



FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA

# ESTUDIO DE EMPLAZAMIENTO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE SITIOS COMO ÁREAS APROPIADAS PARA EL EJERCICIO DE LA ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA EN LA VI REGIÓN DE O'HIGGINS FIPA N° 2017-19

INFORME FINAL



Septiembre 2020





# Estudio de emplazamiento y levantamiento topográfico de sitios como Áreas Apropriadas para el ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala en la VI Región de O'Higgins

FIPA N° 2017-19

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA

Informe Final

SBP0012

FECHA: 14 09 2020

WSP

Av. Juan Soler Manfredini 11, Of. 1501 – Puerto Montt.

TELÉFONO: +56 65 277 3000

wsp.com





14 de septiembre de 2020

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA (FIPA)  
CALLE BELLAVISTA 168, PISO 16,  
OFICINA DE PARTES Y ARCHIVO  
VALPARAÍSO

Señor

Luis Carroza

Presidente Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura

Junto con saludar, remito a usted Informe Final y sus anexos, correspondientes al proyecto FIPA N° 2017-19, "Estudio de emplazamiento y levantamiento topográfico de sitios como Áreas Apropriadas para el ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala en la VI Región de O'Higgins".

De acuerdo a las instrucciones FIPA, ante crisis sanitaria se envía el 100 % de la información en formato digital.

Adicionalmente, adjuntamos a esta carta, respuestas a las observaciones efectuadas al Pre-Informe Final Corregido, de acuerdo a los informes de calificación técnica realizada por el FIPA y por Subsecretaría de Pesca

Sin otro particular, le saluda atentamente,

Luis Albornoz

Jefe de Proyecto

LA/pp/vm

[wsp.com](http://wsp.com)

Código: SBP0012  
Rev: 00

Página 5 de 338  
septiembre 2020



# Control de Cambios

	Primera edición	Revisión 1	Revisión 2	Revisión 3
Elaborado por	Valentina Méndez	Valentina Méndez		
Fecha	02/04/2020	10/09/2020		
Revisado por	Luis Albornoz	Luis Albornoz		
Fecha	02/04/2020	11/09/2020		
Aprobado por	Patricia Pröschle	Patricia Pröschle		
Fecha	03/04/2020	14/09/2020		



Este reporte fue realizado por WSP para proyecto de FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA, de acuerdo con el contrato de servicios profesionales. La divulgación de cualquier información contenida en este informe es responsabilidad exclusiva del destinatario. Este material, forma parte del mejor criterio de WSP en relación a la información disponible en el momento de la preparación. Cualquier uso que haga un tercero de este informe, o cualquier dependencia o decisiones que se tomen con base en él, son responsabilidad de tales terceros. WSP no se hace responsable de los daños, si los hubiere, sufridos por terceros como resultado de decisiones tomadas o acciones basadas en este informe. Esta declaración de limitaciones se considera parte de este informe.

El documento original de base tecnológica enviado aquí, ha sido autenticado y será conservado por WSP por un mínimo de diez años. Dado que el archivo transmitido está fuera del control de WSP y su integridad ya no puede garantizarse, no se puede dar ninguna garantía con respecto a cualquier modificación hecha a este documento.



# Equipo de Proyecto

## CLIENTE

Mandante	Luis Carroza
Contraparte Técnica	David Escobar

## WSP

Cargo	Nombre	Participación
Director de Proyecto	Luis Albornoz	Conducción del desarrollo de los objetivos generales y específicos
Gerente	Patricia Pröschle	Líder gestión y contacto con organismo mandante.
Coordinador	Sixto Gutiérrez	Revisiones informes por objetivo
Consultor	Carlos Contreras	Desarrollo objetivo 4, 5 y 6
Consultor	Carlos Saldías	Desarrollo objetivo 4, 5, 6, 7 y 8
Consultor	Christopher Sepúlveda	Desarrollo objetivo 8
Consultor	Cristián Manque	Desarrollo objetivo 4, 5, 6 y 8
Consultor	Diego Alvarado	Desarrollo objetivo 1, 3, 4, 5 y 6
Consultor	Ignacio Lobos	Desarrollo objetivo 8
Consultor	Javiera Pizarro	Desarrollo objetivo 4, 5, 6 y 7
Consultor	Leonardo Palacios	Desarrollo objetivo 4
Consultor	Natalia Arriagada	Desarrollo objetivo 4, 5 y 6
Consultor	María Elizabeth González	Desarrollo objetivo 8
Consultor	Manuel Miranda	Desarrollo objetivo 8
Consultor	Sofía Lecaros	Desarrollo objetivo 1, 2, 3, y 7
Consultor	Valentina Mendez	Desarrollo objetivo 3, 4, 5, 6 y 7

Levantamiento de información y  
Aerofotogrametría

Digimapas Chile Ltda

Prospección de Banco Natural

Brimar





## Resumen Ejecutivo

La acuicultura constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, particularmente respecto a la diversificación del sector pesquero artesanal debido a las importantes bajas en los niveles de captura. Resulta relevante entonces, que las solicitudes que se encuentran en algún nivel de tramitación para el desarrollo de acuicultura de pequeña escala logren obtener sus permisos, para ello es necesario gestionar los apoyos y coordinaciones necesarias que les permitan cumplir pertinentemente con los requerimientos establecidos en la normativa vigente, particularmente del Reglamento de Concesiones de Acuicultura (D.S. MINECON N°290 de 1993) y sus modificaciones, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (D.S. MINECON N°320 de 2001) y sus modificaciones, y del Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental (D.S. MINSEGPRES N°95 de 2001) y sus modificaciones. Asimismo, es relevante para una mejor gestión estatal lograr la obtención de datos ambientales de mayor cobertura y resolución, a fin de establecer, de la mejor forma posible, las condiciones ambientales de base al inicio de la operación de una concesión para el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala.

El Estado ha tratado de impulsar la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) y una de las iniciativas es el Estatuto de la Acuicultura de Pequeña Escala, el cual permitirá que personas naturales, empresas individuales de responsabilidad limitada, personas jurídicas y organizaciones de pescadores artesanales puedan optar a sitios asignados para desarrollar actividades de acuicultura de pequeña escala.

El presente proyecto tiene por objetivo principal identificar y prospeccionar en la VI Región de O'Higgins un total de 8 sitios, seleccionados en consenso con las Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, los que serán asignados como áreas apropiadas para el ejercicio de la acuicultura de pequeña escala. De esta forma, en el proyecto se llevaron a cabo los estudios ambientales necesarios para caracterizar en forma completa las áreas en que se desarrollaran las futuras actividades de acuicultura.

De los sitios seleccionados, cinco de ellos se ubicaron en zonas estuarinas y tres en zonas marinas, presentando todos ellos una superficie menor a 10 hectáreas y profundidades inferiores a 15 metros. Como resultado de la caracterización ambiental llevada a cabo de acuerdo a la Res. Ex N°3612 y sus modificaciones, se obtuvo que seis sitios presentaron



condición aeróbica de acuerdo a los límites de aceptabilidad establecidos en la normativa. El resto presentó porcentajes de materia orgánica superiores al límite (i.e.  $\leq 9\%$ ). Por lo que, se encontraban en condición anaeróbica, aunque los valores de oxígeno disuelto a 1 metro del fondo, así como los valores de pH y potencial Redox se encontraban dentro de los límites aceptables establecidos.

En la prospección y análisis de especies hidrobiológicas llevada a cabo en los sitios seleccionados según metodología establecida en Resolución Exenta N° 2.353 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura no se registró la presencia de banco natural en ningún sitio propuesto para su evaluación.

En primera instancia, se determinaron potenciales especies para desarrollo de cultivos a pequeña escala de acuerdo a las preferencias de los titulares de las respectivas zonas prospectadas, con el objetivo de considerar a las bases sociales involucradas para su desarrollo integrado. Sin embargo, a raíz de los resultados obtenidos, se reevaluó la factibilidad de cultivar las especies propuestas por los titulares, con esto cinco de los sitios presentaban las características apropiadas para desarrollar el cultivo deseado, el resto sufrió modificaciones, tanto de las especies como de los sistemas de cultivo, ya que las condiciones ambientales no eran las apropiadas para llevar a cabo el cultivo que ellos deseaban.

Las especies propuestas corresponden a choritos y ostras, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas. Estos recursos cuentan con un mercado reconocido, buenos precios y con proyecciones favorables, por lo que fueron privilegiados por sobre otras como por ejemplo el pelillo, que presenta en el mercado un menor valor de venta y menos utilidades.

Si bien la acuicultura a pequeña escala constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, ya que posibilitan la diversificación del sector pesquero artesanal, los niveles de producción máxima estimada para los sitios seleccionados no son grandes volúmenes, por lo que, para mejorar la rentabilidad, la APE debe integrarse a la caleta y a las actividades turísticas y gastronómicas que se puedan desarrollar en ella, para lograr con esto un mejor aprovechamiento de los recursos presentes en el área.



## Executive Summary

Aquaculture constitutes a real productive opportunity for coastal and riparian communities, particularly with regard to the diversification of the artisanal fishing sector due to the significant drops in catch levels. It is relevant then, that the applications that are in some level of processing for the development of small-scale aquaculture obtain their permits, for this it is necessary to manage the necessary supports and coordination that allow them to comply pertinently with the requirements established in the regulations. in force, particularly the Regulation of Aquaculture Concessions (DS MINECON N°290 of 1993) and its modifications, Environmental Regulation for Aquaculture (DS MINECON N°320 of 2001) and its modifications, and of the Regulation of the Environmental Impact Assessment System (DS MINSEGPRES N°95 of 2001) and its modifications. Likewise, it is relevant for a better state management to obtain the obtaining of environmental data of greater coverage and resolution, in order to establish, in the best possible way, the basic environmental conditions at the beginning of the operation of a concession for the development of the small-scale aquaculture.

The government has tried to promote small-scale aquaculture (APE) and one of the initiatives is the Statute of Small-scale Aquaculture which will allow natural persons, individual companies of limited liability, legal entities and organizations of artisanal fishermen to opt to sites assigned to develop small-scale aquaculture activities.

The main objective of this project is to identify and prospect in the VI O'Higgins Region a total of 8 sites, selected in consensus with the Undersecretary of Fisheries and Aquaculture, which will be assigned as appropriate areas for the exercise of small-scale aquaculture. scale. In this way, the project carried out the necessary environmental studies to fully characterize the areas in which future aquaculture activities will take place.

Of the selected sites, five of them were in estuarine areas and three in marine areas, all of them presenting an area of less than 10 hectares and depths of less than 15 meters. As a result of the environmental characterization carried out in accordance with Res. Ex No. 3,612 and its modifications, it was obtained that six sites presented aerobic condition in accordance with the limits of acceptability established in the regulations. The rest presented percentages of organic matter higher than the established limit (i.e.  $\leq 9\%$ ). Therefore, they were in an anaerobic condition, although the dissolved oxygen values at 1



meter from the bottom, as well as the pH and Redox potential values were within the established acceptable limits.

In the prospecting and analysis of hydrobiological species carried out in the selected sites according to the methodology established in Exempt Resolution No. 2,353 of the Undersecretariat of Fisheries and Aquaculture, the presence of a natural bank was not recorded at any site proposed for evaluation.

In the first instance, potential species for small-scale crop development were determined according to the preferences of the owners of the respective prospective areas, with the aim of considering the social bases involved for their integrated development. However, as a result of the results obtained, the feasibility of cultivating the species proposed by the holders was re-evaluated, with this five of the sites presented the appropriate characteristics to develop the desired culture, the rest underwent modifications, both of the species and of the cultivation systems, since the environmental conditions were not appropriate to carry out the cultivation that they wanted.

The proposed species correspond to mussels and oysters, favoring aquaculture of crops of native species. These resources have a recognized market, good prices and favorable projections, which is why they were privileged over others, such as Gracilaria seaweed, which has a lower sale value and less profit on the market.

Although small-scale aquaculture constitutes a real productive opportunity for coastal and riparian communities, since they allow diversification of the artisanal fishing sector, the estimated maximum production levels for the selected sites are not large volumes, therefore, to improve the profitability, the APE must be integrated to the cove and to the tourist and gastronomic activities that can be developed in it, to achieve with this a better use of the resources present in the area.



# TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	9
EXECUTIVE SUMMARY.....	11
1 OBJETIVO GENERAL.....	29
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
3 ANTECEDENTES.....	31
4 METODOLOGÍA DE TRABAJO POR OBJETIVO.....	36
4.1 OBJETIVO 1:.....	38
Identificación de organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar APE en los sitios a prospectar.....	38
4.2 OBJETIVO 2:.....	38
Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VI Región de O'Higgins.....	38
4.2.1 Entrevista a dirigentes y socios de las organizaciones.....	39
4.2.2 Talleres y/o Entrevistas.....	40
4.2.3 Selección de Sitios.....	40
4.3 OBJETIVO 3.....	43
Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.	43
4.3.1 Propuesta tipo de cultivos.....	43
4.4 OBJETIVO 4.....	44
Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.....	44
4.4.1 Recopilación información previa: Sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua.	44
4.4.2 Caracterización preliminar de Sitio (CPS).....	45
4.4.3 Mediciones de corrientes.....	45
4.5 OBJETIVO 5.....	48
Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.....	48
4.6 OBJETIVO 6.....	49
Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la	



# TABLA DE CONTENIDO

normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.....	49
4.6.1 Batimetría.....	49
4.6.2 Recolección de Datos Biológicos.....	50
4.6.3 Evaluación de Bancos Naturales de Recurso Hidrobiológicos.....	51
<b>4.7 OBJETIVO 7.....</b>	<b>52</b>
ELABORAR LA DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL REQUERIDA SEGÚN NORMATIVA.	52
<b>4.8 OBJETIVO 8.....</b>	<b>53</b>
ELABORAR PLANO DE BORDE COSTERO ESCALA 1:20.000 RESTITUIDO FOTOGRAMÉTRICAMENTE, ACTUALIZANDO LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE PARA EFECTOS DE TRAMITACIÓN DE CONCESIONES DE ACUICULTURA EN LA VI REGIÓN DE O'HIGGINS.	53
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
<b>5.1 OBJETIVO 1.....</b>	<b>55</b>
IDENTIFICACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE PESCADORES ARTESANALES SUSCEPTIBLES DE REALIZAR ACTIVIDADES DE ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA Y SOLICITUDES DE ACUICULTURA EN AMERB EN LOS SITIOS A PROSPECTAR.....	55
5.1.1 Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Central.....	55
5.1.2 Dirección Zonal de Pesca V, VI y VII. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.....	56
5.1.3 Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Pichilemu.....	57
5.1.4 Oficinas de Pesca de las Municipalidades Costeras	57
5.1.5 Identificación de organizaciones.....	58
5.1.5.1 Comuna de Navidad.....	58
5.1.5.2 Comuna de Litueche.....	62
5.1.5.3 Comuna de Pichilemu.....	64
5.1.5.4 Comuna de Paredones.....	70
5.1.6 Reuniones y entrevistas con Organizaciones e interesados en desarrollar APE en la VI región.....	73
<b>5.2 OBJETIVO 2.....</b>	<b>77</b>
Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VI Región de O'Higgins.....	77
5.2.1 Sectores APES de acuerdo a Proyecto FIP 2013-24.	77
5.2.2 Propuesta de Sitios para el desarrollo de APE en la VI Región.....	77
5.2.2.1 Identificación y propuesta de sitios.....	78



# TABLA DE CONTENIDO

5.2.3	Sectores consensuados definitivos para desarrollo de Acuicultura a Pequeña Escala en la VI Región.....	90
5.2.3.1	Sector La Boca de Rapel.....	90
5.2.3.2	Área Matanzas.....	93
5.2.3.3	Sector Pichilemu y Cahuil.....	95
5.2.3.4	Sector Bucalemu.....	98
<b>5.3</b>	<b>OBJETIVO 3.....</b>	<b>100</b>
	Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.	100
<b>5.4</b>	<b>OBJETIVO 4.....</b>	<b>129</b>
	Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.....	129
5.4.1	Recopilación información previa: Sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua.	129
5.4.2	Caracterización preliminar de Sitio (CPS).....	137
5.4.2.1	Boca de Rapel 1.....	138
5.4.2.2	Boca de Rapel 2.....	148
5.4.2.3	Boca de Rapel 4.....	157
5.4.2.4	Boca Sector C.....	164
5.4.2.5	Matanzas 1.....	171
5.4.2.6	Matanzas 2.....	180
5.4.2.7	Río Cahuil.....	189
5.4.2.8	Bucalemu 1.....	198
5.4.3	Mediciones de corrientes.....	208
5.4.3.1	La Boca.....	210
5.4.3.2	La Boca de Pupuya.....	223
5.4.3.3	Cahuil.....	236
5.4.3.4	Bucalemu.....	249
<b>5.5</b>	<b>OBJETIVO 5.....</b>	<b>257</b>
	Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.....	257
5.5.1	Boca de Rapel 1.....	257
5.5.2	Boca de Rapel 2.....	258
5.5.3	Boca de Rapel 4.....	259
5.5.4	Boca Sector C.....	260
5.5.5	Matanzas 1.....	261
5.5.6	Matanzas 2.....	262
5.5.7	Río Cahuil.....	263
5.5.8	Bucalemu 1.....	264
<b>5.6</b>	<b>OBJETIVO 6.....</b>	<b>265</b>



## TABLA DE CONTENIDO

Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.....	265
5.6.1 Boca de Rapel 1.....	265
5.6.2 Boca de Rapel 2.....	268
5.6.3 Boca de Rapel 4.....	271
5.6.4 Boca Sector C.....	274
5.6.5 Matanzas 1.....	277
5.6.6 Matanzas 2.....	280
5.6.7 Río Cahuil.....	284
5.6.8 Bucalemu 1.....	287
<b>5.7 OBJETIVO 7.....</b>	<b>290</b>
ELABORAR LA DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL REQUERIDA SEGÚN NORMATIVA. 290	
<b>5.8 OBJETIVO 8.....</b>	<b>295</b>
ELABORAR PLANO DE BORDE COSTERO ESCALA 1:20.000 RESTITUIDO FOTOGRAMÉTRICAMENTE, ACTUALIZANDO LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE PARA EFECTOS DE TRAMITACIÓN DE CONCESIONES DE ACUICULTURA EN LA VI REGIÓN DE O'HIGGINS. 295	
5.8.1 Área geográfica.....	295
5.8.2 Red Geodésica.....	296
5.8.3 Imagen Satelital.....	298
5.8.4 Cartografía.....	299
<b>6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>305</b>
<b>7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>314</b>
<b>8 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>316</b>

### TABLA

TABLA 1. FICHA TÉCNICA CORRENTÓMETROS.....	46
TABLA 2. METALES PESADOS DE CALIDAD DE AGUA. ....	48
TABLA 3. UNIDADES DE MUESTREO POR SUPERFICIE. ....	50
TABLA 4. MUNICIPALIDADES ENTREVISTADAS.....	58
TABLA 5. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA. ....	59
TABLA 6. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA NAVIDAD. ....	60
TABLA 7. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA. ....	62
TABLA 8. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE LITUECHE.....	63
TABLA 9. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA.....	64
TABLA 10. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE PICHILEMU.....	65
TABLA 11. CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE PICHILEMU.....	67





## TABLA DE CONTENIDO

TABLA 12. PROPUESTAS APE DE LA COMUNA DE PICHILEMU. ....	67
TABLA 13. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA. ....	70
TABLA 14. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE PAREDONES. ....	71
TABLA 15. PROPUESTAS APE DE LA COMUNA DE PAREDONES. ....	71
TABLA 16. LISTADO DE ORGANIZACIONES ENTREVISTADAS. ....	74
TABLA 17. PERSONAS ENCUESTADAS O ENTREVISTADAS. ....	78
TABLA 18. SITIOS PROPUESTOS POR ENTREVISTADOS. ....	80
TABLA 19. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE INTERÉS. ....	81
TABLA 20. JERARQUIZACIÓN DE LOS SITIOS PROPUESTOS PARA APE. ....	85
TABLA 21. JERARQUIZACIÓN DE LOS SITIOS PROPUESTOS PARA APE DE ACUERDO AL PCA. ....	89
TABLA 22. SITIOS SELECCIONADOS PARA MUESTREO AMBIENTAL. ....	90
TABLA 23. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LA BOCA DE RAPEL 1 (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	92
TABLA 24. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LA BOCA DE RAPEL 2 (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	92
TABLA 25. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LA BOCA DE RAPEL 4 (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	92
TABLA 26. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LA BOCA SECTOR C (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	93
TABLA 27. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE MATANZAS 1 (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	95
TABLA 28. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE MATANZAS 2 (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	95
TABLA 29. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE RÍO CÁHUIL (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	98
TABLA 30. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE BUCALEMU 1 (DATUM WGS-84, HUSO 19). ....	100
TABLA 31. CULTIVOS PROPUESTOS POR ENTREVISTADOS. ....	101
TABLA 32. DIFERENCIACIÓN DE CULTIVOS EN LUGARES EXPUESTOS Y POCO EXPUESTOS. ....	102
TABLA 33. TIPOS DE CULTIVO, ESTADO ACTUAL DE TECNOLOGÍA Y COMPLEJIDAD DE CULTIVO. ....	102
TABLA 34. TABLA RESUMEN ENTREVISTADOS, LUGAR DE TRABAJO, ESPECIE QUE TRABAJAN Y ESPECIE QUE DESEARÍAN CULTIVAR. ....	104



## TABLA DE CONTENIDO

TABLA 35. SITIOS SELECCIONADOS, ESPECIE A CULTIVAR Y SISTEMA DE CULTIVO.....	109
TABLA 36. RANGO DE VARIABLES AMBIENTALES PARA CULTIVO .....	110
TABLA 37. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>MYTILUS CHILENSIS</i> (FIPA N° 2015-02).....	113
TABLA 38. SUPUESTOS BASE Y PRODUCCIÓN ANUAL DE <i>MYTILUS CHILENSIS</i> (FIPA N° 2015-02).....	114
TABLA 39. VALORACIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN (FIPA N° 2015-02).....	114
TABLA 40. CONSIDERACIONES TÉCNICAS <i>CRASSOSTEA GIGAS</i> (FIPA N° 2015-02).....	115
TABLA 41. SUPUESTO BASE Y PRODUCCIÓN ANUAL (FIPA N° 2015-02).....	116
TABLA 42 VALORACIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN (FIPA N° 2015-02).....	116
TABLA 43. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO <i>GLACILARIA CHILENSIS</i> (FIPA N° 2015-02).....	117
TABLA 44. SUPUESTOS BASE Y PRODUCCIÓN ANUAL (FIPA N° 2015-02).....	117
TABLA 45. VALORACIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN (FIPA N° 2015-02).....	118
TABLA 46. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>LOXECHINUS ALBUS</i> (FIPA N° 2015-02).....	119
TABLA 47. SUPUESTOS BASE Y PRODUCCIÓN ANUAL (FIPA N° 2015-02).....	120
TABLA 48. VALORACIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN (FIPA N° 2015-02).....	120
TABLA 49. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>DURVILLAEA ANTARTICA</i> (FIPA N° 2015-02).....	121
TABLA 50. SUPUESTOS BASE Y PRODUCCIÓN ANUAL (FIPA N° 2015-02).....	122
TABLA 51. VALORACIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN (FIPA N° 2015-02).....	122
TABLA 52. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA CPS POR SITIO....	123
TABLA 53. CULTIVO Y SISTEMA DE CULTIVO PROPUESTOS POR UNIDAD TÉCNICA DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS DE CPS.....	124
TABLA 54. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CLASIFICACIÓN TEXTURAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO RAPEL. FUENTE: EULA-CHILE, 2010 PARA CONAMA VI REGIÓN. ....	131
TABLA 55. FACTORES INCIDENTES, PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RAPEL. FUENTE: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2004.....	132



## TABLA DE CONTENIDO

TABLA 56. FACTORES INCIDENTES, PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RAPEL FUENTE: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2004.....	133
TABLA 57. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO LA BOCA RAPEL 1.....	140
TABLA 58. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO LA BOCA DE RAPEL 1.....	141
TABLA 59. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO LA BOCA DE RAPEL 1.....	142
TABLA 60. ESCALA DE FOLK.....	143
TABLA 61. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO LA BOCA DE RAPEL 1.....	144
TABLA 62. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LA BOCA RAPEL 1. ....	145
TABLA 63. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO LA BOCA RAPEL 2.....	150
TABLA 64. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO LA BOCA DE RAPEL 2.....	150
TABLA 65. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO LA BOCA DE RAPEL 2.....	151
TABLA 66. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO LA BOCA DE RAPEL 2.....	152
TABLA 67. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LA BOCA RAPEL 2. ....	153
TABLA 68. COORDENADAS Y PROFUNDIDAD DE LAS TRANSECTAS DEL REGISTRO VISUAL EN EL SITIO LA BOCA DE RAPEL 2..	156
TABLA 69. ESTACIONES DE MUESTREO DE SEDIMENTO SITIO LA BOCA RAPEL 4. ....	159
TABLA 70. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LA BOCA RAPEL 4. ....	160
TABLA 71. COORDENADAS Y PROFUNDIDAD DE LAS TRANSECTAS DEL REGISTRO VISUAL EN EL SITIO LA BOCA DE RAPEL 4..	163
TABLA 72. ESTACIONES DE MUESTREO DE SEDIMENTO SITIO LA BOCA SECTOR C.....	166
TABLA 73. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LA BOCA SECTOR C. ....	167
TABLA 74. COORDENADAS Y PROFUNDIDAD DE LAS TRANSECTAS DEL REGISTRO VISUAL EN EL SITIO LA BOCA SECTOR C. ....	170
TABLA 75. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO MATANZAS 1.....	173
TABLA 76. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO MATANZAS 1.....	174



## TABLA DE CONTENIDO

TABLA 77. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO MATANZAS 1.....	175
TABLA 78. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO MATANZAS 1.....	176
TABLA 79. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO MATANZAS 1.....	177
TABLA 80. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO MATANZAS 2.....	182
TABLA 81. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO MATANZAS 2.....	183
TABLA 82. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO MATANZAS 2.....	184
TABLA 83. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO MATANZAS 2.....	185
TABLA 84. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO MATANZAS 2.....	186
TABLA 85. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO RÍO CÁHUIL.....	191
TABLA 86. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO RÍO CÁHUIL.....	192
TABLA 87. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO RÍO CÁHUIL.....	193
TABLA 88. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO RÍO CÁHUIL.....	194
TABLA 89. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO RÍO CÁHUIL.....	195
TABLA 90. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO BUCALEMU 1.....	200
TABLA 91. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO BUCALEMU 1.....	201
TABLA 92. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO BUCALEMU 1.....	202
TABLA 93. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO BUCALEMU 1.....	203
TABLA 94. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO BUCALEMU 1.....	204
TABLA 95. CLASIFICACIÓN DE CADA SITIO SELECCIONADO DE ACUERDO A LA RES.Ex. N° 3612/09 Y SUS MODIFICACIONES.....	207
TABLA 96. UBICACIÓN FONDEO CORRENTÓMETROS.....	208
TABLA 97. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA SUPERFICIAL.....	210
TABLA 98. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA SUPERFICIAL.....	211
TABLA 99. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA MEDIA.....	214
TABLA 100. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA MEDIA.....	214
TABLA 101. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA DE FONDO.....	217



## TABLA DE CONTENIDO

TABLA 102. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA DE FONDO. ....	218
TABLA 103. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA SUPERFICIAL.....	223
TABLA 104. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA SUPERFICIAL.....	224
TABLA 105. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA MEDIA.....	227
TABLA 106. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA MEDIA. ....	227
TABLA 107. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA DE FONDO.....	230
TABLA 108. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA DE FONDO. ....	230
TABLA 109. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA SUPERFICIAL. ....	236
TABLA 110. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA SUPERFICIAL.....	237
TABLA 111. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA MEDIA.....	240
TABLA 112. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA MEDIA. ....	240
TABLA 113. ESTADÍSTICA BÁSICA-CAPA DE FONDO.....	243
TABLA 114. TABLA DE FRECUENCIA Y OCURRENCIA-CAPA DE FONDO. ....	244
TABLA 115. IDENTIFICACIÓN FECHAS DE CAPTURA IMÁGENES SATELITALES.....	252
TABLA 116. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA BOCA RAPEL 1.....	257
TABLA 117. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA BOCA RAPEL 2.....	258
TABLA 118. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA BOCA RAPEL 4. ....	259
TABLA 119. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA BOCA SECTOR C.....	260
TABLA 120. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA MATANZAS 1. ....	261
TABLA 121. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA MATANZAS 2. ....	262
TABLA 122. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA CÁHUIL.....	263
TABLA 123. RESULTADOS METALES PESADOS CALIDAD DE AGUA BUCALEMU. ....	264
TABLA 124. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	266
TABLA 125. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR BOCA DE RAPEL 1. ....	266
TABLA 126. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	269
TABLA 127. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR BOCA DE RAPEL 2. ....	269
TABLA 128. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	272



## TABLA DE CONTENIDO

TABLA 129. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR BOCA DE RAPEL 4.....	272
TABLA 130. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	275
TABLA 131. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR BOCA RAPEL SECTOR C.....	275
TABLA 132. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	278
TABLA 133. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR MATANZAS 1.....	278
TABLA 134. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	281
TABLA 135. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR MATANZAS 2.....	281
TABLA 136. RESULTADOS DE IPBAN PARA <i>PYURA CHILENSIS</i> . .....	282
TABLA 137. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	285
TABLA 138. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR RÍO CÁHUIL.....	285
TABLA 139. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO UNIDADES DE MUESTREO.....	288
TABLA 140. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL, SECTOR BUCALEMU 1.....	288
TABLA 141. VALORES UTILIZADOS PARA ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA CHORITOS.....	292
TABLA 142. VALORES UTILIZADOS PARA ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA OSTRAS.....	292
TABLA 143. CULTIVO PROPUESTO Y PRODUCCIÓN MÁXIMA ESTIMADA DE CADA SITIO SELECCIONADO.....	294
TABLA 144. COORDENADAS GEODÉSICAS AJUSTADAS, GEOGRÁFICAS Y UTM SIRGAS ITRF2000, ÉPOCA 2013 .....	297
TABLA 145. COORDENADAS ERROR DE AJUSTE, UTM SIRGAS ITRF2008, ÉPOCA 2016.....	298
TABLA 146. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE ACEPTABILIDAD DE ACUERDO A LA RES. EX. N°3612 Y SUS MODIFICACIONES.....	307
TABLA 147. TABLA RESUMEN DE LOS SITIOS SELECCIONADOS, RECURSO A CULTIVAR, PRODUCCIÓN MÁXIMA Y SISTEMA DE CULTIVO A IMPLEMENTAR.....	313



