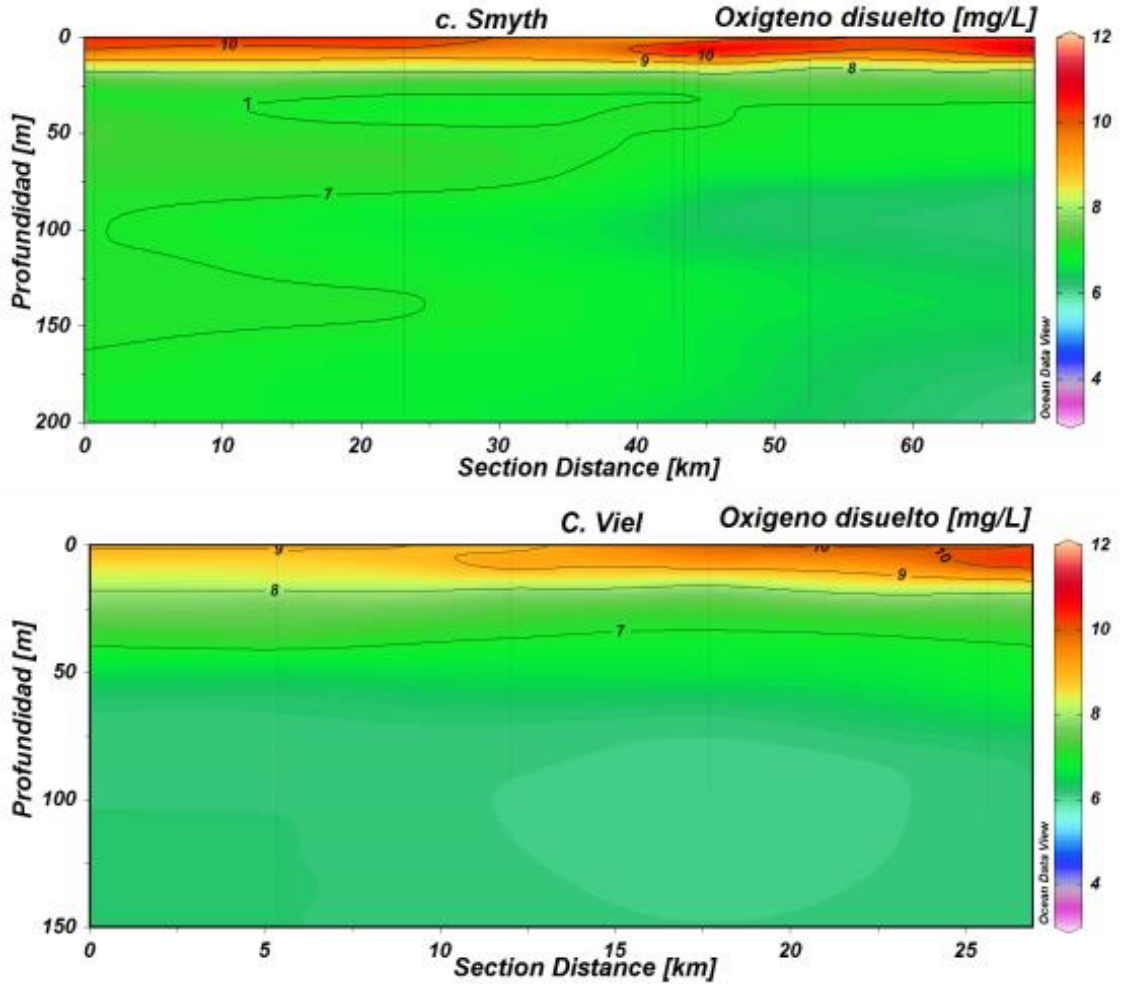


Figura 6. Secciones verticales representativas en la distribución de oxígeno disuelto, en los canales Smyth y Viel.

El oxígeno disuelto presento diferencias espaciales marcadas en el estrato superficial (**figura 7a**) donde la zona noreste presenta concentraciones mayores a 11mg/L, mientras que la zona suroeste presenta concentraciones menores a 10mg/L. una situación similar se observa en el estrato de 100m, las estaciones localizadas al norte del paralelo 52ºS presenta concentraciones de oxigeno entre 7 y 6,5 mg/L, mientras que las estaciones al norte de esta línea presentan concentración inferiores a 6,4 mg/L (**figura 7d**).

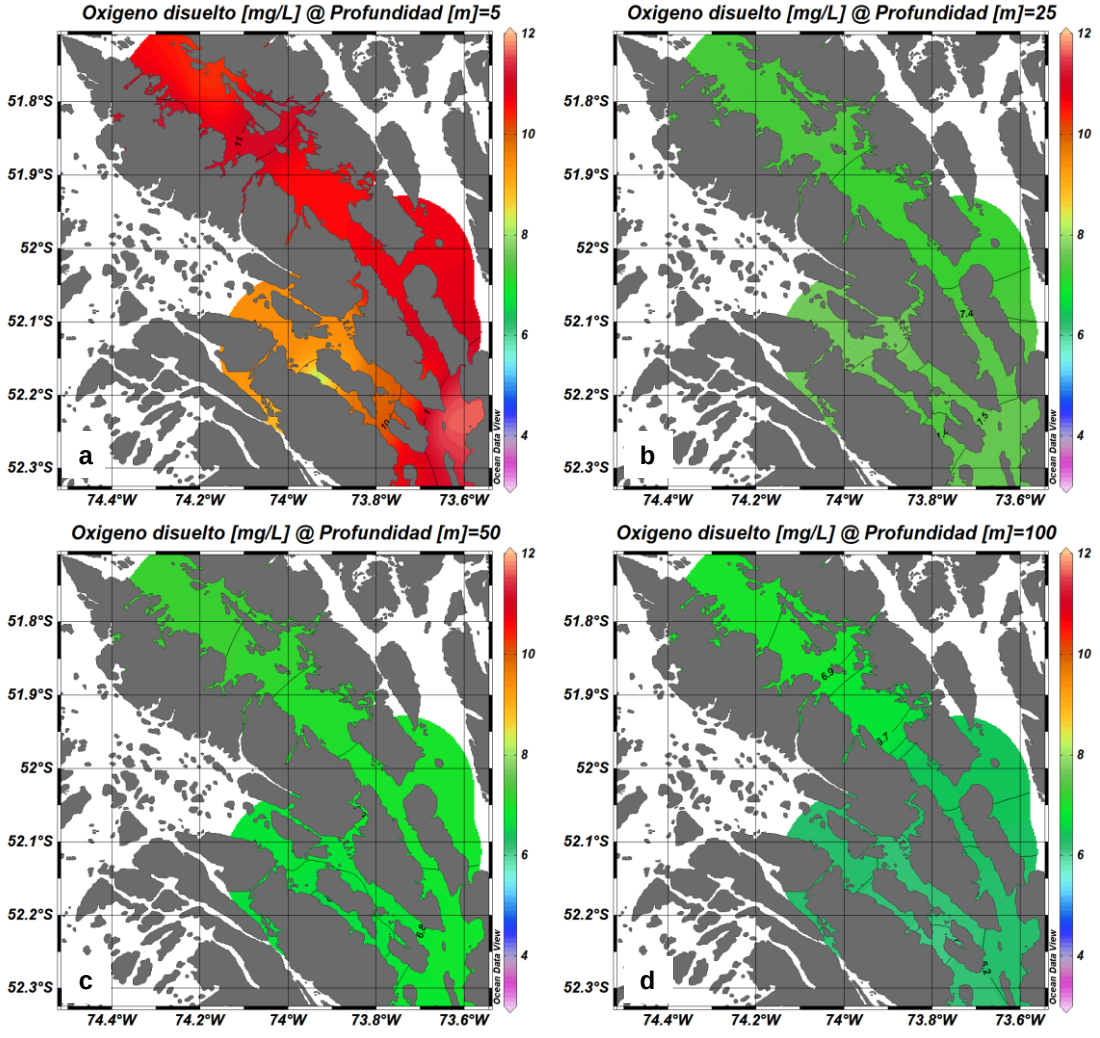


Figura 7. Iso-superficies con valores de oxígeno disuelto realizados en las proximidades de isla Rennell a) 5 metros b) 25 metros c) 50 metros y d) 100 metros.

Levantamiento Batimétrico exploratorio

Con el fin de conocer las características de la configuración del fondo marino se realizó un levantamiento batimétrico en el sector de isla Rennell. En cada área de interés (**figura 8**) se conformó un polígono rectangular con una superficie aproximada de 15 hectáreas orientadas en forma paralela a la costa con líneas de sondaje perpendicular a la costa planificadas de acuerdo a las especificaciones técnicas.

El sondaje fue elaborado con un ecosonda monohaz acoplado a una antena GPS que registro y almaceno las posiciones geográficas (datum WGS 84) junto con las profundidades de forma simultánea.

El posicionamiento de la embarcación, se realizó con la ayuda del equipo empleado, mediante una interfaz gráfica que visualizo la señal del GPS y permitió situar la embarcación sobre las líneas de sondaje planificadas.

Figura 8. Mapa con las áreas de prospecciones batimétricas realizadas en el sector de isla Renell. En color rojo se presentan las 13 zonas donde se efectuaron los sondajes dentro de isla Rennell; isla Taraba; isla Hunter; isla Baverstock; isla Muñoz; isla Pedro Montt y canal Cutler.

A continuación se muestra una serie de mapas realizados con los resultados de las prospecciones batimétricas realizadas en la zona de interés. Para la elaboración de los mapas batimétricos (**figura 9** a **figura 21**) se empleó la herramienta de pre-proceso MESH GENERATOR del software MIKEZERO, con el que se confeccionó en primer lugar una grilla triangular a partir de las sondas registradas, efectuando un suavizado de los triángulos para luego realizar una interpolación con el método del vecino natural, generando una superficie poligonal característica de la morfología del piso marino en cada sitio.

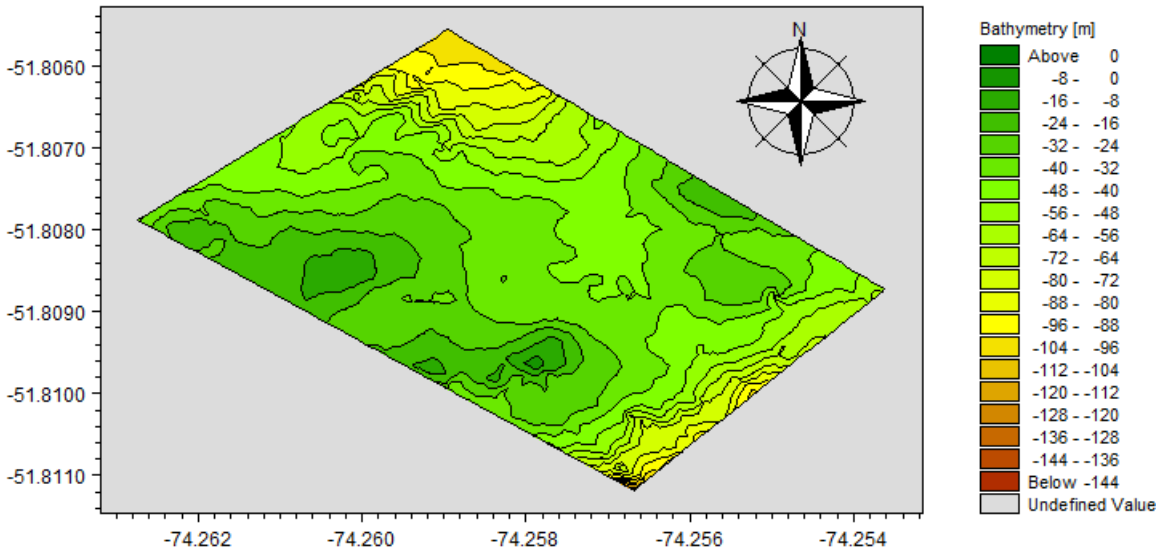


Figura 9. Levantamiento batimétrico en isla Renell sector 1.

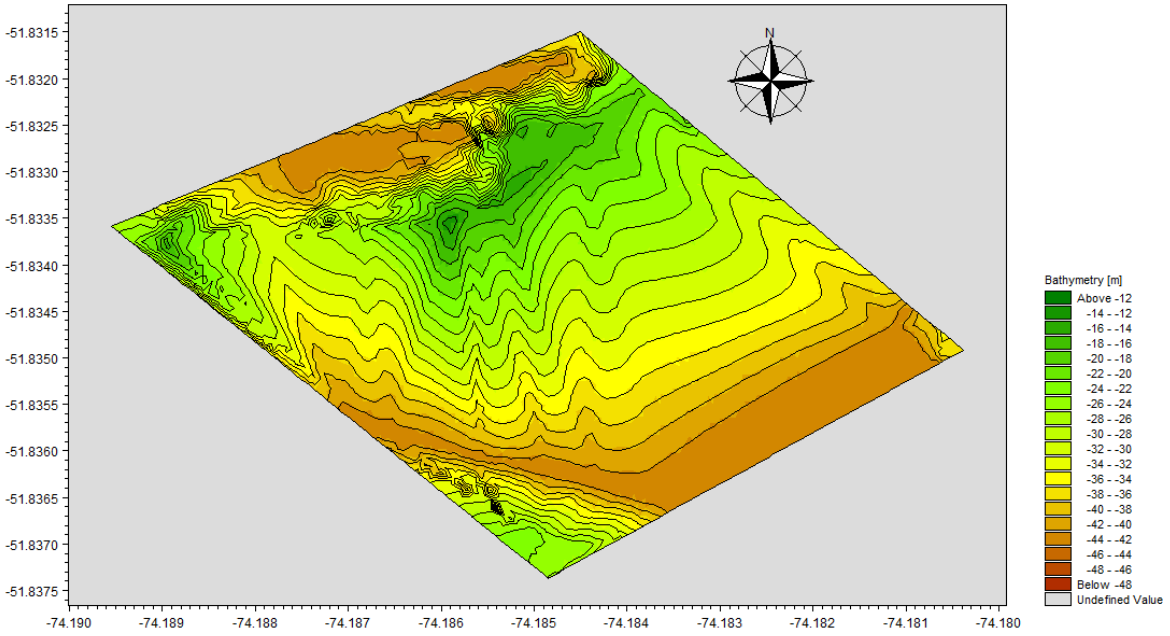


Figura 10. . Levantamiento batimétrico en isla Renell sector 2. El área de estudio no conto con un buen registro de sondas y en la gráfica esto se refleja como una extraña configuración de las isolíneas interpoladas.

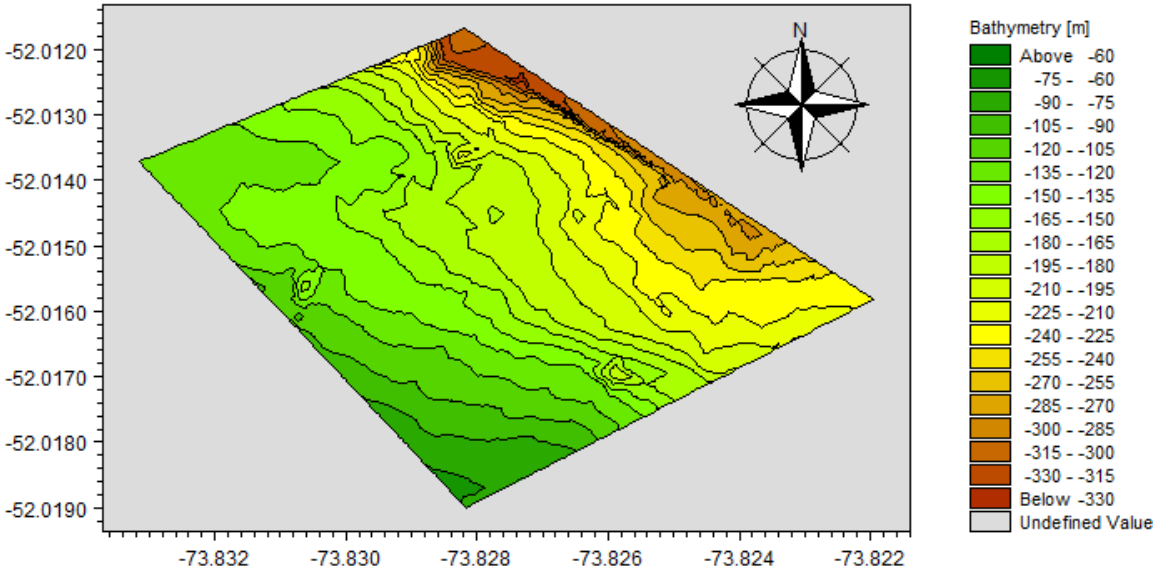


Figura 11. Levantamiento batimétrico en isla Renell sector 4.

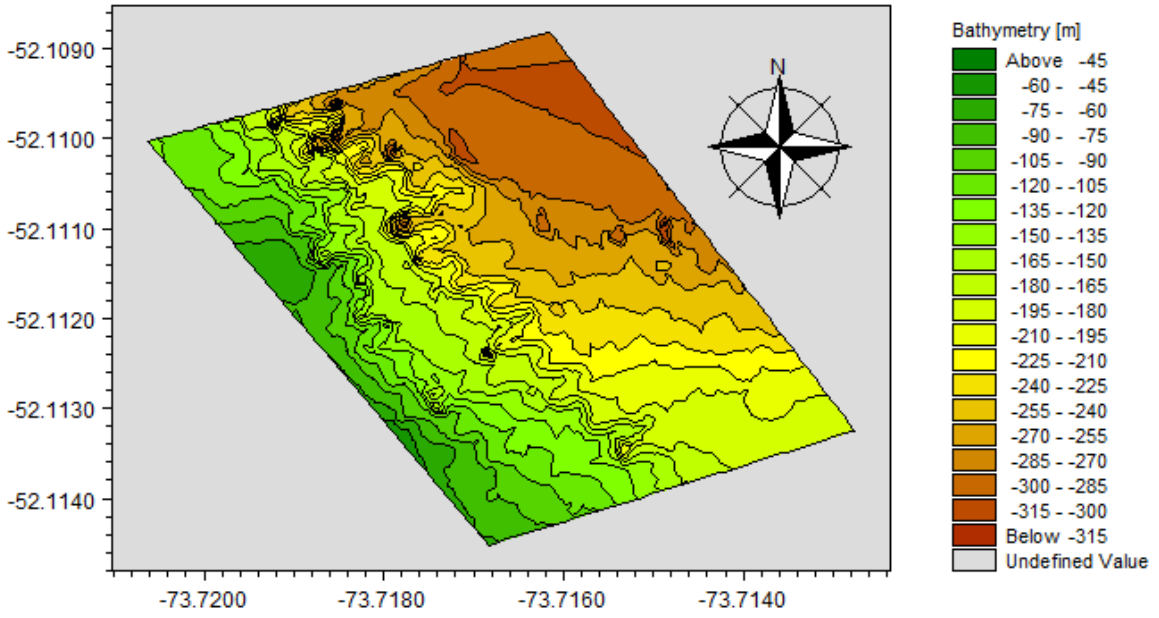


Figura 12. Levantamiento batimétrico en isla Renell sector 5.

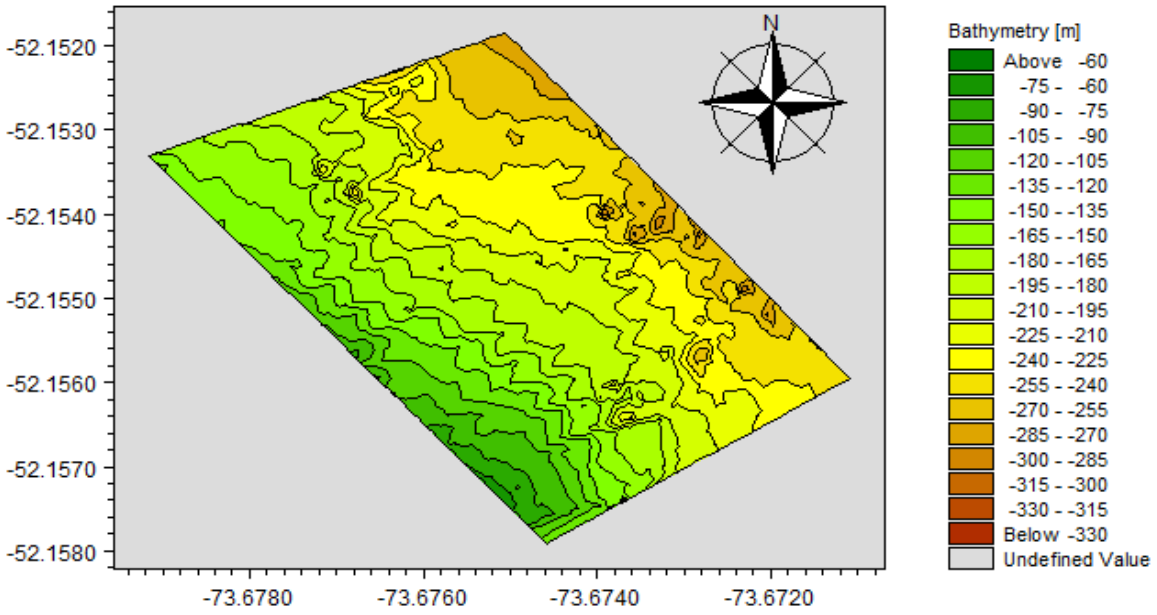


Figura 13. Levantamiento batimétrico en isla Renell sector 6.

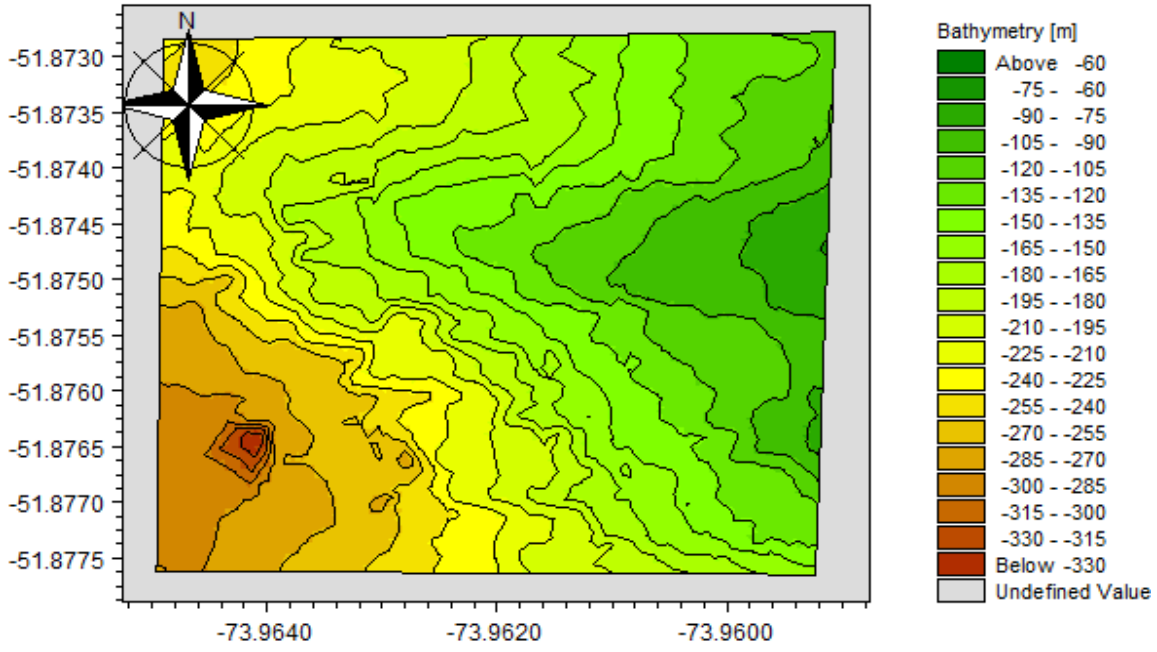


Figura 14. Levantamiento batimétrico en isla Taraba.

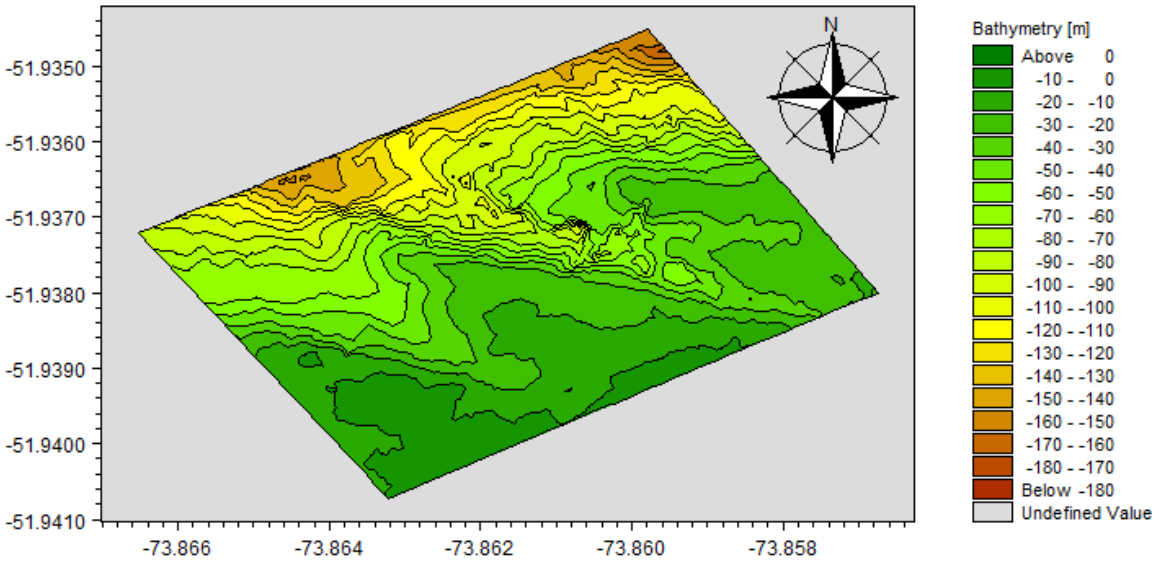


Figura 15. Levantamiento batimétrico en isla Hunter.

