

ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE
NUEVOS SECTORES PARA LA ACUICULTURA, SECTOR
PALENA, REGIÓN DE LOS LAGOS ETAPA 1

4728-51-LP12

INFORME FINAL



PROYECTO 4728-51-LP12

CARACTERIZACIÓN DE NUEVOS SECTORES PARA LA ACUICULTURA SECTOR PALENA, REGIÓN DE LOS LAGOS, ETAPA 1

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

El impulso que ha experimentado la actividad acuícola en Chile en los últimos años ha llevado a las autoridades a reforzar las regulaciones que conllevan a la preservación y sustentabilidad de los ecosistemas. Entre estas medidas está la creación de corredores sanitarios capaces de generar barreras físicas a la propagación de enfermedades o patógenos y de esta forma minimizar los efectos masivos ya observados durante la crisis del virus ISA. El efecto inmediato de estas medidas es el retiro y relocalización de las concesiones ubicadas dentro de dichos corredores. Para disponer de alternativas de reubicación la Subsecretaría de Pesca ha optado por contratar el estudio de diversos sectores en las regiones X y XI. El presente informe se refiere al contratado con Doppler S.A. para caracterizar 12 sectores en la Xª Región de Los Lagos. Se ubican en la costa oriental de Chiloé.

El presente informe da cuenta de las distintas actividades desarrolladas en terreno, de la metodología y el instrumental utilizado en cada actividad, de la metodología empleada para el

procesamiento de la información y por último de los resultados obtenidos para cada parámetro registrado y representado en figuras, tablas, planos y bases de datos para el uso de sistemas de información geográficos.

El estudio realizado en cada sector comprende levantamientos batimétricos de alta resolución con sonares multihaz, registro visual de fondo marino con cámara de inmersión para verificar posibles asentamientos de bancos naturales, caracterización físico-química de columna de agua, muestreo de sedimento y barrido de fondo marino con Sonar de Barrido lateral para visualizar la textura del fondo.

Los levantamientos batimétricos sugieren que todos los sitios presentan buenas profundidades para desarrollar esta actividad, mientras que las características físico químicas reflejan altos niveles de oxígeno disuelto, alcanzando saturaciones mayores al 150% en superficie y no menores al 60% en profundidad, por lo que no se encontraron zonas de anoxia en esta prospección. La temperatura y salinidad se mantuvieron dentro de los valores descritos en la literatura, exhibiendo ambas una estructura vertical de 2 capas en la mayoría de los sectores prospectados. Por otra parte una prospección de la fondo marino costero revelo un sustrato pobre biológicamente, con sedimento blando y esporádicos afloramientos rocosos, no se exhiben estructuras asociadas a bancos naturales en ninguno de los sitios estudiados conforme a la metodología empleada, sin embargo lo anterior no resulta concluyente ya que no se puede descartar totalmente su presencia. Mientras que la sedimentología de las concesiones presenta una

predominancia de sustrato blando tipo arena fina en la mayoría, salvo los sectores 4 y 5 de Isla Tranqui, cuyos resultados arrojaron la presencia de un sustrato duro.

En resumen, la caracterización de los sitios entregó información preliminar suficiente para poder definir posibles sectores de actividad acuícola, sin embargo se sugiere enfocar los esfuerzos en realizar mediciones de a lo menos 30 días, en invierno y verano, de correntometría, vientos y oleaje, además de modelaciones hidrodinámicas y de dispersión para estudiar riesgos de impactos sanitarios.

PROYECTO 4728-51-LP12

CARACTERIZACIÓN DE NUEVOS SECTORES PARA LA ACUICULTURA SECTOR PALENA, REGIÓN DE LOS LAGOS, ETAPA 1 INFORME FINAL

1. INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	2
1. INDICE.....	4
2. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	6
3. INDICE ANEXOS	9
4. OBJETIVO GENERAL.....	10
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
6. METODOLOGÍA, DESARROLLO DE LAS TAREAS Y RESULTADOS.....	12
6.1 Sectores seleccionados para estudio	12
6.2 Recopilación de antecedentes.....	13
6.3 Apoyo Geodésico	33
6.5 Levantamientos batimétricos	39
6.6 Mediciones en la columna de agua	60
7. CATEGORIA SEGÚN NORMATIVA DE LOS SECTORES 1 AL 12	166
8 CONCLUSIONES	172
9 RELACIÓN DEL PERSONAL Y HORAS OCUPADAS.....	175
Referencias bibliográficas.....	177

Figura 49 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 9, Isla Chaulinec.	80
Figura 50 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 9, Isla Chaulinec.	82
Figura 51 distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 9, Isla Chaulinec.	83
Figura 52 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 8, Isla Chaulinec.	83
Figura 53 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 8, Isla Chaulinec.	85
Figura 54 Distribución latitudinal de a) temperatura en °C , b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 8, Isla Chaulinec.	86
Figura 55 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 7, Isla Chaulinec.	87
Figura 56 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 7, Isla Chaulinec.	88
Figura 57 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 7, Isla Chaulinec.	89
Figura 58 Magnitud y dirección del viento durante el muestreo de CTD, en la zona de de Isla Chaulinec.	90
Figura 59 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 5, Isla Tranqui.	90
Figura 60 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 5, Isla Tranqui.	92
Figura 61 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 5, Isla Tranqui.	93
Figura 62 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 4, Isla Tranqui.	94
Figura 63 Distribución Longitudinal de a) tempera4ura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 4, Isla Tranqui.	95
Figura 64 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 4, Isla Tranqui.	96
Figura 65 Magnitud y dirección del viento durante el muestreo de CTD, en la zona de de Isla Tranqui para los sectores 4 y 5.	97
Figura 66 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 3, Isla Tranqui.	97
Figura 67 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 3, Isla Tranqui.	99
Figura 68 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 3, Isla Tranqui.	100
Figura 69 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 2, Isla Tranqui.	100
Figura 70 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 2, Isla Tranqui.	101
Figura 71 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 2, Isla Tranqui.	103
Figura 72 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 1, Isla Tranqui.	103
Figura 73 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 1, Isla Tranqui.	104
Figura 74 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 1, Isla Tranqui.	106
Figura 75 Magnitud y dirección del viento durante el muestreo de CTD, en la zona de de Isla Tranqui para los sectores 1, 2 y 3.	106
Figura 76 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 12.	111
Figura 77 (Izquierda) Imagen capturada de la grabación realizada por la cámara de inmersión de la especie más abundantes en esta área de estudio Cosmasterias lurida. (Derecha) Imagen de Lithodes santolla, en una zona de fondo blando en el sector 12.	112
Figura 78 (Izquierda) Presencia de afloraciones rocosas en medio de sustrato blando en sector 12, Añihue. (Derecha) rocas y bolones sobre fondo de arena gruesa presentes en el sector 12 en Añihue.	113
Figura 79 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 11	114
Figura 80 (Izquierda) Imagen Capturada por la cámara de inmersión en el veril de los 25 metros, Crustáceo perteneciente al género Cáncer. (Derecha) Imagen de fondo blando preponderante en el Sector 11, captado por la cámara remolcada.	115
Figura 81 (Izquierda) Textura del fondo marino sobre el veril de 25 metros para el sector 11, en Isla Lemuy. Se aprecia en la imagen agujeros de diámetros menores a 10 cm, los cuales son formados por langostinos de canal. (Derecha) imagen del fondo marino para el sector 10, el cual muestra con mejor detalle la superficie llena de agujeros formados en su mayoría por langostinos de canal.	116

Figura 82 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 10.	117
Figura 83 (Izquierda) Imagen capturada de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 10, donde se puede observar un Crustáceo del Género Cáncer. (Derecha) Imagen capturada por la cámara, donde se observa la homogeneidad del sustrato blando predominante en este sector.	118
Figura 84 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 6.	120
Figura 85 (Izquierda) Imagen capturada de la grabación realizada por la cámara de inmersión, donde se puede apreciar un ejemplar de la especie Munida subrugosa. (Derecha) Crustaceo perteneciente al Género Cáncer.	121
Figura 86 (Izquierda) Textura del fondo marino para el sector 6, la cual representa un sustrato más consolidado que los sectores 10 y 11. (Derecha) Presencia de aislados guijarros y bolones se observan sobre la superficie del fondo marino.	122
Figura 87 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 9.	122
Figura 88 Imágenes capturadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión. (Izquierda) Se puede apreciar un individuo de la especie Cosmasterias lurida. (Derecha) Imagen fondo blando del sector 9.	124
Figura 89 (Izquierda) Fondo marino del sector 9, en Isla Chaulinec, en la imagen se observa un escarpe o quiebre hacia fuera de la costa. (Derecha) Quiebre, probablemente formado por un afloramiento rocoso.	125
Figura 90 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 8.	125
Figura 91 Imagen obtenidas de la grabación de la cámara de inmersión en el Sector 8, donde se identifica la especie perteneciente al género Cáncer.	126
Figura 92 (Izquierda) Roca móvil presente en el fondo marino del sector 8, Isla Chaulinec, esta roca esta hacia fuera de la costa, (derecha) en cambio hacia la costa hay presente fondo blando en el cual se evidencia la actividad bentónica sobre la superficie del fondo marino.	127
Figura 93 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 7.	128
Figura 94 Imágenes capturadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el veril de los 25 metros en el sector 7. (Izquierda) Imagen de Cancer edwardsi. (Derecha) Fondo blando característico en toda la zona analizada por la cámara en el sector 7.	129
Figura 95 Fondo marino del sector 7 en Isla Chaulinec, se observa en general una superficie homogénea con presencia pequeñas terrazas hacia fuera de la costa.	130
Figura 96 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 5.	130
Figura 97 Imágenes capturadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 5, Isla Tranqui. (Izquierda) Especie perteneciente a la clase Asteroidea en el sustrato rocoso. (Derecha) Sustrato característico del sector 5, compuesto principalmente por bolones.	132
Figura 98 (Izquierda) La imagen muestra bolones de considerable tamaño sobre la superficie del fondo marino tanto hacia la costa como fuera de ella. (Derecha) Imagen del fondo marino del sector 5 de Isla Tranqui donde se aprecia la presencia de guijarros y grava.	133
Figura 99 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en Sector 4.	133
Figura 100 Imagen tomadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el sector 4, Isla Tranqui. (Izquierda) Imagen de un individuo perteneciente a la Clase Asteroidea. (Derecha) Imagen de fondo blando que se presenta en el sector.	134
Figura 101 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 3.	135
Figura 102 Imagen capturada desde la grabación realizada por cámara de inmersión. (Izquierda) Imagen del fondo blando del sector 3. (Derecha) Imagen de fondo blando donde se puede apreciar un individuo perteneciente a la Clase Asteroidea.	136
Figura 103 (Izquierda) Imagen del fondo marino del sector 4, donde se observan guijarros y bolones mayores a 4 cm de diámetro. (Derecha) Imagen del fondo marino correspondiente al sector 3 de Isla Tranqui, en la cual se observa una plataforma de quiebre de poca altura (<20 cm).	137
Figura 104 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 2.	137
Figura 105 Imágenes extraídas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 2, Isla Tranqui. (Izquierda) Imagen que muestra la especie más abundante en este sector Munida subrugosa. (Derecha) Imagen que muestra el fondo blando bastante homogéneo en el área de estudio.	138
Figura 106 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 1.	139
Figura 107 Imágenes extraídas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 1, Isla Tranqui. (Izquierda) Imagen que muestra el fondo blando en el área. (Derecha) Imagen que muestra un ejemplar de la especie Lithodes santolla encontrada en el Sector 1.	140
Figura 108 (Izquierda) Imagen del fondo marino del sector 2, de Isla Tranqui en la cual se aprecian terrazas con pendiente menor hacia fuera de la costa. (Derecha) Imagen del fondo marino del sector 1 de Isla Tranqui, se aprecia el mismo quiebre hacia fuera de la costa.	141
Figura 109 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 1.	147
Figura 110 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 2.	147
Figura 111 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 3.	150

Figura 112 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 4.....	151
Figura 113 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 6.....	153
Figura 114 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 7.....	155
Figura 115 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 8.....	157
Figura 116 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 9.....	159
Figura 117 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 10.....	160
Figura 118 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 11.....	161
Figura 119 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 12.....	163

3. INDICE ANEXOS

Anexo A: Trabajos citados en formato digital.

Anexo B: Apoyo Geodésico

Anexo C: Tablas con Alturas de mareas corregidas al NRS.

Anexo D: Archivos de Sondas de batimetría de los 12 sectores.

Anexo E: Planos batimétrico finales de cada sector en formato CAD y formato SHP.

Anexo F: Archivos hexadecimales y finales (ASCII) de CTD, y certificado muestras de salinidad

Anexo G: Videos de filmación submarina.

Anexo H: Certificados de los análisis de sedimento.

Anexo I: Cartas sedimentológicas e informe de metodología usada.

Anexo J: Base de datos global del proyecto (DATABASE).

Anexo K: Modelo de Elevación Digital del área de estudio (DEM).

Anexo L: Registro Fotográfico formato digital

PROYECTO 4728-51-LP12

CARACTERIZACIÓN DE NUEVOS SECTORES PARA LA ACUICULTURA SECTOR PALENA, REGIÓN DE LOS LAGOS, ETAPA 1

INFORME FINAL

4. OBJETIVO GENERAL

En conformidad a lo indicado en los Términos de Referencia, el objetivo general de este proyecto es efectuar prospecciones cuyos resultados permitan caracterizar y clasificar 12 sectores en la Xª Región de Los Lagos.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Recopilar antecedentes disponibles del área de estudio en términos de la batimetría, correntometría, sedimentología y presencia de bancos naturales, incorporando en dicha recopilación los antecedentes disponibles en estudios estatales o privados realizados en la zona. Una de estas fuentes será la zonificación llevada a cabo por el Gobierno Regional.*
- *Desarrollar un modelo digital de elevación (“Digital Elevation Model” o DEM), para el área de cobertura del proyecto, incluyendo en dicho modelo la batimetría y línea de costa de acuerdo a los requerimientos de resolución, calidad y cantidad de información exigidos como los resultados esperados. Sobre la base del modelo*

batimétrico seleccionar como mínimo un total de 12 sectores de 15Hás para ser evaluados en el presente estudio.

- Efectuar un levantamiento sedimentológico de las áreas seleccionadas, para generar una carta sedimentológica para cada sector.
- Caracterizar las condiciones fisicoquímicas de la columna de agua representativas para el periodo de invierno en la zona de estudio, con énfasis en las condiciones de oxígeno disuelto del área de estudio.
- Desarrollar un levantamiento de los bancos naturales existentes en las áreas (sectores) identificadas como posibles asentamientos de concesiones polígonos de 15 Hás, identificando aquellas zonas libres de dicha condición.
- Efectuar un levantamiento batimétrico de las áreas seleccionadas incorporando la información (batimétrica) a los modelos batimétricos ya elaborados con la cartografía previamente disponible
- Clasificar según las categorías observadas cada una de las áreas de concesión indicadas, de acuerdo a los parámetros de clasificación establecidos en el Reglamento Medioambiental de la Acuicultura (RAMA)
- Organizar, elaborar y proporcionar la información producida por el proyecto en archivos de formato estándar para el intercambio entre Sistemas de Información Geográfica, del tipo vectorial (formato SHP)

y raster, incorporando a dichos datos la información batimétrica original utilizada, los resultados del modelamiento batimétrico y la metadata asociada a los datos utilizados.

6. METODOLOGÍA, DESARROLLO DE LAS TAREAS Y RESULTADOS.

6.1 Sectores seleccionados para estudio

Luego de una primera campaña de prospección la Subsecretaría de Pesca redefinió la posición de los 12 sectores inicialmente seleccionados para estudio. Sólo se mantuvieron en su posición original los 5 sectores ubicados en la costa noreste de Isla Tranqui, aunque con pequeños ajustes para respetar la distancia reglamentaria respecto de concesiones otorgadas y relocalizadas. Una sexta concesión se ubicó en la costa sur de Isla Quehui (sector 6); otras 3 en la costa sur-suroeste de Isla Chauinec (sectores 7, 8 y 9); 2 en Isla Lemuy, Península Detif, entre Punta Detif y Punta Apabón (sector 10 y 11) y por último uno en la costa sur de Isla Añihue. En la figura 1 se muestra la ubicación definitiva de estos 12 sectores.

Area de Estudio.



Figura 1 Sectores en estudio

6.2 Recopilación de antecedentes

a) Información disponible

Conforme a la cláusula tercera, letra a) del contrato de servicio, uno de los objetivos específicos del presente estudio considera llevar a cabo una recopilación de los antecedentes disponibles en el área de estudio, relacionados con batimetría, correntometría, sedimentología y presencia de bancos naturales.

En general la bibliografía académica referida a los sectores de estudio es bastante limitada debido a que, a excepción de los cruceros CIMAR y algunos proyectos de investigación aislados, no existen proyectos específicos que se hayan dedicado a estudiar las condiciones oceanográficas y/o ambientales de toda la zona interior de Chiloé. La disponibilidad de información queda circunscrita a resultados de los cruceros de investigación realizados por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA) a través de su programa de investigación CIMAR, específicamente de los cruceros CIMAR I, X, XI y XII.

La zona presenta una configuración topográfica accidentada, llena de canales, donde predomina la circulación estuarina, la cual es característica de una estructura vertical de doble celda, donde el encuentro de agua dulce proveniente de los ríos con agua salada oceánica, causa que el agua dulce menos densa, fluya cerca de la superficie hacia la boca del estuario. Bajo esta capa, se desarrolla un flujo más denso de dirección contraria, conocido como circulación estuarina o gravitacional y corresponde a una circulación de estado estacionario (Castillo & Valenzuela, 2006).

b) Corrientes, viento, oleaje y mareas.

Las condiciones dinámicas para el mar interior de Chiloé han sido poco estudiadas. Letelier et al, 2011., y Castillo & Valenzuela, 2006., han realizado estimaciones de vientos, corrientes, mareas y oleaje para el sector occidental del golfo Corcovado.

Con respecto a los vientos, éstos provienen del cuadrante oeste, noroeste y norte, mientras que en primavera permanecen las direcciones dominantes salvo la dirección noroeste la cual cambia a suroeste en periodos de 10 días, en este periodo sus frecuencias disminuyen y aumentan sus magnitudes, (Letelier et al, 2011). Sin embargo su dirección se ve altamente influenciada por la topografía costera.

El sector occidental del golfo Corcovado es una zona relativamente protegida del oleaje proveniente del Océano Pacífico. Los valores de altura significativa observada son típicamente menores a 1 m, con direcciones de propagación hacia el noroeste (hacia la costa) desde 120° y 150° , coherentes con el viento proveniente de esa dirección (Letelier et al, 2011.). También la topografía local modifica de manera significativa la altura y dirección de propagación del oleaje.

Los trabajos realizados en la zona muestran un dominio barotrópico de la marea en los sectores costeros y de canales, mientras que valores de flujo residual indican al viento como el principal responsable del rompimiento de la estructura de marea. Las corrientes paralelas a la costa en promedio alcanzan magnitudes máximas mayores a 40 cm/s.

Al igual que en los otros parámetros, la topografía parece jugar un rol preponderante en la dirección del campo de corrientes costeras, ya que en la zona costera del golfo Corcovado, el eje de máxima varianza de las corrientes no coincide con los ejes

geográficos, sino que con la dirección paralela y perpendicular a la costa.

De acuerdo a los trabajos realizados en zonas del sector occidental del Golfo de Corcovado el principal forzante de la corriente es la marea, ya que representan más del 76% de su variabilidad. (Letelier et al, 2011).

c) Columna de agua: Temperatura, Salinidad y Oxígeno Disuelto y Masas de agua.

Respecto a la caracterización de la columna de agua, existe una mayor cantidad de trabajos realizados gracias a los resultados obtenidos de los cruceros CIMAR I, X, XI y XII. Entre ellos Silva et al, (1997), describe la presencia de un grupo de estructuras verticales definidas para temperatura, salinidad, y oxígeno disuelto, las cuales representan en general una estructura de 2 capas que domina el sistema, una capa superficial de baja salinidad, alto oxígeno y mayor temperatura, que contrasta con una capa profunda de menor temperatura, mayor salinidad, menor oxígeno disuelto.

Para la temperatura se reconoce a la radiación solar como el forzante principal a condiciones de tipo netamente estuarina, donde suele existir un aporte fluvial con aguas dulces más frías. Por otra parte, en esta secuencia también se suelen superponer efectos de intrusión a niveles intermedios de aguas más profundas con distintas características térmicas, las que van generando máximos o mínimos relativos en la columna de agua.

La distribución vertical de la salinidad en la zona, al igual que la temperatura, presenta una estructura general de dos capas, una superficial y la otra profunda, separadas por una haloclina cuya intensidad depende principalmente de los valores de la salinidad de la capa superior.

Tanto el oxígeno disuelto como el pH muestran en general, la presencia de una estructura vertical de dos capas separadas por una oxiclina y una pHclina de intensidad variable. La capa superior de unos 15 a 20 m de espesor presenta concentraciones de oxígeno disuelto altas (5 a 8 ml/l) al igual que valores de pH también altos (7,70 a 8,00). La capa profunda, bajo los primeros 15 a 20 m, se caracteriza por presentar concentraciones menores que en la capa superficial (1,5 a 5 ml/l y 7,40 a 7,70 pH), formando en algunas ocasiones una capa homogénea y en otras presentando mínimos y/o máximos relativos, tanto en oxígeno disuelto como en pH.

Carrasco & Silva, (2010), realizan una comparación de los resultados obtenidos en el CIMAR I, CIMAR X, para la zona interior de Chiloé. En ella no encuentran mayor diferencia entre ambos trabajos, sin embargo realizan una comparación inter estacional entre primavera e invierno en perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno dando cuenta de la variabilidad estacional en las condiciones oceanográficas en la zona.

Silva et al. (1996) y Sievers & Silva, (2006), a través de diagramas T-S han clasificado las masas de agua presentes en la zona de canales de Chile, gracias a los datos obtenidos en la

distintas campañas CIMAR, y junto con ello, generaron un modelo de circulación general para la zona de 3 capas (somera, intermedia y profunda). Aunque para la zona del proyecto sólo se consideran 2 capas, ya que las profundidades no superan los 150 metros y los sectores son en su mayoría levemente expuestos a los golfos de Ancud y Corcovado.

d) Sedimentología

Diversos estudios se han realizado de sedimentología en la zona occidental del Corcovado gracias a los cruceros CIMAR, entre ellos Pineda (2009) quien hace un análisis de granulometría, concluyendo que arenas finas, muy finas y limo son las que predominan en la zona de canales de Chiloé. Por otra parte Silva (2006) realiza un estudio sobre las propiedades químicas y físicas de los sedimentos en las estaciones CIMAR, concluyendo básicamente que para la zona de interés los niveles de materia orgánica total y carbono orgánico son altos, mientras que el nitrógeno orgánico es menor de lo esperado.

e) Bancos Naturales

En general no existe literatura específica para la zona de interés sobre bancos naturales, más bien clasificaciones generales de la zona. Lancellotti. & Vásquez (2000), realizan una clasificación para el archipiélago de Chiloé, en la cual describen la riqueza específica del sector y la abundancia en base a un par de estaciones de muestreo. A su vez Fernández et al (2000) realiza un trabajo sobre el ecosistema bentónico en la costa de

Chile, describiendo la biodiversidad, la dinámica y la biogeografía asociada a los sistemas bentónicos de Chile, incluyendo la zona oriental de Chiloé.

f) Batimetría y topografía submarina.

Respecto de la información batimétrica el antecedente más representativo de las profundidades corresponde a las cartas SHOA N° 7430, la cual abarca las zonas de Isla Tranqui, Isla Lemuy, Isla Chaulinec e Isla Quehui. La carta SHOA N° 7410 para los sectores de Isla Chaulinec e Isla Quehui y para el sector de Añihue la carta SHOA N° 7390.

A su vez Rodrigo (2006), realiza una descripción de la topografía submarina para todo el mar interior de Chiloé a través de batimetría de alta resolución Multihaz, caracterizando básicamente las depresiones y bajos presentes en la zona.

En el anexo A se adjuntan los trabajos citados, en formato digital.

g) Otros Antecedentes

En esta tarea se han consultado además antecedentes relacionados con batimetría y macrozonificación de Borde Costero de la región. Adicionalmente se ha buscado información en el Derrotero Náutico y en el SEIA digital.

g.1) Zonificación

En cuanto a la macro zonificación de Borde Costero no existe aún una versión final. La imagen que se inserta a continuación (Fig. 2) se ha obtenido del proyecto de macrozonificación de borde costero que se encuentra actualmente en proceso de aprobación.

De acuerdo a esta proposición la zona está compuesta por zonas de caletas de pescadores y por Zona Preferente para Pesca Artesanal, Turismo y Acuicultura bajo restricciones. De la propuesta de Macro zonificación de la región de los Lagos se extrae las definiciones de ambas categorías.

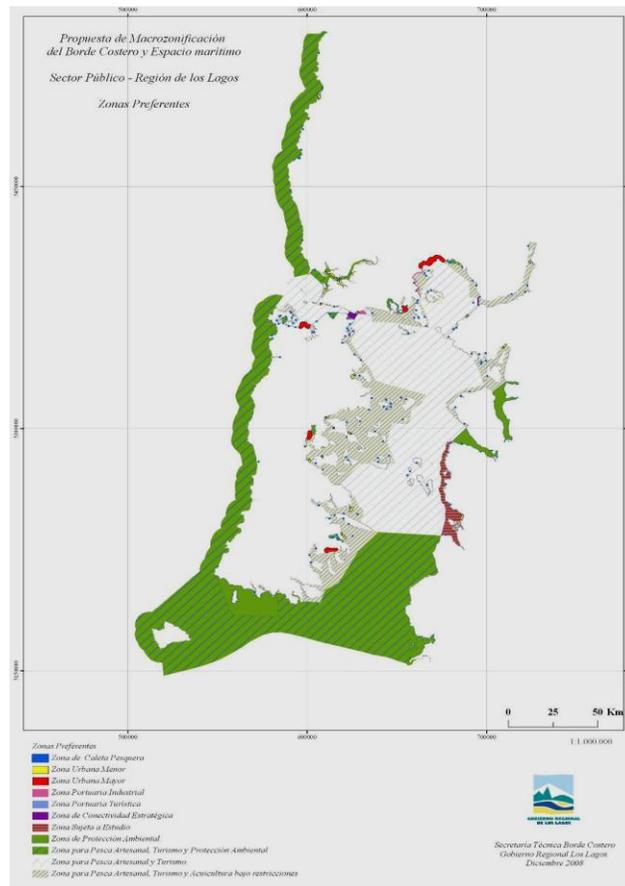


Figura 2 Proyecto Macrozonificación Xa Región

g.2) Derrotero

Por otra parte, el Derrotero Náutico es un texto descriptivo de ayuda a la navegación. Para los fines de este proyecto su aporte no es significativo, aún así se ha consignado en este informe parte de su contenido, específicamente en los sectores en estudio.

Isla Tranqui



En Isla Tranqui se definieron los primeros cinco sectores de estudio que comprende el presente proyecto. Isla Tranqui está situada a 1,8 millas de la punta Queilén por el NE y a 1,1 millas de la isla Acui por el SW. Es una gran isla de forma alargada, se extiende unas 13,5 millas en sentido WNW-ESE por 2,6 millas de ancho, encontrándose su parte W como enclavada en las inflexiones de la costa E de la isla Chiloé, entre las puntas Queilén y Cuello, formando con ésta el canal Queilén. Su extremo E

avanza francamente hacia el golfo Corcovado, apartándose de la línea general de la costa unas 8 millas. En todo el largo de la isla y por su centro, corre un cordón de colinas o dorso de fuerte relieve con algunas eminencias que se alzan hasta 227 metros; desde cada lado de ese cordón, las tierras descienden a la costa con gran pendiente y terminan en altos ribazos, separados por quebradas profundas. Las playas de la isla son en general, de arena y guijarros, y las aguas no ocultan peligros más allá de 5 a 6 cables afuera, excepto su extremo SE.

El contorno de la isla Tranqui es muy regular y presenta sólo pequeñas escotaduras. La costa del N sobre todo, es particularmente recta y desabrigada. Toda la isla es boscosa y está poco poblada; los cultivos son escasos.

De lo observado en terreno, en general la costa NE de Isla Tranqui se caracteriza por la presencia de playas de poca pendiente conformadas por arena media y piedras de tamaño pequeño. Estas playas están presentes a lo largo de toda la franja costera norte. No se observan grandes elevaciones en la isla, su punto más alto no superaría los 200 metros de altitud y sobre la línea de la playa o de las más altas mareas, es posible observar también abundante vegetación de tipo nativa. No se observa demasiada presencia de actividad antrópica en esta costa de la isla, sólo pequeños caseríos.

Lo anterior se debe muy posiblemente a que en este sector de la costa norte de Isla Tranqui se reconoce un alto grado de exposición, principalmente a vientos del primer y cuarto cuadrante, lo que conlleva como consecuencia un aumento de la

fuerza de oleaje en el área por lo que vientos provenientes del norte y noreste golpean duramente la costa e imposibilitan cualquier operación segura de acercarse a la playa, ya que este sector de la isla queda totalmente expuesto a las condiciones climáticas que dominan el Golfo Corcovado.

Isla Quehui



El sector 6 corresponde al área emplazada en la costa sur de Isla Quehui. La isla Quehui está situada próxima al sur de isla Chelín y entre las islas Lemuy y Chaulinec. Es de forma muy caprichosa y con una abertura que se interna tan profundamente en la costa NW, que casi la divide en dos, denominada estero Pindo. Mide unas 6,4 millas de E a W por 3 millas de N a S en su parte media, alzándose su relieve a 144 metros. Aunque carece de bosques, la isla está intensamente cultivada. Su población, bastante numerosa, se ha establecido en su parte NW, principalmente en las márgenes del estero Pindo. Puede obtenerse suficientes recursos entre víveres frescos y hortalizas. Cuenta con oficina de Registro Civil, Alcaldía de Mar y una posta de primeros auxilios.

La costa W de isla Quehui es acantilada, la del lado E en cambio, es más somera. La costa NE entre la punta Machaco, su extremo NW, y la punta Taucuo, su límite E, es sucia, está orillada por un bajo fondo que sobresale hasta casi 3,5 cables, y con algunas rocas inclusive y con la pequeña isla Imelev en su proximidad. La punta Camahue, su borde SW, es limpia y profunda.

Las playas son, en general, suaves, con algunos escarpes en su lado SE. Al igual que la mayoría de las islas del área de Chiloé insular, Quehui se caracteriza por presentar playas conformadas por una mezcla de arena y piedras de distinto tamaño.

La playa se extiende a lo largo de la costa sur y es posible observar también gran cantidad de vegetación por sobre la línea de la playa. Por la ubicación de este sector de estudio se aprecia mayor exposición a vientos de componente sur, particularmente en época de primavera-verano y una menor exposición a vientos provenientes del norte. Existen fondeaderos en el área, aunque como se indicó, algo desabrigados de los vientos del sur.

Se observa finalmente en el sector próximo a costa y a lo largo de ella presencia de varias casas y en consecuencia, acción antrópica con desarrollo de actividades principalmente asociadas a la agricultura y quizás pesca artesanal aunque no hay evidencia de embarcaciones para la pesca artesanal así como no se aprecia tampoco desarrollo de actividades de acuicultura cercanas. Estas actividades se observan en Isla Imelev, al este de Quehui, en la

costa norte de la isla y también hay presencia de centro de cultivo en la costa oeste de la isla, en el sector de Canal Quehui.

En el paso Imelev, próximo a isla Quehui, la corriente de flujo tira hacia el norte y la de reflujó lo hace hacia el sur. Su intensidad depende de la edad de la luna; influye también poderosamente en ello, el desahogo de los canales, formándose en las angosturas marejadas rebotadas y escarceos que se levantan cuando soplan vientos contrarios al curso de las corrientes.

Isla Chaulinec



En Isla Chaulinec se ubican los sectores 7, 8 y 9 del proyecto. Las características presentes en esta isla no difieren considerablemente de las ya descritas. Situada al SEE y 3 millas de la isla Quinchao, al E y 2 millas de la isla Imelev; está apartada, a su vez de las islas Desertores, por el canal Apiao. Mide 5,6 millas de E a W por 2 millas de ancho de N a S, y su relieve es parejo y se eleva a 170 metros. Su extremo W lo constituye la punta Huelmo; el confín NE lo forma la punta Quintol, y el borde SE es la punta Manzano.

Las costas de la isla Cheulinec son, en general, muy parejas y regulares y no ofrecen puertos de importancia, salvo el fondeadero Tres Redes, en la medianía de la costa N, y la ensenada Capilla Vieja al E y 1 milla del fondeadero antes referido. Además, todo el redoso de la isla está bordeado por fondos sucios y aguas someras que avanzan hasta 2,5 cables afuera de la orilla; especialmente su borde NW que despide el bajo Chaulinec al NW y hasta casi 7,5 cables, y su costa E que es insidiosa hasta 6 cables afuera.

Se observa a lo largo de la línea de costa playa conformada por arena y piedras, con presencia importante de varias casas emplazadas en el área con usos de suelos preferentemente dedicados a la agricultura. Las condiciones de exposición en isla Chaulinec sugieren mayor impacto de vientos provenientes del sur por el grado de influencia de las condiciones dominantes del Golfo a las que se verían sometidos estos sectores. Tal como se verá en el capítulo de sedimento, los sectores de isla Cheulinec presentaron porcentajes de sustrato asociado a sedimentos finos los que van en aumento a medida que se avanza hacia el sureste de la isla.

Isla Lemuy, Península Detif



Los sectores 10 y 11 son aquellos que quedaron emplazados en la costa sur de Isla Lemuy, específicamente en el sector de Península Detif entre Punta Detif y Punta Apabón. Situada al SW y 2,5 millas de la punta Aguantao y al S y 1,7 millas de la punta Tutil. Es de forma caprichosa y de unas 8 millas de largo en sentido E-W por 4 millas de ancho medio; su extremo SE consiste en un prolongado apéndice, denominado península Detif, cuyo relieve lo forma una faja de tierra medianamente elevada, sin alturas prominentes. Su costa es en general escarpada y con suaves ondulaciones. Está separada de la isla Chiloé por el canal Lemuy, que la rodea por el N, y el canal Yal que lo hace por el W y S; y apartada de las islas Chelín y Quehui por el canal Quehui, que la rodea por el E.

La isla Lemuy es una de las más importantes del archipiélago de Chiloé, tanto por su extensión como por su apreciable población y progreso agrícola. El terreno de la isla está cultivado, abundando toda clase de legumbres y hortalizas; hay numerosas plantaciones de árboles frutales, particularmente manzanos, no escaseando tampoco los animales de consumo. Cuenta con una población aproximada de 7.000 habitantes, en su mayoría agricultores y madereros. Su principal poblado y puerto es Puqueldón en su costa NW, el que cuenta con una rampa de concreto para embarcaciones menores. Además, la caleta Chulchui, en su costa SE, posee una rampa menor destinada al uso de transbordadores de pequeño tonelaje que unen a la isla Lemuy con la isla Chiloé. Recibe

energía eléctrica desde la isla Chiloé por cables aéreos que cruzan el canal Yal.

Península Detif configura el extremo SE de la isla Lemuy. Es de forma Romboidal, tendida de NE a SW en una extensión de 3,3 millas, unida al grueso de la isla por un istmo de arena, angosto, bajo y de 1 milla de largo. Al centro de ella se alza un cerro de 153 metros, rodeado en gran parte de su contorno, y principalmente en el lado SW, por escarpes y barrancos de caso 50 metros de elevación.

La península Detif es sucia en todo su contorno, especialmente por el S que desprende fondos someros hasta casi 5 cables afuera de la orilla. Punta Detif está situada al E y 2,2 millas de la punta Terao en la costa E de la isla Chiloé y configurando el borde SW de la península del mismo nombre. Es baja y despide un banco de guijarros hasta 4 cables afuera. Como a 0,5 cables más afuera del veril exterior del banco se sondan 12 metros de agua y 2 cables más lejos, ésta aumenta abruptamente. Punta Apagón por su parte está situada al NE y 3,3 millas de la punta Detif y formando el borde NE de la península. Despide al E y hasta 2 cables afuera, varios arrecifes con piedras que velan desde media marea vaciante hasta media creciente. Hacia el SE de la península, el citado bajo se extiende hasta 6 cables de la ribera y contornea de ese modo toda la costa E de la península hasta unirse con el banco que rodea la punta Detif.

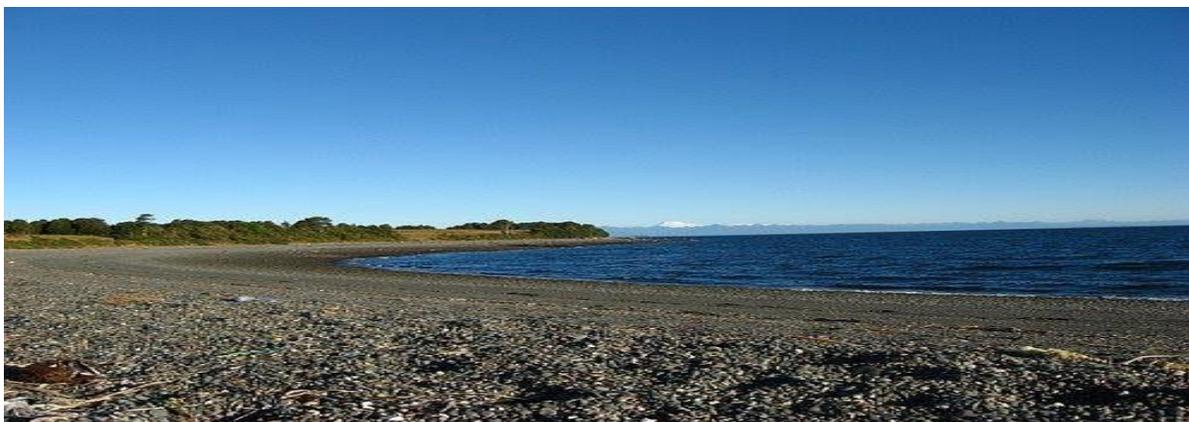
Las características del entorno observado en terreno, muestran presencia de playa a lo largo de la costa, con vegetación algo menor

que en los otros sectores ya que en esta isla se reconoce gran actividad antrópica con mucha presencia de casas habitadas por los lugareños dedicados a actividades de agricultura.

La península presenta sectores altos lo que sugiere que la exposición de este sector es similar a las descritas para Quehui o Chaulinec, quedando mayoritariamente a merced de vientos provenientes del sur y en menor medida a vientos de componente norte. Fue precisamente en este sector durante la campaña de terreno donde se presentaron varios días de malas condiciones climáticas que demoraron en alguna medida la ejecución de los trabajos.

Las características sedimentológicas presentes en ambos sectores muestran un sustrato compuesto principalmente por fango, en particular el sector 10 con porcentajes por sobre el 60%, lo que en general es una característica presente en el área de Chiloé insular donde los sedimentos están principalmente compuestos por arenas y fango además de presentar en forma natural ambientes con contenidos de materia orgánica por sobre el 10% sin que medie algún tipo de intervención en ellos.

Isla Añihue



El sector 12 se ubica en Isla Añihue, isla que forma parte a su vez de las islas Chauques Occidentales. Esta isla está situada próxima al sur de la isla Mechuque y separada por el canal Añihue. Es de forma alargada y presenta un desmembramiento en su costa norte que da origen a varias islas e islotes de menor tamaño. Es la más baja del grupo y se eleva a 32 metros.

El extremo este de la isla Añihue finaliza en una península, llamada Ouchén, que destaca al este y al sur y hasta casi 7 cables afuera de la orilla, una extensa área de bajos fondos con algunas rocas marcadas con sargazos, llamada banco Añihue, que descubre en parte durante las bajamares de aguas vivas y adonde está la pequeña isla Ouchén – al sur a 1,6 cable – y las rocas Cuervos, grupo de rocas sumergidas y que afloran en bajamar marcadas por sargazos.

El canal Añihue, por su moderada profundidad y conveniente abrigo, podría ser útil como fondeadero de espera para naves pequeñas. El rango de la marea alcanza aquí a 5 metros.

La isla presenta también a lo largo de costa sur playas de arena y piedras aunque el análisis de las muestras de sedimento dan cuenta de sedimento fino con porcentajes por sobre el 40% en todas las estaciones. La isla es muy baja y se observa también varias casas de habitantes locales. Por la poca altura de esta isla, las condiciones de exposición a los vientos del norte podrían afectar eventualmente la operación de un centro de cultivo en el área, quedando completamente expuesta a condiciones de vientos provenientes del sur.

g.3) Sistema de evaluación de impacto ambiental SEIA

De la investigación realizada sobre las declaraciones de impacto ingresadas al SEIA para aprobación de proyectos técnicos de concesiones, durante el proceso de otorgamiento, aporta poca información debido a que en su mayoría no se sometieron al sistema. Las situadas en las proximidades de los sectores en estudio han sido otorgadas con anterioridad a la entrada en vigencia del RAMA. Esta situación se puede apreciar mejor en el siguiente cuadro resumen:

Sectores 1-2-3 En las cercanías de las propuestas de sector se ubican cultivos de salmónidos de la empresa Yadrán, en la cual sólo una se encuentra en el SEIA, que muestra únicamente la resolución aprobatoria de la DIA. Lo mismo se repite para concesión de la misma empresa, pero de cultivo de mitílicos.

Sectores 4-5 Ubicada en las cercanías de concesiones de salmónidos de

la empresa Marine Farms e Invertec. Esta última sólo posee en la información del SEIA la resolución que aprueba su DIA.

Sector 6 Las concesiones de salmónidos ubicada al Este y Oeste cercanas al sector, pertenecen a la empresa Marine Harvest las que no poseen registro en base de internet del SEIA. Al Sur se ubica concesión otorgada a nombre de Salmones Tecmar en Punta Apabón, isla Lemuy, solicitada en el año 2000 a nombre de Carlos Galecio Araya. El Sistema de Evaluación refleja en internet sólo la resolución que aprueba este proyecto. En la misma isla recién mencionada en sector Detif se encuentra concesión de mitilidos a nombre de Inversiones Coihuin otorgada el año 2005, registra antecedentes en SEIA, pero sobre la planificación del centro.

Sectores 7-8-9 Los sectores mencionados no poseen concesiones cercanas, ya que se encuentran ubicadas fuera de la A.A.A actuales.