# TABLA DE CONTENIDO

## FIGURAS

FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO EN BORDE COSTERO DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	37
FIGURA 2. ESQUEMA REFERENCIAL DEL SISTEMA DE FONDEO DE LOS EQUIPOS. ....	47
FIGURA 3. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE NAVIDAD, REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	61
FIGURA 4. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE LITUECHE, REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	63
FIGURA 5. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE PICHILEMU (1), REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	68
FIGURA 6. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE PICHILEMU (2), REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	69
FIGURA 7. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE PAREDONES REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	72
FIGURA 8. FOTOGRAFÍAS APLICACIÓN ENCUESTAS Y TERRENO (ENERO 2018). ....	76
FIGURA 9. ANÁLISIS DE CLÚSTER, DONDE SE PRESENTA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SECTORES EN GRUPOS DE ACUERDO CON SUS CARACTERÍSTICAS. ....	88
FIGURA 10. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, DONDE SE PRESENTA EL ORDENAMIENTO DE LOS SECTORES PROPUESTOS ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS. ....	88
FIGURA 11. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR LA BOCA DE RAPEL. ....	91
FIGURA 12. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR MATANZAS. ....	94
FIGURA 13. SITIOS NO SELECCIONADOS SECTOR PICHILEMU. ....	96
FIGURA 14. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR CÁHUIL. ....	97
FIGURA 15. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR DE BUCALEMU. ....	99
FIGURA 16. CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA DE LONGLINE TÍPICO. A: CON CONOS Y B: CON BOLSAS (FUENTE INFORME FINAL FIP N° 2013-24). ....	107
FIGURA 17. TECNOLOGÍAS DE UN SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO. DONDE C: BANDEJAS DE FONDO, D: CABO ENTRE DOS MUERTOS, E: SISTEMA DE AMARRE CON PIEDRAS Y F: CULTIVO CON HORQUILLA Y BUZO (FUENTE INFORME FINAL FIP N° 2013-24). ....	108
FIGURA 18. LAS CINCO FUERZAS PORTER EN ACUICULTURA PARA ESPECIES PROPUESTAS. ....	111
FIGURA 19. REPRESENTACIÓN A COLOR DE LA CALIDAD DEL AGUA ANALIZADA EN DIFERENTES PUNTOS DE LA CUENCA DEL RAPEL: AGUA MUY BUENA CALIDAD (AZUL), AGUA BUENA	



## TABLA DE CONTENIDO

CALIDAD (VERDE), AGUA REGULAR CALIDAD (AMARILLO) Y AGUA MALA CALIDAD (ROJO). FUENTE: CONAMA, 2010.	134
FIGURA 20. REPRESENTACIÓN BATIMETRÍA EXPLORATORIA DEL RÍO RAPEL . FUENTE: CEA, 2017.	136
FIGURA 21. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LA BOCA DE RAPEL 1 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	138
FIGURA 22. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE LA BOCA DE RAPEL 1.	139
FIGURA 23. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO LA BOCA RAPEL 1.	146
FIGURA 24. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO LA BOCA RAPEL 1.	147
FIGURA 25. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LA BOCA DE RAPEL 2 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	148
FIGURA 26. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE BOCA DE RAPEL 2.	149
FIGURA 27. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO LA BOCA RAPEL 2.	154
FIGURA 28. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO LA BOCA RAPEL 2.	155
FIGURA 29. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LA BOCA DE RAPEL 4 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	157
FIGURA 30. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE BOCA DE RAPEL 4.	158
FIGURA 31. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C, D, E Y F, DEL SITIO LA BOCA RAPEL 4.	161
FIGURA 32. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5, 6 Y 7, DEL SITIO LA BOCA RAPEL 4.	162
FIGURA 33. EXTRACTO DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LA BOCA SECTOR C (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	164
FIGURA 34. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE BOCA SECTOR C.	165
FIGURA 35. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO LA BOCA SECTOR C.	168
FIGURA 36. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO LA BOCA SECTOR C.	169



# TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 37. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO MATANZAS 1 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).....	171
FIGURA 38. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE MATANZAS 1.....	172
FIGURA 39. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO MATANZAS 1.....	178
FIGURA 40. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO MATANZAS 1.....	179
FIGURA 41. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO MATANZAS 2 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).....	180
FIGURA 42. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE MATANZAS 2.....	181
FIGURA 43. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO MATANZAS 2.....	187
FIGURA 44. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO MATANZAS 2.....	188
FIGURA 45. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO RIO CÁHUIL (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).....	189
FIGURA 46. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE RÍO CÁHUIL.....	190
FIGURA 47. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO RIO CÁHUIL.....	196
FIGURA 48. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES E, 1, 2, 3, 4 Y 5, DEL SITIO RIO CÁHUIL.....	197
FIGURA 49. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO BUCALEMU 1 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).....	198
FIGURA 50. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SITIO DE BUCALEMU 1.....	199
FIGURA 51. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO BUCALEMU 1.....	205
FIGURA 52. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES E, F, 1 Y 2, DEL SECTOR BUCALEMU 1.....	206
FIGURA 53. UBICACIÓN ESPACIAL CORRENTÓMETROS VI REGIÓN.....	209
FIGURA 54. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA SUPERFICIAL.....	211



## TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 55- HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA SUPERFICIAL. .....	211
FIGURA 56. SERIES DE TIEMPO-CAPA SUPERFICIAL.....	212
FIGURA 57. ANÁLISIS ESPECTRAL- CAPA DE SUPERFICIE.....	213
FIGURA 58. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA MEDIA.....	215
FIGURA 59. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA MEDIA.....	215
FIGURA 60. SERIES DE TIEMPO- CAPA MEDIA.....	216
FIGURA 61. ANÁLISIS ESPECTRAL- CAPA MEDIA.....	216
FIGURA 62. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA DE FONDO	218
FIGURA 63. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA DE FONDO..	219
FIGURA 64. SERIES DE TIEMPO- CAPA DE FONDO.....	220
FIGURA 65. ANÁLISIS ESPECTRAL-CAPA DE FONDO.....	220
FIGURA 66. DIAGRAMA VECTOR PROGRESIVO. A) CAPA SUPERFICIE -B) CAPA MEDIA -C) CAPA DE FONDO.....	221
FIGURA 67. DISTRIBUCIÓN VECTORIAL DE CORRIENTES. CAPAS SUPERFICIALES, MEDIO Y 1 M DEL FONDO. LA BOCA.....	222
FIGURA 68. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA SUPERFICIAL. .....	224
FIGURA 69. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA SUPERFICIAL. .....	225
FIGURA 70. SERIES DE TIEMPO-CAPA SUPERFICIAL.....	225
FIGURA 71. ANÁLISIS ESPECTRAL- CAPA DE SUPERFICIE.....	226
FIGURA 72. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA MEDIA.....	228
FIGURA 73. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA MEDIA.....	228
FIGURA 74. SERIES DE TIEMPO- CAPA MEDIA.....	229
FIGURA 75. ANÁLISIS ESPECTRAL- CAPA MEDIA.....	229
FIGURA 76. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA DE FONDO.	231
FIGURA 77. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA DE FONDO.	231
FIGURA 78. SERIES DE TIEMPO- CAPA DE FONDO.....	232
FIGURA 79. ANÁLISIS ESPECTRAL - CAPA DE FONDO.....	233
FIGURA 80. DIAGRAMA VECTOR PROGRESIVO. A) CAPA SUPERFICIE-B) CAPA MEDIA-C) CAPA DE FONDO.....	234
FIGURA 81. DISTRIBUCIÓN VECTORIAL DE CORRIENTES. CAPAS SUPERFICIALES, MEDIO Y 1 M DEL FONDO. LA BOCA DE PUPUYA.....	235
FIGURA 82. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA SUPERFICIAL. .....	237
FIGURA 83. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA SUPERFICIAL. .....	238
FIGURA 84. SERIES DE TIEMPO-CAPA SUPERFICIAL.....	239
FIGURA 85. ANÁLISIS ESPECTRAL- CAPA DE SUPERFICIE.....	239
FIGURA 86. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA MEDIA.....	241
FIGURA 87. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA MEDIA.....	241
FIGURA 88. SERIES DE TIEMPO- CAPA MEDIA.....	242
FIGURA 89. ANÁLISIS ESPECTRAL- CAPA MEDIA.....	243
FIGURA 90. HISTOGRAMA DE VELOCIDADES-CAPA DE FONDO. .....	244
FIGURA 91. HISTOGRAMA DE DIRECCIONES-CAPA DE FONDO.	245



# TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 92. SERIES DE TIEMPO- CAPA DE FONDO.....	246
FIGURA 93. ANÁLISIS ESPECTRAL - CAPA DE FONDO.....	246
FIGURA 94. DIAGRAMA VECTOR PROGRESIVO. A) CAPA SUPERFICIE-B) CAPA MEDIA-C) CAPA DE FONDO.....	247
FIGURA 95. DISTRIBUCIÓN VECTORIAL DE CORRIENTES. CAPAS SUPERFICIALES, MEDIO Y 1 M DEL FONDO. CÁHUIL.....	248
FIGURA 96. IMÁGENES SATELITALES DE CORRIENTES 14 DE MARZO 2013 – 4 DE NOVIEMBRE 2014.....	253
FIGURA 97. IMÁGENES SATELITALES DE CORRIENTES 12 DE NOVIEMBRE 2014 – 26 DE JULIO 2016.....	254
FIGURA 98- IMÁGENES SATELITALES DE CORRIENTES 31 DE ENERO 2017 – 19 DE ABRIL 2018.....	255
FIGURA 99. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA DE RAPEL 1.....	265
FIGURA 100. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA DE RAPEL 1.....	267
FIGURA 101. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA DE RAPEL 2.....	268
FIGURA 102. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA DE RAPEL 2.....	270
FIGURA 103. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA DE RAPEL 4.....	271
FIGURA 104. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA DE RAPEL 4.....	273
FIGURA 105. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA RAPEL SECTOR C.....	274
FIGURA 106. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOCA RAPEL SECTOR C.....	276
FIGURA 107. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE MATANZAS 1.....	277
FIGURA 108. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE MATANZAS 1.....	279
FIGURA 109. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE MATANZAS 2.....	280
FIGURA 110. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE MATANZAS 2.....	283
FIGURA 111. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE RÍO CÁHUIL.....	284
FIGURA 112. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE RÍO CÁHUIL.....	286



# TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 113. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BUCALEMU 1 .....	287
FIGURA 114. BATIMETRÍA POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BUCALEMU 1 .....	289
FIGURA 115. CAPTURA DE RES. EX N° 0402 “BASES GENERALES DE POSTULACIÓN AL CONCURSO “PROGRAMA DE FOMENTO Y DESARROLLO PRODUCTIVO PARA EL SECTOR PESQUERO ARTESANAL REGIÓN DEL MAULE, AÑO 2020”, PUBLICADA EL 22 DE JUNIO DEL 2020.....	293
FIGURA 116. ÁREA GEOGRÁFICA PARA ELABORACIÓN DE PLANOS. ....	296
FIGURA 117. FORMATO DE PLANOS (AUTOCAD), QUE CONTIENE LAS CURVAS DE NIVEL (ÍNDICE E INTERMEDIO), LÍNEA DE COSTA QUEBRADAS, ESTEROS Y RÍOS SECTOR 1.....	300
FIGURA 118. FORMATO DE PLANOS (AUTOCAD), QUE CONTIENE LAS CURVAS DE NIVEL (ÍNDICE E INTERMEDIO), LÍNEA DE COSTA QUEBRADAS, ESTEROS Y RÍOS SECTOR 2.....	301
FIGURA 119. FORMATO DE PLANOS (AUTOCAD), QUE CONTIENE LAS CURVAS DE NIVEL (ÍNDICE E INTERMEDIO), LÍNEA DE COSTA QUEBRADAS, ESTEROS Y RÍOS SECTOR 3.....	302
FIGURA 120. FORMATO DE PLANOS (AUTOCAD), QUE CONTIENE LAS CURVAS DE NIVEL (ÍNDICE E INTERMEDIO), LÍNEA DE COSTA QUEBRADAS, ESTEROS Y RÍOS SECTOR 4.....	303
FIGURA 121. FORMATO DE PLANOS (AUTOCAD), QUE CONTIENE LAS CURVAS DE NIVEL (ÍNDICE E INTERMEDIO), LÍNEA DE COSTA QUEBRADAS, ESTEROS Y RÍOS SECTOR 5.....	304

## ANEXOS

A Minutas de Reunión y Cartas .....	319
B Encuestas y Listado de Contactos.....	321
C Base de Datos Encuesta.....	323
D Fichas Temáticas.....	325
E Shapes Sitios.....	327
F Información CPS y Metales Pesados.....	329
G Banco Natural.....	331
H Declaración de Impacto Ambiental .....	333
I Plano de Borde Costero.....	335
J Personal participante por actividad .....	336
K Informes de Correntometría.....	337
L Metadata.....	338

# 1 Objetivo General

Efectuar estudios oceanográficos y de las condiciones ambientales para la prospección de sitios de interés en la VI Región de O'Higgins, para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB.

## 2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

1. Identificar las organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar actividades de acuicultura de pequeña escala y solicitudes de acuicultura en AMERB en los sitios a prospectar.
2. Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VI región de O'Higgins.
3. Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.
4. Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.
5. Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.
6. Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.

7. Elaborar la documentación ambiental requerida según el Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 y sus modificaciones; la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009; el D.S N°15 de 2011 que aprueba el Reglamento de Registro de Personas Acreditadas para Elaborar los Instrumentos de Evaluación Ambiental y Sanitaria y las Certificaciones Exigidas por la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus Reglamentos y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S MINSEGRES N° 40 de 2012) y sus modificaciones, para el total de sitios propuestos, ubicados en la VI Región de O'Higgins.
8. Elaborar plano de borde costero escala 1:20.000 restituído fotogramétricamente, actualizando la cartografía existente para efectos de tramitación de concesiones de acuicultura en la VI Región de O'Higgins.

## 3 Antecedentes

Chile se ha convertido en uno de los principales países exportadores en los sectores de la pesca y la acuicultura, sin embargo, este logro no ha estado exento de dificultades, frente al agotamiento de los recursos marinos extractivos y los problemas de sostenibilidad en la industria de la acuicultura (Salazar *et al.*, 2018). En este contexto, el sector de la APE surge como una alternativa viable y sostenible, a modo de una actividad generadora de ingresos, con un importante papel en el logro de la seguridad alimentaria y el alivio de la pobreza (Salazar *et al.*, 2018).

El gobierno chileno reconoce la importancia de la APE en términos de su contribución a la producción, el empleo y el desarrollo de las comunidades pesqueras costeras, al distinguirla del sector de la acuicultura industrial en la Política Nacional de Acuicultura (PNA) (Salazar *et al.*, 2018), promulgada mediante el Decreto Supremo N° 125 del 2003 (SUBPESCA), determinándose de este modo los lineamientos y directrices requeridos para el desarrollo de la acuicultura en los ámbitos económico, ambiental, sanitario, de equidad, institucional, de investigación y capacitación. En el marco de las políticas asociadas a la equidad, se incluye el reconocimiento formal de la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) o Artesanal, destacándose que su importancia social y cultural debe tener un tratamiento diferenciado que conduzca a mejorar el acceso e igualdad de oportunidades para ejercer la actividad.

Una definición preliminar de la APE en Chile se puede encontrar en el proyecto FIP 2004-26 (Diagnóstico de la acuicultura de pequeña escala en Chile), que concluyó que los productores acuícolas a pequeña escala son microempresarios, con menos de 10 hectáreas en concesiones, que usan menos de cinco trabajadores y operan con bajos niveles de inversión y tecnología (Salazar *et al.*, 2018).

De acuerdo con lo indicado por la SUBPESCA<sup>1</sup>, la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) es la actividad de cultivo de recursos hidrobiológicos realizada por micro y pequeñas empresas, según el Estatuto de Empresas de Menor Tamaño, del Ministerio de Economía,

---

<sup>1</sup> <http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-92466.html>

Fomento y Turismo. Las Empresas de Menor Tamaño (PYME), según la Ley N° 20.416 de la Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción, se definen sobre la base de sus ingresos por ventas o servicios anuales (neto de IVA e impuestos específicos). De este modo, una Microempresa se corresponde con aquellas que tienen ingresos de hasta 2.400 UF; la Pequeña Empresa son aquellas con ingresos anuales mayores a 2400 UF y hasta 25.000 UF; mientras que la Mediana Empresa, son aquellas con ingresos anuales mayores a 25.000 UF y hasta 100.000 UF. El resto (con ventas superiores a 100.000 UF) son consideradas como Empresa Grande.

Según la SUBPESCA, actualmente existen cerca de 1.000 concesiones de superficie menor a seis hectáreas que calzan con el Estatuto Pyme, y además existen cerca de 100 concesiones cuyos titulares son organizaciones de pescadores artesanales. Dichas empresas y organizaciones se dedican principalmente a cultivar moluscos (choritos y ostión) y algas (pelillo), pero se ha detectado gran interés en aumentar la canasta acuícola, incorporando experimentalmente piures, erizos y diferentes tipos de algas. Cabe destacar, que, en el ejercicio de la APE, no solo se consideran las concesiones de acuicultura, sino que también las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), en donde además de cultivo, se podrán desarrollar actividades de repoblamiento de especies hidrobiológicas de interés.

Recientemente, se promulgó la Ley N° 21.069 <sup>2</sup> (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo), que crea el Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA), que apoyará el desarrollo del sector pesquero artesanal y de la acuicultura a pequeña escala, a través de políticas, planes y programas que impulsen la actividad comercial y productiva de las caletas existentes en Chile. En dicho documento legislativo, particularmente en el Artículo 1, letra h), la APE se define como aquella actividad que tiene por objeto el cultivo y producción de recursos hidrobiológicos realizada por personas naturales, organizaciones de pescadores artesanales o personas jurídicas constituidas por pescadores artesanales, en conformidad a la ley.

---

<sup>2</sup> [http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-99752\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-99752_documento.pdf)



Es importante señalar que, según el Artículo 11 de la Ley N° 21.069, los beneficiarios de las acciones desarrolladas o prestaciones otorgadas por el INDESPA deben corresponder a lo siguiente:

- a) Los pescadores artesanales con inscripción vigente en el Registro Pesquero Artesanal, a cargo del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- b) Los acuicultores de pequeña escala que, de conformidad a la ley, cuenten con inscripción vigente en el registro que llevará el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- c) Las organizaciones o personas jurídicas conformadas exclusivamente por pescadores artesanales o acuicultores de pequeña escala, legalmente constituidas. Los pescadores artesanales y los acuicultores de pequeña escala integrantes de organizaciones o personas jurídicas, deberán encontrarse inscritos en el registro pesquero artesanal o de acuicultura de pequeña escala, según corresponda.

En Chile, la acuicultura es una actividad que se ha desarrollado aceleradamente durante la última década. Las exportaciones del subsector acuicultor representaron respectivamente, el 78,3% y 58,2% del valor y volumen total exportado a noviembre de 2016 (Subpesca, Enero 2017).

En el año 2016, se registró la operación de 2.188 centros de acuicultura en total, un 2% menos que el año 2015, que registró 2.237. No obstante, lo anterior, el número total de centros que presentaron cosechas fue de 1.211, lo que refleja un aumento del 5% en relación al año 2015, con un total de 1.050.117 toneladas cosechadas, lo que representa una disminución del 12% con respecto a la cosecha del año 2015. La cosecha de peces representó el 69% de la cosecha total, la cosecha de moluscos un 29% y la cosecha de algas un 1% (Sernapesca, 2016).

Las principales especies cultivadas en nuestro país son salmones, choritos, pelillo, ostiones y abalones.

El rápido crecimiento de la APE en Chile implica nuevos desafíos en términos de integración de este sector, como agentes productivos y activos en la cadena de valor de los alimentos; por lo tanto, es esencial promover las innovaciones, con el fin de comprender las capacidades potenciales en el desarrollo de la APE (Salazar *et al.*, 2018). En este sentido, la APE nacional, por ejemplo, posee un gran potencial en el desarrollo de la acuicultura orgánica, tal como se argumentó en el proyecto FIPA 2017-28 (Bases científico-Técnicas

para la elaboración de las normativas asociadas al desarrollo de acuicultura orgánica en Chile). En dicho proyecto se concluyó que la acuicultura orgánica nacional se ajustaría con mayor factibilidad con las iniciativas de Acuicultura a Pequeña Escala (APE), en base al cumplimiento de los principios generales de acuicultura orgánica, que se resumen en la integridad ambiental, salud y bienestar animal, inocuidad alimentaria y aspectos socioeconómicos (integración de la responsabilidad social). Lo anterior implica una gran oportunidad para los pueblos originarios, y en consecuencia para los territorios decretados como Espacios Costeros Marítimos para Pueblos Originarios (ECMPO).

Según información de Subpesca, en la Región de O'Higgins se encuentra otorgada una concesión de acuicultura para un total de 3,17 Hectáreas, la cual está dedicada al cultivo de moluscos, específicamente en el sector de Laguna Cahuil. A la fecha existían 32 solicitudes de concesión, de las cuales 7 corresponden a moluscos y las demás a cultivo de salmones.

La acuicultura constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, particularmente respecto a la diversificación del sector pesquero artesanal debido a las importantes bajas en los niveles de captura. Resulta relevante entonces, que las solicitudes que se encuentran en algún nivel de tramitación para el desarrollo de acuicultura de pequeña escala logren obtener sus permisos, para ello es necesario gestionar los apoyos y coordinaciones necesarias que les permitan cumplir pertinentemente con los requerimientos establecidos en la normativa vigente, particularmente del Reglamento de Concesiones de Acuicultura (D.S. MINECON N°290 de 1993) y sus modificaciones, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (D.S. MINECON N°320 de 2001) y sus modificaciones, y del Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental (D.S. MINSEGPRES N°95 de 2001) y sus modificaciones. Asimismo, es relevante para una mejor gestión estatal lograr la obtención de datos ambientales de mayor cobertura y resolución, a fin de establecer, de la mejor forma posible, las condiciones ambientales previas al inicio de la operación de una concesión para el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala.

El estado ha tratado de impulsar la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) y una de las iniciativas es el Estatuto de la Acuicultura de Pequeña Escala el cual permitirá que personas naturales, empresas individuales de responsabilidad limitada, personas jurídicas y organizaciones de pescadores artesanales puedan optar a sitios asignados para desarrollar actividades de acuicultura de pequeña escala.

De esta forma se ha desarrollado una serie de iniciativas como son diagnósticos del estado de la APE a nivel nacional (FIPA 2004-26), diseño de modelos de cultivo (FIPA 2015-02),

estudios de emplazamiento de APEs en distintas regiones (IFOP, 2015; UCSC, 2015). Así como también, la creación de diferentes programas de apoyo a la pesca artesanal y a la acuicultura a pequeña escala. Durante el periodo 2012-2016, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Gobierno Regional destinaron más de 104 millones de pesos para el desarrollo productivo de pescadores artesanales de la Región de O’Higgins, inversión que el año 2016, apoyo a 10 organizaciones de la zona con proyectos orientados a la acuicultura a pequeña escala, mejoramiento de condiciones sanitarias y productivas de algas, procesos productivos y comerciales, y la adquisición de equipamiento para las labores de recolección.

En la actualidad, INDESPA cuenta con diversos concursos, enmarcados en un programa de fomento y desarrollo productivo, impulsados en conjunto con Subpesca. Si bien, a la fecha no se encuentra abierto ningún concurso para la región de O’Higgins, se espera que en un futuro se cuente con un concurso similar al presentado para la región del Maule, el cual cuenta con tres líneas de financiamiento para el año 2020, siendo la segunda de ellas, el repoblamiento o cultivo en AMERB o en concesiones de acuicultura, enfocada en estudios de seguimiento, gestión de cultivos y concesiones, y equipamiento e infraestructura para acuicultura de pequeña escala, con aportes que van entre los \$2 millones a \$40 millones.

## 4 Metodología de Trabajo por Objetivo

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto, se llevarán a cabo cada una de las actividades incluidas en la Metodología de las Bases Técnicas de Licitación y a la propuesta técnica elaborada por Poch Ambiental S.A., actualmente WSP.

A continuación, se presenta el área de estudio y la metodología para cada una de las actividades por objetivo específico.

El área de estudio comprende el borde costero de la región de O'Higgins, desde la desembocadura del Río Rapel (incluida) hasta laguna Boyeruca (no se incluye), como se muestra en la Figura 1.

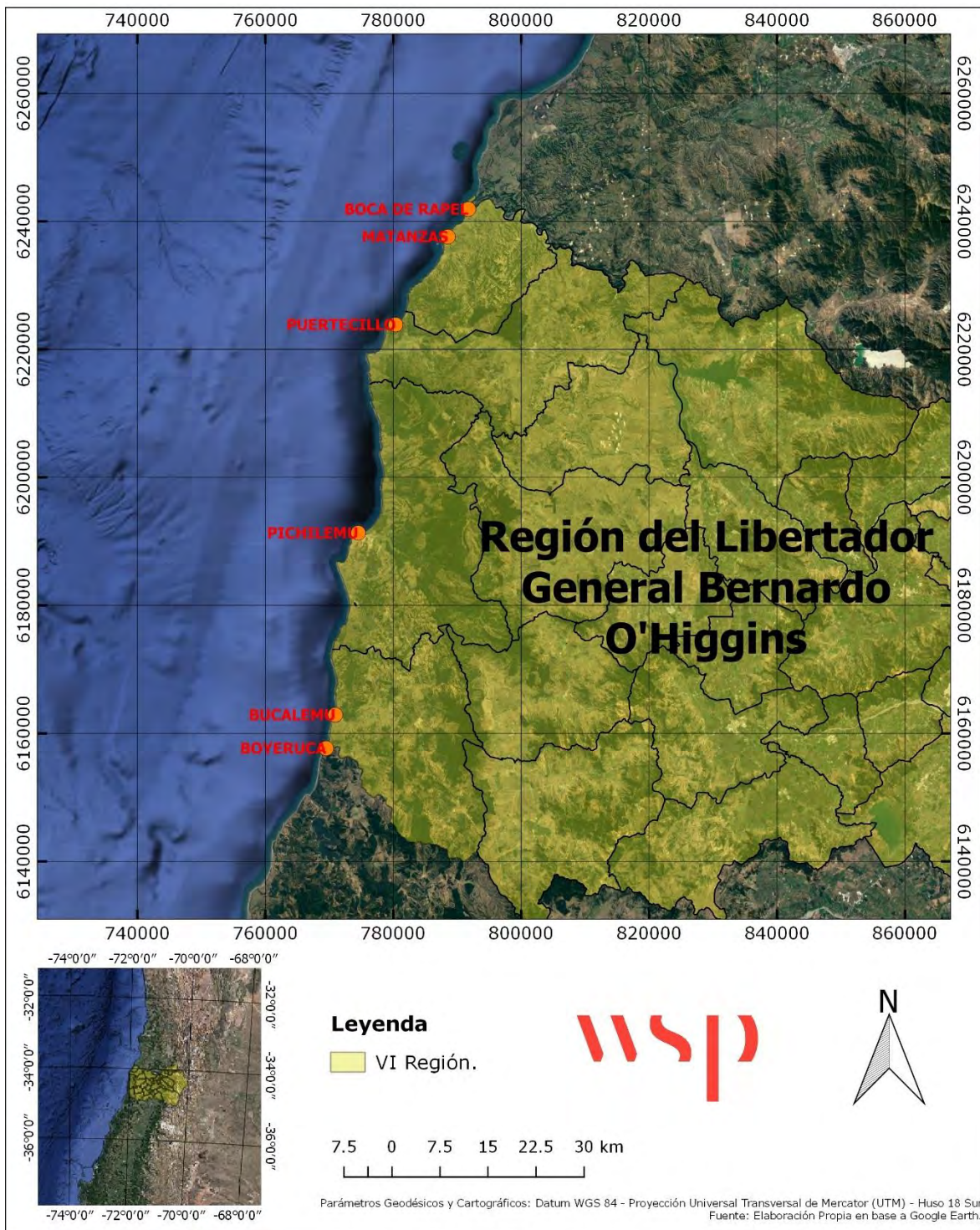


Figura 1. Área de estudio en borde costero de la región de O'Higgins.

## 4.1 Objetivo 1:

### Identificación de organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar APE en los sitios a prospectar

Con la finalidad de identificar las personas naturales, empresas IRL, personas jurídicas y organizaciones de pescadores artesanales interesados en realizar actividades de APE, se realizó un levantamiento de información para identificar las organizaciones de pescadores de la zona, que trabajen en las diferentes caletas. Se llevó a cabo entrevistas telefónicas y reuniones con distintas entidades gubernamentales como son Sernapesca, Dirección Zonal, Gobierno Regional, oficinas de pesca municipales, entre otras. A partir de la información recopilada se generó una base de datos que permitió elaborar cartografía temática para utilizar posteriormente con las diferentes comunidades y actores de cada sector para la identificación y propuesta de sitios.

## 4.2 Objetivo 2:

### Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VI Región de O'Higgins

A partir de la base de datos generada para el cumplimiento del Objetivo 1, se identificaron las organizaciones y personas susceptibles de realizar actividades de acuicultura de pequeña escala, para ser visitadas y entrevistadas con la finalidad de identificar su interés e inquietudes por desarrollar actividades de cultivo y sitios a evaluar.

Los sitios evaluados fueron identificados con coordenadas geográficas y UTM referidas al Datum WGS-84, generando un base de datos en formato shape.

Se desarrollaron instrumentos de captura de información, encuestas y entrevistas, se contactaron dirigentes de las organizaciones identificadas con el fin de realizar reuniones y aplicar dichas herramientas para la obtención de información.

En base a los sitios identificados por el estudio FIP 2013-24 y al trabajo en terreno, se propuso el mayor número de sitios y beneficiarios posibles. De esta forma se propusieron sitios a Subpesca, quién evaluó su pertinencia y viabilidad.