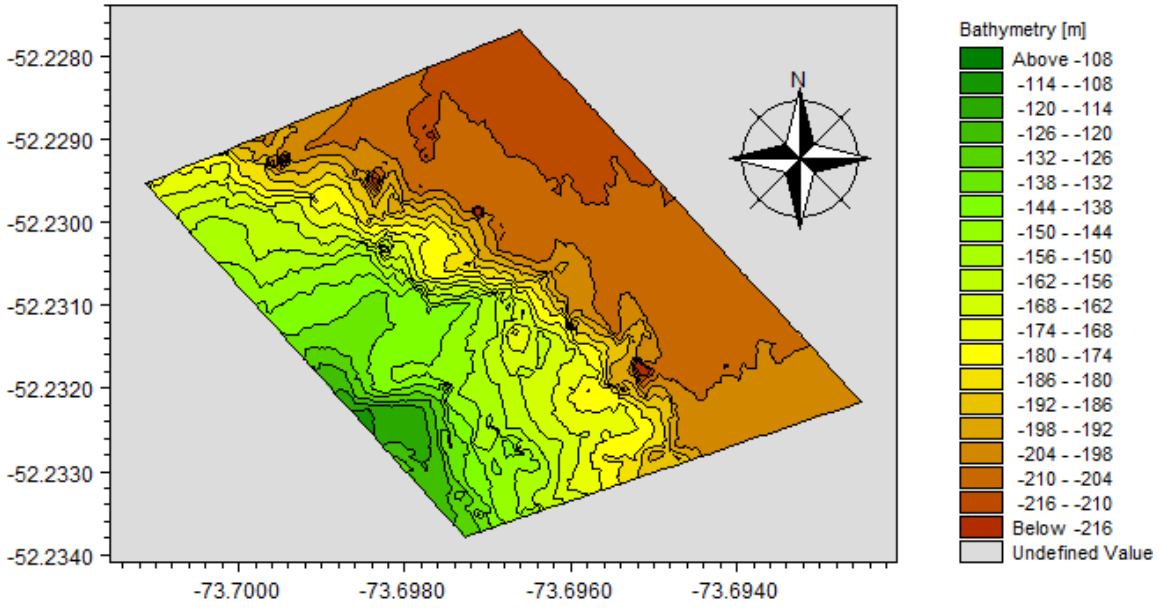


Figura 16. Levantamiento batimétrico en Isla Baverstock.

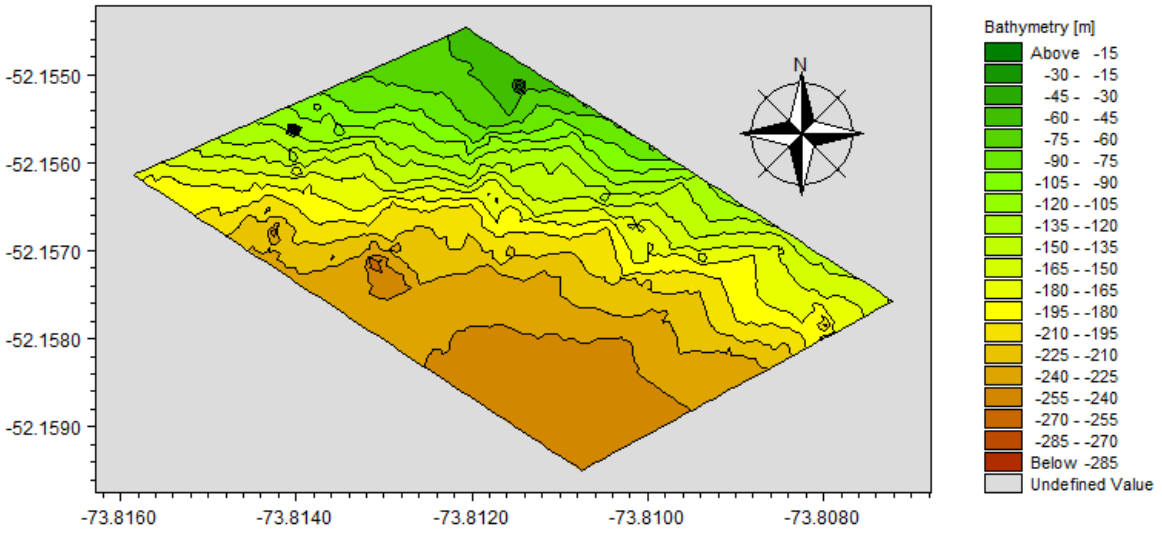


Figura 17. Levantamiento batimétrico en canal Cutler 1.

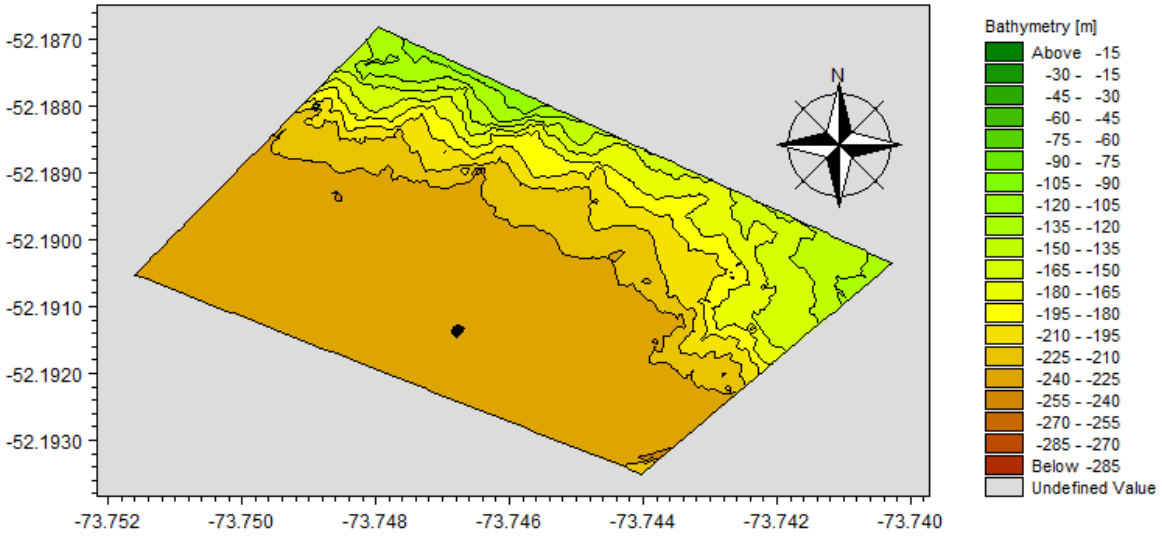


Figura 18. Levantamiento batimétrico en canal Cutler 2.

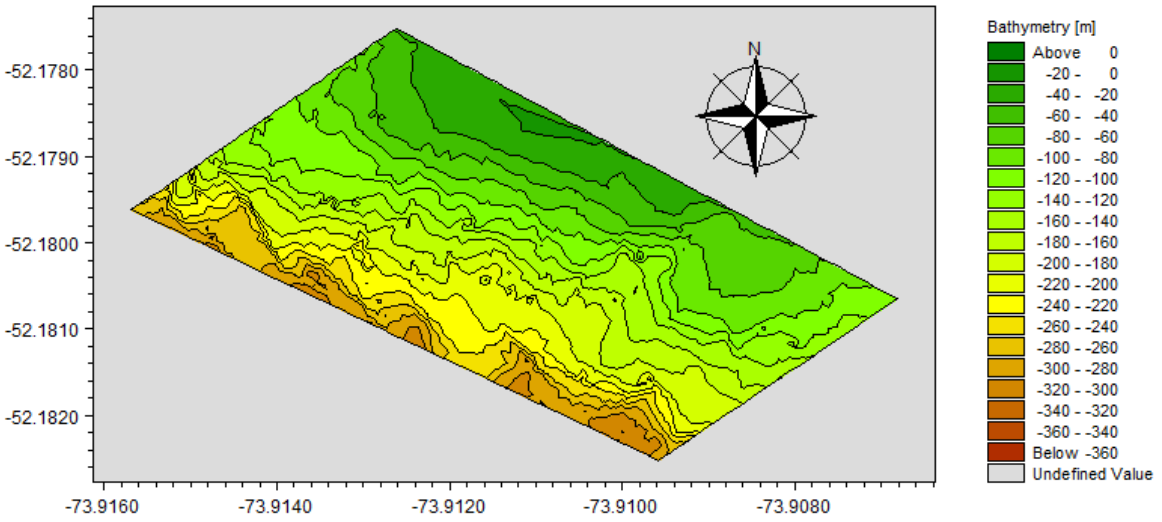


Figura 19. Levantamiento batimétrico en isla Muñoz 1

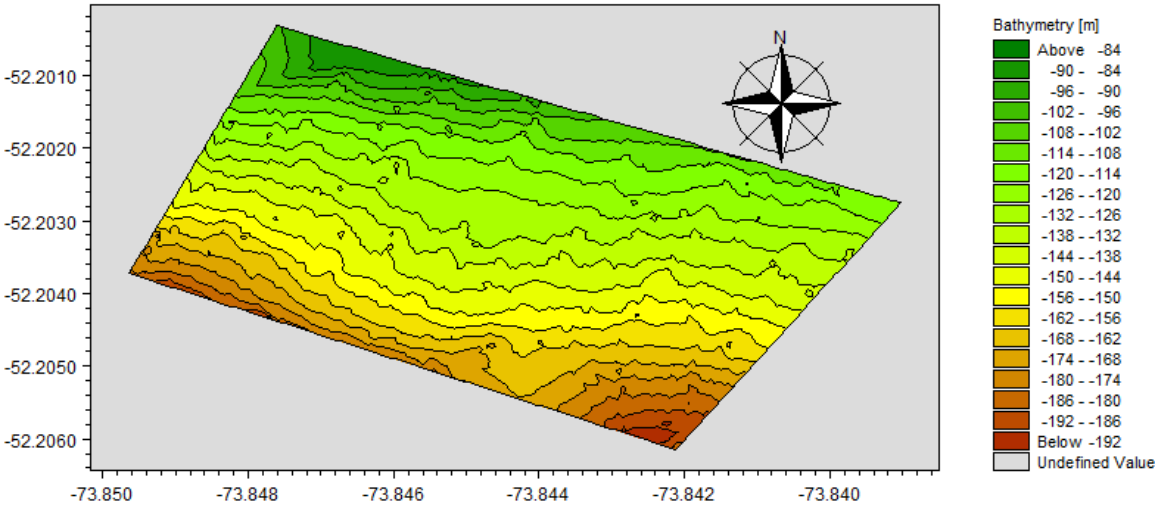


Figura 20. Levantamiento batimétrico en isla Muñoz 2.

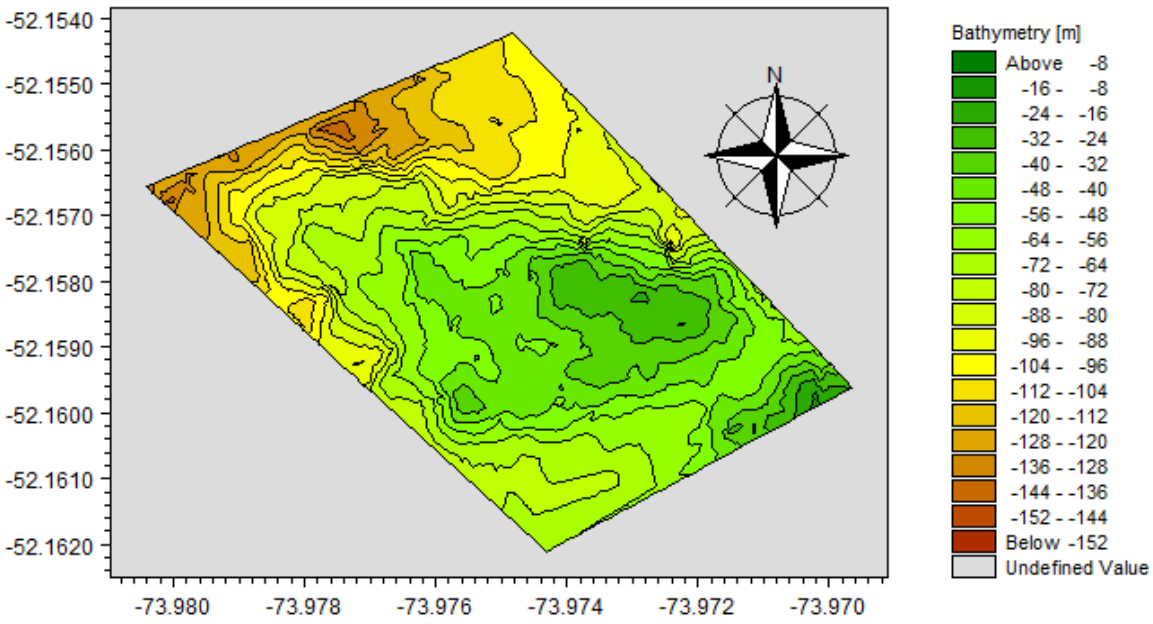


Figura 21. Levantamiento batimétrico en isla Pedro Montt.

Prospección del tipo de sedimento en Isla Rennell

Metodología áreas de muestras sedimentológicas dominantes usando Arcgis 10.

El método de los polígonos de Thiessen consiste en delimitar áreas de influencia (unidades discretas) a partir de un conjunto de puntos. El tamaño y la configuración de los polígonos dependen de la distribución de los puntos originales. Una limitante que tiene el método es que no se puede estimar el error asociado, pues el valor para cada polígono se obtiene a partir de un solo punto.

Para ilustrar la aplicación de los polígonos de Thiessen utilizaremos las muestras sedimentológicas recogidas en una estación, para un sector ubicado en Isla Tranqui, Chiloé. Cada punto representa un vértice del polígono a calcular (ver Tabla 1).

Tabla1. Vértices de polígono usado en sector Isla Tranqui, representado en el ejemplo.

Sector	Vértice	Este	Norte
Isla Tranqui	A	624746,6	5245431,02
Isla Tranqui	B	625146,77	5245131,24
Isla Tranqui	C	624966,91	5244891,14
Isla Tranqui	D	624566,74	5245190,92

Para cada estación se realizó un shape de puntos (9), que representan las muestras, transformando los vértices a coordenadas, las muestras corresponden a datos puntuales, por lo cual fue necesario asignarle un carácter de área, en la cual se generan los polígonos de Thiessen y, de esta manera, se asocia a cada polígono su respectivo segmento dominante.

En la Figura 1 se observa cómo los polígonos de Thiessen son generados a partir de un conjunto de puntos y se definen por la bisectriz de las líneas entre éstos.

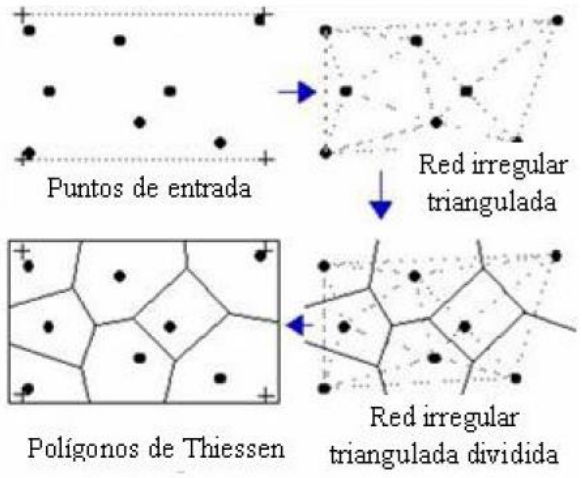


Figura 1: Generación de polígono de Thiessen en Argis 10.1.

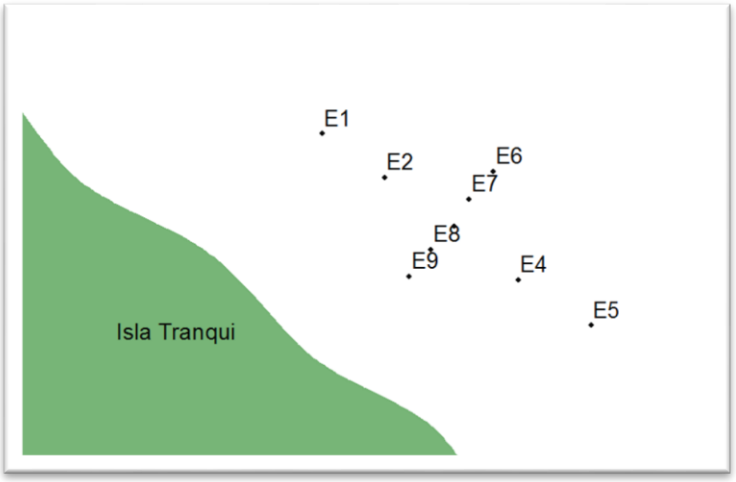
La herramienta de proximidad presente en ARGIS 10.1, se utiliza para dividir el área cubierta por las características de entrada de puntos en Thiessen o zonas proximales. Estas áreas representan zonas llenas donde cualquier ubicación dentro del polígono está más cerca de su punto de entrada asociado que a cualquier punto de entrada.

La amplitud del área cubierta el programa lo estima por defecto, dejando en muchos casos las estaciones más extremas con mayor dominancia, para ello se aplicó un área de análisis predeterminada, la cual fue el área total asignada a cada futura concesión.

Cada una de las áreas determinadas por el método, se transformó en un shape de polígono con el área para cada punto, la cual se le asignó un campo denominado “Dominancia”. A partir de esto se construyó la simbología para cada uno de los sectores.

Ejemplo metodológico Sector Isla Tranqui, Chiloé

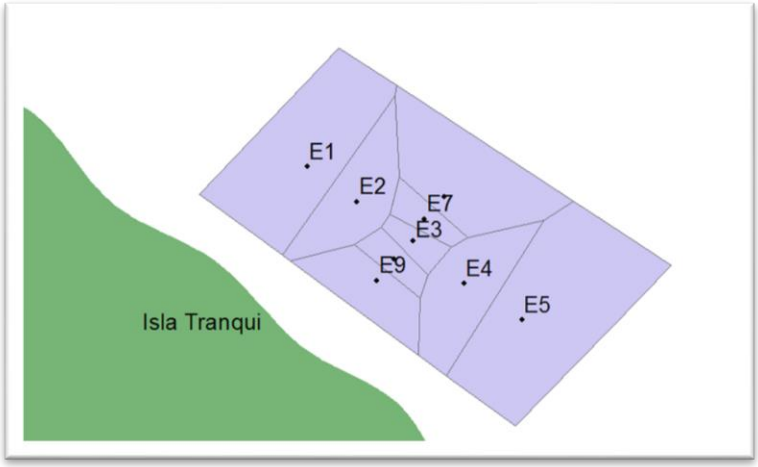
Estaciones georreferenciadas (Estaciones de Muestreo).



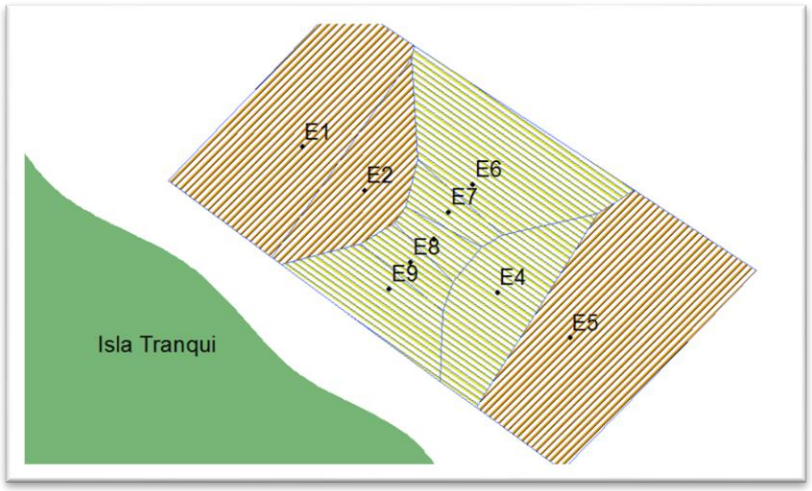
Estaciones de Muestreo

FID	Shape *	Id	Estaciones
0	Point	0	E1
1	Point	0	E2
2	Point	0	E3
3	Point	0	E4
4	Point	0	E5
5	Point	0	E6
6	Point	0	E7
7	Point	0	E8
8	Point	0	E9

Paso 1. Creación de Polígonos de Thiessen para cada estación (Tipo de Sedimentos)



Paso 2. Cálculo de polígonos de Thiessen en cada punto, luego se agrega simbología por dominancia de sedimento.

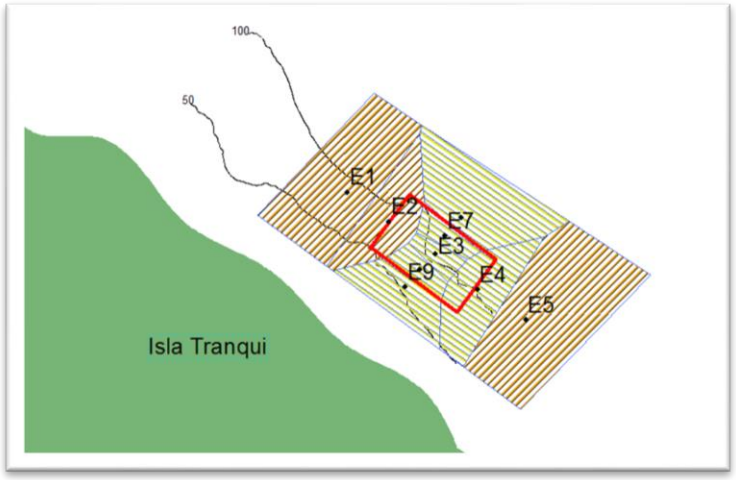


Table

Tipo de Sedimentos

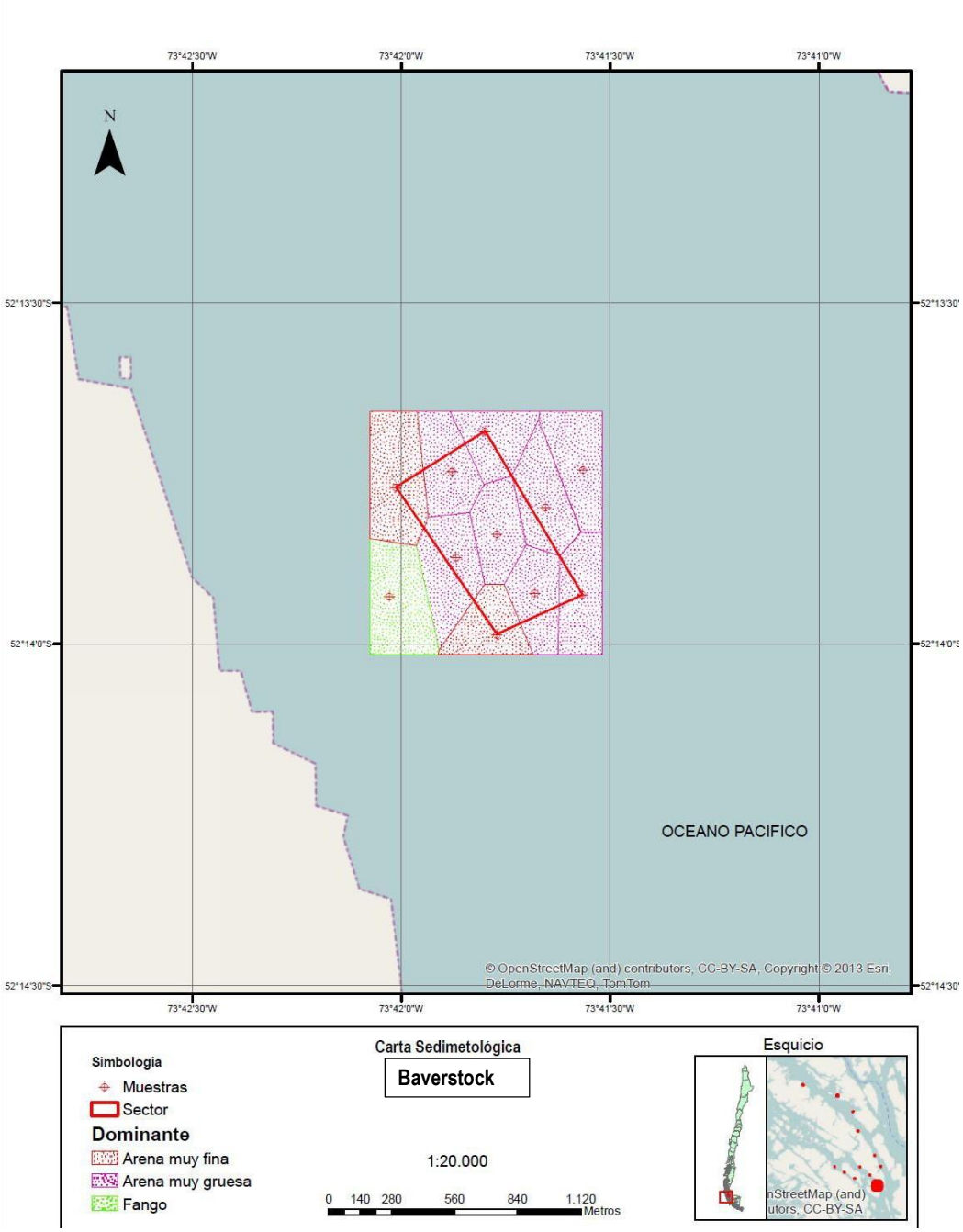
OBJECTID *	Shape *	Input_FID	DOMINANTE	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	7	Arena M	794,883788	29583,270865
2	Polygon	3	Arena M	1662,427994	132195,303307
3	Polygon	0	Arena F	2215,974556	260043,155206
4	Polygon	8	Arena M	1401,603674	87349,763848
5	Polygon	6	Arena M	832,375953	31058,590693
6	Polygon	2	Arena M	716,516492	25225,328719
7	Polygon	1	Arena F	1674,294075	116620,341498
8	Polygon	5	Arena M	1939,027543	188933,064149
9	Polygon	4	Arena F	2469,289662	344088,149803

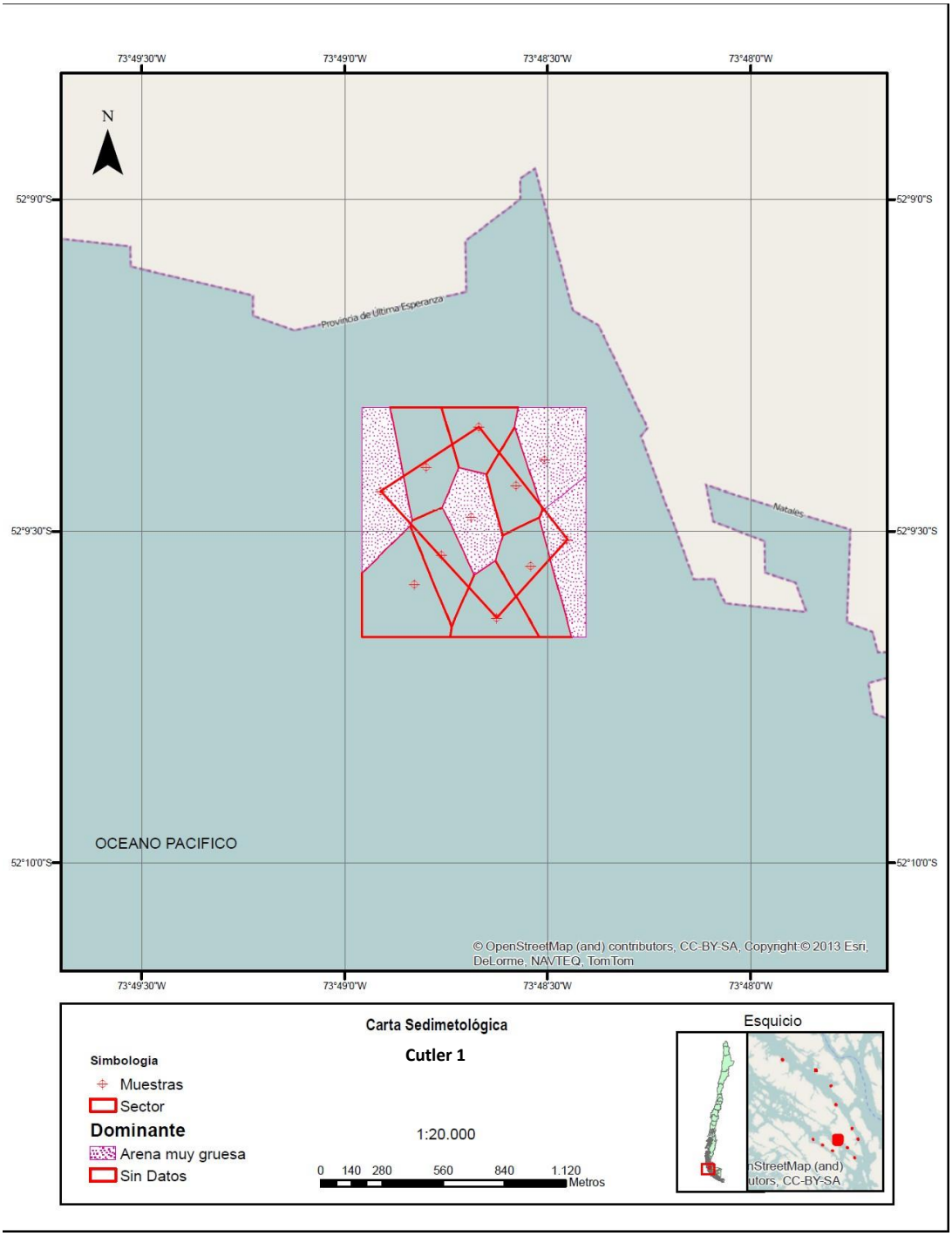
Paso 3. Final con área de concesión y línea de costa cercana.