Sectores 10-11 Sectores ubicados entre Punta Detif y Punta Apabón, no poseen concesiones cercanas que otorguen información a través del SEIA dentro de la misma isla. En la isla ubicada frente de estos sectores en Punta Ahoni se ubican concesiones de salmón sin

información en el SEIA, pero se reconoce concesión de mitílicos otorgada el año 2006 señalando en su DIA que en el sector la corriente alcanzó velocidades en superficie de $5,1 \text{ cm}^*\text{s}^{-1}$, mientras que a los 60 m las velocidades son mayores a $10,0 \text{ cm}^*\text{s}^{-1}$. La dirección de la corriente muestra patrones de circulación similares, predominada por los regímenes de marea en creciente al WSW-W-WNW ($247,5^\circ$ - $292,4^\circ$) y vaciante al SSE-S-SSW ($157,5^\circ$ - $202,4^\circ$).

Sector 12 Las concesiones de salmónidos y mitílicos más cercanas a la propuesta han sido otorgadas fuera de las denominadas áreas Aptas para la Acuicultura (A.A.A). El motivo de esta situación corresponde a la fecha en que estas concesiones fueron solicitadas y otorgadas, pudiendo destacar que la fecha de otorgamiento más próxima a la actualidad corresponde al año 1999 para producción de mitílicos. Por esta misma razón el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) no posee registro en el sistema digital.

6.3 Apoyo Geodésico

El apoyo geodésico realizado para referir los levantamientos y estaciones de muestreo al Datum WGS-84 ha usado como puntos de partida vértices SHOA. En esta vinculación se utilizaron equipos

GPS geodésicos de doble frecuencia marca Ashtech, modelo Z-Surveyor y marca Trimble, modelo SPS850.

Para los sectores 1 al 5 de Isla Tranqui se utilizó como punto de partida el vértice SHOA "CHOM", ubicado sobre la base del faro de la Punta Comió en Puerto Queilen. El punto creado corresponde al vértice "LIEN" (figura 3).



Figura 3 Vinculación CHOM-LIEN Isla Tranqui

El vértice creado para vincular y entregar posición en tiempo real a la embarcación en el levantamiento batimétrico del sector 6 en Isla Quehui fue generado a partir del vértice SHOA "D-35", ubicado en Isla Chaulinec, en el extremo noroeste de la base del faro de la caleta, en el sector norte de la isla. Desde el vértice CHL1 se generó "LMY1" utilizado como estación base para este sector (Figura 4).

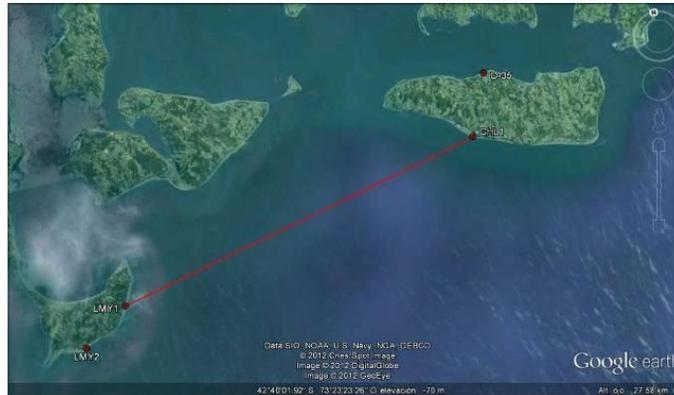


Figura 4 Vinculación CHL1 – LMY1 Isla Quehu

Los levantamientos realizados en los sectores 7, 8 y 9 en el área de la costa sur de Isla Chaulinec utilizaron como estación base “CHL1” creado a partir del vértice SHOA “D-35”, ubicado en Isla Chaulinec, en el extremo noroeste de la base del faro de la caleta, sector norte de la isla (Figura 5).



Figura 5 Vinculación D-35 – CHL1 Isla Chaulinec

Desde el vértice SHOA “D-35” en Isla Chaulinec, se generó el vértice CHL1 y a partir de este último, se vincularon los vértices “LMY1” y “LMY2” utilizados como estaciones base para posicionar la embarcación en los sectores 10 y 11 en Isla Lemuy (Figura 6).

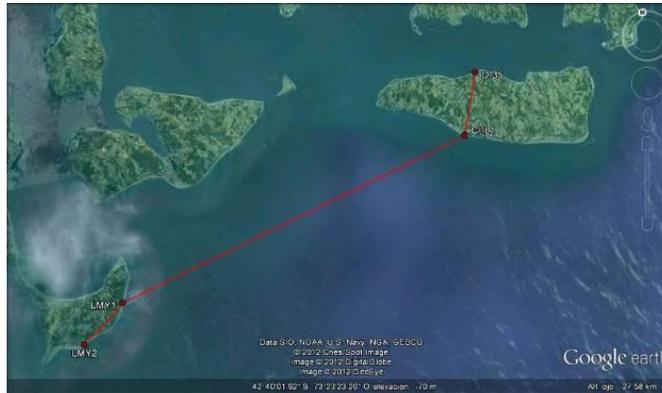


Figura 6 Vinculación D-35 – CHL 1 - LMY1 – LMY2

En el sector 12 ubicado en Isla Añihue, se ha utilizado el vértice “R217” (Figura 7), creado en el marco del proyecto de regularización de coordenadas del sector Este del Golfo de Ancud, proyecto FIP 2003-23.



Figura 7 Vinculación ACHO – R217

Las tablas 1 y 2 siguientes muestran las coordenadas UTM y geográficas de estos vértices:

Tabla 1 Coordenadas vértices SHOA

Estación	Coord. Norte	Coord. Este	Latitud	Longitud
ACHO (SHOA)	5.296.980,315	624.173,186	42° 28' 10,45851''	73° 29' 22,20928''
CHOM (SHOA)	5.251.050,533	625.501,836	42° 52' 58,20582''	73° 27' 47,47945''
D-35 (SHOA)	5.279.283,840	639.538,776	42° 37' 34,52668''	73° 17' 54,03025''

Tabla 2 Coordenadas vértices base Batimetría

Estación	Coord. Norte	Coord. Este	Latitud	Longitud
LIEN	5.248.849,817	623.632,385	42° 54' 10,62360''	73° 29' 08,11734''
CHL1	5.276.504,221	638.362,368	42° 39' 05,36759''	73° 18' 43,21956''
LMY1	5.272.489,931	620.712,378	42° 41' 26,16124''	73° 31' 35,05409''
LMY2	5.270.983,023	618.483,254	42° 42' 16,24814''	73° 33' 11,85287''
R217	5.311.230,075	644.044,725	42° 20' 16,28946''	73° 15' 05,20264''

Se adjunta en Anexo B de este informe final los certificados de coordenadas oficiales de los vértices de vinculación SHOA, monografías de vértices base y listados de cálculo de coordenadas para cada sector.

6.4 Observaciones de mareas

Junto con llevar a cabo los levantamientos batimétricos se realizaron observaciones de marea. En cada área de estudio se instaló un sensor de nivel del mar marca RBR, modelo TWR-2050, el que se mantuvo en permanente funcionamiento mientras se realizaban los sondeos. En isla Añihue para referir las sondas al NRS en el sector 12; en isla Chaulinec para el caso de los sectores 7, 8 y 9; en Península Detif para los levantamientos de los sectores 6, 10 y 11 y en Punta Queilen para las batimetrías de los sectores ubicados en isla Tranqui. Las coordenadas de instalación de este sensor de nivel de mar se indican en la Tabla 3.

Cada registro de altura fue corregido por presión atmosférica para luego referir dichas alturas al NRS usado como datum altimétrico en las batimetrías. Este NRS se obtuvo a partir del pronóstico de alturas de mareas que proporciona la tabla SHOA para cada sector. Para ello se compararon las series de datos, pronosticada y la observada, igualando los niveles medios del periodo observado. El resultado de estas comparaciones se presenta en las figuras 8 a 11, mostrando una sensible coincidencia entre ambas curvas. Las alturas corregidas al NRS se incluyen en el Anexo C.

Tabla 3 Coordenadas Ubicación del mareógrafo

Sectores	Coord. Norte	Coord. Este	Latitud	Longitud
3 - 4 - 5	5.248.847,00	623.344,00	42° 54' 10,88''	73° 29' 20,83''
6 - 10 - 11	5.271.835,00	621.422,00	42° 41' 47,00''	73° 31' 03,40''
7 - 8 - 9	5.276.485,00	638.172,00	42° 39' 06,10''	73° 18' 51,60''
12	5.311.188,00	643.745,00	42° 20' 17,80''	73° 15' 18,30''

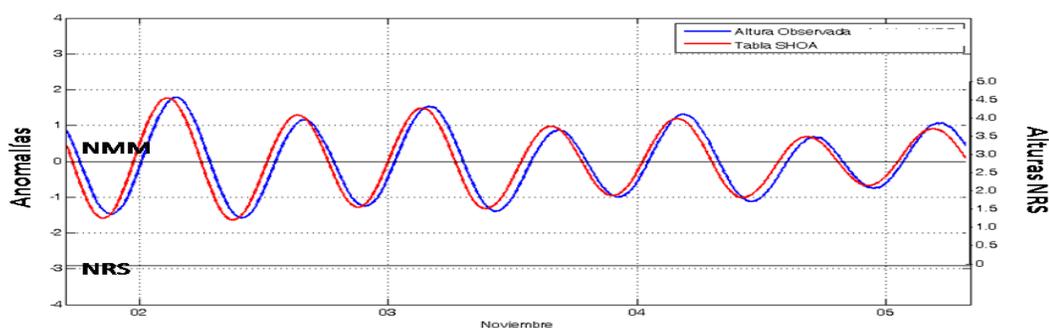


Figura 8 Alturas Observadas v/s Tabla SHOA Sectores 3-4-5 Isla Tranqui

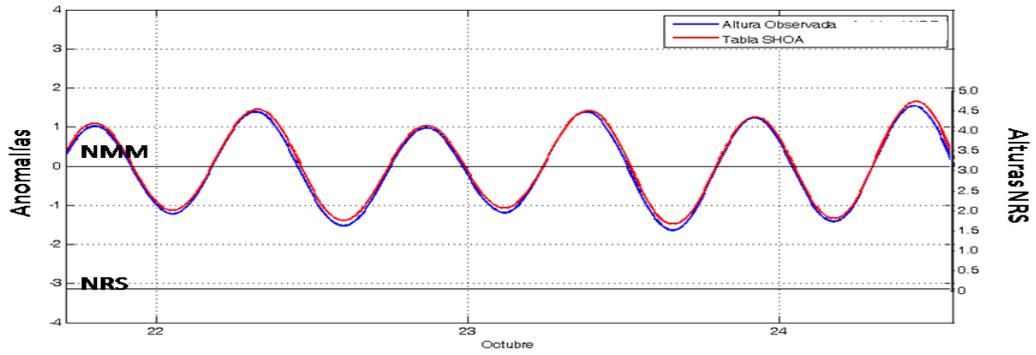


Figura 9 Alturas Observadas v/s Tabla SHOA Sectores 7 - 8 - 9 Isla Chaulinec

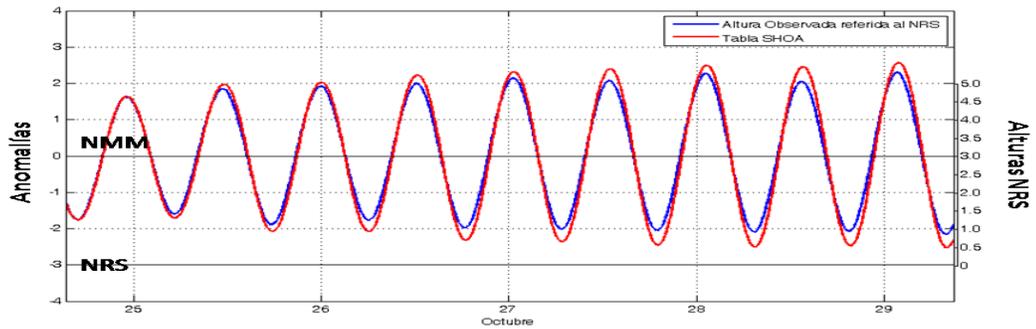


Figura 10 Alturas Observadas v/s Tabla SHOA Sector 6 Isla Quehui - Sectores 10 - 11

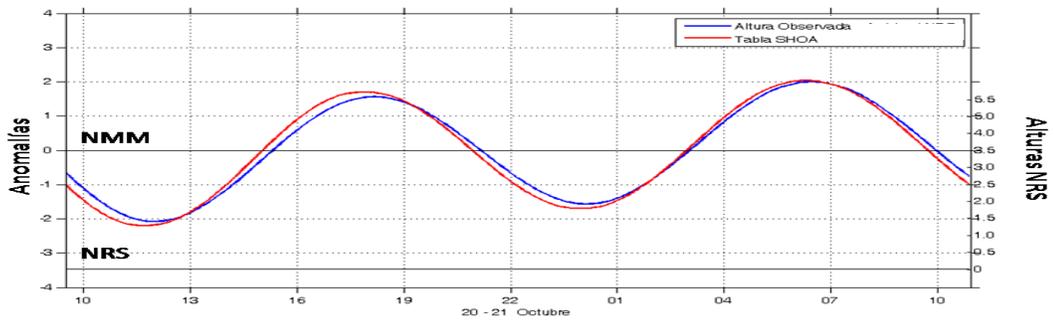


Figura 11 Alturas observadas v/s Tabla SHOA Sector 12 Isla Añihue

6.5 Levantamientos batimétricos

6.5.1.- Marco teórico

- El principio de sonar

Un sonar es un dispositivo que en forma remota puede detectar y localizar objetos en el agua con la utilización del sonido. Esto se hace tomando ventaja del comportamiento del sonido en el agua. Existen dos tipos básicos de sónar:

- Los sonares pasivos diseñados esencialmente para "escuchar". Estos dispositivos registran los sonidos emitidos por los objetos u organismos en el agua por sí mismos.
- Los sonares activos son dispositivos que producen ondas sonoras de frecuencias específicas y controladas, y "escuchan" los ecos de los sonidos emitidos al regresar de su rebote en objetos remotos ubicados bajo el agua.

Los sonares que miden las profundidades del océano son los sonares activos, en donde un proceso conocido es la denominada batimetría. Los instrumentos que realizan estas mediciones son llamados ecosondas. El sonar multihaz propiedad de DOPPLER, es un sistema de ecosonda complejo, en donde todos los principios básicos de los ecosondas son aplicables.

En general, los ecosondas miden el retorno de un pulso corto de sonido o "ping" emitido. El tiempo entre la transmisión de un impulso y el retorno de su eco es el tiempo que tarda el sonido para viajar al fondo y retornar. Sabiendo esto, el tiempo y la velocidad del sonido en el agua, se calcula la distancia al fondo. Para producir una onda de sonido, el ecosonda utiliza un dispositivo llamado proyector. Un proyector puede ser cualquier elemento capaz de producir un sonido en el agua.

6.5.2.- Batimetrías con ecosonda multihaz

- Ecosonda multihaz

Un ecosonda multihaz es un instrumento que puede asignar más de una observación al suelo marino con un solo “ping” y con mayor resolución que los ecosondas convencionales. En efecto, el trabajo de un ecosonda multihaz es levantar información en muchos sectores a la vez. Estas observaciones del fondo, están dispuestas de tal manera que aseguran una tira de puntos en una dirección perpendicular a la trayectoria de la embarcación. Esta zona recibe el nombre de la franja.

Claramente, esto es altamente ventajoso. El sonar multihaz puede asignar franjas completas de la parte inferior, en aproximadamente el tiempo que tarda el eco en retornar desde el más lejano ángulo.

➤ Sistema multihaz

El sistema multihaz es el conjunto de instrumentos interconectados entre sí. Estos proveen información de posicionamiento, rumbo, velocidad del sonido, movimientos de la embarcación y profundidad en cobertura angular. El sistema multihaz entregara una posición y profundidad por cada haz emitido, generando literalmente, un abanico de información batimétrica a medida que se produce el desplazamiento de la nave. Con esta tecnología es posible obtener una exploración del 100% del fondo marino de manera precisa, permitiendo levantar áreas con un costo operativo menor, ya que reduce los tiempos de trabajo en el mar considerablemente. Este sistema hidrográfico multihaz cumple con lo descrito en la publicación especial de la OHI SP-44, versión 2008. Esto es, en todos los aspectos técnicos, de detección, metodológicos y de calidad del dato final.

Los instrumentos o sensores que componen un sistema multihaz son los mencionados a continuación:

GYRO: Instrumento de orientación, que estará referido idealmente al norte verdadero. Este entrega al software de captura de datos, la información de rumbo de la embarcación.

SWATH: Corresponde al ecosonda multihaz. Este cuenta con un centro acústico, ubicado generalmente en el transductor. A este centro se refieren todas sus observaciones. Es el instrumento encargado de proveer los datos de profundidad.

MOTION: Instrumento que censa los movimientos. Este instrumento provee la información de balanceo y cabeceo de la embarcación. Posee un punto de referencia que corresponde al centro de gravedad del mismo.

HEAVE: Instrumento encargado de la medición del oleaje o movimientos verticales de la embarcación. Posee un punto de referencia que corresponde al cero instrumental. En algunos casos, el cero puede variar producto de cambios bruscos en el rumbo de la nave.

SVP: Instrumento encargado de proveer la información de velocidad del sonido de la columna de agua, necesario para poder determinar las correcciones que deben efectuarse a los datos del ecosonda multihaz.

SVC: Instrumento que censa la velocidad del sonido en la cabeza del transductor. Cumple con entregar el valor de velocidad a la unidad de generación de haces.

*Cada sensor realiza su observación en tiempos e intervalos independientes, lo que puede generar un problema al momento de relacionarlos. Este inconveniente se denomina *Latencia*. Los errores de latencia pueden ser controlados eficientemente con la*

utilización de un medio de control de tiempo, y por supuesto, además es necesario contar con una plataforma informática que soporte la cantidad de información y flujo de datos, administrada por un software que permita la captura y la presentación de esta información.

➤ Distancias entre instrumentos

Mediante un sistema de posicionamiento (GPS) se controla la posición de la embarcación en el plano (X Y) y por lo tanto, la posición del origen transmisor de los ecos del ecosonda multihaz.

Partiendo de este punto, se corrigen todos los movimientos (además del desplazamiento ya detectado por el GPS) al que está sometido un barco en condiciones de navegación. Para lograr este cometido, se debe determinar las distancias de cada componente del sistema, con el objetivo principal de referir todas las observaciones al mismo punto de referencia.

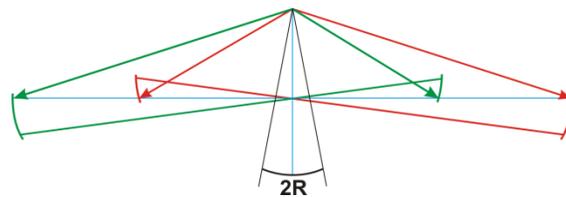
Para esto, se puede utilizar un método de medición que satisfaga las precisiones deseadas, siendo el método más confiable, la utilización de instrumentos óptico-electrónicos, del tipo estación total.

➤ Determinación de desviaciones angulares

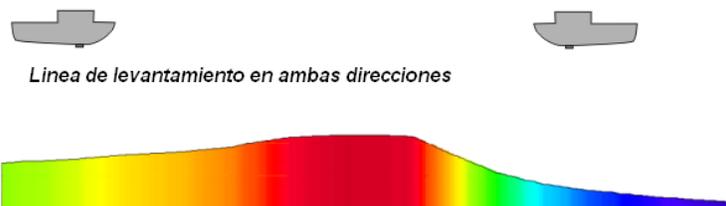
Como ya se indicó, cada sensor se encuentra ubicado de manera independiente sobre la embarcación. Entonces, además de las distancias entre instrumentos, cada instrumento se encuentra desalineado uno con respecto al otro. Para poder alinear estos sensores se necesita determinar los valores de desviación angular con una prueba de calibración.

La determinación de los valores de desviación angular para sistemas multihaz se realiza con el fin de obtener la información batimétrica con la mayor precisión esperable. Los valores y variables que se necesita conocer son Roll (Balanceo), Pitch (Cabeceo) y Yaw (Guiñada) y se obtienen de la siguiente manera:

Roll: Se ejecuta una línea de levantamiento en un sentido y en otro, en un área con el fondo plano y a una velocidad constante. Con esta información, se genera un perfil transversal al sentido de navegación. La diferencia en la profundidad y la distancia a través del perfil se puede utilizar para calcular la variación de Roll.

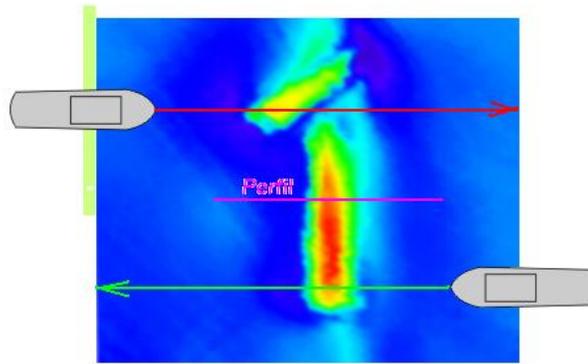


Pitch: Se ejecuta una línea de levantamiento en un sentido y en otro, en un área con un objeto en el fondo o pendiente pronunciada, a una velocidad constante. Con esta información, se genera un perfil longitudinal al sentido de navegación. La diferencia en la profundidad y la distancia a través del perfil se puede utilizar para calcular la variación de Pitch.



Yaw: Se ejecutan líneas de levantamiento paralelas en un sentido y en otro, en un área con un objeto en el fondo o pendiente pronunciada, a una velocidad constante. Con esta información, se

genera un perfil longitudinal al sentido de navegación, procurando realizarlo en el área de solape. La diferencia en la profundidad y la distancia a través del perfil se puede utilizar para calcular la variación de Yaw.



Una vez obtenidos los valores, estos deben ser ingresados al software de adquisición de datos para que la recolección de los datos este corregida y así pueda ser visualizado de buena forma por el operador.

➤ Descripción del sistema

DOPPLER, cuenta con un sistema Multihaz Reson Sea Bat 7125-SV2, de sensores integrados de última generación. Este sistema hidrográfico cuenta como medio de captura de datos un equipo ecosonda beam forming, el cual genera información batimétrica con mucha resolución y precisión. Para solucionar todos los posibles errores producidos por los movimientos de la embarcación, así como la navegación cuenta con la plataforma inercial más precisa del mercado.

A continuación, una breve presentación de los principales componentes del sistema:

- Plataforma inercial:* Plataforma inercial marca APLANIXX modelo POS-MV Wavemaster V5.1. Equipo de gran precisión, ideal para compensación de las condiciones de movimiento existentes en el mar. Encargada del control perfecto del tiempo, además de otorgar el posicionamiento, rumbo y compensación de movimientos de la embarcación, estas últimas con una tasa de muestreo de hasta 400 Hz, otorgando valores de movimiento y posición precisos, indispensables para una buena compensación de los errores.

Para la correlación del tiempo, factor en común en los distintos periféricos, se utiliza el control perfecto del tiempo mediante la incorporación de 1PPS (Pulse Per Second), tiempo coordinado con la hora UTC con desviaciones de $0.1 \times 10E-3$ seg. Este pulso es disponible desde la plataforma inercial, la que cuenta con salida 1PPS incorporada.
- Velocidad del sonido:* El agua de mar, es un medio que posee variaciones de temperatura, densidad y presión entre otras variables. Es necesario corregir el pulso sonoro generado por el multihaz, corrigiendo los posibles errores por refracción y generación de haces. Para esta corrección se cuenta con un equipo marca Reson modelo SVP 70 que censa la columna de agua.
- Ecosonda multihaz:* Equipo necesario para medición de profundidad. Este trabaja con una cobertura angular de 150° la cual es posible dirigirla a un objetivo lateral de manera electrónica. Cuenta con 256 haces y es de frecuencia seleccionable entre 200 y 400 KHz. El ecosonda multihaz marca Reson modelo 7125 Beam forming.
- Software hidrográfico:* Para la planificación y ejecución del levantamiento hidrográfico se utiliza el software hidrográfico Reson PDS2000 y el módulo Hysweep de Hypack, plataforma poderosa de captura y análisis de datos, que es básicamente

La encargada de recopilar la información de los sensores y correlacionarlas en base al tiempo.

➤ Mediciones

En estos levantamientos se utilizaron los mismos parámetros ya establecidos en la validación del sistema, estos fueron determinados por mediciones entre los sensores referidos al un punto de origen arbitrario.

Los valores de distanciamiento en la plataforma inercial son ingresados directamente en la configuración del instrumento, estableciendo el punto de referencia como cero de todas las mediciones. Los valores de distanciamiento del SWATH (transductor) son ingresados en el software de captura de datos, así quedarán todas las mediciones del ecosonda referidas al punto de referencia de la plataforma inercial.

- *Muestreo de velocidad del sonido*

Para la compensación de los errores de propagación del pulso electro acústico en el agua de mar se realiza la observación de esta variable con un perfilador de velocidad del sonido. Este muestreo fue realizado en todas los sectores de levantamiento hasta una profundidad promedio del lugar.

- *Determinación de desviaciones angulares*

En cada calibración se generaron dos perfiles teóricos que cubrían los requerimientos exigidos para la determinación de la desviación angular. Estos fueron levantados con el sistema multihaz, manteniendo los valores de desviación angular en cero.

Ambos perfiles teóricos, fueron levantados en ambas direcciones, cuidando mantener el rumbo estable y una velocidad constante

➤ *Procesamiento y análisis*

El procesamiento de la información batimétrica recopilada con tecnología multihaz, requiere de conocimiento específico en el área de la acústica submarina. La cantidad de información es considerablemente mayor que las batimetrías monohaz tradicionales, por lo que se necesita una plataforma computacional para manejo de grandes volúmenes de información.

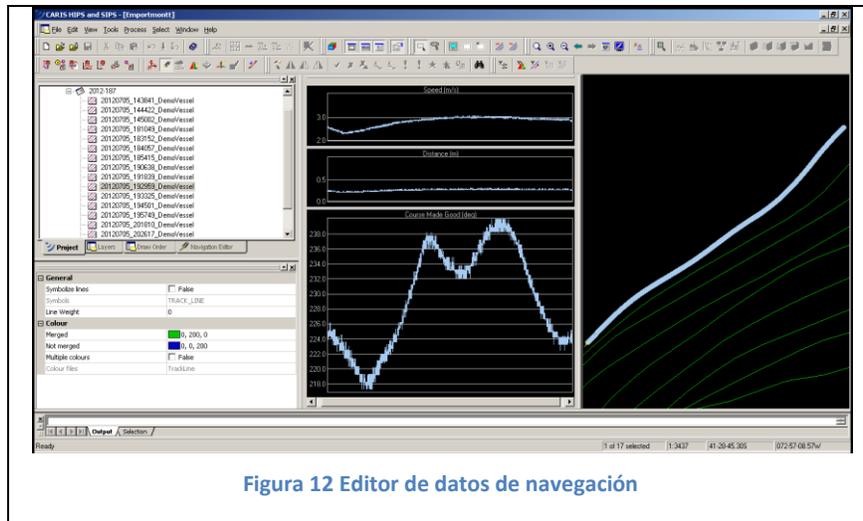
- *Carga de datos e información de correcciones*

Los datos de compensación por velocidad del sonido utilizados fueron creados en el software del equipo, estos fueron utilizados por el software para calcular la verdadera geometría de generación del Haz, corrigiendo cualquier error en el viaje de la onda acústica.

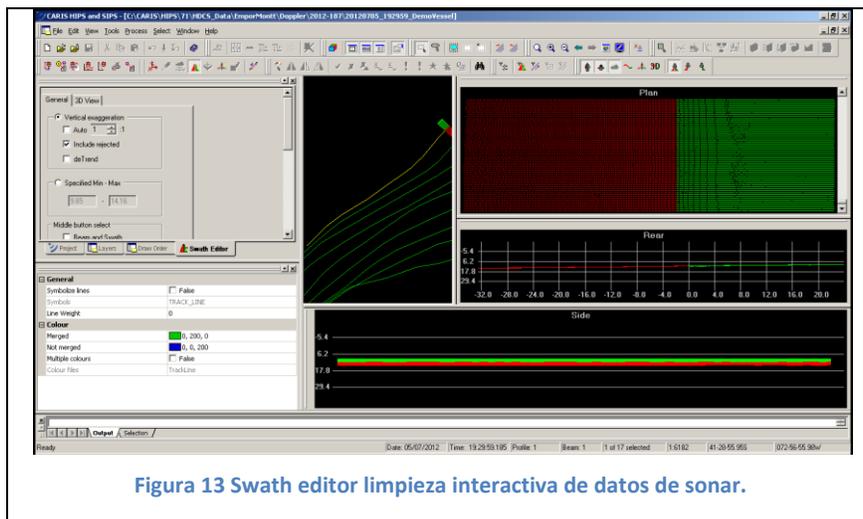
Los datos de marea obtenidos de la base de datos registrada por el mareógrafo auto contenido instalado en cada área de estudio, estos datos fueron corregidos previamente por presión atmosférica y luego corregidos al NRS.

- *Edición y limpieza de los datos*

En primer lugar se realizó una edición y limpieza de los datos de los sensores de posicionamiento, compensación y rumbo. Esta limpieza se efectuó para cada línea o track. Una vez verificados los datos generados por la plataforma inercial, y no encontrándose algún tipo de error, se pasó a la siguiente etapa, ver figura 12.

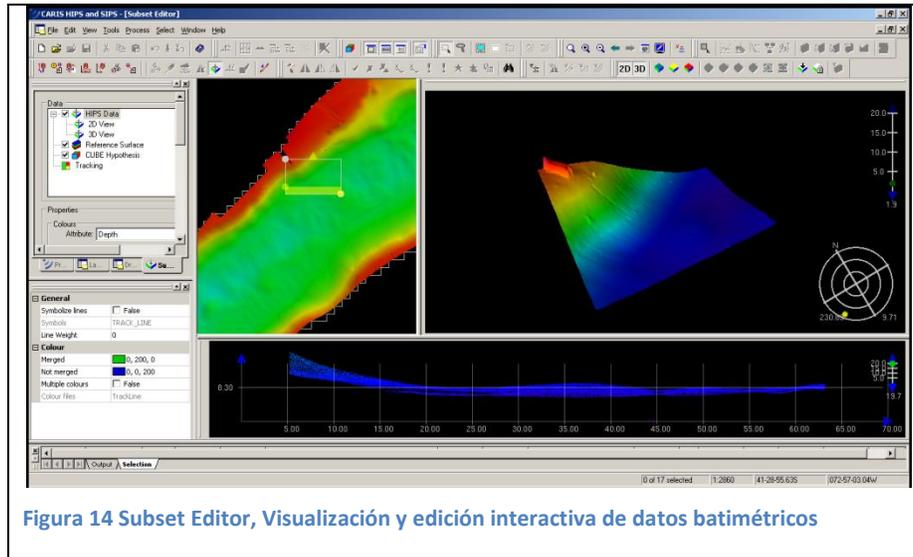


En la segunda etapa, podemos limpiar los datos de profundidad recopilados por el ecosonda o swath. El procesamiento es realizado limpiando los datos ping a ping, el tiempo de procesamiento de la información levantada con sistema multihaz puede acortarse utilizándose filtros de procesamiento, Figura 13.



Luego de que esta limpieza está realizada, se genera una matriz de información batimétrica denominada superficie BASE (Área batimétrica basada en errores estadísticos), la cual es

alimentada por la información batimétrica recopilada. La matriz puede contar con un solo registro o miles de ellos, estos registros poseen un peso estadístico otorgado a cada dato de profundidad.



Una vez generada esta superficie BASE, se procedió con la limpieza interactiva final. El software desplegará la información seleccionada en la ventana Subset, mostrando los datos en 3D, ver imagen 14.

Finalizada el procesamiento, los datos son exportados en una grilla de información batimétrica en formato XYZ. Esta grilla contiene toda la información de calidad necesaria para generar los productos 2D y 3D de los 12 sectores que contempla el proyecto.

Para la presentación de estos datos, se utiliza la exportación de un dato por celda utilizando el valor medio de la información recopilada. Lo que nos entrega información ordenada, de calidad y representativa del lugar de medición, sin distorsionar la realidad geomorfológica del lugar.

6.5.3.-Actividades de terreno y resultados

A continuación se presenta un resumen de las actividades ejecutadas para cada sector mostrando imágenes reducidas de las salidas finales. Los planos batimétricos a escala mayor se incluyen en el Anexo E.

➤ Isla Tranqui

En Isla Tranqui los levantamientos batimétricos de los sectores 1 y 2 fueron ejecutados durante el mes de septiembre. Los sectores 3, 4 y 5 se cubrieron entre los días 3 y 4 de Noviembre, todos fueron realizados con un sonar multihaz de alta resolución marca Reson, modelo 7125 SV. El posicionamiento se efectuó mediante GPS operado en modo cinemático. Tal como antes se indicó, en estos sectores se utilizó como estación base el vértice (LIEN), vinculado con al vértice SHOA "CHOM". En todos los sectores la superficie levantada excedió levantados, la cobertura excedió las 15 Hás. Indicadas por los Términos de Referencia para las futuras concesiones. Las figura 15 muestra el emplazamiento de los 5 sectores en la costa norte de Isla Tranqui. Las figuras 16 a 19 los sectores 1 y 2 en imágenes 2D y 3D. Lo mismo en las figuras 20 a 22 donde se representan los sectores 3,4 y 5.

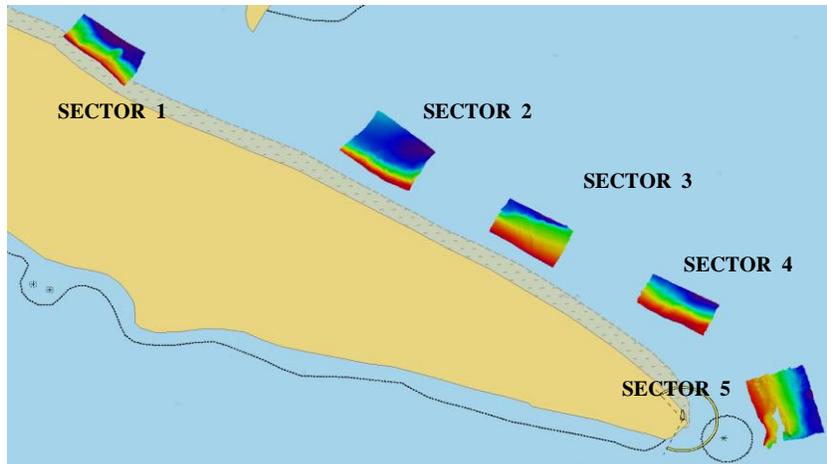


Figura 15 Levantamiento Batimétrico (Sectores 1 a 5) Isla Tranqui

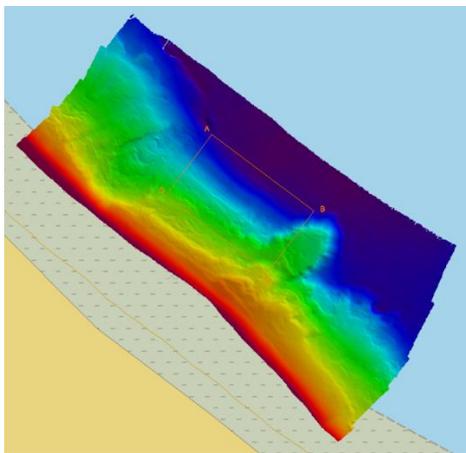


Figura 16 Batimetría Sector 1

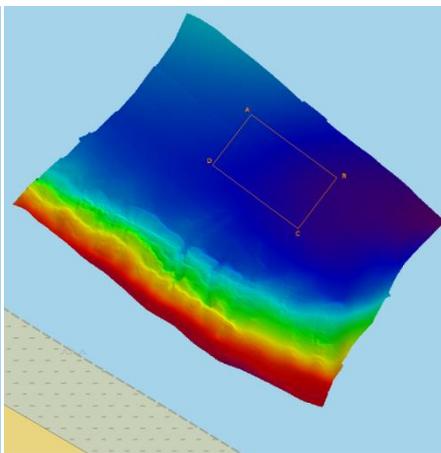


Figura 17 Batimetría Sector 2

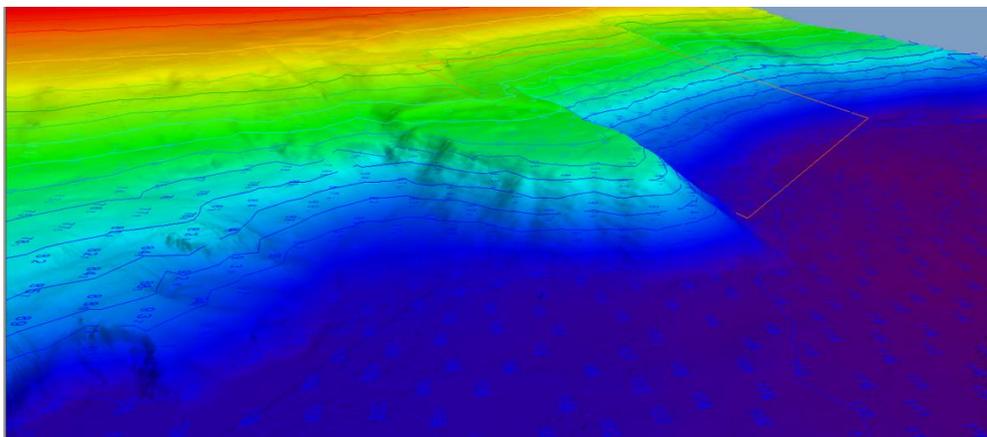


Figura 18 Batimetría 3D Sector 1

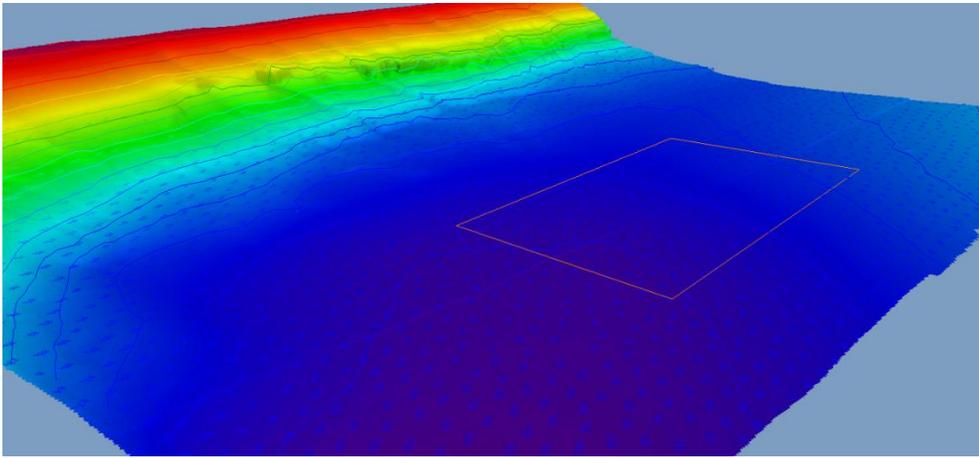


Figura 19 Batimetría 3D Sector 2

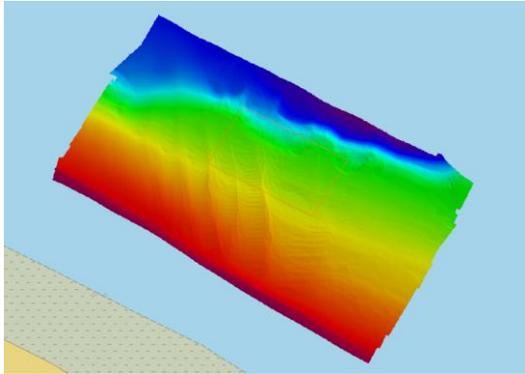


Figura 20 Levantamiento Batimétrico Sector 3 Isla Tranqui

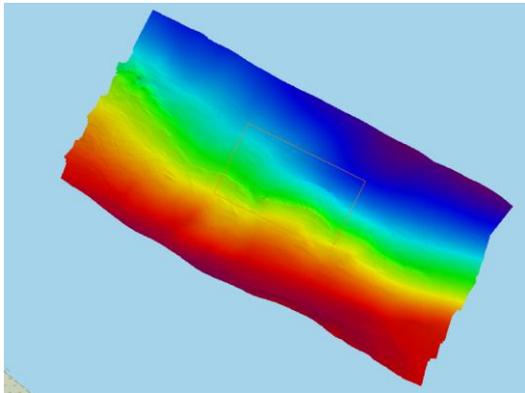
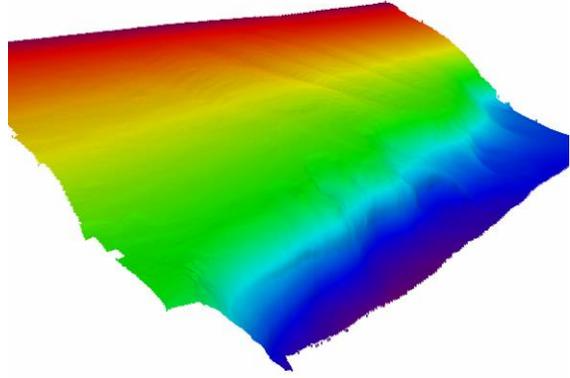


Figura 21 Levantamiento Batimétrico Sector 4 Isla Tranqui

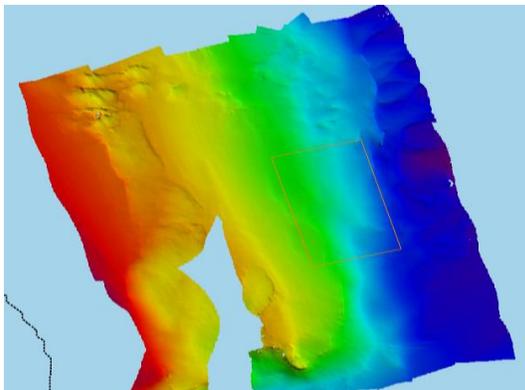
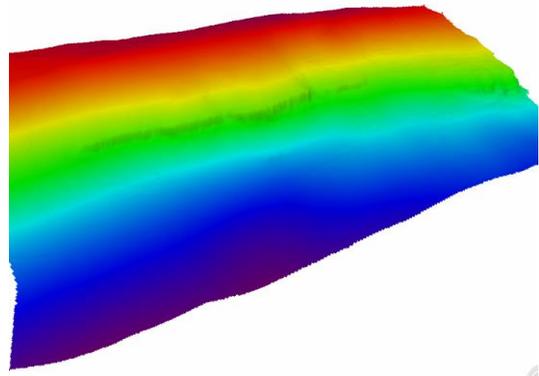
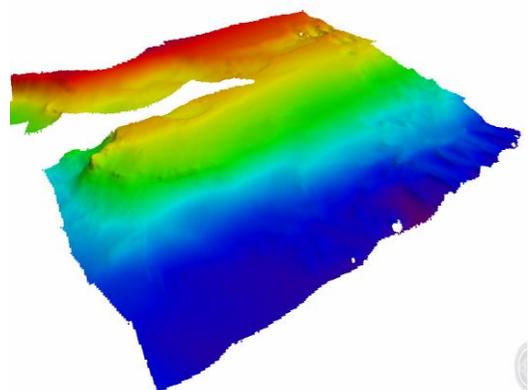


Figura 22 Levantamiento Batimétrico Superficie y 3D Sector 5 Isla Tranqui



➤ Isla Quehui

La batimetría del sector 6 ubicado en las cercanías de isla Quehui se llevó a cabo durante los días 25 y 27 de octubre de 2012. El instrumental y equipos corresponden al descrito en párrafos anteriores. En el posicionamiento de la embarcación se ocupó como estación base el radial (LMY1) vinculado durante el apoyo geodésico al vértice SHOA "D-35".