## 4.2.1 Entrevista a dirigentes y socios de las organizaciones

Se entrevistó a los dirigentes y socios de las organizaciones con el criterio muestral no probabilístico de bola de nieve y punto de saturación de la información y se realizaron entrevistas semi-estructuradas que permitiesen estimar el interés y factibilidad, de acuerdo con los siguientes objetivos de la investigación:

- Caracterización de la organización
- Caracterización de la actividad realizada
- Identificación de áreas concesibles
- Tamaño de la organización
- Desarrollo de acuicultura de pequeña escala
- Tipo de recursos extraídos
- Descripción de la localidad en la que se inserta la organización
- Asignación de valores a las variables que permitirán su clasificación
- Antigüedad de la organización
- Vigencia de la directiva
- Periodicidad de las reuniones y temas tratados
- Registros de la asociación
- Cantidad de socios
- Relación con otras organizaciones o alguna de nivel superior (federación p.e.)
- Recursos productivos
- Tipo de maquinaria o equipos con los que cuentan
- Como se costea la operación

- Principales fuentes de ingreso de los socios
- Conocimiento y preparación para implementar potenciales cultivos

## 4.2.2 Talleres y/o Entrevistas

La finalidad de estos talleres es presentar los posibles sitios, corroborar que estos están acorde a la realidad territorial en relación a su accesibilidad y características técnicas, y recabar información tanto de la abundancia de los principales recursos bentónicos, como sobre potenciales recursos a cultivar, sustratos, geografía entre otros, en base a la experiencia de los pescadores que desarrollan actividades de acuicultura o AMERB.

Debido a la época del año en que se realizó esta actividad (estival) no fue posible reunir un número de gente apropiado para realizar talleres, por lo que se optó por realizar las actividades planificadas mediante visitas individuales a los distintos actores, aplicando las encuestas diseñadas y entrevistas para ratificar información recopilada.

## 4.2.3 Selección de Sitios

Para identificar los sitios a prospectar se realizó un cruce de información espacial mediante un Sistema de Información Geográfico (SIG) con las distintas figuras administrativas desarrolladas en el borde costero (solicitudes de concesión acuícola en trámite, concesiones otorgadas, AMERBs, ECMPO, entre otros).

En base a la información levantada de fuentes primarias (entrevistas en terreno con los involucrados) y secundarias (información recopilada en objetivo 1), se sistematizó la información, se elaboró una base de datos y se caracterizaron los sitios propuestos de acuerdo a criterios definidos, entre ellos:

- A. Ubicación geográfica del sitio
- B. Accesibilidad
- C. Proximidad entre sitio y residencia de interesados
- D. Grado de vulnerabilidad del interesado
- E. Grado de comercialización de los productos



- F. N° de miembros y beneficiarios de la organización
- G. Pertinencia productiva
- H. Infraestructura y equipamiento de apoyo existente para la acuicultura
- I. Capacitación o conocimiento previo de la actividad productiva acuícola
- J. Grado de Cohesión sindical

A partir de esta información, se desarrolló una matriz en la que a cada criterio le fue asignado un puntaje o ponderación de acuerdo a su grado de ocurrencia o resultado obtenido para cada sector en la cual se efectuaron encuestas. Los resultados de las encuestas fueron tabulados y ordenados y fueron transformados en variables ordinales, donde cada valor representó un estado de cada variable. Se efectuó una suma aritmética del estado de variable de cada sector. Y los sitios fueron ordenados de mayor a menor, obteniendo así un orden jerarquizado o ranking. En base a este ranking, se propusieron a Subsecretaría los sitios donde se propuso realizar las prospecciones de carácter ambiental, las CPS, el muestreo de metales y los estudios de Banco Natural.

De esta manera, se buscó que quedase reflejado un orden que contuviera para cada sitio propuesto a priori, las características intrínsecas que lo hacen atractivo para poder realizar acuicultura a pequeña escala. Esta propuesta de sitios jerarquizados fue consensuada con Subsecretaría de Pesca vía e-mail.

Con fines de corroborar esta información y a fin de obtener una jerarquización desde una nueva perspectiva, parte de la información levantada en las encuestas fue utilizada para corroborar el ordenamiento de la información lograda con el primero método efectuado. Para ello, se efectuó un análisis multivariable sobre la matriz de información levantada. Previamente, se depuró la matriz obtenida durante la encuesta, combinando algunas variables, dejando sólo aquellas que más información o variabilidad aportaran a la evaluación, esto como uno de los requisitos del análisis multivariable (Vivanco, 2009). La información cualitativa y cuantitativa obtenidas de las encuestas, fue transformada en variables ordinales tal como lo sugiere Demey et al, 2011. En el caso de las variables ordinales, pueden considerarse como variables cuantitativas si la asignación del ranking no es caprichosa, sino que refleja en cierta forma una diferencia entre los estados de la variable (Demey et al, 2011). En este caso, todas las variables fueron tabuladas a juicio del consultor como 1, 2, 3, 4 y 5, correspondiendo a 1 el estado de la variable con menos viabilidad para cultivo y el estado 5, como aquel óptimo para el cultivo.

Tal como se mencionó, como método de clasificación, se utilizó el método jerárquico de Ward para generar una serie de particiones agrupadas (Álvarez-Vaz & Vernazza, 2017). Este consiste en descomponer la variación total en: variación dentro de los grupos (within) y variación entre los grupos (between). Al estar frente a una partición dada, el método unirá aquellos grupos que produzcan el efecto de hacer mínima la variación within en la nueva partición (Álvarez-Vaz & Vernazza, 2017). El software utilizado correspondió al PAST (Hammer et al, 2001).

Paralelamente, se utilizó una técnica de ordenamiento de componentes principales, herramienta que permitió jerarquizar los sitios propuestos de acuerdo al grado de contribución de las variables. El procedimiento utilizado ha sido el del análisis factorial exploratorio por el método de análisis de componentes principales. Esta técnica permite reducir el número de variables de los datos originales, ya que busca el número mínimo de factores capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos (Pilar, 2002); para ello transforma linealmente un grupo de variables relacionadas entre sí (en este caso los criterios de criticidad) en un grupo menor de variables (factores o componentes) no relacionados entre sí. Un grupo pequeño de factores no relacionados entre sí es más fácil de entender y utilizar que un número más amplio de variables relacionadas (Dunteman, 1989).

## 4.3 Objetivo 3

Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.

### 4.3.1 Propuesta tipo de cultivos

Durante las entrevistas realizadas a las distintas organizaciones, se levantó información que permitiera identificar los recursos que los entrevistados quisieran cultivar en cada potencial sitio identificado, esta preferencia se basó principalmente en su propia experiencia y conocimiento de la zona.

Se propusieron tipos de cultivos teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Tipo de recursos que actualmente se cultivan en cada sector.
- b) Especies nativas.
- c) Ubicación posible, diferenciando entre zonas resguardadas de vientos y corrientes y zonas más expuestas.
- d) Recursos que sean de interés comercial.
- e) Cultivos que se puedan desarrollar con éxito según el conocimiento actual y capacidades de quienes pudiesen ser favorecidos.
- f) Cultivos propuestos para la región en proyecto FIP 2013-24.
- g) Módulos de producción más adecuados y sustentables.
- h) El tipo de cultivo es rentable respecto a la tecnología que se debe utilizar.
- i) Cultivos de interés para las distintas organizaciones y/o personas naturales.

Finalmente se presentaron los sitios propuestos a la contraparte técnica, quien definió los sitios definitivos donde se realizarán las prospecciones.

## 4.4 Objetivo 4

Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.

### 4.4.1 Recopilación información previa: Sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua.

Se recopiló información referida a datos de sedimentos, información fisicoquímica, batimetría y columna de agua, a partir de monitoreos e investigaciones previas. Para lo anterior se consultó información disponible de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico, Gobierno Regional, proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, estudios del Instituto de Fomento Pesquero, entre otros.

La información recopilada fue incorporada a la base de datos del proyecto bajo un esquema de almacenamiento que permitirá su fácil acceso e identificación, específicamente a través de la inclusión de metadata suficiente asociada a cada set de datos, de forma tal que haga posible el seguimiento posterior de la información.

La metadata incluye información de las fuentes de los datos utilizados, fecha de realización de los estudios, valor hidrográfico, etc.

En el caso de las estaciones de medición de sedimentos y CTD-O se identificó la información temporal y espacial de su obtención, nombre del instrumental utilizado y cualquier otra información que permitió la evaluación e interpretación de los resultados obtenidos.

Se identificó cada estación de muestreo (medición de batimetría, estaciones sedimentológicas, etc.) como un set de datos individual, siendo almacenado en su propio archivo de texto junto a la metadata necesaria para su identificación particular.

Respecto a la información batimétrica, ésta corresponde principalmente a la cartografía náutica de los sitios de interés determinados en el presente estudio, batimetrías realizadas por cruceros internacionales, bases de datos públicas, modelos batimétricos basados en información satelital, etc.

#### 4.4.2 Caracterización preliminar de Sitio (CPS).

La toma de muestras en terreno y el análisis de todos los parámetros ambientales fueron realizados por personal de AQUAGESTION S.A, de acuerdo a los requerimientos descritos para una Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) establecidos en la Resolución N°3612 de 2009 de Subpesca y sus modificaciones. Los muestreos ambientales se realizaron conforme a los requerimientos establecidos en el numeral 7 y 11 de dicha Resolución, tomando en cuenta la categoría de acuerdo al numeral 5.

#### 4.4.3 Mediciones de corrientes.

Para las mediciones de velocidad y dirección de la corriente se utilizaron correntómetros eulerianos del tipo electromecánico de punto fijo, marca Innovex, modelo Stream 300-DI (Tabla 1), ubicados en línea a 3 profundidades: Superficial (5 m de profundidad desde la superficie), a media agua y a 1 m del fondo (Figura 2), considerando que los sectores prospectados presentaron profundidades menores a 60 m. Cada equipo posee una memoria interna y capacidad de almacenamiento suficiente para realizar los trabajos, es decir, 30 o más días de medición continua, recolectando datos cada 10 minutos de velocidad y dirección de corrientes para cada profundidad. El correntómetro electromecánico posee una resolución de 0,2 cm/s. El registro de coordenadas para ubicación de equipo fue realizado con un GPS con una precisión menor a 10 m.

El registro de cada correntómetro consiste en el promedio de registros en 60 segundos, convirtiendo esto en un dato. Este proceso lo realizó cada 600 segundos, durante los días que duró el presente estudio.

La ubicación de los equipos fue consensuada con la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura, la cual propuso 3 sitios para fondear los equipos dentro de la región de O'Higgins.

Una vez retirado cada equipo, se descargaron los datos almacenados en el data logger y se procesaron con el software Procesa Corrientes v.2.0 Innovex. Las direcciones de las

corrientes fueron corregidas por desviación magnética según el valor estimado indicado por la National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA, 2018), para cada caso. Esta variación está relacionada con la ubicación geográfica del equipo dentro del plano magnético de la tierra.

Se aplicó filtro a las magnitudes ya que se registran datos anómalos en las series, eliminando los ceros, que son generados por factores del medio, externos al correntómetro mecánico. Se realizó un análisis de estadística básica y distribución de frecuencia de la magnitud y la dirección de la corriente y se elaboraron las tablas de frecuencia e histogramas correspondientes a la dirección y magnitud de la corriente para cada una de las capas analizadas. Como acción conjunta de dirección-magnitud, se efectuaron diagramas de vector progresivo, como análisis de las series de tiempo y se determinó el espectro de frecuencia de los vectores de corriente.

La información final será procesada, de manera de cumplir con lo exigido en la Publicación N° 3201, "Instrucciones Oceanográficas", en su apartado 3.3.2.

**Tabla 1. Ficha técnica correntómetros**

<b>Ficha técnica Stream 300</b>	
Resolución velocidad	0,2 cm/s
Precisión velocidad	2 cm/s
Sensibilidad velocidad	1,5 cm/s
Rango de velocidad	1,5 cm/s Up
Resolución dirección	1°
Precisión dirección	1°
Profundidad máxima	80 m
Peso	2,6 kg
Material	Delrin, PVC, inox
Memoria	64 kbytes
Autonomía baterías	90 días cada 10 min de registro

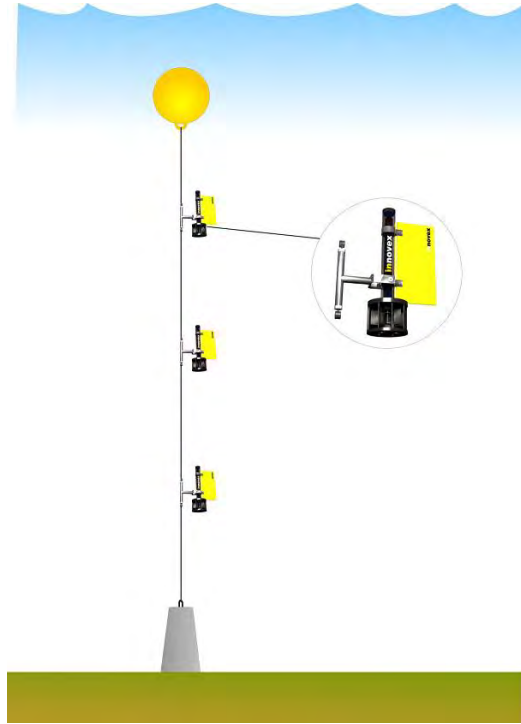


Figura 2. Esquema referencial del sistema de fondeo de los equipos.

## 4.5 Objetivo 5

Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.

Con el fin de completar la caracterización ambiental de cada sitio, se tomaron muestras de agua para la determinación de metales pesados, en estaciones dispuestas cada 2 hectáreas, para cubrir al menos el 50% de cada sitio a prospectar. En conjunto con Subpesca se definió que el muestreo se realice a 2 profundidades.

Las muestras de agua fueron levantadas con una botella oceanográfica tipo Niskin, en cada una de las estaciones previamente georreferenciadas, almacenándolas en envases debidamente etiquetados y enviándolas al laboratorio Hidrolab para su posterior análisis. La metodología utilizada correspondió a la ICP-MS (espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo), basado en el Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012 (Tabla 2).

**Tabla 2. Metales pesados de calidad de agua.**

Parámetro	Unidad	Referencia Metodológica
Arsénico	mg/L	SM-3114 C
Cadmio	mg/L	SM-3120 B
Cobre	mg/L	SM-3120 B
Mercurio	mg/L	SM-3112 B
Plomo	mg/L	SM-3120 B
Zinc	mg/L	SM-3120 B

Los resultados obtenidos se integraron a la base de datos del proyecto, realizando el análisis correspondiente de cada sector.



## 4.6 Objetivo 6

Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.

Considerando las áreas aptas para la realización de actividades de acuicultura y su superficie de ocupación, se utilizó la metodología SUBPESCA definida por Resolución N° 2353/2010 modificada por Res. Ex. (SSPA) N° 387/2014.

### 4.6.1 Batimetría

Se realizaron líneas de sondaje perpendiculares a línea de costa de manera de cubrir cada área solicitada, para lo cual se utilizó una embarcación menor semirrigida y un artefacto de flotación deportiva individual o Stand Up Paddle, para las zonas que presentaron columnas de agua de baja profundidad para la embarcación motorizada. En los sectores más someros, se recorrió la superficie que cubre cada sitio sondeando con una “regleta” graduada y un equipo GPS. La densidad de las líneas de barrido fue establecida según lo descrito en la Resolución N°2353, es decir, cada punto de medición fue ubicado a no más de 30 metros de distancia entre ellos. El sondaje se realizó con aguas calmas y presencia de vientos suaves de magnitud despreciable. El equipo utilizado fue un ecosonda digital y navegador satelital marca Garmin, modelo ECHOMAP PLUS 62cv, con transductor de doble frecuencia y tecnología CHIRP.

Con la información obtenida en terreno, se elaboró un plano batimétrico en escala que varía dependiendo del tamaño de cada zona, en Coordenada Geográficas Decimales, en Datum WGS - 84 y sondas reducidas al NRS, considerando las Tablas de Marea de la Costa de Chile 2018 del SHOA.

## 4.6.2 Recolección de Datos Biológicos

Una vez determinada la superficie muestreable, se definieron unidades de muestreo que corresponden a transectas de 50 metros de largo por 2 metros de ancho (100 m<sup>2</sup>). El número de estas unidades de muestreo dependerá de la superficie muestreable de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 3. Unidades de muestreo por superficie.**

Superficie muestreable (Há)	0,02-5	5,01-10	10,01-15	15,01-20	>20
Número de unidades de muestreo	2	3	4	5	6
Superficie total de unidades de muestreo (m <sup>2</sup> )	200	300	400	500	600

Se dispusieron las transectas subacuáticas, cada una de 50 metros de longitud, ubicadas de forma perpendicular a la ribera. Las transectas fueron distribuidas para caracterizar adecuadamente a cada zona de interés, demarcándola con un cabo dispuesto sobre el lecho subacuático, y en superficie señalizada por boyas. En cada estación se realizó el conteo de los recursos hidrobiológicos con buzos especialistas. En los casos en que existió gran cantidad de recursos hidrobiológicos en cada una de las transectas definidas, para facilitar la estimación de los ejemplares, se dispusieron cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup> separados cada 5 metros, por lo que, aquellas especies con agregación menor fueron contabilizadas a lo largo de toda la transecta, y aquellas especies con agregación mayor, fueron contabilizadas dentro de los cuadrantes, tal como lo establece la Res. Ex. N°2353/10.

Las transectas se posicionaron empleando un GPS Garmin Modelo 62s. Las coordenadas geográficas de cada sitio de medición fueron referidas al Datum WGS-84 y se resumen en tabla adjunta en cada capítulo correspondiente a cada diferente zona o sector estudiado.

### 4.6.3 Evaluación de Bancos Naturales de Recurso Hidrobiológicos

Como criterio de evaluación de los recursos hidrobiológicos se empleó el Índice Ponderado de Banco Natural de Recursos Hidrobiológicos Bentónicos (IPBAN), el cual indica si un determinado organismo se encuentra formando un banco natural en la zona.

Este índice se obtiene multiplicando la densidad del recurso hidrobiológico por la frecuencia de ocurrencia del mismo en las unidades de muestreo, por la superficie muestreable expresada en porcentaje. De lo anterior se tiene:

$$IPBAN = d \times f \times s$$

$$f = \frac{\text{Número de unidades de muestreo en que apareció el recurso}}{\text{Número total de unidades de muestreo utilizadas en cada sector}}$$

$$s = \frac{\text{Superficie Muestreable}}{\text{Superficie total del área de estudio}} \times 100$$

Donde:

- IPBAN: Índice Ponderado de Banco Natural de Recursos Hidrobiológicos Bentónicos.
- d: Densidad del recurso hidrobiológico.
- f: Frecuencia de ocurrencia del recurso en las unidades de muestreo.
- s: Superficie muestreable expresada en porcentaje.

El índice IPBAN obtenido para cada especie fue comparado con el valor máximo (IPBANMax) tabulado y señalado por SUBPESCA en la misma Resolución, donde si el valor estimado (IPBAN) es igual o superior al IPBANMax correspondiente, se considera como banco natural.

## 4.7 Objetivo 7

### Elaborar la documentación ambiental requerida según Normativa.

Esta actividad consiste en elaborar la documentación ambiental requerida según el Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 y sus modificaciones; la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009; el D.S N°15 de 2011 que aprueba el Reglamento de Registro de Personas Acreditadas para Elaborar los Instrumentos de Evaluación Ambiental y Sanitaria y las Certificaciones Exigidas por la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus Reglamentos y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S MINSEGRES N° 40 de 2012) y sus modificaciones, para el total de sitios propuestos.

De acuerdo al resultado de los antecedentes ambientales (CPS), a la producción y recurso que se determine óptimo para cultivar en cada sitio a prospectar conforme a lo obtenido de los objetivos anteriores, se determinará si se requiere el ingreso al SEIA, en virtud de lo señalado en la normativa vigente.

Si los proyectos requieren el ingreso al SEIA, se realizará la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del sector. En caso contrario, si los sectores no ingresan al SEIA, se hará ingreso del informe sectorial que corresponda y sólo se presentará la CPS correspondiente, conforme lo señalado en el numeral 10 de la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009 que refiere a:

- A. Las solicitudes de centros de cultivo deberán presentar la información ambiental que les corresponda según la categorización del numeral 5° de la resolución, de acuerdo con las metodologías indicadas en ella.
- B. En el caso de modificaciones de proyectos, se deberá presentar el análisis integrado de la CPS original del proyecto y las INFAs elaboradas a la fecha de la solicitud de modificación. No se someterán a estas exigencias las modificaciones de proyectos que no consideren aumento de biomasa o ampliación de área, tales como modificaciones de estructuras de cultivo o la inclusión del grupo de especies al que pertenece la o las especies que ya se encuentren autorizadas en el proyecto técnico.

## 4.8 Objetivo 8

Elaborar plano de borde costero escala 1:20.000 restituído fotogramétricamente, actualizando la cartografía existente para efectos de tramitación de concesiones de acuicultura en la VI Región de O'Higgins.

Todos los input para la confección de los planos de borde costero fueron subcontratados a la empresa Digimapas Chile Ltda.

El área geográfica en que se elaboraron los planos del borde costero consideró todo el litoral de la VI Región de O'Higgins, desde la desembocadura del Río Rapel hasta la laguna Boyeruca.

Se utilizaron imágenes satelitales cuya data fue posterior al 27 de febrero de 2010.

Se generó una red de control principal con vértices monumentados medidos con GPS de doble frecuencia, conforme al instructivo SHOA N°3109. Los puntos se obtuvieron a partir de vértices oficiales (SHOA o IGM) y se instaló en ellos equipos GPS para determinar las coordenadas de los puntos estereoscópicos. La monumentación de estos puntos se realizó conforme a las instrucciones hidrográficas, debiendo confeccionarse las correspondientes monografías, utilizando registros fotográficos para ayudar a reconocer mejor cada vértice.

Se midieron puntos de apoyo fotogramétrico mediante el empleo de GPS de precisión geodésica está en modalidad cinemática y estática diferencial cuya data recolectada se revisó en el post-proceso. Mediante estas mediciones se determinaron coordenadas y cotas de puntos de control en los extremos y centro de las fajas de vuelo para permitir su aerotriangulación en bloque. El cálculo de las coordenadas se realizó en datum WGS-84.

Se restituyó una franja de 500 metros a partir de la línea de costa que contiene la información hidrográfica y topográfica, tales como curvas de nivel, cursos de agua, toponimia, rampas, etc. Las coordenadas UTM y geográficas de estos planos se referirán al datum WGS-84.

La edición de los planos obtenidos de la restitución aerofotogramétrica se realizó en AutoCAD, obteniéndose un plano escala 1:20.000 y según las instrucciones Hidrográficas N°10 "Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Planos Marítimos Costeros".

Una vez confeccionados los planos se ingresaron al SHOA para su revisión, adjuntando el informe del apoyo fotogramétrico, incluyendo las mediciones con GPS, cálculo de

coordenadas y monografía de vértices del apoyo geodésico principal. El SHOA certificó el levantamiento mediante la inspección de un inspector en terreno, el cual verificó el levantamiento geodésico.

Los planos finales serán entregados, original en poliéster y otro en papel bond para su visación y timbrado por parte del SHOA.

Se entregaron los registros de las mediciones, cálculos, monografías de vértices, coordenadas y cotas de apoyo. Además, un respaldo magnético en formato AutoCAD de las restituciones fotogramétricas en 2 versiones, una con referencia al norte geográfico y otra con referencia al norte de cuadrícula UTM.

# 5 Resultados

## 5.1 Objetivo 1

Identificación de las organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar actividades de acuicultura de pequeña escala y solicitudes de acuicultura en AMERB en los sitios a prospectar

Como primera etapa del proyecto, se contactó con las entidades públicas relacionadas con las actividades a desarrollar por el proyecto, con la finalidad de obtener información base para el levantamiento en terreno, de manera de contactar y llevar a cabo entrevistas a los posibles interesados en realizar actividades de APE en la región de O'Higgins. Este levantamiento de información fue realizado a través de reuniones formales, reuniones mediante videoconferencias y contacto telefónico.

### 5.1.1 Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Central

Con fecha 19 de diciembre de 2017, se realizó reunión de inicio del proyecto en las dependencias del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura en la ciudad de Valparaíso, acordando los lineamientos del proyecto. Dentro del marco de la reunión (Anexo A Minuta de reunión N° 1), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, a través del Sr. David Escobar, se hizo entrega de una CD con información correspondiente a:

1. Cartografía VI, archivo autocad: COSTA VI REGION
2. Shape de la VI Región.
3. Archivos Excel:
  - CONCESIONES\_\_ORGANIZACIONES PA
  - Registro AMERB VI Región
  - Tabla Resumen Áreas APE FIP 2013-14 VI región

## 5.1.2 Dirección Zonal de Pesca V, VI y VII. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

### Reunión 8 de enero de 2018

La primera reunión de trabajo fue realizada con el Sr. Iván Céspedes, profesional a cargo de Acuicultura y pesca artesanal de las regiones V, VI y VII. La cita fue realizada a través de videoconferencia desde la oficina zonal de pesca de la Subpesca en la ciudad de Puerto Montt.

De esta reunión se destacó que la mayoría de las personas asociadas al borde costero trabaja en la recolección de algas (cochayuyo principalmente) más que en la pesca propiamente tal, inclusive con poco interés en el desarrollo de AMERB para recursos que no sean algas.

De esta forma, se pudo tener acceso a la información de las organizaciones de pescadores y contactos para su entrevista. Como personas referentes a los cuales entrevistar, se destaca en la comuna de Navidad a la presidenta de la S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión La Boca Sra. Cecilia Masferrer y en la comuna de Pichilemu al Sr. Genaro Guerrero, presidente de la Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales de Cardenal Caro, VI Región FEDEPESCA. Se menciona como posible contacto al Sr. Patricio Martínez de la municipalidad de Navidad.

Como posibles áreas a desarrollar Acuicultura a Pequeña Escala se pueden destacar los sectores de: Matanza (al norte de la VI región) (AMERB), Bucalemu (se encuentra libre), Punta de Lobos (AMERB) y Pichilemu (AMERB).

### Reunión 25 de enero de 2018.

Se realizó una segunda reunión de trabajo, realizada en las dependencias de la Dirección Zonal de Pesca ubicada en la ciudad de Constitución. En esta oportunidad se pudieron revisar los sitios y especies propuestas, de acuerdo al primer levantamiento que se estaba realizando en la zona, revisando la exposición a la rompiente y especies que pudieran ser cultivadas, tales como: choritos, piure, locos, entre otros.



### 5.1.3 Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Pichilemu.

#### Reunión 24 de enero de 2018.

Se sostuvo una reunión en las dependencias del Sernapesca en la comuna de Pichilemu, con el Sr. Christian De La Barra, encargado de la Pesca Artesanal y el Sr. Dionisio De La Parra, encargado de la Dirección Regional de O'Higgins. En aquella reunión, se revisaron los sitios propuestos por los interesados ya entrevistados y se propuso un sector ubicado en los roqueríos donde se forman pozones naturales en la localidad de Punta Lobos, para siembra de erizos en jaulas, lugar donde quedarían protegidos de la rompiente del sector, la cual, sin embargo, debería ser consensuada con los surfistas que ocupan estas costas, debido que quieren generar un santuario de la naturaleza a modo de protección para que no exploten sus recursos.

Se analizaron las especies solicitadas por los sindicatos de pescadores, los cuales en su mayoría desean recursos como erizos, ostras y choritos. A su vez se puso énfasis en la morfología costera de la región, expuesta al océano Pacífico, por lo que la rompiente juega un papel fundamental en la implementación de futuros cultivos.

Como información complementaria, la autoridad señaló que existe una rivalidad entre los sindicatos de hombres y de mujeres, debido principalmente a la supuesta desigualdad en trato con respecto a la distribución de los beneficios entre estas organizaciones. Esta información concuerda con los resultados de las encuestas a las diferentes organizaciones entrevistadas que se verán más adelante en el presente informe.

Finalmente, se complementa la información de los sindicatos, a través de números de teléfono y direcciones, para continuar prospectando los sitios y especies en la zona.

### 5.1.4 Oficinas de Pesca de las Municipalidades Costeras

Para realizar la recopilación de antecedentes en las municipalidades de las comunas costeras de la región, se realizaron entrevistas vía telefónica para obtener antecedentes de organizaciones que estuvieran dispuestas a realizar APE. A pesar de lo anterior, dentro de dichas entidades que se pudo contactar, no existen mayores antecedentes de organizaciones pesqueras, con excepción de la comuna de Paredones, donde se nos hizo llegar un listado de sindicatos del sector. Por otro lado, se debe indicar, que no existen

oficinas de pesca que vean directamente este tipo de información. La Tabla 4 entrega un resumen de las entrevistas realizadas a las municipalidades de la VI región.

**Tabla 4. Municipalidades entrevistadas**

Municipalidad	Departamento	Contacto	Comentario
Navidad	Departamento de Borde Costero	Patricio Martínez	No hubo respuesta
Litueche	No posee departamento de Pesca	-	Existía solo un registro de sindicato del año 2012, el cual no se encuentra activo.
Paredones	Administración Municipal	Ana Valenzuela	Envía información de sindicatos de la región
Pichilemu	No posee departamento de Pesca	Ximena San Ramón	Deriva a SERNAPESCA, donde se sostuvo una reunión en terreno con Christian De La Barra y Dionisio De La Parra.

## 5.1.5 Identificación de organizaciones.

De acuerdo a la información recopilada en las distintas reuniones y entrevistas, se pudo contabilizar un total de 4 comunas costeras, con 6 caletas pesqueras y un total de 31 organizaciones de pescadores. Se contabilizó un total 2 áreas para Acuicultura a Pequeña Escala (APE), 37 Áreas de manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y una Concesión de Acuicultura.

A continuación, se detalla esta información por cada comuna.

### 5.1.5.1 Comuna de Navidad

La comuna de Navidad se ubica en el límite norte de la VI región, en la cual en su borde costero se ubican dos caletas, correspondientes a La Boca de Rapel, ubicada en la desembocadura del río Rapel, con 3 organizaciones de pescadores y caleta Matanzas, ubicada más al sur, con un total de 4 organizaciones. A pesar de que El Chorrillo no es considerada como caleta según el D.S. 240, posee un S.T.I. de Algueros y Buzos de Mariscadores el Chorrillo (Tabla 5).