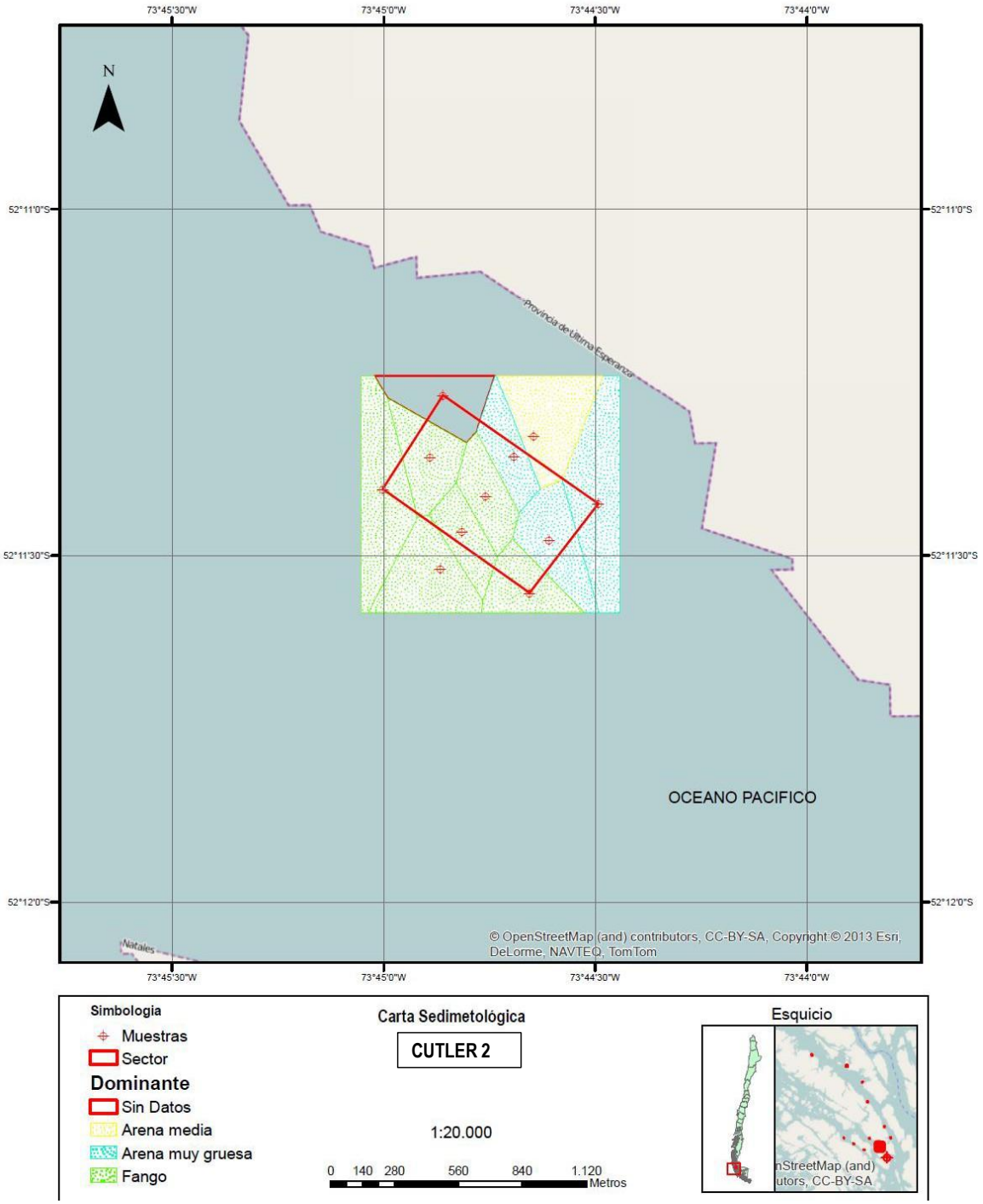


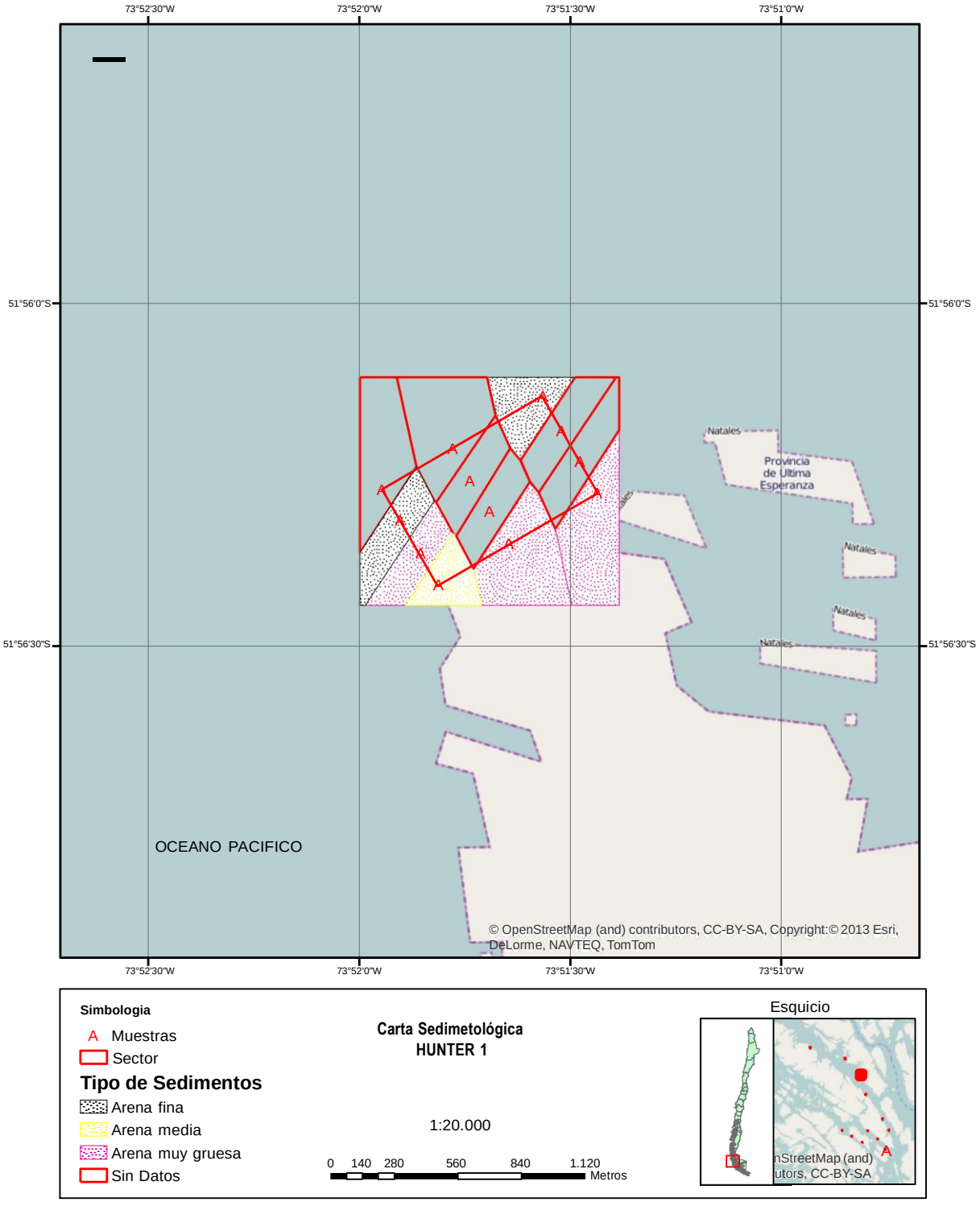
Al final, con el área de cada polígono generada, se genera una carta con simbología, contexto, nombre, y georreferenciada.

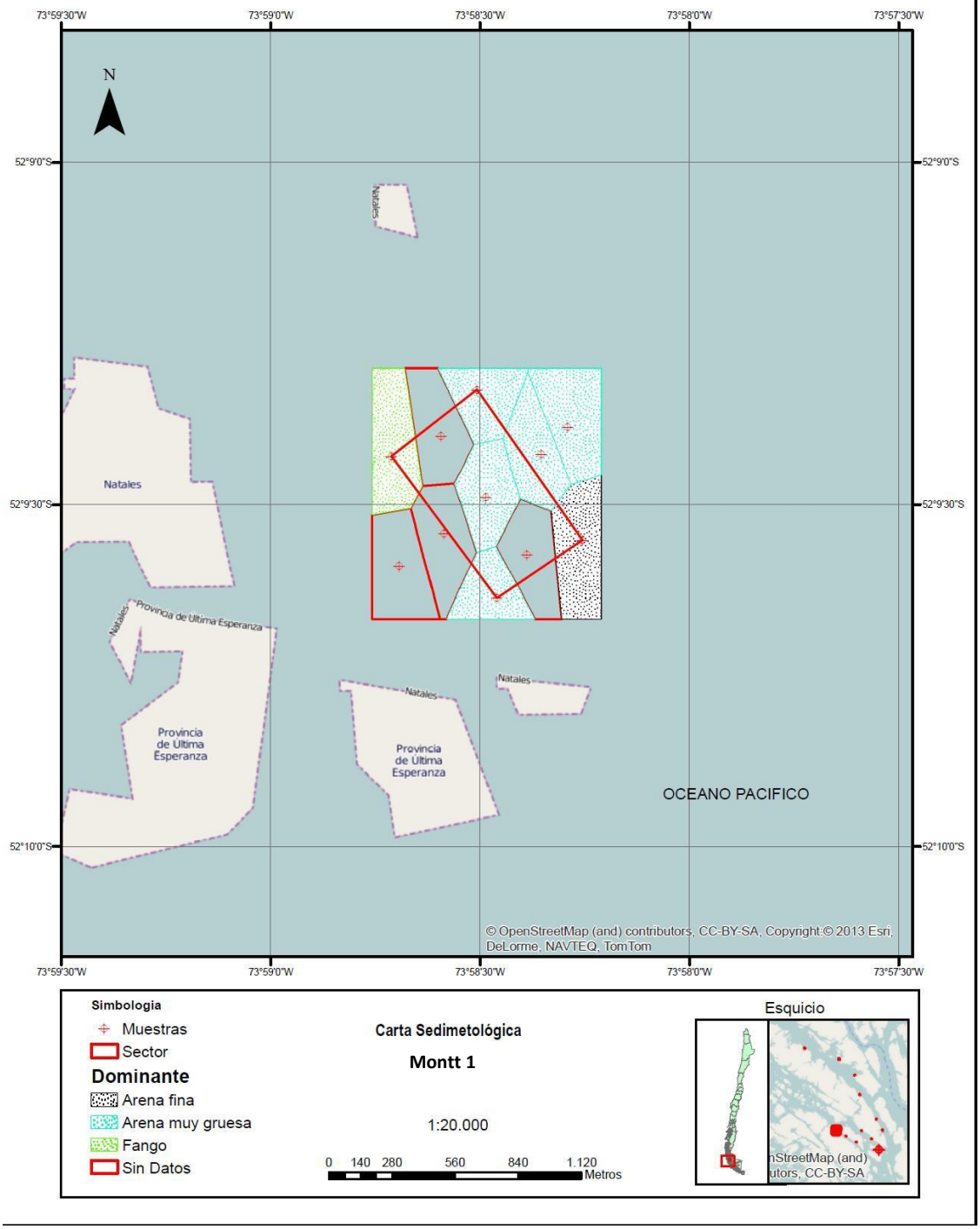
A continuación se presentan las diferentes cartas sedimentológicas:

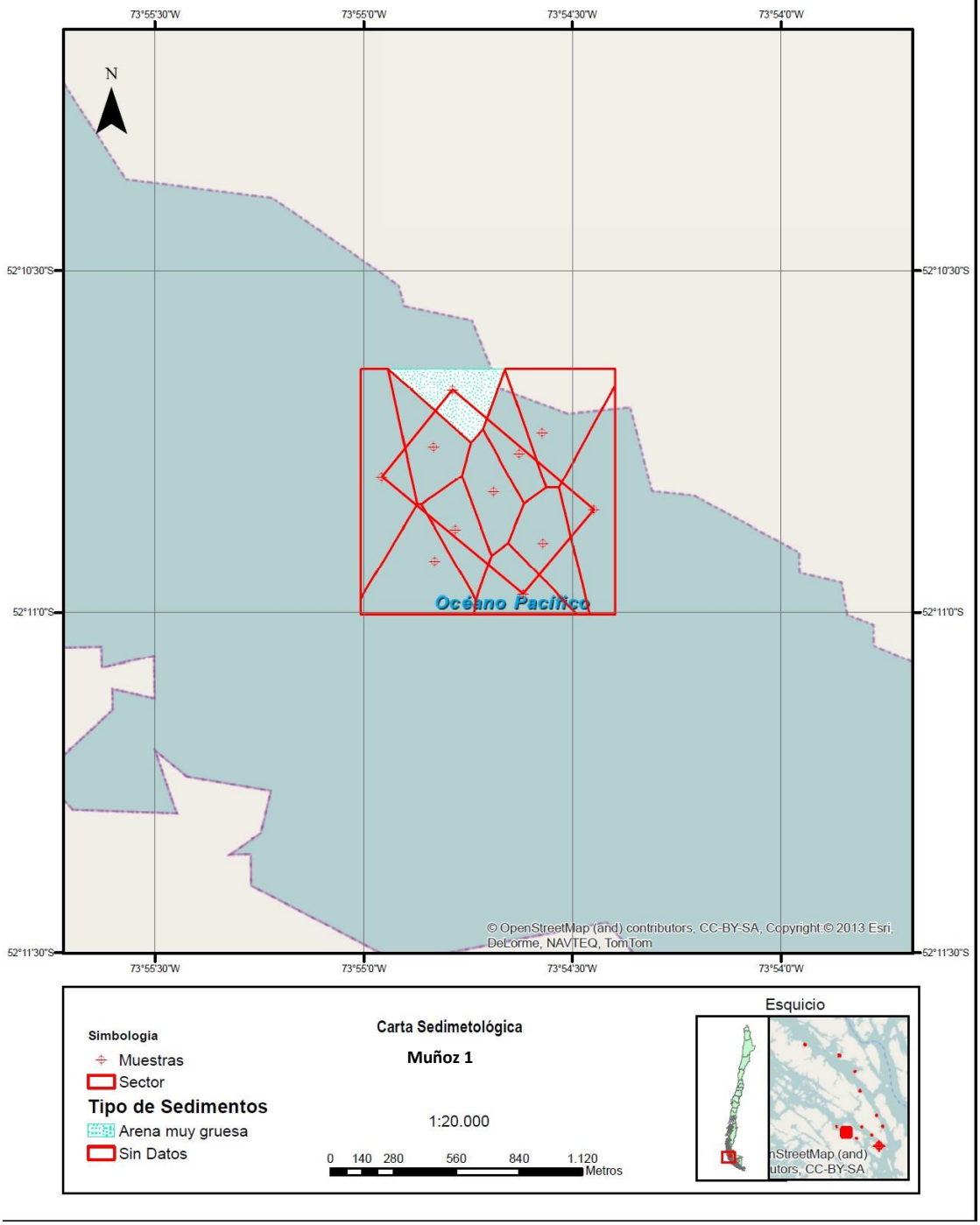


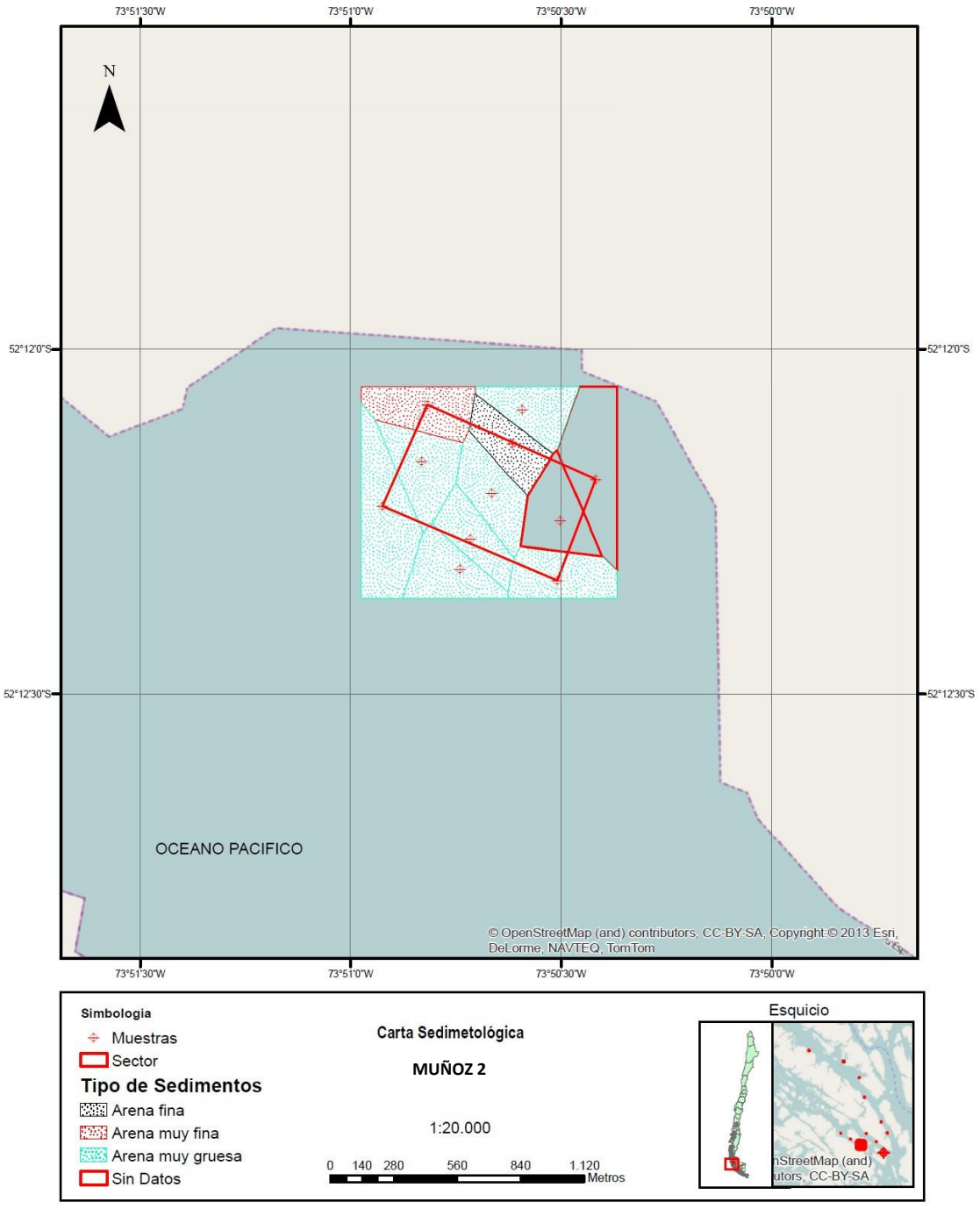

73°49'30"W
73°49'0"W
73°48'30"W
73°48'0"W
N
52°9'0"S
52°9'30"S
52°10'0"S
Provincia de Ultima Esperanza
Natales
OCEANO PACIFICO
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright © 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Carta Sedimetológica
Cutler 1
Simbologia
Muestras
Sector
Dominante
Arena muy gruesa
Sin Datos
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

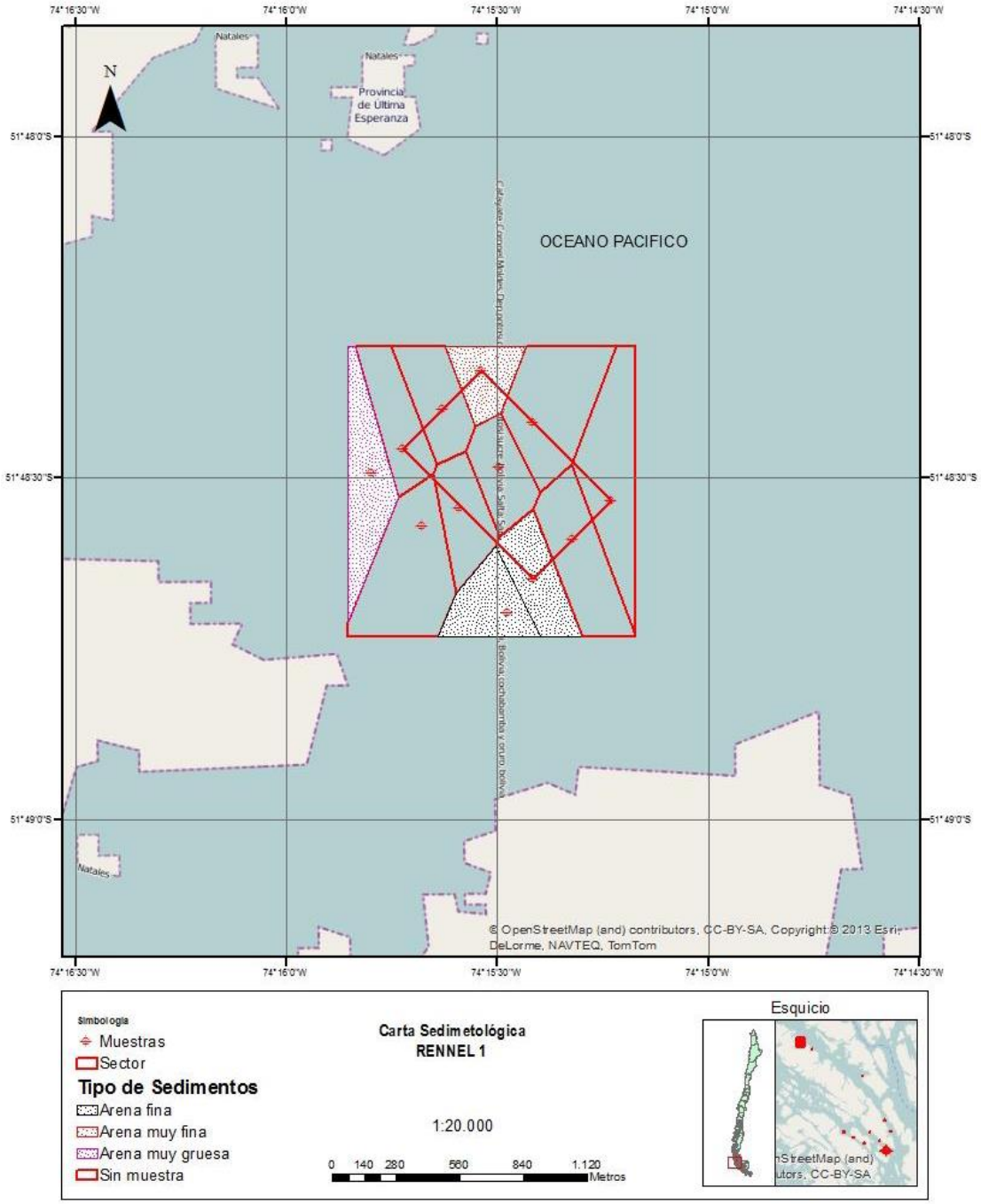

73°45'30"W
73°45'0"W
73°44'30"W
73°44'0"W
N
52°11'0"S
52°11'30"S
52°12'0"S
Provincia de Ultima Esperanza
OCEANO PACIFICO
Natales
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright © 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
Muestras
Sector
Dominante
Sin Datos
Arena media
Arena muy gruesa
Fango
Carta Sedimetológica
CUTLER 2
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