Las figuras 23 y 24 muestran el área geográfica y las salidas de procesamiento de la batimetría del sector 6 en isla Quehui. Se puede observar que se levantó el rectángulo de 15 hectáreas y la franja costera con eje en el veril de 25 metros.

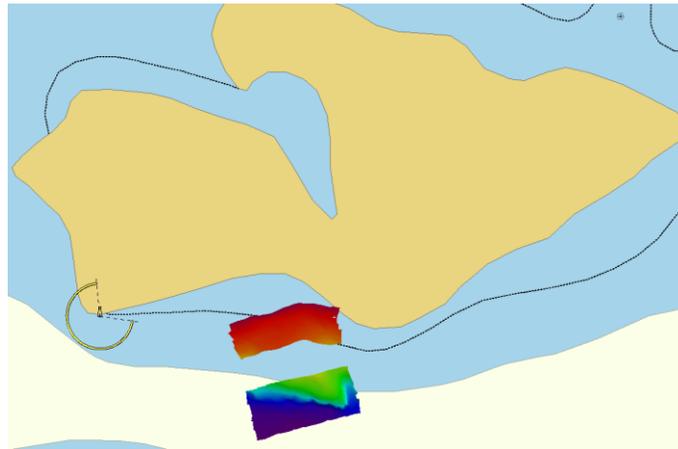


Figura 23 Levantamiento Batimétrico Sector 6 Isla Quehui

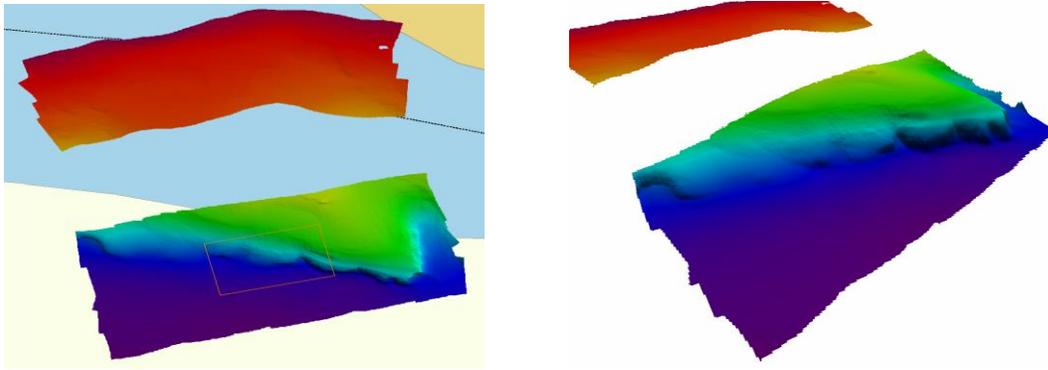


Figura 24 Levantamiento Batimétrico Superficie y 3D Sector 6 Isla Quehui

➤ Isla Chaulinec

El levantamiento batimétrico de los sectores 7, 8 y 9 en isla Chaulinec se realizó entre los días 22 y 24 de octubre de 2012. Para el posicionamiento de la embarcación se utilizó la estación base “CHL1” creada a partir del vértice SHOA “D-35”. La figura 25 muestra la ubicación de los sectores en Isla Chaulinec en tanto las figuras 26 a la 28 las salidas de proceso.

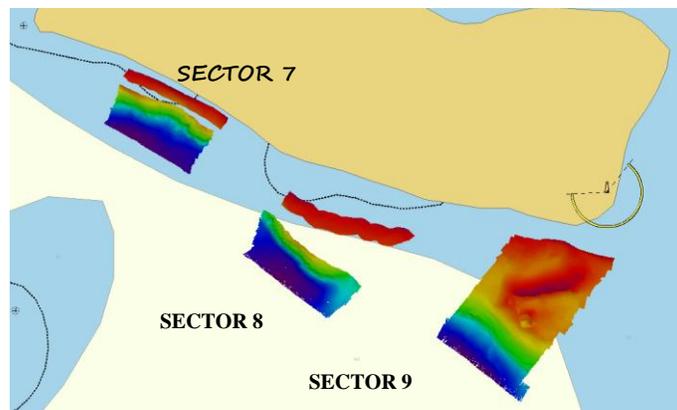


Figura 25 Levantamiento Batimétrico Sectores 7 – 8 - 9 Isla Chaulinec

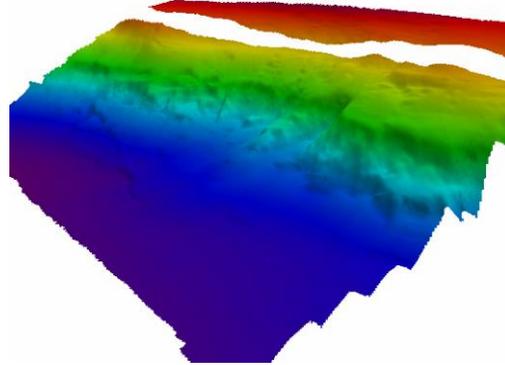
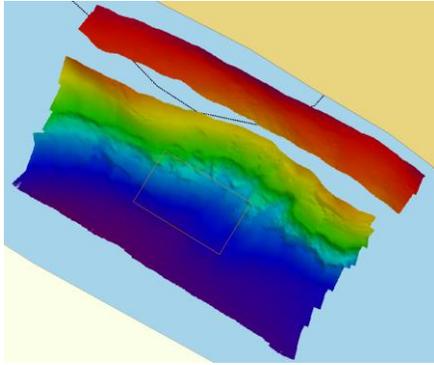


Figura 26 Levantamiento Sector 7 Isla Chaulinec

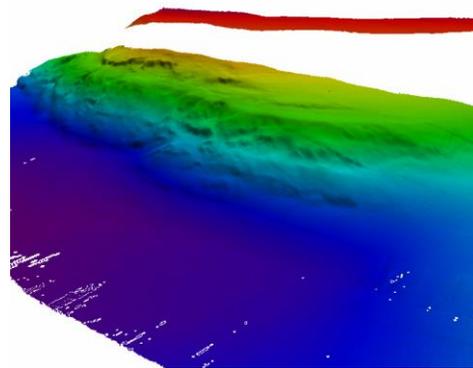
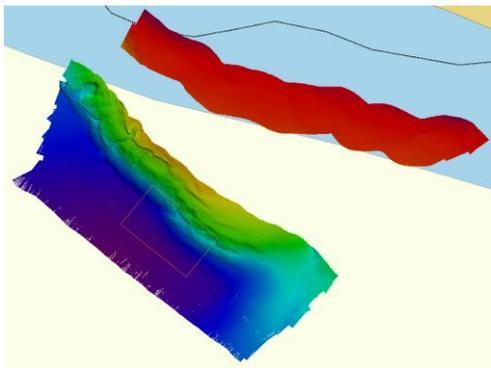


Figura 27 Levantamiento Batimétrico Sector 8 Isla Chaulinec

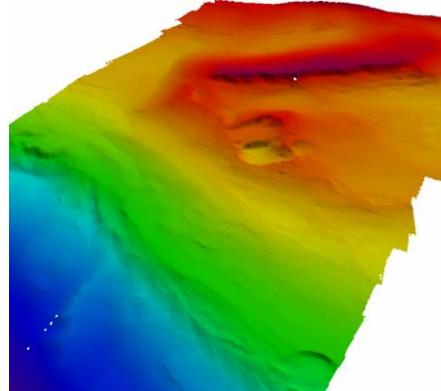
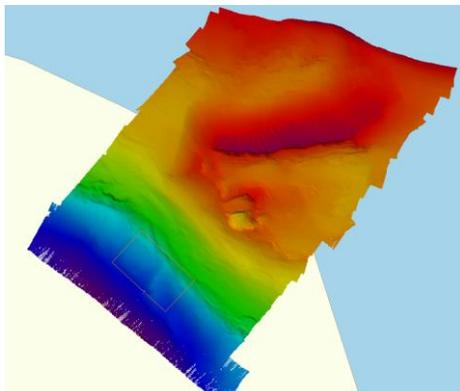


Figura 28 Levantamiento Batimétrico Sector 9 Isla Chaulinec

➤ *Península Detif, Isla Lemuy*

El levantamiento batimétrico de los sectores 10 y 11 en Península Detif, Isla Lemuy se realizó entre los días 27 y 28 de octubre. Para el posicionamiento de la embarcación se utilizaron las estaciones base “LMY1” para el sector 11 y “LMY2” para el sector 10, ambos puntos vinculados a partir del vértice SHOA “D-35” ubicado en el extremo NW de la isla.

La figura 29 muestra los sectores y las 30 y 31 el detalle de estas batimetrías. En ambos sectores una parte cubre el área de concesión y la otra la franja centrada en el veril de los 25 ms.

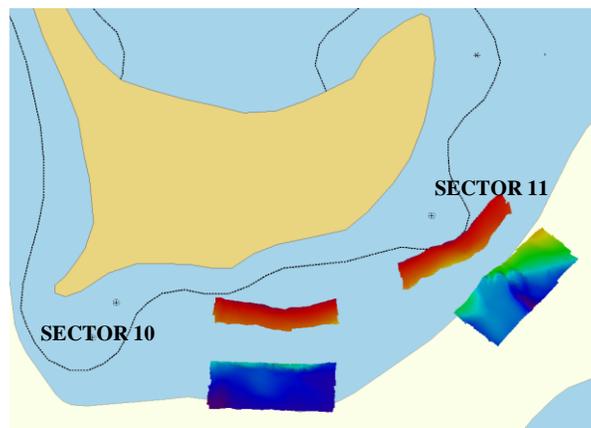


Figura 29 Levantamiento Batimétrico Sectores 10 y 11 Península Detif, Isla Lemuy

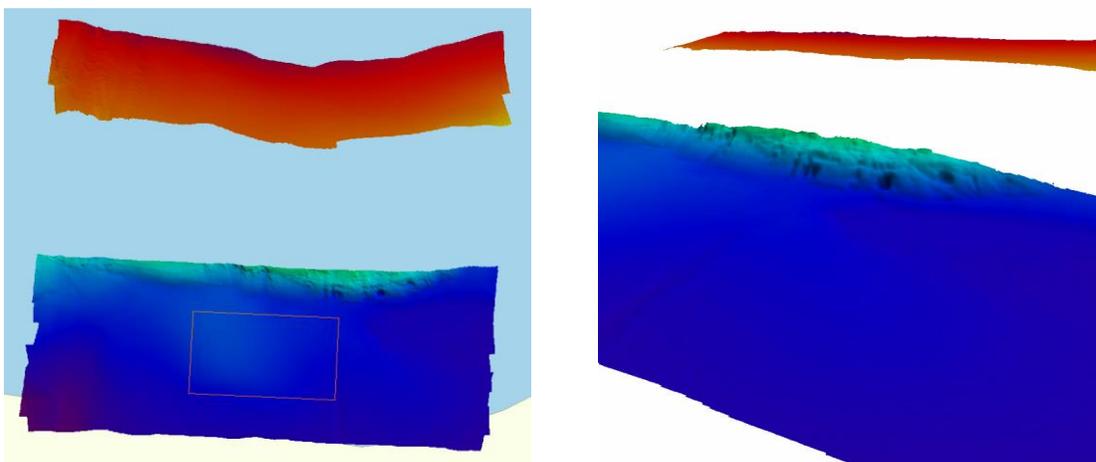


Figura 30 Levantamiento Batimétrico Superficie y 3D Sector 10 Península Detif, Isla Lemuy

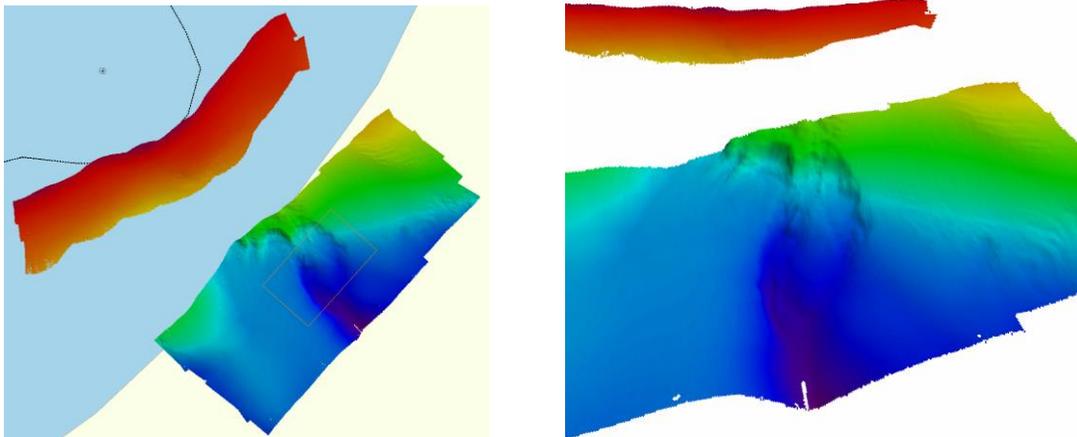


Figura 31 Levantamiento Batimétrico Superficie y 3D Sector 11 Península Detif, Isla Lemuy

➤ Isla Añihue

El levantamiento batimétrico del sector 12 se realizó el día 20 de octubre de 2012. Para el posicionamiento de la embarcación se utilizó la estación base "R217" vértice generado con ocasión del desarrollo del proyecto de regularización cartográfica FIP 2003-23. Este a su vez corresponde a una extensión del vértice SHOA "ACHO" ubicado en la Capitanía de Puerto de Achao, isla Quinchao. La Figura 32 muestra el lugar geográfico y la Figura 33 las salidas de proceso de esta batimetría, en ella se incluye la franja costera centrada en el veril de los 25 metros.

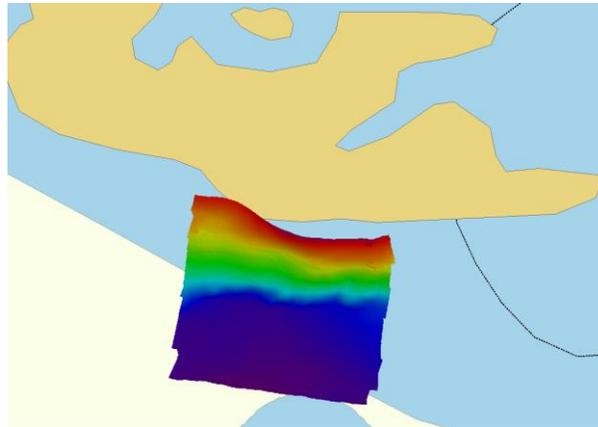


Figura 32 Levantamiento Batimétrico Sector 12, Isla Añihue

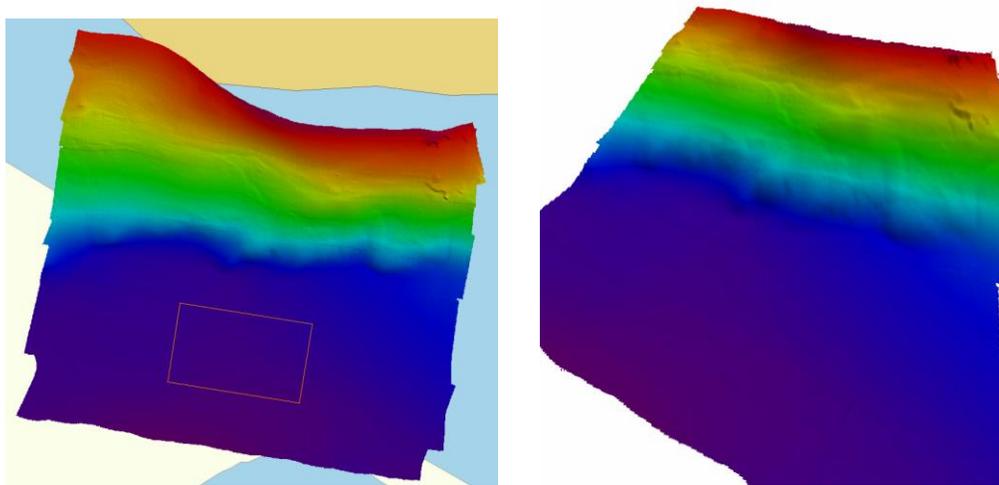


Figura 33 Levantamiento Batimétrico Superficie y 3D Sector 12, Isla Añihue

En anexo D se hace entrega de los archivos de coordenadas y sondas, en formato digital, de los 12 sectores levantados. El anexo E en tanto incluye los planos finales, en formato Autocad, y formato SHAPE de cada uno de estos levantamientos.

6.6 Mediciones en la columna de agua

6.6.1.-Mediciones

Para realizar mediciones de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua se utilizó un CTD-O (Conductivity, Temperature, Depth and Oxygen) marca RBR, modelo XRX-620. Este equipo fue desplegado desde una embarcación menor posicionada sobre el punto proyectado para muestreo.

Por cada concesión se realizaron 9 estaciones de CTDO. Estas se ordenaron en dos transectas, una paralela a la costa y otra perpendicular a ella. A su vez para cada área de estudio se realizó una toma de muestras de agua con una Botella oceanográfica Niskin esto con el objeto de corroborar el correcto funcionamiento del CTDO. La comparación se realizó entre los datos de salinidad entregados por el instrumento y los arrojados por el análisis de laboratorio efectuado a las muestras. Las posiciones de las estaciones de CTD-O y muestreo con Botella Niskin para cada sector se muestran en la tabla 4. En el Anexo F se incluyen los archivos hexadecimales y finales (ASCII) de CTDO con sus respectivas metadas.

Tabla 4 Coordenadas de Muestreo CTDO por Sector

Sector	Estación	Coord. Norte	Coord. Este	Latitud	Longitud
Isla Tranqui - 3	3	5.241.070,00	633.374,00	42° 58' 16,83''	73° 21' 52,03''
Isla Tranqui - 5	3	5.236.932,00	638.747,00	43° 00' 27,46''	73° 17' 51,23''
Isla Lemuy - 11	3	5.270.783,00	621.927,00	42° 42' 20,79''	73° 30' 40,37''
Isla Chaulinec - 8	3	5.274.511,00	638.717,00	42° 40' 09,73''	73° 18' 25,90''

<i>Isla Añihue -</i> 12	3	5.309.934,00	644.246,00	42° 20' 58,16''	73° 14' 55,24''
----------------------------	---	--------------	------------	--------------------	--------------------

6.6.2. Procesamiento de datos

El procesamiento se realizó para datos de un CTD RBR X620X. Este primero consistió en extraer del CTD-O los datos crudos, los cuales están en formato hexagesimal, encriptados bajo código binario. Esta data contiene registros de los sensores en forma de voltajes, estas señales son llevadas a algoritmos para calcular la conductividad, temperatura, presión y oxígeno disuelto. Los datos crudos son transformados en archivos ASCII, específicamente a datos tipo .mat, que son archivos para trabajar con el software MATLAB y archivos con extensión .txt, los cuales pueden ser abiertos con cualquier editor de texto, como por ejemplo un bloc de notas. Este proceso se realizó con el software RUSKIN v1.7.11, programa entregado por el fabricante del equipo, que permite extraer los datos de equipo, calcular las variables y transformar a archivo ASCII, como también generar gráficos simples de las variables para visualizar de manera preliminar su conducta. Estos datos brutos fueron llevados a MATLAB para su posterior proceso.

Primero se removieron valores extremos, para temperaturas mayores a 40 y menores a cero, conductividades menores a 3 S m⁻¹ y presiones >150mb y < 0. Se hicieron pruebas de diferentes test a cada variable con umbrales de 0-5°C, 0.5 S m⁻¹ y 5 db para temperatura, conductividad y presión, y de código de error.

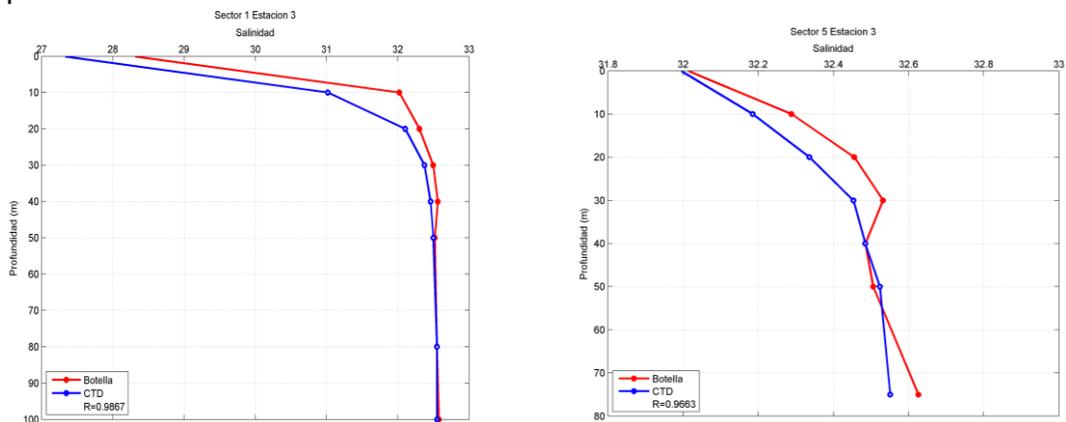
Luego, una vez que toda data considerada errónea se extrae, se generaron archivos individuales para cada cast con cada variable. El inicio y final fue encontrado por el análisis de tenencia de la presión, valores de presión decrecientes fueron eliminados. Luego se realizó un filtro pasa bajo, para remover fluctuaciones de alta frecuencia. A los datos filtrados se les realizó una interpolación cada un metro. Finalmente cada cast fue almacenado en forma de tabla Excel con columnas para la profundidad, salinidad, temperatura, % saturación de oxígeno y oxígeno disuelto.

Durante el desarrollo de esta tarea se realizaron in situ mediciones de magnitud y dirección del viento, estimación de altura de ola y temperatura ambiental al momento de los muestreos. En general las condiciones climáticas fueron buenas, con vientos máximos moderados y altura de olas menores a 0.5 metros. El viento norte estuvo presente en todos los muestreos, mientras que la temperatura ambiental bordeo los 12 °C en las mañanas y alcanzo máximas de 19°S en las tardes. Esta información se adjunta como Tabla Excel en el anexo F junto con los archivos hexagesimales y los archivos procesado en formato ASCCI de CTD.

Para validar los datos de CTD-O se realizaron muestreos de agua con botellas Niskin para determinar la salinidad en cada Zona. Estas muestras fueron analizadas por el laboratorio de calibración del Departamento de Geofísica de la Universidad de Concepción. Estos muestreos se realizaron en las siguientes estaciones:

- Sector1, Estación 3.
- Sector5, Estación 3.
- Sector8, Estación 3.
- Sector11, Estación 3.
- Sector12, Estación 3.

Con los resultados de laboratorio y los medidos por el CTDO se llevaron a cabo regresiones lineales demostrándose la existencia de una alta correlación entre los resultados de las botellas Niskin y los CTD, lo cual respalda los resultados y aumenta la confianza en estos. La figura 34 muestra una comparación de ambas curvas en los 5 sectores



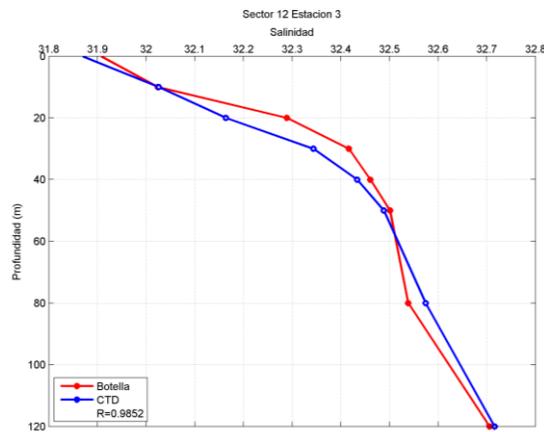
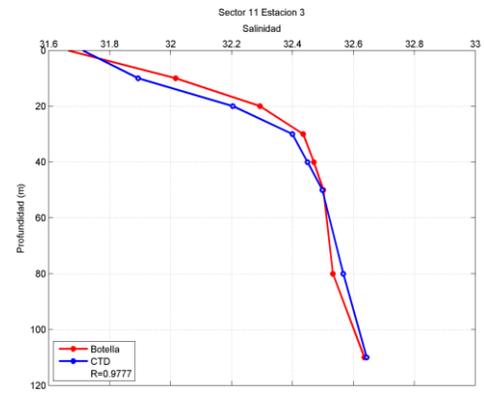
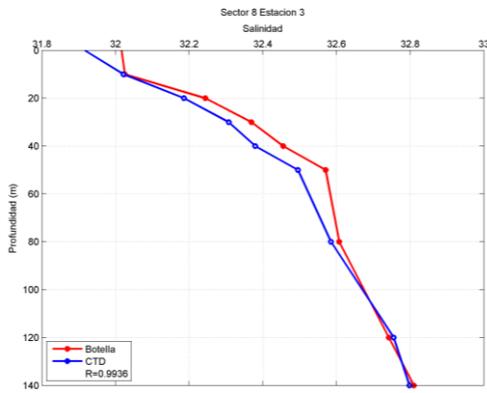


Figura 34 Perfiles de salinidad de muestra de botellas y CTD para a) estación 3 del Sector 1. Notar el R de 0.9867. b) estación 3, Sector 5 con R=0.9663, c) estación 3, Sector 8 con R=0.9936, d) estación 3, Sector 11 con R=0.9777 y e) estación 3, Sector 12 con R=0.9852.

6.6.2.-Resultados por sector

➤ Isla Añihue

Sector 12



Figura 35 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 12 Isla Añihue.

El Sector 12 en general se mostró bastante homogéneo, dando cuenta de una columna mezclada. La temperatura máxima de 11.7 °C en capas medias, entre los 20 y 30 metros de profundidad, mientras que en superficie esta llega a los 11 °C, y en profundidad alcanza 10.7 °C. La salinidad llega a casi 32 ‰ en superficie, mientras que el máximo, fue de 32.7 ‰ en el fondo. El oxígeno disuelto alcanza los 9 mg l⁻¹ en superficie, decayendo en profundidad hasta los 6 mg l⁻¹, a los 120 metros de profundidad.

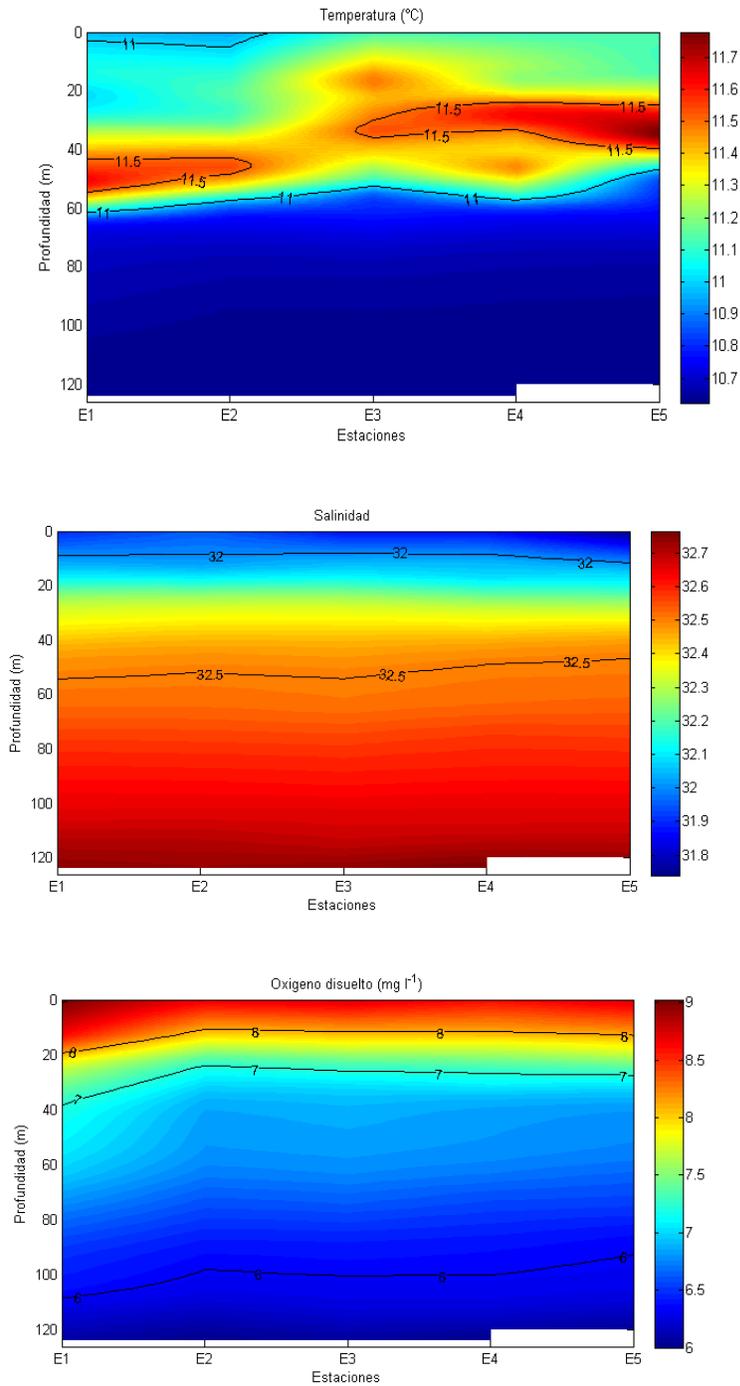


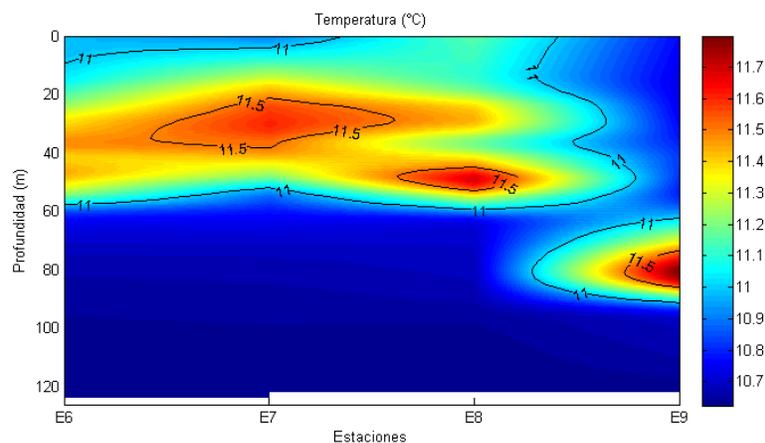
Figura 36 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 12, Isla Añihue.

La figura 36 muestran la distribución longitudinal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto respectivamente. En ellas podemos observar como, la salinidad y el oxígeno disuelto

son relativamente homogéneos, mientras que la temperatura muestra una capa media más cálida, sin embargo esta no es mayor a $+0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ con respecto a la superficie.

La figura 37 muestra la transecta perpendicular a la costa en el sector 12, esto es con la estación 6 la más lejana y la 9 la más cercana a la costa. Cabe notar que este sector está alejado de la costa, por lo que la estación 9, posee valores similares de profundidad al igual que las demás. Probablemente debido a esto que las distribuciones de Oxígeno disuelto y salinidad mantiene una estructura similar, mientras que la temperatura mantiene una estructura de capa media más cálida, alcanzando mayor profundidad hacia costa.

En estas figuras se tiene: a) temperatura en $^{\circ}\text{C}$ b) salinidad en ‰ y c) Oxígeno disuelto en mg l^{-1} , en el sector 12, Isla Añihue,



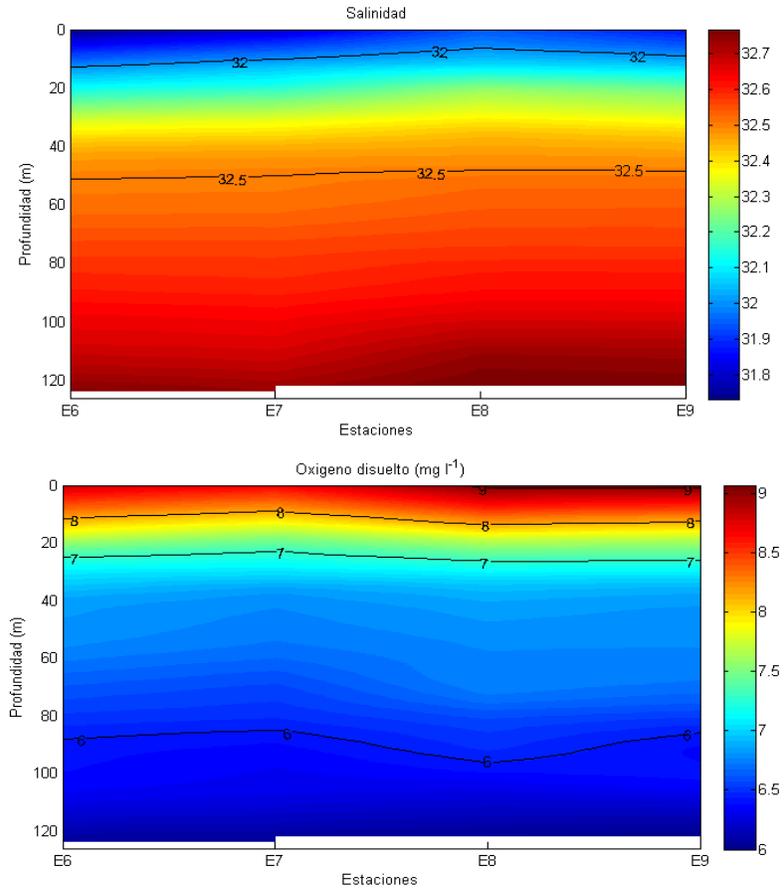


Figura 37 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 12, Isla Añihue.

Las condiciones locales de viento al momento del muestreo se muestran en la figura 38. En ellas podemos apreciar que, el viento predominante fue desde el norte, sin embargo este fue débil y esporádico. Por su parte el estado del mar al momento del muestreo fue de calma, con altura de ola inferior a 20 centímetros con un cielo nublado con una temperatura de 14°C en la mañana, y una máxima de 16°C en la tarde.

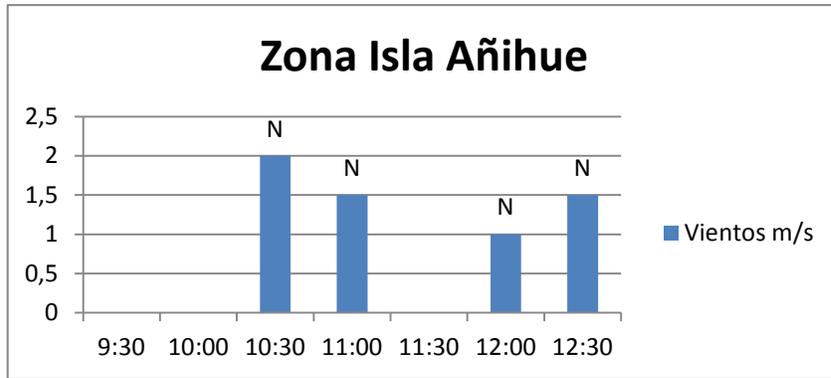


Figura 38 Magnitud y dirección del viento al momento del muestreo en la Zona de Isla de Añihue.

➤ *Isla Lemuy*

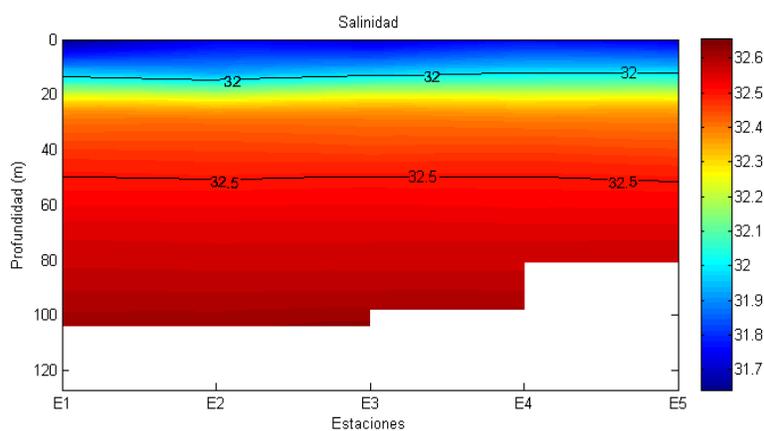
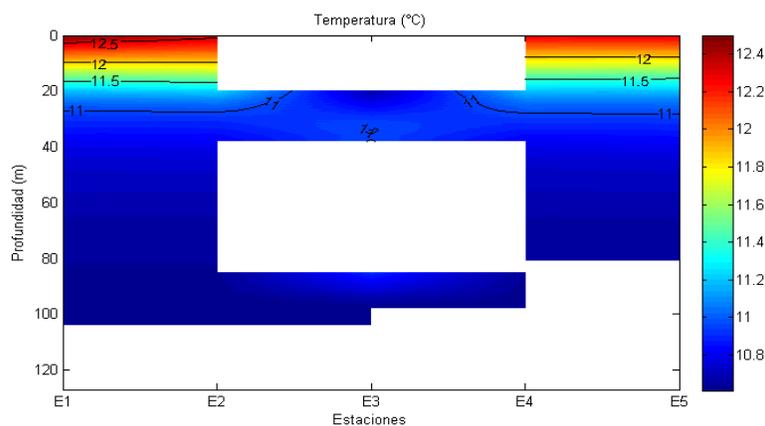
Sector 11



Figura 39 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 11, Isla Lemuy

El sector 11 en general presentó una estructura de 2 capas en la temperatura, con máximos en superficie de 12.4 °C en

superficie y mínimos de $10.8^{\circ}C$ en el fondo, los datos de temperatura de la estación 3, no fueron considerados, ya que mostraron errores. La salinidad también presentó una estructura de 2 capas, con mínimo de 31.7 en superficie y un máximo de 32.6 en el fondo. El oxígeno disuelto alcanzó un máximo de 9 mg l^{-1} en superficie, para decaer hasta 6.5 mg l^{-1} en el fondo (Figura 40).



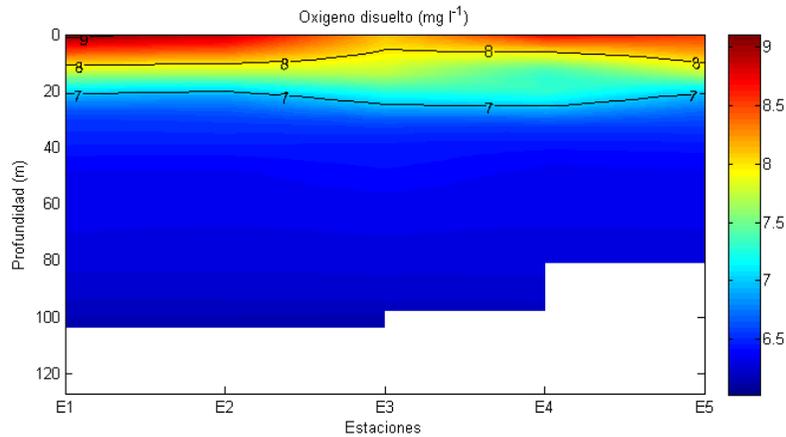
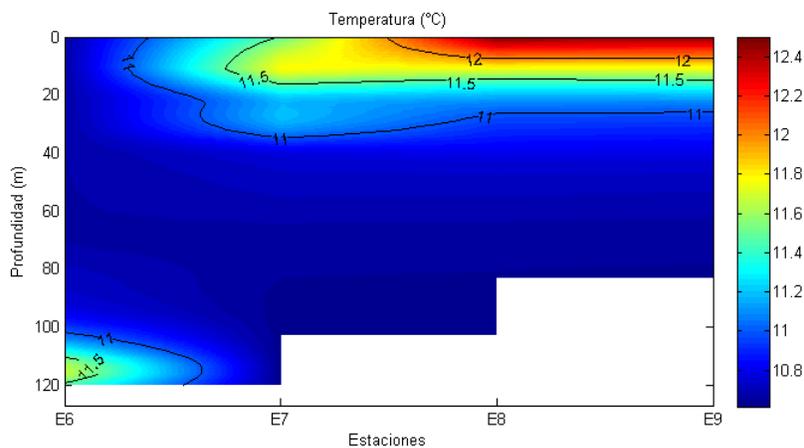


Figura 40 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 11, Isla Lemuy

La Figura 41 muestra la distribución latitudinal de temperatura, salinidad y oxígeno Disuelto para el sector 11, en ella podemos notar como la temperatura aumenta hacia costa en superficie, pasando de 11 a 12.4 °C a los 0 metros, mientras la salinidad es homogénea en su distribución horizontal, con una haloclina cercana a los 20 metros. El oxígeno disuelto también aumenta hacia la costa en superficie aumentando más de un 1 mg l⁻¹ en la capa superficial. Esta lengua de agua de mayor oxígeno alcanza los 20 metros de profundidad.



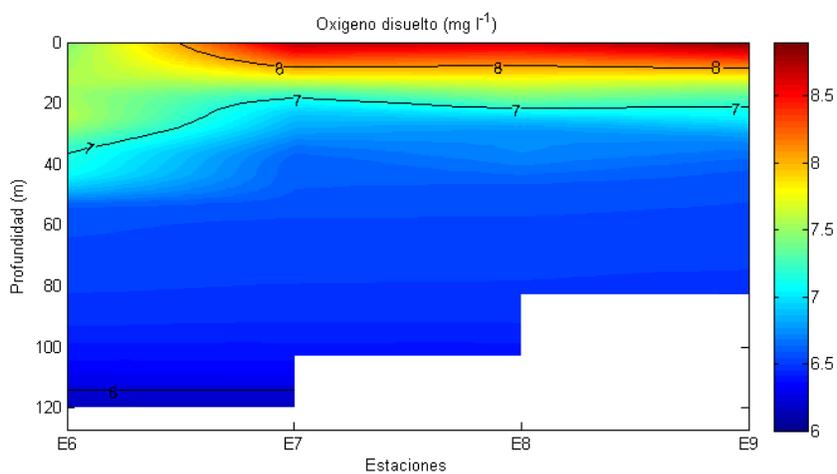
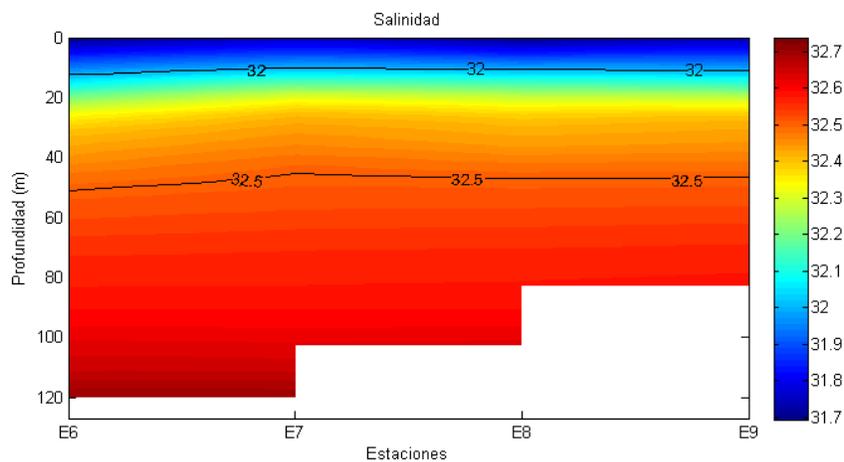


Figura 41 Distribución Longitudinal de a) temperatura en $^{\circ}\text{C}$ b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l^{-1} , en el sector 11, Isla Lemuy.