**Tabla 5. Organizaciones artesanales por Caleta.**

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Boca Rapel	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión La Boca	Cecilia Masferrer Montecinos (Presidente)
	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la localidad de La Vega de La Boca de la Comuna de Navidad	Roxana Figueroa Vargas (Presidente)
	Algalemu Limitada	José Acevedo Ortiz (Presidente)
Matanzas	Organización Comunal Funcional de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y Algueros de Matanza y la Vega de Pupuya	Luis Catalán Ahumada (Presidente)
	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión Matanza	Juan Rojas Hernández (Presidente)
	S.T.I. de Buzos, Algueros Mariscadores Unión El Esfuerzo de La Vega de Pupuya	Miguel Muñoz A. (Presidente)
	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la Comuna de Navidad	Patricio Catalán Ahumada (Presidente)
El Chorrillo <sup>3</sup>	S.T.I. de Algueros y Buzos Mariscadores El Chorrillo	Francisco Caroca Flores (Presidente)

La comuna en la actualidad posee un total de 8 AMERBs decretadas y ninguna en solicitud en trámite. Por otro lado, no posee concesiones de acuicultura, solicitudes de acuicultura en trámite u otras ocupaciones territoriales costeras (Tabla 6; Figura 3). Cabe señalar que dentro del territorio de la comuna se ubican 2 AMERBs pertenecientes a la caleta Puertecillo, correspondiente a la comuna de Litueche y otorgada al S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PUERTECILLO. El S.T.I. PESCADORES ARTESANALES UNION MATANZAS es la organización con la mayor cantidad de AMERBs otorgadas, las cuales se ubican principalmente en la caleta de Matanzas.

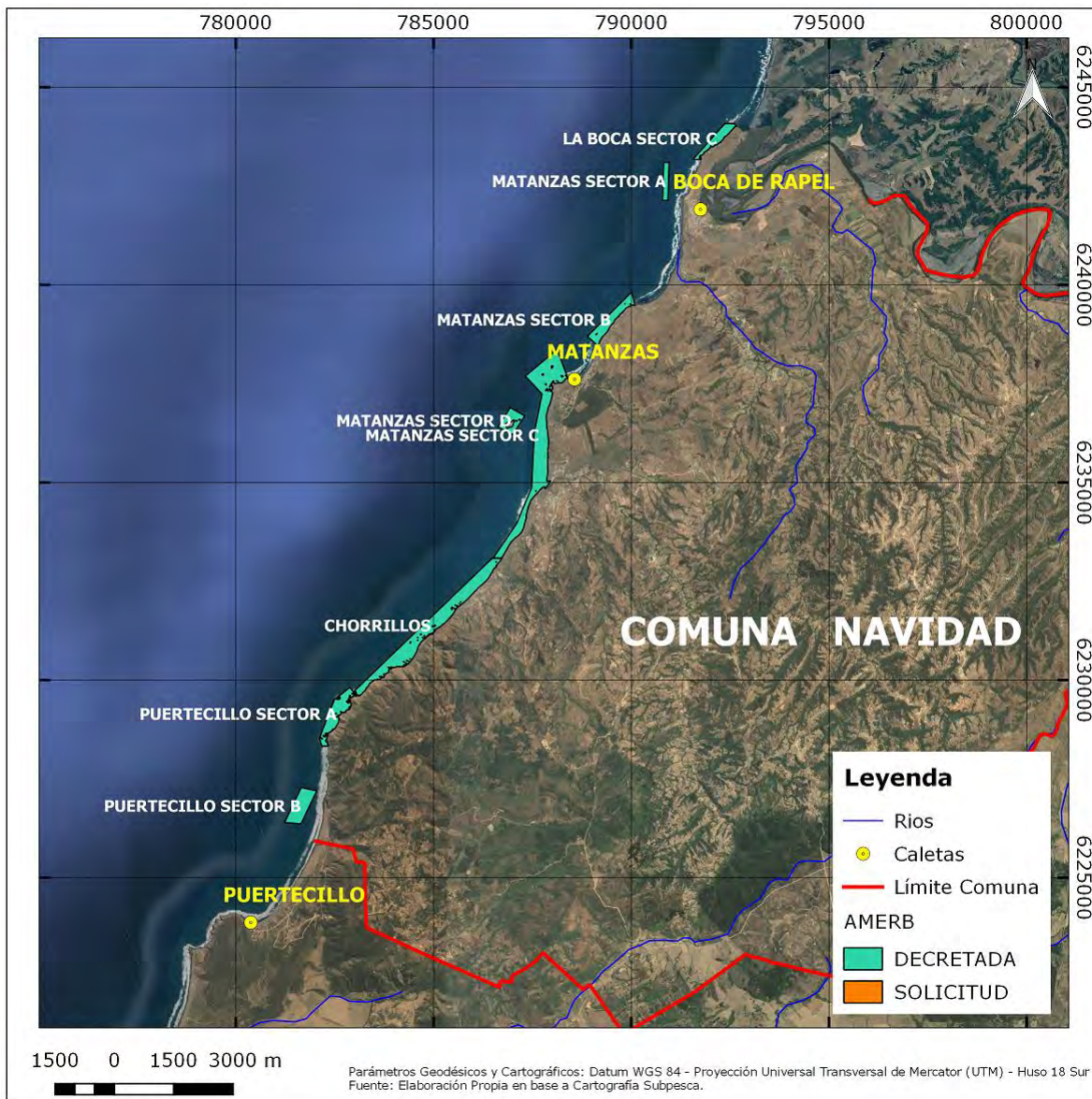
Las especies declaradas en las áreas de manejo corresponden a las algas Chasca, Cochayuyo y Luga; a los moluscos Lapa y Loco y al Equinodermo erizo. El AMERB la Boca Sector C, presenta la totalidad de las especies descritas, mientras que Matanzas A, B, C y Puertecillo sector B, no presentan información de especies a manejar.

---

<sup>3</sup> Caleta no reconocida en el DS 240.

**Tabla 6.** Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna Navidad.

Nombre	Organización	Especies
LA BOCA SECTOR C	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES, UNION LA BOCA	CHASCA COCHAYUYO ERIZO LAPA LOCO LUGA- LUGA
MATANZAS SECTOR A	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES UNION MATANZAS	-
MATANZAS SECTOR B	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES UNION MATANZAS	-
MATANZAS SECTOR C	1) S.T.I. PESCADORES ARTESANALES UNION MATANZAS 2) S.T.I. BUZOS MARISCADORES UNION EL ESFUERZO LA VEGA DE PUPUYA	-
MATANZAS SECTOR D	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES UNION MATANZAS	LAPA LOCO
CHORRILLOS	S.T.I. DE ALGUEROS Y BUZOS MARISCADORES "EL CHORRILLO", COMUNA NAVIDAD	CHASCA COCHAYUYO LOCO LUGA-LUGA
PUERTECILLO SECTOR A	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PUERTECILLO	CHASCA COCHAYUYO LOCO LUGA-LUGA
PUERTECILLO SECTOR B	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PUERTECILLO	-



**Figura 3.** Ocupaciones territoriales costeras, Comuna de Navidad, región de O'Higgins.  
**Fuente:** Base de datos Subpesca

### 5.1.5.2 Comuna de Litueche

La comuna de Litueche se ubica entre la comuna de Navidad y Pichilemu, con un sector costero de menor dimensión que el resto de las comunas de la región. La caleta Puertecillo es la única ubicada en el sector costero, la cual posee una única organización llamada S.T.I. de Pescadores Artesanales de Puertecillo. De acuerdo a los documentos revisados de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, existen dos organizaciones de pescadores que se encuentran asociadas a Topocalma, la cual a su vez no se encuentra reconocida como Caleta de acuerdo al D.S. 240 (Tabla 7).

**Tabla 7. Organizaciones artesanales por Caleta.**

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Puertecillo	S.T.I. de Pescadores Artesanales de Puertecillo	Luis Francisco Álvarez Albornoz (Presidente)
Topocalma <sup>4</sup>	S.T.I. Pescadores Artesanales "El Farellón"	Lucía Becerra González (Presidente)
	S.T.I. De Pescadores Artesanales de Topocalma	Pamela Yáñez Donoso (Presidente)

La comuna en la actualidad posee un total de 2 AMERBs decretadas y una en solicitud, correspondiente a El Farellón. Cada una de ellas se encuentra asociada a una organización independiente. Los principales recursos corresponden a las algas Chasca, Cochayuyo, Chascón o Huiro Negro y Luga; a los moluscos Lapa Frutilla o Rosada, Lapa Negra, Lapa Reina y Loco (Tabla 7; Figura 4).

---

<sup>4</sup> Caleta no reconocida en el DS 240.

**Tabla 8.** Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Litueche.

Nombre	Organización	Especies
PUERTECILLO SECTOR C	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PUERTECILLO	CHASCA COCHAYUYO LAPA FRUTILLA O ROSADA LAPA NEGRA LAPA REINA LOCO LUGA
EL FARELLON	SINDICATO DE MARISCADORES RECOLECTORES DE ORILLA Y PESCADORES INDEPENDIENTES "EL FARELLON"	-
TOPOCALMA SECTOR A	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE TOPOCALMA	CHASCA COCHAYUYO HUIRO NEGRO O CHASCON LAPA LOCO LUGA-LUGA



**Figura 4.** Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Litueche, región de O'Higgins.  
**Fuente:** Base de datos Subpesca

### 5.1.5.3 Comuna de Pichilemu

La comuna de Pichilemu es la más extensa en su borde costero, desde el límite norte con la comuna de Litueche y con la comuna de Paredones al sur. A pesar de su extensión, sólo posee una sola caleta correspondiente a la localidad de Pichilemu. La caleta posee un total de 13 organizaciones, incluida la Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales de Cardenal Caro, VI Región FEDEPESCA, la cual considera las caletas de Bucalemu y Litueche. Existe una organización perteneciente a Las Cruces, la cual no se encuentra reconocida como caleta según el D.S. 240 (Tabla 9).

**Tabla 9. Organizaciones artesanales por Caleta.**

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Pichilemu	S.T.I. de Buzos Mariscadores y Ramos Similares de Pichilemu	Washington Vargas Castro (Presidente)
	S.T.I. de Pescadores Artesanales de Pichilemu	Luis Gómez Reyes (Presidente)
	S.T.I. Pescadores, Buzos y Recolectores de Orilla de Pichilemu	Francisco Rojas Cornejo (Presidente)
	S.T.I. Pescadores Artesanales Las Terrazas de Pichilemu	Eugenio Vargas González (Presidente)
	S.T.I. de Mujeres Pescadoras y Recolectoras de Algas y Mariscos de Orilla de la Comuna de Pichilemu	Delfina Gretty Mancilla (tesorera)/ Viviana Vargas (Secretaria)/ Carolina Zamorano Vargas (Presidenta)
	Cooperativa de Trabajo Los Huachos y Las Quiscas	Eduardo Cordero Pérez (Presidente)
	Cooperativa de Pescadores Alto Colorado Playa los Leones	Viviana Catalán Ahumada (Presidente)
	Cooperativa Pesquera Caleta Los Piures Punta de Lobos	Héctor Omar Vargas Sánchez (Presidente)
	Cooperativa de Trabajo el Arco de Pichilemu	Hernán Cornejo Mella (Presidente)
	Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales de la Comuna de Pichilemu	Washington Vargas Castro (Presidente)
	S.T.I. Buzos, Mariscadores, Algueros y Ramos Similares de los Huachos y Las Quiscas	Genaro Guerrero Torres (Presidente)
Pichilemu-Bucalemu-Litueche	Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales de Cardenal Caro, VI Región FEDEPESCA	Genaro Guerrero Torres (Presidente)



Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Las Cruces <sup>5</sup>	S.T.I pescadores Artesanales y Recolectores de Orilla Las Cruces	María Pérez Cordero (Presidente)

En cuanto al uso territorial del borde costero, se pueden destacar un total de 18 AMERBs Decretadas y 1 en solicitud correspondiente a Playa San Antonio. El S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU posee un total de 7 AMERBs, el S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PICHILEMU posee un total de 3 AMERBs y el S.T.I. DE CULTIVADORES, PESCADORES, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE CÁHUIL posee un total de 2 AMERBs. El área de manejo Pichilemu Sector A se encuentra conformado por dos organizaciones: S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, ALGUEROS Y RAMOS SIMILARES DE LOS HUACHOS Y LAS QUISCAS y COOPERATIVA DE TRABAJO LOS HUACHOS. La especies señaladas corresponden a las algas Chasca, Cochayuyo, Luga Luga, Luga Cuchara y Huiro Negro o Chascón; los moluscos Lapa Frutilla o Rosada y Loco; y el equinodermo erizo y declaradas sólo en las área de manejo Punta la Puntilla y Punta Lobos, mientras que en el resto no se hace mención recursos (Tabla 10; Figura 5 y Figura 6).

**Tabla 10. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Pichilemu.**

Nombre	Organización	Especies
PICHILEMU SECTOR A	1) S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, ALGUEROS Y RAMOS SIMILARES DE LOS HUACHOS Y LAS QUISCAS	-
	2) COOPERATIVA DE TRABAJO LOS HUACHOS	
PICHILEMU SECTOR B	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, ALGUEROS Y RAMOS SIMILARES DE LOS HUACHOS Y LAS QUISCAS	-
PICHILEMU SECTOR C	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-
PICHILEMU SECTOR D	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-

<sup>5</sup> Caleta no reconocida en el DS 240.

PICHILEMU SECTOR E	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-
EL ARCO	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-
EL ARRAYAN	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PICHILEMU	-
PICHILEMU SECTOR F	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-
PUNTA MAL PASO, VI	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PICHILEMU	-
PLAYA SAN ANTONIO	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES DE PICHILEMU	-
PICHILEMU SECTOR G	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-
PICHILEMU SECTOR H	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE PICHILEMU	-
PUNTA LA PUNTILLA	SINDICATO DE MUJERES TRABAJADORAS INDEPENDIENTES PESCADORAS Y RECOLECTORAS DE ALGAS Y MARISCOS DE ORILLA	CHASCA COCHAYUYO ERIZO LAPA FRUTILLA O ROSADA LAPA NEGRA LOCO LUGA-LUGA
PUNTA PICHILEMU	S.T.I. DE PESCADORES BUZOS Y RECOLECTORES DE ORILLA DE PICHILEMU	-
PUNTA LOBOS	COOPERATIVA PESQUERA CALETA LOS PIURES, PUNTA DE LOBOS LIMITADA	CHASCA COCHAYUYO HUIRO NEGRO O CHASCON LOCO LUGA CUCHARA
EL PANGAL	S.T.I. DE CULTIVADORES, PESCADORES, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE CÁHUIL	-
LA SIRENA	S.T.I. DE CULTIVADORES, PESCADORES, MARISCADORES Y RAMOS SIMILARES DE CÁHUIL	-
BUCALEMU SECTOR D	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, PESCADORES Y ALGUEROS DE BUCALEMU	-
LAS CRUCES	S.T.I. ALGUEROS, MARISCADORES, BUZOS Y PESCADORES N°2 DE BUCALEMU	-

Por otro lado, la comuna de Pichilemu posee una concesión de acuicultura, ubicada en la laguna de Cáhuil y perteneciente al sindicato de Cáhuil. Las especies cultivadas corresponden a cholga, chorito, choro, ostra chilena y ostra del pacífico (Tabla 11; Figura 6). Es en este mismo sector, donde se ubica la única Área Apta para la Acuicultura (AAA) de la región de O'Higgins. En cuanto a sectores para la Acuicultura a Pequeña Escala, se puede mencionar a la ubicada en el mismo sector de la laguna de Cáhuil, la cual considera el cultivo de pelillo, ostra japonesa y choro zapato (Tabla 12; Figura 6) y se encuentra con

limitante al estar su solicitud en trámite. Esta información fue descrita en el informe FIP 2013-24 “ESTUDIO DE EMPLAZAMIENTO DE ÁREAS DE ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA EN LA ZONA SUR (VI A XIV REGIONES)” elaborado por la Universidad Católica de la Santísima Concepción, señalando que este sector se encuentra apto, pero con limitaciones al presentarse el fenómeno de embancamiento del río (Tabla 12; Figura 6).

**Tabla 11.** Concesiones de Acuicultura de la comuna de Pichilemu.

Nombre	Código de Centro	Organización	Especies
LAGUNA DE CÁHUIL, AL ESTE DE SECTOR LA BOCA	60005	SINDICATO CÁHUIL	CHOLGA, CHORITO, CHORO, OSTRA CHILENA, OSTRA DEL PACIFICO

**Tabla 12.** Propuestas APE de la comuna de Pichilemu.

Nombre	Tipo de limitante	Especies
CÁHUIL	Solicitud en trámite	PELILLO, OSTRA JAPONESA Y CHORO ZAPATO



Figura 5. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Pichilemu (I), región de O'Higgins.

Fuente: Base de datos Subpesca

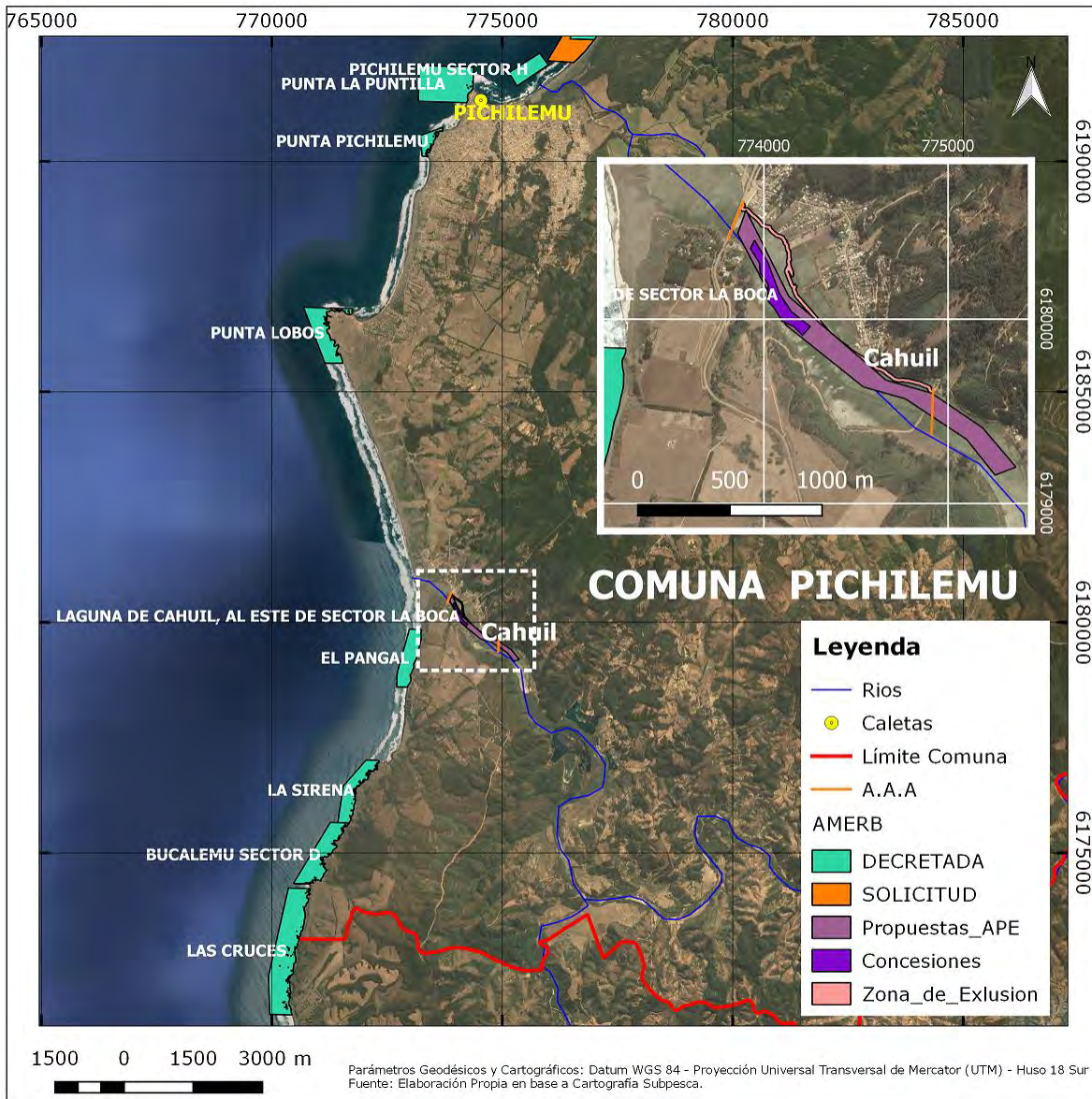


Figura 6. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Pichilemu (2), región de O'Higgins.

Fuente: Base de datos Subpesca

### 5.1.5.4 Comuna de Paredones

La comuna de Paredones se ubica en el límite sur de la región de O'Higgins, conformada por las caletas Bucalemu y Boyeruca. La primera de ellas posee un total de 5 organizaciones, mientras que Boyeruca no registra organizaciones para la VI región, pero si para la VII, al encontrarse en el límite de ambas regiones (Tabla 13).

**Tabla 13. Organizaciones artesanales por Caleta.**

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Bucalemu	S.T.I. de Buzos Mariscadores, Pescadores y Algueros de Bucalemu N°1	Jonny Gómez López (presidente)
	S.T.I. de Algueros Mariscadores, Buzos y Pescadores N°2 de Bucalemu	Rafael Guerrero Rojas (presidente)
	S.T.I. de Pescadores de Bucalemu	Gilberto Rodrigo Ahumada (presidente)
	Algas Bucalemu Ltda.	Pamela González Pérez (presidente)
	S.T.I. Las Animas	Alejandro Guerrero Torres (presidente)

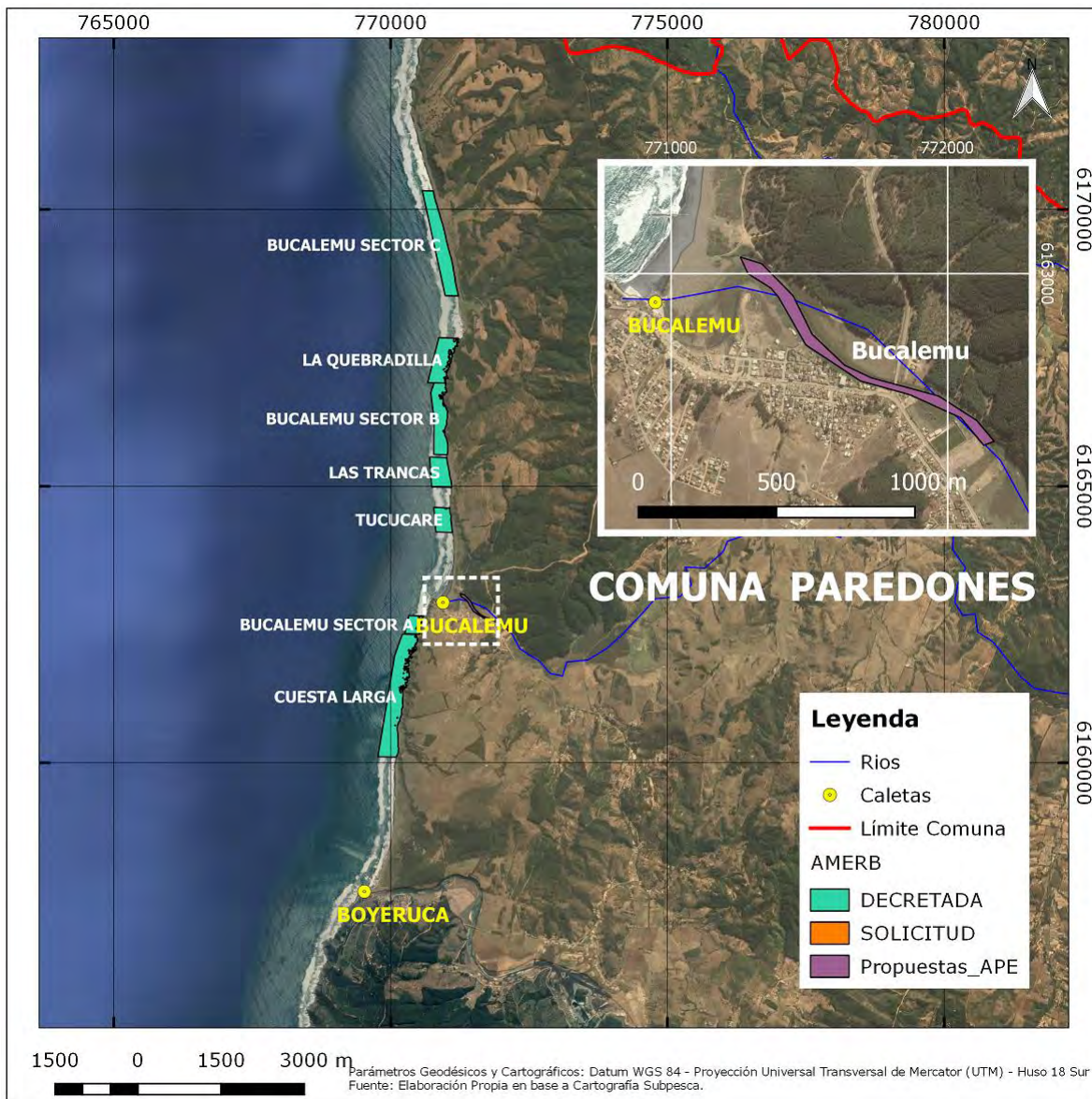
La Tabla 14 y Figura 7 entregan los registros de 7 AMERBs ubicadas en la zona costera de la comuna, de las cuales 4 de ellas se encuentran administradas por el S.T.I. ALGUEROS, MARISCADORES, BUZOS Y PESCADORES N°2 DE BUCALEMU, mientras que las otras 3 se encuentran administradas por el S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, PESCADORES Y ALGUEROS DE BUCALEMU. No registran especies explotadas. A su vez, se puede contabilizar un área de Acuicultura a Pequeña Escala (APE) en Bucalemu, la cual se presenta para las especies de pelillo, ostra japonesa y choro zapato, presentando limitaciones por Caleta Pesquera (Figura 7;Tabla 14 y Tabla 15).

**Tabla 14.** Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Paredones.

Nombre	Organización
BUCALEMU SECTOR C	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, PESCADORES Y ALGUEROS DE BUCALEMU
LA QUEBRADILLA	S.T.I. ALGUEROS, MARISCADORES, BUZOS Y PESCADORES N°2 DE BUCALEMU
BUCALEMU SECTOR B	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, PESCADORES Y ALGUEROS DE BUCALEMU
LAS TRANCAS	S.T.I. ALGUEROS, MARISCADORES, BUZOS Y PESCADORES N°2 DE BUCALEMU
TUCUCARE	S.T.I. ALGUEROS, MARISCADORES, BUZOS Y PESCADORES N°2 DE BUCALEMU
BUCALEMU SECTOR A	S.T.I. BUZOS, MARISCADORES, PESCADORES Y ALGUEROS DE BUCALEMU
CUESTA LARGA	S.T.I. ALGUEROS, MARISCADORES, BUZOS Y PESCADORES N°2 DE BUCALEMU

**Tabla 15.** Propuestas APE de la comuna de Paredones.

Nombre	Tipo de Limitante	Especies
Bucalemu	Caleta Pesquera	Pelillo, Ostra Japonesa y Choro Zapato



**Figura 7.** Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Paredones región de O'Higgins.

**Fuente:** Base de datos Subpesca



## 5.1.6 Reuniones y entrevistas con Organizaciones e interesados en desarrollar APE en la VI región

Como primer acercamiento a las organizaciones, se procedió a contactarlas vía telefónica con la información entregada por las distintas entidades consultadas anteriormente, de manera de dirigir el levantamiento en terreno de las localidades donde se podría realizar APE. Debido a la dificultad de contactar telefónicamente a todas las organizaciones, puesto que los números se encontraban desactualizados o las personas no se encontraban en sus localidades respectivas, se procedió a complementar dicha información con un levantamiento en terreno, considerando talleres informativos para las organizaciones interesadas o simplemente realizar encuestas de manera personal. Esta actividad se llevó cabo los días 23 al 25 de enero de 2018, recorriendo todo el borde costero de la VI región, considerando las caletas descritas y tratando de contactar con cada una de las organizaciones detalladas en el mismo capítulo.

Al recorrer las localidades, la mayoría de las personas que se encontraban realizando usos del borde costero y que se les quiso consultar sobre posibles sectores para realizar APE en sectores cercanos a su comunidad, no parecían interesadas en llevar a cabo alguna actividad de cultivo, señalando en primera instancia que debían consultarles a los presidentes de las organizaciones respectivas para poder realizar las entrevistas y/o plantear cualquier decisión. Esto dificultó aún más el desarrollo de las entrevistas dado que el presidente en ocasiones no estaba disponible y otro socio de cada sindicato no quería realizar la entrevista. Todo esto impidió desarrollar los talleres como se había planificado, quedando sólo las entrevistas a los presidentes de las organizaciones que se encontraban presentes en los lugares.

La Tabla 16 se entrega el nombre de los representantes de las distintas Organizaciones entrevistadas y en la Figura 8 se presenta el registro fotográfico de la aplicación de las encuestas. En el Anexo B se adjuntan las encuestas llevadas a cabo.

**Tabla 16.** Listado de organizaciones entrevistadas.

N°	Nombre Entrevistado	Caleta	Nombre Organización
1	Cecilia Masferrer	Boca de Rapel	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión La Boca
2	Francisco Caroca	El Chorrillo	S.T.I. de Algueros y Buzos Mariscadores El Chorrillo
3	Martin Rojas	Matanzas	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión Matanzas
4	Roxana Figueroa Vargas	Boca de Rapel	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la localidad de La Vega de La Boca de la Comuna de Navidad
5	Benjamín González	Pichilemu	S.T.I. Pescadores, Buzos y Recolectores de Orilla de Pichilemu
6	Carolina Zamorano	Pichilemu	S.T.I. de Mujeres Pescadoras y Recolectoras de Algas y Mariscos de Orilla de la Comuna de Pichilemu
7	Emiliano Guerrero	Bucalemu	Cooperativa de trabajo "La Lancha"
8	Eric Bozo	Pichilemu	S.T.I. de Pescadores Artesanales de Pichilemu
9	Gloria Guajardo	Cáhuil	S.T.I. Cultivadores, Pescadores, Mariscadores y Ramos Similares de Cáhuil
10	Patricio Catalán Ahumada	Matanzas	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la Comuna de Navidad
11	Pamela Yáñez Donoso	Topocalma	S.T.I. DE Pescadores Artesanales de Topocalma
12	Washington Vargas Castro	Pichilemu	S.T.I. de Buzos Mariscadores y Ramos Similares de Pichilemu
13	Viviana Catalán Ahumada	Pichilemu	Cooperativa de Pescadores Alto Colorado Playa los Leones
14	Jhony Gómez López	Bucalemu	S.T.I. de Buzos Mariscadores, Pescadores y Algueros de Bucalemu N°1
15	Pamela González Pérez	Bucalemu	Algas Bucalemu Ltda.
16	Gilberto Ahumada Ahumada	Bucalemu	Sindicato de trabajadores independientes de pescadores Bucalemu
17	Paula Flores Solimano	Bucalemu	S.T.I. buzos, mariscadores, pescadores y algueros de Bucalemu N°2
18	Jacob Valenzuela	Bucalemu	Cooperativa de trabajo "La Lancha"

La mayoría de los entrevistados correspondieron a Algueros donde los principales recursos corresponden a Cochayuyo, Luche, Luga, Chasca y Huiro; en segundo lugar, a la pesca de Merluza, Sierra, Corvina, Congrio y Robalo; y por último al buceo, extracción y/o manejo de Jaiba, Piure, Erizo, Ostras, Lapas y Locos. Estas actividades las llevan a cabo en familia, las cuales pertenecen a algún sindicato de cada una de las caletas, las cuales poseen directivas que se renuevan en el tiempo (presidente, secretario y tesorero). En general poseen embarcaciones por organización y artes de pesca, y en menor medida camiones e incluso cuatrimotos para extraer los recursos, además de trajes y equipos de buceos, mencionado por algunos encuestados. La extracción de los recursos se realiza casi todo el año dependiendo de las especies, donde se consideran las temporadas y las vedas en el caso de recursos que presenten medidas de administración pesquera. Ninguno de los encuestados pertenece a algún pueblo originario.