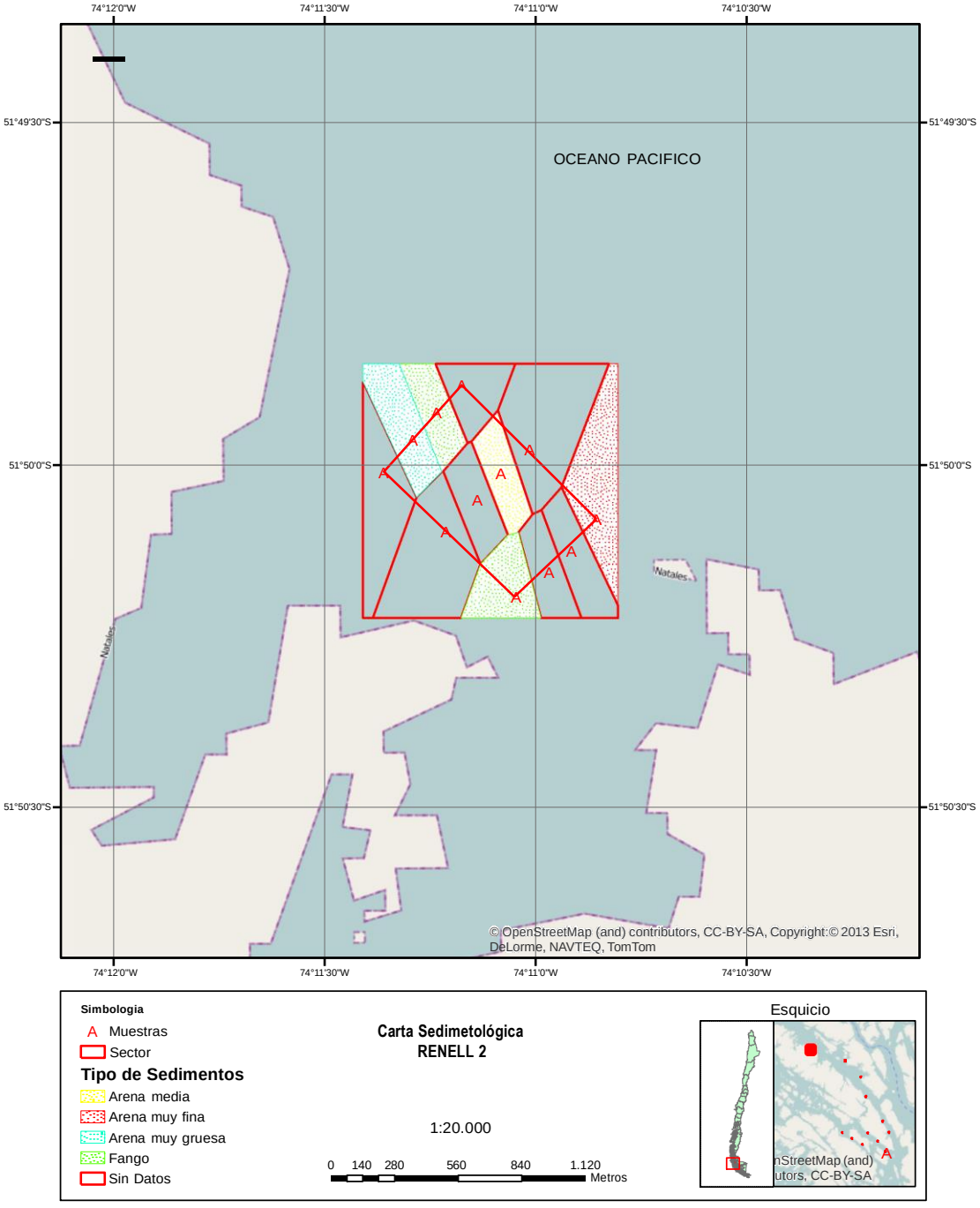

73°52'30"W
73°52'0"W
73°51'30"W
73°51'0"W
51°56'0"S
51°56'30"S
Natales
Provincia de Ultima Esperanza
OCEANO PACIFICO
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
A Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena fina
Arena media
Arena muy gruesa
Sin Datos
Carta Sedimetológica
HUNTER 1
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

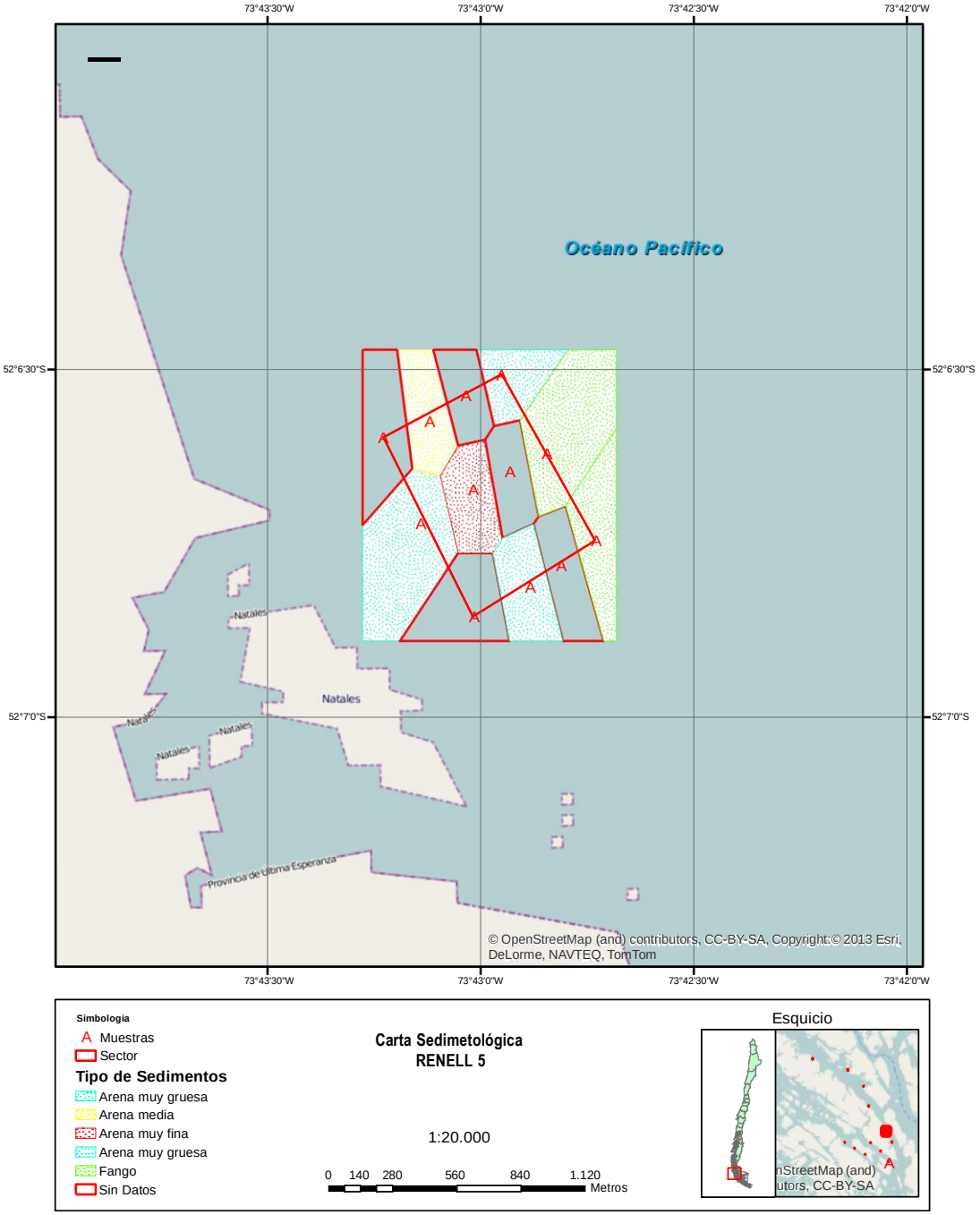

73°59'30"W
73°59'0"W
73°58'30"W
73°58'0"W
73°57'30"W
N
52°9'0"S
52°9'30"S
52°10'0"S
Natales
Provincia de Ultima Esperanza
Provincia de Ultima Esperanza
OCEANO PACIFICO
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
Muestras
Sector
Dominante
Arena fina
Arena muy gruesa
Fango
Sin Datos
Carta Sedimetológica
Montt 1
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

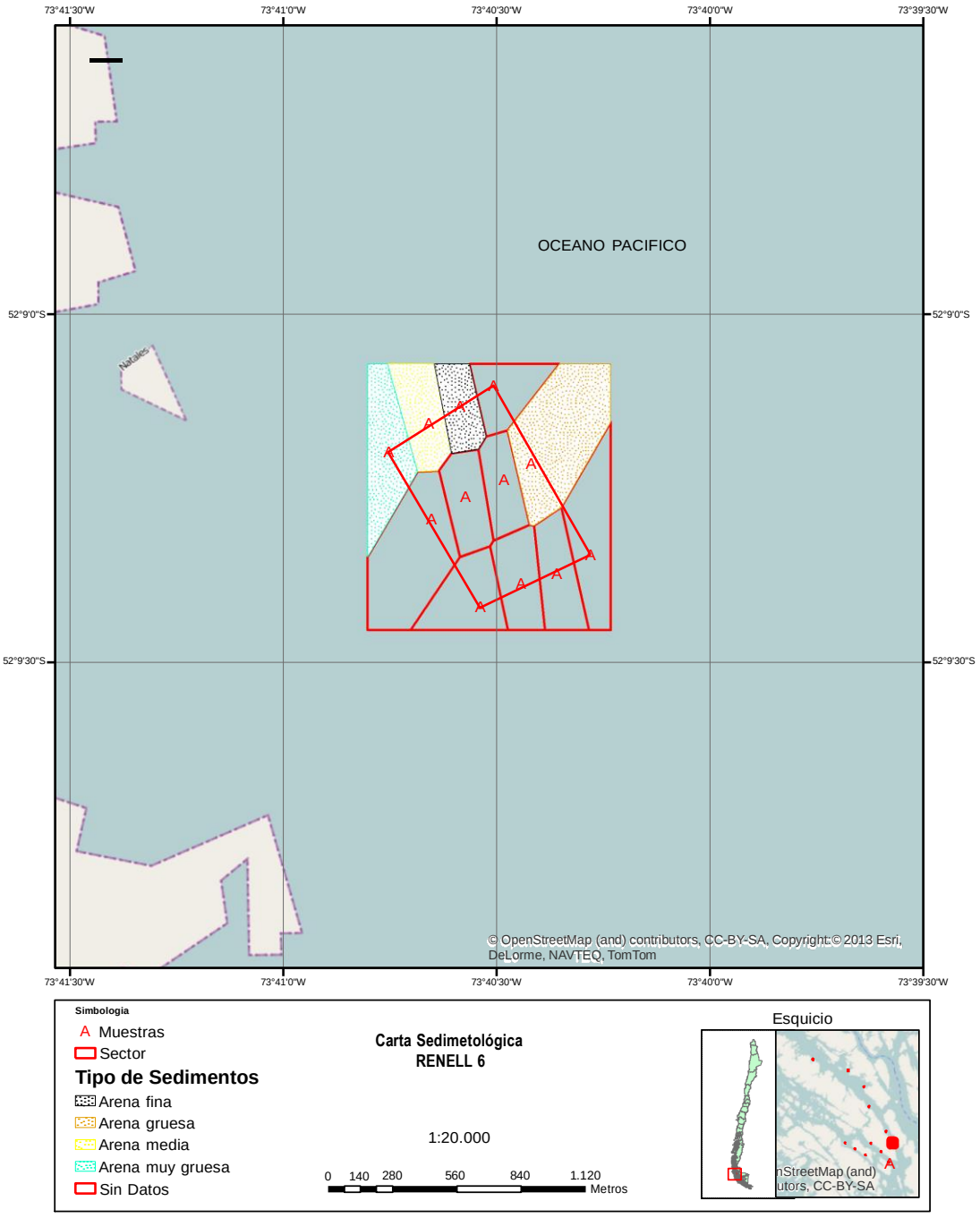

73°55'30"W
73°55'0"W
73°54'30"W
73°54'0"W
N
52°10'30"S
52°11'0"S
52°11'30"S
Océano Pacífico
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright © 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena muy gruesa
Sin Datos
Carta Sedimetológica
Muñoz 1
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

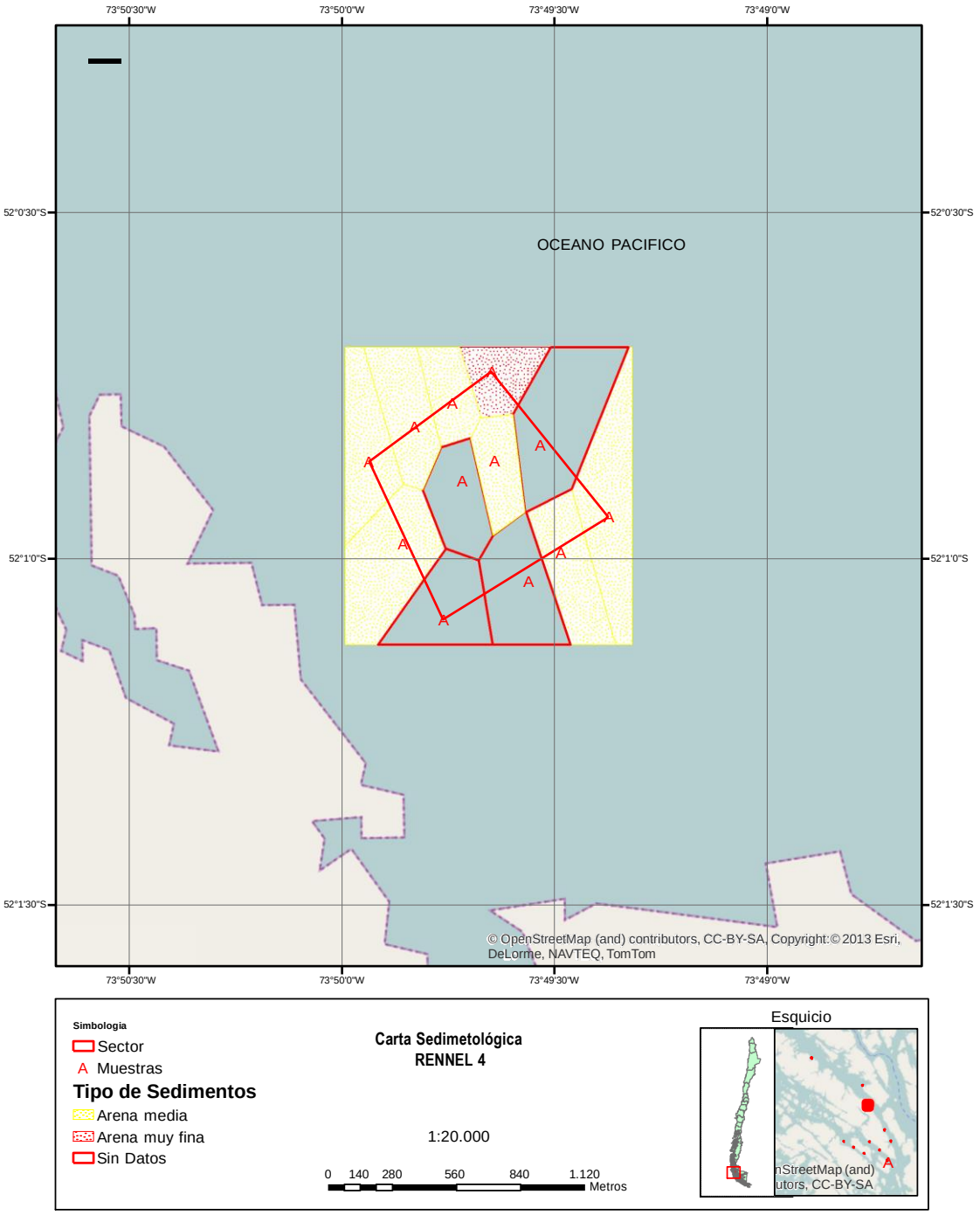

73°51'30"W
73°51'0"W
73°50'30"W
73°50'0"W
N
52°12'0"S
52°12'30"S
OCEANO PACIFICO
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright © 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena fina
Arena muy fina
Arena muy gruesa
Sin Datos
Carta Sedimetológica
MUÑOZ 2
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

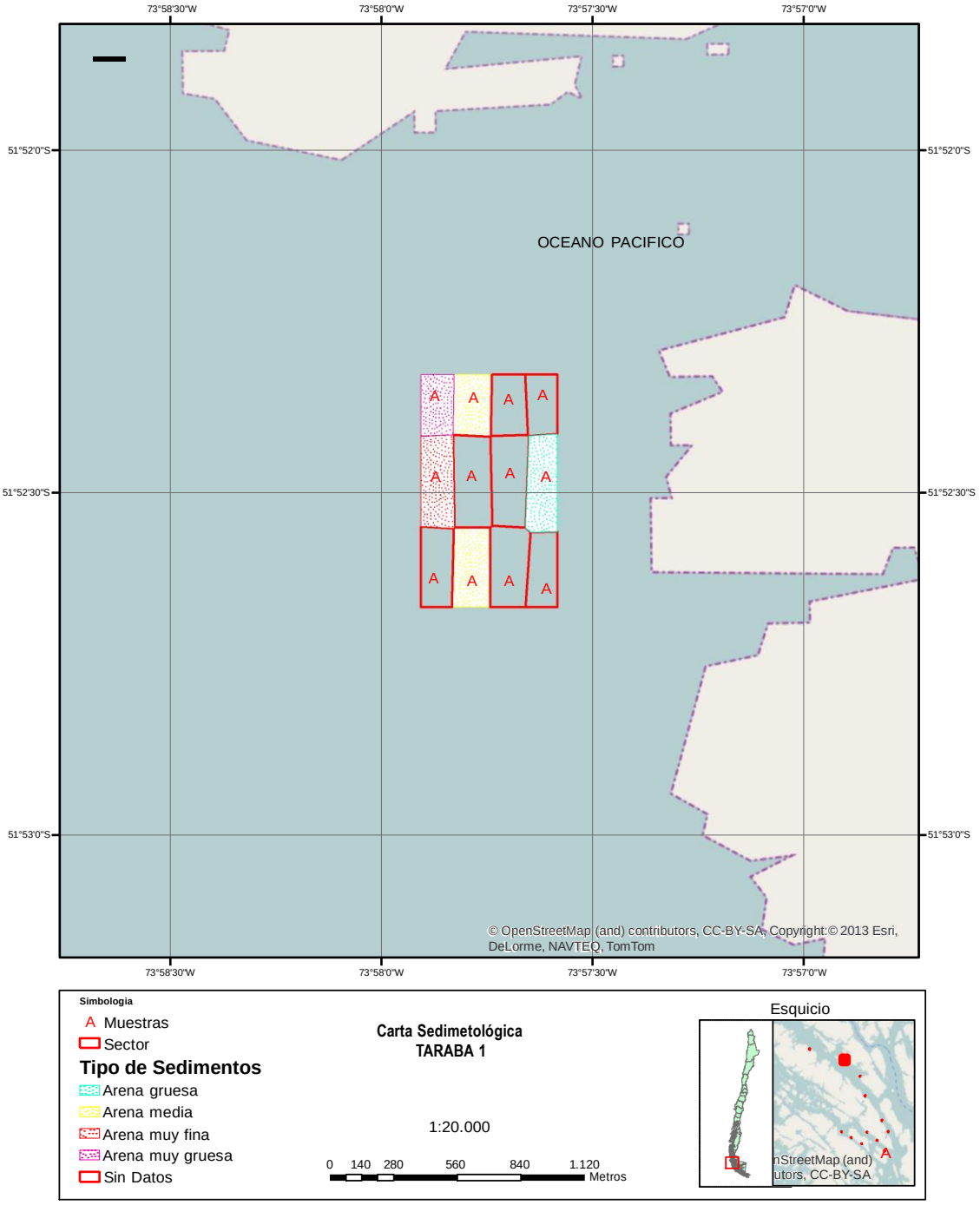

74°16'30"W
74°16'0"W
74°15'30"W
74°15'0"W
74°14'30"W
51°48'0"S
51°48'30"S
51°49'0"S
N
Natales
Natales
Provincia de Última Esperanza
OCEANO PACIFICO
Natales
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright © 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbología
Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena fina
Arena muy fina
Arena muy gruesa
Sin muestra
Carta Sedimetológica
RENNEL 1
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio


74°12'0"W
74°11'30"W
74°11'0"W
74°10'30"W
51°49'30"S
51°50'0"S
51°50'30"S
OCEANO PACIFICO
Natales
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
A Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena media
Arena muy fina
Arena muy gruesa
Fango
Sin Datos
Carta Sedimetológica
RENELL 2
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio


73°43'30"W
73°43'0"W
73°42'30"W
73°42'0"W
52°6'30"S
52°7'0"S
Océano Pacífico
Natales
Natales
Natales
Natales
Natales
Provincia de Última Esperanza
A
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbología
A Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena muy gruesa
Arena media
Arena muy fina
Arena muy gruesa
Fango
Sin Datos
Carta Sedimetológica
RENELL 5
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio


73°41'30"W
73°41'0"W
73°40'30"W
73°40'0"W
73°39'30"W
52°9'0"S
52°9'30"S
OCEANO PACIFICO
Natales
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
A Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena fina
Arena gruesa
Arena media
Arena muy gruesa
Sin Datos
Carta Sedimetológica
RENELL 6
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio


73°50'30"W
73°50'0"W
73°49'30"W
73°49'0"W
52°0'30"S
52°1'0"S
52°1'30"S
OCEANO PACIFICO
A
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
Sector
A Muestras
Tipo de Sedimentos
Arena media
Arena muy fina
Sin Datos
Carta Sedimetológica
RENNEL 4
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio


73°58'30"W
73°58'0"W
73°57'30"W
73°57'0"W
51°52'0"S
51°52'30"S
51°53'0"S
OCEANO PACIFICO
A
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Copyright:© 2013 Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom
Simbologia
A Muestras
Sector
Tipo de Sedimentos
Arena gruesa
Arena media
Arena muy fina
Arena muy gruesa
Sin Datos
Carta Sedimetológica
TARABA 1
1:20.000
0 140 280 560 840 1.120
Metros
Esquicio

A N E X O VII

Tutorial básico para la visualización de archivos de modelos de corrientes tipo Dfsu 2D y 3D en MIKE ZERO2012, y la extracción de series de tiempo.

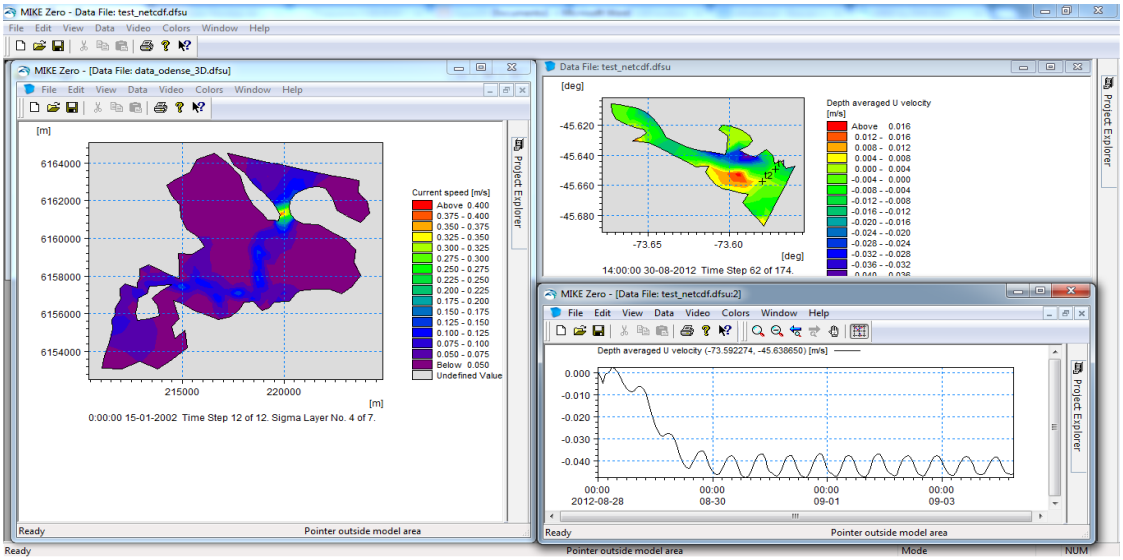


Figura 1.- Interfaz de visualización de datos de MIKE3, versión 2012.

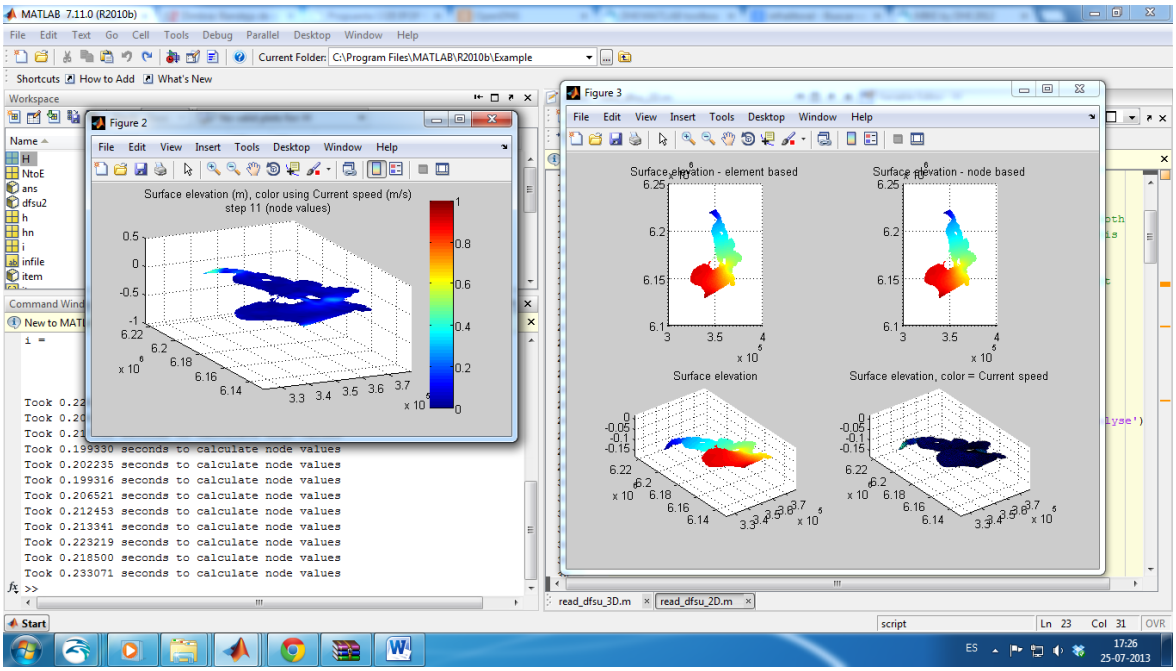


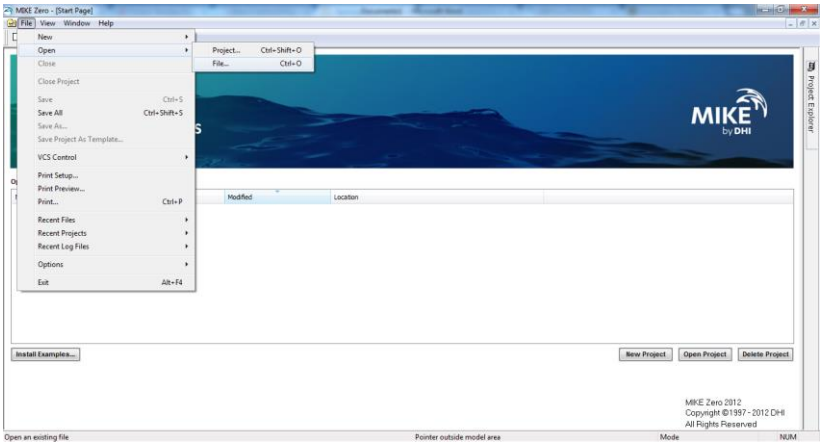
Figura 2 .- interfaz área de trabajo, de la herramienta de MATLAB para trabajar datos .Dfsu

Tutorial básico para la visualización de archivos de modelos de corrientes tipo Dfsu 2D y 3D en MIKE ZERO2012, y la extracción de series de tiempo.