Sector 10



Figura 42 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 10, Isla Lemuy.

La temperatura en el sector 10 varió considerablemente entre la estación 1 y la 5. Mientras en las estaciones 1 y 2, se presenta una estructura de capas, con un máximo de 12°C en superficie, en la estación 3, esta decae notablemente, elevando la isoterma 11 hacia la superficie. En las estaciones 4 y 5 esta tendencia se mantiene, presentando algunas anomalías positivas en superficie y capa media respectivamente. El mínimo fue de 10°C en capa profunda. La salinidad se mostró estable y homogénea en el corte longitudinal, alcanzando un mínimo en superficie de menor a 32 ‰, y un máximo de 32.5 ‰. Una leve haloclina puede ser observada cercana a los 20 metros de profundidad (Figura 43).

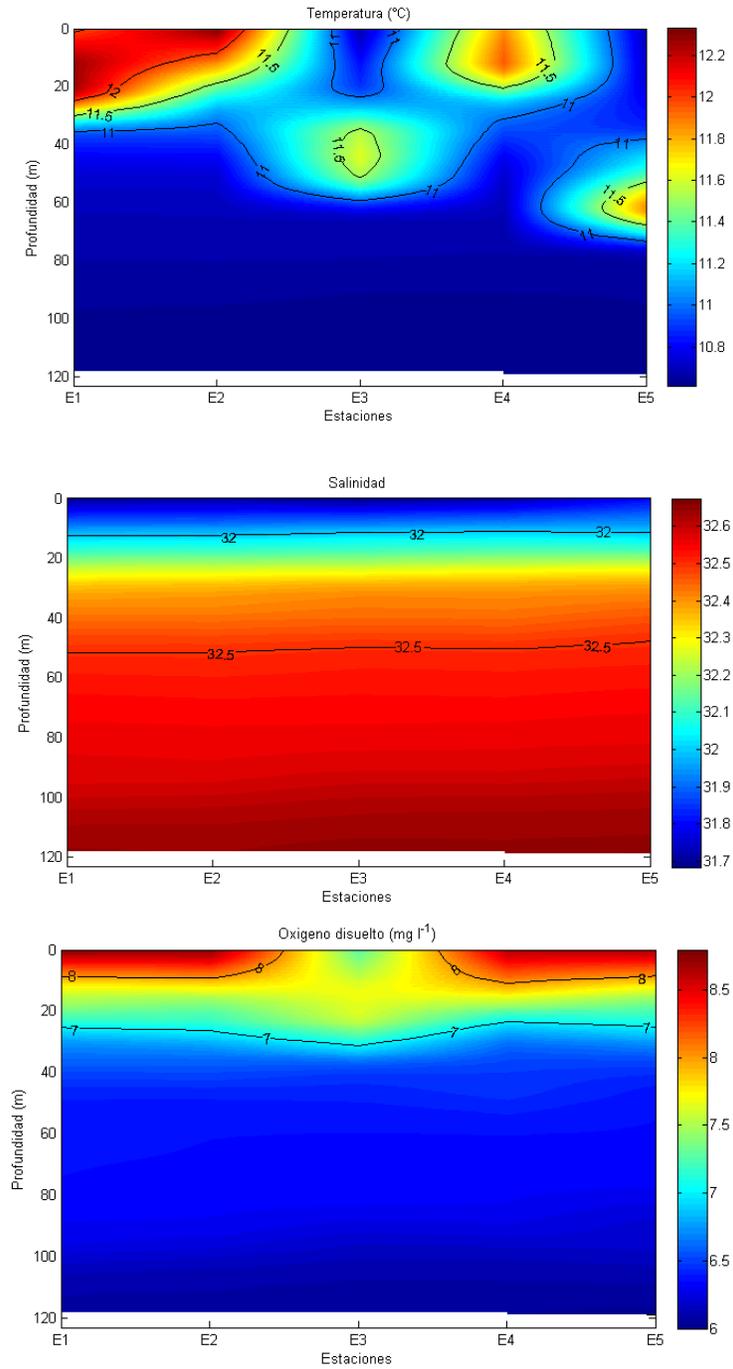
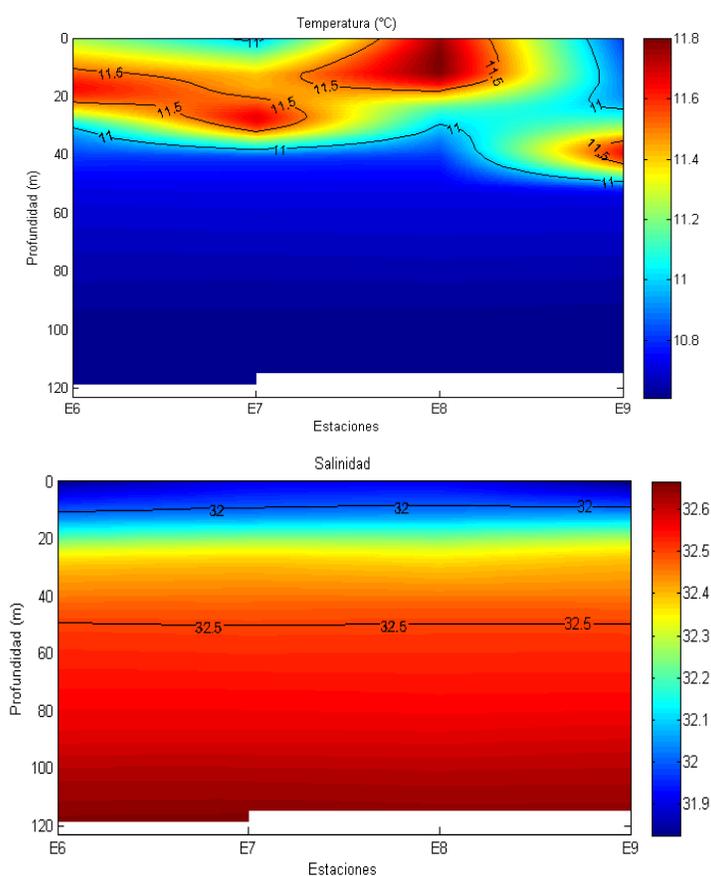


Figura 43 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 10, Isla Lemuy.

En el corte latitudinal de la distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (Figura 44) podemos notar una

capa cálida superficial, que fluctúa en los primeros 20 metros, tendiendo a hundirse hacia la costa, apareciendo en capas medias hacia la costa, bajo los 30 metros, se mantuvo entre los 10°C. La salinidad se muestra homogénea sin mayor alteración, con mínimos superficiales de 32 ‰ a máximos superficiales de 32.6 ‰. El oxígeno disuelto en superficie tendió a disminuir hacia la costa, pasando de 8 mg l⁻¹ a 7.5 mg l⁻¹ sobre los 15 metros de profundidad.



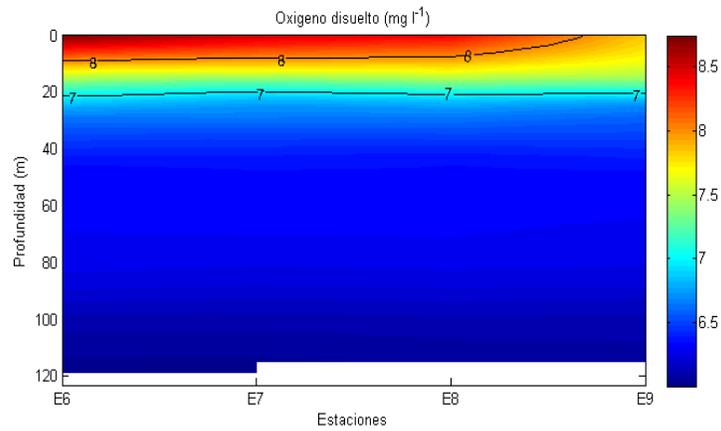


Figura 44 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 10, Isla Lemuy.

Sector 6

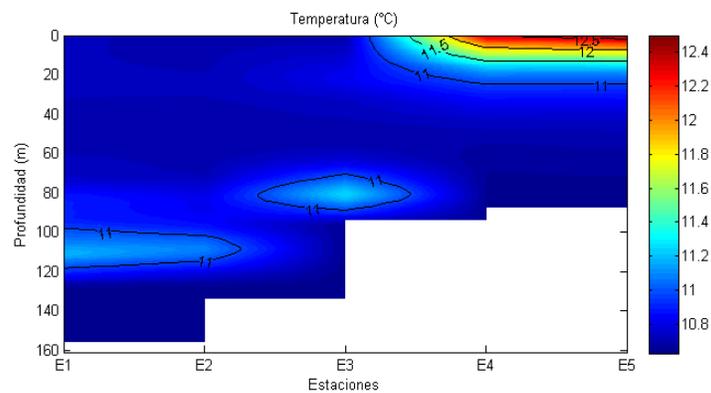


Figura 45 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 10, Isla Quehui.

El sector 6 se encuentra frente a Isla Quehui, acá la distribución longitudinal de la temperatura superficial vario

entre un extremo y otro, entre las estaciones 1 y 3 esta mantuvo unos 10.8 °C en toda la columna, sin embargo desde la estación 4, la isoterma 11 se hunde dando paso a la formación de una termoclina, llegando a los 12.4 °C en superficie (Figura 46).

La salinidad presentó una pequeña capa superficial, menor a 10 metros de profundidad de baja salinidad, con valores cercanos a 31.5 ‰ hasta la estación 3, en las estaciones 4 y 5 aumenta para mantenerse estable cercana a los 32 ‰. El máximo es de 32.6 ‰ en la capa media y profunda. El oxígeno disuelto presentó una pequeñas fluctuaciones en profundidad no mayores a 0.5 mg l⁻¹, salvo esto mantuvo valores cercanos a loa 10 mg l⁻¹ en toda la columna, excepto hacia la costa, donde alcanza valores de 12 mg l⁻¹ en superficie.



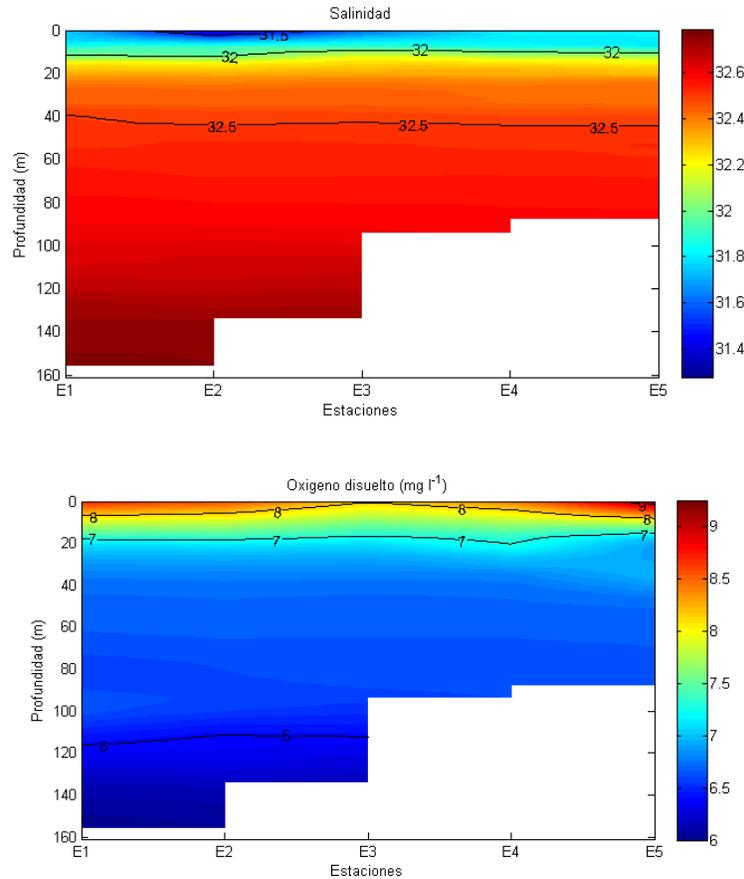


Figura 46 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 6, Isla Quehui.

La sección latitudinal de los parámetros hidrográficos del sector 6 (Figura 47), presenta un aumento de la temperatura superficial hacia costa llegando a los 12 ° C. La salinidad si bien se mostró homogénea, esta presentó una haloclina bien definida, con una capa superficial menos salina, con 31.8 ‰, mientras que bajo esta capa aumenta hasta los 32.7.

El oxígeno disuelto también presentó un especie de oxiclina, con una capa superficial con valores de 8.5 mg l⁻¹, mientras que bajo los 20 metros esta se mantiene estable en 6 mg l⁻¹. Hacia la costa, la capa superficial pierde oxígeno elevando la isolínea de 8 mg l⁻¹ a superficie.

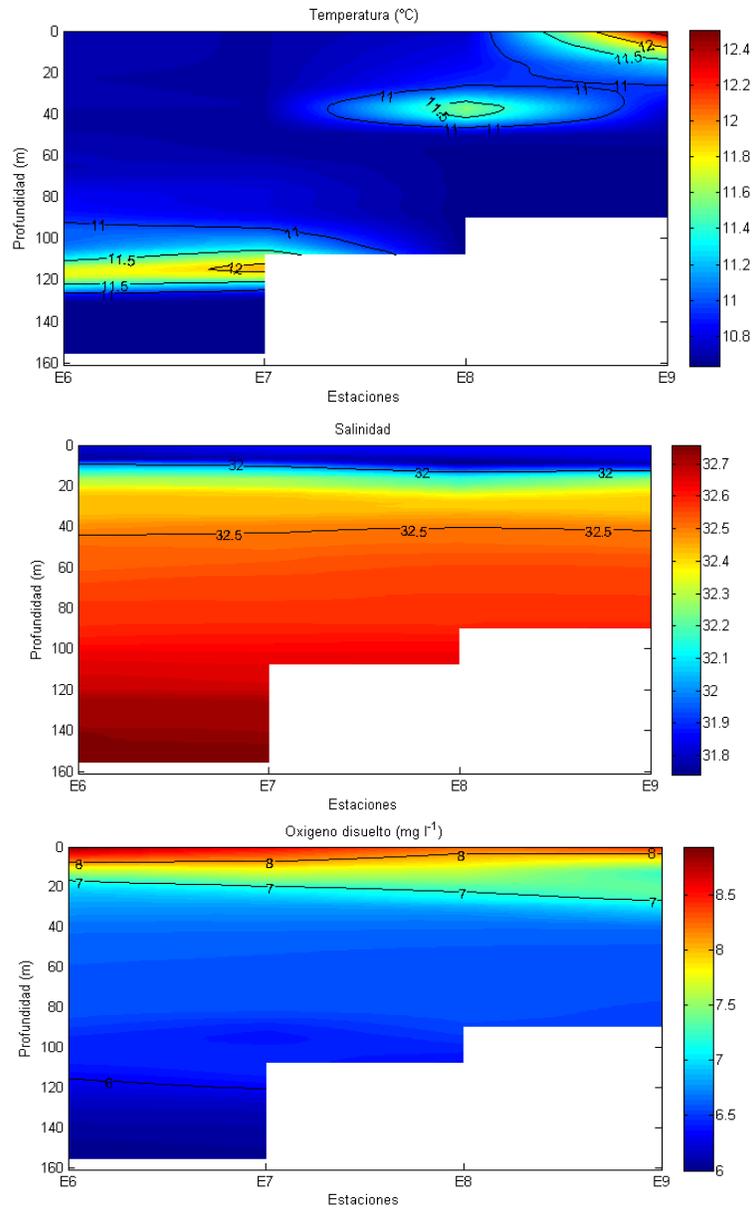


Figura 47 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 6, Isla Quehui.

La Figura 48, muestra la magnitud y dirección del viento durante el muestreo en la Zona de Isla Lemuy e Isla Quehui, en ella podemos apreciar que el viento dominante fue desde el Norte y el nornoroeste. Su intensidad durante el muestreo alcanzo magnitudes cercanas a los 30 km h⁻¹. El estado de mar fue de marejadilla con olas entre 0.3 y 0.6 metros de altura, cielo cubierto. La temperatura ambiente fue de 10°C en la mañana, y de 19°C en la tarde.

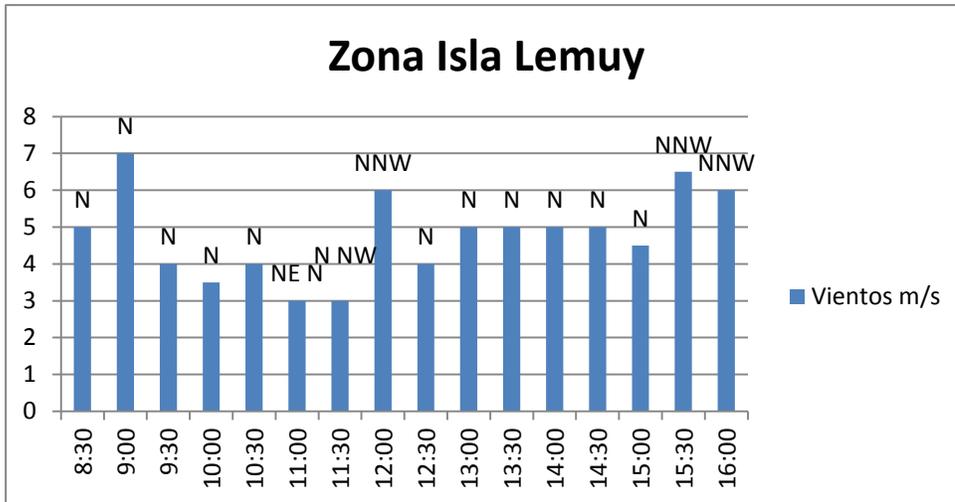


Figura 48 Magnitud y dirección del viento, durante el muestreo en la zona de Isla Lemuy.

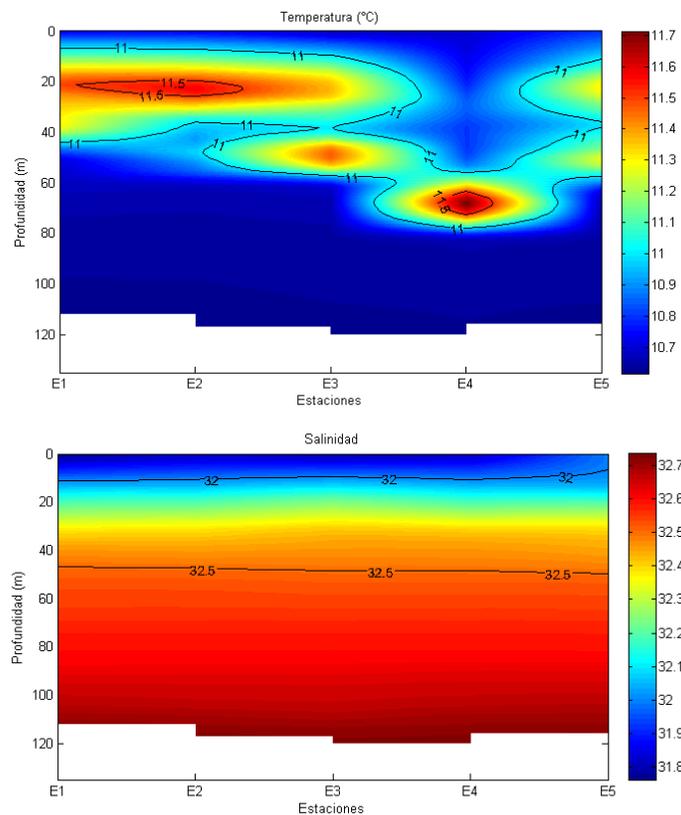
➤ *Isla Chaulinec*



Figura 49 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 9, Isla Chaulinec.

El sector 9 se encuentra frente a la Isla de Chaulinec, en ella la distribución longitudinal de temperatura (Figura 50) se mostró relativamente homogénea variando entre los 10.7 y los 11.7 °C. Una capa subsuperficial de un grado Celsius más cálida se aprecia entre los 15 y los 40 metros de profundidad

entre las estaciones 1 y 2, entre las estaciones 3 y 4 esta capa se hunde hasta cerca de los 80 metros para tender a elevarse a los 20 metros cerca de la estación 5. La salinidad por otra parte se mostró estable, con una haloclina definida en los 20 metros, pasando de los 31.8 ‰ en superficie a los 32.7 en profundidad. El oxígeno disuelto también presentó una estructura de 2 capas. La capa superior presentó valores mayores a 9 mg l⁻¹, mientras que bajo los 20 metros de profundidad esta decae hasta llegar a los 6 mg l⁻¹ en el fondo.



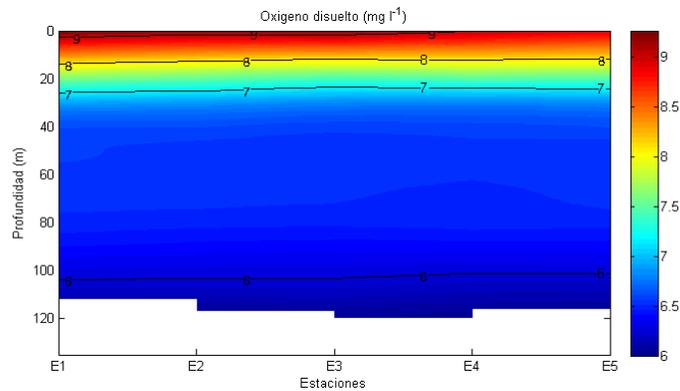
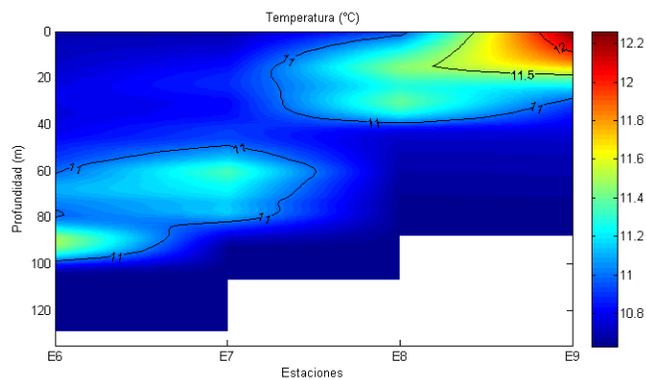


Figura 50 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 9, Isla Chaulinec.

En la sección transversal (Figura 51), se observa un aumento de la temperatura superficial hacia la costa de 11°C a más de 12°C, mientras que la salinidad se mantuvo estable, con valores mínimos en superficie de 32 ‰ y máximos de 32.7 ‰ en la capa profunda. En oxígeno disuelto también se mantiene estable, manifestando la presencia de una oxiclina cercana a los 20 metros de superficie, separando una capa superior con valores cercanos a los 9 mg l⁻¹, otra capa profunda con valores de 6 mg l⁻¹.



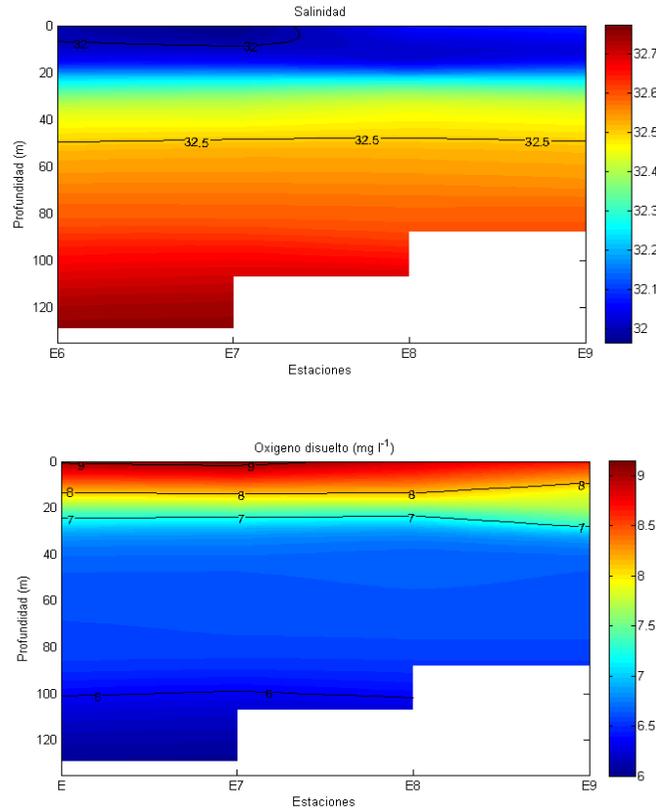


Figura 51 distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 9, Isla Chaulec.

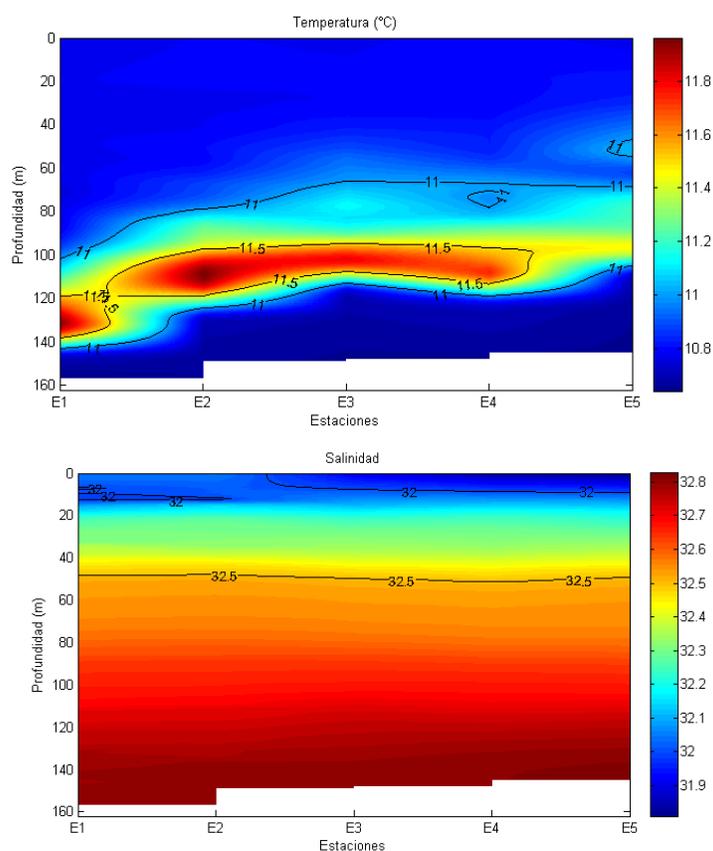
Sector 8



Figura 52 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 8, Isla Chaulec.

El sector 8, en Isla Chaulinec presentó una capa profunda más cálida que el resto de la columna de agua con unos 11.8°C contrastando con la superficie, donde esta alcanza valores de cercanos a los 11°C . Este rasgo se aprecia en todas las estaciones, incluso también en el sector 9.

Por otra parte, la salinidad se mostró más homogénea, con valores mínimos en superficie cercano a los 32 ‰, y máximos en profundidad cercanos a los 33 ‰. El oxígeno disuelto tuvo máximos superficiales cercanos a los 9 mg l^{-1} , disminuyendo con profundidad, hasta llegar a los 6 mg l^{-1} en el fondo (Figura 53).



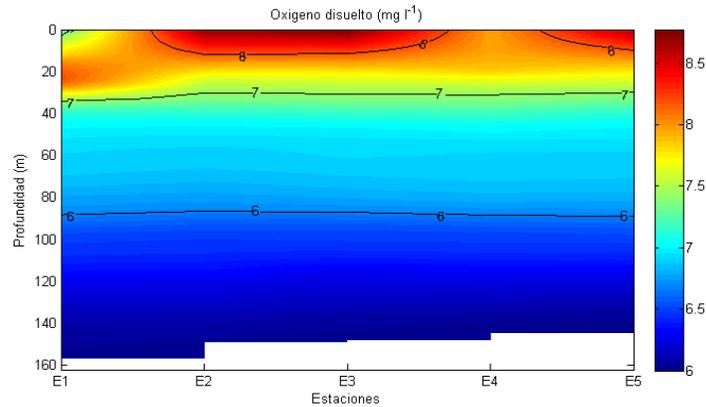
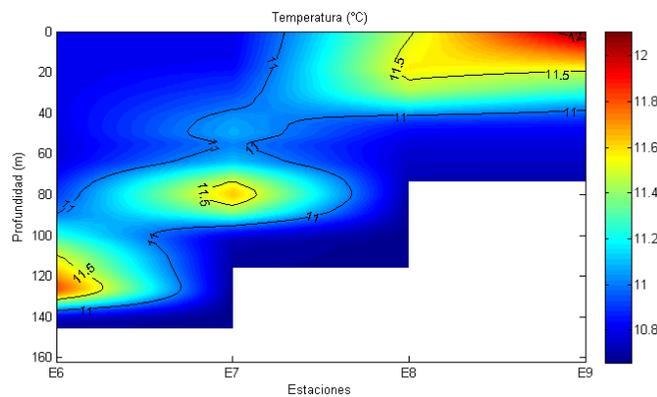


Figura 53 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 8, Isla Chaulinec.

La sección transversal a la costa en el sector 8 se muestra en la Figura 54. En ella observar como la temperatura aumenta hacia la costa en superficie alcanzando los 12°C , mientras que la salinidad se mantiene estable , con una capa superficial de menor salinidad (32 ‰), y una profunda levemente más salina de 32.7 ‰. El oxígeno disuelto también se mostró estable, no presentando mayor diferencia entre las estaciones interiores y las mas costeras, el máximo en superficie fue de 8.5 mg l⁻¹, mientras el mínimo fue de 6 mg l⁻¹ en la capa profunda.



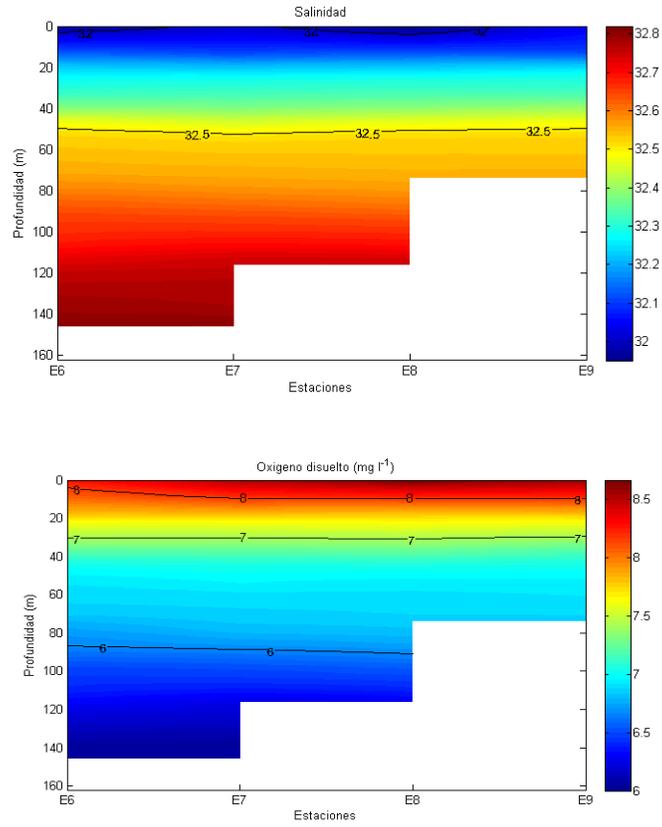


Figura 54 Distribución latitudinal de a) temperatura en °C , b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 8, Isla Chalinec.

Sector 7



Figura 55 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 7, Isla Chaulinec.

El sector 7, está ubicado frente a la Isla Chaulinec, la distribución longitudinal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se muestran en la Figura 56. La temperatura en general se mostró homogénea vertical y horizontalmente, con pequeñas fluctuaciones menores a 0.5°C en capas medias, sin embargo esta se mantuvo cercana a los 11°C en toda la columna de agua. La salinidad mantuvo una estructura de 2 capas, con una haloclina bien definida cercana a los 35 metros. El mínimo fue de 32.1 ‰ en la capa superficial, mientras que el máximo llegó a los 32.8 ‰. El oxígeno disuelto también presentó una estructura de 2 capas a lo largo de todo el track, con un máximo superficial de 8.3 mg l^{-1} , mientras que el mínimo fue de 6 mg l^{-1} a los 120 metros.

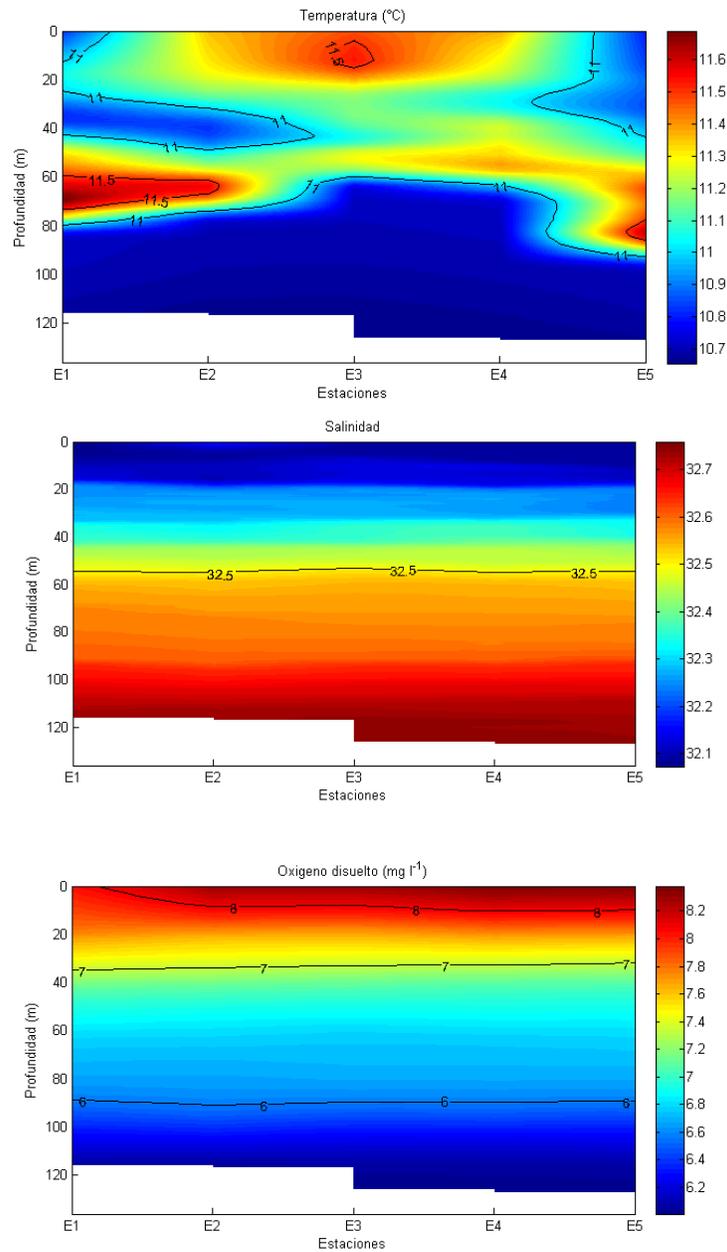


Figura 56 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 7, Isla Chaulinec.

La sección transversal (Figura 57), para el sector 7, muestra un pequeño aumento de la temperatura superficial hacia la costa, alcanzando 12.5°C, mientras que entre os 60 metros en la estación 8 se un aumento de 0.5°C. El resto de la columna se mantiene cercana a los 11°C. La salinidad se mantiene

homogénea, con una haloclina definida en los 25 metros, con un mínimo superficial de 32 ‰, mientras bajo esta, el máximo llega a los 32.8 ‰. El oxígeno disuelto también es homogéneo a lo largo de la sección, manteniendo una estructura de 2 capas con un máximo en superficie de 9 mg l⁻¹ y un mínimo en profundidad de 6 mg l⁻¹.

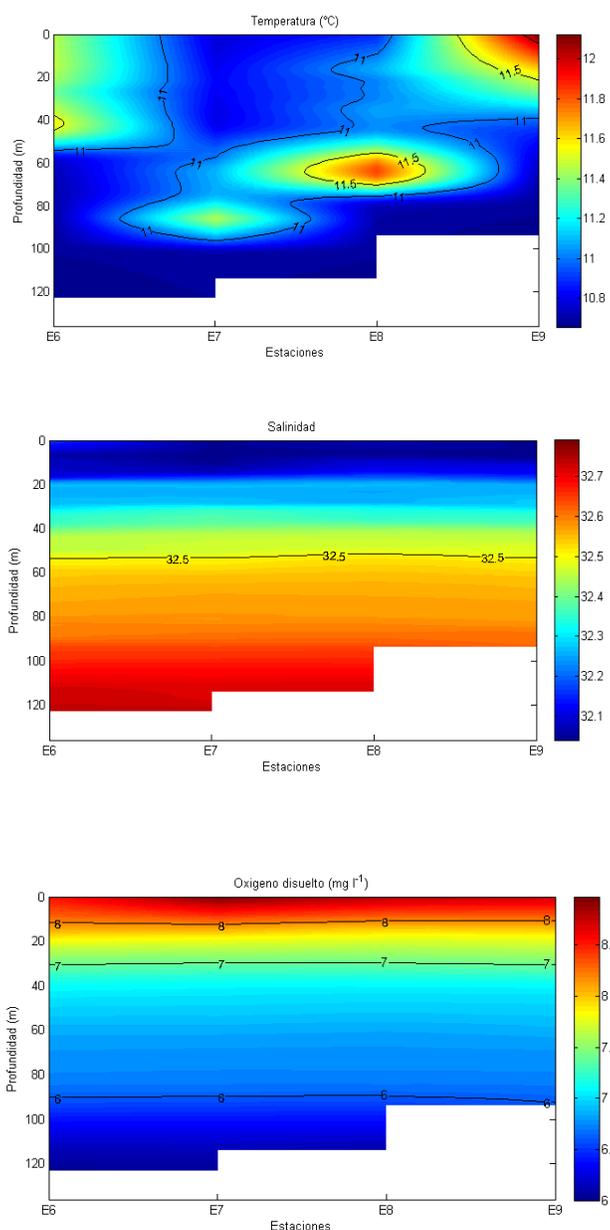


Figura 57 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 7, Isla Chaulinec.

Durante los muestreos en la Isla Chaulinec, la magnitud del viento bordeó los 20 km h⁻¹, siendo uno de los días de muestreo con viento más intensos. Su predominancia fue viento norte. Estos resultados se observan en la Figura 58. La altura de ola oscilo entre los 0.3.5 y o.50 metros, con un estado de oleaje de marejadilla y un cielo nublado con temperaturas de 12°C en la mañana y una máxima de 17°C en la tarde.

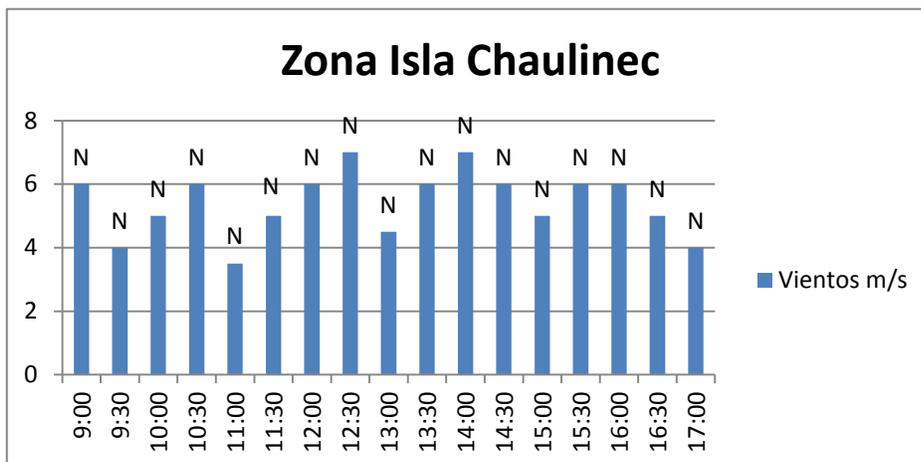


Figura 58 Magnitud y dirección del viento durante el muestreo de CTD, en la zona de de Isla Chaulinec.

➤ Isla Tranqui

Sector 5

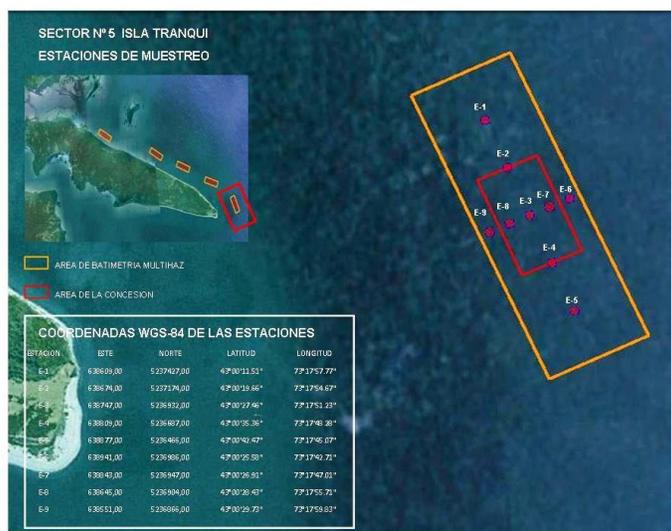
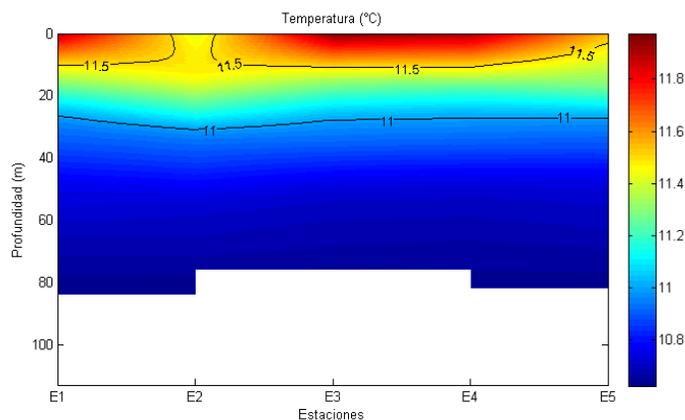


Figura 59 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 5, Isla Tranqui.