Las organizaciones han postulado a diferentes proyectos, principalmente para la compra de equipos como camiones, tractores, cuatrimotos y equipos de buceo e implementación para algunos tipos de cultivo, como Lisa, Ostras y plantación de Pelillo, pero que finalmente no resultó, incluyendo además acopios para su recolección. Por otro lado, uno de los entrevistados menciona capacitaciones en higiene para salas de procesos de recursos. Estas organizaciones fluctúan entre los 9 y 36 socios, donde en promedio bordean las 30 personas.

En relación con el desarrollo de acuicultura, posee una regular o buena experiencia en este tipo de actividad, pero también existe un porcentaje alto de organizaciones que presentan una nula experiencia.

Se menciona por parte de los entrevistados, actividades de turismo en la región, donde destacan en ciertos lugares el Surf.



Entrevista en sector Cahuil con Sra. Gloria Guajardo



Entrevista en sector Navidad (Boca Rapel) con Sra. Cecilia Masferrer y Sra. Roxana Figueroa



Entrevista en sector Pichilemu S.T.I. de pescadores artesanales Pichilemu "La Caleta"



Entrevista en sector La Puntilla Pichilemu Sra. Carolina Zamorano



Entrevista en Pichilemu Sr. Benjamín González



Verificación de sitios en terreno (Sector La Pesca)

Figura 8. Fotografías aplicación encuestas y terreno (enero 2018).

## 5.2 Objetivo 2

Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VI Región de O'Higgins

### 5.2.1 Sectores APEs de acuerdo a Proyecto FIP 2013-24.

De acuerdo al Proyecto FIP 2013-24, "ESTUDIO DE EMPLAZAMIENTO DE ÁREAS DE ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA EN LA ZONA SUR (VI A XIV REGIONES)", para la región de O'Higgins, se propusieron dos sectores para desarrollar APE, las cuales correspondieron a Cáhuil (Tabla 12; Figura 6) y Bucalemu en la comuna de Pichilemu (Tabla 15; Figura 7). La primera de ellas presentó un área de 20,67 Hectáreas, mientras que Bucalemu presentó una superficie de 3,83 hectáreas, donde la especie principal para ambas APEs corresponde a Pelillo y las secundarias a Ostra Japonesa y Choro Zapato.

Para la selección de los sitios antes mencionados, se evaluaron un total de 7 sectores, donde su determinación se basó principalmente en aspectos relacionados con las características ambientales de las zonas identificadas, la experiencia del equipo de trabajo y la información recopilada y consultada en terreno. Con estos antecedentes determinaron los cultivos más idóneos para cada zona y la tecnología adecuada a cada uno de ellos.

Estos sectores fueron utilizados como base para las encuestas realizadas a las organizaciones que estuvieran interesadas a desarrollar APE.

### 5.2.2 Propuesta de Sitios para el desarrollo de APE en la VI Región.

La propuesta se basó en los antecedentes expuestos en el objetivo 1, considerando la experiencia de las entidades entrevistadas, a los usos territoriales de la zona costera de la VI región, estudios anteriores y a la opinión de las diferentes organizaciones que se pudieron encuestar, ubicadas en cada uno de los sectores.

## 5.2.2.1 Identificación y propuesta de sitios

Se desarrolló una campaña de levantamiento de información para definir potenciales lugares para el desarrollo de la APE. Se levantó información para identificar interesados en desarrollar Acuicultura a Pequeña Escala y potenciales sitios de interés idóneos para esta actividad. El levantamiento se desarrolló en base a diversas entrevistas, que abarcaron gran parte de las caletas y sectores de interés de la región (ver Anexo C, Resultado de Encuestas).

Las entrevistas se realizaron en formato encuesta, e incluyó preguntas relacionada con el interés de realizar Acuicultura a Pequeña Escala, ubicación de sitios, conocimientos en acuicultura, interés en especies a desarrollar entre otros (ver Anexo B).

En la Tabla 17 se listan las personas entrevistadas, quienes en su mayoría fueron representantes de alguna organización o sindicato. Cabe destacar que se contactaron otras personas de la zona, sin embargo, todas solicitaron que la entrevista se realizase a los dirigentes de la organización.

**Tabla 17. Personas Encuestadas o entrevistadas**

N	Nombre Entrevistado	Fecha Entrevista	Nombre Organización
1	Benjamín González	24-01-18	Sindicato de pescadores_ buzos y recolectores de orilla Pichilemu
2	Carolina Zamorano	24-01-18	Sindicato de mujeres recolectoras de orilla
3	Cecilia Masferrer	23-01-18	Sindicato unión la Boca
4	Jorge Iván Céspedes Michea	25-01-18	Dirección Zonal de Pesca
5	Emiliano Guerrero	24-01-18	Cooperativa de trabajo "La Lancha"
6	Eric Bozo	24-01-18	Sindicato F.I. de pescadores artesanales Pichilemu
7	Francisco Caroca	23-01-18	Sindicatos recolectores de orilla Chorillo
8	Gloria Guajardo	24-01-18	STI. Cultivadores_ pescadores_ mariscadores y ramas similares de Cahuil
9	Martin Rojas	23-01-18	Sindicato de pescadores de matanza
10	Roxana Figueroa Vargas	23-01-18	Sindicato de rio de la vega de la Boca
11	Dionisio de la Parra	23-01-18	Sernapesca
12	Cristián de la Barra	23-01-18	Sernapesca
13	Iván Céspedes	08-01-18	Dirección Zonal de Pesca y Acuicultura (straming pre-visita)

La información recabada mediante las encuestas es parte de la base de datos del proyecto, presentada en el Anexo C.

De acuerdo a la información recopilada en terreno, se identificaron sitios para el desarrollo de la Acuicultura a Pequeña Escala. Gran parte de estos sitios fueron propuestos por los entrevistados, los cuales señalaron su interés, en base a su conocimiento del sector, accesos, especies residentes en ellos y la experiencia en cultivos conocidos. Se destaca que la mayoría de los entrevistados indicó poseer un buen acceso al sector que indicó como de interés, fuese por tierra o embarcación.

Respecto de aquellos sitios que se les propuso, la principal dificultad indicada por los entrevistados se presentó en aquellos sitios que podrían estar emplazados en el mar. Esto porque fueron reconocidas como zonas expuestas producto del viento, gran oleaje y una gran zona de rompiente. De acuerdo a los entrevistados, estas características causarían dificultades al momento de querer acceder, instalar y mantener eventuales fondeos y estructuras para sistemas de cultivo, encareciendo los costos de los mismos, aspectos que desincentiva a estas áreas como zonas apropiadas para el ejercicio de una APE.

Para la preselección de los sitios, se les presentó a los entrevistados un plano del borde costero en el cual estaban representadas las AMERB existentes, concesiones existentes y otros sitios de interés.

Con esta información, los entrevistados proyectaron zonas a lo largo del litoral e interior de los ríos o estuarios. En este contexto, un requerimiento común, fue que las zonas propuestas estuviesen cerca de sus residencias y de las AMERBS, a fin de mantener el cuidado de los recursos, puesto que indicaron que las áreas de manejo son objeto de reiterados robos.

Paralelamente, también se obtuvo información de potenciales sectores por parte del Director Zonal de Pesca de la Región.

Una vez obtenida la información, todos los sitios propuestos por los interesados fueron visitados a fin de constatar en terreno su ubicación, accesos, tipo de playa adedaña, habitantes, caracterización visual del sector, entre otras variables, con el fin de poder evaluarlos. Todos los sitios fueron georreferenciados y fotografiados.

En la Tabla 18 se presentan los distintos sitios propuestos por los entrevistados para el desarrollo de Acuicultura a Pequeña Escala.

**Tabla 18. Sitios propuestos por entrevistados**

Nombre Sitio propuesto por entrevistado	Nombre
Bucalemu_1	Emiliano Guerrero
Bucalemu_2	
Chorrillos	Francisco Caroca
La Boca de Rapel_1	Roxana Figueroa Vargas
La Boca de Rapel_2	
La Boca de Rapel_3	
La Boca de Rapel_4	
La Boca sector C	Cecilia Masferrer
Matanzas_1	Martín Rojas
Matanzas_2	
Pichilemu Sector C	Eric Bozo
Bucalemu sector D	Iván Céspedes (DZ Pesca)
Punta de Lobos	
Punta la Puntilla (Pichilemu)	Carolina Zamorano
Punta Pichilemu	Benjamín González
Río Cáhuil	Gloria Guajardo

A su vez en conjunto con los entrevistados, se determinó la ubicación de los sitios y una aproximación de la superficie disponible. En la Tabla 19 se observan los distintos sitios propuestos por los interesados con sus principales características. En Anexo D se presentan fichas temáticas para cada sector propuesto por los entrevistados, las que contienen las principales características y su ubicación.



**Tabla 19. Principales características de los sitios de interés.**

Sitios Proyectados	Acceso	Rompiente	Expuesto	Mar	Distancia del interesado en Km.	Necesita embarcación	Ha propuestas
Bucalemu_1	buena	x	x	x	0.53	x	1.5
Bucalemu_2	buena	x	x	x	0.53	✓	1
Bucalemu_3	buena	x	x	x	0.53	x	1
La Boca de Rapel_1	buena	x	x	x	0.85	✓	10
La Boca de Rapel_2	buena	x	x	x	0.85	✓	10
La Boca de Rapel_3	buena	x	x	x	0.85	✓	7
La Boca de Rapel_4	buena	x	x	x	0.85	x	6
La Boca Sector C	buena	✓	✓	✓	13.27	✓	10
Matanzas_1	regular	✓	✓	✓	1.27	✓	10
Matanzas_2	regular	✓	✓	✓	1.27	✓	10
Pichilemu Sector C	buena	✓	✓	✓	1.03	✓	7
Bucalemu Sector D	buena	✓	✓	✓	10	✓	9
Punta de Lobos	buena	✓	✓	✓	1	✓	0.5
Punta la Puntilla (Pichilemu)	regular	✓	✓	✓	0.44	✓	15
Punta Pichilemu	buena	✓	✓	✓	1.21	✓	7
Río Cahuil	buena	x	x	x	0.9	✓	12

Con la información levantada en terreno se procedió a la creación de una base de datos con ponderación de puntajes para cada variable. Estas fueron:

- N° de socios inscritos en la organización.
- N° de reuniones que sostiene la organización al año.
- N° de proyectos que ha postulado la organización a alguna fuente de financiamiento.
- Vigencia de la organización (vigente si/no).
- Organización postula a proyectos.

- Organización tiene comité de vigilancia.
- Organización tiene comité de comercialización.
- La organización posee infraestructura o equipamiento útil para la APE.
- Indica el buen funcionamiento de la organización.
- Los miembros de la organización han accedido a capacitación útil para APE en los últimos 2 años
- Organización tiene conocimiento de actividad productiva acuícola.
- Organización tiene conocimiento de los costos de mantención (vigilancia, administración, operación).
- Requiere botes para la actividad.
- N° de botes per cápita en la Organización.
- Estado de la concesión, AMERB (Vigencia).
- Posee Plan de manejo aprobado.
- Los seguimientos están vigentes.
- Organización está vigente.
- Accesibilidad (camino vehículo, tierra, asfalto, locomoción colectiva, etc.).
- Distancia entre sitio y residencia interesados (o asentamientos).
- Profundidad del sitio.
- Exposición del área.
- N° de hectáreas disponibles.
- Conocimiento de la zona de interés por parte de la Organización.
- Experiencia en acuicultura de la Organización.
- Conocimiento de tecnologías de cultivo por parte de la Organización.
- Sitio es recomendado por autoridad.
- El sitio se encuentra en una Zona de otro interés.

Estas variables fueron transformadas a variables ordinales, asignándoles a cada una un valor, correspondiendo cada uno de estos valores un estado de la variable, representando por lo tanto la respuesta de los entrevistados y poder analizarlas. La asignación a variable ordinal incluyó en la medida de lo posible 5 categorías (ver metodología), Con esta ponderación, se efectuó para cada sitio propuesto una suma de las puntuaciones del estado de la variable para cada variable. Esta información, fue usada para generar un ordenamiento de las variables, generándose así un ranking de todos los sectores indicados por los entrevistados.

De esta manera, quedaron con los puntajes más altos aquellos sectores más idóneos para el desarrollo de la Acuicultura a Pequeña Escala.

A fin de ordenar la información, las variables fueron agrupadas en: a) especie de interés para cultivar, b) aspectos sociales, c) económicos, d) legales, e) características del sector o sitio y f) otros. A continuación, se presentan los aspectos referidos a los criterios usados para la asignación de los valores ordinales a cada variable, para cada uno de estos subgrupos.

#### **a) Agrupación Ítems Especies**

- Los puntajes asociados al tipo de especie a cultivar, se relacionan con la tecnología requerida para la realización de los cultivos y la existencia o creación de la tecnología, ya que en muchos casos las tecnologías no se encuentran desarrolladas, o están en vías de desarrollo, como es el caso del cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*) que se encuentra aún en etapa experimental v/s la tecnología para el desarrollo del cultivo del chorito (*Mytilus chilensis*) que hoy en día se encuentra 100% desarrollada. Esto teniendo en cuenta en primera instancia las especies que indicaron los mismos involucrados de acuerdo a las especies disponibles y que tradicional e históricamente han sido explotadas.

#### **b) Agrupación Ítems Social**

- Basados principalmente en el tipo de organización de la entidad, y para discernir los puntajes, estos varían en relación al número de socios, número de reuniones al año, número de proyectos postulados y/o adjudicados. A mayor número de socios, reuniones y/o proyectos postulados, mayor será el puntaje, aduciendo que a una mayor cantidad de socios hace que la entidad puede predisponer de una mejor manera para la disposición de los trabajos asociado al cultivo, a mayor número de reuniones en el año, hace notar una predisposición a participar por parte de los socios con la entidad y por ende mayor número de proyectos postulados o adjudicados nos indica una preocupación por parte de la entidad de participar en diferentes áreas de desarrollo.

#### **c) Agrupación Ítems Económico**

- Principalmente indican la posición económica en cuanto a la infraestructura para el desarrollo de acuicultura, como es el caso de las embarcaciones, si posee estas y si las necesita para la realización de APE, también hace referencia al comité de vigilancia para el cuidado de las artes de cultivo, lo que favorece en el puntaje debido a la importancia de evitar pérdidas por robos u otros.

#### **d) Agrupación Ítems Legales**

- El ítem en cuestión se basa en los seguimientos asociados a las áreas de manejos que poseen los sindicatos, de tener estos al día o en su mayoría en regla, genera mayor puntaje, ya que denota una preocupación por la mantención y correcto funcionamiento de estas.

#### **e) Agrupación Ítems Sitios**

- Sitios de mayor exposición de oleaje recibirán un menor puntaje en comparación con lugares de menor exposición, y esto es debido a varios factores.
- A su vez se asigna un mayor puntaje a una buena accesibilidad a los sitios prospectados, un conocimiento óptimo de la zona a cultivar, entre otros.

#### **f) Agrupación Ítems Otros**

Sitios que se destaquen con otros intereses como lugares turísticos, sitios para la realización de surf, lugares a ser proyectados como santuarios, lugares de interés general de uso costero o balnearios, de acuerdo a información recopilada en encuestas, se les realizara descuento en los puntajes, ya que en este caso estos sitios serian incompatibles para la realización de acuicultura a pequeña escala. En esta situación se destacan sitios como Punta de Lobos que al ser un lugar donde se practica Surf todo el año, hace prácticamente incompatible la actividad acuícola y el surf, por el riesgo asociado del desprendimiento de las artes de cultivo y posibles accidentes.

Para definir los tipos de cultivos más acordes, se llevó a cabo un análisis de los Proyecto FIPA N°2015-02 “Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala” (FIPA 2015-02) y la evaluación de potenciales cultivos ya realizada en FIPA N°2013-24 “Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones)” (UCSC, 2015).

De esta forma se evaluó la preferencia de cultivo indicada por los entrevistados, en base a:

- Tipo de zona (expuesta o protegida)
- Superficie de cultivo
- Tipo de Cultivo (suspendido o de fondo)
- Factibilidad de cultivar (conocimiento y preparación de los productores, disponibilidad, etc.)
- El producto es de interés comercial

- Tipo de tecnología requerida
- Factibilidad (económica, geográfica, etc.) de contar con la tecnología adecuada

El ordenamiento generó un puntaje para cada sitio potencial, cuyo orden jerárquico se encuentra en la siguiente Tabla (Tabla 20). Se adjunta tabla con información de cálculos de ponderación para sitios en Anexo C.

**Tabla 20. Jerarquización de los sitios propuestos para APE**

Ranking	Sitio	Puntaje
1	Bucalemu_3	1725
2	Bucalemu_1	1725
3	Río Cáhuil	1700
4	La Boca de Rapel_4	1660
5	Bucalemu_2	1635
6	La Boca de Rapel_1	1590
7	La Boca de Rapel_2	1590
8	La Boca de Rapel_3	1570
9	La Boca sector C	1570
10	Pichilemu Sector C	1400
11	Matanzas_2	1300
12	Matanzas_1	1300
13	Punta la Puntilla (Pichilemu)	1275
14	Punta Pichilemu	1180
15	Punta de Lobos	910
16	Bucalemu sector D	810

Paralelamente y a fin de tener un segundo método de análisis, sobre aquellas variables de estado con mayor aporte de información se generó un segundo análisis a fin de validar la lista obtenida mediante el ranking.

En este caso se efectuó un análisis multivariable sobre las matriz de información levantada. Previamente, se depuró la matriz obtenida durante la encuesta, combinando algunas variables, dejando sólo aquellas que más información o variabilidad aportaran a la

evaluación, esto como uno de los requisitos del análisis multivariable (Vivanco, 2009). La información cualitativa y cuantitativa obtenidas de las encuestas, fue transformada en variables ordinales tal como lo sugiere Demey et al, 2011. En el caso de las variables ordinales, pueden considerarse como variables cuantitativas si la asignación del ranking no es caprichosa sino que refleja en cierta forma una diferencia entre los estados de la variable (Demey et al, 2011). En este caso, todas las variables fueron tabuladas a juicio del consultor como 1, 2, 3, 4 y 5, correspondiendo a 1 el estados de la variable con menos viabilidad para cultivo y el estado 5, como aquel óptimo para el cultivo.

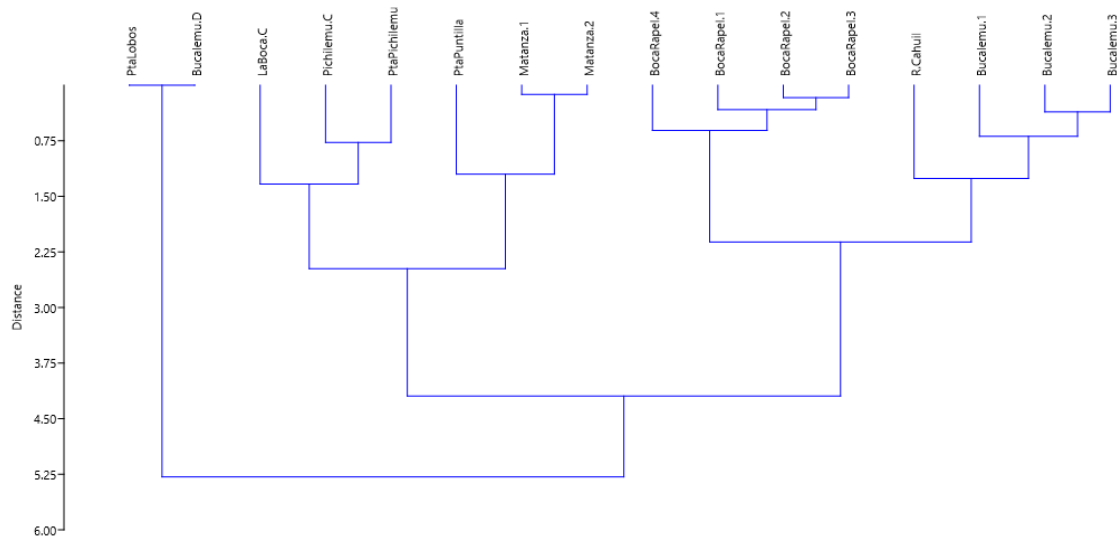
Tal como se mencionó, como método de clasificación, se utilizó el método jerárquicos de Ward para generar una serie de particiones agrupadas (Alvarez-Vaz & Vernazza, 2017). Este consiste en descomponer la variación total en: variación dentro de los grupos (within) y variación entre los grupos (between). Al estar frente a una partición dada, el método unirá aquellos grupos que produzcan el efecto de hacer mínima la variación within en la nueva partición (Alvarez-Vaz & Vernazza, 2017). Estos cálculos. Como se mencionó el software utilizado correspondió al PAST (Hammer et al, 2001).

Paralelamente, se utilizó una técnica de ordenamiento de componentes principales, herramienta que permitió jerarquizar los sitios propuestos de acuerdo al grado de contribución de las variables. El procedimiento utilizado ha sido el del análisis factorial exploratorio por el método de análisis de componentes principales. Esta técnica permite reducir el Número de variables de los datos originales, ya que busca el número mínimo de factores capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos (Pilar, 2002); para ello transforma linealmente un grupo de variables relacionadas entre sí (en este caso los criterios de criticidad) en un grupo menor de variables (factores o componentes) no relacionados entre si. Un grupo pequeño de factores no relacionados entre sí es más fácil de entender y utilizar que un número más amplio de variables relacionadas (Dunteman, 1989).

Las variables seleccionadas de las encuestas y utilizadas en este segundo análisis se pueden observar en el siguiente listado.

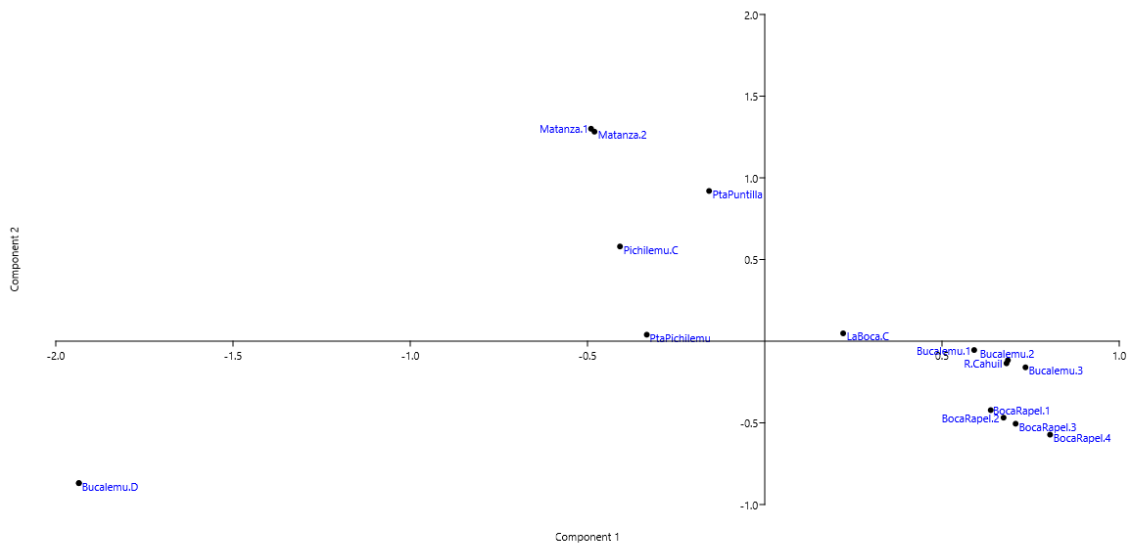
- Influencia oleaje
- Influencia viento
- Exposición del área
- Infraestructura disponible
- Interés en el área propuesta
- Experiencia en acuicultura
- conocimientos tecnologías cultivo
- Hectáreas disponibles
- Seguimientos vigentes
- Capacitaciones ad hoc APE
- Distancia conocimiento de la zona de interés
- Número de Socios
- Pueblo originario
- Actividad Realizada
- Personas con los que las realiza
- Accesibilidad
- N° de botes per cápita
- Comités de vigilancia
- Cantidad de productos extraídos/cultivados
- N° de áreas que les gustaría desarrollar
- N° Proyectos adjudicados (últimos 2 años)
- Conocimiento de actividad productiva acuícola
- Infraestructura y equipamiento de apoyo a la APE

En el análisis de clúster se puede apreciar la clasificación de los sectores propuestos (Figura 9).



**Figura 9.** Análisis de Clúster, donde se presenta la clasificación de los sectores en grupos de acuerdo con sus características.

Por otra parte, el ordenamiento de las variables mediante el PCA se aprecia en la Figura 10.



**Figura 10.** Análisis de Componentes Principales, donde se presenta el ordenamiento de los sectores propuestos acuerdo a sus características.



Los resultados muestran un ordenamiento de los sectores propuestos. Este ordenamiento es coherente con aquel presentado con el primer método. De acuerdo a la Tabla 21, se puede apreciar que en el primero componente (eje x) los mejores sitios corresponden a Boca Rapel, Bucalemu y Cáhuil, mientras en que la segunda variable los mejores sectores en orden decreciente es sólo Matanza.

**Tabla 21. Jerarquización de los sitios propuestos para APE de acuerdo al PCA**

Sitio	Puntuación PC 1	Sitio	Puntuación PC 2
BocaRapel,4	0,8048	Matanza,1	13,007
Bucalemu,3	0,7354	Matanza,2	12,826
BocaRapel,3	0,7077	Pta Puntilla	0,920
Bucalemu,2	0,6859	Pichilemu,C	0,580
RCáhuil	0,6819	La Boca,C	0,048
BocaRapel,2	0,6736	Pta Pichilemu	0,040
BocaRapel,1	0,6374	Bucalemu,1	-0,054
Bucalemu,1	0,5907	Bucalemu,2	-0,117
La Boca,C	0,2211	R.,Cáhuil	-0,135
Pta Puntilla	-0,1570	Bucalemu,3	-0,160
Pta Pichilemu	-0,3328	BocaRapel,1	-0,422
Pichilemu,C	-0,4084	BocaRapel,2	-0,468
Matanza,2	-0,4805	BocaRapel,3	-0,505
Matanza,1	-0,4901	BocaRapel,4	-0,572
Pta. Lobos	-19,3490	Pta Lobos	-0,869
Bucalemu D	-19,3490	Bucalemu D	-0,869

Finalmente, en consenso con Subsecretaría de Pesca, los sitios definitivos seleccionados por la contraparte técnica para realizar los muestreos ambientales en la VI región fueron ocho (Tabla 22). A continuación, se presenta la ubicación de cada uno de los sitios seleccionados, listado en la Tabla 22 y sobre los cuales se llevó a cabo el levantamiento de información ambiental referido a la CPS, banco natural y metales pesados

**Tabla 22. Sitios Seleccionados para muestreo ambiental**

N°	Nombre Sitio	Superficie (Ha)	Nombre Titular
1	La Boca de Rapel 1	5,77	Sindicato de río de La Vega de la Boca
2	La Boca de Rapel 2	5,93	Sindicato de río de La Vega de la Boca
3	La Boca de Rapel 4	6,31	Sindicato de río de La Vega de la Boca
4	La Boca Sector C	5,85	Sindicato La Unión La Boca
5	Matanzas 1	5,69	Sindicato de pescadores Unión Matanzas
6	Matanza 2	5,83	Sindicato de pescadores Unión Matanzas
7	Río Cáhuil	4,44	Sindicato Cultivadores de Cáhuil
8	Bucalemu 1	1,38	Cooperativa de trabajo "La Lancha"

## 5.2.3 Sectores consensuados definitivos para desarrollo de Acuicultura a Pequeña Escala en la VI Región

La información presentada se adjunta en formato SHAPE en el Anexo E.

### 5.2.3.1 Sector La Boca de Rapel

A continuación, en la Figura 11 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 5 en el sector de La Boca de Rapel, de los cuales fueron seleccionados 4, en consenso con la Subsecretaría, ya que presentaron las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas de los sitios seleccionados se presentan en la Tabla 23, Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26.