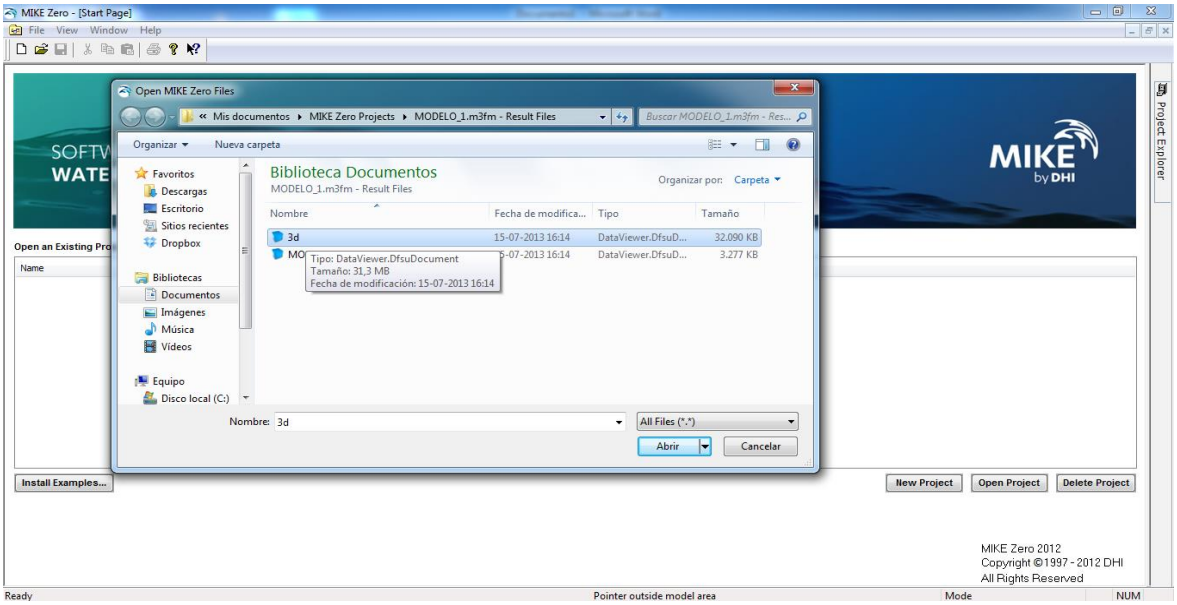
Los resultados de corrientes modelados en 2D y 3D en MIKE3 tienen como salidas archivos .Dfsu. Estos archivos contienen todos los pasos de tiempo modelados, y en el caso de archivos 3D, contienen todos los niveles verticales simulados. MIKE by DHI, en su página http://www.dhisoftware.com/Download/MIKEByDHI2012.aspx permite la descarga de sus versión más reciente (2012), la cual permite a modo de demo la visualización de resultados, herramientas de pre y post proceso, como la extracción de series de tiempo de puntos específicos para ser tratados como estaciones, también al construcción e MESH y DEM , e incluso permite el modelamiento de pequeñas áreas con mallas flexibles de un número limitado de nodos y elementos. En este tutorial mostraremos en pocos pasos como visualizar datos de corrientes modelados para la zona de archipiélago de Chonos.

Paso 1. Abrir MIKE ZERO

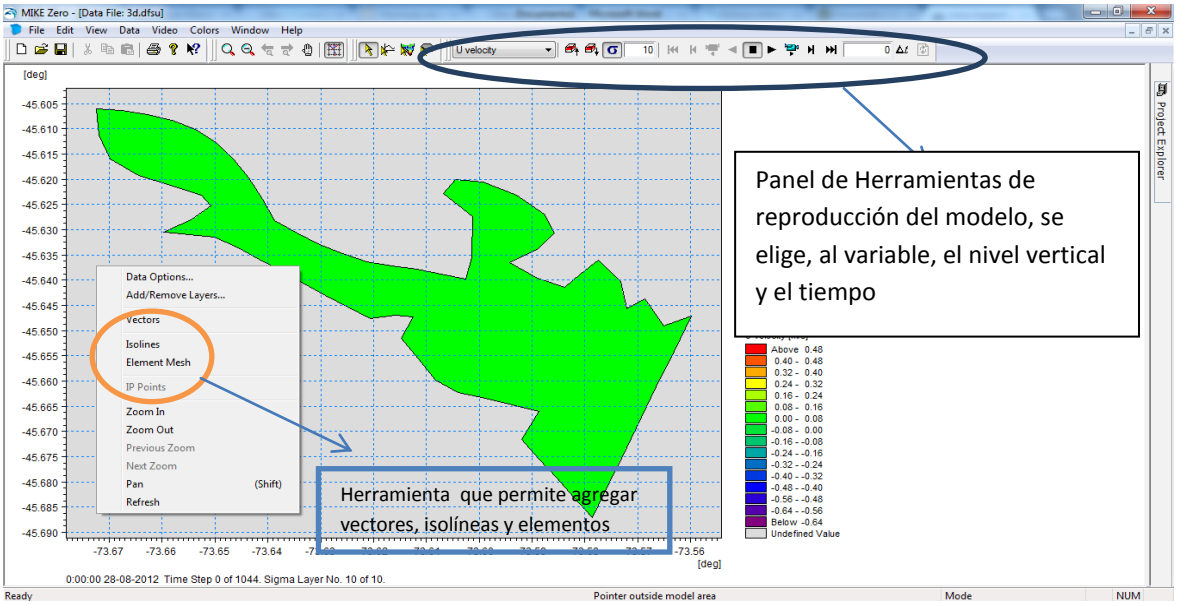
Paso 2. Cargar archivo, ir a file>>Open>>file



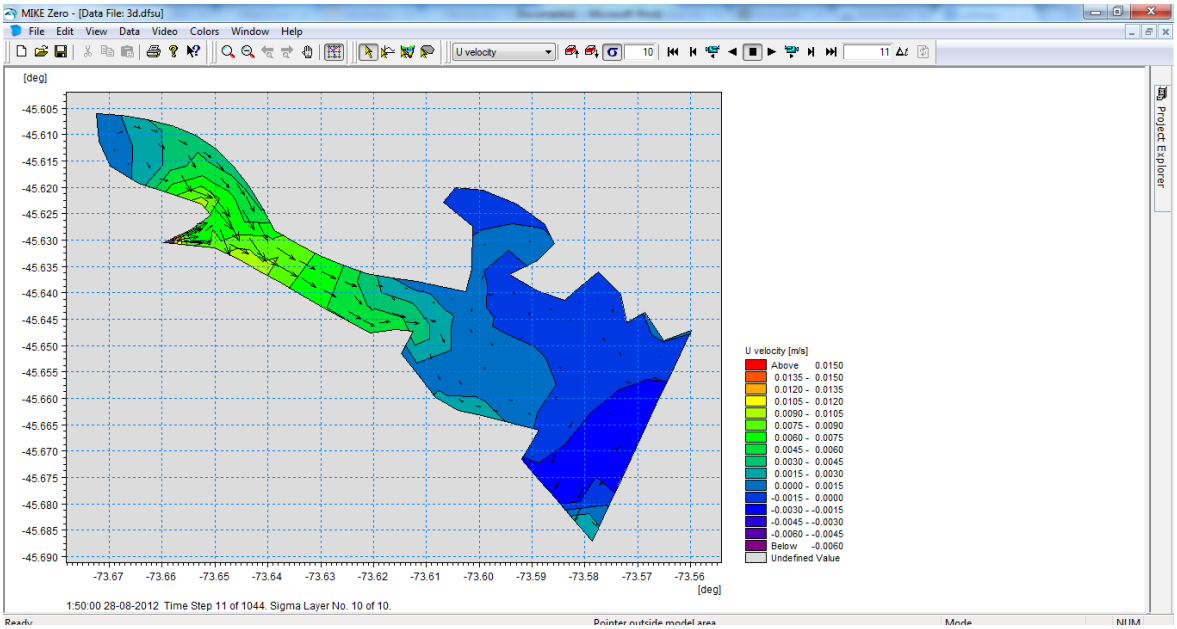
Paso 3. Elegir el archivo, con extensión Dfsu, puede ser 2D (un nivel vertical) o 3D (más de un nivel vertical), en nuestro caso, cargaremos el archivo de nombre 3d, que corresponde a una modelación de corrientes realizada en la entrada oriente a Isla Traiguén, en la región de Aysén.



Paso 4. Una vez cargado el archivo, aparece la zona modelada, por defecto inicialmente en el paso de tiempo 1, y en el nivel vertical 1 (en este caso es un archivo .dfsu 3D)



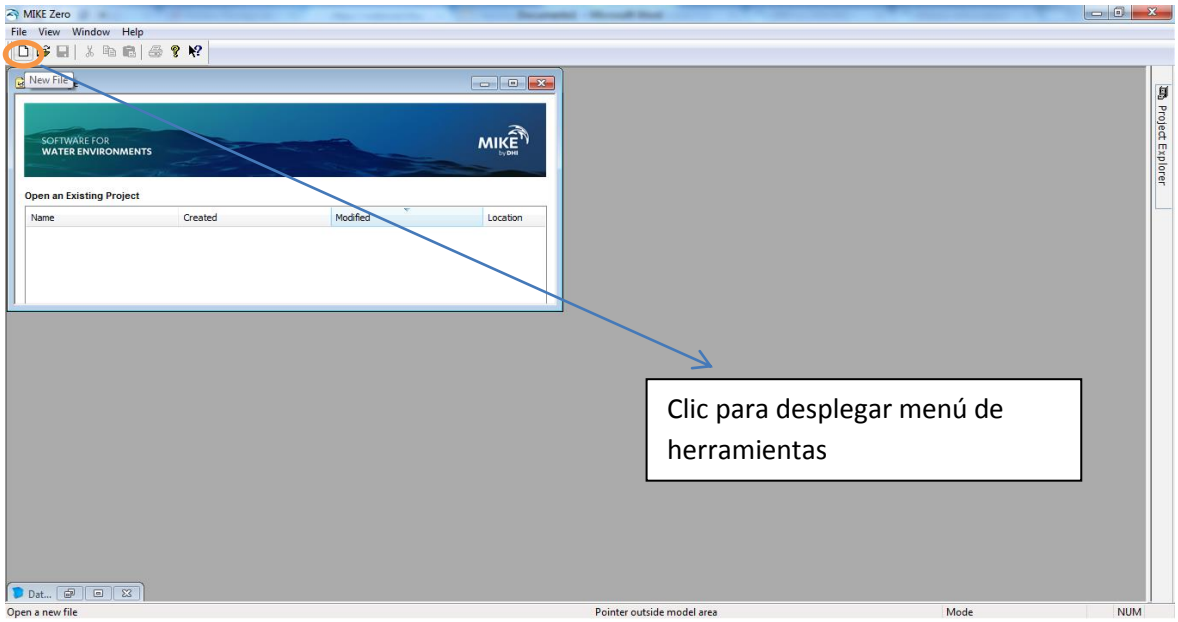
Paso 5. Hacer correr el modelo.



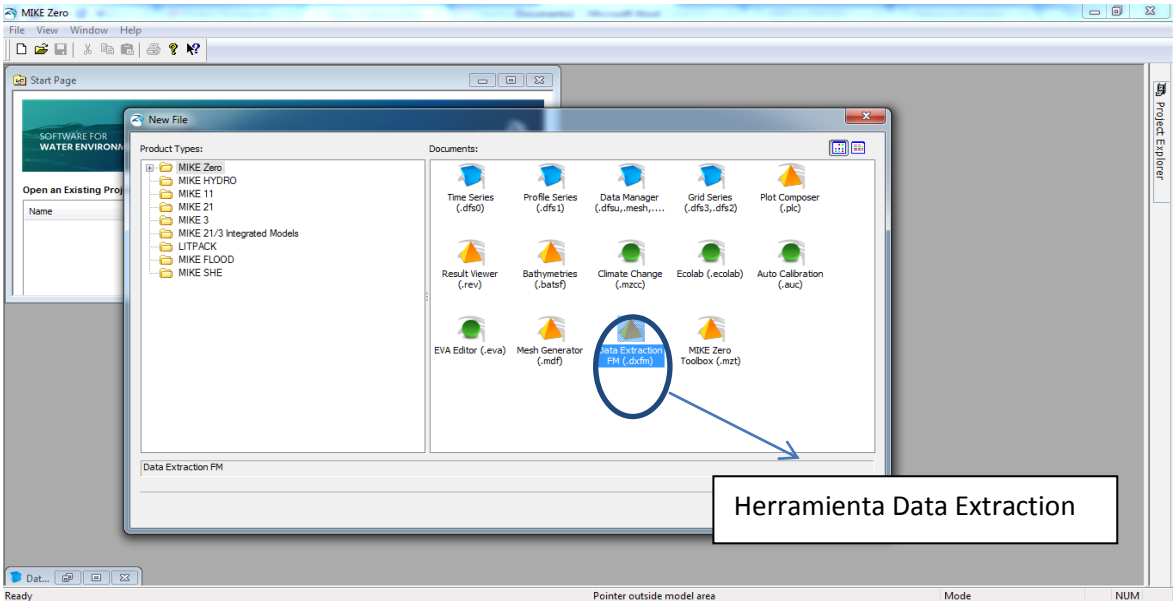
Extracción de series de tiempo del modelo

A los campos de corrientes modelados se le puede extraer en un punto específico una serie de tiempo de los parámetros modelados como se ve a continuación.

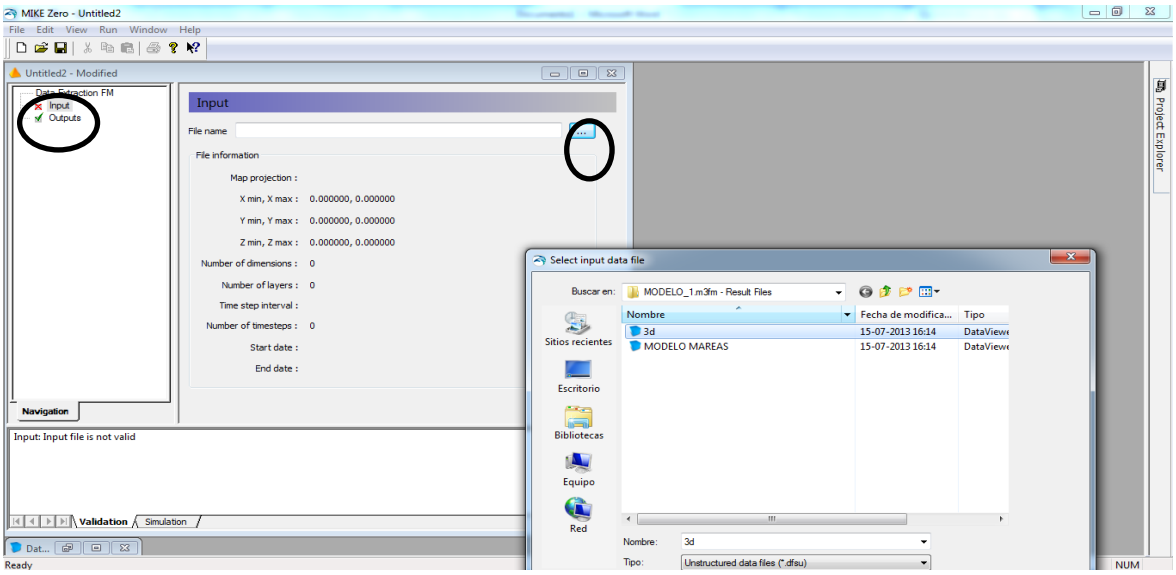
Paso 1. Volvemos al ambiente inicial de MIKE y hacemos clic en new file, con esto desplegaremos el menú de herramientas.



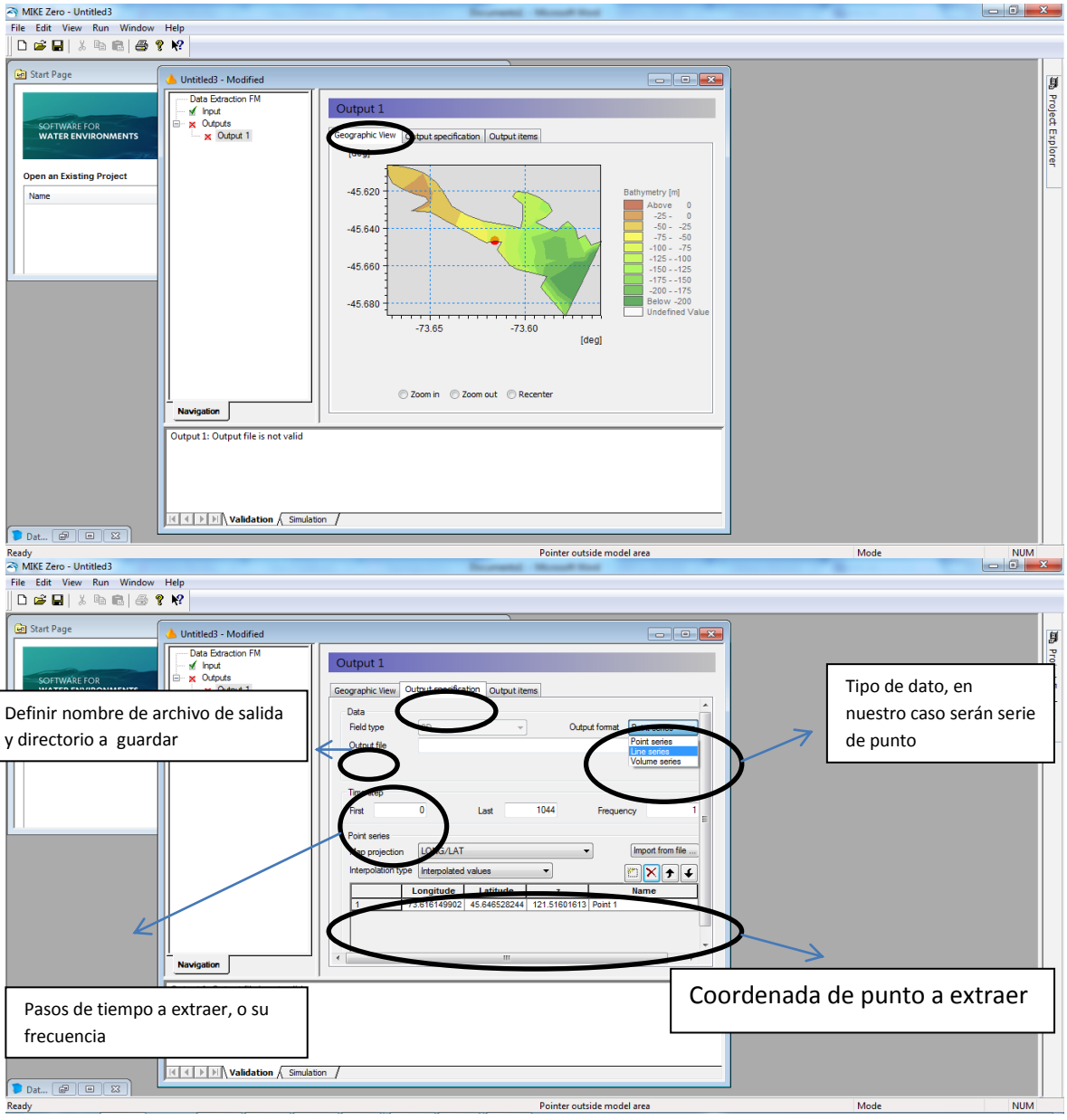
Paso 2. Seleccionar herramienta Data Extraction.



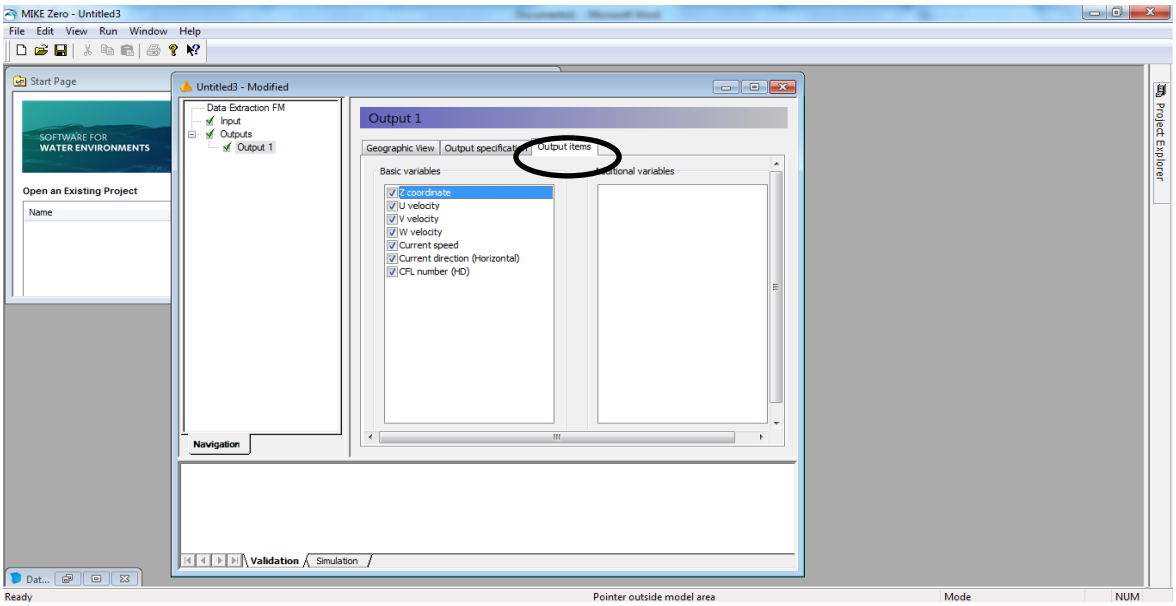
Paso 3. Una vez cargada la herramienta, en input cargamos el archivo .Dfsu del cual deseamos extraer una serie de tiempo. Al seleccionar el archivo, se desplegara la información asociada a él, como los vértices del dominio, la fecha modelada, los pasaos de tiempo, los niveles verticales, etc.



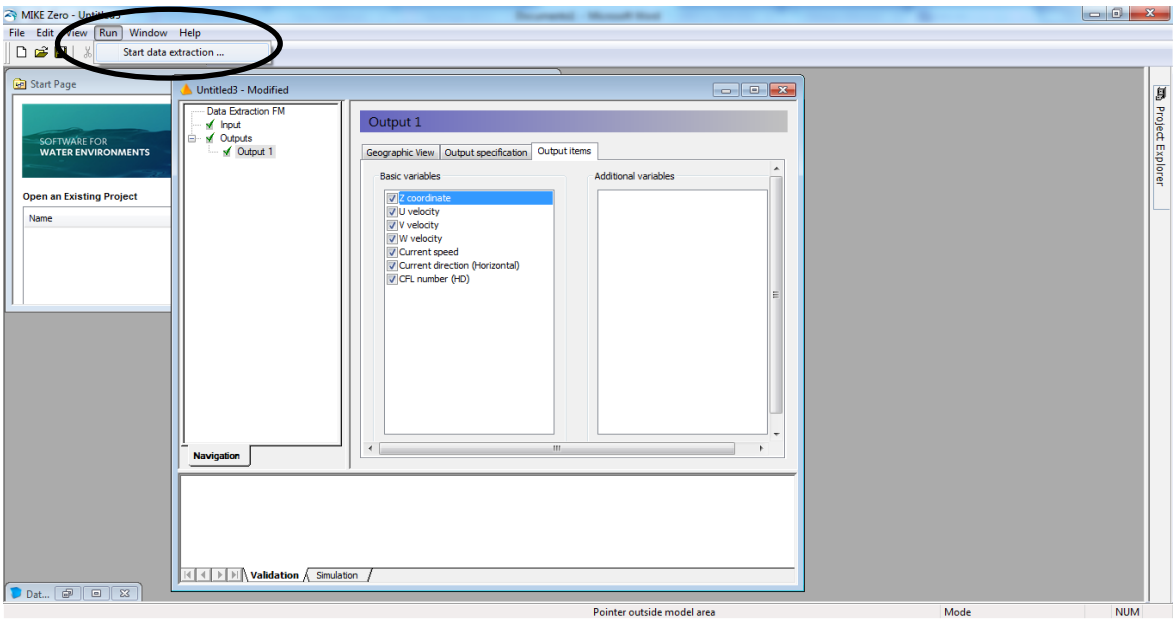
Paso 4. Seleccionar las salidas que deseamos, primero nos muestra un mapa del área, cambiamos nuestra pestaña a *output specification* , y elegimos en *output format*, point serie, definimos los pasos de tiempo que deseamos extraer , la coordenada del punto estación y el nombre del archivo de salida y el directorio donde extraer.