El Sector 5 de isla Tranqui está ubicado en el borde nororiental de la isla, expuesto a vientos del norte, sur y este. Sin embargo la temperatura exhibió una estructura de 2 capas, con una termoclina cercana a los 20 metros de profundidad. La máxima fue de 12°C en superficie, mientras que la mínima fue de 10.5°C en superficie. Su distribución no presentó mayor variabilidad salvo la estación E2, que mostró valores superficiales de temperatura levemente menores. La salinidad también fue homogénea a lo largo de la transecta. Esta presentó una haloclina cerca los 20 metros con valores mínimos de 32 ‰, y máximos de 32.6 ‰. El oxígeno disuelto presentó una estructura de 2 capas en toda la transecta, excepto en la estación E2, donde la isolínea de 8 mg l^{-1} se eleva, representando una disminución de la concentración de oxígeno disuelto en superficie. Los máximos son cercanos a los 8.5 mg l^{-1} , mientras que los mínimos no bajan de los 7 mg l^{-1} (Figura 60).



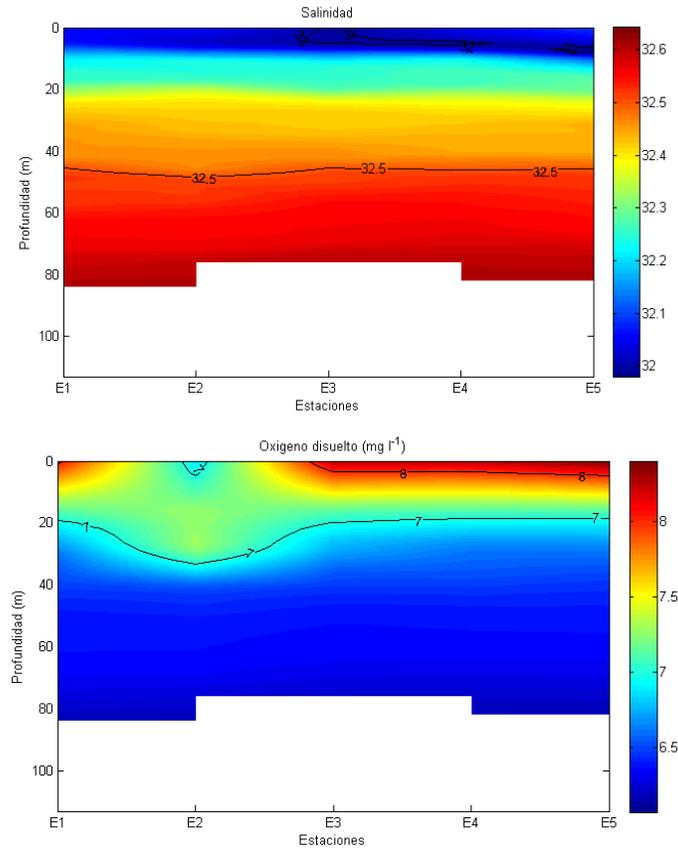


Figura 60 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 5, Isla Tranqui.

La Figura 61, presenta la transecta transversal en el sector 5, podemos apreciar como la temperatura aumenta en superficie hacia la costa alcanzando los 12°C, mientras que el mínimo no es menor a los 10.5 °C. La salinidad sin embargo no presenta tendencias, y se mantiene homogénea con mínimos superficiales de 32 ‰, y máximos en profundidad de 32.5 ‰. El oxígeno disuelto tampoco presentó tendencia hacia la costa, mostrándose con una estructura de dos capas, con máximo superficial cercano a los 8.5 mg l⁻¹ y mínimos en profundidad de 6 mg l⁻¹.

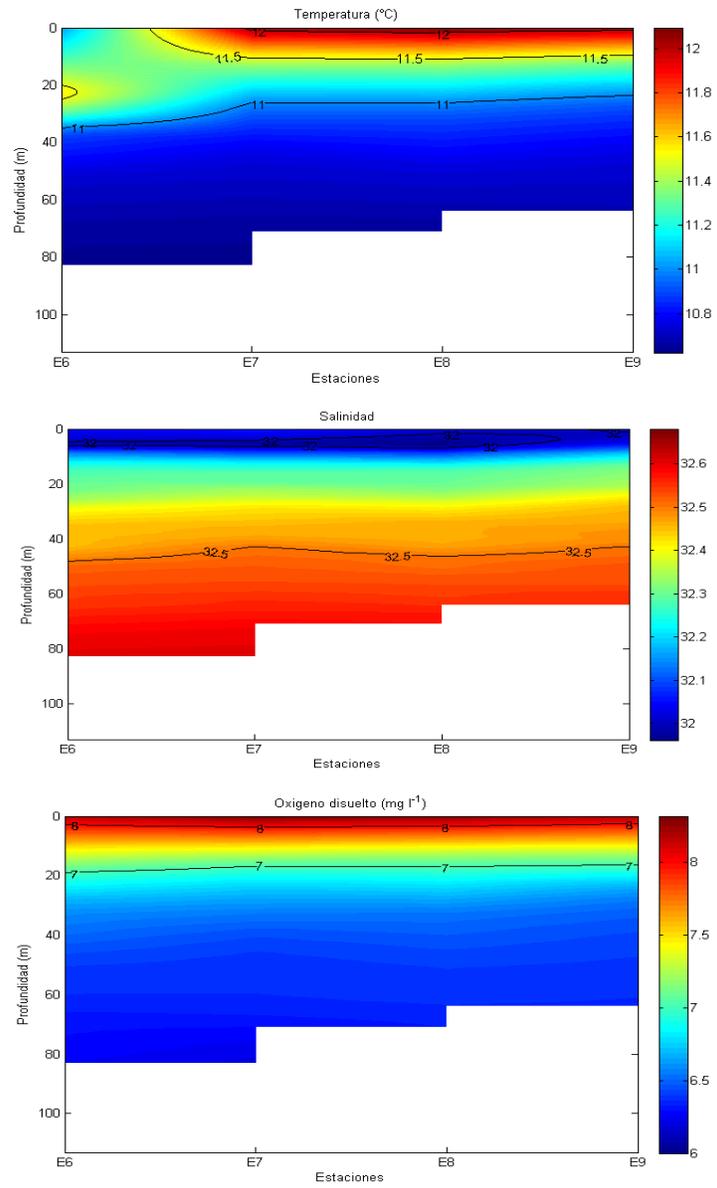


Figura 61 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 5, Isla Tranqui.

Sector 4

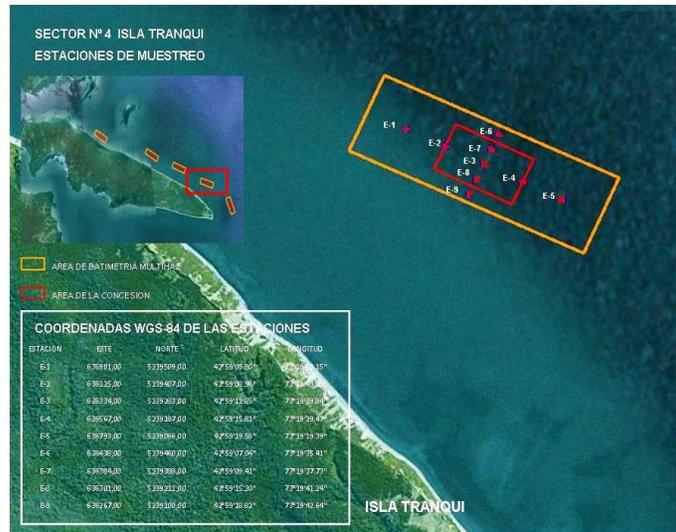


Figura 62 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 4, Isla Tranqui.

El sector 4 de Isla Tranqui, está más protegido que el sector 5, sin embargo aun recibe la influencia del viento norte y sur. La Figura 63 presenta las distribuciones de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en este sector.

La columna en si se mostró bastante mezclada, con una temperatura homogénea cercana a los 11°C en casi toda la trayectoria. Destaca valores mayores en superficie en la estación E3, donde supera levemente los 12°C. La salinidad también fue bastante homogénea, variando levemente entre los 32.2 en superficie a los 32.7 en profundidad, mientras que el oxígeno disuelto vario levemente entre los 7.2 y los 6 mg l-1 entre superficie y fondo.

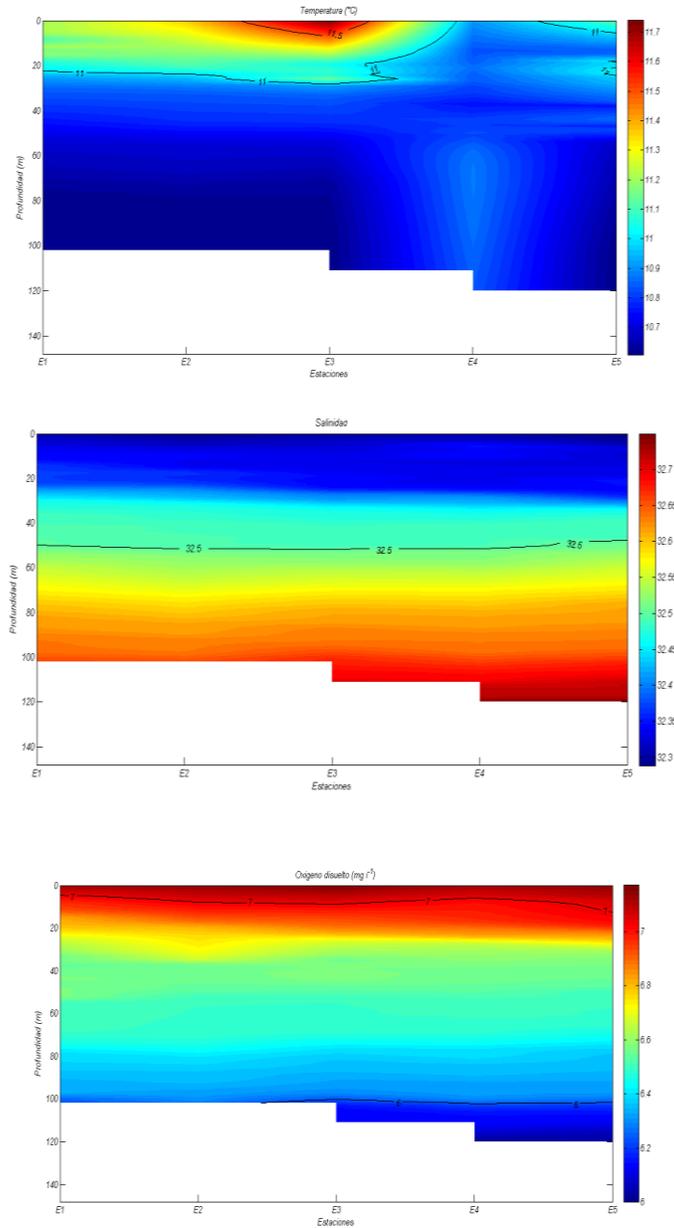


Figura 63 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 4, Isla Tranqui.

La Figura 64 presenta la transecta transversal para el sector 4. Acá se aprecia como la temperatura levemente aumenta hacia la costa pasando de 10 a casi 12°C en superficie. La salinidad en cambio se mostró constante, no variando horizontalmente, y haciéndolo levemente de forma vertical, pasando de 32.1 a

32.8 ‰. El oxígeno disuelto tendió a incrementarse débilmente hacia la costa en superficie, alcanzando más de 7.5 mg l⁻¹. En capas más profundas se mantuvo cercano a los 6 mg l⁻¹.

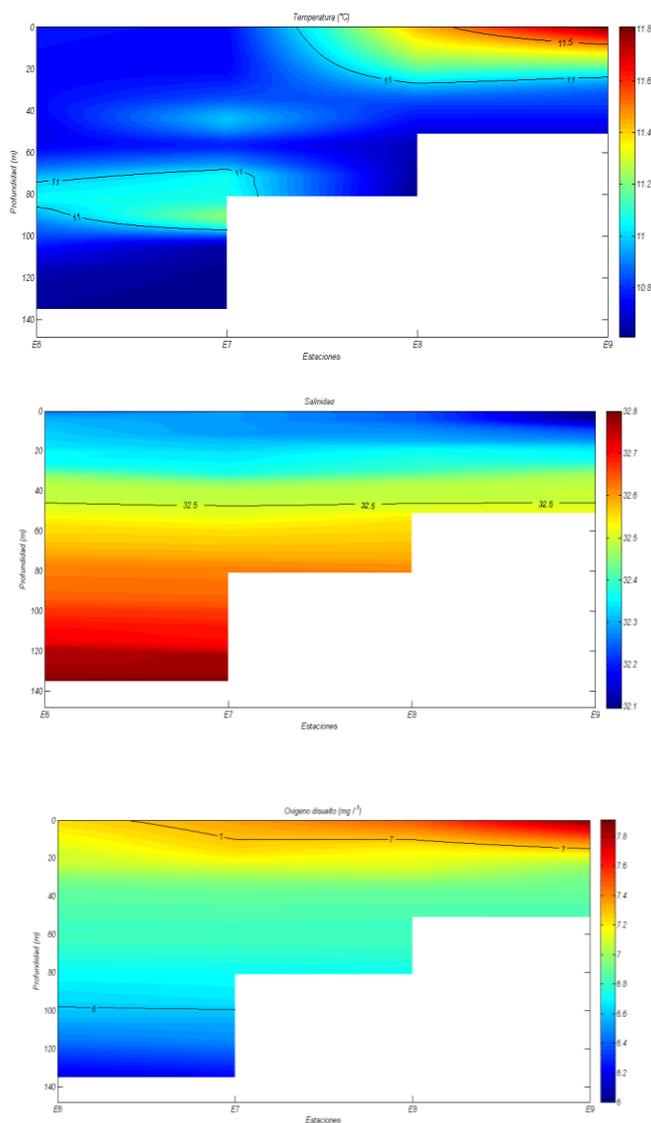


Figura 64 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C b) salinidad en ‰ y .c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 4, Isla Tranqui.

Los sectores 4 y 5 en Isla Tranqui fueron realizados el mismo día, donde se registró la magnitud y dirección de ola durante el muestreo. En la Figura 65 se presenta la dirección y magnitud. La dirección cambio de ser desde el oeste en la mañana a ser noroeste oeste con magnitudes de 5 m s^{-1} , que tuvo máximos de 9 m s^{-1} . El estado de mar fue de marejadilla, con olas de 0.3 a 0.7 metros de altura. El cielo estuvo cubierto con lluvias variando a parcial con una temperatura ambiente de 13°C en la mañana y 15°C en la tarde.

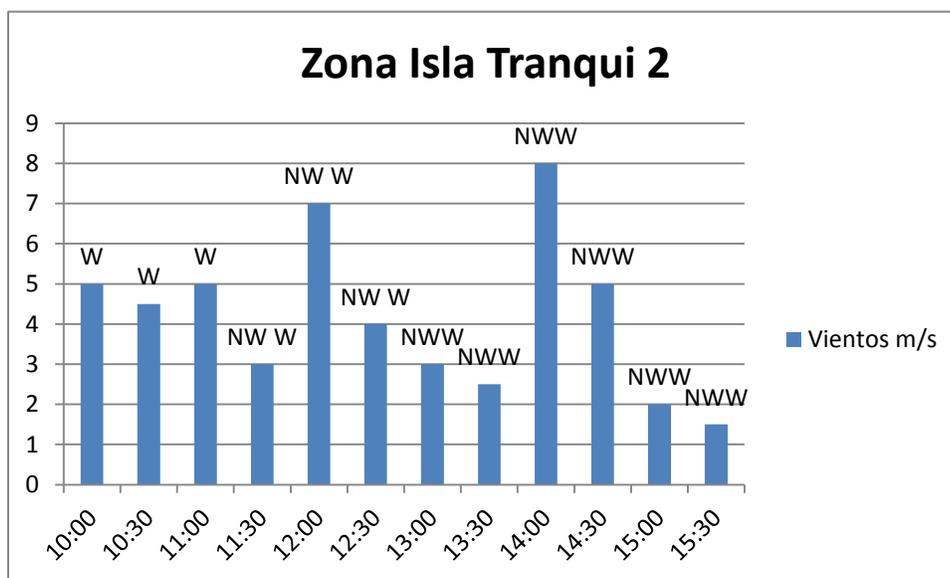


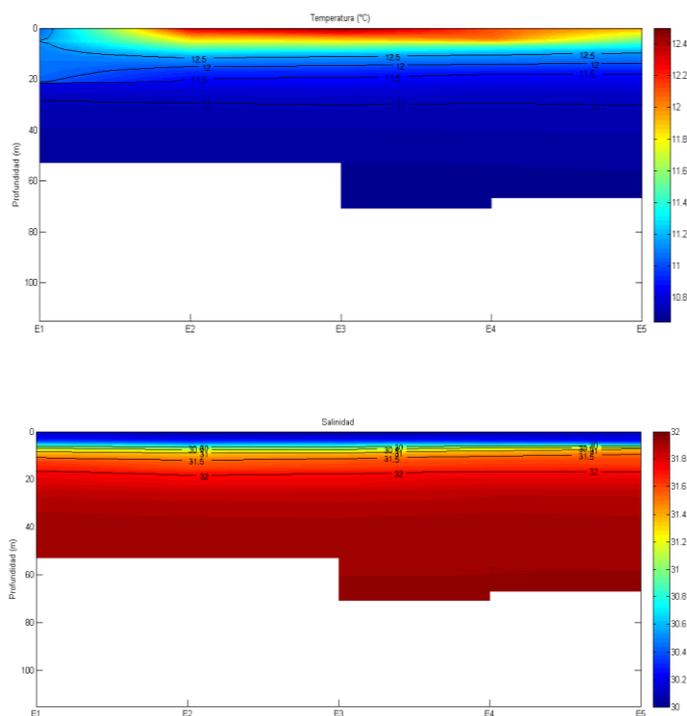
Figura 65 Magnitud y dirección del viento durante el muestreo de CTD, en la zona de de Isla Tranqui para los sectores 4 y 5.

Sector 3



Figura 66 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 3, Isla Tranqui.

La Figura 67 muestra la distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto a lo largo de la transecta de en sector 3. En ella podemos notar una distribución homogénea de la temperatura, con una estructura de 2 capas, alcanzando un máximo superficial de 12°C y un mínimo cercano a los 11°C en capas profundas. Por su parte la salinidad presente un fuerte gradiente vertical, llegando a los 30 ‰ en superficie, hasta alcanzar los 32 ‰ cerca de los 20 metros de profundidad. El oxígeno disuelto también presentó una estructura de 2 capas, llegando a los 10 mg l⁻¹ en superficie, para luego decrecer hasta los 6 mg l⁻¹ en capas profundas, sin embargo se aprecia una débil oxiclina cercana a los 20 metros de profundidad. La estación E3 presentó valores superficiales levemente menores.



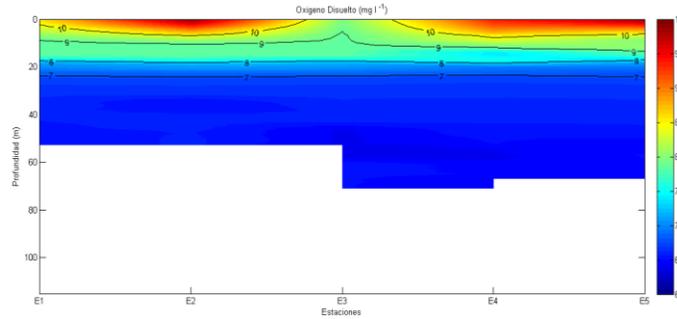
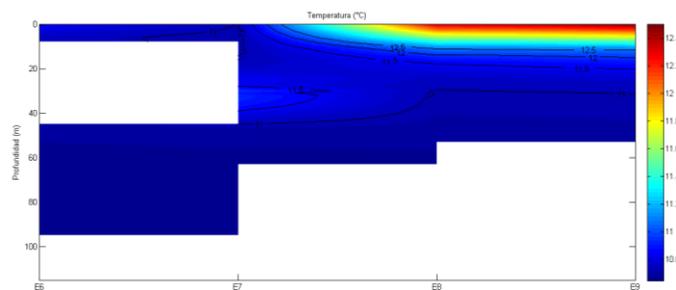


Figura 67 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 3, Isla Tranqui.

La sección transversal del sector 3 se muestra en la figura xx. En ella podemos apreciar nuevamente el aumento de temperatura superficial hacia la costa, llegando a los 12.5°C, manteniéndose homogénea bajo los 20 metros a una temperatura constante cercana a los 11 ° C. La salinidad no presentó variación latitudinal, sólo variabilidad vertical, con una capa somera menos salina, cercana a los 30 ‰, seguida por una de mayor salinidad, cercana a los 32 ‰. El oxígeno disuelto por su parte presentó cierta inestabilidad en superficie, mostrándose con bajas concentraciones ente las estaciones

E7 y E8, pero tendiendo a aumentar hacia la E9, (costa), aun así el máximo en superficie fue cerca de los 10 mg l⁻¹, mientras que el mínimo fue de 7 mg l⁻¹.



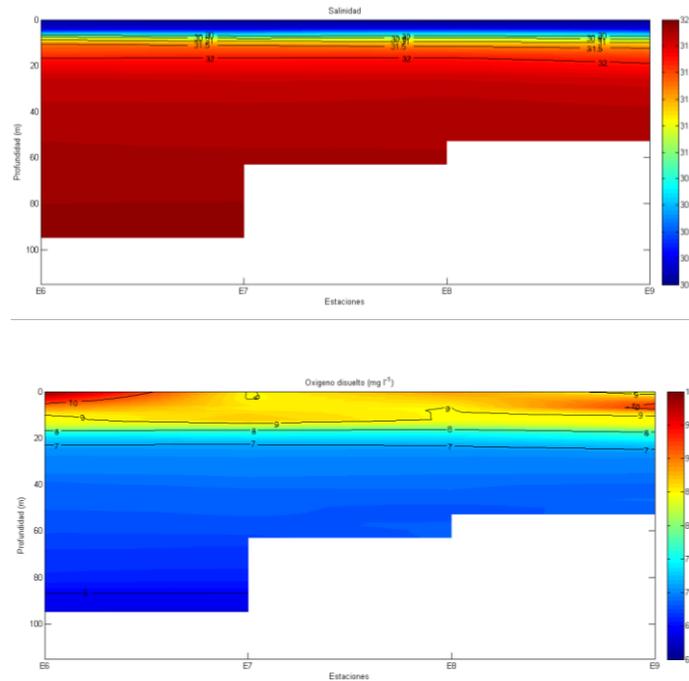


Figura 68 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 3, Isla Tranqui.

Sector 2



Figura 69 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 2, Isla Tranqui.

El sector 2 de Isla Tranqui presentó en su distribución longitudinal de temperatura (Figura 70) un máximo hacia la estación E5 cercano a los 12.5°C, generando en esta zona una estructura de 2 capas, mientras que hacia las estaciones E1 y

E2, la columna se muestra más homogénea, con temperaturas cercanas a los 11°C. La salinidad en cambio no evidenció mayor variabilidad horizontal que vertical. Presentando mínimos superficiales de 30 ‰, aumentando en profundidad hasta 32 ‰. Por su parte el oxígeno disuelto mostró una estructura de 2 capas, con máximo superficial de 10 mg l⁻¹ excepto en la estación E3, donde los valores caen a 8 mg l⁻¹. En tanto el mínimo se presentó a los 100 metros con valores cercanos a 6 mg l⁻¹.

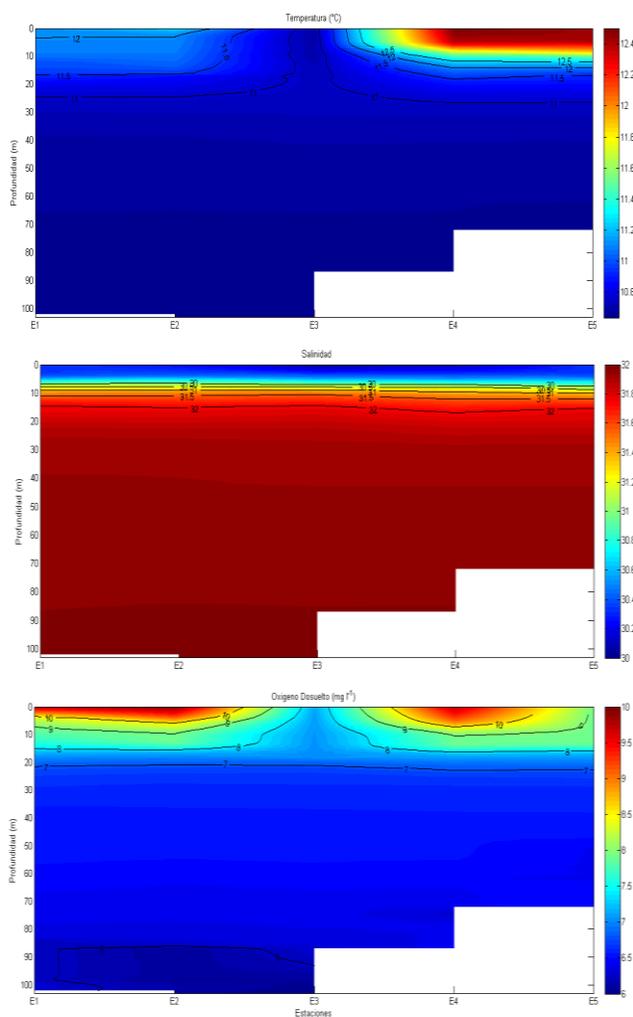
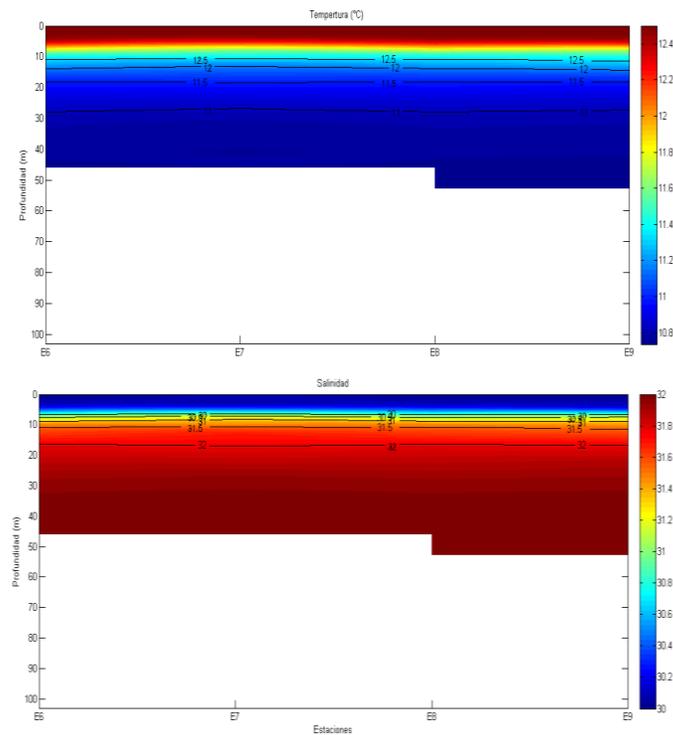


Figura 70 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 2, Isla Tranqui.

La Figura 71, presenta la sección transversal del sector 2. En ella podemos observar una distribución homogénea de la temperatura, con una estructura de 2 capas, y máximos superficiales mayores a 12°C , y mínimos de 10°C . En tanto la salinidad tampoco registró variabilidad hacia la costa, presentando una capa somera menos salina, con valores de 30 ‰, a una capa profunda de mayor salinidad, llegando hasta los 32 ‰.

El oxígeno disuelto en tanto, también presentó una estructura de 2 capas transversal a la costa, con una capa somera de mayor concentración, con valores de 10 mg l^{-1} a una capa más profunda que llega a los 6 mg l^{-1} .



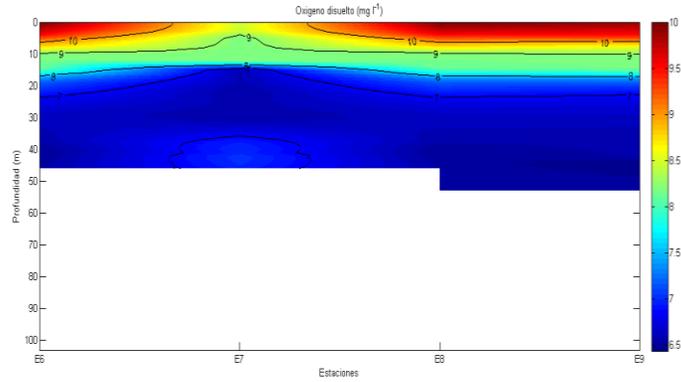


Figura 71 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 2, Isla Tranqui.

Sector 1



Figura 72 Imagen con posición de las estaciones en el Sector 1, Isla Tranqui.

La Figura 73 muestra la distribución longitudinal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el sector 1 de isla Tranqui.

En este corte, la temperatura presentó una estructura de 2 capas, con un máximo superficial de 12.5° excepto en la estación E5, donde se evidencia una columna más mezclada, con una temperatura cercana a los 11°C. En general el resto de la columna fluctuó entre los 10 y 11°C. La salinidad se

presentó también 2 capas, una superficial menos salina, con valores de 30 ‰, mientras que en profundidad esta llega cercana a los 32 ‰. El oxígeno disuelto en general presentó un máximo superficial de 10 mg l⁻¹, para luego decaer y llegar cerca de los 30 metros de profundidad a los 7 mg l⁻¹, alcanzando el mínimo a los 100 metros con 6 mg l⁻¹.

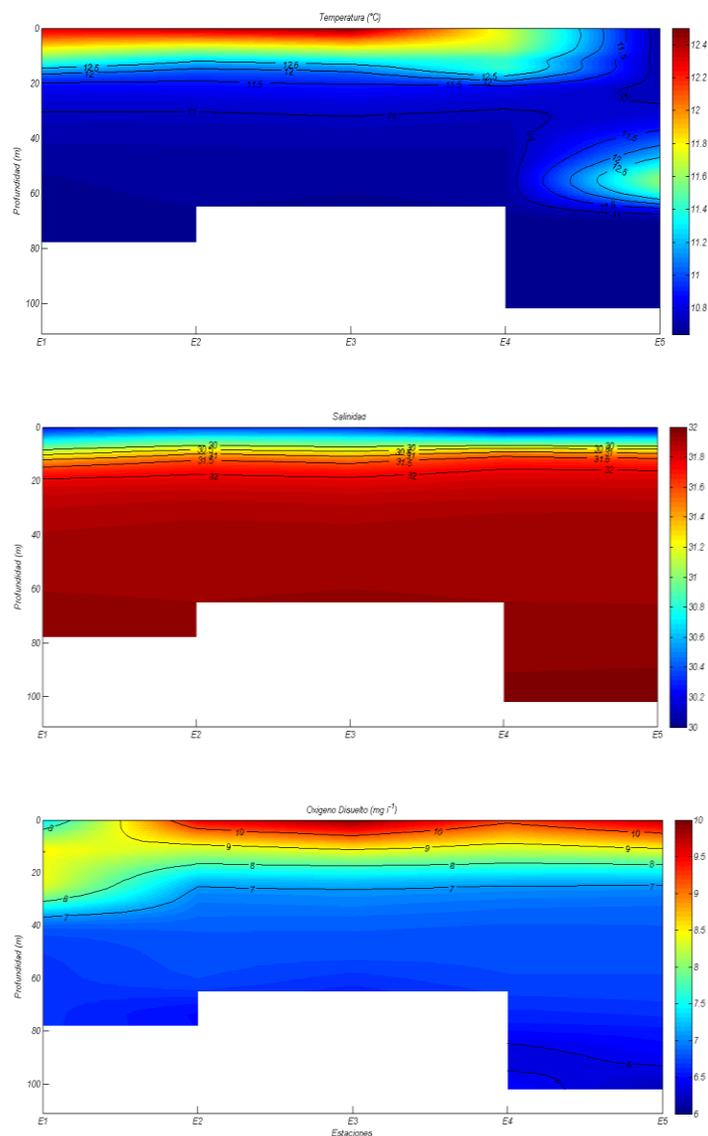
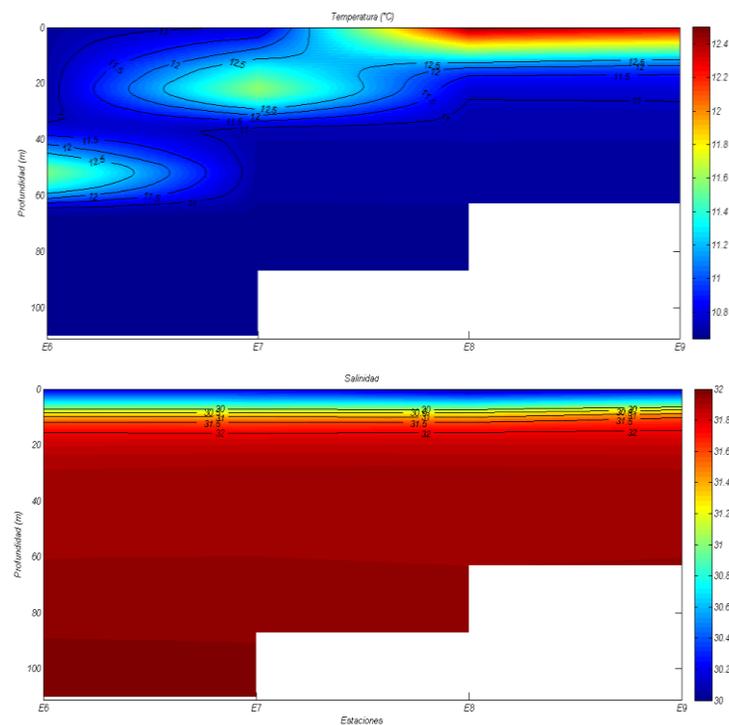


Figura 73 Distribución Longitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l⁻¹, en el sector 1, Isla Tranqui.

En la figura 74, se observa la distribución transversal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para el sector 1. En

ella podemos apreciar un notorio aumento de la temperatura superficial hacia la costa, generando una estructura de 2 capas con un máximo superficial de 12.5°C , y un mínimo profundo menor a 10°C . Mientras que hacia la estación E6 se presenta una capa más homogénea. Por su parte la salinidad se mostro homogénea, con un mínimo superficial cercano a los 30 ‰ y un máximo profundo de 32.5‰. El oxígeno disuelto tuvo un máximo de 11 mg l^{-1} en superficie y un mínimo de 6.5 mg l^{-1} en el fondo, mostrando una leve tendencia a aumentar en superficie hacia la costa.



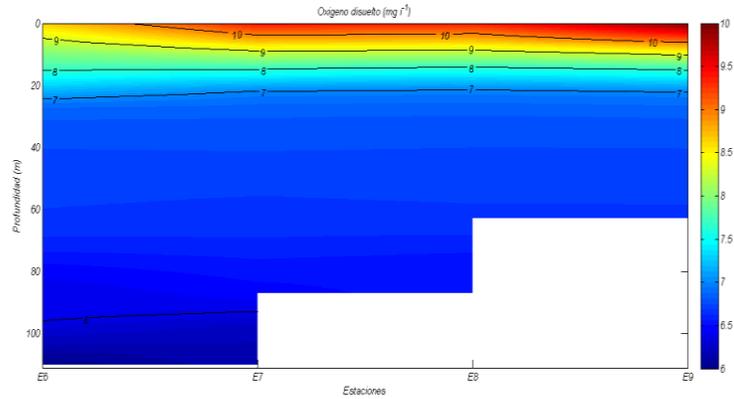


Figura 74 Distribución Latitudinal de a) temperatura en °C, b) salinidad en ‰ y, c) Oxígeno disuelto en mg l-1, en el sector 1, Isla Tranqui.

Durante el muestreo de los sectores 1, 2 y 3 las mediciones in situ de viento muestran que éste fluctuó durante la mañana desde un viento noroeste, hacia un viento norte, rotando hacia el este noreste, para tomar dirección sureste al final del muestreo. Así también la magnitud presentó variabilidad decayendo durante la mañana de 5 a casi 2 m s⁻¹. El estado del mar también tendió a amainar, pasando de marejadilla con olas de 0.4 metros de altura en la mañana a calma en la tarde. La temperatura ambiental osciló entre los 12°C en la mañana a los 14°C en la tarde. (Figura 75).

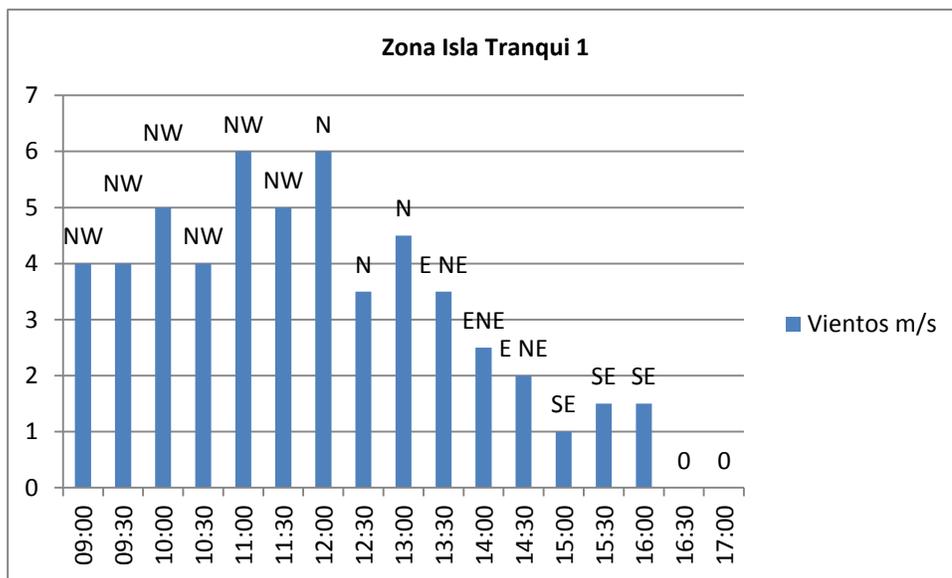


Figura 75 Magnitud y dirección del viento durante el muestreo de CTD, en la zona de de Isla Tranqui para los sectores 1, 2 y 3.

6.6.3.-Comentarios finales sobre condiciones físico químicas de la columna de agua.

Los resultados en general mostraron una estructura vertical de 2 capas, una somera más cálida, menos salina y rica en oxígeno disuelto (en la mayoría de los casos) separada por una picnoclina cerca de los 20 metros, con una capa profunda más homogénea, más fría, más salina y con concentraciones bajas de oxígeno disuelto.

La temperatura para todos los sectores, presentó una leve termoclina salvo algunas excepciones, donde se presentó una columna más homogénea. A su vez, y probablemente, producto de la mezcla, procesos advectivos profundos y difusivos se observó parcelas de aguas levemente más cálidas en profundidades medias, que no superaron los 12 °C en estas estaciones. Salvo estas excepciones, los máximos siempre se presentaron en superficie con valores que no superaron los 13°C. Termoclinas levemente desarrolladas son visibles cerca de los 20 metros en la mayoría de las estaciones, para dar paso a una columna de agua más homogénea en términos de temperatura, donde los mínimos no descendieron de los 9 °C en el fondo. La temperatura podría estar forzada principalmente por la radiación solar para esta zona, permitiendo el desarrollo de débiles termoclinas en primavera, periodo en donde se realizó el muestreo.

La salinidad se presentó más estable, con una típica estructura de 2 capas, una somera menos salina que siempre bordeó los 30 ‰, seguida de una haloclina cercana a los 20 metros y una capa profunda más salina, que generalmente llegó a los 32 ‰. Se presentaron mínimos de 28 ‰ en algunas estaciones las cuales fueron acompañadas de fuertes haloclina. Estas estructuras responden un clima de alta pluviosidad, donde la lluvia es responsable de bajas salinidades superficiales.

Por su parte el oxígeno también presentó una estructura de 2 capas en la mayoría de los casos. Una capa somera con concentraciones que siempre estuvieron al borde de 10 mg l⁻¹, seguidos de una oxiclina cercana a los 20 metros y posteriormente un capa profunda con concentraciones que no bajaron de los 6 mg l⁻¹. Estos resultados podrían estar indicando una alta productividad primaria en capas superficiales, especialmente en los sectores 1, 2 y 3 de Isla Tranqui, donde se presentaron las máximas sobresaturaciones (> 120%), mientras que los sectores 4, 5 y 6 se presentaron levemente saturados, e incluso insaturados en superficie con valores de 90% a los 0 metros, lo que podría deberse a un alto consumo de oxígeno por parte de la materia orgánica o afloramiento de aguas pobres en oxígeno a superficie producto de la mezcla vertical.

Las transectas transversales reflejaron una tendencia a aumentar la temperatura superficial hacia la costa, sin embargo esto no se cumplió siempre, aunque tampoco se presentó el caso inverso. Mientras que la salinidad y el oxígeno disuelto no evidenciaron algún tipo de tendencia en función de la distancia de la costa, conservando generalmente sus estructuras verticales de manera transversal.

6.7 Prospección Costera

6.7.1 Metodología, Resultados y análisis.

Los términos de referencia del proyecto establecen la necesidad de efectuar un reconocimiento costero para confirmar o descartar la posible existencia de bancos naturales. Para satisfacer este requerimiento se llevaron a cabo filmaciones del fondo marino con cámara de inmersión y sonar de barrido lateral. Para ello se utilizó una cámara Bentos Cam y un sonar de barrido lateral sonar EdgeTech 4125. Ambos equipos fueron remolcados por una embarcación que navegó cubriendo una franja próxima a costa, paralela a la concesión y centrada en el veril de 25 metros.

Durante las tomas con cámara de inmersión y para complementar el posicionamiento con GPS se realizaron giros de 360° en superficie. Durante el recorrido de la embarcación se mantuvo este posicionamiento con GPS para estimar la ubicación de las imágenes a nivel del fondo.

En general la visibilidad sobre el fondo al momento de la filmación submarina fue buena, excepto en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5 donde la visibilidad disminuyó producto de las condiciones de tiempo imperante en la zona para el periodo de ejecución del trabajo

En la etapa de post proceso cada uno de los videos fue revisado y analizado. Se separó cada uno de ellos en 15 partes iguales simulando 15 estaciones de muestreo (E1 a E15), con ello se determinó la presencia de especies, la cantidad aproximada de individuos por sector y el tipo de sustrato. Estos resultados fueron complementados con imágenes de Sonar de barrido Lateral, las cuales permitieron ampliar la cobertura de las imágenes mostrando con claridad la configuración del fondo y en algunos casos la presencia de estructuras biológicas. Los archivos de video en formato digital se entregan en el Anexo G. Los mosaicos han sido ingresados a la Base de datos del proyecto para ser visualizados con un S.I.G.