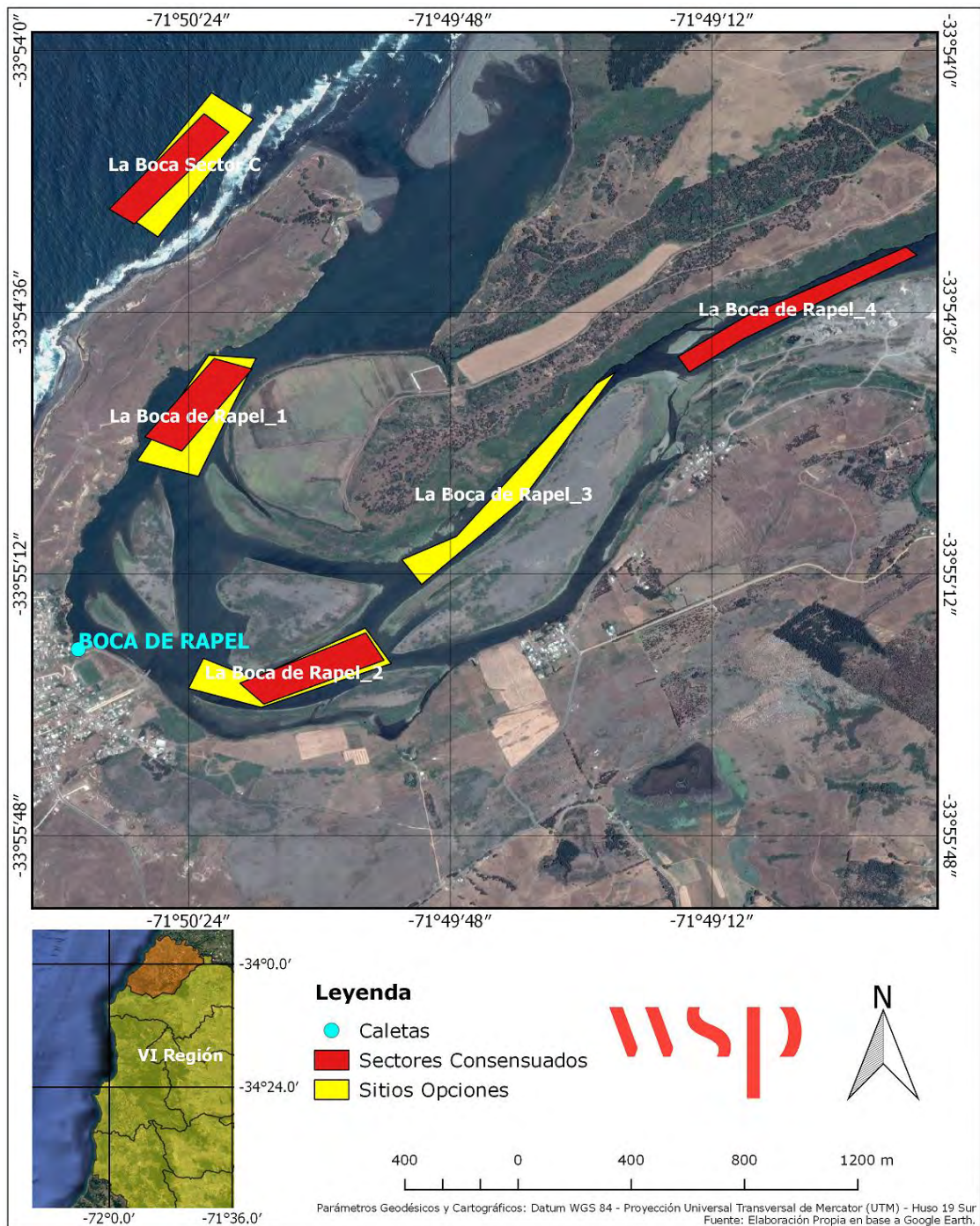


Figura 11. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector La Boca de Rapel.

**Tabla 23.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE La Boca de Rapel 1 (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	237,510,76	6.243.995,85	33° 54 '42,40"	71° 50 '20,48"
B	237.645,86	6.243.955,21	33° 54 '43,84"	71° 50 '15,27"
C	237.406,54	6.243.600,82	33° 54 '55,12"	71° 50 '24,96"
D	237.274,68	6.243.657,25	33° 54 '53,17"	71° 50 '30,03"

**Tabla 24.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE La Boca de Rapel 2 (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	237.639,33	6.242.622,23	33° 55' 27,06"	71° 50' 16,96"
B	238.078,61	6.242.847,61	33° 55' 20,14"	71° 49' 59,63"
C	238.145,94	6.242.733,47	33° 55' 23,91"	71° 49' 57,13"
D	237.727,03	6.242.536,12	33° 55' 29,93"	71° 50' 13,64"

**Tabla 25.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE La Boca de Rapel 4 (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	239.149,95	6.244.049,55	33° 54' 42,12"	71° 49' 16,67"
B	239.384,37	6.244.226,45	33° 54' 36,60"	71° 49' 07,36"
C	239.943,20	6.244.535,97	33° 54' 27,06"	71° 48' 45,30"
D	239.982,99	6.244.503,33	33° 54' 28,15"	71° 48' 43,78"
E	239.378,36	6.244.129,94	33° 54' 39,72"	71° 49' 07,70"
F	239.191,61	6.243.984,97	33° 54' 44,26"	71° 49' 15,12"

**Tabla 26.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE La Boca Sector C (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	237.446,32	6.245.032,82	33° 54' 08,71"	71° 50' 21,87"
B	237.535,58	6.244.957,32	33° 54' 11,24"	71° 50' 18,48"
C	237.212,80	6.244.558,41	33° 54' 23,89"	71° 50' 31,47"
D	237.122,07	6.244.619,11	33° 54' 21,84"	71° 50' 34,93"

### 5.2.3.2 Área Matanzas

A continuación, en la Figura 12 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 2 en el sector de Matanzas, de los cuales fueron seleccionados ambos, pero con modificaciones en su área y posición, en consenso con la Subsecretaría, ya que presentaron las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas de los sitios seleccionados se presentan en las Tabla 27 y Tabla 28.

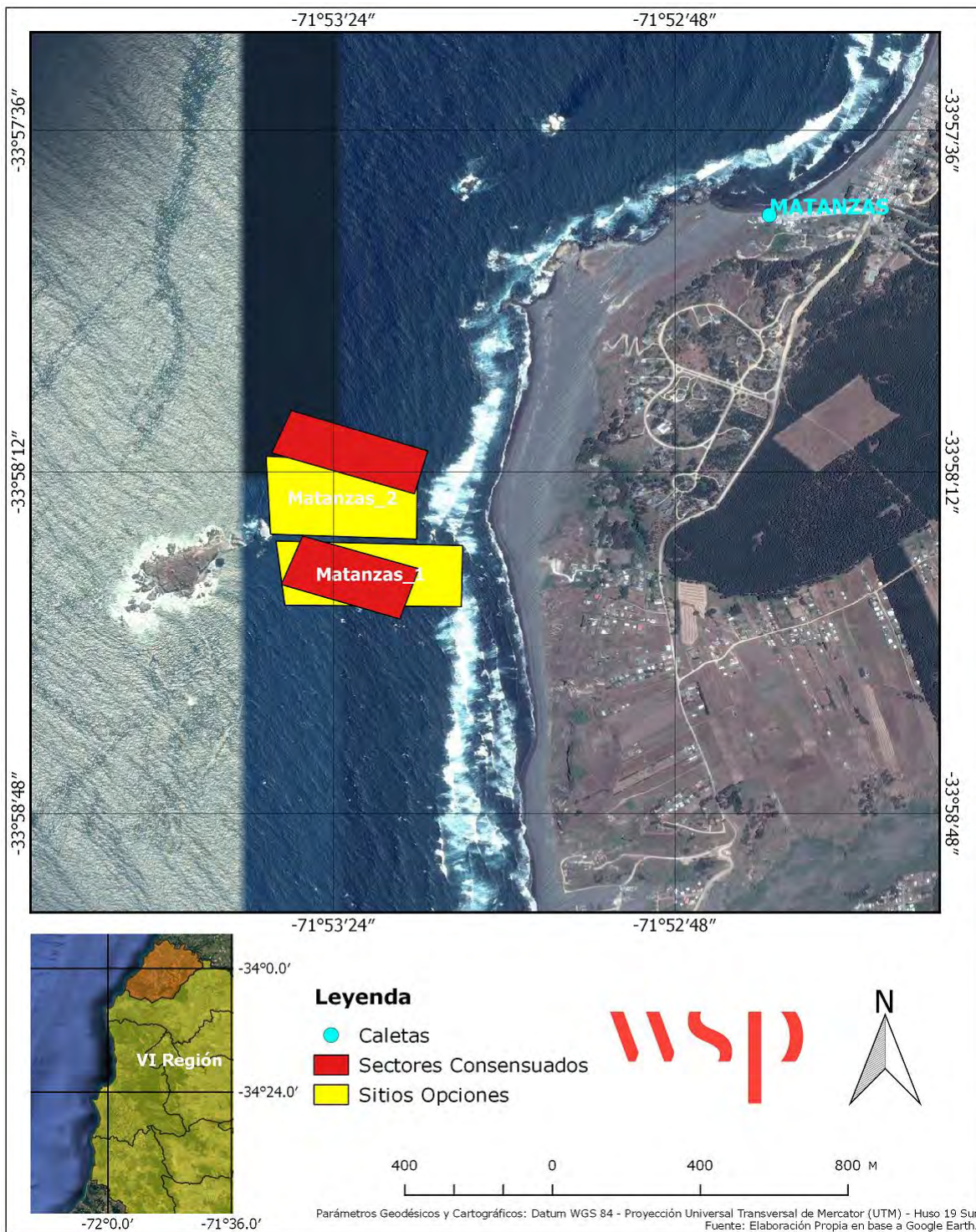


Figura 12. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector Matanzas.

**Tabla 27.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Matanzas 1 (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	232.900,37	6.237.194,6	33° 58' 18,77"	71° 53' 27,26"
B	233.217,84	6.237.097,37	33° 58' 22,21"	71° 53' 15,01"
C	233.171,07	6.236.932,53	33° 58' 27,52"	71° 53' 17,01"
D	232.847,09	6.237.035,47	33° 58' 23,88"	71° 53' 29,51"

**Tabla 28.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Matanzas 2 (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	232.858,15	6.237.601,54	33° 58' 05,54"	71°53' 28,45"
B	233.231,49	6.237.480,75	33° 58' 09,79"	71°53' 14,06"
C	233.199,26	6.237.340,45	33° 58' 14,31"	71°53' 15,46"
D	232.808,81	6.237.462,36	33° 58' 10,00"	71°53' 30,53"

### 5.2.3.3 Sector Pichilemu y Cáhuil.

A continuación, en la Figura 13 se detallan los sitios propuestos preliminarmente en la localidad de Pichilemu, de los cuales ninguno fue seleccionado. Un poco más al sur, en la localidad de Cáhuil, se propusieron 2 sitios, de las cuales fue seleccionado 1 (Figura 14), en consenso con la Subsecretaría, ya que presentó las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas del sitio seleccionado se presentan en Tabla 29.

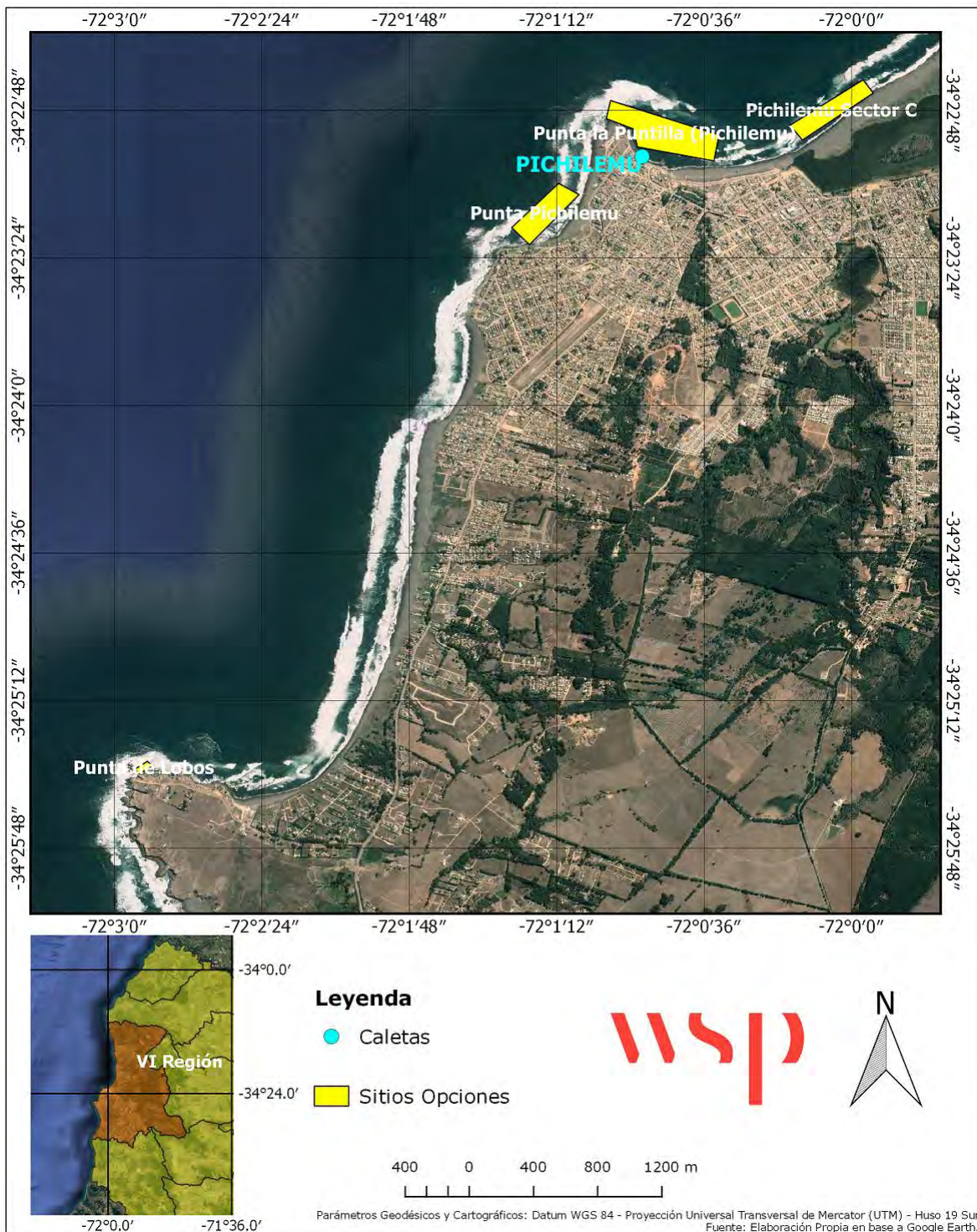


Figura 13. Sitios no seleccionados Sector Pichilemu.



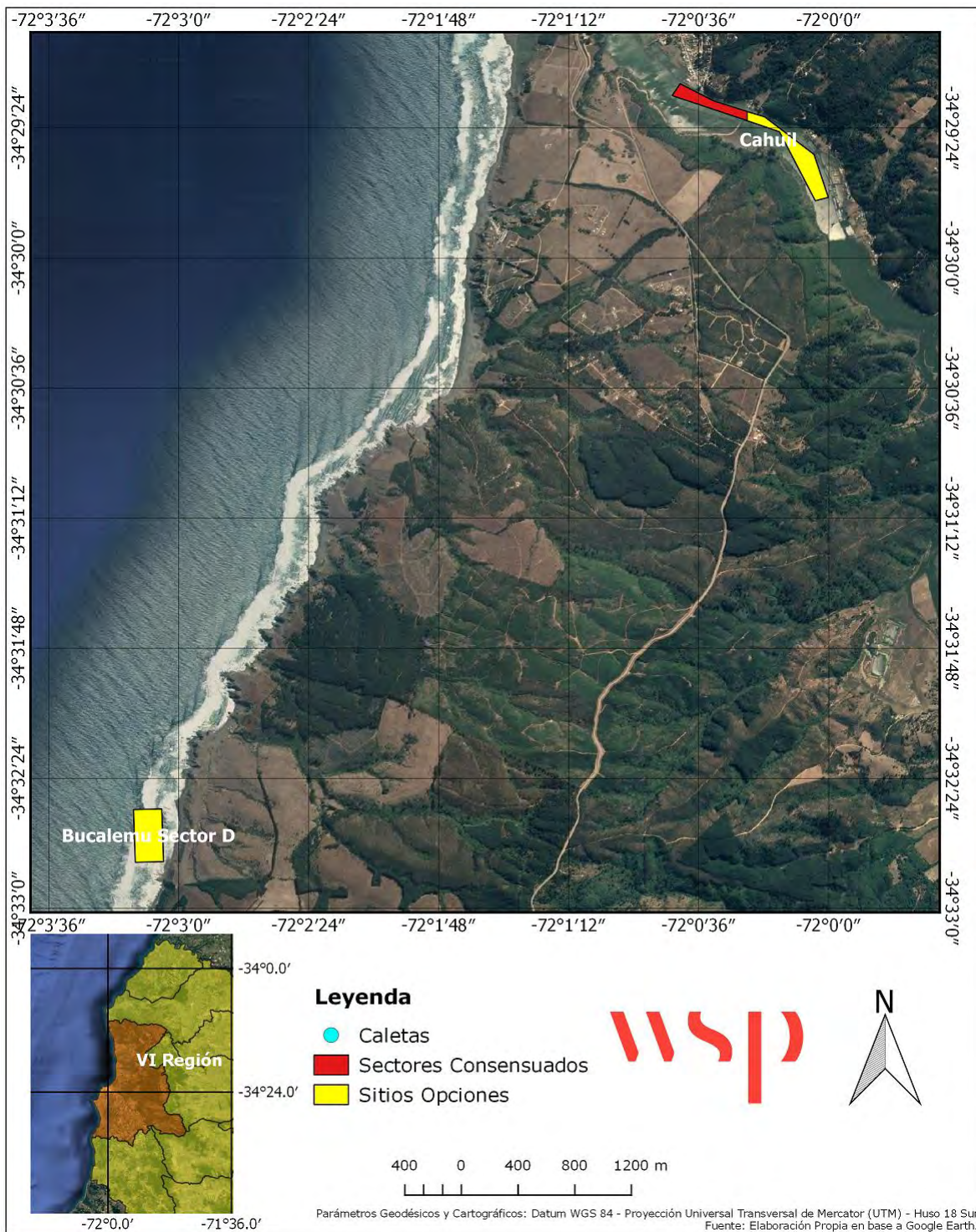


Figura 14. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector Cahuil.

**Tabla 29.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Río Cáhuil (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	223.451,04	6.179.770,77	34° 29' 11.78"	72° 00' 41.13"
B	223.696,74	6.179.630,41	34° 29' 16.57"	72° 00' 31.68"
C	223.931,13	6.179.549,38	34° 29' 19.42"	72° 00' 22.59"
D	223.934,04	6.179.471,90	34° 29' 21.93"	72° 00' 22.57"
E	223.397,77	6.179.668,58	34° 29' 15.04"	72° 00' 43.34"

### 5.2.3.4 Sector Bucalemu

A continuación, en la Figura 15 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 3 en el sector de Bucalemu, de los cuales fue seleccionado 1, en consenso con la Subsecretaría, ya que presentó las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas del sitio seleccionado se presentan en la Tabla 30.

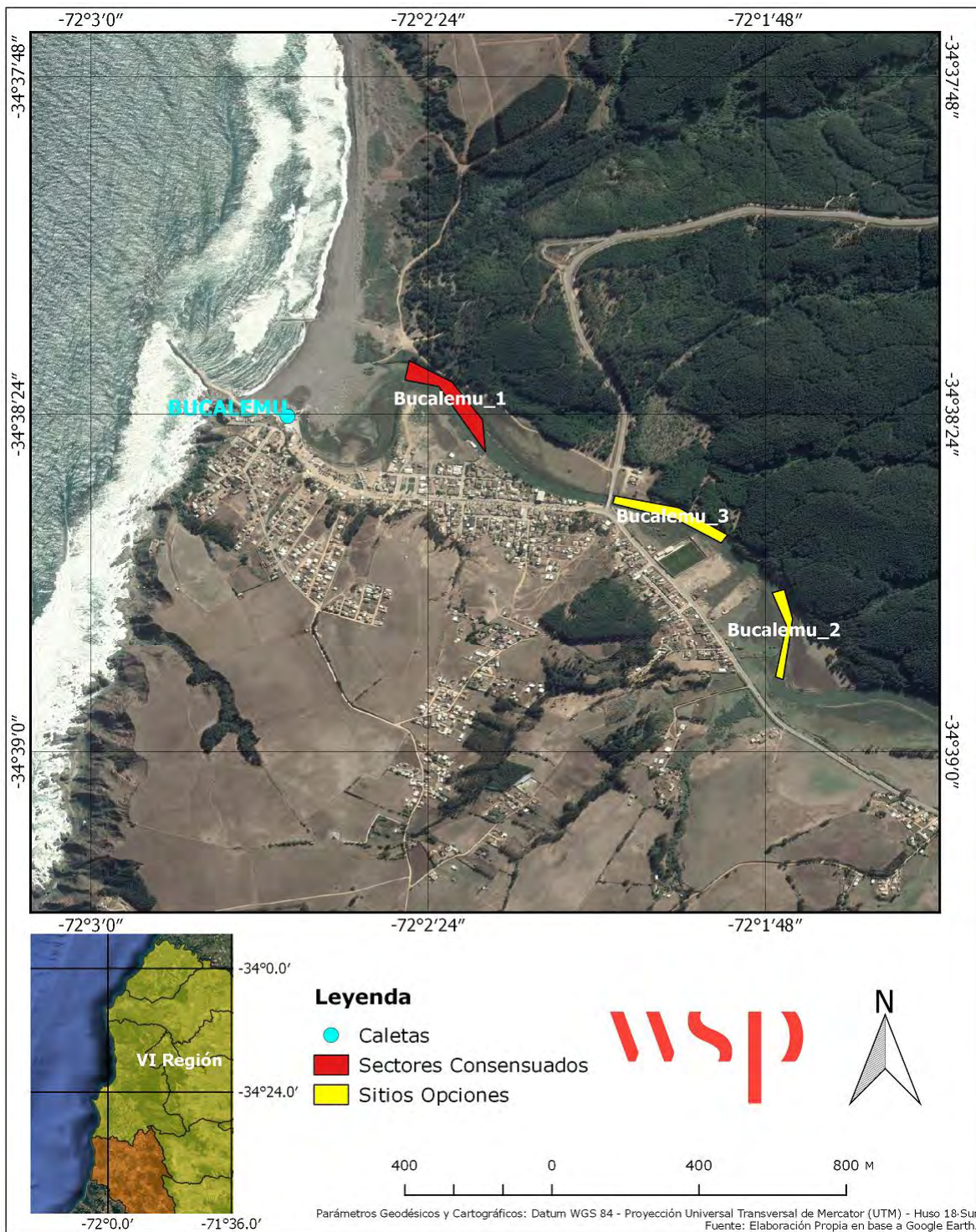


Figura 15. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector de Bucalemu.

**Tabla 30.** Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Bucalemu 1 (Datum WGS-84, Huso 19)

Vértice	UTM		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud (S)	Longitud (W)
A	221.281,60	6.162.848,72	34° 38' 18.28"	72° 02' 26.04"
B	221.399,98	6.162.782,18	34° 38' 20.55"	72° 02' 21.48"
C	221.486,66	6.162.660,55	34° 38' 24.58"	72° 02' 18.22"
D	221.498,07	6.162.554,83	34° 38' 28.02"	72° 02' 17.90"
E	221.364,49	6.162.766,21	34° 38' 21.03"	72° 02' 22.89"
F	221.272,30	6.162.784,76	34° 38' 20.34"	72° 02' 26.48"

### 5.3 Objetivo 3

Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.

Por otra parte, para definir los cultivos más idóneos en cada sitio, se tomó en cuenta la información recibida por parte de los entrevistados sobre sus preferencias en las posibles especies a cultivar, para posteriormente revisar la factibilidad de llevar a cabo dichos cultivos. La preferencia por la especie a cultivar por parte de los interesados se basó principalmente en las especies que naturalmente han habitado el litoral cercano a sus comunidades y a las cuales han accedido en forma tradicional basada en la experiencia y tradición que va pasando de generación en generación, principales rasgos de las organizaciones de recolectores de orilla. Esto se puede ejemplificar en las extracciones de machas (*Mesodesma donacium*) y/o el recurso erizo (*Loxechinus albus*), que históricamente se han desarrollado en el sector de Pichilemu o simplemente el conocer de otros cultivos en la zona como es el caso de Matanzas y su intención del cultivo de Ostras (*Crassostrea*

*gigas*), basado en la experiencia previa desarrollada para el cultivo de ostras en el sector de Cáhuil.

También, se apoya en el conocimiento de nuevas especies cuyo cultivo y explotación corresponde a cultivos experimentales más nuevos, en la zona, y factibles de desarrollar en las áreas costeras en las que se desenvuelven. En la Tabla 31 se aprecia los cultivos propuestos por los entrevistados.

**Tabla 31.** Cultivos propuestos por entrevistados.

Sitios seleccionados	Especie proyectada por entrevistados
La Boca de Rapel_1	Chorito
La Boca de Rapel_2	Chorito
La Boca de Rapel_4	Chorito
La Boca sector C	Chorito
Matanzas_1	Ostras
Matanzas_2	Ostras
Río Cáhuil	Ostras
Bucalemu_1	Erizo
Pichilemu Sector C	Erizo y Machas
Punta Pichilemu	Erizo y Machas
Punta la Puntilla (Pichilemu)	Loco y Erizo
Bucalemu 2	Erizo
Bucalemu 3	Erizo
La Boca de Rapel 3	Chorito
Punta de Lobos	Erizo
Bucalemu sector D	Pelillo

**Tabla 32.** Diferenciación de cultivos en lugares expuestos y poco expuestos.

EXPUESTOS	POCO EXPUESTOS
Altos costos en fondeos	Disminución de costos en fondeos
Perdida de ejemplares	Mayor control de cultivo
Difícil instalación de artes	Instalación y reparaciones más fáciles
Difícil manejo de áreas de cultivo	Recuperación más rápida y efectiva de ejemplares en caso de pérdidas
Problemas con pérdidas de artes de cultivo	
Contaminación por pérdidas de artes de cultivo	

En base a la información bibliográfica anteriormente señalada y juicio experto, se generó una tabla resumen por especie (Tabla 33), que incluye el nivel de desarrollo de la tecnología de cultivo, haciendo referencia a la existencia de la misma, el tipo de lugar de cultivo por especie y la complejidad del cultivo en base a la tecnología existente, crecimiento y cuidados requeridos para el éxito del cultivo.

**Tabla 33.** Tipos de cultivo, estado actual de tecnología y complejidad de cultivo.

Especie	Tecnología			Lugar		Complejidad cultivo		
	No existe	Incompleta	Existe	Salobre	Estuarina	Fácil	Intermedio	Difícil
Cholga			x		x	x		
Chorito			x		x	x		
Choro Zapato			x		x	x		
Ostra			x		x	x		
Pelillo			x		x	x		
Erizo		x		x				x
Piure	x			x				x
Macha		x		x				x
Lisa		x			x			x
Cochayuyo		x		x		x		
Loco	x			x				x
Huiro		x		x		x		
Trucha			x	x	x		x	

Al analizar la tabla anterior, se puede constatar que las especies más idóneas para el cultivo en la zona serían Cholga, Chorito, Ostra, Pelillo y Choro Zapato, esto debido principalmente a que la tecnología de cultivo hoy en día se encuentra plenamente desarrollada, su complejidad de cultivo no es mayor y los lugares del tipo estuarino son ideales para esta clase de cultivo además en zonas poco expuestas, beneficiarían el cultivo de éstas.

Tomando en cuenta los costos de los estudios para proyectos que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y los tiempos de tramitación requeridos según sea la superficie y ubicación de cada sitio, en acuerdo con la contraparte y los futuros beneficiarios, algunos sitios sufrieron modificaciones en cuanto a su superficie y ubicación.

Cabe destacar que los sitios propuestos ubicados en el sector de Pichilemu obtuvieron bajos puntajes en el ranking. Además, los cultivos propuestos por los posibles beneficiarios no cuentan actualmente con tecnologías de cultivo. Si bien estos sitios fueron seleccionados por la contraparte técnica para realizar el muestreo ambiental, se estima que no serán viables, lo que fue expuesto a la contraparte, por lo que dichos sitios fueron reevaluados y se optó por la elección de otros sitios incluidos en sectores ya escogidos.

La determinación de las potenciales especies para desarrollo de cultivos a pequeña escala se basó en las preferencias y trabajos piloto desarrollados por los locales de las respectivas zonas prospectadas. De esta forma se cumplió con uno de los principales objetivos que este proyecto: considerar las bases sociales involucradas para su desarrollo integrado. Esto de acuerdo a la factibilidad de mejora en emprendimientos ya existentes o dar comienzo al desarrollo de nuevas especies objetivo para su trabajo.

Con el fin de definir los grupos de interés en cuanto a las especies objetivo se realizó como parte de la encuesta la consulta de que especies de importancia comercial les interesaría cultivar en la concesión otorgada, quedando en la Tabla 34 el resumen para los grupos entrevistados, para posteriormente hacer la correlación con los sitios asignados para levantar la información de terreno.

**Tabla 34.** Tabla resumen entrevistados, lugar de trabajo, especie que trabajan y especie que desearían cultivar.

N°	Nombre Entrevistado	Caleta	Nombre Organización	Especie que extraen	Especie deseada para cultivo
1	Cecilia Masferrer	Boca de Rapel	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión La Boca	Cochayuyo	Sin información
2	Francisco Caroca	El Chorrillo	S.T.I. de Algueros y Buzos Mariscadores El Chorrillo	Algas	chorito
3	Martin Rojas	Matanzas	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión Matanzas	loco-erizo-congrio-lapa	Ostras
4	Roxana Figueroa Vargas	Boca de Rapel	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la localidad de La Vega de La Boca de la Comuna de Navidad	algas	Captación de semillas
5	Benjamín González	Pichilemu	S.T.I. Pescadores, Buzos y Recolectores de Orilla de Pichilemu	-	Repoblamiento de Erizo-Macha
6	Carolina Zamorano	Pichilemu	S.T.I. de Mujeres Pescadoras y Recolectoras de Algas y Mariscos de Orilla de la Comuna de Pichilemu	Luga-cochayuyo-chasca	Loco-Erizo
7	Emiliano Guerrero	Bucalemu	Cooperativa de trabajo "La Lancha"	cohayuyo-lapa-chasca-luche	Erizo
8	Eric Bozo	Pichilemu	S.T.I. de Pescadores Artesanales de Pichilemu	Merluza - jaiba limón - sierra - corvina	Machas
9	Gloria Guajardo	Cáhuil	S.T.I. Cultivadores, Pescadores, Mariscadores y Ramos Similares de Cáhuil	Ostras-algas	Ampliar concesión Ostras-algas
10	Patricio Catalán Ahumada	Matanzas	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la Comuna de Navidad	corvina-merluza-congrio-robalo-jaiba-chasca-cochayuyo	Criaderos de locos para cuidar el recurso-fomentar el turismo-AMERB



N°	Nombre Entrevistado	Caleta	Nombre Organización	Especie que extraen	Especie deseada para cultivo
11	Pamela Yáñez Donoso	Topocalma	S.T.I. DE Pescadores Artesanales de Topocalma	cochayuyo-luga-chasca-huiro-locos-lapa	no se puede cultivar por rompiente
12	Washington Vargas Castro	Pichilemu	S.T.I. de Buzos Mariscadores y Ramos Similares de Pichilemu	piure-chasca-covina-cochayuyo	-
13	Viviana Catalán Ahumada	Pichilemu	Cooperativa de Pescadores Alto Colorado Playa los Leones	cochayuyo	-
14	Jhony Gómez López	Bucalemu	S.T.I. de Buzos Mariscadores, Pescadores y Algueros de Bucalemu N°1	merluza-cochayuyo-reineta-jibia	Puestos de venta-AMERB
15	Pamela González Pérez	Bucalemu	Algas Bucalemu Ltda.	cochayuyo-luga-chasca	Repoblar almeja-AMERB o Manejo en conjunto
16	Gilberto Ahumada	Bucalemu	Sindicato de trabajadores independientes de pescadores Bucalemu	merluza-jaiba-sierra-cochayuyo-chasca	turismo-AMERB
17	Paula Flores Solimano	Bucalemu	S.T.I. buzos, mariscadores, pescadores y algueros de Bucalemu N°2	merluza-lapa-cochayuyo-chasca-luga	Puestos de venta-AMERB



Como se mencionó anteriormente las personas entrevistadas manifestaron la intención de trabajar con una especie, excepto las que solicitaron repoblamiento para 2 especies, caso de erizo y macha, en Pichilemu, sitio que finalmente no quedó seleccionado en el ranking de sitios y la especie final se definió de acuerdo a la experiencia de consultores con amplia experiencia en la materia basados en las sugerencias de la gente y la factibilidad de realizar los mismos.