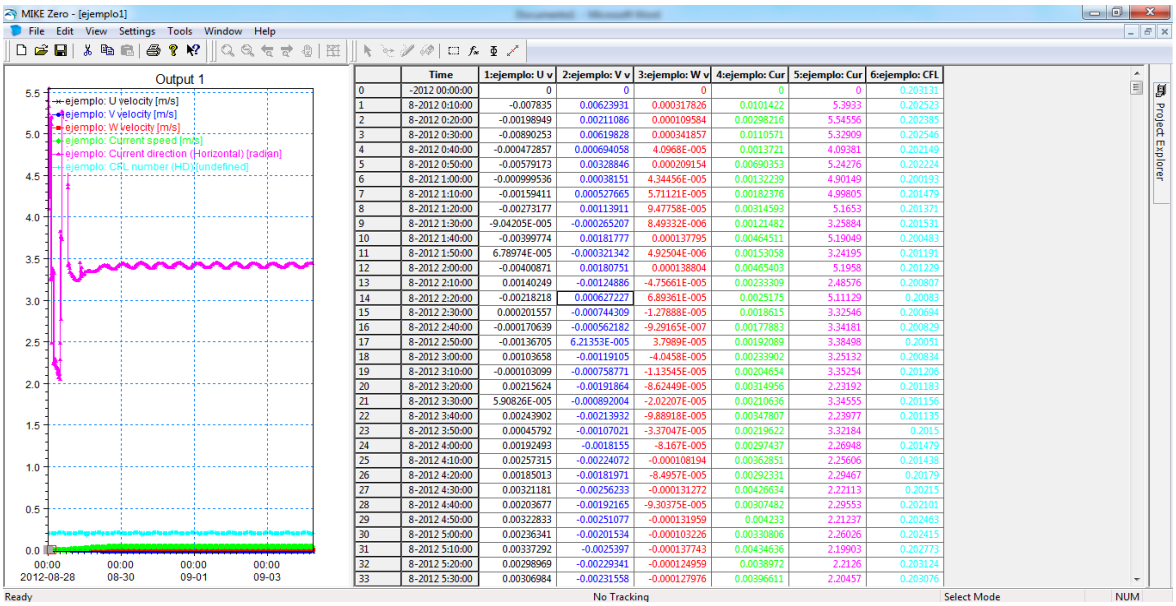
Paso 5. Definimos las variables a extraer en la pestaña *output ítems*. Una vez realizado esto, podemos observar que en la sección izquierda, el ítem de output tiene visto bueno. Lo cual indica que se puede realizar la extracción.



Paso 6. Realizamos la extracción, en el panel superior >run>data extraction.



Paso 7. Visualizamos nuestra serie, haciendo doble clic en nuestro archivo, MIKE automáticamente lo abrirá. Para exportar en archivo ASCII, vamos a file, en el panel superior izquierdo y hacemos marcamos *export to ASCII*.



	Time	1:ejemplo: U v	2:ejemplo: V v	3:ejemplo: W v	4:ejemplo: Cur	5:ejemplo: Cur	6:ejemplo: CFL
0	-2012 00:00:00	0	0	0	0	0	0.203131
1	8-2012 0:10:00	-0.007835	0.00623931	0.000317826	0.0101422	5.3933	0.202523
2	8-2012 0:20:00	-0.00198949	0.00211086	0.000109584	0.00298216	5.54556	0.202385
3	8-2012 0:30:00	-0.00890253	0.00619828	0.000341857	0.0110571	5.32909	0.202546
4	8-2012 0:40:00	-0.000472857	0.000694058	4.0968E-005	0.0013721	4.09381	0.202149
5	8-2012 0:50:00	-0.00579173	0.00328846	0.000209154	0.00690353	5.24276	0.202224
6	8-2012 1:00:00	-0.000999536	0.00038151	4.34456E-005	0.00132239	4.90149	0.200193
7	8-2012 1:10:00	-0.00159411	0.000527665	5.71121E-005	0.00182376	4.99805	0.201479
8	8-2012 1:20:00	-0.00273177	0.00113911	9.47758E-005	0.00314593	5.1653	0.201371
9	8-2012 1:30:00	-9.04205E-005	-0.000265207	8.49332E-006	0.00121482	3.25884	0.201531
10	8-2012 1:40:00	-0.00399774	0.00181777	0.000137795	0.00464511	5.19049	0.200483
11	8-2012 1:50:00	6.78974E-005	-0.000321342	4.92504E-006	0.00153058	3.24195	0.201191
12	8-2012 2:00:00	-0.00400871	0.00180751	0.000138804	0.00465403	5.1958	0.201229
13	8-2012 2:10:00	0.00140249	-0.00124886	-4.75661E-005	0.00233309	2.48576	0.200807
14	8-2012 2:20:00	-0.00218218	0.000627227	6.89361E-005	0.0025175	5.11129	0.20083
15	8-2012 2:30:00	0.000201557	-0.000744309	-1.27888E-005	0.0018615	3.32546	0.200694
16	8-2012 2:40:00	-0.000170639	-0.000562182	-9.29165E-007	0.00177883	3.34181	0.200829
17	8-2012 2:50:00	-0.00136705	6.21353E-005	3.7989E-005	0.00192089	3.38498	0.20051
18	8-2012 3:00:00	0.00103658	-0.00119105	-4.0458E-005	0.00233902	3.25132	0.200834
19	8-2012 3:10:00	-0.000103099	-0.000758771	-1.13545E-005	0.00204654	3.35254	0.201206
20	8-2012 3:20:00	0.00215624	-0.00191864	-8.62449E-005	0.00314956	2.23192	0.201183
21	8-2012 3:30:00	5.90826E-005	-0.000892004	-2.02207E-005	0.00210636	3.34555	0.201156
22	8-2012 3:40:00	0.00243902	-0.00213932	-9.88918E-005	0.00347807	2.23977	0.201135
23	8-2012 3:50:00	0.00045792	-0.00107021	-3.37047E-005	0.00219622	3.32184	0.2015
24	8-2012 4:00:00	0.00192493	-0.0018155	-8.167E-005	0.00297437	2.26948	0.201479
25	8-2012 4:10:00	0.00257315	-0.00224072	-0.000108194	0.00362851	2.25606	0.201438
26	8-2012 4:20:00	0.00185013	-0.00181971	-8.4957E-005	0.00292331	2.29467	0.20179
27	8-2012 4:30:00	0.00321181	-0.00256233	-0.000131272	0.00426634	2.22113	0.20215
28	8-2012 4:40:00	0.00203677	-0.00192165	-9.30375E-005	0.00307482	2.29553	0.202101
29	8-2012 4:50:00	0.00322833	-0.00251077	-0.000131959	0.004233	2.21237	0.202463
30	8-2012 5:00:00	0.00236341	-0.00201534	-0.000103226	0.00330806	2.26026	0.202415
31	8-2012 5:10:00	0.00337292	-0.0025397	-0.000137743	0.00434636	2.19903	0.202773
32	8-2012 5:20:00	0.00298969	-0.00229341	-0.000124959	0.0038972	2.2126	0.203124
33	8-2012 5:30:00	0.00306984	-0.00231558	-0.000127976	0.00396611	2.20457	0.203076

A N E X O VIII

Climatología de vientos en la región de Magallanes

Climatología de vientos en la región de Magallanes

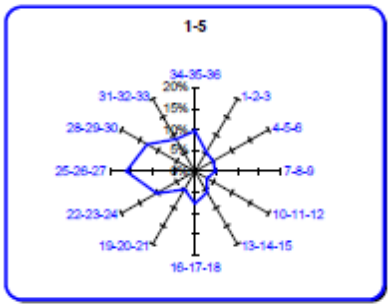
El presente anexo es obtenido a través de publicaciones realizadas por la dirección meteorológica de Chile y muestra la climatología de vientos en la estación de Punta Arenas (Carlos Ibáñez).

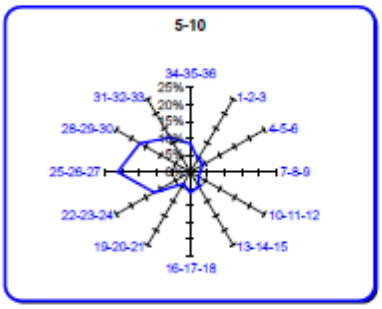
Los registros disponibles corresponden a las observaciones horarias de viento, en un período que abarca desde el año 1970 al 2000, con algunas excepciones. Para la confección de los gráficos a nivel mensual se utilizó la totalidad de registros disponibles, no discriminándose horas o período de observación. Debiendo tenerse en cuenta que no todas las estaciones empleadas por la dirección meteorológica tienen o han mantenido el mismo régimen de observaciones. Los gráficos muestran el comportamiento de la dirección del viento para diferentes intervalos. En términos generales se dividió la intensidad del viento en rangos de 5 nudos abarcando intensidades desde 1 nudo hasta aquellas mayores a 30 nudos obteniéndose de esta forma 7 rangos. Para cada uno de estos rangos de intensidad del viento se obtuvo su frecuencia en porcentaje para las diferentes direcciones, presentándose los resultados en graficas de frecuencia de dirección, esto permite que rápidamente cualquier persona ante una intensidad conocida de viento, pueda determinar cuál es la dirección de ocurrencia más probable a esa intensidad.

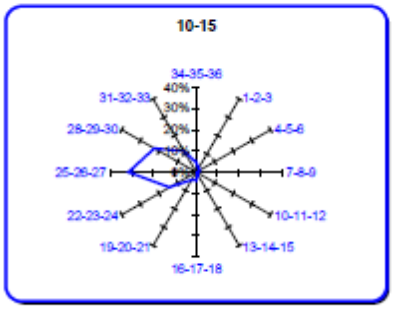
Las direcciones se presentan en 8 rumbos, pero los valores de frecuencia obtenidos son el resultado de haber considerado la ausencia de viento o Calma y el viento de dirección variable. Cabe señalar además, que cuando en las gráficas se encuentra un eje con varios valores de 0% se está ante frecuencias mayores o iguales a 0%, pero inferiores a 1%.

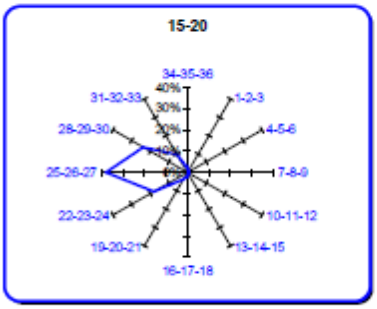
Información obtenida desde Dirección Meteorológica de Chile 2008. Anemometría de Chile. Santiago, 288pp.