Las imágenes obtenidas con cámara de inmersión se complementaron con un barrido de Side Scan Sonar marca EDGETECH, modelo 4125, el cual puede generar imágenes del fondo marino a través de la emisión y recepción de ondas acústicas en altas y bajas frecuencias simultáneamente (600/1600 kHz). Ambas se usaron en todas las concesiones, a excepción de los sectores 1, 2, 3, 4 y 5, en el área de Isla Tranqui, donde sólo se realizaron barridos en baja frecuencia. En general en estas

transectas la velocidad de navegación se mantuvo en valores cercanos a los 2 nudos.

Las imágenes del Sonar de Barrido Lateral fueron tomadas con el programa DISCOVERY, y procesadas con HYPACK, obteniendo como resultado final, mosaicos e imágenes georreferenciadas de polígonos rectangulares sobre el veril de los 25 metros de dimensiones 500 x 100 metros para bajas frecuencias (600 kHz) y de 500 x 50 metros para altas frecuencias (1600 kHz).

El resultado de las grabaciones con cámara de arrastre y Side Scan Sonar es presentado a continuación por áreas de estudio. Por cada sector se hace un análisis biológico de lo mostrado por las imágenes. Este análisis es complementado con un comentario sobre el estrato superficial de fondo basado en las imágenes obtenidas con el sonar de barrido lateral.

➤ *Area de estudio Isla Añihue*

✚ *Sector 12*



Figura 76 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 12.

El ecosistema bentónico del Sector 12 fue el que presentó mayor biodiversidad, pudiéndose identificar 12 especies diferentes de invertebrados marinos (Tabla 5 y Figura. 77), entre los cuales destacan: *Cosmasterias lurida*, la especie predominante en esta área, identificándose 22 ejemplares, con una abundancia media de 1,46 individuos en la transecta de estudio, junto con *Loxechinus albus* y *Lithodes santolla* (con 11 y 10 individuos respectivamente). Además de otras especies con menor abundancia como; *Munida subrugosa*, *Peltarion spinosulum*, *Helcogrammoides cunninghami*, *Bolocera sp.*, *Rabsonella fontaniana*, *Cancer edwardsi*, *Primnoella chilensis*, *Pagurus edwardsi*, *Eurypodius latreillei*, especies del género *Cáncer* y de la Clase *Asteridea* que no se logró identificadas, también se pudo apreciar la presencia de algas en un área del Sector 12

Tabla 5 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 12, Isla Añihue.

SECTOR 12																
Especie	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E1	E1	E1	E1	E1	E1	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
<i>Munida subrugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4
<i>Peltarion spinosulum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cosmasterias lurida</i>	1	2	3	4	1	0	1	0	6	0	1	1	2	0	0	22
<i>Lithodes santolla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	10
<i>Helcogrammaides cunninghami</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rabsonella fontaniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cancer edwardsi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Balocera sp.</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
<i>Cancer sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Primnoella chilensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pagurus edwardsi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Eurypodius latreillei</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Loxechinus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	11
Clase Asteroidea	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	7

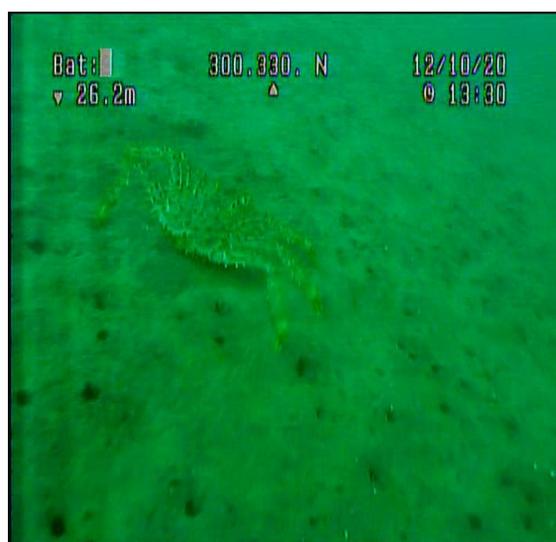


Figura 77 (Izquierda) Imagen capturada de la grabación realizada por la cámara de inmersión de la especie más abundantes en esta área de estudio *Cosmasterias lurida*. (Derecha) Imagen de *Lithodes santolla*, en una zona de fondo blando en el sector 12.

La zona presentó en general un fondo compuesto por sedimento blando con presencia de afloraciones de sustrato duro (Figura 78) y grupos aislados de rocas. La textura de fondo indica una superficie regular hacia la costa, pero irregular hacia el quiebre, donde se presentan escarpes que provocan grandes diferencias de profundidad. No se observan objetos atribuibles a bancos naturales ni tampoco a actividad antropogénica.

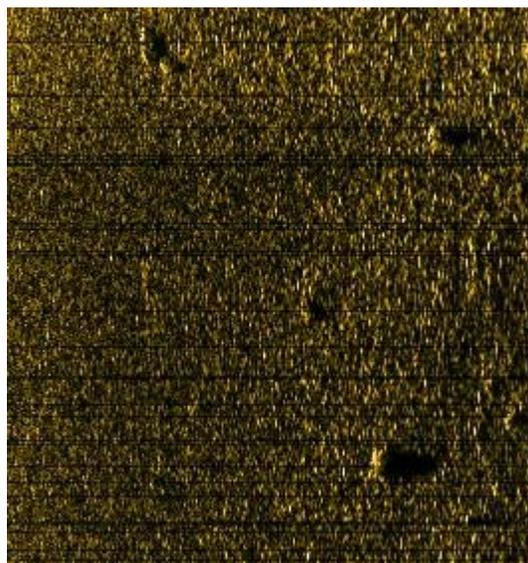
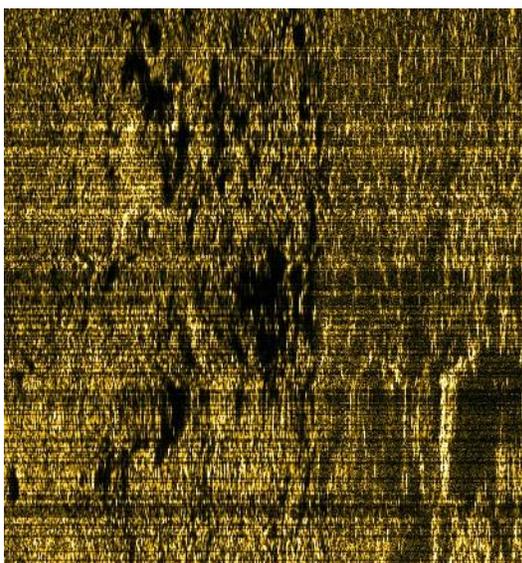


Figura 78 (Izquierda) Presencia de afloraciones rocosas en medio de sustrato blando en sector 12, Añihue. (Derecha) rocas y bolones sobre fondo de arena gruesa presentes en el sector 12 en Añihue.

➤ *Area de estudio Isla Lemuy*

Sector 11



Figura 79 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 11

Esta área no presentó mayor biodiversidad, pudiendo reconocer solo tres especies, *Munida subrugosa* la especie preponderante con 98 individuos contabilizados en el área de estudio y una abundancia media de 6,53 individuos, *Cosmasterias lurida* y algunas especies de género *Cáncer*, que no lograron ser identificadas producto de la poca visibilidad en el sector (Tabla 6 y Figura 80).

Tabla 6 de especies contabilizadas por estación. Sector 11, Isla Lemuy.

SECTOR 11																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	1	19	11	2	0	0	0	5	8	1	10	18	17	6	0	98
<i>Cosmasterias lurida</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cancer sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	6

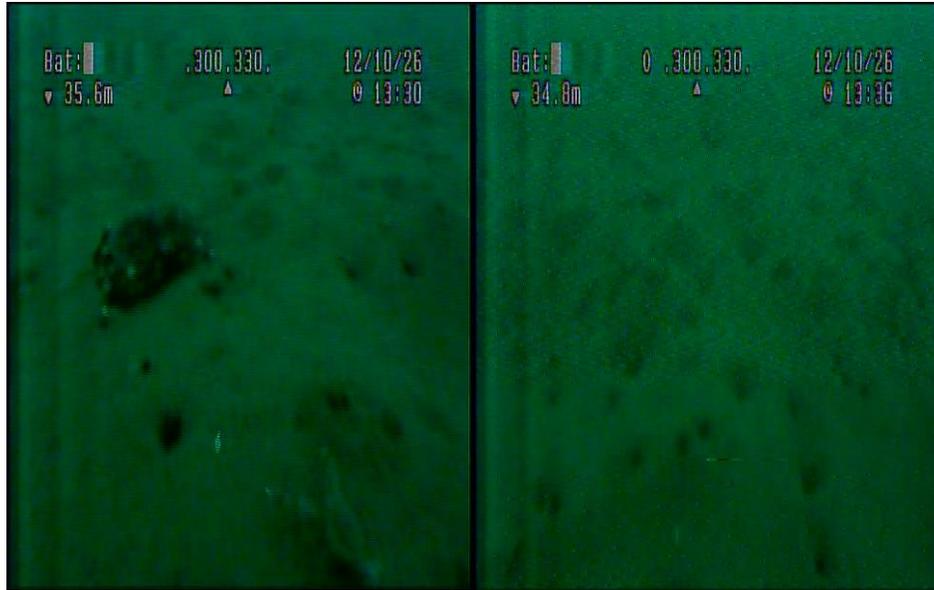


Figura 80 (Izquierda) Imagen Capturada por la cámara de inmersión en el veril de los 25 metros, Crustáceo perteneciente al género Cáncer. (Derecha) Imagen de fondo blando preponderante en el Sector 11, captado por la cámara remolcada.

Este sector en general presentó un fondo homogéneo, mayormente conformado por sedimento blando, sin presentar afloramientos rocosos (Figura. 81), ni rasgos de actividad antropogénica, solo se pueden visualizar pequeños agujeros en gran parte del área barrida, correspondiente probablemente a pequeños crustáceos, sin embargo no se observan bancos naturales.

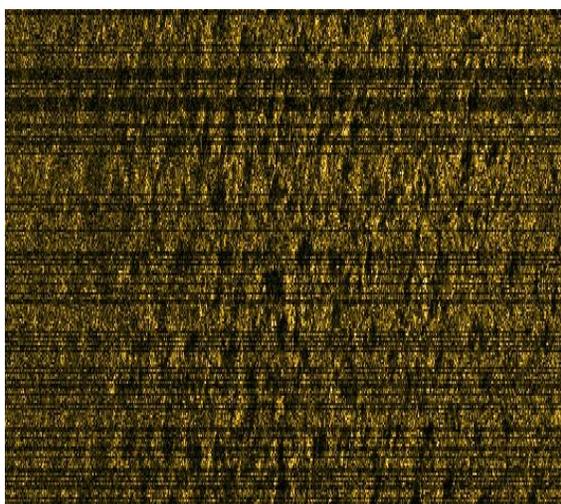


Figura 81 (Izquierda) Textura del fondo marino sobre el veril de 25 metros para el sector 11, en Isla Lemuy. Se aprecia en la imagen agujeros de diámetros menores a 10 cm, los cuales son formados por langostinos de canal. (Derecha) imagen del fondo marino para el sector 10, el cual muestra con mejor detalle la superficie llena de agujeros formados en su mayoría por langostinos de canal.

Sector 10



Figura 82 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 10.

Producto de la monotonía del sustrato el sistema bentónico no presenta mayor biodiversidad, pudiéndose identificar solo la especie *Munida subrugosa*, con un número de 48 individuos contabilizados en el área de estudio y con una abundancia media de 3,2 individuos. Además, de algunos Crustáceos pertenecientes al género *Cáncer* (Tabla 7 y Figura 83). Especies que no pudieron ser identificadas por la distancia de los individuos con la cámara de arrastre.

Tabla 7 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 10, Isla Lemuy.

SECTOR 10																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	0	0	0	0	0	5	6	2	21	0	11	2	1	0	0	48
<i>Cancer sp.</i>	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	7

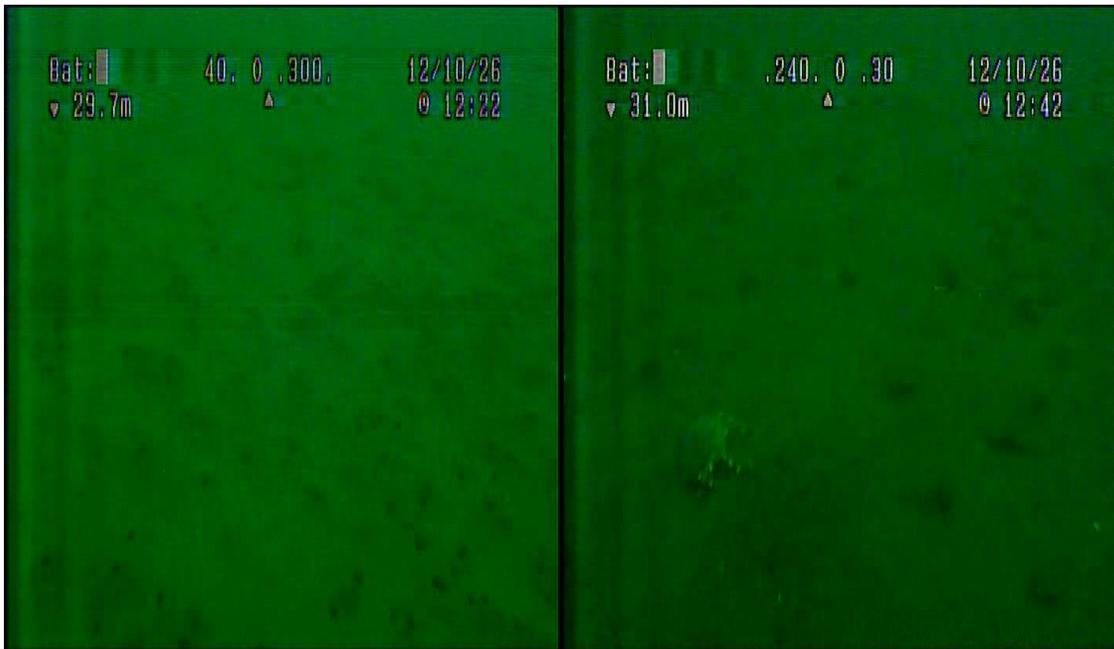


Figura 83 (Izquierda) Imagen capturada de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 10, donde se puede observar un Crustáceo del Género Cáncer. (Derecha) Imagen capturada por la cámara, donde se observa la homogeneidad del sustrato blando predominante en este sector.

El sector 10 presentó similares características al sector 11, con un fondo homogéneo en su mayor parte compuesto por sustrato blando, sin accidentes ni quiebres. No se observa presencia de actividad antropogénica, ni de bancos naturales, solo se observan agujeros creados por actividad bentónica (Figura 81, derecha).

➤ Área de estudio Isla Quehui

Sector 6



Figura 84 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 6.

En este sector al igual que en el sector 10, existe una gran homogeneidad en el sustrato y muy poca biodiversidad en el área de estudio, solo se pudo identificar dos especies, en el cual destaca *Munida subrugosa*, como la especie predominante el sector, con 320 individuos contabilizados, siendo una de las áreas con mayor número de ejemplares de esta especie, con una abundancia media de 21,33 individuos. La otra especie identificada en el área fue *Cosmasterias lurida*. Además de otros individuos pertenecientes al Género *Cáncer* que no pudieron ser identificados (Tabla 8 y Figura 85).

Tabla 8 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 6, Isla Quehui.

SECTOR 6																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	8	36	9	19	26	29	16	15	21	20	9	17	51	39	5	320

<i>Cosmasterias lurida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cancer sp.</i>	0	8	4	7	5	8	2	3	2	1	4	5	8	5	0	62	



Figura 85 (Izquierda) Imagen capturada de la grabación realizada por la cámara de inmersión, donde se puede apreciar un ejemplar de la especie *Munida subrugosa*. (Derecha) Crustáceo perteneciente al Género *Cáncer*.

En general el sector 6 presentó un fondo regular, con escasa presencia de bolones, y guijarros probablemente arrastrados por la corriente al ser un sector más expuesto. También se observó pequeñas afloraciones de sustrato duro. No se observaron rasgos de actividad bentónica, antropogénica ni bancos naturales (Figura 86)

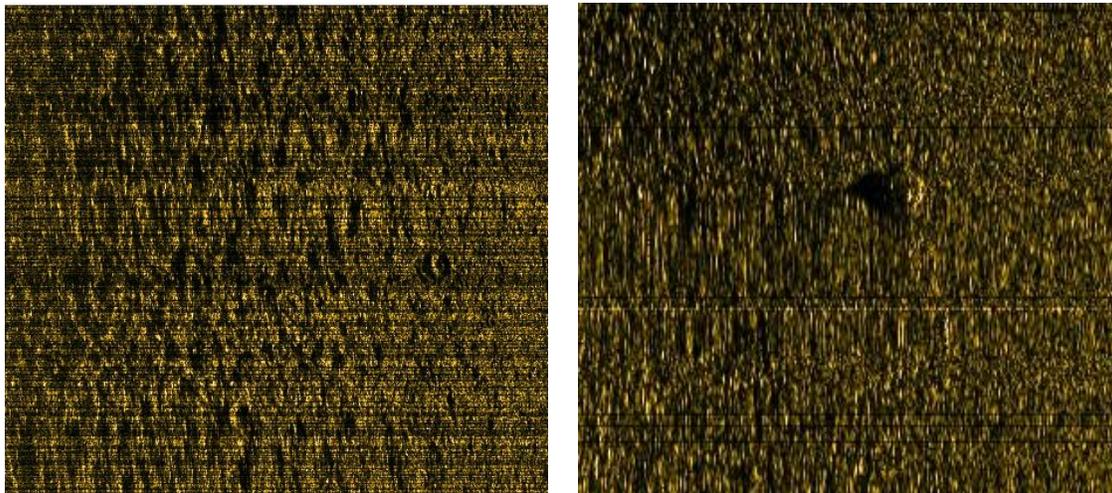


Figura 86 (Izquierda) Textura del fondo marino para el sector 6, la cual representa un sustrato más consolidado que los sectores 10 y 11. (Derecha) Presencia de aislados guijarros y bolones se observan sobre la superficie del fondo marino.

➤ *Área de estudio Isla de Chaulinec*

Sector 9



Figura 87 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 9.

En este sector, el ecosistema bentónico que se observó al realizar el barrido en el veril de los 25 metros, no presentó mayor biodiversidad, aunque pudieron ser identificadas las siguientes especies: Munida subrugosa, con la mayor cantidad de ejemplares

en esta área, con un número de 87 individuos contabilizados en el sector y una abundancia media de 5,8; junto con *Primnoella chilensis*, con 52 individuos, además de otras especies como, *Cosmasterias lurida*, *Helcogrammaides cunninghami*, *Balocera sp.*, *Cancer edwardsi* y otros Crustáceos pertenecientes al género *Cáncer* que no se logró identificar, presentaron un número menor de individuos (Tabla 9 y Figura 88).

Tabla 9 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 9, Isla Chaulinec.

SECTOR 9																
Especie	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 0	E1 1	E1 2	E1 3	E1 4	E1 5	Total
<i>Munida subrugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	51	15	87
<i>Cosmasterias lurida</i>	3	4	4	4	1	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Helcogrammaides cunninghami</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3
<i>Cancer edwardsi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Balocera sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cancer sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	5	1	10
<i>Primnoella chilensis</i>	4	1	1	2	2	8	2	3	8	0	1	2	0	0	0	52

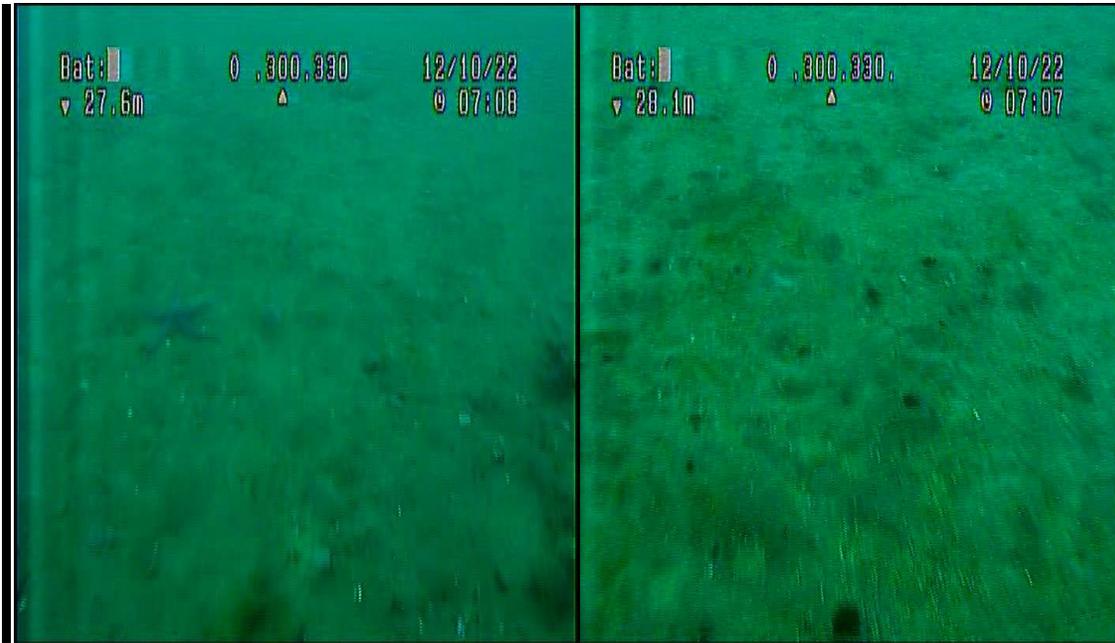


Figura 88 Imágenes capturadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión. (Izquierda) Se puede apreciar un individuo de la especie *Cosmasterias lurida*. (Derecha) Imagen fondo blando del sector 9.

En general el sector 9 presentó una superficie un tanto irregular, con presencia de diversos accidentes batimétricos, tales como quiebres, escarpes y afloramiento de sustrato rocoso (Figura 89). No se observan rasgos de actividad antropogénica ni bentónica (pero no se descartan).

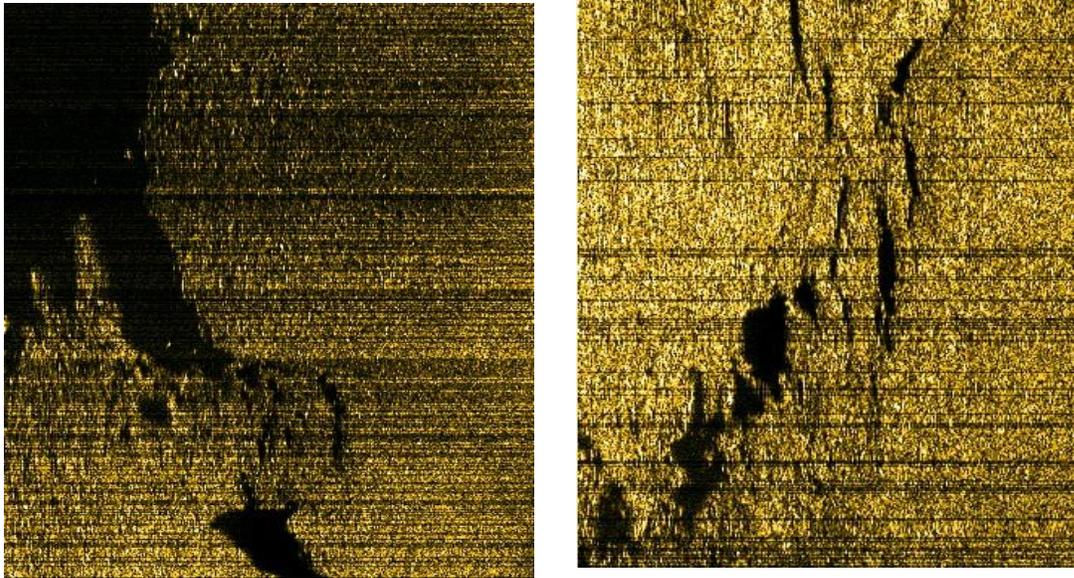


Figura 89 (Izquierda) Fondo marino del sector 9, en Isla Chaulinec, en la imagen se observa un escarpe o quiebre hacia fuera de la costa. (Derecha) Quiebre, probablemente formado por un afloramiento rocoso.

✚ Sector 8



Figura 90 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 8.

Este sector presenta una biodiversidad bentónica reducida, identificándose solo un número limitado de especies, donde destacan *Cosmasterias lurida*, como la especie preponderante en el sector, con un número de 5 individuos contabilizado en el área de estudio y una abundancia media de 0,33 individuos. Además de

Cancer edwardsi, *Peltarion spinosulum*, *Schroederichthys chilensis* y algunas especies del género Cáncer, que no se logró identificar, especies que habitan preferentemente en fondos blandos (Tabla 10 y Figura 91).

Tabla 10 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 8, Isla Chaulinec.

SECTOR 8																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Peltarion spinosulum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cosmasterias lurida</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
<i>Schroederichthys chilensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cancer edwardsi</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cancer sp.</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2



Figura 91 Imagen obtenidas de la grabación de la cámara de inmersión en el Sector 8, donde se identifica la especie perteneciente al género Cáncer.

El sector 8 presenta un fondo marino compuesto en general por sedimentos duros y blandos. La presencia de quiebre o terrazas hacia fuera de la costa son constante, afloramientos rocosos también se hacen notar en mayor cantidad, sin embargo hacia la costa se observa mayormente un sustrato blando, donde se observan rasgos de actividad bentónica (Figura 92). Sin embargo no hay evidencia al menos en este barrido de banco natural.

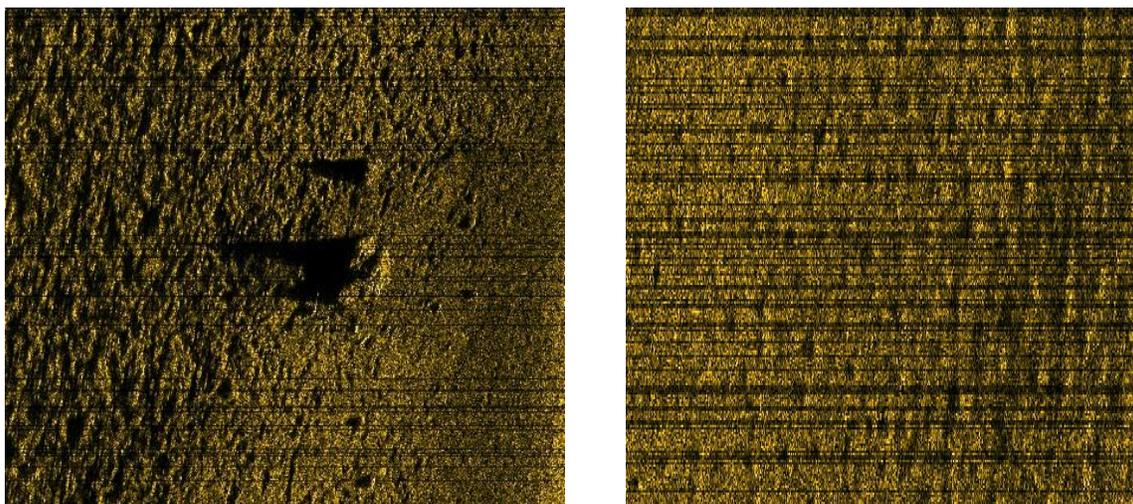


Figura 92 (Izquierda) Roca móvil presente en el fondo marino del sector 8, Isla Chaulinec, esta roca esta hacia fuera de la costa, (derecha) en cambio hacia la costa hay presente fondo blando en el cual se evidencia la actividad bentónica sobre la superficie del fondo marino.

Sector 7



Figura 93 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 7.

Este sector al igual que los anteriores se caracteriza por la baja diversidad de especies en el área analizada, además de un fondo regular y blando. Las especies identificadas son *Munida subrugosa*, especie que presenta la mayor cantidad de ejemplares en este sector, con un número de 104 individuos contabilizados y una abundancia media de 6,93 individuos, *Cancer edwardsi*, con 11 individuos y otras especies perteneciente al género *Cancer*, que no se logró identificar, producto de la distancia que se encontraba la cámara del fondo (Tabla 11 y Figura 94).

Tabla 11 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 7, Isla Chaulinec.

SECTOR 7																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	7	38	21	29	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
<i>Cancer edwardsi</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	5	0	0	11
<i>Cancer sp.</i>	0	5	7	0	8	10	5	1	0	1	1	1	0	0	0	39



Figura 94 Imágenes capturadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el veril de los 25 metros en el sector 7. (Izquierda) Imagen de *Cancer edwardsi*. (Derecha) Fondo blando característico en toda la zona analizada por la cámara en el sector 7.

El sector 7 exhibe una superficie más homogénea que los sectores 8 y 9, con una mayor presencia de fondo blando y regular. Sin embargo la presencia del quiebre hacia fuera de la costa es visible cercana a los 30 metros en algunos tramos (Figura 95).

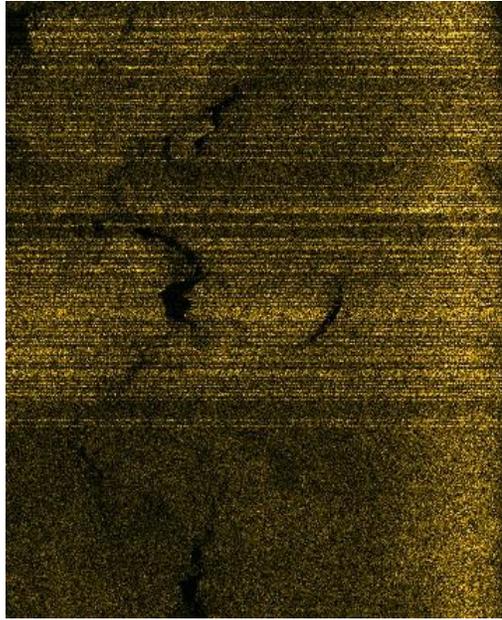


Figura 95 Fondo marino del sector 7 en Isla Chaulinec, se observa en general una superficie homogénea con presencia pequeñas terrazas hacia fuera de la costa.

➤ *Area de estudio Isla Tranqui*

Sector 5



Figura 96 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 5.

Este sector a diferencia de los analizados anteriormente, presenta un fondo compuesto por bolones y graba, además de la presencia de algas en el área. Condiciones propicias para hábitat de especies bentónicas, pero la grabación realizada por la cámara

no registró mayor abundancia y al igual que los demás sectores (Figura 97), la biodiversidad bentónica fue baja y solo se pudieron identificar individuos perteneciente a las especies *Primnoella chilensis*, especie que presentó la mayor cantidad de ejemplares en el sector, con 28 individuos contabilizados y una abundancia media de 1,86 ejemplares en el área, *Cosmasterias lurida*, *Loxechinus albus* y algunos individuos perteneciente a la Clase Asteroidea, así como también algunos individuos pertenecientes al género Cáncer que no se logró identificar (Tabla 12)

Tabla 12 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 5, Isla Tranqui.

SECTOR 5																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Cosmasterias lurida</i>	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Loxechinus albus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
<i>Primnoella chilensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	28
<i>Cancer sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Clase Asteroidea	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3

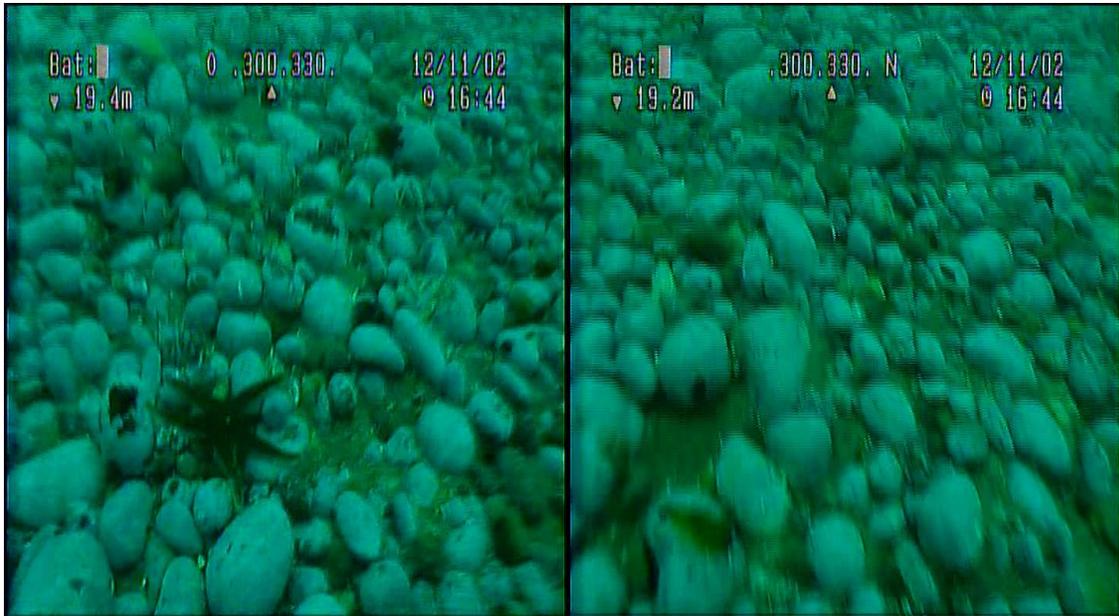


Figura 97 Imágenes capturadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 5, Isla Tranqui. (Izquierda) Especie perteneciente a la clase Asteroidea en el sustrato rocoso. (Derecha) Sustrato característico del sector 5, compuesto principalmente por bolones.

El sector 5 de Isla Tranqui está presente en una zona expuesta a vientos del sur, norte y oeste, por lo que se le considera una zona de alta energía, esto se ve reflejado en el tipo de sustrato presente, el cual consiste básicamente en bolones, guijarros y grava, sobre una superficie de sedimento consolidado (Figura 98). Si bien no fue posible reconocer estructuras de banco natural con las imágenes del barrido, las condiciones de sustrato podrían ser propicias para dichos asentamientos.

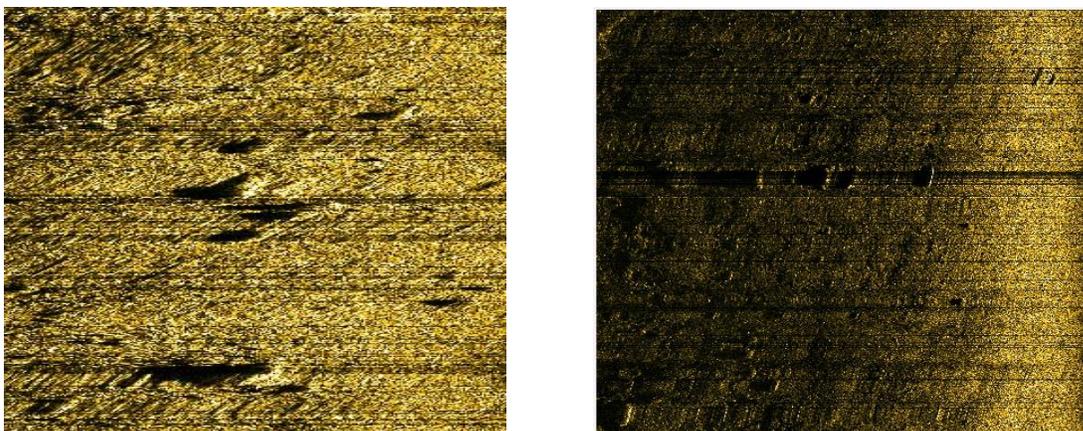


Figura 98 (Izquierda) La imagen muestra bolones de considerable tamaño sobre la superficie del fondo marino tanto hacia la costa como fuera de ella. (Derecha) Imagen del fondo marino del sector 5 de Isla Tranqui donde se aprecia la presencia de guijarros y grava.

Sector 4

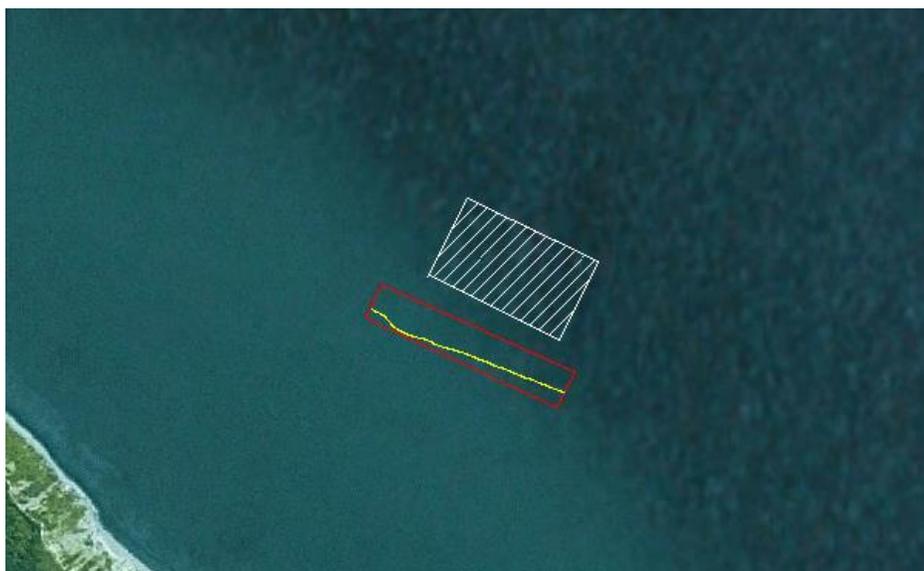


Figura 99 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en Sector 4.

Este sector al igual que en el anterior presenta un fondo compuesto por bolones, pero además se pudo observar la presencia de algas y fondo blando en un área del barrido realizado por la cámara. A pesar del sustrato, la diversidad de especie se mantiene igual a las áreas anteriores, no presenta una mayor abundancia y las especies que se encuentran, son muy similares a las halladas en otros sectores, destacando *Primnoella chilensis*, especie

preponderante en el área de análisis, habiendo contabilizado 148 individuos en el sector y una abundancia media de 9.86 ejemplares, seguida por *Balocera sp*, con 63 individuos, además de otras especies con una menor cantidad de ejemplares como, *Cosmasterias lurida*, *Loxechinus albus*, especies pertenecientes al género *Cáncer*, así como también individuos pertenecientes a las Clase Asteroidea (Tabla 13 y Figura 100), especies que no fueron identificadas en las imágenes analizadas.

Tabla 13 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 4, Isla Tranqui.

SECTOR 4																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Cosmasterias lurida</i>	0	3	1	0	0	6	5	10	2	2	1	3	3	1	0	37
<i>Balocera sp.</i>	0	6	1	0	1	5	17	8	2	0	1	10	6	5	1	63
<i>Cancer sp.</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
<i>Primnoella chilensis</i>	0	5	13	33	19	10	4	1	1	1	2	13	26	16	4	148
<i>Loxechinus albus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Clase Asteroidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

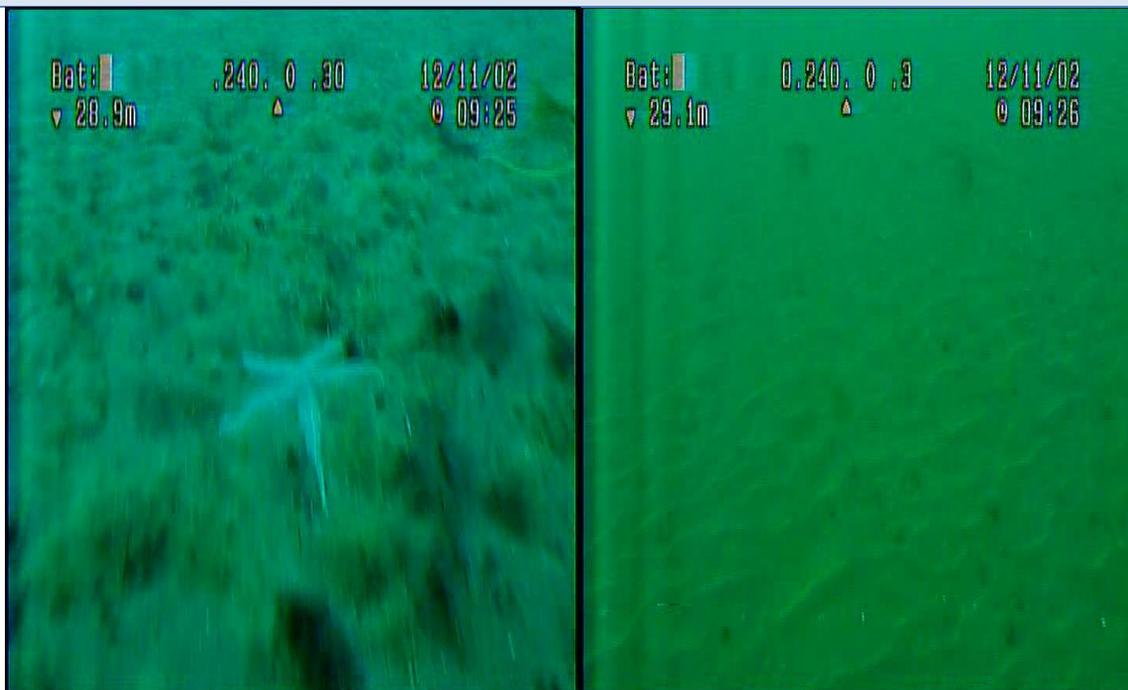


Figura 100 Imagen tomadas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el sector 4, Isla Tranqui. (Izquierda) Imagen de un individuo perteneciente a la Clase Asteroidea. (Derecha) Imagen de fondo blanco que se presenta en el sector.

El sector 4, si bien aún está expuesto a vientos del norte y el oeste, el fondo exhibe una transición entre un sustrato duro, lleno de bolones a uno más consolidado y blando. Al igual que el sector 5 no se evidencian bancos naturales, sin embargo existen condiciones propicias para su presencia (Figura 103, izquierda).

Sector 3

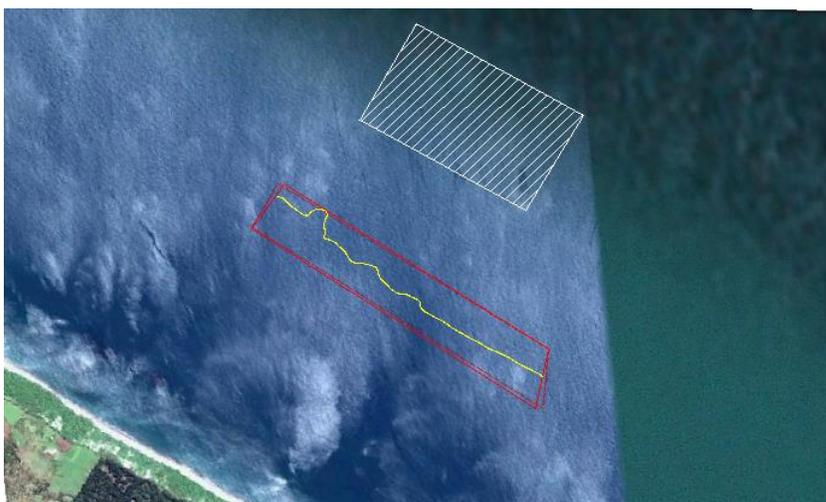


Figura 101 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 3.