Los sistemas de cultivo a utilizar podrían ser:

### **1. Sistema de superficie:**

Entre estos sistemas tenemos el sistema más comúnmente usado debido a su amplio espectro de adaptaciones, relativo bajo costo de materiales y multiobjetivo para especies marinas (Figura 16). El sistema de Longline, esta modalidad posee 3 partes para su emplazamiento:

#### **A) Sistema de anclaje o fondeo.**

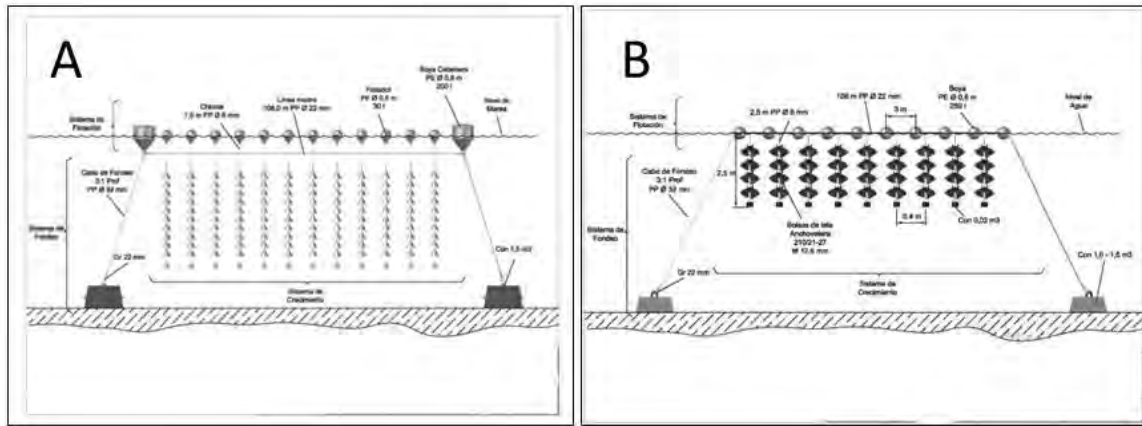
Corresponde a las estructuras que mediante su peso le confieren el anclaje al fondo marino evitando de esta forma que la estructura derive o garree (desplazamiento por el fondo).

#### **B) Sistema de flotación.**

Estructuras de flotación confeccionadas con plástico HDEP (High Density PolyEthylene), que otorgan flotabilidad a las estructuras, mallas o linternas, que portan las especies en desarrollo.

#### **C) Sistema de engorda o crecimiento.**

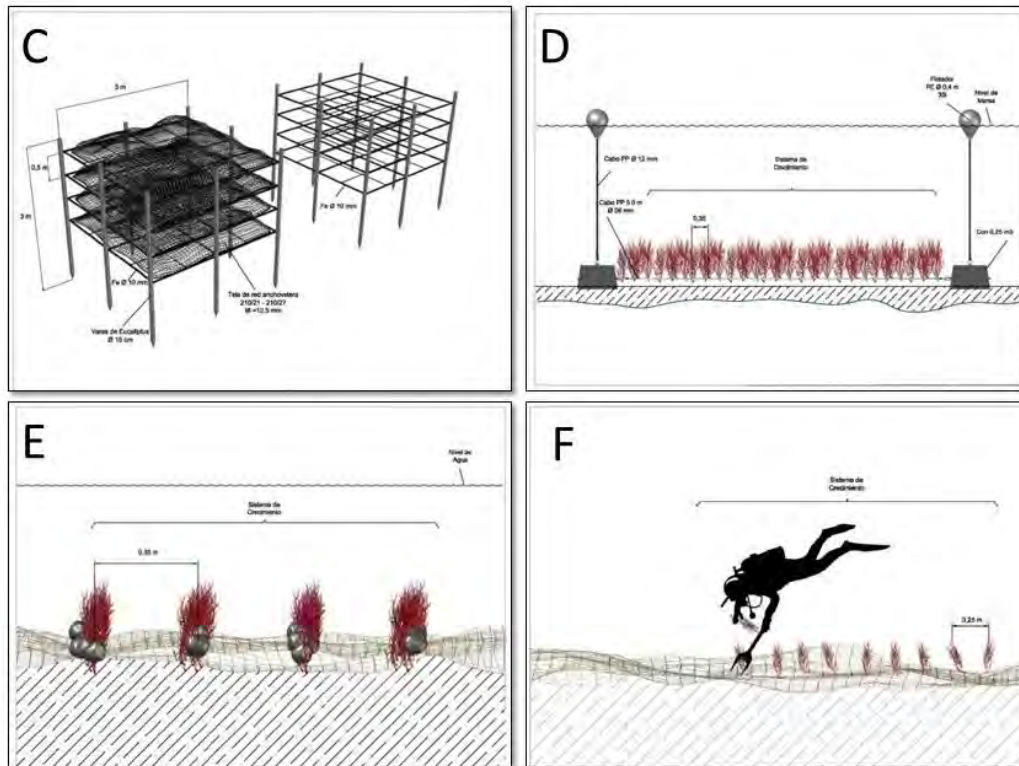
Corresponde a las estructuras que van a albergar las especies cultivadas, pudiendo poseer varias configuraciones: Cajas forradas con red, cuelgas independientes cuádruple, conos, cuelgas de red, triple línea, cuelga continua, bandejas, bolsas, linternas, red y red entre longline.



**Figura 16.** Configuración de un sistema de longline típico. A: con conos y B: con bolsas (Fuente Informe Final FIP N° 2013-24).

## 2. Sistema de fondo:

Los sistemas de cultivo de fondo son utilizados para moluscos y algas. Cada tecnología será elegida dependiendo del tipo de sustrato, velocidad de corriente, presencia de zonas de rompiente de olas, profundidad, dinámica del sustrato y disponibilidad de mano de obra especializada como lo son los buzos. Se proponen para cultivos de fondo moluscos de acuerdo a las siguientes artes: estacas de fondo y bandejas de fondo, para algas: sistema de amarre a piedras, cabos entre dos muertos y sistema de cultivo de horquillas con buzo (Figura 17).



**Figura 17.** Tecnologías de un sistema de cultivo de fondo. Donde C: bandejas de fondo, D: cabo entre dos muertos, E: sistema de amarre con piedras y F: cultivo con horquilla y buzo (Fuente Informe Final FIP N° 2013-24).

La Tabla 35 muestra los sitios seleccionados, especie a cultivar, de acuerdo a lo indicado por los entrevistados y sistema de cultivo, propuestos preliminarmente, los cuales serán ratificados o modificados, de acuerdo a los resultados de la caracterización preliminar de cada sitio. Para cada sector se determinó el desarrollo del cultivo de solo una especie, esto debido a que los locales indicaron que por optimización de los recursos disponibles preferían enfocar su esfuerzo a una especie y estandarizar el sistema de cultivo que puede ser de varios tipos, dejando la factibilidad de policultivos una vez que se consoliden en el cultivo de la primera opción.

**Tabla 35.** Sitios seleccionados, especie a cultivar y sistema de cultivo propuestos preliminarmente de acuerdo a entrevistados.

Nombre Sitio	Especie objetivo	Sistema de cultivo
Boca de Rapel_1	Chorito	Long line
Boca de Rapel_2	Chorito	Long line
Boca de Rapel_4	Chorito	Long line
Boca sector C	Chorito	Long line
Matanzas_1	Ostras	Long line
Matanzas_2	Ostras	Long line
Rio Cáhuil	Ostras	Long line
Bucalemu_1	Erizo	Long line

### Requerimientos ambientales de los cultivos

A su vez para poder determinar de mejor manera el potencial de cultivo de una especie se deben considerar factores del tipo externo como son temperatura, salinidad, profundidad del lugar, aporte de agua dulce en la concesión, rompiente, exposición, entre otros. Y también se deben considerar, factores del tipo especie como son las tolerancias de estas a los cambios de temperatura, cambios de salinidad, profundidad óptima para su desarrollo, etc. Y por último factores del tipo económico, como son el costo asociado a materiales para la instalación de un cultivo y por ende el retorno de la inversión.

Considerando lo anterior, en la Tabla 36 se presenta un resumen de los rangos de variables ambientales (profundidad, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad) para el cultivo de las especies de interés, de acuerdo a los resultados presentados en el proyecto FIP 2013-24.

**Tabla 36. Rango de variables ambientales para cultivo**

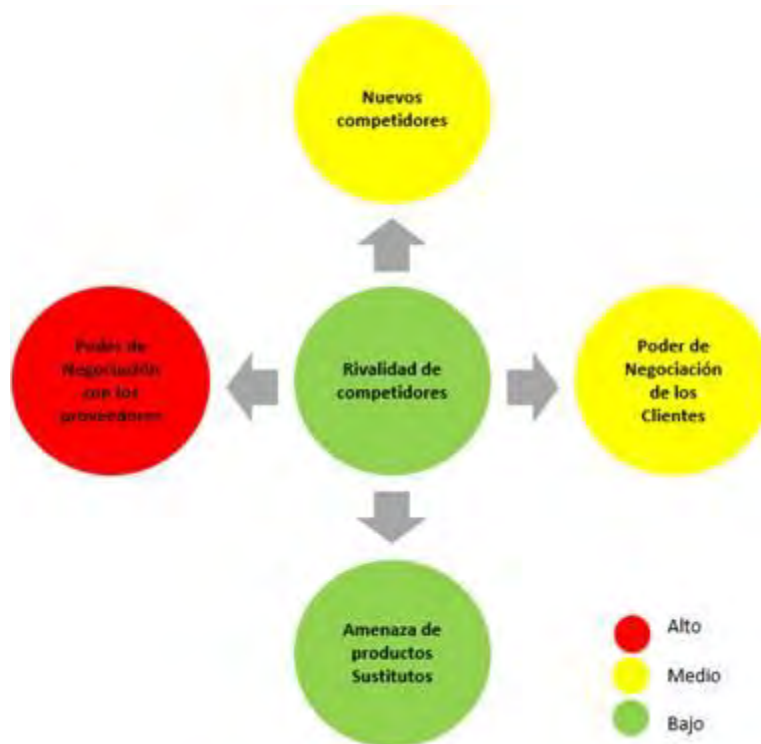
Especie	Variable			
	Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (mg)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)
Chorito	2 - 12	5 - 10	3 - 18	4 - 32
Ostra chilena	2 - 10	5 - 12	7 - 18	12 - 35
Ostra japonesa	2 - 10	5 - 10	10 - 25	10 - 34
Pelillo	2 - 10	40 - 100 %	8 - 25	8 - 34
Erizo	2 - 6	5 - 8 mg/l	5 - 20	25 - 35

\* Fuente: Elaboración propia a partir de la información del proyecto FIPA 2013-24

## Evaluación económica de los cultivos

De los cultivos propuestos por los entrevistados en la VI Región, se destacan varias especies, las cuales al día de hoy no poseen la tecnología para su desarrollo o se encuentran en vías de esta (erizo, macha, loco). No obstante, se rescataron todas las ideas propuestas con el fin de que los sitios propuestos puedan abarcar, quizás no hoy, sino el día de mañana uno o varios tipos de cultivos sustentables, tanto económico, social y ambientalmente.

Para poder determinar la capacidad económica de los cultivos propuestos se desarrolló un análisis de “Las cinco fuerzas de Porter” que es un modelo estratégico elaborado por el ingeniero y profesor Michael Porter de la Escuela de Negocios Harvard, en el año 1979 (Figura 18). Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de una industria, para poder desarrollar una estrategia de negocio. Así de este modo podremos identificar las oportunidades, mejorar la estrategia, comparar las ventajas competitivas y conocer el entorno de desenvolvimiento del rubro.



**Figura 18.** Las cinco fuerzas Porter en acuicultura para especies propuestas.

### Rivalidad de competidores

Esta es baja debido a que hoy en día la acuicultura en la zona es prácticamente nula e inexistente, solo se llevan a cabo cultivos de Ostras en el sector de Cáhuil.

### Amenaza de productos sustitutos

Esta amenaza es baja debido a que son productos de consumo directo con la implicación de producción local y a baja escala, prácticamente son únicos en su tipo.

### Nuevos competidores

Esta amenaza es media debido a que, al momento de iniciar programas de acuicultura a pequeña escala en la zona, ocurra que nuevas entidades generen interés en producir.



### **Poder de negociación de los clientes**

Este tipo de amenaza es mediana debido a que los precios son manejados por los mercados a nivel nacional.

### **Poder de negociación con los proveedores**

Esta amenaza es alta, ya que los precios de los materiales son fijos, propuestos por los fabricantes, en los cuales es casi nulo o inexistente la negociación para conseguir precios más asequibles.

A partir de la evaluación realizada en Proyecto FIPA N°2015-02 “Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala” (FIPA 2015-02) y la evaluación de potenciales cultivos ya realizada en FIPA N°2013-24 “Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones)”, se realizaron las fichas técnicas de las especies de interés.





### Chorito (*Mytilus chilensis*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Mytilus chilensis*, su evaluación y proyección económica en base al supuesto productivo de la misma, supeditada al desarrollo de la APE (tomado de Proyecto FIPA N° 2015-02)

**Tabla 37.** Consideraciones técnicas cultivo de *Mytilus chilensis* (FIPA N° 2015-02)

CONSIDERACIONES TÉCNICAS	
Especie	Chorito ( <i>Mytilus chilensis</i> )
Zona de cultivo	Regiones de Biobío y Los Lagos
Tipo de cultivo	Suspendido
Nivel de producción final (categoría APE)	325 tons (Para venta)
Perdida de biomasa en proceso productivo	10%
Semillas requeridas para producción	3.850 semillas de 2,0 cm/cuerda de 8,0 m
Costo semilla	\$400/kg (entre 3.000 y 4.000 unid/kg)
Rendimiento final sistema	40 kg/ cuerda
Peso individual	20-30 g por ejemplar (50-35 ejemplares /kg)
profundidad de operación promedio	20 m
Técnica de cultivo	Longline doble
Sistema de crecimiento	Cuerdas
Características básicas longline	100 m longitud (200 m longline doble)
Distancia entre longlines	10 m
Características de las cuerdas	Cabo 10 mm (o tela de red), 8 m de largo
Cantidad de cuerdas por longline	500 cuerdas por longline doble
Cantidad de longlines	17 longline dobles
Cantidad total de cuerdas de crecimiento	8.150 cuerdas
Área estimada de concesión	4,5 Há



**Tabla 38.** Supuestos Base y Producción anual de *Mytilus chilensis* (FIPA N° 2015-02)

BASE DE CÁLCULO				PRODUCCIÓN ANUAL		
Localización		Región Biobío	Región de Los Lagos	Precio Kilo (\$)	Valor cosecha (\$)	Valor cosecha UF (dic 2013 \$23.309,56)
Concesión de acuicultura	Há	4,5	4,5			
Terreno	m <sup>2</sup>	500	500			
Producción para venta (producción final)	ton/año	325	325	190	61.750.000	2.649
Capacidad de producción proyectada	ton/año	360	360			

**Tabla 39.** Valoración y costos de operación (FIPA N° 2015-02)

ITEM	PERIODICIDAD	BIOBIO	LOS LAGOS
		VALOR EN UF	VALOR EN UF
Infraestructura cultivo	5 años	3.907	3.826
Infraestructura cosecha	5 años	31	31
Costos fijos de operación	Anual	1.958	1.958
Costos variables de operación	Anual	857	868
<b>TOTAL (UF)</b>		<b>6.753</b>	<b>6.684</b>

**Ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*)**

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Crassostrea gigas*, su evaluación y proyección económica en base del supuesto productivo de la misma, supeditada al desarrollo de la APE (tomado de Proyecto FIPA N° 2015-02)

**Tabla 40. Consideraciones técnicas *Crassostrea gigas* (FIPA N° 2015-02).**

CONSIDERACIONES TECNICAS	
Especie	Ostra del pacífico o japonesa ( <i>Crassostrea gigas</i> )
Zona de cultivo	Regiones del Biobío y Los Lagos
Tipo de cultivo	Suspendido
Nivel de producción final (categoría APE)	59 ton
Perdida de biomasa en proceso productivo	40%
Semillas requeridas para producción	1,475.000 unidades
Costo semilla	\$6,8/unidad (unidades de 7- 10 mm)
Densidad final cultivo	350 ejemplares /linternas (35 ejemplares por piso - 2 kg)
Peso individual	67 g/ejemplar (15 ejemplares por kg) - calibre 12 - 20 unid/kg
Profundidad de operación promedio	20 m
Técnica de cultivo	Longline simple
Sistema de crecimiento	Pearl net y linternas
Características básicas longline	100 m de longitud cada uno
Características pearl net	Tipo piramidal con base de 0,35 x 0,35 m
Características linternas	Tipo cónicas, 10 pisos c/u con altura de 0,2 m por piso
Cantidad de longlines requeridos	25 longline de 100 m
Cantidad de pearl net	1,285 unidades
Número de linternas por longline	100 linternas, dispuestas con una separación de 1 m
Cantidad total de linternas	2.460 unidades
Área estimada de concesión	6,3 Há



**Tabla 41.** supuesto base y producción anual (FIPA N° 2015-02)

BASE CALCULO				PRODUCCION ANUAL		
Localización		Región Biobío	Región de Los Lagos	Precio kg	Valor cosecha (\$)	Valor cosecha UF (dic 2013) \$23.309,56)
Concesión de acuicultura	há	6,3	6,3			
Terreno	m <sup>2</sup>	500	500			
Producción para venta (producción final)	ton/año	59	59	1.050	61.950.000	2.658
Capacidad de producción proyectada	ton/año	98	98			

**Tabla 42** valoración y costos de operación (FIPA N° 2015-02)

ITEM	PERIODICIDAD	BIOBÍO	LOS LAGOS
		VALOR EN UF	VALOR EN UF
Infraestructura cultivo	5 años	5.619	5.619
Infraestructura cosecha	5 años	31	31
Costos fijos de operación	Anual	2.244	2.061
Costos variables de operación	Anual	1.385	1.253
<b>TOTAL (UF)</b>		<b>9.279</b>	<b>8.864</b>

### Pelillo (*Gracilaria chilensis*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Gracilaria chilensis*, su evaluación y proyección económica en base del supuesto productivo de la misma, supeditada al desarrollo de la APE (tomado de Proyecto FIPA N° 2015-02).

**Tabla 43. Consideraciones técnicas cultivo *Gracilaria chilensis* (FIPA N° 2015-02)**

CONSIDERACIONES TÉCNICAS	
Especie	Pelillo ( <i>Gracilaria chilensis</i> )
Zona de cultivo	Regiones de Biobío y Los Lagos
Tipo de cultivo	Vegetativo
Nivel de producción final (categoría APE)	474 ton
Perdida de biomasa en proceso productivo	20%
Talos (manojos) requeridos para producción	712.000 manojos de 125 g c/u
Costo de talos	\$100 kg /alga húmeda
Densidad final cultivo	12 talos (plantas) de 125 g c/u por m <sup>2</sup>
Rendimiento final	50 ton/Há una cosecha
Crecimiento	3-5 meses
Periodicidad de cosechas	2 cosechas anuales
Profundidad de cultivo	Zona intermareal hasta 10-15 m
Técnica de cultivo	De fondo plantado directo
Área estimada de concesión	6,4 Há

**Tabla 44. Supuestos base y producción anual (FIPA N° 2015-02)**

BASE CÁLCULO				PRODUCCIÓN ANUAL		
Localización		Región Biobío	Región de Los Lagos	Precio Kg	Valor cosecha (\$)	Valor cosecha UF (dic 2013, \$23.309,56)
Concesión de acuicultura	Há	6,4	6,4			
Terreno	m <sup>2</sup>	1.500	1.500			
Producción para venta (producción final)	ton/año	474	474	130	61.620.000	2.644
Capacidad de producción proyectada	ton/año	593	593			



**Tabla 45.** Valoración y costos de operación (FIPA N° 2015-02)

ITEM	PERIODICIDAD	BIOBÍO	LOS LAGOS
		VALOR EN UF	VALOR EN UF
Infraestructura cultivo	5 años	3.983	
Infraestructura cosecha	5 años	89	89
Costos fijos de operación	Anual	1.520	1.520
Costos variables de operación	Anual	586	586
<b>TOTAL, EN UF</b>		<b>9.279</b>	<b>8.864</b>



**Erizo rojo (*Loxechinus albus*)**

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Loxechinus albus*, su evaluación y proyección económica en base del supuesto productivo de la misma, supeditada al desarrollo de la APE (tomado de Proyecto FIPA N° 2015-02).

**Tabla 46. Consideraciones técnicas cultivo de *Loxechinus albus* (FIPA N° 2015-02)**

CONSIDERACIONES TÉCNICAS	
Especie	Erizo ( <i>Loxechinus albus</i> )
Zona de cultivo	Región de los Lagos
Características de cultivo	Suspendido
Nivel de producción final (categoría APE)	176.150 unidades
Perdida de biomasa en proceso productivo	10%
Semillas requeridas para producción	195.700 unidades (considera pérdida de biomasa)
Costo semilla	\$30 por unidad de 15- 20 mm (se valoriza la compra de semillas (2))
Densidad final cultivo	900 unidades de semilla de 15 -20 mm por linterna
Rendimiento final cosecha	20 ejemplares adultos por piso (200 adultos por linterna)
Crecimiento	3 años
Periodicidad de cosechas	una cosecha cada 3 años
Periodicidad de siembras	Anual
Estrategia de siembras	Propuesta siembra anuales
Prof. de operación promedio	20 m
Técnica de cultivo	Cultivo suspendido en longline simples
Sistemas de crecimiento	Linternas de 10 y 25 mm 10 pisos (dispuestos longline simples separadas cada 1,5 m)
Características longline	Líneas de 120 m de longitud (PP 32 mm Ø). Una línea por longline. 80 linternas /longline
Flotadores por longlines dobles	80 flotadores por longline de 150 L c/u separados cada 1,5 m
Distancia entre longlines	10,0 m de separación
Rendimiento por longline	16.000 unidades cosecha
Cantidad de longlines requeridos	11 Long line de 120 m /línea (con 80 linternas de crecimiento c/u)
Área de concesión	33,5 Há

**Tabla 47. Supuestos base y producción anual (FIPA N° 2015-02)**

BASE CÁLCULO				PRODUCCIÓN ANUAL		
Localización		Región Biobío	Región de Los Lagos	Precio Unid	Valor cosecha (\$)	Valor cosecha UF (dic 2013 \$23.309,56)
Concesión de acuicultura	Há	3,5	3,5			
Terreno	m <sup>2</sup>	500	500			
Producción para venta (producción final)	Unid/año	176.150	176.150	350	61.652.500	2.645
Capacidad de producción proyectada	Unid/año	195.700	195.700			

**Tabla 48. Valoración y costos de operación (FIPA N° 2015-02)**

ITEM	PERIODICIDAD	LOS LAGOS
		VALOR EN UF
Infraestructura cultivo	5 años	4.512
Infraestructura cosecha	5 años	
Costos fijos de operación	Anual	2.195
Costos variables de operación	Anual	1.117
<b>TOTAL (UF)</b>		<b>7.824</b>





### Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Durvillaea antarctica*, su evaluación y proyección económica en base del supuesto productivo de la misma, supeditada al desarrollo de la APE (tomado de Proyecto FIPA N° 2015-02)

**Tabla 49.** consideraciones técnicas cultivo de *Durvillaea antarctica* (FIPA N° 2015-02)

CONSIDERACIONES TÉCNICAS	
Especie	Cochayuyo ( <i>Durvillaea antarctica</i> )
Zona de cultivo	Región de los Lagos
Características de cultivo	Vegetativo (colocación de plántulas-talos)
Nivel de producción final (categoría APE)	274 toneladas
Perdida de biomasa en proceso productivo	10%
Semillas requeridas para producción	1.500 plántulas/long line (manejo de 10-15 cm c/u y 200 g c/u)
Costo semilla	Plántulas
Densidad final cultivo	500 talos-plantas por líneas de long line (triple). Colocados cada 20 cm
Relación peso de talos	Kg/línea
Rendimiento por cuelga	14 kg/talo (considerando una cosecha cada 6-8 meses)
Crecimiento	6 - 8 meses
Periodicidad de cosechas	una cosecha anual
Prof. de operación promedio	15 m
Técnica de cultivo	Superficial en long-line triple (long line compuesto por 3 líneas centrales)
Sistemas de crecimiento	Linternas de crecimiento suspendidas
Características longline	Líneas de 100 m de longitud cada uno (3 líneas de PP 24 mm Ø), en cada long line)
Flotadores por línea	34 unidades de 150 L (ubicados con separación de 3,0 m)
Distancia entre longlines	10,0 m de separación
Rendimiento por longline	21.000 kg/cosecha
Cantidad de longlines requeridos	m/longline
Área de concesión	4,0 Há

**Tabla 50. Supuestos base y producción anual (FIPA N° 2015-02)**

BASE CÁLCULO			PRODUCCIÓN ANUAL		
Localización		Región de Los Lagos	Precio Unid	Valor cosecha (\$)	Valor cosecha UF (dic 2013 \$23.309,56)
Concesión de acuicultura	Há	4,0			
Terreno	m <sup>2</sup>	1.500			
Producción para venta (producción final)	Ton/año	274	225	61.651.446	2.400.000
Capacidad de producción proyectada	Ton/año	304			

**Tabla 51. Valoración y costos de operación (FIPA N° 2015-02)**

ITEM	PERIODICIDAD	LOS LAGOS
		VALOR EN UF
Infraestructura cultivo	5 años	3.945
Infraestructura cosecha	5 años	
Costos fijos de operación	Anual	1.748
Costos variables de operación	Anual	511
<b>TOTAL (UF)</b>		<b>6.205</b>

Fuente: FIPA N° 2015-02

## Ratificación o modificación de los cultivos

A raíz de los resultados de la caracterización ambiental llevada a cabo en cada uno de los sitios seleccionados, se reevaluó la factibilidad de los cultivos propuestos en contraste con los resultados obtenidos, detallados en la Tabla 52, en la cual se presenta el rango de profundidad registrado durante el barrido hidro acústico, la concentración de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad promedios, registrados en la superficie (primer valor) y en el fondo (segundo valor) en la columna de agua.

**Tabla 52.** Resumen de resultados de la CPS por sitio.

Sitio seleccionado	Há	Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (mg)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)
La Boca de Rapel 1	5,77	1 - 12	8 - 10	16 - 12	28 - 34
La Boca de Rapel 2	5,93	0 - 2,0	8 - 6	18 - 14	22 - 34
La Boca de Rapel 4	6,31	1 - 3	8 - 10	20 - 16	15 - 32
La Boca Sector C	5,85	4 - 8	14 - 10	17 - 15	35
Matanzas 1	5,69	3 - 8	8 - 6	13 - 12	34
Matanzas 2	5,83	2 - 16	8 - 3	14 - 11	34
Rio Cáhuil	4,44	1 - 4	3 - 6	24 - 20	28 - 35
Bucalemu	1,38	0 - 1	4 - 6	20 - 18	6 - 8

Estos resultados fueron comparados con los rangos ambientales para cada cultivo, presentados en el informe FIP 2013-24 y con información bibliográfica adicional, para determinar que especie y sistema de cultivo es el más apropiado para cada uno de los sitios seleccionados. Si bien se privilegió las preferencias de los titulares, en algunos casos las características ambientales de los sitios no eran las adecuadas para las especies deseadas, por lo que se proponen otras especies y sistemas de cultivo. A continuación, en la Tabla 53, se presentan las especies y sistema de cultivo más adecuado de acuerdo a bibliografía y a la experiencia del equipo técnico.

**Tabla 53. Cultivo y sistema de cultivo propuestos por unidad técnica de acuerdo con los resultados de CPS.**

Sitio seleccionado	Cultivo propuesto	Justificación	Sistema de cultivo
La Boca de Rapel 1	Ostras y choritos	Ostras en bajas profundidades y choritos en zonas más profundas	Chorito longline / Ostras bandejas de fondo
La Boca de Rapel 2	Ostras	Baja profundidad	Bandejas de fondo
La Boca de Rapel 4	Ostras	Baja profundidad	Bandejas de fondo
La Boca Sector C	Choritos	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Long line
Matanzas 1	Ostras	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Long line con linternas
Matanzas 2	Ostras	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Long line con linternas
Rio Cáhuil	Ostras	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Bandejas de fondo
Bucalemu	Ostras	Salinidad no permite cultivo de erizo	Bandejas de fondo

En el caso de los sitios seleccionados en el sector La Boca de Rapel, los entrevistados de los cuatro sitios indicaron que querían cultivar choritos, sin embargo, solo dos cuentan con la profundidad necesaria para este tipo de cultivo. El sitio La Boca Sector C, presenta la profundidad necesaria en toda el área, mientras que en el sitio La Boca de Rapel 1, solo un tercio del área presenta profundidades superiores, por lo que se recomienda el cultivo de ostras en las zonas poco profundas y cultivo de choritos en las zonas más profundas, para aprovechar toda el área. Sin embargo, debido a que los sitios La Boca de Rapel 1 y Boca Sector C, presentan profundidades inferiores a 10 metros (longitud de las cuelgas utilizadas



para el cultivo de choritos), se debe realizar una modificación del sistema de cultivo, utilizando para estos dos sitios, cuelgas con longitud menor a las comúnmente utilizadas, ajustando la misma para dar cumplimiento al Reglamento Ambiental para Acuicultura.