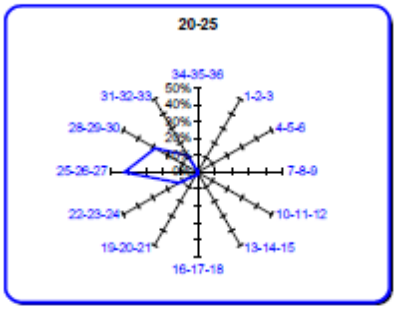
Enero

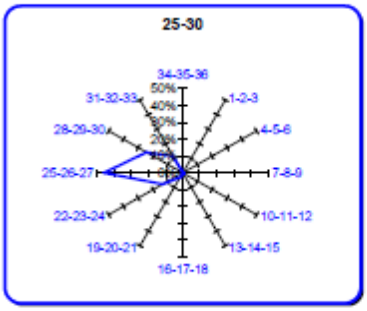

1-5
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
20%
15%
10%
5%

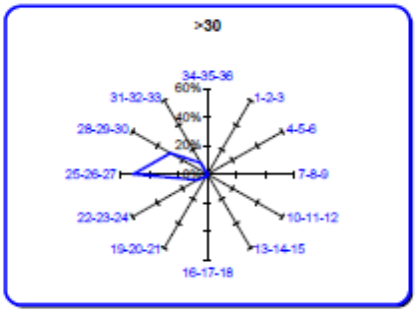

5-10
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
25%
20%
15%
10%
5%


10-15
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
40%
30%
20%
10%

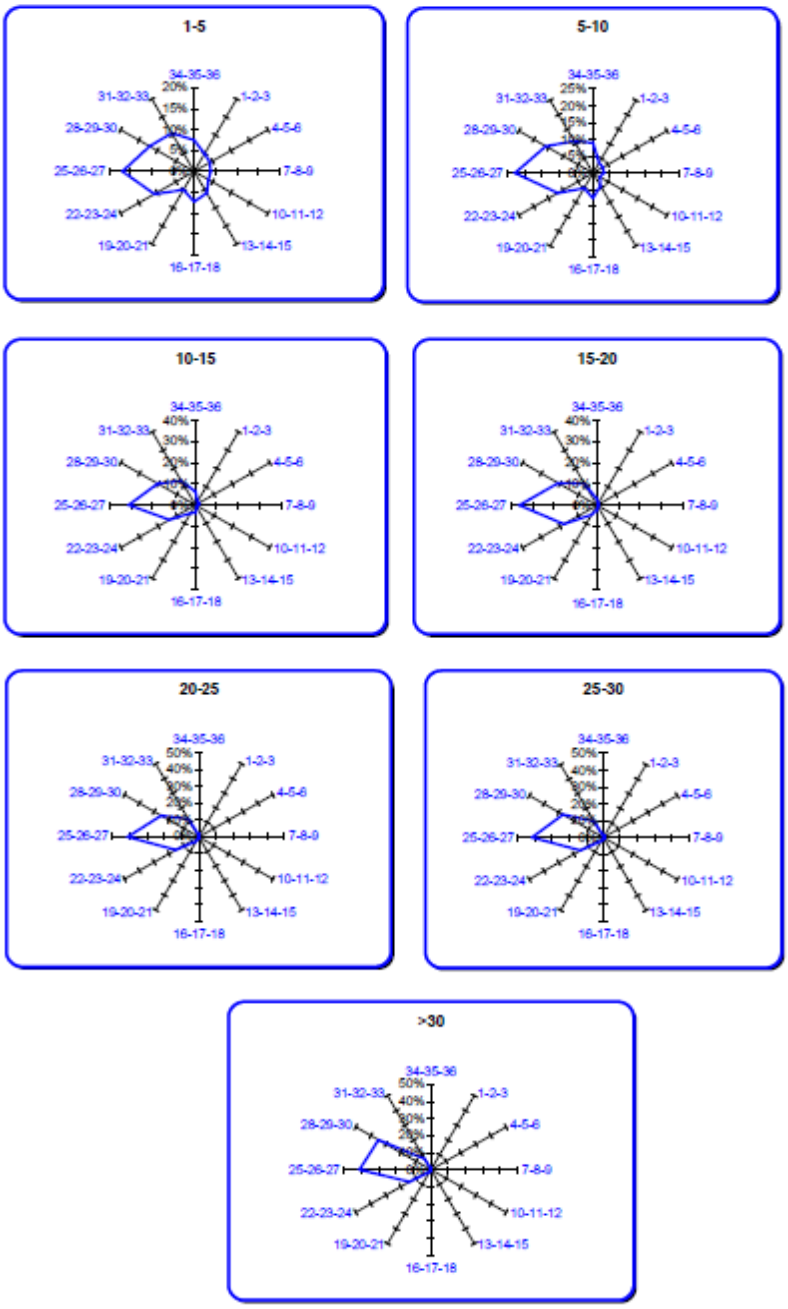

15-20
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
40%
30%
20%
10%


20-25
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
50%
40%
30%
20%
10%

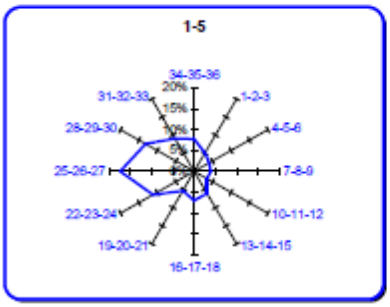

25-30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
50%
40%
30%
20%
10%

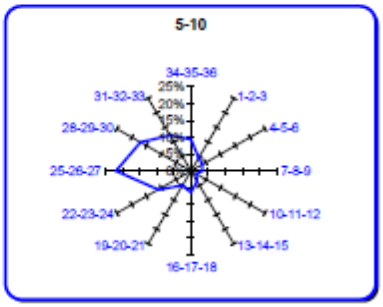

>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
60%
40%
20%

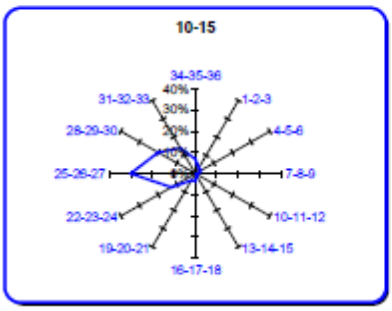
Febrero

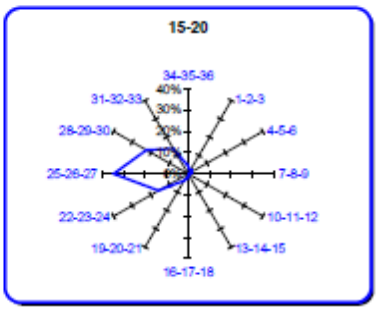

1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

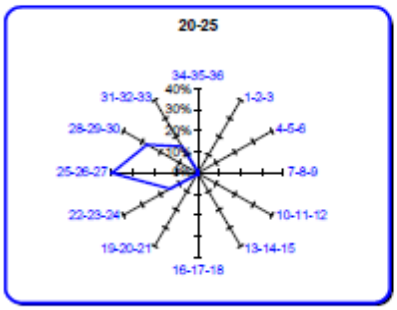
Marzo

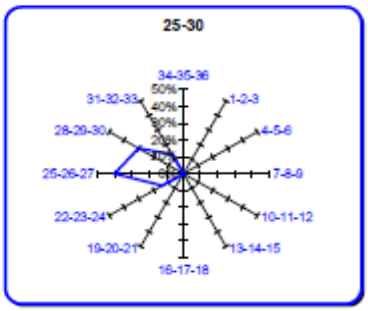

1-5
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

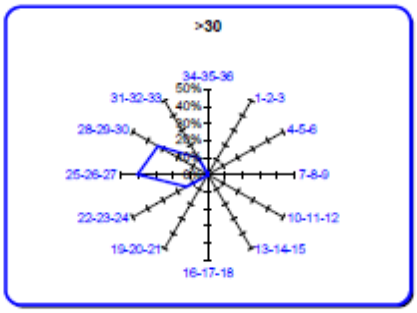

5-10
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


10-15
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

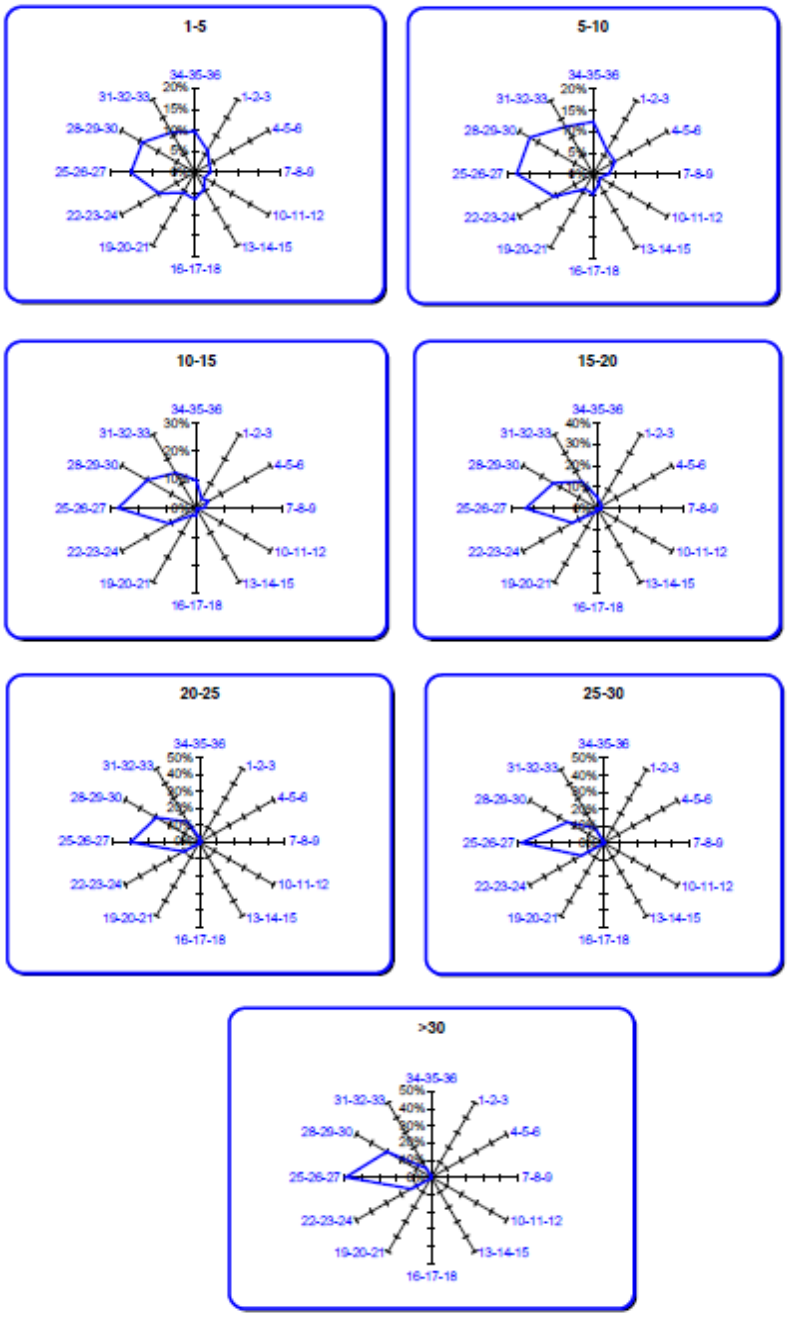

15-20
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


20-25
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

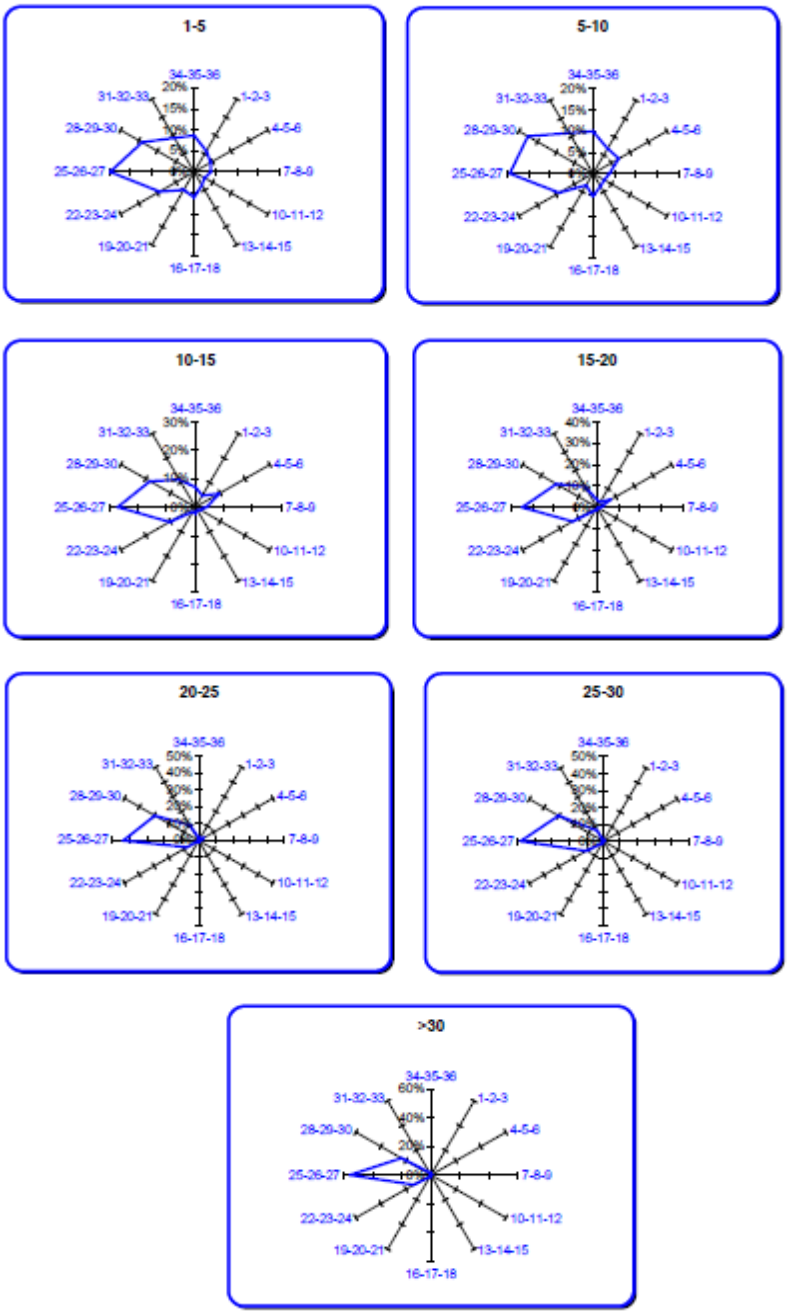

25-30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

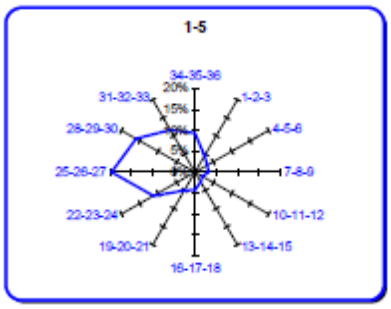
Abril

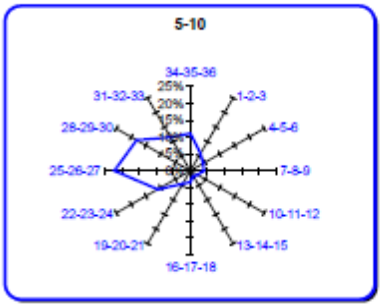

1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

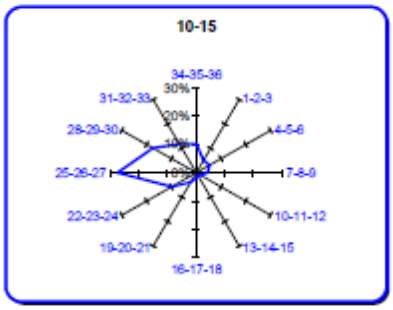
Mayo

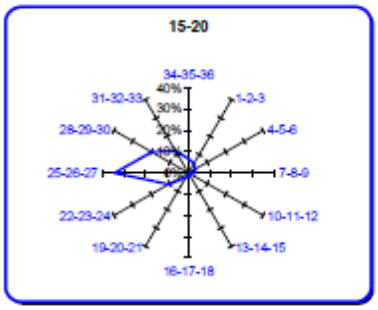

1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

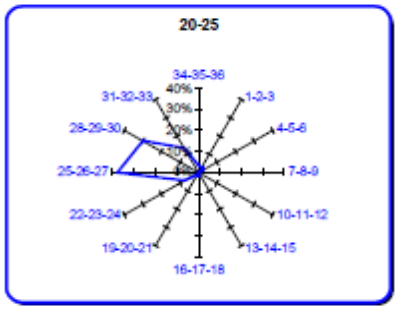
Junio

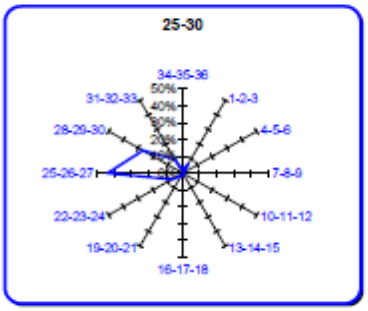

1-5
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

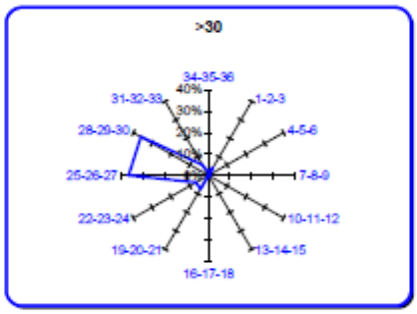

5-10
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


10-15
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

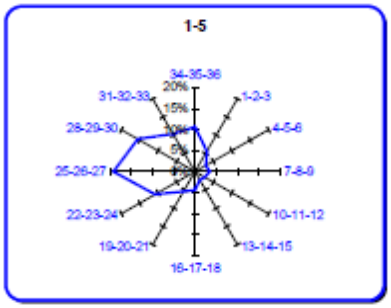

15-20
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

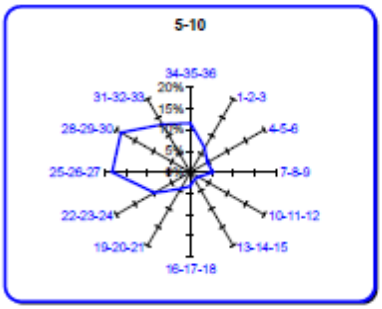

20-25
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

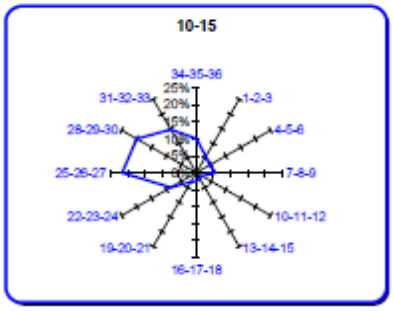

25-30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

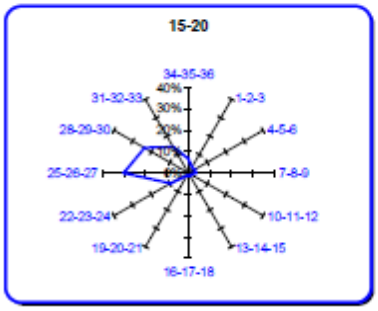

>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

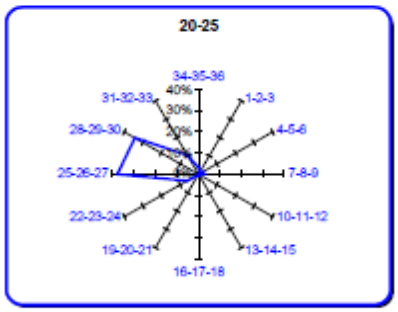
Julio

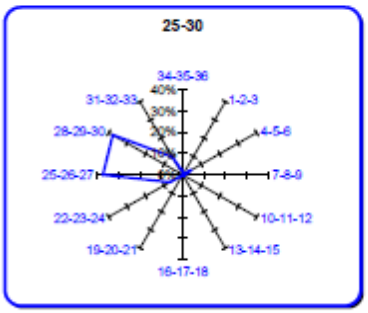

1-5
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
20%
15%

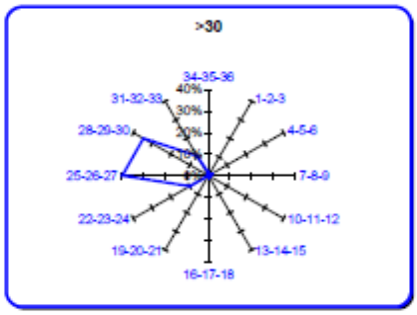

5-10
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
20%
15%


10-15
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
25%
20%

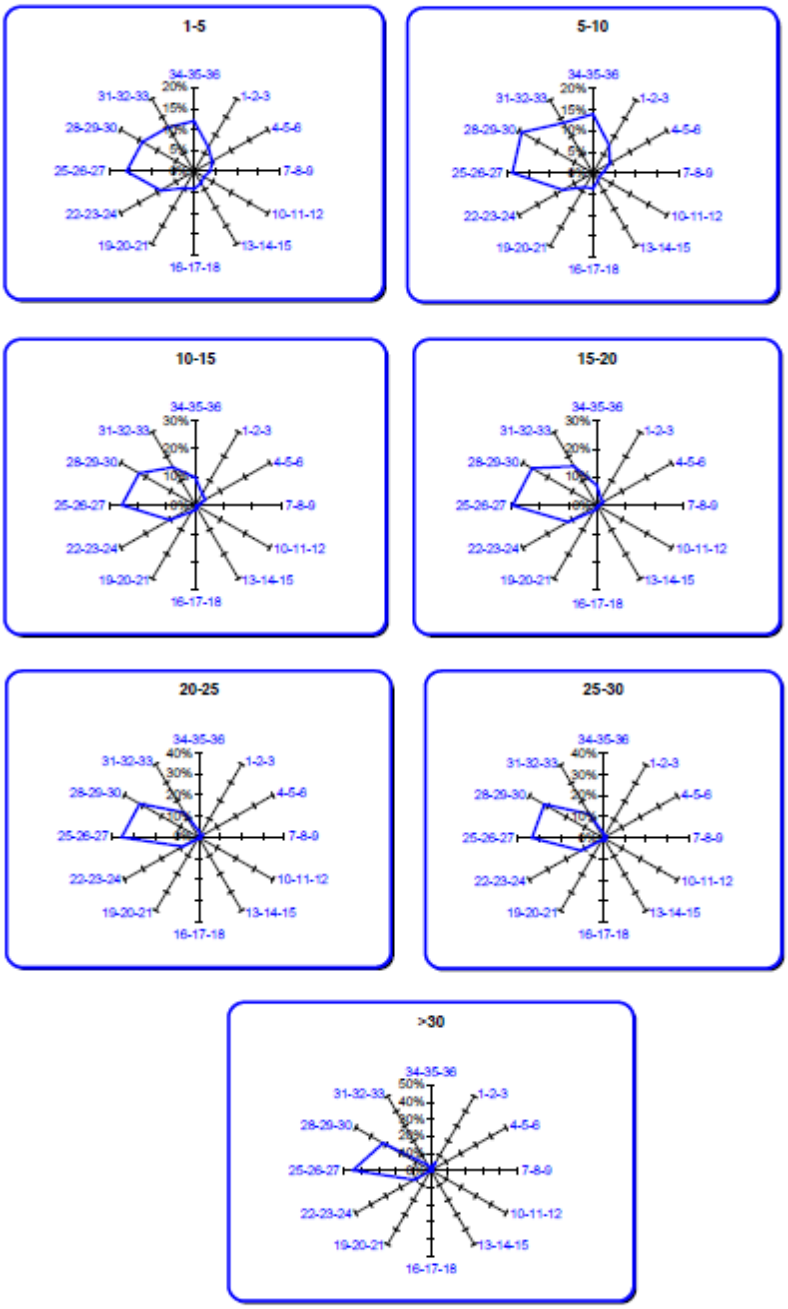

15-20
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
40%
30%


20-25
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
40%
30%

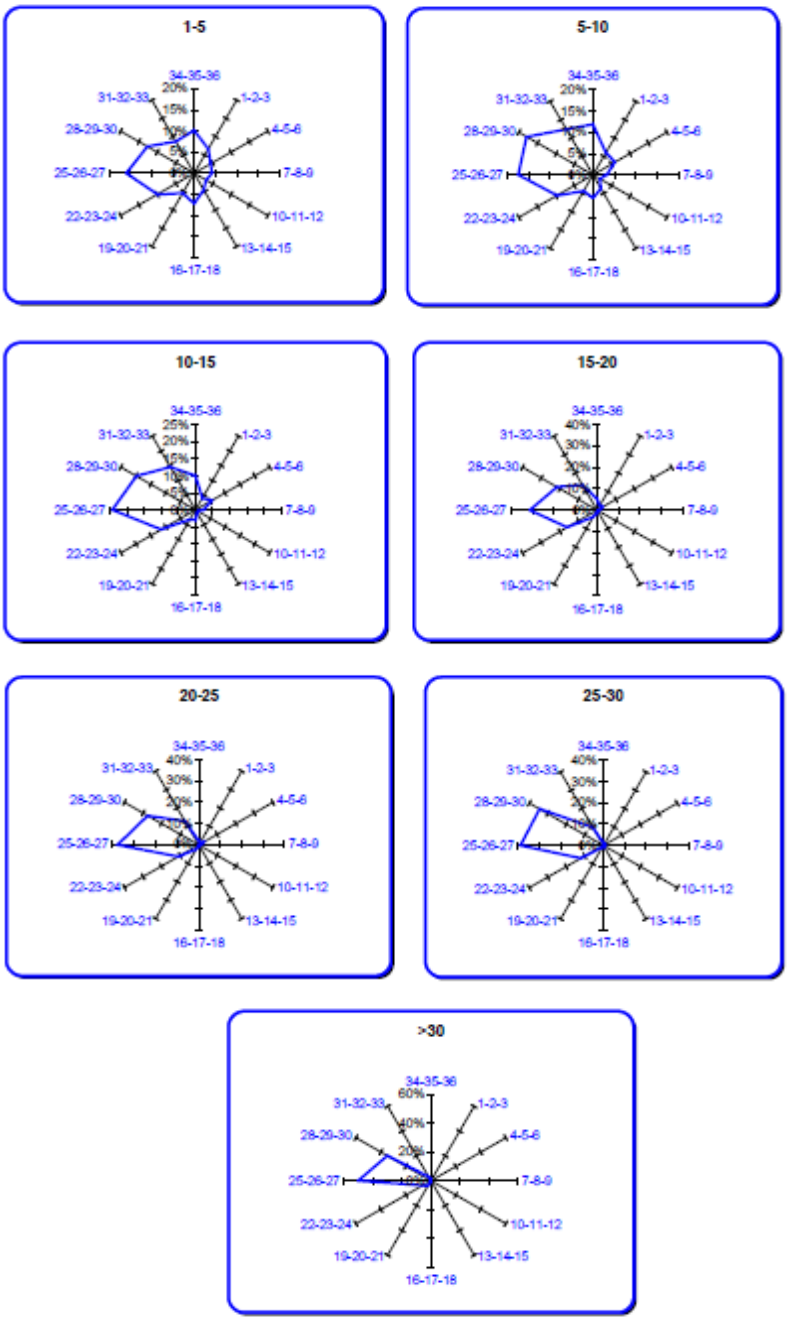

25-30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
40%
30%


>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33
40%
30%

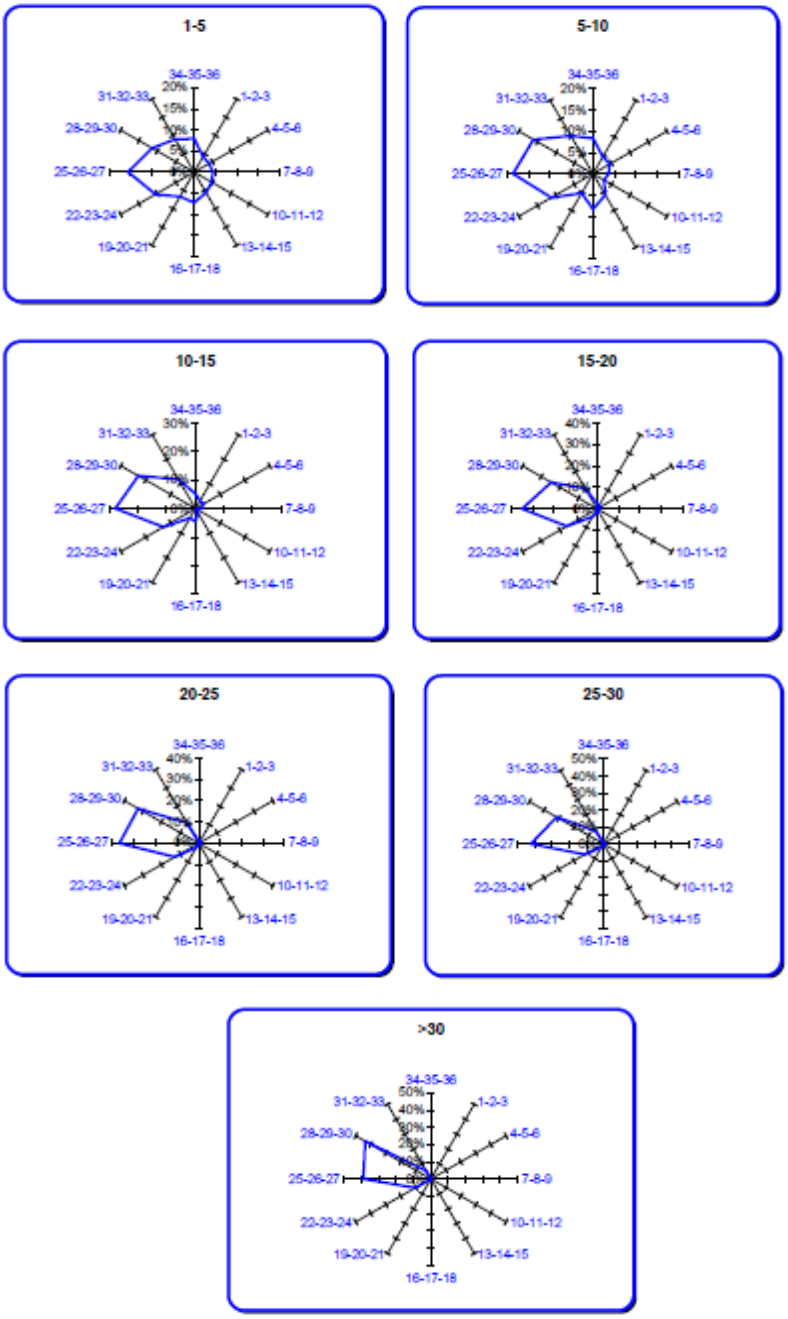
Agosto


1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

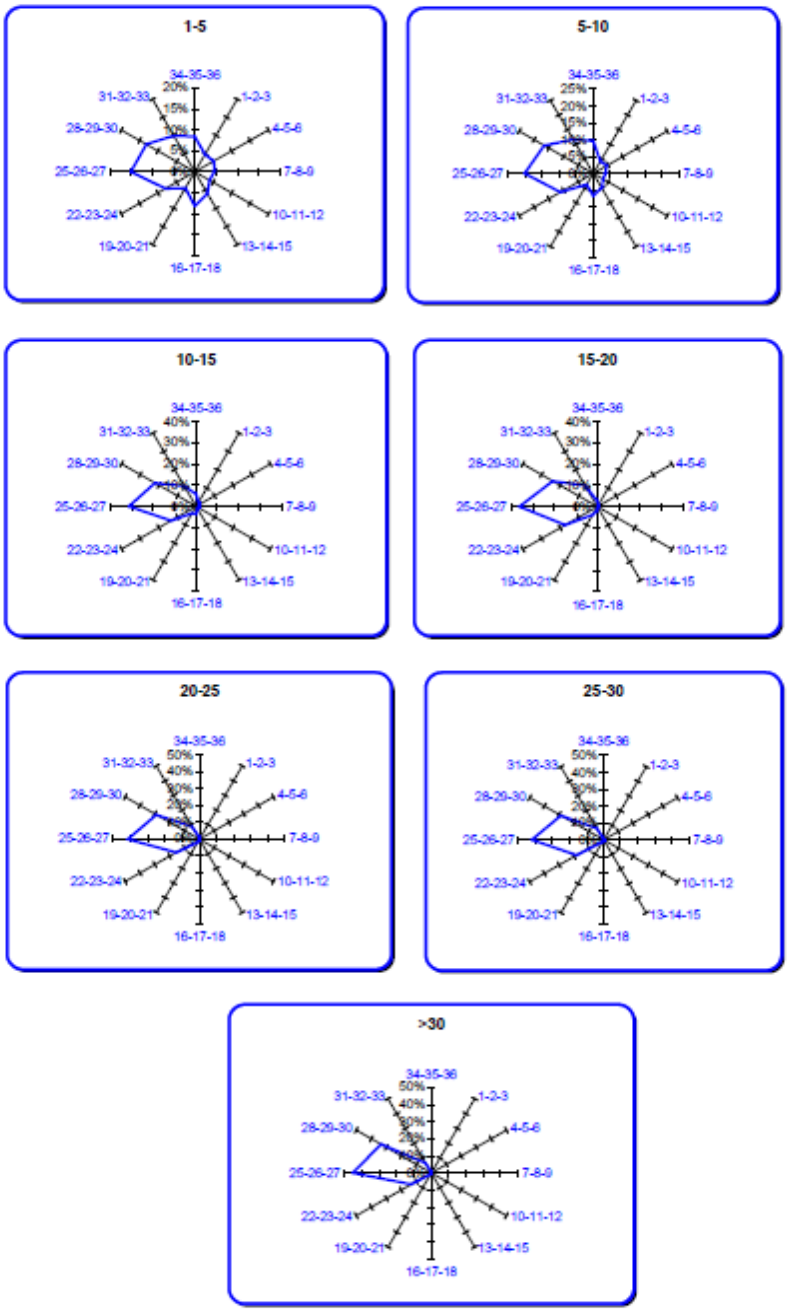
Septiembre


1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

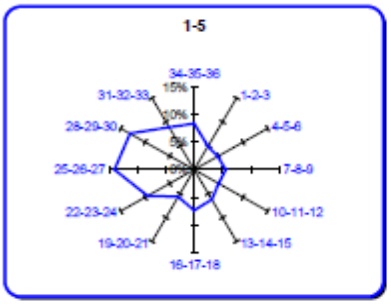
Octubre

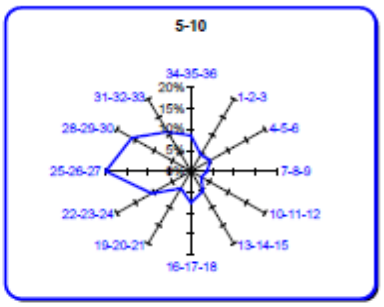

1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

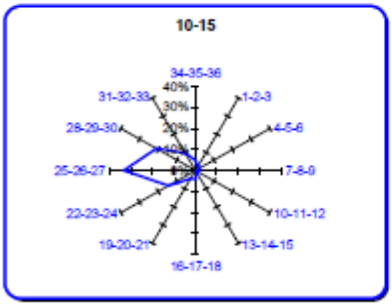
Noviembre

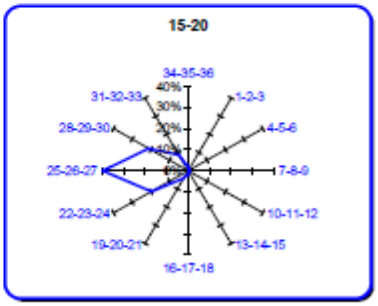

1-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

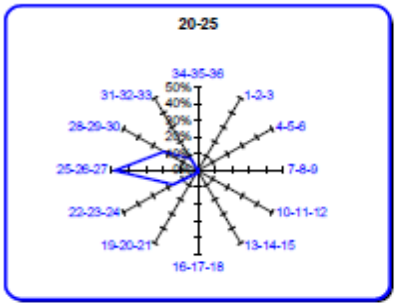
Diciembre

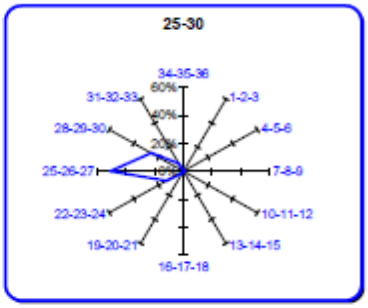

1-5
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

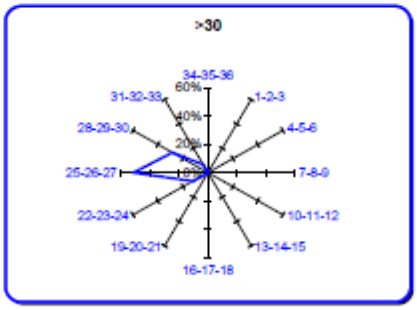

5-10
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


10-15
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


15-20
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


20-25
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


25-30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33


>30
34-35-36
1-2-3
4-5-6
7-8-9
10-11-12
13-14-15
16-17-18
19-20-21
22-23-24
25-26-27
28-29-30
31-32-33

A N E X O IX

Avance de publicación científica:

"Distribución espacial de las condiciones oceanográficas (Temperatura. Salinidad, oxígeno disuelto, densidad) y su relación con la batimetría en algunos fiordos y canales de Magallanes."

Avance de publicación científica

Se elaboró una publicación científica, en base a la información recabada en este proyecto y complementada con proyectos anteriores. Se eligió la revista de Biología Marina y Oceanografía, para someter el artículo a arbitraje.

Revista de biología marina y oceanografía

La revista está integrada por personal académico y técnico-administrativo, perteneciente a la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales, de la Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, Chile.

- **Director y Representante legal**

  Dr. Ricardo Bravo, ricardo.bravo@uv.cl
- **Editora**

  Dra.(c). Claudia Bustos, revbiolmar@gmail.com
- **Editores asociados**

  Dr. Mauricio Landaeta, mauricio.landaeta@uv.cl
  Dra. Gabriela Muñoz, gabriela.munoz@cienciasdelmar.cl
  Prof. Pilar Muñoz, pilar.munoz@cienciasdelmar.cl
  Dra. Maritza Sepúlveda, maritza.sepulveda@uv.cl
- **Secretaria**

  Pamela Contreras, secretaria.rbmo@yahoo.com
- **Diagramación y marcaje SciELO**

  Patricio Rivera, patricio.rivera@uv.cl

A continuación se detallan, los avances de la publicación.

"Distribución espacial de las condiciones oceanográficas (temperatura. Salinidad, oxígeno disuelto, densidad) y su relación con la batimetría en algunos fiordos y canales de Magallanes"

La compleja geografía patagónica caracterizada por la complicada línea de costa, revela la presencia de profundos canales y fiordos que comunican numerosos cuerpos de agua generando la existencia de complicados patrones de circulación, los cuales son un resultado de la influencia de forzantes meteorológicos y oceanográficos, los cuales son a su vez consecuencia de la influencia regional de fenómenos de mayor escala.

Morfológicamente, se observa como uno de los detalles característicos la presencia de constricciones batimétricas que, si bien no actúan como limites absolutos para la circulación entre cuencas, si determinan la existencia de singularidades en el intercambio de agua entre éstas, las cuales se expresan como por ejemplo, en la presencia de flujos contrarios en dos o más capas, haciendo necesario la descripción de éstas como parte de la estimación de parámetros relevantes, tales como el tiempo de residencia de una cuenca.

En este marco geográfico se ha registrado el desarrollo de la acuicultura en la zona sur austral, la cual ha visto en las pasadas décadas un aumento progresivo.

Debido a esto la sub-secretaría de pesca en convenio estratégico con IFOP ha desarrollado una seria de proyectos, bajo modalidad ASIPA. Bajos estos conceptos se han llevado a cabo una serie de cruceros oceanográficos, en la zona de Magallanes, básicamente en las inmediaciones del golfo Almirante Montt y seno Skyring, con la finalidad de recopilar información oceanográfica necesaria para toma de decisiones en la administración pesquera.

Hipótesis

A modo hipótesis de trabajo, se plantea como la conformación batimétrica influye en la distribución y ordenamiento de la hidrografía.

Objetivo

El objetivo principal de este estudio, está basado en caracterizar hidrográficamente las inmediaciones de golfo Almirante Montt, seno Skyring, bahía Beaufort, canal Fitz-Roy, y la relación que esta presenta con la batimetría.

Metodología

Durante el año 2012 y parte de 2013, en marco de proyectos ASIPA, fueron realizadas una serie de mediciones oceanográficas, en la cercanías de Golfo Almirante Montt y seno Skyring. Para el presente estudio se incluye la información del CDT (temperatura. Salinidad, oxigeno disuelto y densidad). Con la información de batimetría se realizó un modelo batimétrico elevación (DEM), se identificaron las constricciones umbrales en la batimétrica y fueron contrastadas con la hidrografía mediante análisis estadísticos multivariados.

Resultados y alcances

Las mediciones realizadas en algunos fiordos de la región de Magallanes, han revelado un complejo sistema en las condiciones oceanográficas de estuario, en referencia a la circulación (hidrodinámica/hidrografía). Y las forzantes que condicionan los patrones de distribución espacial.

De esta manera fueron determinadas diferencias espaciales en torno a los valores observados, junto a patrones de distribución horizontal y vertical en la hidrografía de la campaña Golfo Almirante Montt, resultados estrechamente relacionados a la constricción umbral que compone el canal Kirke, canal Santa María y canal Señoret. Estas constricciones originan la formación de 3 cuencas: la primera localizada entre el seno Ultima Esperanza y canal Señoret (cuenca este), la segunda entre el canal Señoret y la entrada del Kirke, incluyendo todo el golfo Almirante Montt (cuenca central) y la tercera localizada fuera del canal Kirke (cuenca oeste).

La cuenca oeste exhibe condiciones de características oceánicas, bajo los 50m, salinidades entre 30-33 psu. Mientras que la capa superficial muestra influencias de agua estuarina (<28psu). Las cuencas formadas dentro del golfo Montt, muestran condiciones estuarinas de salinidades < 20psu, columna de agua homogénea en la cuenca central (profundidades <30) en la cuenca este se aprecia una columna de agua estratificadas con fuerte influencia de agua dulce.

La conformación batimétrica observada entre paso del Mar y seno Skyring presentan latitudinalmente la formación de 2 cuencas, separadas por la constricción batimétrica localizada dentro del canal Gajardo, en las proximidades de punta Rengo. De esta manera se conforma una cuenca este y otra oeste. La primera cuenca se encuentra limitada entre el canal Fitz-Roy, caracterizado por lo somero (<25m) y la entrada del canal Gajardo, sin embargo el seno Skyring, también presenta una batimetría compleja y variada, entre la isla Juan y el canal Fitz-Roy la profundidad no sobrepasa los 150m, mientras que desde isla Juan hasta la entrada del canal Gajardo la profundidad presentó rangos desde 100 hasta 500m.

Las condiciones hidrográficas dentro del seno Skyring y canal Gajardo mostraron una columna de agua con tendencia a la homogeneidad, en algunos sectores de baja profundidad (<30m) como fue el caso del canal Fitz-Roy *e.g.* valores de la salinidad menores a 20 psu, lo que indicaría agua estuarina, posiblemente relacionada, a una circulación restringida a condiciones locales dentro del Seno.