Este sector a diferencia del 4 y 5 de Isla Tranqui, presenta mayoritariamente fondo blando, pero la biodiversidad se mantiene muy similar a las áreas anteriores. Destacando *Munida subrugosa*, como la especie predominante con un total de 72 individuos contabilizados en el sector y una abundancia media de 4,8 ejemplares, *Cosmasterias lurida*, además de individuos pertenecientes al género *Cáncer* y a la Clase Asteroidea, que no se logró determinar las especies por la distancia a la que se encontraba la cámara del fondo. (Tabla 14 y Figura 102).

Tabla 14 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 3, Isla Tranqui.

SECTOR 3

Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	1	5	9	0	3	12	3	9	2	5	9	5	2	3	4	72
<i>Cosmasterias lurida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Clase Asteroidea	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Cancer sp.</i>	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	7

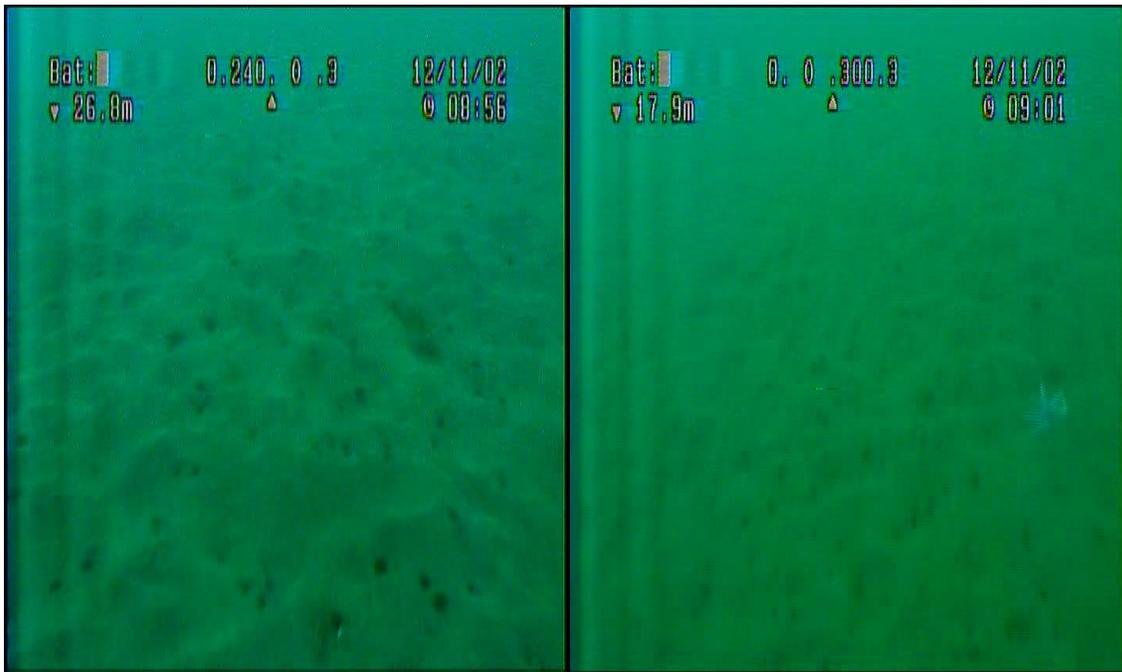


Figura 102 Imagen capturada desde la grabación realizada por cámara de inmersión. (Izquierda) Imagen del fondo blando del sector 3. (Derecha) Imagen de fondo blando donde se puede apreciar un individuo perteneciente a la Clase Asteroidea.

Este sector se presenta como una superficie homogénea, compuesta en su mayoría por sustrato blando, sin presentar grandes accidentes batimétricos, salvo suaves quiebres en forma de terrazas hacia costa afuera (Figura 103, derecha).

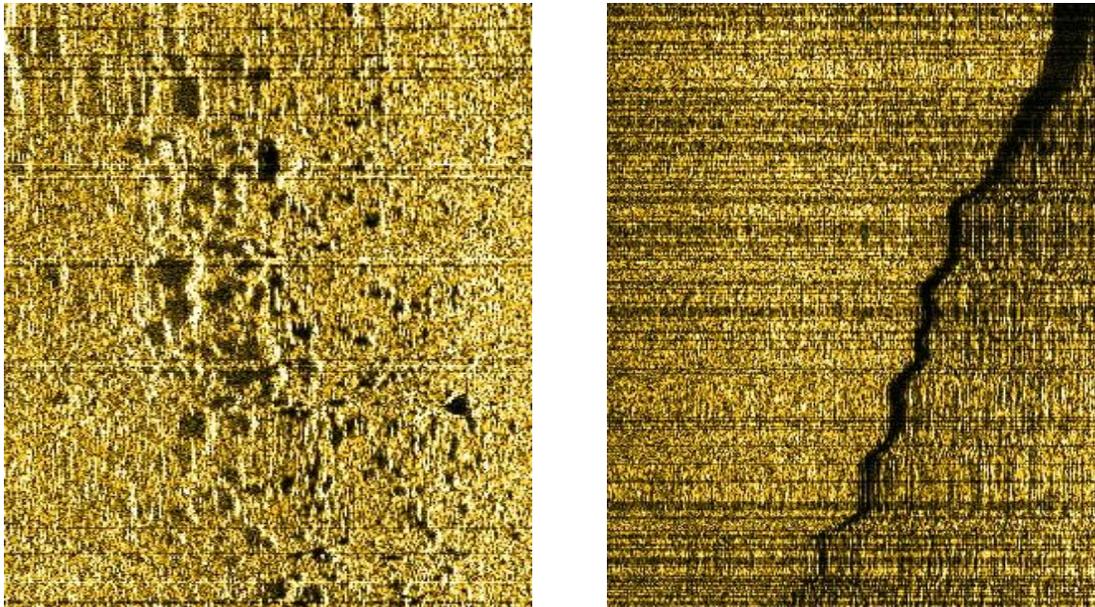


Figura 103 (Izquierda) Imagen del fondo marino del sector 4, donde se observan guijarros y bolones mayores a 4 cm de diámetro. (Derecha) Imagen del fondo marino correspondiente al sector 3 de Isla Tranqui, en la cual se observa una plataforma de quiebre de poca altura (<20 cm).

Sector 2

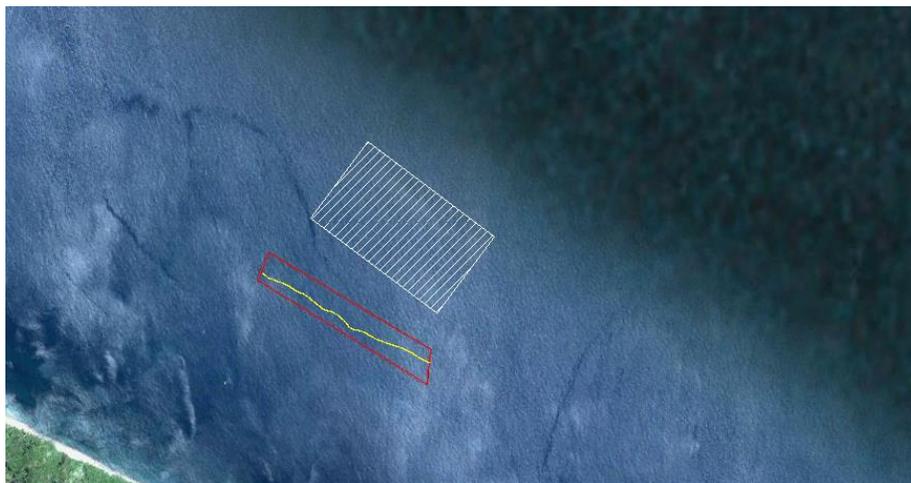


Figura 104 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 2.

Este sector al igual que el sector 3, presenta un fondo blando y se repite las características de la biodiversidad bentónica de los demás sectores, observándose poca presencia de especies en el área. Las preponderantes en la zona fueron; *Munida subrugosa*, al igual que en la mayoría de los sectores fue la especie más abundante con

un número de 258 individuos contabilizados en el área de estudio y una abundancia media de 17,2 individuos, *Peltarion spinosulum* y algunas especies del género *Cáncer* que no se logró identificar, además de la presencia de algas en algunos sectores del área estudiada. (Tabla 15 y Figura 105).

Tabla 15 Número de especies contabilizadas por estación. Sector 2, Isla Tranqui.

SECTOR 2																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	0	2	10	7	22	18	24	46	22	18	13	40	11	18	7	258
<i>Peltarion spinosulum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Cancer sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	4

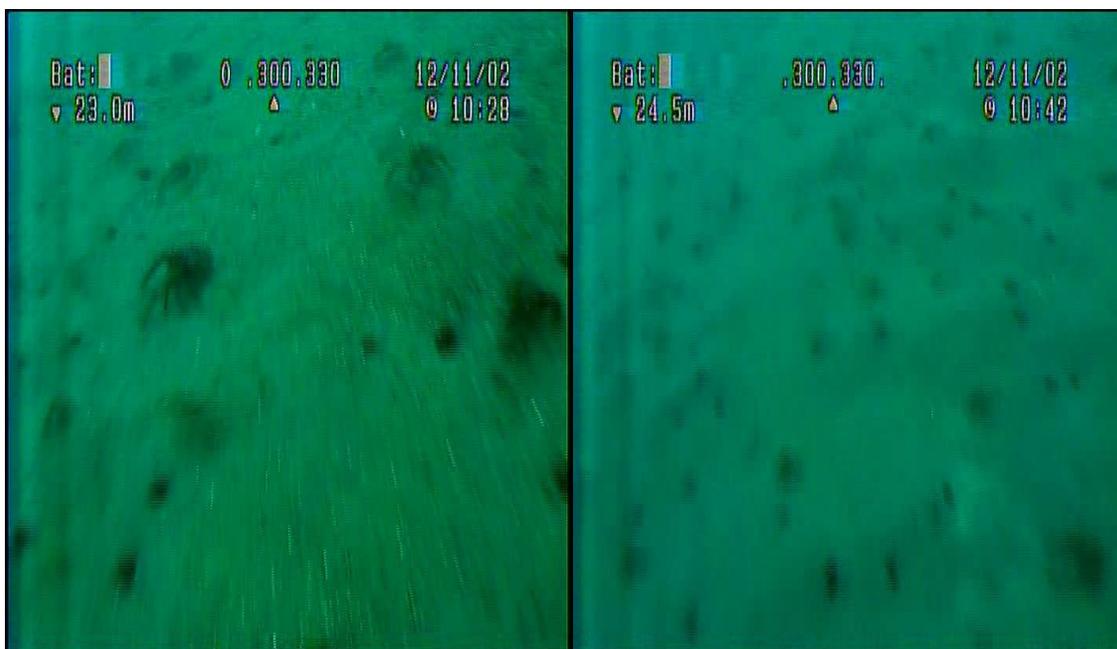


Figura 105 Imágenes extraídas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 2, Isla Tranqui. (Izquierda) Imagen que muestra la especie más abundante en este sector *Munida subrugosa*. (Derecha) Imagen que muestra el fondo blando bastante homogéneo en el área de estudio.

Este sector se presentó como una superficie regular, con algunos afloramientos rocosos y un quiebre hacia fuera de la costa. No se observan rasgos de actividad antropogénica, sin embargo se aprecian agujeros formados por langostinos de canal sobre la superficie (Figura 108, izquierda).

Sector 1



Figura 106 Transecta de cámara de arrastre y área barrida por Sonar de Barrido lateral en el Sector 1.

El Sector 1 de Tranqui, al igual que el 2 y 3, se caracteriza por tener un fondo blando y las características bentónicas son similares a los demás sectores analizado, existiendo una baja diversidad de especies (Figura 107).

Destacando *Munida subrugosa*, al igual que en los sectores anteriores fue la especie que presentó mayor número de individuos, habiéndose contabilizado 409 individuos y una abundancia media de 27,2 ejemplares en el sector, *Lithodes santolla*, *Peltarion spinosulum*, *Helcogrammaides cunninghami*, además de especies perteneciente al género *Cáncer* que no lograron ser identificados y

La presencia de algas en el tramo final de la transecta analizada (Tabla 16).

Tabla 16 de especies contabilizadas por estación. Sector 1, Isla Tranqui.

SECTOR 1																
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Total
<i>Munida subrugosa</i>	0	2	4	5	0	6	3	26	49	31	51	67	110	55	0	409
<i>Peltarion spinosulum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lithodes santolla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Helcogrammaides cunninghami</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cancer sp.</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3



Figura 107 Imágenes extraídas de la grabación realizada por la cámara de inmersión en el Sector 1, Isla Tranqui. (Izquierda) Imagen que muestra el fondo blando en el área. (Derecha) Imagen que muestra un ejemplar de la especie *Lithodes santolla* encontrada en el Sector 1.

En general este sector presentó una superficie regular, con presencia de afloramientos rocosos acompañado de bolones de tamaño menor. En algunos tramos queda expuesto el quiebre de la plataforma, presentándose una gran pendiente (Figura 108, derecha). No se encontró bancos naturales ni actividad antropogénica.

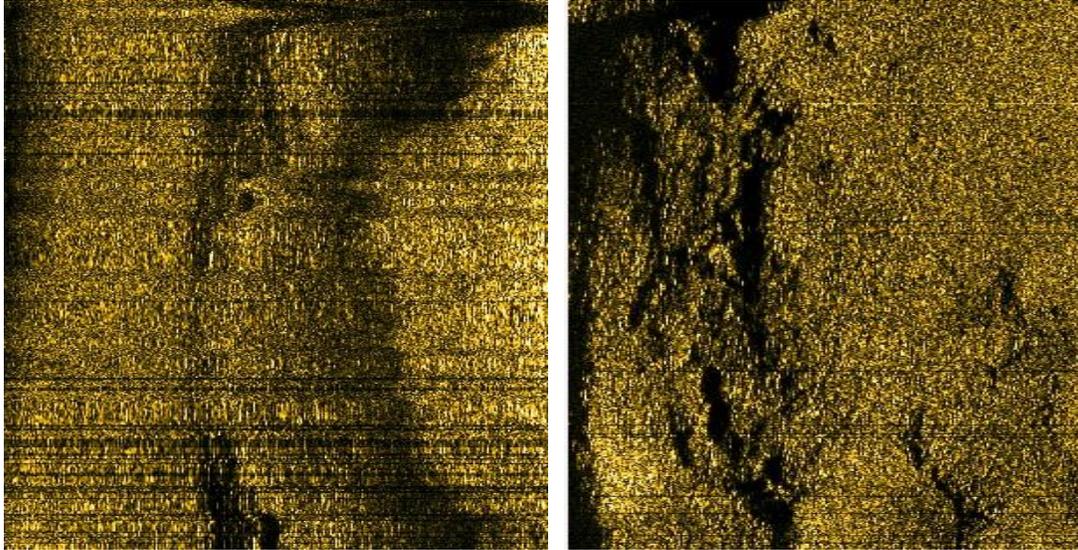


Figura 108 (Izquierda) Imagen del fondo marino del sector 2, de Isla Tranqui en la cual se aprecian terrazas con pendiente menor hacia fuera de la costa. (Derecha) Imagen del fondo marino del sector 1 de Isla Tranqui, se aprecia el mismo quiebre hacia fuera de la costa.

7.2.3. Comentarios finales sobre la Prospección costera

Los resultados dan cuenta de zonas costeras pobres en términos de riqueza específica y biodiversidad, y homogénea en términos de sustrato. Sustratos blandos están presentes en todos los sectores, sin embargo ocasionalmente afloramientos rocosos, se hacen presentes hacia el quiebre, formando estructuras de plataformas mar adentro. En términos de biodiversidad, la especie dominante fue el cangrejo de los canales (*Munida subrugosa*), y presente en la mayoría de los sectores prospectados. De acuerdo a lo observado, no hubo presencia de bancos naturales, sin embargo no se descarta la presencia de ellos

6.8 Muestreo y análisis de sedimentos

El muestreo de tipo de sedimento bajo las concesiones se realizó utilizando una draga tipo Van Veen. Esta tarea consistió en el despliegue de la draga desde el Y/T BEAULIEU en la posición de las estaciones utilizadas para el muestreo de columna de agua. Las coordenadas de estas estaciones se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17 Coordenadas de Muestreo de Sedimento

SECTOR 1 - Isla Tranqui				
Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	624463,00	5245438,00	42°56'00.71"	73°28'28.77"
E-2	624653,00	5245304,00	42°56'04.94"	73°28'20.29"
E-3	624867,00	5245156,00	42°56'09.61"	73°28'10.73"
E-4	625061,00	5244992,00	42°56'14.81"	73°28'02.04"
E-5	625283,00	5244853,00	42°56'19.18"	73°27'52.14"
E-6	624986,00	5245323,00	42°56'04.12"	73°28'05.62"
E-7	624911,00	5245238,00	42°56'06.92"	73°28'08.86"
E-8	624795,00	5245084,00	42°56'11.98"	73°28'13.85"
E-9	624729,00	5245003,00	42°56'14.65"	73°28'16.69"
SECTOR 2 - Isla Tranqui				
Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	630049,00	5242965,00	42°57'17.49"	73°24'20.35"
E-2	630253,00	5242811,00	42°57'22.35"	73°24'11.22"
E-3	630461,00	5242661,00	42°57'27.09"	73°24'01.92"
E-4	630653,00	5242524,00	42°57'31.41"	73°23'53.33"
E-5	630836,00	5242369,00	42°57'36.32"	73°23'45.12"
E-6	630575,00	5242824,00	42°57'21.73"	73°23'57.02"
E-7	630506,00	5242745,00	42°57'24.34"	73°24'00.00"
E-8	630388,00	5242586,00	42°57'29.56"	73°24'05.07"
E-9	630337,00	5242427,00	42°57'34.75"	73°24'07.19"
SECTOR 3 - Isla Tranqui				
Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	632918,00	5241353,00	42°58'07.94"	73°22'12.40"
E-2	633148,00	5241218,00	42°58'12.17"	73°22'02.13"
E-3	633374,00	5241070,00	42°58'16.83"	73°21'52.03"
E-4	633577,00	5240957,00	42°58'20.36"	73°21'42.98"
E-5	633791,00	5240836,00	42°58'24.15"	73°21'33.43"
E-6	633455,00	5241268,00	42°58'10.36"	73°21'48.63"
E-7	633401,00	5241178,00	42°58'13.31"	73°21'50.93"
E-8	633306,00	5241010,00	42°58'18.81"	73°21'54.98"
E-9	633262,00	5240914,00	42°58'21.95"	73°21'56.84"
SECTOR 4 - Isla Tranqui				
Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	635901,00	5239509,00	42°59'05.80"	73°19'59.15"
E-2	636125,00	5239407,00	42°59'08.96"	73°19'49.18"
E-3	636334,00	5239283,00	42°59'12.85"	73°19'39.84"

E-4	636567,00	5239187,00	42°59'15.81"	73°19'29.47"
E-5	636793,00	5239066,00	42°59'19.58"	73°19'19.39"
E-6	636438,00	5239460,00	42°59'07.04"	73°19'35.41"
E-7	636384,00	5239388,00	42°59'09.41"	73°19'37.73"
E-8	636301,00	5239211,00	42°59'15.20"	73°19'41.24"
E-9	636267,00	5239100,00	42°59'18.82"	73°19'42.64"

SECTOR 5 - Isla Tranqui

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	638609,00	5237427,00	43°00'11.51"	73°17'57.77"
E-2	638674,00	5237174,00	43°00'19.66"	73°17'54.67"
E-3	638747,00	5236932,00	43°00'27.46"	73°17'51.23"
E-4	638809,00	5236687,00	43°00'35.36"	73°17'48.28"
E-5	638877,00	5236466,00	43°00'42.47"	73°17'45.07"
E-6	638941,00	5236986,00	43°00'25.58"	73°17'42.71"
E-7	638843,00	5236947,00	43°00'26.91"	73°17'47.01"
E-8	638645,00	5236904,00	43°00'28.43"	73°17'55.71"
E-9	638551,00	5236866,00	43°00'29.73"	73°17'59.83"

SECTOR 6 - Isla Quehui

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	622909,00	5275971,00	42°39'32.09"	73°30'01.26"
E-2	623166,00	5276040,00	42°39'29.71"	73°29'50.03"
E-3	623403,00	5276088,00	42°39'28.01"	73°29'39.66"
E-4	623650,00	5276154,00	42°39'25.73"	73°29'28.87"
E-5	623899,00	5276207,00	42°39'23.87"	73°29'17.98"
E-6	623436,00	5275902,00	42°39'34.02"	73°29'38.07"
E-7	623441,00	5275993,00	42°39'31.07"	73°29'37.92"
E-8	623374,00	5276195,00	42°39'24.56"	73°29'41.02"
E-9	623364,00	5276296,00	42°39'21.30"	73°29'41.54"

SECTOR 7 - Isla Chaulinec

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	635999,00	5277186,00	42°38'44.79"	73°20'27.56"
E-2	636247,00	5277042,00	42°38'49.30"	73°20'16.55"
E-3	636437,00	5276919,00	42°38'53.16"	73°20'08.10"
E-4	636662,00	5276791,00	42°38'57.17"	73°19'58.12"
E-5	636890,00	5276653,00	42°39'01.49"	73°19'47.99"
E-6	636339,00	5276744,00	42°38'58.90"	73°20'12.25"
E-8	636481,00	5277017,00	42°38'49.96"	73°20'06.26"
E-7	636362,00	5276837,00	42°38'55.87"	73°20'11.33"
E-9	636545,00	5277099,00	42°38'47.26"	73°20'03.52"

SECTOR 8 - Isla Chaulinec

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	638353,00	5274820,00	42°39'59.95"	73°18'42.15"
E-2	638540,00	5274653,00	42°40'05.24"	73°18'33.80"
E-3	638717,00	5274511,00	42°40'09.73"	73°18'25.90"
E-4	638930,00	5274349,00	42°40'14.84"	73°18'16.40"
E-5	639117,00	5274187,00	42°40'19.97"	73°18'08.05"
E-6	638601,00	5274350,00	42°40'15.02"	73°18'30.85"
E-8	638784,00	5274581,00	42°40'07.42"	73°18'23.02"
E-7	638655,00	5274439,00	42°40'12.10"	73°18'28.56"
E-9	638855,00	5274666,00	42°40'04.62"	73°18'19.97"

SECTOR 9 - Isla Chaulinec

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	641441,00	5273546,00	42°40'39.22"	73°16'25.41"
E-2	641630,00	5273383,00	42°40'44.37"	73°16'16.97"
E-3	641808,00	5273222,00	42°40'49.47"	73°16'09.01"
E-4	641996,00	5273042,00	42°40'55.18"	73°16'00.59"
E-5	642186,00	5272868,00	42°41'00.69"	73°15'52.08"
E-6	641691,00	5273078,00	42°40'54.22"	73°16'14.01"
E-7	641744,00	5273152,00	42°40'51.78"	73°16'11.75"
E-8	641890,00	5273299,00	42°40'46.92"	73°16'05.47"
E-9	641939,00	5273370,00	42°40'44.59"	73°16'03.39"

SECTOR 10 - Isla Lemuy

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	618328,00	5269484,00	42°43'04.92"	73°33'17.55"
E-2	618575,00	5269460,00	42°43'05.56"	73°33'06.67"
E-3	618827,00	5269445,00	42°43'05.90"	73°32'55.59"
E-4	619073,00	5269435,00	42°43'06.09"	73°32'44.77"
E-5	619339,00	5269419,00	42°43'06.46"	73°32'33.06"
E-6	618820,00	5269263,00	42°43'11.81"	73°32'55.76"
E-7	618834,00	5269352,00	42°43'08.91"	73°32'55.21"
E-8	618839,00	5269549,00	42°43'02.53"	73°32'55.14"
E-9	618838,00	5269650,00	42°42'59.25"	73°32'55.26"

SECTOR 11 - Isla Lemuy

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	621594,00	5270405,00	42°42'33.23"	73°30'54.71"
E-2	621753,00	5270591,00	42°42'27.11"	73°30'47.87"
E-3	621927,00	5270783,00	42°42'20.79"	73°30'40.37"
E-4	622089,00	5270962,00	42°42'14.90"	73°30'33.39"

E-5	622238,00	5271147,00	42°42'08.82"	73°30'26.99"
E-6	622064,00	5270624,00	42°42'25.87"	73°30'34.23"
E-7	621999,00	5270718,00	42°42'22.86"	73°30'37.16"
E-8	621840,00	5270854,00	42°42'18.54"	73°30'44.25"
E-9	621781,00	5270928,00	42°42'16.18"	73°30'46.90"

SECTOR 12 - Isla Añihue

Estación	Este	Norte	Latitud	Longitud
E-1	643749,00	5310018,00	42°20'55.77"	73°15'17.03"
E-2	644001,00	5309985,00	42°20'56.67"	73°15'05.99"
E-3	644246,00	5309934,00	42°20'58.16"	73°14'55.24"
E-4	644495,00	5309909,00	42°20'58.80"	73°14'44.34"
E-5	644746,00	5309865,00	42°21'00.06"	73°14'33.34"
E-6	644210,00	5309750,00	42°21'04.14"	73°14'56.65"
E-7	644234,00	5309843,00	42°21'01.11"	73°14'55.69"
E-8	644260,00	5310044,00	42°20'54.58"	73°14'54.73"
E-9	644276,00	5310136,00	42°20'51.59"	73°14'54.12"

El análisis granulométrico de las muestras de sedimento fue realizado por el laboratorio Ecosistema Ltda. Los certificados de este análisis se presentan en el Anexo H. Se han elaborados en forma de tablas de frecuencia de tamaño del grano y estadística de selección de grano de las muestras.

Se realizaron cartas sedimentológicas para cada sector, las cuales son incluidas en el Anexo I, junto con un informe que explica la metodología usada en la construcción de estas cartas.

➤ *Area de estudio Isla Tranqui*

De acuerdo con los resultados de laboratorio, los sectores 1 al 3 de Isla Tranqui se caracterizan por presentar un sustrato asociado a fondos blandos en los sectores ubicados al NE de Isla Tranqui, observándose un cambio gradual en su composición a medida que se avanza hacia el sureste, es decir hacia los sectores 4 y 5 donde queda de manifiesto esta transición en la fracción sedimentaria, presentando el sector 4 un sustrato mixto compuesto por sedimentos blandos y piedras de diversos tamaños. En algunas estaciones no se obtuvo muestras por presentar fondo duro. El sector 5 presentó en la totalidad de sus estaciones de muestreo fondo duro. El informe de ensayo de laboratorio da cuenta de las imágenes del tipo de fondo presente en el sector 5.

Los sectores 1 y 2 (Figuras 109 a 110) mayoritariamente presentan una frecuencia porcentual de las fracciones de arenas medias con frecuencias que varían entre 11,23% en la estación 1 del sector 1 y un 41,75 en la estación 5 del sector 2; arenas finas entre un 18,85% en la estación 4 del sector 1 y 37,54% en la estación 9 del sector 2. La menor frecuencia observada para la

fracción asociada a fango en estos dos primeros sectores fue de 6,85% en la estación 9 del sector 2 y un 27,86% en la estación 1 del sector 1 (Tablas 18 a 21).

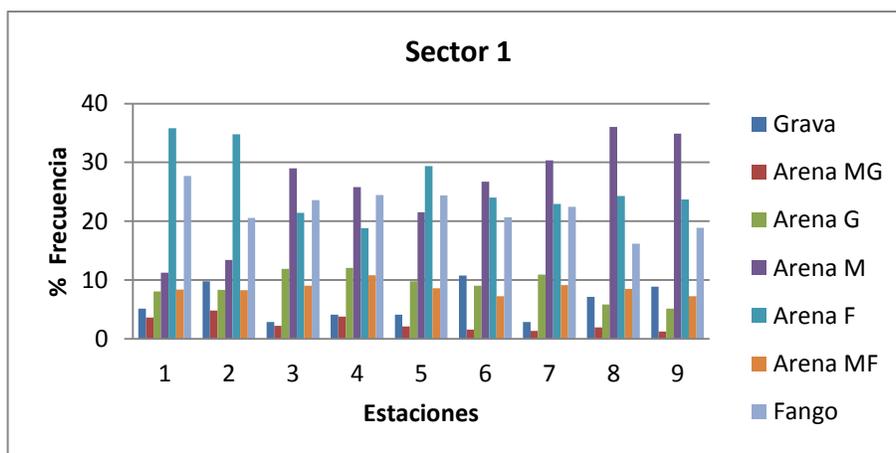


Figura 109 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 1

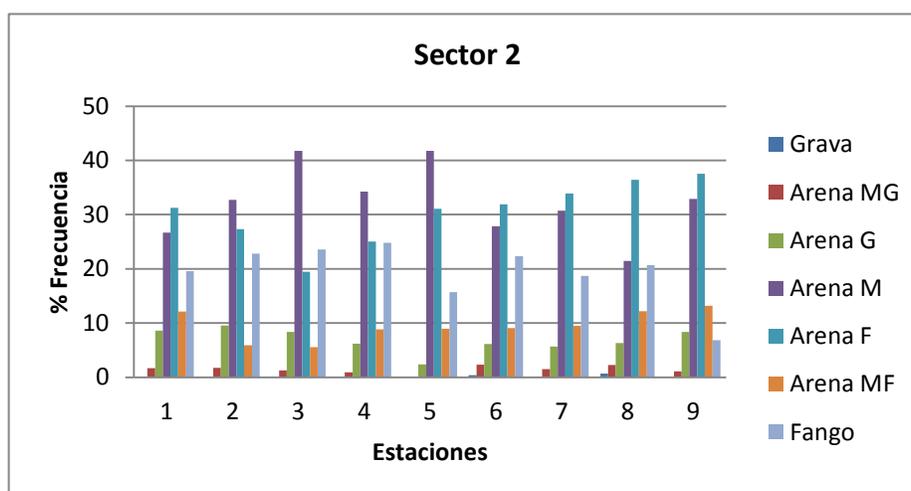


Figura 110 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 2.

Tabla 18 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 1 Isla Tranqui

Fracciones Sedimentarias		Estaciones								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi - 4-2 mm	5,17	9,80	2,88	4,11	4,1	10,7	2,87	7,15	8,89
	1					2	7			
Arena MG	phi 2-1 mm	3,61	4,82	2,21	3,81	2,1	1,55	1,34	1,97	1,26
	0					3				
Arena G	phi 1-0,5 mm	8,09	8,32	11,8	12,0	9,8	9,02	10,94	5,85	5,17
	1			8	9	2				

Arena M	phi	0,5-0,25 mm	11,2	13,4	29,0	25,8	21,	26,7	30,33	36,04	34,89
	2		3	2	2	1	56	5			
Arena F	phi	0,25-0,125	35,8	34,8	21,4	18,8	29,	24,0	22,94	24,29	23,69
	3	mm	3	0	0	5	36	0			
Arena MF	phi	0,125-0,062	8,38	8,27	9,05	10,8	8,6	7,25	9,14	8,49	7,24
	4	mm				4	1				
Fango	phi	< 0,062 mm	27,6	20,5	23,5	24,4	24,	20,6	22,45	16,20	18,86
	5		8	7	7	8	42	6			

Tabla 19 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 1 Isla Tranqui

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,08	100,01	100,01	100,07	100,06	100,07	100,01	100,06	100,08
Diámetro medio del grano	3,14	2,71	2,94	2,93	3,02	2,70	3,08	2,51	2,70
Grado de selección	2,44	2,33	2,17	2,28	2,22	2,30	1,90	1,83	2,01
Curtosis	1,35	1,58	1,29	1,31	1,36	1,60	1,23	2,39	1,74
Asimetría	0,15	0,04	0,26	0,22	0,21	0,11	0,39	0,42	0,45
Clasificación	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MS	MS	MMS

Tabla 20 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 2 Isla Tranqui

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,04	0,05	0,00	0,03	0,00	0,40	0,09	0,66	0,06
	-1										
Arena MG	phi	2-1 mm	1,69	1,71	1,26	0,91	0,09	2,31	1,51	2,24	1,11
	0										
Arena G	phi	1-0,5 mm	8,60	9,52	8,35	6,20	2,39	6,16	5,66	6,34	8,36
	1										
Arena M	phi	0,5-0,25 mm	26,69	32,73	41,77	34,22	41,7	27,86	30,7	21,4	32,89
	2					5		1	6		
Arena F	phi	0,25-0,125 mm	31,24	27,35	19,46	25,01	31,1	31,90	33,8	36,4	37,54
	3					0		8	2		
Arena MF	phi	0,125-0,062 mm	12,15	5,88	5,57	8,84	8,95	9,06	9,47	12,2	13,20
	4								1		
Fango	phi	< 0,062 mm	19,60	22,78	23,59	24,79	15,7	22,32	18,6	20,6	6,85
	5					3		7	7		

Tabla 21 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 2 Isla Tranqui

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,00	100,08	100,02	100,04	100,02	100,07	100,01	100,05	100,04
Diámetro medio del grano	3,01	3,11	2,94	3,23	2,73	3,15	2,95	3,10	2,60
Grado de selección	1,73	1,88	1,90	1,91	1,37	1,85	1,66	1,78	1,17
Curtosis	1,30	1,27	1,21	1,18	1,74	1,28	1,35	1,34	1,49
Asimetría	0,33	0,42	0,69	0,44	0,40	0,38	0,35	0,33	0,09
Clasificación	MS								

Los resultados del análisis en el sector 3 de Isla Tranqui (Figura 111) muestra el inicio de la transición en el tipo de sustrato ya que al observar la tabla, se aprecia que la fracción de arena media domina este sector con frecuencias que superan el 50% en todas las estaciones a excepción de la estación 6 que presenta un 45,68%. La fracción de arena gruesa se hace más evidente con

frecuencias que van entre los 10% y 30% y de la misma forma la fracción de fango se ve disminuida en este sector (Tabla 22-23).

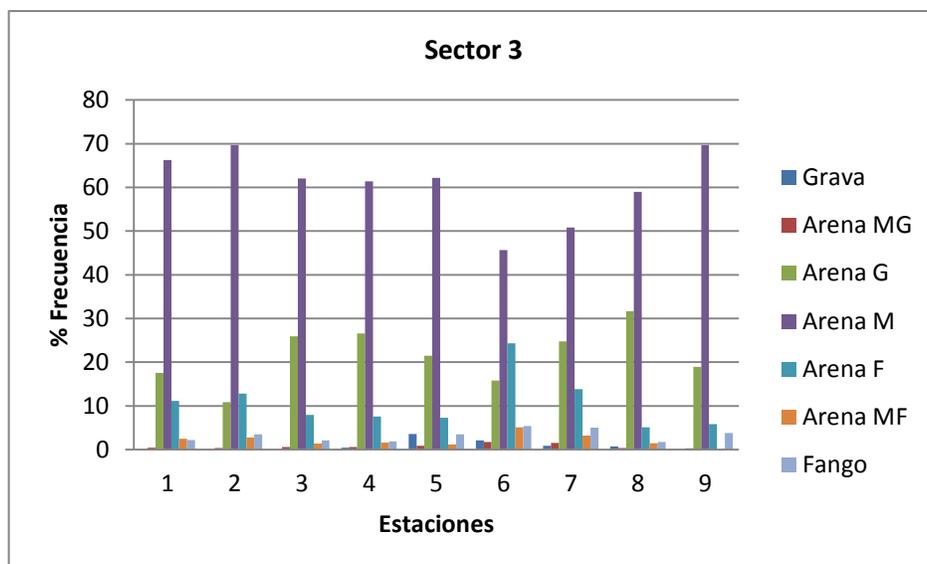


Figura 111 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 3.

Tabla 22 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 3 Isla Tranqui

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,01	0,06	0,00	0,46	3,54	2,08	0,84	0,73	0,01
	-1										
Arena MG	phi	2-1 mm	0,41	0,38	0,56	0,59	0,90	1,75	1,49	0,32	0,29
	0										
Arena G	phi	1-0,5 mm	17,5	10,8	25,9	26,5	21,4	15,78	24,73	31,65	18,93
	1		1	4	2	6	4				
Arena M	phi	0,5-0,25 mm	66,2	69,6	62,0	61,3	62,1	45,68	50,86	58,99	69,69
	2		8	8	2	8	7				
Arena F	phi	0,25-0,125 mm	11,1	12,7	7,96	7,58	7,28	24,28	13,84	5,08	5,82
	3		6	9							
Arena MF	phi	0,125-0,062 mm	2,47	2,74	1,41	1,57	1,18	5,08	3,23	1,48	1,49
	4										
Fango	phi	< 0,062 mm	2,16	3,50	2,13	1,86	3,50	5,35	5,02	1,74	3,75
	5										

Tabla 23 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 3 Isla Tranqui

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,05	100,06	100,01	100,07	100,04	100,07	100,09	100,03	100,07
Diámetro medio del grano	1,56	1,97	1,48	1,47	1,47	1,86	1,73	1,44	1,53
Grado de selección	0,62	0,72	0,64	0,65	0,67	1,06	1,01	0,64	0,71
Curtosis	2,53	3,39	1,04	1,02	1,11	1,35	1,40	0,94	3,32
Asimetría	-0,23	0,41	-0,24	-0,24	-0,25	0,18	0,17	-0,24	-0,14
Clasificación	MODBS	MODS	MODBS	MODBS	MODBS	MS	MS	MODBS	MODS

El sector 4 (Figura 112) tal como ya se indicó presentó un fondo mixto donde fue posible coleccionar muestras sólo en 7 estaciones del total de 9 definidas para cada sector. Los resultados muestran una mayor concentración de sedimento asociado a las fracciones de arena media y arena gruesa. También se pudo coleccionar muestras en algunas estaciones que evidenciaron el sustrato duro, rescatando de la draga sólo piedras y bolones de tamaño medio tal como lo muestra el informe de ensayo de laboratorio (Tabla 24-25).

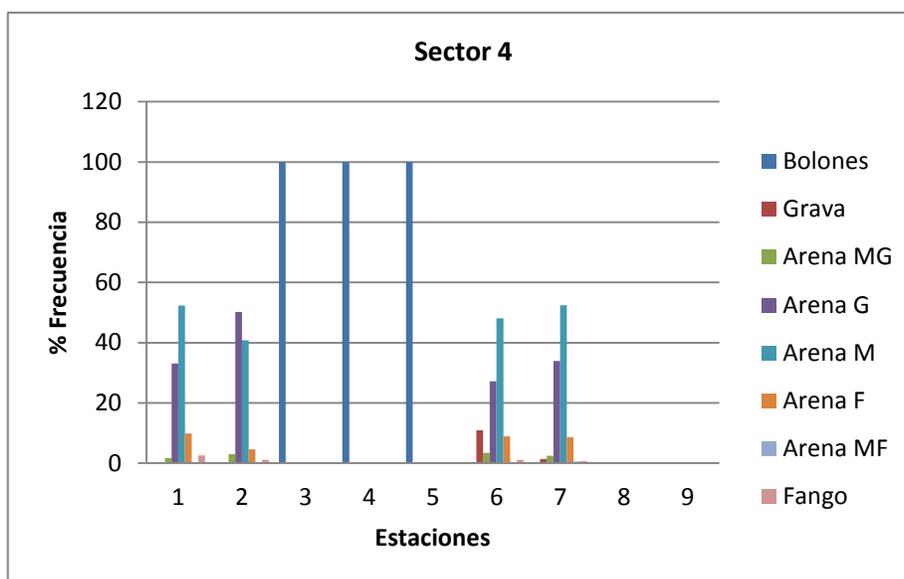


Figura 112 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 4.

Tabla 24 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 4 Isla Tranqui

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,20	0,22	(*)	(*)	(*)	10,92	1,41	S/M	S/M
	-1										
Arena MG	phi	2-1 mm	1,78	2,98	(*)	(*)	(*)	3,45	2,46	S/M	S/M
	0										
Arena G	phi	1-0,5 mm	33,1	50,2	(*)	(*)	(*)	27,21	33,95	S/M	S/M
	1		2	3							
Arena M	phi	0,5-0,25 mm	52,3	40,8	(*)	(*)	(*)	48,13	52,43	S/M	S/M
	2		3	5							
Arena F	phi	0,25-0,125 mm	9,82	4,57	(*)	(*)	(*)	8,93	8,56	S/M	S/M
	3										

Arena MF	phi 4	0,125-0,062 mm	0,15	0,06	(*)	(*)	(*)	0,22	0,53	S/M	S/M
Fango	phi 5	< 0,062 mm	2,58	1,09	(*)	(*)	(*)	1,13	0,66	S/M	S/M

Tabla 25 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 4 Isla Tranqui

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,07	100,01	(*)	(*)	(*)	100,09	100,04	S/M	S/M
Diámetro medio del grano	1,44	1,15	(*)	(*)	(*)	1,35	1,41	S/M	S/M
Grado de selección	0,67	0,62	(*)	(*)	(*)	0,97	0,66	S/M	S/M
Curtosis	0,93	0,80	(*)	(*)	(*)	1,44	0,89	S/M	S/M
Asimetría	-0,21	0,50	(*)	(*)	(*)	-0,45	-0,23	S/M	S/M
Clasificación	MODBS	MODBS	(*)	(*)	(*)	MODS	MODBS	S/M	S/M

Nota: S/M sin muestra

(*) Piedras y Bolones

Finalmente el sector 5 de isla Tranqui sólo presentó sustrato de tipo duro, no pudiéndose extraer ninguna muestra con la draga, similar a lo que muestra el sector costero en el extremo sureste de la isla (Tabla 26)

Tabla 26 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 5 Isla Tranqui

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi -1	4-2 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Arena MG	phi 0	2-1 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Arena G	phi 1	1-0,5 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Arena M	phi 2	0,5-0,25 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Arena F	phi 3	0,25-0,125 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Arena MF	phi 4	0,125-0,062 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Fango	phi 5	< 0,062 mm	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M

Tabla 27 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 5 Isla Tranqui

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Diámetro medio del grano	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Grado de selección	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Curtois	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Asimetría	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M
Clasificación	(*)	(*)	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	(*)	S/M

Nota: S/M Sin Muestra (*) Piedras y Bolones.

➤ *Area de estudio Isla Quehui*

Los resultados en las 9 estaciones para el Sector 6 (Figura 113), muestran sedimentos blandos mayoritariamente asociados a arena fina con frecuencias que varían entre 23,56% y 53,14% y arena media con frecuencias entre 25,49% y 62,63%. El resto de las fracciones sedimentarias no muestran una tendencia significativa (Tabla 28-29).

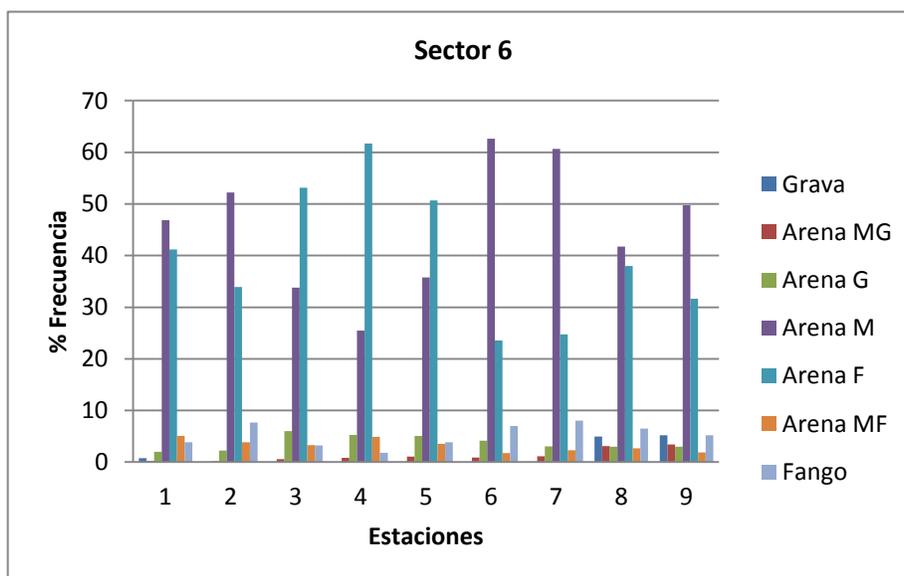


Figura 113 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en sector 6.

Tabla 28 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 6 Isla Quehui

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,78	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,10	4,98	5,18
	-1										
Arena MG	phi	2-1 mm	0,19	0,12	0,56	0,83	1,05	0,89	1,12	3,08	3,41
	0										
Arena G	phi	1-0,5 mm	2,02	2,22	6,01	5,29	5,07	4,18	3,04	3,01	2,98
	1										
Arena M	phi	0,5-0,25 mm	46,8	52,2	33,7	25,4	35,7	62,63	60,65	41,77	49,75
	2		7	1	9	9	5				
Arena F	phi	0,25-0,125	41,2	33,9	53,1	61,6	50,6	23,56	24,75	37,99	31,62
	3	mm	1	1	4	8	8				
Arena MF	phi	0,125-0,062	5,08	3,87	3,31	4,91	3,55	1,72	2,30	2,70	1,87
	4	mm									
Fango	phi	< 0,062 mm	3,85	7,68	3,20	1,80	3,87	7,00	8,04	6,47	5,19
	5										

Tabla 29 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 6 Isla Quehui

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,08	100,03	100,04	100,08	100,06	100,08	100,05	100,00	100,04
Diámetro medio del grano	2,34	2,17	2,37	2,41	2,37	2,09	2,12	2,14	2,09
Grado de selección	0,68	0,91	0,75	0,73	0,76	0,94	0,93	1,15	1,11
Curtois	0,91	1,47	1,11	1,16	1,14	1,73	1,61	1,97	1,97
Asimetría	-0,07	0,63	-0,33	-0,39	-0,29	0,57	0,69	0,24	0,17
Clasificación	MODS	MS	MS						

➤ *Area de estudio Isla Chaulinec*

Los análisis de las muestras de sedimento en los sectores ubicados en Isla Chaulinec dan cuenta de sedimentos blandos. Sólo se aprecia una leve tendencia de sustratos mixtos o duros en el sector 8 aunque no concluyente y de la misma forma, se observa que a medida que se avanza hacia el sureste, la fracción de fango va en aumento. Es así como en el sector 7 de isla Chaulinec (Figura 114), las fracciones predominantes son arena gruesa con frecuencias entre 21,94% y 40,59%: la arena media presentó frecuencias que oscilaron entre 34,54% y 46,72% entre las distintas estaciones y el fango presentó valores entre 4,90% y 13,89% (Tabla 30-31).

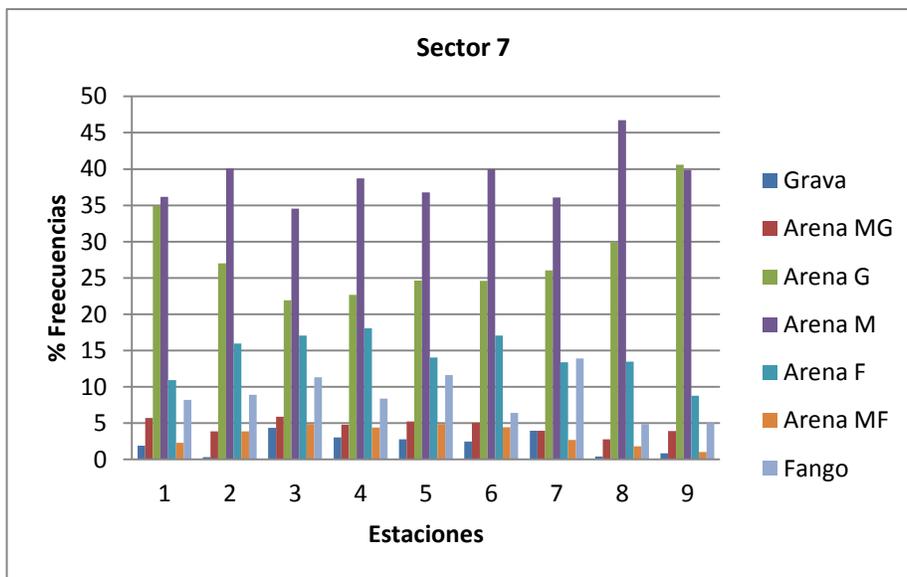


Figura 114 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 7

Tabla 30 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 7 Isla Chaulinec

Fracciones Sedimentarias		Estaciones									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Grava	phi 4-2 mm	1,88	0,32	4,37	3,06	2,78	2,46	3,94	0,39	0,83	
	-1										

Arena MG	phi 0	2-1 mm	5,70	3,86	5,88	4,78	5,25	5,04	3,97	2,79	3,93
Arena G	phi 1	1-0,5 mm	34,8	27,0	21,9	22,6	24,6	24,58	26,05	29,91	40,59
Arena M	phi 2	0,5-0,25 mm	36,1	40,0	34,5	38,6	36,7	40,00	36,09	46,72	39,84
Arena F	phi 3	0,25-0,125 mm	10,9	15,9	17,0	18,0	14,0	17,05	13,39	13,46	8,78
Arena MF	phi 4	0,125-0,062 mm	2,28	3,87	4,90	4,38	4,88	4,44	2,67	1,83	1,03
Fango	phi 5	< 0,062 mm	8,19	8,90	11,3	8,37	11,6	6,43	13,89	4,90	5,00
					0		4				

Tabla 31 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 7 Isla Chaulinec

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,02	100,03	100,07	100,08	100,07	100,04	100,02	100,04	100,01
Diámetro medio del grano	1,65	1,78	1,96	1,78	1,97	1,74	1,98	1,68	1,39
Grado de selección	1,40	1,34	1,73	1,45	1,71	1,32	1,78	1,00	0,87
Curtosis	1,97	1,25	1,44	1,37	1,46	1,23	1,54	1,30	1,27
Asimetría	0,22	0,30	0,28	0,17	0,32	0,13	0,34	0,16	0,02
Clasificación	MS	MODS							

El sector 8 (Figura 115), tal como ya se indicó, presentó tres estaciones con frecuencias superiores a 10% para la fracción grava y de la misma forma la fracción de arena gruesa se hizo presente en dos estaciones con porcentajes por sobre el 15%. La fracción de arena media varió entre 10,44% y 44,75%; la fracción de arena fina presentó porcentajes entre 17,22% y 45,12% y finalmente la fracción de fango mostró frecuencias entre 10,40% y 26,80% entre las estaciones muestreadas (Tablas 32-33).

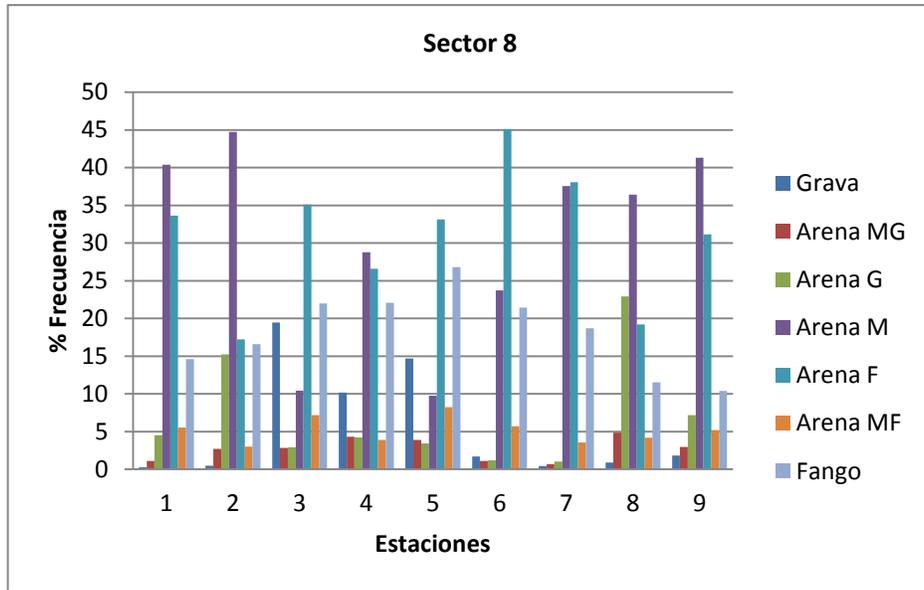


Figura 115 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 8.

Tabla 32 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 8 Isla Chaulinec

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,25	0,45	19,4	10,1	14,7	1,71	0,43	0,87	1,80
	-1				5	6	1				
Arena	phi	2-1 mm	1,09	2,72	2,83	4,29	3,89	1,09	0,67	4,87	2,97
MG	0										
Arena	phi	1-0,5 mm	4,50	15,2	2,93	4,24	3,44	1,19	1,01	22,94	7,18
	G	1		5							
Arena	phi	0,5-0,25 mm	40,4	44,7	10,4	28,7	9,77	23,71	37,57	36,41	41,31
	M	2	0	5	4	7					
Arena	phi	0,25-0,125	33,6	17,2	35,1	26,6	33,1	45,12	38,07	19,21	31,14
	F	3 mm	2	2	3	0	4				
Arena	phi	0,125-0,062	5,53	3,01	7,20	3,87	8,25	5,72	3,54	4,18	5,20
	MF	4 mm									
Fango	phi	< 0,062 mm	14,6	16,6	22,0	22,0	26,8	21,46	18,70	11,52	10,40
	5		0	1	1	7	0				

Tabla 33 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 8 Isla Chaulinec

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,01	100,01	100,03	100,06	100,06	100,07	100,07	100,04	100,06
Diámetro medio del grano	2,67	2,30	2,23	2,76	2,68	3,16	2,95	1,83	2,17
Grado de selección	1,43	1,75	2,82	2,37	2,78	1,66	1,54	1,53	1,21
Curtosis	1,97	2,02	1,23	1,71	1,35	1,32	1,91	1,42	1,92
Asimetría	0,31	0,50	-0,09	0,13	0,00	0,48	0,48	0,23	0,45
Clasificación	MS	MS	MMS	MMS	MMS	MS	MS	MS	MS

El sector 9 finalmente mostró predominancia en tres fracciones correspondientes a arena media con frecuencias entre 22,10% y 48,34%; arena fina que varió entre 20,75% y 35,70% y la fracción de fango presente con valores entre 17,95% y 43,05% (Tabla 34-35).

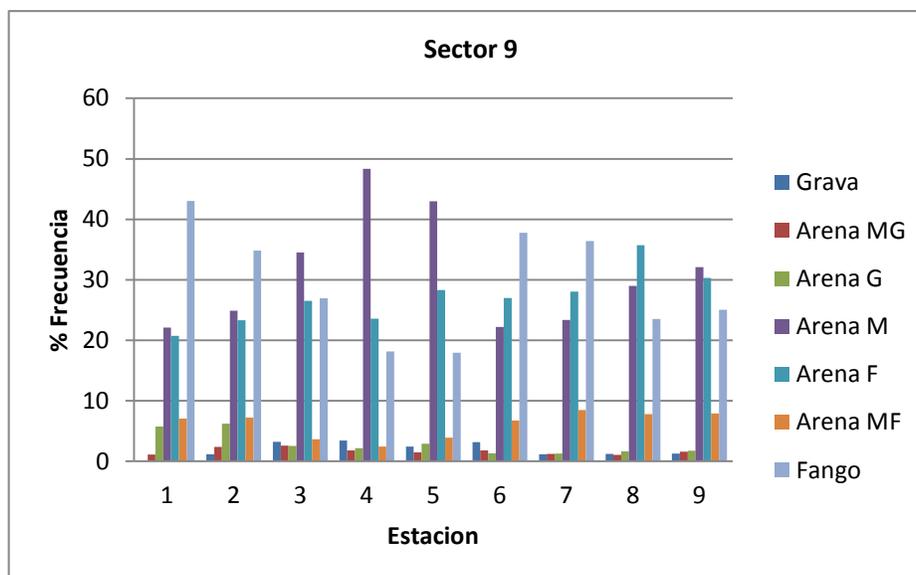


Figura 116 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 9.

Tabla 34 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 9 Isla Chaulinec

Fracciones Sedimentarias		Estaciones									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Grava	phi 4-2 mm	0,12	1,15	3,23	3,44	2,42	3,15	1,16	1,24	1,28	
	-1										
Arena MG	phi 2-1 mm	1,11	2,39	2,62	1,82	1,51	1,79	1,23	1,07	1,59	
	0										
Arena G	phi 1-0,5 mm	5,77	6,22	2,55	2,20	2,90	1,33	1,29	1,66	1,75	
	1										
Arena M	phi 0,5-0,25	22,1	24,8	34,5	48,3	43,0	22,20	23,39	28,98	32,09	
	2 mm	0	7	4	4	0					
Arena F	phi 0,25-0,125	20,7	23,3	26,5	23,6	28,2	26,99	28,06	35,70	30,33	
	3 mm	5	1	0	0	9					
Arena MF	phi 0,125-0,062	7,09	7,23	3,63	2,45	3,92	6,75	8,48	7,82	7,90	
	4 mm										
Fango	phi < 0,062 mm	43,0	34,8	26,9	18,1	17,9	37,79	36,40	23,53	25,06	
	5	5	4	4	5	5					

Tabla 35 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 9 Isla Chaulinec

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,02	100,03	100,08	100,06	100,06	100,02	100,03	100,00	100,01
Diámetro medio del grano	3,90	3,53	3,28	2,66	2,83	3,64	3,63	3,23	3,27
Grado de selección	2,22	2,17	2,13	1,78	1,65	2,20	2,02	1,75	1,80
Curtosis	0,73	0,84	1,20	2,33	2,06	0,83	0,74	1,14	1,07
Asimetría	0,23	0,41	0,37	0,59	0,40	0,40	0,51	0,50	0,51
Clasificación	MMS	MMS	MMS	MS	MS	MMS	MMS	MS	MS

➤ *Area de estudio Península Detif, Isla Lemuy*

En el sector 10 (Figura 117), los resultados de laboratorio dan cuenta de una evidente predominancia de la fracción sedimentaria de fango ya que todas las estaciones presentaron porcentajes que superaron casi el 65% concentrando las mayores frecuencias. Sólo dos estaciones observaron frecuencias sobre el 10% para el sustrato de arena fina y una estación para el sustrato de arena media estuvo por sobre el 15% (Tabla 36-37).

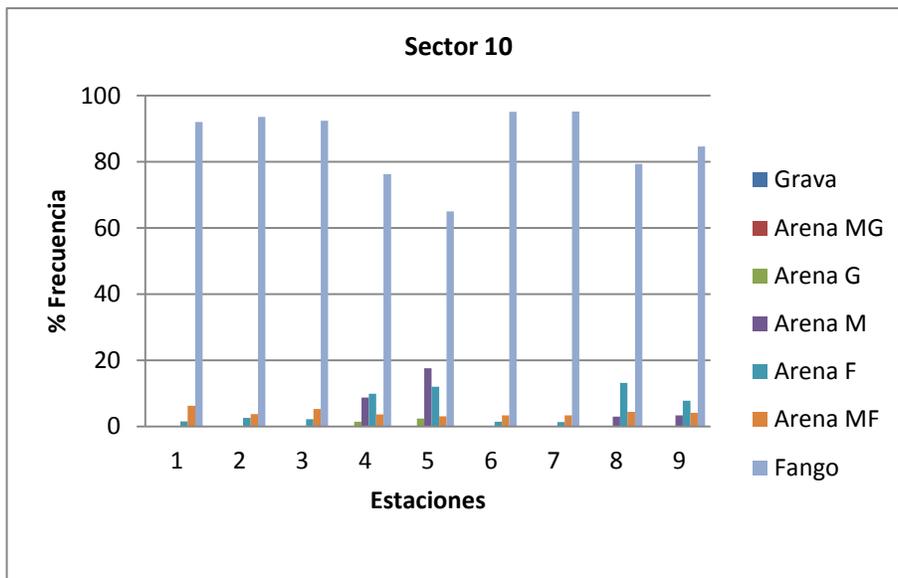


Figura 117 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 10

Tabla 36 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 10 Península Detif, Isla Lemuy

Fracciones Sedimentarias		Estaciones									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Grava	phi 4-2 mm	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-1										
Arena MG	phi 2-1 mm	0,00	0,00	0,00	0,14	0,06	0,00	0,05	0,06	0,00	
	0										
Arena G	phi 1-0,5 mm	0,04	0,00	0,00	1,40	2,41	0,01	0,00	0,10	0,05	
	1										
Arena	phi 0,5-0,25 mm	0,12	0,10	0,09	8,70	17,5	0,15	0,07	2,94	3,35	

M	2						4				
Arena F	phi	0,25-0,125	1,55	2,52	2,21	9,85	11,9	1,38	1,34	13,15	7,79
	3	mm					6				
Arena MF	phi	0,125-0,062	6,25	3,76	5,27	3,61	3,06	3,37	3,35	4,43	4,13
	4	mm									
Fango	phi	< 0,062 mm	92,0	93,6	92,4	76,2	64,9	95,09	95,19	79,30	84,67
	5		5	2	2	9	7				

Tabla 37 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 10 Península Detif, Isla Lemuy

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,05	100,04	100,03	100,00	100,01	100,07	100,06	100,04	100,07
Diámetro medio del grano	5,82	5,86	5,83	5,10	4,60	5,89	5,89	5,22	5,63
Grado de selección	1,35	1,33	1,35	2,01	2,21	1,29	1,29	1,84	1,59
Curtosis	0,76	0,76	0,76	0,94	0,67	0,74	0,74	0,84	0,90
Asimetría	-0,01	-0,02	-0,02	-0,20	-0,14	0,00	0,00	-0,15	-0,09
Clasificación	MS	MS	MS	MMS	MMS	MS	MS	MS	MS

El sector 11 (Figura 118), ubicado hacia el noreste de la península muestra mayor variabilidad en los sedimentos. Es así como para el sustrato de arena media, dos estaciones mostraron frecuencias de 36,98% en la estación 8 y 36,94% en la estación 9. La arena fina presentó frecuencias entre 11,05% y 40,72% en tanto que la fracción de arena muy fina osciló entre 4,28% y 18,26%. Finalmente la fracción de fango presentó frecuencias entre 13,48% y 78,97 entre las distintas estaciones en este sector (Tabla 38-39).

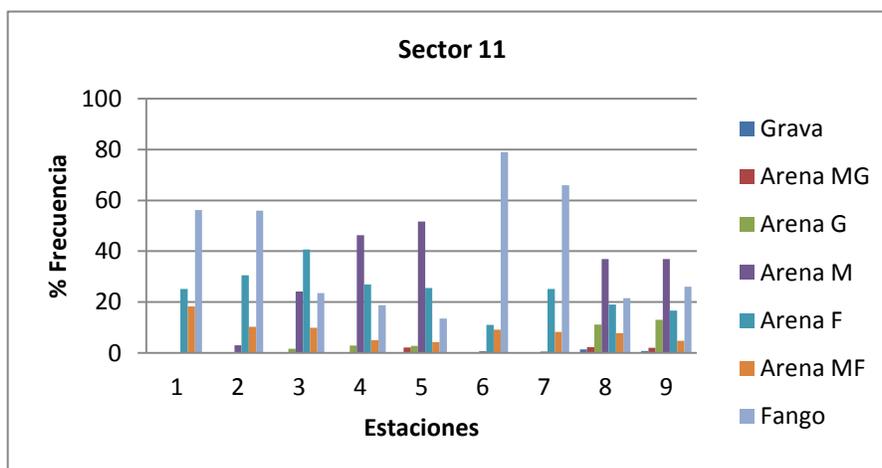


Figura 118 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 11.

Tabla 38 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 11 Península Detif, Isla Lemuy

Fracciones Sedimentarias			Estaciones								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,00	0,04	0,03	0,07	0,1	0,00	0,00	1,42	0,77
	-1					4					
Arena	phi	2-1 mm	0,08	0,05	0,17	0,15	2,0	0,14	0,06	2,22	1,94
	MG	0				8					
Arena	phi	1-0,5 mm	0,10	0,12	1,55	2,83	2,7	0,14	0,05	11,1	13,0
	G	1				7				8	3
Arena	phi	0,5-0,25	0,23	3,05	24,1	46,2	51,	0,58	0,49	36,9	36,9
	M	2 mm			3	9	71			8	4
Arena	phi	0,25-0,125	25,1	30,5	40,7	26,9	25,	11,0	25,1	18,9	16,6
	F	3 mm	6	7	2	1	54	5	9	6	1
Arena	phi	0,125-	18,2	10,1	9,83	4,98	4,2	9,12	8,24	7,76	4,70
	MF	4 0,062 mm	6	9			8				
Fango	phi	< 0,062	56,1	55,9	23,5	18,7	13,	78,9	65,9	21,4	26,0
	5	mm	7	9	8	8	48	7	7	8	2

Tabla 39 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 11 Península Detif, Isla Lemuy

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	1	1	6	7	3	2	3	2	9
Diámetro medio del grano	4,70	4,65	3,29	2,90	2,41	5,45	4,93	2,83	3,00
Grado de selección	1,78	1,82	1,72	1,56	1,28	1,64	1,84	1,86	2,02
Curtois	0,64	0,63	1,18	1,79	1,77	0,82	0,60	1,26	1,08
Asimetría	0,23	0,21	0,50	0,53	0,75	-0,05	0,02	0,65	0,68
Clasificación	MS	MMS							

➤ Área de estudio Isla Añihue

El sector 12 ubicado en la Isla Añihue, tal como se observa en la Figura 119 muestra las mayores frecuencias en sustratos blandos distribuidos principalmente entre las arenas finas y el fango. Es así como las arena finas muestran porcentajes que varían entre 11,11% y 39,63%; las arenas muy finas oscilaron entre 6,76% y 20,74% en las distintas estaciones de muestreo y por último la fracción de fango presentó porcentajes que variaron entre 42,50% y 81,76% siendo esta última fracción sedimentaria la dominante en este sector (Tabla 40-41).

Los informes de ensayo y certificados de laboratorio se adjuntan en Anexo H de este informe.

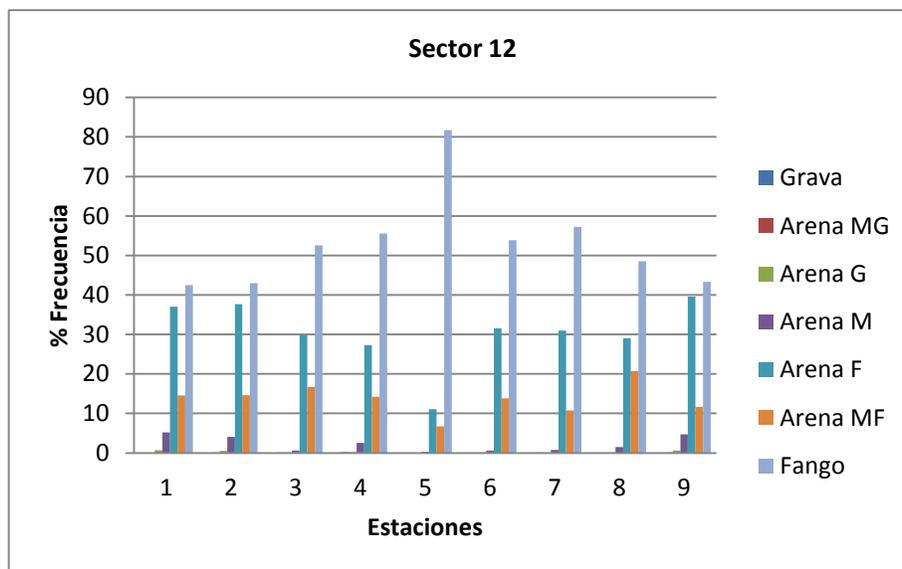


Figura 119 Histograma de frecuencia de tipo de grano en las 9 estaciones realizadas en el sector 12.

Tabla 40 Análisis Granulométrico del sedimento (%) Sector 12 Isla Añihue

			Estaciones								
Fracciones Sedimentarias			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grava	phi	4-2 mm	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		-1									

Arena MG	phi 0	2-1 mm	0,05	0,11	0,12	0,22	0,06	0,08	0,11	0,06	0,09
Arena G	phi 1	1-0,5 mm	0,69	0,57	0,15	0,22	0,05	0,11	0,16	0,17	0,58
Arena M	phi 2	0,5-0,25 mm	5,19	4,06	0,61	2,53	0,27	0,61	0,78	1,47	4,73
Arena F	phi 3	0,25-0,125 mm	37,0	37,6	29,8	27,2	11,1	31,54	30,99	29,04	39,63
Arena MF	phi 4	0,125-0,062 mm	14,5	14,5	16,7	14,2	6,76	13,81	10,75	20,74	11,64
Fango	phi 5	< 0,062 mm	42,5	42,9	52,5	55,5	81,7	53,86	57,21	48,52	43,33
			0	7	7	4	6				

Tabla 41 Análisis Estadístico de Granulometría Sector 12 Isla Añihue

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso total de la submuestra (g)	100,08	100,07	100,06	100,06	100,02	100,05	100,07	100,06	100,07
Diámetro medio del grano	4,28	4,29	4,57	4,65	5,53	4,60	4,70	4,45	4,28
Grado de selección	1,82	1,73	1,78	1,81	1,62	1,79	1,81	1,75	1,82
Curtois	0,80	0,71	0,65	0,64	0,85	0,64	0,62	0,68	0,77
Asimetría	0,39	0,46	0,32	0,23	-0,07	0,28	0,19	0,41	0,41
Clasificación	MS								

6.8.1. Comentarios Finales sobre resultados de Sedimentos

En general la distribución de sedimento para todos los sectores no reflejó una gran variabilidad dentro de la zona, predominando generalmente arenas medias, finas, muy finas y fango. Con la excepción del sector 4 y sector 5, donde el primero presenta un carácter mixto, con sedimento blando hacia el sur y sedimento duro hacia el norte, mientras que el sector 5 en su totalidad presentó sedimento duro.

Esto podría indicar que estos 2 sectores serían lo que presentan una mayor cantidad de energía, debido probablemente al grado de exposición a los vientos, la configuración de costa, la batimetría y las mareas. Estos rasgos de sedimento duro también

podieron ser observados en la prospección costera, donde el bolón y la grava predominaron.

Cartas sedimentológicas para cada sector se incluyen en el Anexo I, mientras que toda la información levantada está incluida en el Anexo J en formato de shape y gestionado a través de una DataBase.

7. CATEGORIA SEGÚN NORMATIVA DE LOS SECTORES 1 AL 12

La Resolución (SUBPESCA) N° 3612 del año 2009, actualmente vigente como Resolución acompañante del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) D.S. N° 320/2001, define en su párrafo II, numeral 5 las categorías en las que se clasifican los centros de cultivo. Los cultivos intensivos que corresponden a aquellos centros dedicados a la engorda de especies salmónidos pueden ser clasificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) En categoría 0, cuando se trate de producciones máximas anuales proyectadas iguales o inferiores a 50 toneladas, siempre que se encuentren en sitios con sustrato duro o semiduro o profundidades superiores a 60 metros.*
- b) En categoría 2, cuando se trate de producciones máximas anuales proyectadas iguales o inferiores a 50 toneladas, siempre que se encuentren en sitios con sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros.*
- c) En categoría 3, cuando se trate de centros ubicados en ambientes marinos, cuyas producciones máximas anuales proyectadas sean superiores a 50 toneladas,*

siempre que se encuentren en sitios con sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros.

d) En categoría 4, cuando se trate de centros cuyas producciones máximas anuales proyectadas sean superiores a 50 toneladas, siempre que se encuentren en sitios con sustrato duro o semiduro y profundidades iguales o inferiores a 60 metros.

e) En categoría 5, cuando se trate de producciones máximas anuales proyectadas superiores a 650 toneladas, siempre que se encuentren en sitios con profundidades superiores a 60 metros.

Habida consideración de que no aplica para efectos del presente proyecto centros en categoría 6 y 7 y conforme a los resultados de los levantamientos batimétricos y de las características sedimentológicas de cada sector se tiene que:

- ✚ El sector 1 de isla Tranqui, de una superficie de 15 Hás presentó profundidades que varían entre 50 y 110 metros de profundidad. Las características sedimentológicas de esta concesión evidencian un sustrato de tipo blando por lo que la concesión cumple con los requisitos para ser clasificada en categoría 3 y 5, ya que aproximadamente un 10% de la concesión presenta profundidades menores a 60 metros.

- ✚ Respecto del sector 2 de isla Tranqui, los resultados del levantamiento batimétrico de esta concesión, también de 15 Hás de superficie, muestra profundidades entre 90 y 100 metros y de la misma forma hay presencia de sedimento blando asociado a arenas de distintos granos y fango, por lo que esta concesión cumple con los requisitos para ser clasificada en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.
- ✚ El sector 3 en isla Tranqui, también de 15 Hás de superficie, muestra profundidades entre 46 y 100 metros aproximadamente y de la misma forma hay presencia de sedimento blando asociado a arenas de distintos granos, por lo que esta concesión cumple con los requisitos para ser clasificada en categorías 3 y 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.
- ✚ Respecto del sector 4 de isla Tranqui, los resultados del levantamiento batimétrico de esta concesión, también de 15 Hás de superficie, muestra profundidades entre 59 y 150 metros. El sector 4 mostró presencia de sedimento mixto, compuesto por arenas medias y gruesas en 4 estaciones. En 3 estaciones la draga colectó piedras y bolones de distintos tamaños y en las restantes 2 estaciones no se obtuvo muestra. A pesar de encontrarse en el límite de la categoría, esta

concesión cumple con los requisitos para ser clasificada en categorías 3, 4 y 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

✚ Respecto del sector 5 en isla Tranqui, los resultados del levantamiento batimétrico de esta concesión, también de 15 Hás de superficie, muestra profundidades entre 58 y 100 metros aproximadamente. En este sector no fue posible colectar muestra en ninguna estación por presentar fondo duro, en consecuencia esta concesión cumple con los requisitos para ser clasificada en categorías 4 y 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

✚ Para el sector 6 en isla Quehui, concesión de 15 Hás, la batimetría muestra profundidades entre 78 y 154 metros aproximadamente. Las características sedimentológicas muestran predominancia de sustratos blandos (arena fina y arena media), por lo que esta concesión cumple con los requisitos para ser clasificada en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

✚ El sector 7 ubicado en isla Chaulinec presenta profundidades entre 85 y 133 metros aproximadamente. El sustrato presenta bastante variabilidad ya que se mueve entre arenas gruesas y porcentajes cercanos al 10% de fango, por lo que esta concesión de 15 Hás de superficie cumple los requisitos para

ser clasificada en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

- ✚ El sector 8 en Isla Chaulinec presentó profundidades entre 90 y 155 metros aproximadamente acotadas a las 15 Hás de superficie. El sedimento se caracterizó por mostrar predominancia de arenas medias y arenas finas y en todas las estaciones porcentajes de fango por sobre el 10%. En función de las profundidades, este sector cumple los requisitos para clasificar en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.
- ✚ El sector 9 de isla Chaulinec, presentó profundidades entre 85 y 127 metros aproximadamente, acotados al polígono de 15 Hás de superficie. Los sedimentos se caracterizaron por mostrar sedimento blando constituido por arenas medias, arenas finas y porcentajes de fango mayores que los otros dos sectores ubicados en esta isla. En consecuencia, el sector 9 de isla Chaulinec cumple los requisitos para clasificar en categoría 5, en función de sus profundidades.
- ✚ El sector 10 ubicado en península Detif, isla Lemuy muestra profundidades entre 108 y 117 metros aproximadamente en el polígono de 15 Hás de superficie. El sedimento se caracterizó por presentar una clara dominancia de sustrato asociado a fango. Este sector cumple con los requisitos para ser

clasificada en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

✚ El sector 11 ubicado en península Detif, isla Lemuy muestra profundidades entre 78 y 122 metros aproximadamente en el polígono de 15 Hás de superficie. El sedimento se caracterizó por presentar mayor variabilidad que el sector 10, distribuyéndose la fracción sedimentaria entre arenas y fango. Este sector cumple con los requisitos para ser clasificada también en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

✚ El sector 12 ubicado en isla Añihue muestra profundidades entre 116 y 122 metros aproximadamente en el polígono de 15 Hás de superficie. El sedimento se caracterizó también por presentar variabilidad con los mayores porcentajes concentrados entre las arenas finas y muy finas y fango. Este sector cumple con los requisitos para ser clasificada en categoría 5 de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

8 CONCLUSIONES

Teniendo presente que el objetivo principal del proyecto es la caracterización de nuevos lugares para desarrollo de actividades de acuicultura, es posible concluir que en lo que se refiere a las características hidrográficas de cada uno de los sectores, los levantamientos batimétricos sugieren que todos los sitios presentan buenas profundidades para desarrollar esta actividad. La menor profundidad registrada y acotada solamente al área de 15 Hás de cada concesión fue de 50 metros en el sector 5 de Isla Tranqui y la mayor profundidad registrada se presentó en el polígono del sector 8 en Isla Chaulinec con 155 metros. Lo anterior es favorable si se tiene en cuenta la actual tendencia de instalar centros de cultivo de salmones en profundidades cercanas a los 100 metros o más.

En cuanto al bajo fondo de los sectores en estudio, el resultado de los muestreos y análisis de sedimentos recolectados en cada uno, es consistente con lo que señala la bibliografía. En todos los sitios a excepción de los sectores 4 y 5 de Isla Tranqui, que presentaron fondos semiduros y duros, los sedimentos de los sectores restantes se caracterizaron por estar asociados a arenas y fango.

Por otra parte los trabajos de prospección biológica en la franja costera, distante de la concesión, no muestran bancos naturales. Según lo observado por las grabaciones realizadas por la cámara de inmersión y el sonar de barrido lateral, aun cuando no es posible aplicar la metodología para establecer bancos naturales ni el Índice Ponderado de Banco Natural de Recursos Hidrobiológicos Bentónicos (IPBAN), la evidencia empírica expone un sistema bentónico que tiende a ser pobre en términos de biodiversidad

específica en todos los sectores, destacando solo el Sector 12, donde se logró identificar un número mayor de especies comparados con los demás, pero a su vez la abundancia de individuos contabilizados por especie en el área, fue bajo.

El fondo marino es muy homogéneo en todos los sectores, destacando principalmente el fondo blando y bolones. Se puede tomar esto como un factor que influye en la poca biodiversidad de especies, así como en la abundancia, ya que existen estudios que indican que las características del sedimento regulan la abundancia de la macrofauna bentónica y por lo tanto la ausencia de bancos naturales en las zonas analizadas.

Conociendo el tipo de fondo y las profundidades de cada sector se han clasificado las futuras concesiones en función de la normativa actualmente vigente, Resolución (SUBPESCA) N° 3612 del año 2009. Es así como sólo tres de los doce sectores cumple con requisitos para ser clasificados en categoría 3, combinado con la categoría 5. Dos sectores presentan fondo de tipo semi duro o duro y pueden ser clasificados en categoría 4, además de la categoría 5, la que está presente en los 12 sectores estudiados.

En general las mediciones realizadas en la columna de agua sugieren la presencia de estructuras verticales de 2 capas en temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, con valores que se ajustan a la literatura. Esto determina la presencia de termoclinas cercana los 20 metros de profundidad, con máximos de 12°C y mínimos de 10°C en casi todos los sectores, mientras que la salinidad presenta un gradiente vertical entre los 25 metros que

divide la columna en una capa somera menos salina ($\sim 30\text{‰}$), y una profunda de mayor salinidad ($\sim 32\text{‰}$). El desarrollo de oxiclinalas también quedó a manifiesto en los resultados de oxígeno disuelto, estando ésta mayormente presente a los 20 metros de profundidad, separando la capa superficial con concentraciones típicas de 10 a 12 mg l^{-1} , de una capa profunda que no bajó de los 6 mg l^{-1} en el fondo, por lo que el área de estudio no presentó zonas de anoxia.

Las transectas transversales reflejaron una tendencia a aumentar la temperatura superficial hacia la costa, sin embargo esto no se cumplió siempre, aunque tampoco se presentó el caso inverso. Mientras que la salinidad y el oxígeno disuelto no evidenciaron algún tipo de tendencia en función de la distancia de la costa, conservando generalmente sus estructuras verticales de manera transversal.

A su vez también se realizaron medición in situ de magnitud y dirección del viento, estimación de altura de ola y temperatura ambiental al momento de los muestreos. En general las condiciones climáticas fueron buenas, con vientos máximos moderados y altura de olas menores a 0.5 metros. El viento norte estuvo presente en todos los muestreos, mientras que la temperatura ambiental bordeó los 12 °C en las mañanas y alcanzó máximas de 19 °S en las tardes. Esta información se adjunta como Tabla Excel en el anexo F junto con los archivos hexagesimales y los archivos procesado en formato ASCII de CTD.

Finalmente y basado en lo observado durante los trabajos de terreno de los 12 sectores estudiados, los sectores 2 a 5 ubicados en la costa norte de Isla Tranqui muestran condiciones particularmente adversas ante la presencia de frentes de mal tiempo. Los sectores aludidos quedan totalmente expuestos a las condiciones de viento norte y oleaje que se genera en el Golfo Corcovado, dificultando en forma importante su eventual operación.

Los sectores ubicados en isla Quehui, isla Chaulinec e isla Añihue presentarían características que sugieren menos exposición a condiciones extremas, tienen además buenas profundidades, lo que haría atractivo desde el punto de vista productivo la instalación de centros de cultivo en estos sectores. Sin perjuicio de lo anterior, resulta claro que previo a la instalación de nuevos centros de cultivo, los sectores deben someterse a nuevos estudios con series de medición de largo plazo, en particular para reunir información sobre vientos, corrientes y olas.

9 RELACIÓN DEL PERSONAL Y HORAS OCUPADAS

PARTICIPANTE	CARGO/ACTIVIDAD	H/H totales	H/H Ocupadas
Jorge Aldayuz R.	Jefe Proyecto	150	150
Luis Briones P.	Jefe Partida Terreno	260	260
Luis Menay R.	Multihaz y SideScan Sonar	260	260
Miguel Moreno B.	Biólogo Marino en Terreno	260	260

<i>Cristian Ruiz</i>	<i>Oceanógrafo</i>	<i>180</i>	<i>180</i>
<i>Matías Alday</i>	<i>Ayudante Procesamiento</i>	<i>220</i>	<i>220</i>
<i>Carolina Avalos</i>	<i>ARCGIS</i>	<i>140</i>	<i>140</i>
<i>Claudia Andrade B.</i>	<i>Dibujante CAD</i>	<i>120</i>	<i>120</i>
<i>Banesa Vargas</i>	<i>Biólogo (Análisis)</i>	<i>70</i>	<i>70</i>
	<i>Total H/H</i>	<i>1660</i>	<i>1660</i>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corrientes, viento, oleaje y mareas.

Letelier J., L. Soto-Mardones., S. Salinas., P. Osuna., D. López., H. Sepúlveda., E. Pinilla., C. Rodrigo. 2011, Variabilidad del viento, oleaje y corrientes en la región norte de los fiordos Patagónicos de Chile. *Rev. biol. mar. oceanogr.* [online]. vol.46, n.3 [citado 2012-11-21], pp. 363-377.

Castillo, M. & C. Valenzuela. 2006. Régimen de circulación en canales y fiordos australes. *Cienc. Tecnol. Mar*, pp. 59-62.

Columna de agua: Temperatura, Salinidad y Oxígeno Disuelto y Masas de agua.

Silva, N., C. Calvete & H. A. 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.

Carrasco. C & N .Silva. 2010. Comparación de las Características Oceanográficas Físicas y Químicas Presentes en la Zona De Puerto Montt a la Boca del Guafo entre el invierno y la Primavera de 2004 y entre las primaveras de 1995 Y 2004. *Cienc. Tecnol. Mar*, 33 (2): 17.

Hellmuth A. Sievers & N. Silva. 2006. Masas de agua y circulación en los canales y fiordos australes. En: *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. pp. 53-58.

Sedimentología

Silva, N. 2006. Características físicas y químicas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: *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. pp. 69-75.

Pineda M., Verónica. 2009. Granulometría y geoquímica de los sedimentos marinos en el área comprendida entre el seno reloncaví y golfo corcovado, Chile. (Crucero CIMAR 10 fiordos) *cienc. tecnol. mar*, vol. 32, núm. 1, pp. 27-47

Bancos Naturales

Fernández, M., Jaramillo., E, Marquet., P, Moreno., C, Navarrete., S, Ojeda., P, Valdovinos., C, & Vásquez., J. 2000. Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation. *Rev. chil. hist. nat.*, vol.73, n.4, pp. 797-830.

Lancellotti., D & J. Vásquez. 2000. Zoogeografía de macro invertebrados bentónicos de la costa de Chile: Contribución para la conservación marina. *Rev. chil. hist. nat.* vol.73, n.1, pp. 99-129.

Batimetría y topografía submarina

Rodrigo, C. 1996. Morfología submarina de canales y fiordos: principales morrenas y umbrales. Resultados Crucero CIMAR-Fiordo 1, Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso. Resúmenes Ampliados, pp. 11-14.

Microzonificación

Derrotero de la Costa de Chile desde Canal Chacao hasta Golfo de Penas. Publicación SHOA 3002, Volumen II, Octava Edición - 2012.