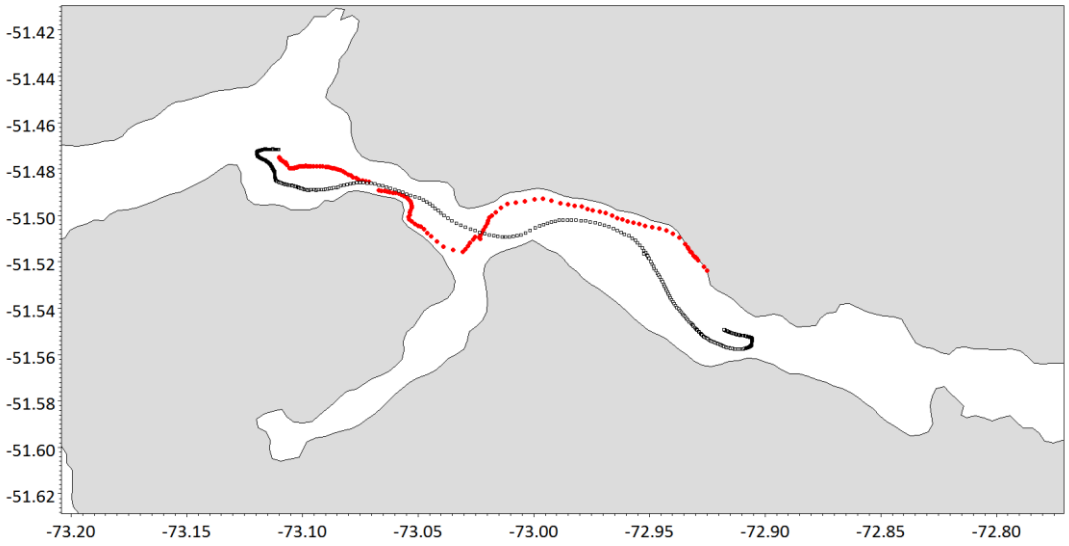
En contraste las condiciones hidrográficas registradas al oeste del canal Gajardo, como el golfo Xaultegua hasta la bahía Beaufort. Muestran una columna altamente estratificada en todos los parámetros considerados, donde la columna de agua superficial (1-10m), tiende a mostrar características estuarina (<28 psu), principalmente a la salida oeste del canal Gajardo y la conexión que este pose con el golfo Xaultegua. Mientras que el estrato más profundo mostraría agua de influencia oceánica.

La conformación de las cuencas, sumado al efecto de las constricciones batimétricas, generan que cada cuenca tenga características hidrográficas diferentes entre si, por lo que cada cuenca conformaría cuerpo de agua diferente, donde la influencia del agua dulce y estuarina es primordial

A N E X O X

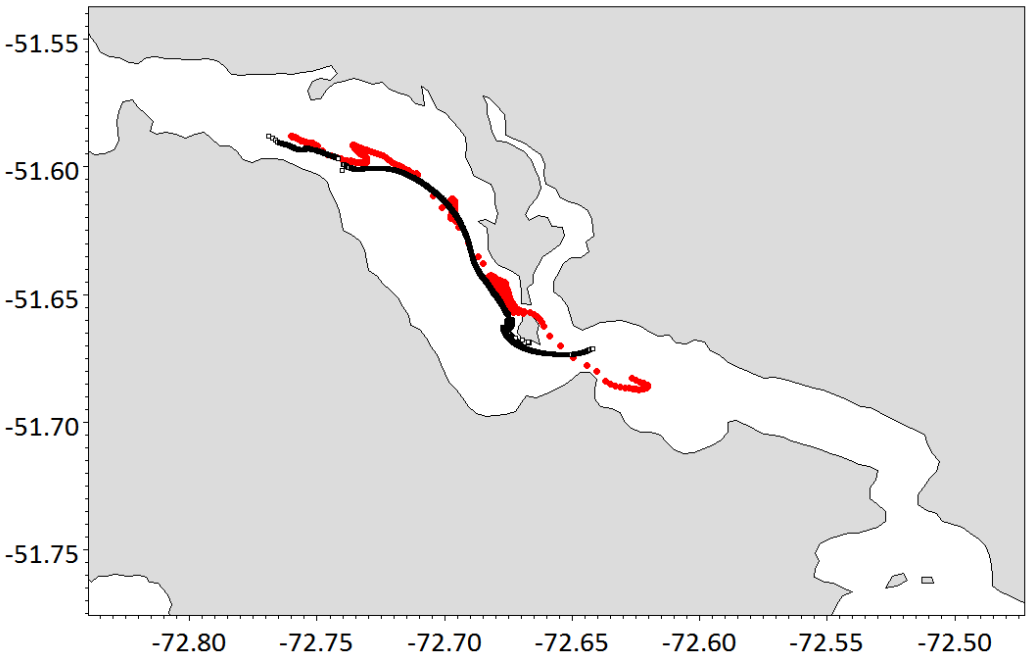
Gráficas dispersión de partículas correspondiente objetivo 4.2.7:

"Evaluar la capacidad de dispersión de las partículas al interior de los dominios establecidos, para alta resolución y para el modelo regional, comparando estadísticamente dicha información con observaciones con observaciones de correntometría lagrangiana de una duración mínima de 48 horas"



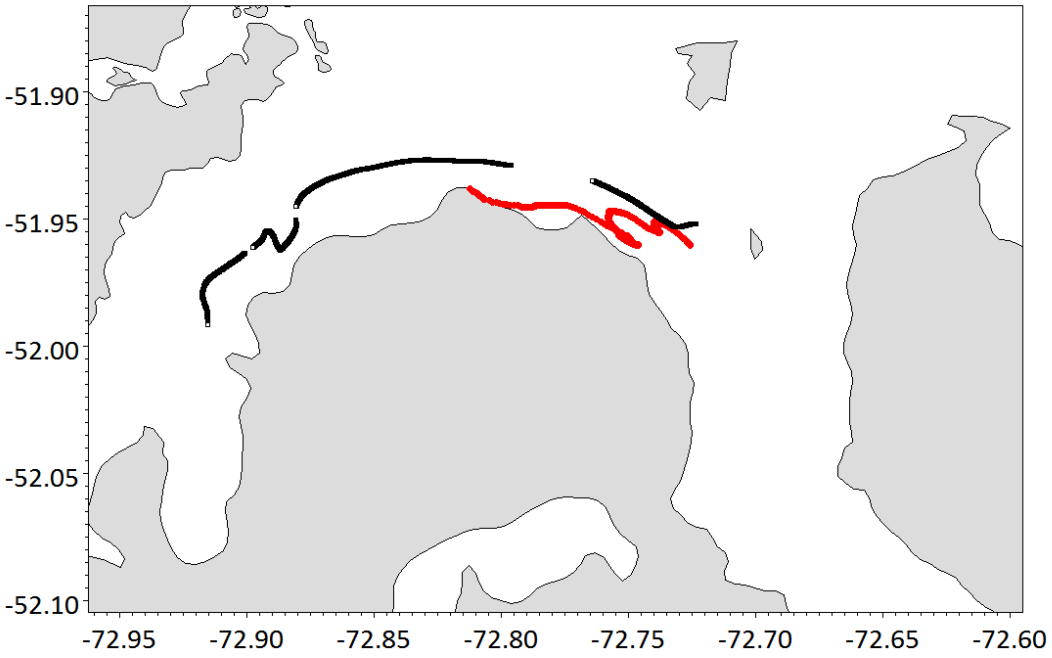
	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	22.91	17.34
DISTANCIA NETA(Km)	15.9215	14.44
TIEMPO (horas)	30	30
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	21.21	16.05
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	SE	SE

Figura 1: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en Seno Ultima Esperanza



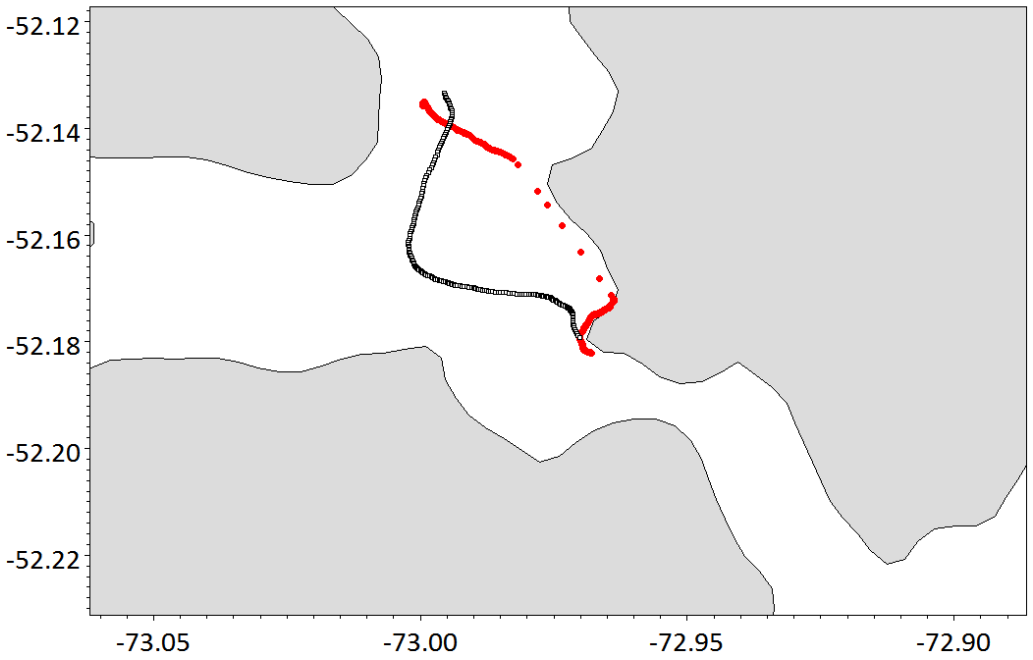
	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	13.05	16.62
DISTANCIA NETA(Km)	11.68	13.2
TIEMPO (horas)	22.1	56
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	15.23	8.2
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	SE	SE

Figura 2: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en Canal Señoret



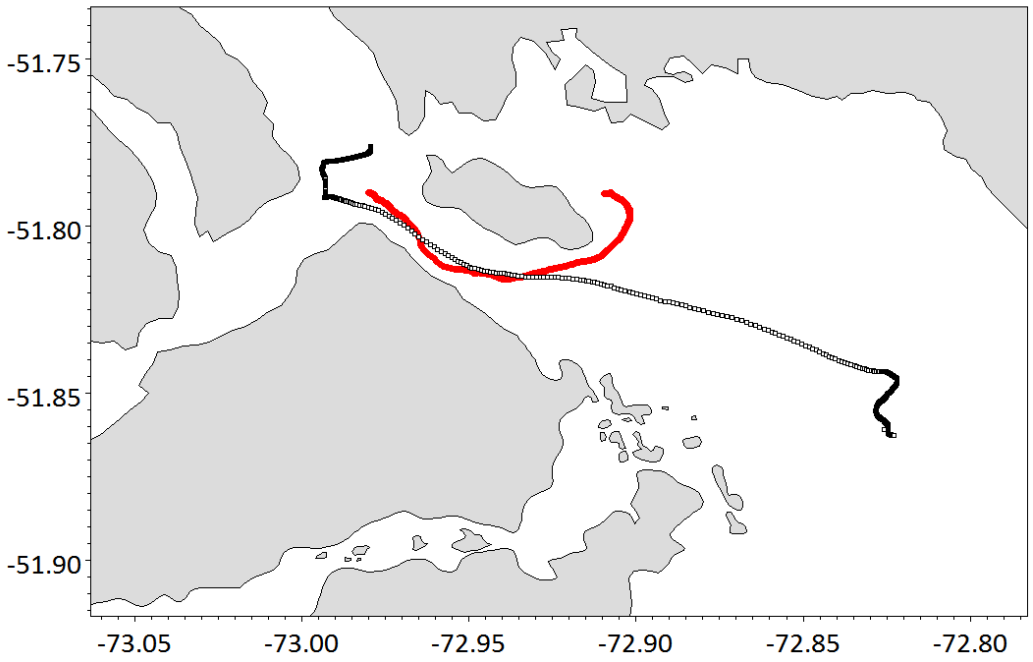
	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	17.55	8.43
DISTANCIA NETA(Km)	14.78	6.92
TIEMPO (horas)	44.8	44
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	10.92	5.3
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	W	W

Figura 3: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en Obstrucción



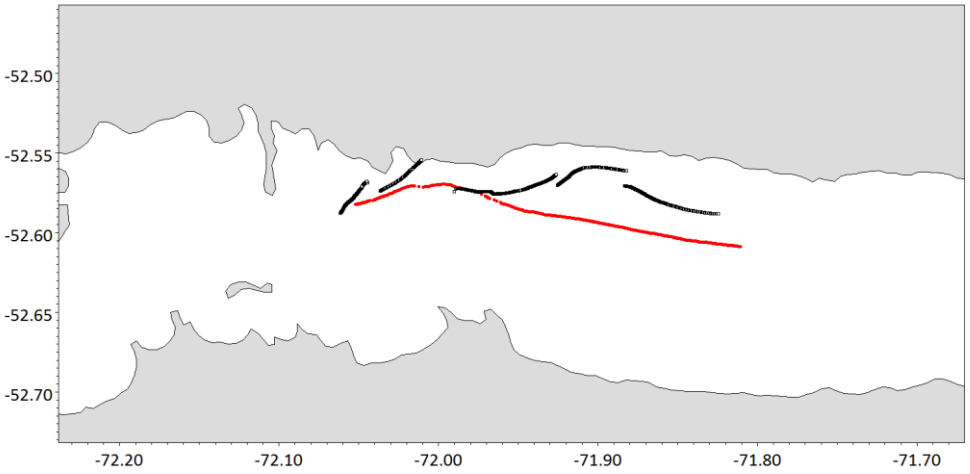
	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	6.77	5.88
DISTANCIA NETA(Km)	4.74	4.98
TIEMPO (horas)	14	25
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	13.4	6.53
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	SE	SE

Figura 4: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en Seno Poca ESPERNAZA



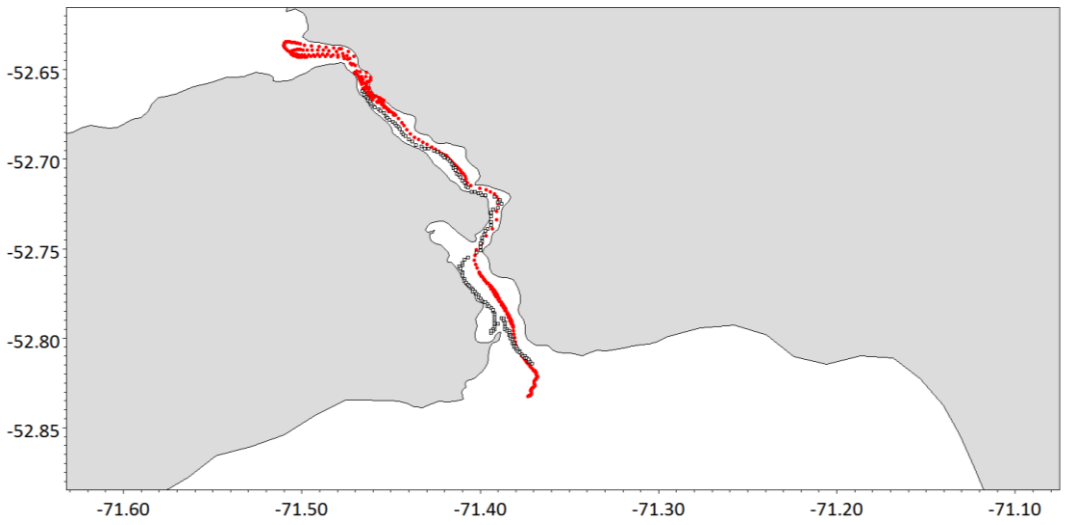
	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	22.30	16.62
DISTANCIA NETA(Km)	15.87	13.2
TIEMPO (horas)	44	56
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	14.08	8.2
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	SE	SE

Figura 5: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en Golfo Almte. Montt



	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	16.24	17.43
DISTANCIA NETA(Km)	14.46	15.46
TIEMPO (horas)	48	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	9.40	10.08
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	E	E

Figura 6: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en Rocallosa-Skyring

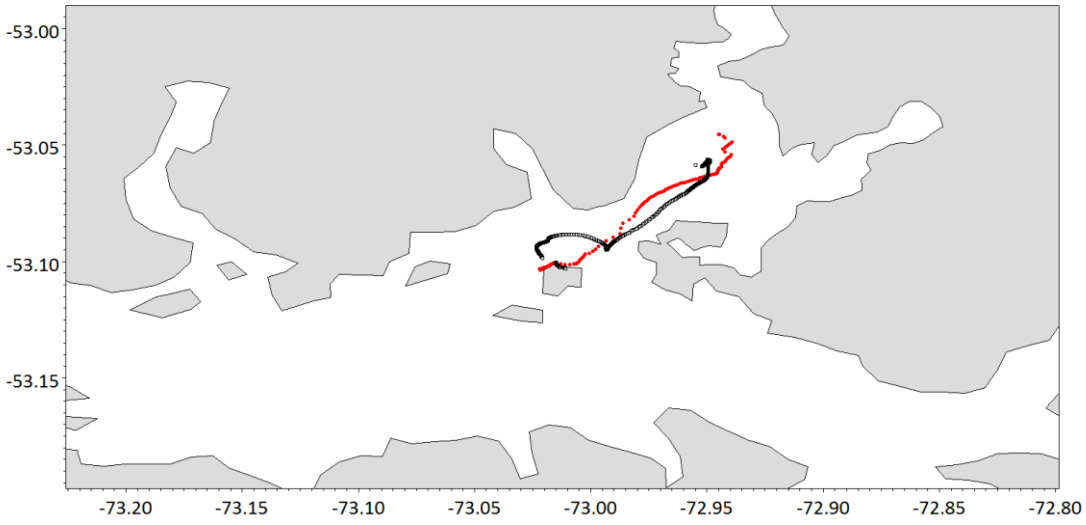


	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	27.79	32.3
DISTANCIA NETA(Km)	17.8	21.2
TIEMPO (horas)	11.3	48
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	68.31	19.0
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	SE	SE

Figura 7: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en canal Fitzroy

	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	18.01	18.42
DISTANCIA NETA(Km)	16.17	12.67
TIEMPO (horas)	27.6	33
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	18.13	15.5
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	ENE	ENE

Figura 8: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en canal Gajardo-Skyring



	DERIVADOR OBSERVADO	DERIVADOR MODELADO
DISTANCIA RECORRIDA(Km)	8.39	8.10
DISTANCIA NETA(Km)	6.13	7.68
TIEMPO (horas)	18	24
VELOCIDAD MEDIA(cm/s)	12.95	9.3
DIRECCIÓN MEDIA (hacia donde)	SW	SW

Figura 9: Derivador Observado (negro) vs Modelado (rojo) en canal Gajardo-Xaultegua

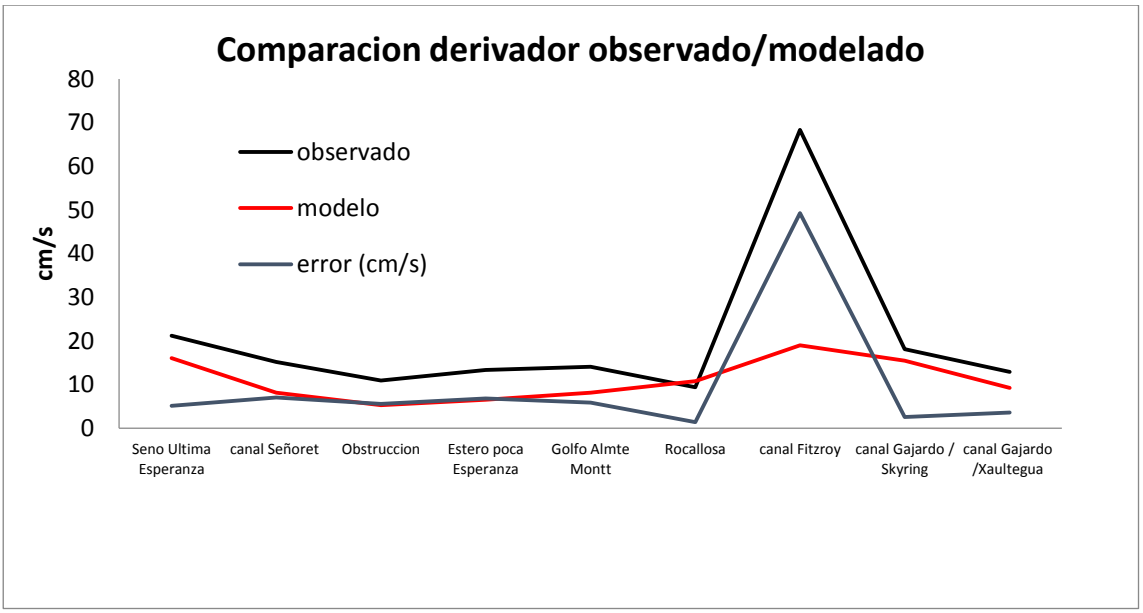


Figura 10: Comparación derivador observado vs modelado

Tabla 1: Estadística de error derivador Observado vs modelado

lugar	observado	modelo	error (cm/s)	% error
Seno Ultima Esperanza	21.21	16.05	5.16	24.3
canal Señoret	15.23	8.2	7.03	46.2
Obstrucción	10.92	5.3	5.62	51.5
Estero poca Esperanza	13.4	6.53	6.87	51.3
Golfo Almte. Montt	14.08	8.2	5.88	41.8
Rocallosa	9.4	10.8	1.4	14.9
canal Fitzroy	68.31	19	49.31	72.2
canal Gajardo / Skyring	18.13	15.5	2.63	14.5
canal Gajardo /Xaultegua	12.93	9.3	3.63	28.1

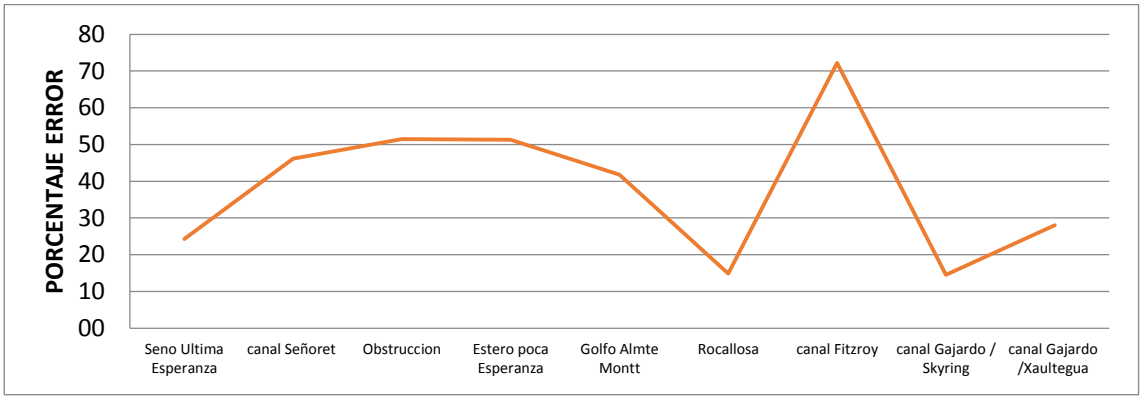


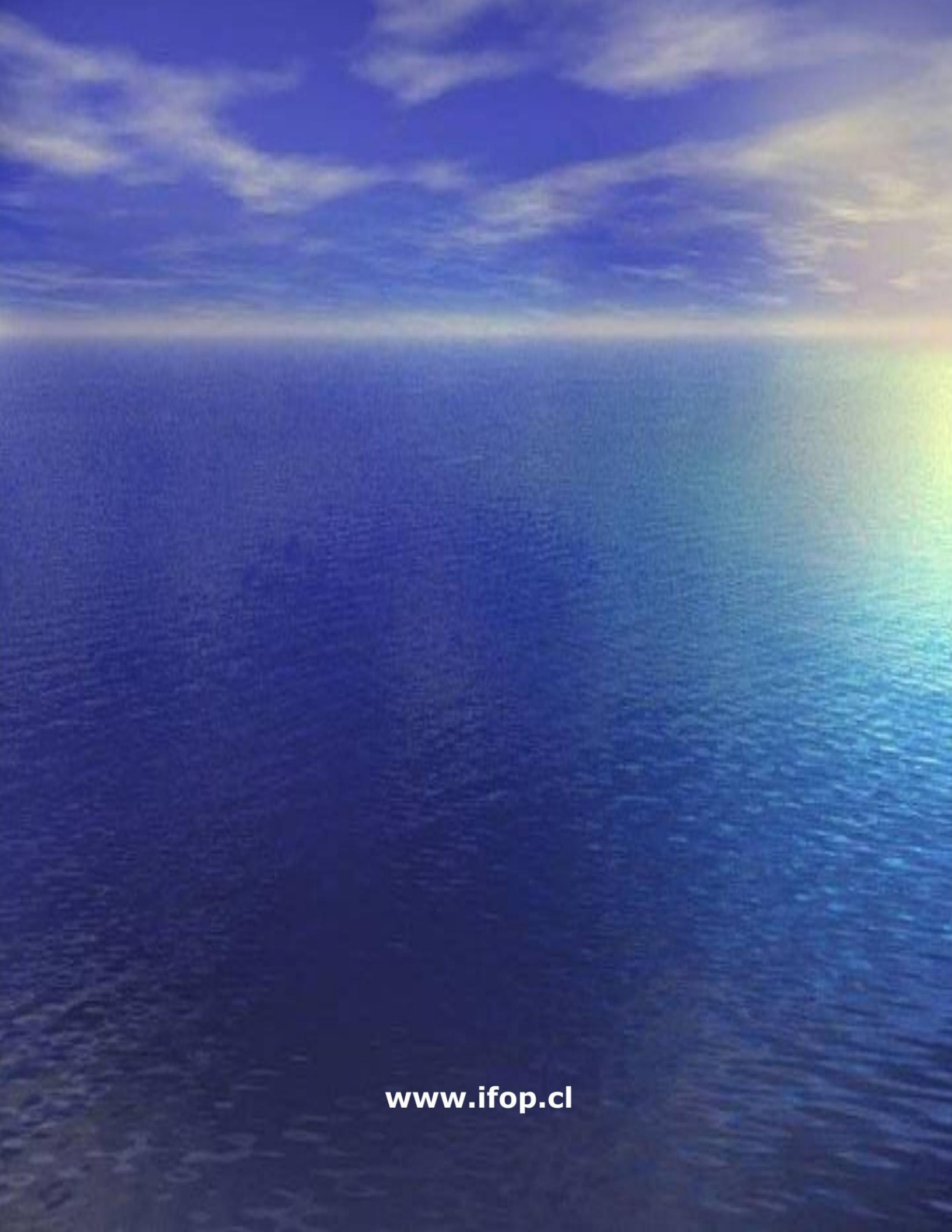
Figura 11: Comparación derivador observado vs modelado

A N E X O XI

Base de datos (en CD)

IFOP
INFORME FINAL
SUBPESCA
ANEXO XI
Base de datos
Convenio "Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura 2012"
Caracterización y modelación de patrones de circulación marina en la XII Región de Magallanes
Octubre, 2013

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl


www.ifop.cl