En el caso de los choritos, corresponde a una especie nativa, que cuentan con tecnologías de cultivo desarrolladas, la complejidad del cultivo no es mayor, existe disponibilidad de semilla, proveedores de insumos y con precios para el acuicultor que hacen que esta actividad sea rentable.

Así mismo, debido a las bajas profundidades de los sitios Boca de Rapel 2 y 4, se recomienda el cultivo de ostras en sistemas de bandejas de fondo, al igual que en Río Cahuil y Bucalemu, que habían solicitado cultivo de ostras y erizo respectivamente. De igual forma, en el área de Matanzas, los entrevistados indicaron el interés de cultivar ostras, por lo que se propone el cultivo deseado en sistemas de cultivo longline con linternas, ya que las profundidades registradas en ambos sitios (Matanzas 1 y Matanzas 2) permiten el uso de este sistema de cultivo.

Se propone el cultivo de ostras, considerando dos especies: ostra chilena y ostra japonesa. Si bien la ostra japonesa no es una especie nativa, ha demostrado ser un buen cultivo a lo largo de todo Chile, gracias a su adaptación y buen crecimiento. Ambas especies poseen una diversidad de sistemas de cultivos que se pueden adaptar a cada uno de los sitios, los cuales no son de gran complejidad ni requieren una inversión mayor. Sumado a que son un recurso cotizado y bien pagado, los convierten en un cultivo rentable y con proyecciones favorables.

A continuación, se presentan las fichas técnicas para las especies propuestas (choritos y ostras).



### Chorito o mejillón

**Nombre científico:**

*Mytilus chilensis*

**Talla promedio:**

8 cm.

**Mercado:**

España, Italia, Francia, Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Dinamarca, Argentina, Rusia, Alemania.

**Tipo de producto:**

Congelado, conserva y fresco-refrigerado.

### Características biológicas:

Molusco bivalvo filtrador, que habita en la zona intermareal en profundidades no superiores a los 10 m. Es una especie de sexos separados, sin dimorfismo sexual externo, que en condiciones de desove emiten sus gametos al agua de mar donde se produce la fertilización y posterior desarrollo larvario. El periodo de desove de los choritos se concentra principalmente entre los meses de septiembre y febrero.

### Variables ambientales para su cultivo:

Oxígeno disuelto: 5-10 mg    Temperatura: 3-18°C    Salinidad: 4-32‰    Clorofila a: 1-15 mg/l  
Profundidad: 2-12 m

**Zonas aptas para cultivo a pequeña escala:** El cultivo se realiza en ecosistemas marinos y estuarinos, principalmente de la X Región.

**Regulación:** Recurso sujeto a veda en noviembre y diciembre desde las regiones I a XI. Talla mínima de extracción de 5 cm.

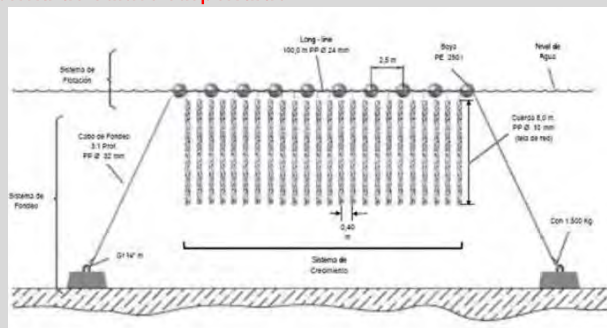
**Técnicas de cultivo:** El sistema de longline doble es el más utilizado, debido a su amplio espectro de adaptaciones y relativo bajo costo de materiales.

Un sistema long-line doble consiste en 2 cabos de perlón o nylon suspendidos de una longitud de 100, 150 o 200 m de largo dispuestos en forma paralela, los cuales se amarran a boyas equidistantes cada 2-4 m aprox., en cuyos extremos se ubican anclajes para fijarlos al fondo marino mediante un fondeo o muerto de concreto. En una concesión los long line doble se disponen en forma paralelas, unos al lado de los otros, con una separación de 10 m en sectores protegidos y 20 m en sectores no protegidos. Luego en una hectárea puede haber como máximo 10 y un mínimo 5 longline doble por hectáreas.

**Tiempo de cultivo:** 10-18 meses

**Requerimientos de cosecha:** La cosecha se realiza una vez que se alcanza la talla comercial de 5 a 7 cm. En particular, la cosecha se realiza a través del levantamiento de la línea madre con huinches hidráulicos, para posteriormente hacer pasar la cuelga con choritos a través de una máquina cosechadora que separa los moluscos de la cuelga. Para evitar la caída de producto de la plataforma, el marisco es inmediatamente enmallado o introducido a bins o big-bag.

### Esquema general del sistema de cultivo suspendido



Cultivo de fondo de *Mytilus chilensis* mediante sistema de longline (Extraído de FIP N° 2013-24).



**Ostra japonesa o del pacífico**

<b>Nombre científico:</b>	<i>Crassostrea gigas</i>
<b>Talla promedio:</b>	11,5 cm
<b>Mercado:</b>	República Popular China, Singapur, Taiwán, Sudáfrica
<b>Tipo de producto:</b>	Congelado, vivo y fresco refrigerado

**Características biológicas:**

Molusco bivalvo no nativo. Es una especie protándrica, con sexos separados y reproducción externa. Habita adherido a sustratos duros en la zona intermareal y se alimenta de microalgas y detritus orgánico.

**Variables ambientales para su cultivo:**

Oxígeno disuelto: 5-10 mg    Temperatura: 10-25°C    Salinidad: 10-34‰  
 Clorofila a: 3-10 mg/l    Profundidad: 2-10 m

**Zonas aptas para cultivo a pequeña escala:** zonas estuarinas donde no se presenten variaciones extremas de salinidad y en lugares en donde la crecida del río en invierno no provoque daños en el cultivo por el aumento de la velocidad de corriente. En zona marina protegida o semiprotectidas del oleaje: canales, golfos, bahías y ensenadas.

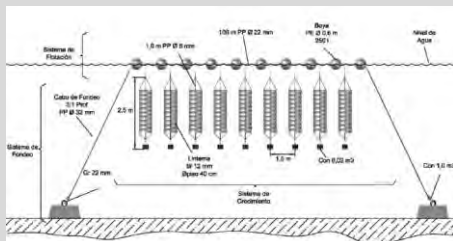
**Regulación:** Recurso no sujeto a regulaciones específicas.

**Técnicas de cultivo:** Las semillas son producidas en criaderos o hatchery, en los cuales se desarrolla el ciclo reproductivo del recurso, bajo condiciones estrictamente controladas, desde la etapa de maduración gonadal hasta el pre-engorde de la semilla. Luego de alcanzar una talla de 8-15 mm de largo, las semillas son trasladadas a un sistema suspendido tipo "linterna" para aquellos sitios con gran profundidad o a sistemas de bandejas o estacas de fondo, para aquellos sitios con bajas profundidades.

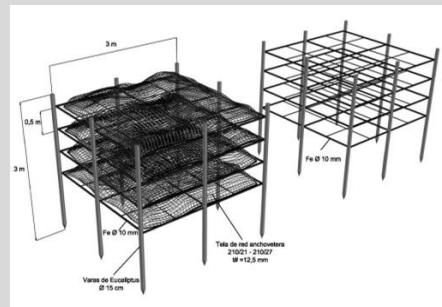
**Tiempo de cultivo:** 8-12 meses

**Requerimientos de cosecha:** Durante la cosecha, las ostras adultas mayores a 7 cm son extraídos del sistema de cultivo por sistema manual o mecánico y son enviados a las plantas de procesos o para el consumo en fresco. Estos son transportados por tierra en contenedores plásticos o bins. Además, se le adiciona una capa de hielo para poder bajar la temperatura y llegar en óptimas condiciones a los diferentes destinos. Las cosechas pueden darse durante todo el año, pero dependerá de los requerimientos de los diferentes mercados.

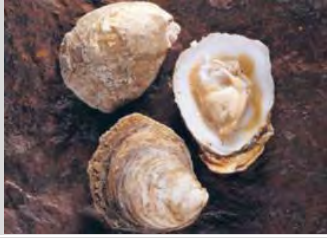
**Esquema general del sistema de cultivo**



Cultivo suspendido de ostras mediante sistema longline tradicional (Extraído de FIP N° 2013-24).



Cultivo de fondo ostras mediante sistema de bandejas (Extraído de FIP N° 2013-24).



**Ostra chilena**

<b>Nombre científico:</b>	<i>Ostrea chilensis</i>
<b>Talla promedio:</b>	6 cm
<b>Mercado:</b>	Estados Unidos de América
<b>Tipo de producto:</b>	Fresco refrigerado y congelado

**Características biológicas:**

Molusco bivalvo que se caracteriza por su concha oval o subcircular. Habita en fondos rocosos o fangosos duros, entre el intermareal hasta los 8 m. de profundidad. Es filtrador y se alimenta de microalgas y detritus orgánico. Su distribución geográfica abarca desde el Canal de Chacao hasta el Golfo de Penas.

**Variables ambientales para su cultivo:**

Oxígeno disuelto: 5-12 mg    Temperatura: 7-18°C    Salinidad: 12-35‰  
 Clorofila a: 1-15 mg/l    Profundidad: 2-10 m

**Zonas aptas para cultivo a pequeña escala:** zonas marinas protegidas de fuertes oleajes: canales, golfos, bahías y ensenadas.

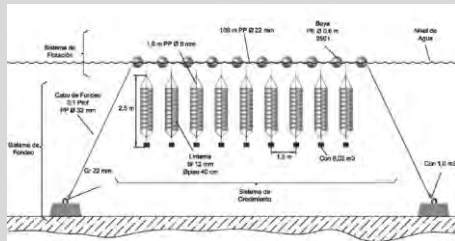
**Regulación:** Recurso no sujeto a regulaciones específicas.

**Técnicas de cultivo:** La captación de las semillas se realiza en el medio natural, en un sustrato de conchilla molida de cholga y placas de PVC. Luego las semillas son trasladadas a un sistema suspendido tipo longline con linterna, bandejas, conos y bolsitas, para aquellos sitios con gran profundidad o a sistemas de bandejas o estacas de fondo, para aquellos sitios con bajas profundidades.

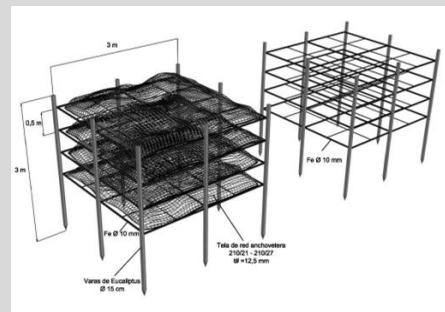
**Tiempo de cultivo:** 10-18 meses

**Requerimientos de cosecha:** Durante la cosecha, las ostras adultas mayores a 6 cm son extraídos del sistema de cultivo por sistema manual o mecánico y son enviados a las plantas de procesos o para el consumo en fresco. Estos son transportados por tierra en contenedores plásticos o bins. Además, se le adiciona una capa de hielo para poder bajar la temperatura y llegar en óptimas condiciones a los diferentes destinos. Las cosechas pueden darse durante todo el año, pero dependerá de los requerimientos de los diferentes mercados.

**Esquema general del sistema de cultivo**



Cultivo suspendido de ostras mediante sistema longline tradicional (Extraído de FIP N° 2013-24).



Cultivo de fondo ostras mediante sistema de bandejas (Extraído de FIP N° 2013-24).





## 5.4 Objetivo 4

Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.

### 5.4.1 Recopilación información previa: Sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua.

Nuestro país posee características privilegiadas respecto a la disponibilidad de agua, sin embargo, existe una enorme variabilidad en la distribución de este elemento. Esta variabilidad está determinada principalmente por la extensa gradiente latitudinal que posee nuestro territorio, la cual determina la presencia de cordones montañosos, que enmarcan zonas de ocurrencia o ausencia de precipitaciones (agua o nieve) y en su parte austral esta la presencia de campos de hielo y glaciares (Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2016).

La información que se posee de la cuenca del río Rapel, donde principalmente se desarrolla este proyecto, se encuentra dispersa en diversos estudios, siendo algunos de ellos solicitados en su tiempo por CONAMA para la realización de los Anteproyectos de Normas Secundarias para la Protección de los Ríos Cachapoal y Tinguiririca, además de estudios acotados a áreas específicas, definidos por diversos proyectos que se encuentran en la cuenca del Rapel y del Nilahue. Asimismo, del programa de CONAMA y DGA región de O'Higgins para monitoreo de estaciones que han sido definidas como tramos de control para estas cuencas (EULA-Chile, 2010).

La cuenca del río Rapel se extiende de cordillera a mar, se encuentra ubicada aproximadamente entre los 34° y 35° de latitud sur y entre los 70° y 72° de longitud oeste. La zona baja de la cuenca queda comprendida entre su desembocadura y la desembocadura de los ríos Cachapoal y Tinguiririca en el embalse Rapel.



El régimen natural del río Rapel es pluvio-nival alterado, es decir, en el período pluvial, entre abril y septiembre, se tiene régimen pluvial con crecidas rápidas debido a precipitaciones líquidas caídas en la precordillera y de las zonas intermedias de la cuenca. En el período comprendido entre octubre y marzo, se tiene régimen nival con una onda de deshielo estacional generada por deshielo del manto de nieve y de los glaciares de la alta cordillera.

La hoya del estero Nilahue drena parte de la zona costera entre la localidad de Cahuil por el norte y el estero Paredones por el sur. Posee una red de drenaje muy ramificada de acuerdo con la tectónica local, que ha fraccionado el macizo costero en ese sector.

El estero Nilahue que tiene su nacimiento a unos 60 km al sur de Pichilemu, tiene una dirección de sur a norte casi en la totalidad de su recorrido y desemboca en la localidad de Cahuil, ubicada unos 10 km. al sur de Pichilemu. El régimen hidrológico es netamente pluvial (Ministerio Obras Públicas, 2014).

Para poder caracterizar un sistema fluvial, es necesario conocer las características sedimentológicas del sistema acuático, dado que el sedimento desempeña también un importante papel en el movimiento físico, la especiación química y el destino biológico de los contaminantes (Cisternas, 1998). En este sentido, un sistema fluvial es una parte de la superficie terrestre que se diferencia física, química y biológicamente de las zonas adyacentes (Selley, 1970), siendo este espacio físico el lugar donde operan los procesos sedimentarios que son responsables del transporte y depósito de las partículas (Arche, 1992).

En relación a los tipos de sedimentos dominantes en la cuenca del Rapel, se indica que los sedimentos están constituidos principalmente por fracciones arenosas, en segundo lugar, por fango, quedando la presencia de grava supeditada a bajos porcentajes (Tabla 54).

**Tabla 54.** Resultados obtenidos en la clasificación textural de sedimentos de la cuenca del río Rapel. Fuente: EULA-Chile, 2010 para CONAMA VI Región.

Estación	Media ( $\Phi$ )	Selección ( $\Phi$ )	Asimetría	Curtosis	Clasificación textural (Wentworth, 1922)
AV-10	0,71	0,50	2,11	8,28	Arena gruesa
AV-20	3,48	1,96	0,87	2,06	Arena muy fina
AV-30	4,65	2,03	0,09	1,24	Limo grueso
CA-6	5,58	1,63	-0,69	1,97	Limo medio
CA-10	1,43	0,50	1,49	6,28	Arena media
CA-20	2,22	0,57	0,58	2,47	Arena fina
CA-30	1,64	0,81	0,59	2,47	Arena media
CA-40	4,87	2,09	-0,40	1,52	Limo grueso
CA-50	2,53	0,52	0,50	2,57	Arena fina
CL-EV	1,93	0,65	0,67	3,05	Arena media
CL-10	0,62	0,56	2,53	8,85	Arena gruesa
CL-20	3,33	2,05	1,07	2,68	Arena muy fina
CL-10TI	1,46	0,52	0,85	3,54	Arena media
CO-10	3,46	2,05	0,94	2,27	Arena muy fina
PA-10	1,81	0,76	0,47	2,51	Arena media
RA-1	0,48	0,62	2,24	10,16	Arena gruesa
RA-2	0,82	0,69	2,73	10,98	Arena gruesa
RA-3	1,13	0,53	1,34	4,70	Arena media
RA-4	2,03	0,52	1,71	5,79	Arena fina
RA-5	0,40	0,90	1,25	3,93	Arena gruesa
RA-6	0,23	0,49	1,72	7,65	Arena gruesa
RI-EV	2,06	2,21	1,44	3,54	Arena fina
RI-10	0,15	0,87	2,39	9,33	Arena gruesa
TI-10	3,32	2,30	0,54	1,73	Arena muy fina
TI-20	4,62	2,03	0,30	1,27	Limo grueso
TI-30	4,09	1,91	0,28	1,47	Limo grueso
TI-40	2,45	0,44	0,66	2,98	Arena fina
TI-50	2,63	0,39	0,61	3,03	Arena fina
ZA-10	1,39	0,50	1,09	3,76	Arena media

La interpretación de la clasificación de los sedimentos representados en la Tabla 54, está relacionada a los procesos que determinan la depositación de las partículas en un determinado lugar. Un sedimento mal seleccionado, se asocia a la existencia de diferentes componentes hidrodinámicos que determinaron su depositación (cambios en la intensidad o dirección de la corriente), por el contrario, un sedimento muy bien seleccionado, indica la existencia de un solo agente dinámico que intervino en su depositación, seleccionando entonces partículas muy homogéneas en cuanto a tamaño. En el caso de los sedimentos de la cuenca del Rapel, se establece de forma general, que poseen una selección moderada y en algunos casos incluso una buena selección, indicando la existencia de un patrón predominante en la depositación de los mismos, el que correspondería a la intensidad de la corriente (CONAMA, 2010).

Los factores que inciden en la calidad de agua en la región de O'Higgins, a lo largo de sus principales cuencas hidrográficas, se aprecia en la Tabla 55. Por ejemplo, se indica que la calidad natural del agua superficial de la cuenca del Rapel está fuertemente influenciada por factores naturales y antropogénicos. Dentro de los primeros se destaca el cambio de régimen léntico (cuerpos de agua cerrados con altos tiempos de residencia del agua), a lótico (cuerpos de agua con una marcada dirección de su flujo y con bajos tiempos de residencia), debido a la recarga o aumento del caudal del río por filtraciones de los embalses o de aguas subterráneas. Los factores antropogénicos están relacionados a las diferentes actividades productivas y de manejo de residuos del ser humano, tales como fertilizantes y plaguicidas aplicados en los cultivos, así como también, el input de materia orgánica a través de aguas servidas, poblados sin plantas de tratamiento para sus aguas servidas, que son descargadas en los diferentes tributarios de esta cuenca.

**Tabla 55.** Factores incidentes, parámetros que pueden verse afectados y caracterización de los factores de riesgo para la calidad fisicoquímica del agua en la cuenca del Rapel.  
Fuente: Ministerio de Obras Públicas, 2004.

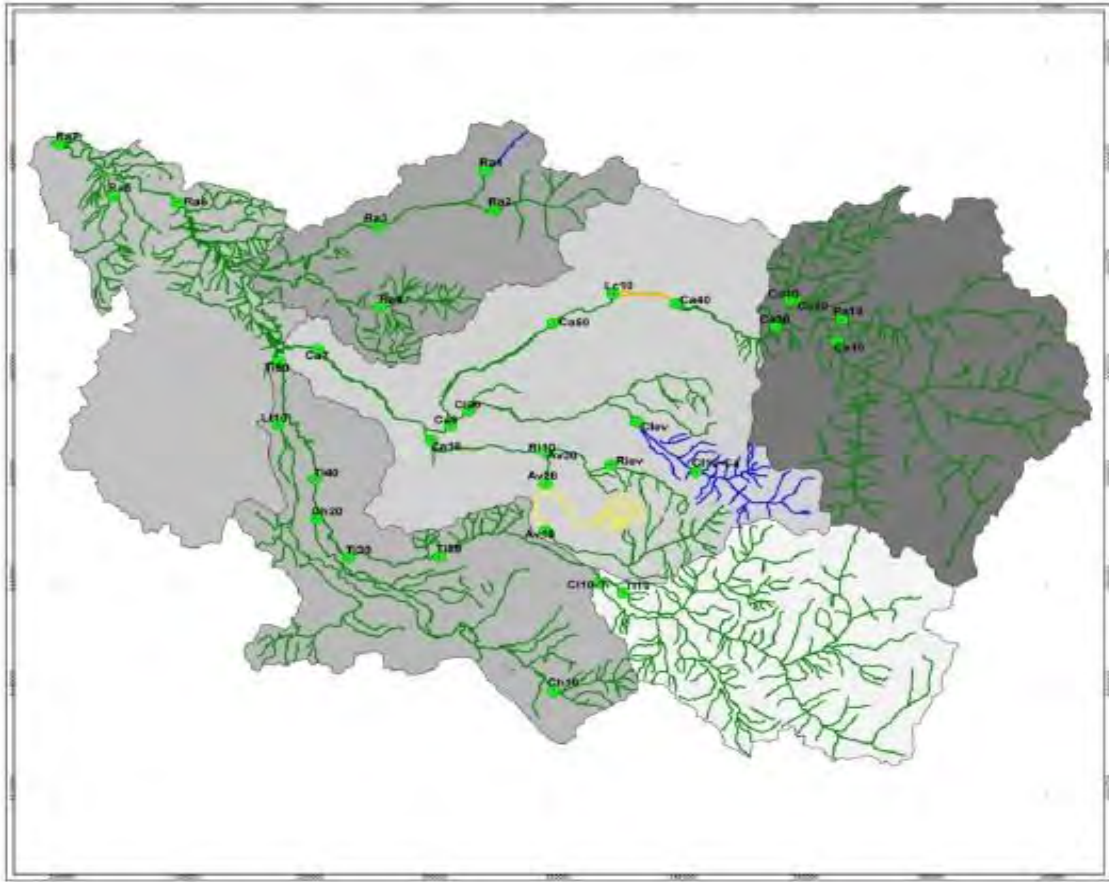
Estación de calidad	Factores incidentes		Parámetros que pueden verse afectados	Caracterización del factor
	Naturales	Antropogénicos		
Río Rapel en Navidad	<p>Cambio del régimen de léntico a lótico.</p> <p>Recarga del río por filtraciones embalse.</p> <p>Recarga del río por aguas subterráneas.</p>	<p>Aplicación de fertilizantes y plaguicidas.</p> <p>Contaminación difusa por aguas servidas.</p>	<p>Mn, Mo, Cu, Posiblemente CF, CT y DBO<sub>5</sub></p>	<p>Centro poblado: Navidad, Pueblito de Rapel, Matanzas y Las brizas (sin planta tratamiento).</p> <p>Agricultura: pequeña agricultura.</p>

Se presenta en la Tabla 56, valores de parámetros tomados *In situ* para calidad de agua en ríos de la cuenca del rapel, donde se aprecia que los mayores valores para conductividad (400 - 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Cobre (55 - 2.000  $\mu\text{g}/\text{L}$ ), Aluminio (5 - 12  $\text{mg}/\text{L}$ ) y Arsénico (0,015 - 0,04  $\text{mg}/\text{L}$ ), se observan en el río Cachapoal. El oxígeno presenta concentraciones muy similares entre los diferentes ríos de la cuenca.

**Tabla 56.** Factores incidentes, parámetros que pueden verse afectados y caracterización de los factores de riesgo para la calidad fisicoquímica del agua en la cuenca del Rapel  
Fuente: Ministerio de Obras Públicas, 2004.

Cursos de agua	Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	O <sub>2</sub> mg/L	Cobre $\mu\text{g}/\text{L}$	Aluminio mg/L	Arsénico mg/L
Cachapoal	400 - 500	6,5 - 7,5	8,5 - 10	55 - 2.000	5 - 12	0,015 - 0,04
Tinguiririca	300 - 200	7,0 - 7,5	9,5 - 10	22 - 30	1 - 8	0,005 - 0,019
Rapel	400	6,8 - 7,6	8,5 - 9,5	15	1	0,02

Para el caso específico de la cuenca del Rapel, las zonas monitoreadas corresponden a aguas con Clase II de Buena Calidad, óptima para la protección y conservación de ecosistema acuáticos, alta biodiversidad con una gran densidad, siempre una buena concentración de oxígeno, escasa carga orgánica, estado oligotrófico (MMA, 2017). La Figura 19 indica distribución en colores según calidad del agua analizada para la cuenca del Rapel.



**Figura 19.** Representación a color de la calidad del agua analizada en diferentes puntos de la cuenca del Rapel: Agua Muy Buena Calidad (azul), Agua Buena Calidad (verde), Agua Regular calidad (amarillo) y Agua Mala calidad (Rojo). Fuente: Conama, 2010.

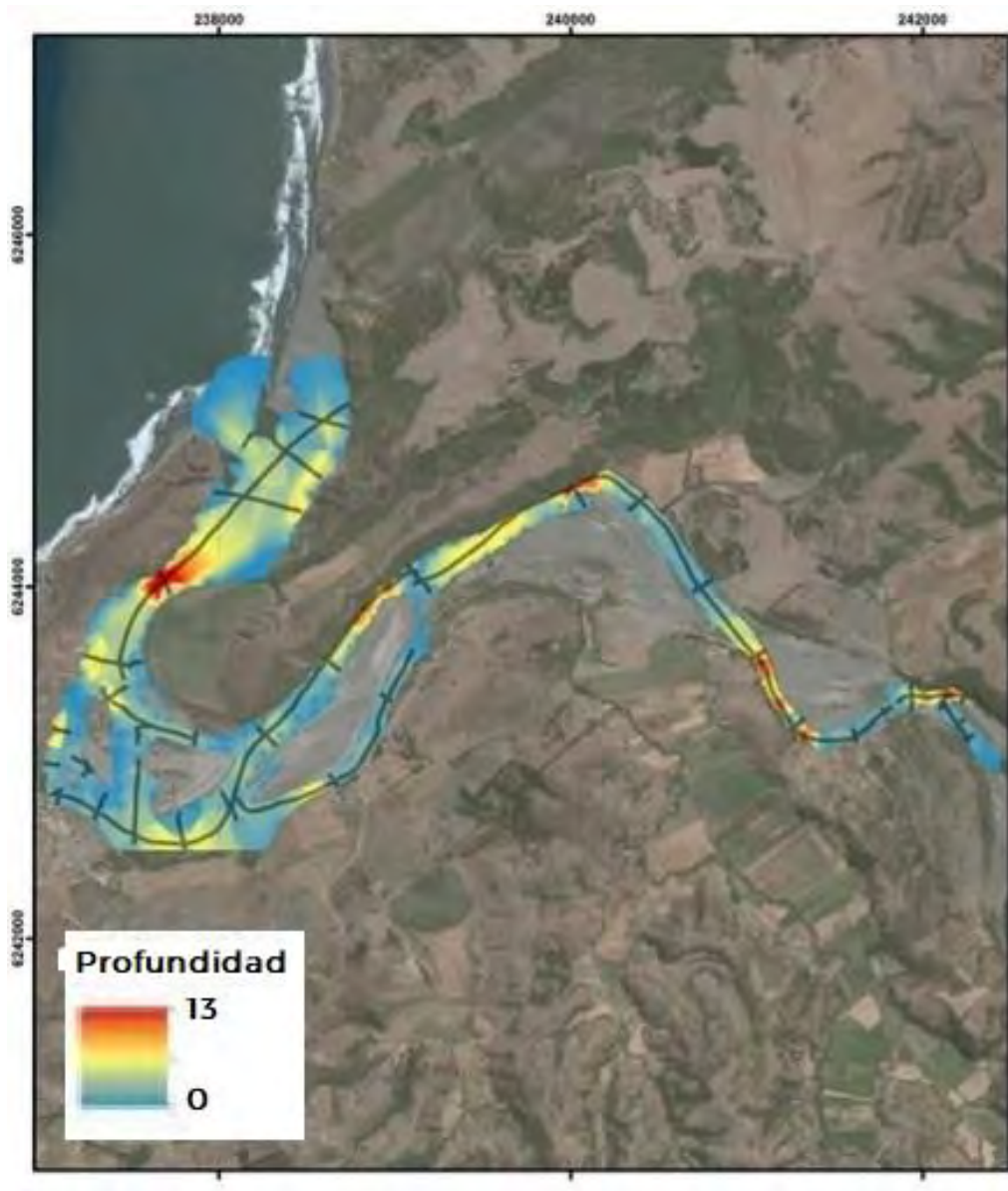
Conforme a las zonas hidráulicas definidas por el estudio realizado por el CEA (2017), para el estuario del río Rapel, la calidad de agua se describe como aguas moderadamente alcalinas con una buena oxigenación y contenidos de salinidad, conductividad, DQO, fósforo total, nitrógeno total, clorofila “a” y sulfato, que en general, aumentan en dirección a la boca del estuario, es decir, desde la zona sin intrusión hasta la cuña salina. Todo esto pese a que este sistema está interrumpido por la presencia del embalse del Rapel, que genera una discontinuidad en los procesos físicos asociados al régimen natural del caudal.



El borde costero de la VI región se caracteriza por poseer zonas de acantilados y bluffs<sup>6</sup>, además de líneas litorales arenosas (Araya-Vergara, 1982). La información relacionada a las profundidades que poseen las cuencas hidrográficas más destacadas de la región se origina de estudios de caracterización de los estuarios que constituyen estas cuencas en su llegada al mar. El estuario del río Rapel corresponde a un estuario de cuña salobre hacia el interior y de corriente a dos niveles con mezcla vertical hacia el mar (Araya-Vergara, 1970), también tipificado desde el punto de vista morfológico como un estuario de valle inundado (Martin and McCutcheon, 1999). Con profundidades que van entre los 0 y 13 metros (Figura 20).

---

<sup>6</sup> Farallón, promontorio o risco escarpado.



**Figura 20.** Representación batimetría exploratoria del río Rapel . Fuente: CEA, 2017.

Los estudios realizados para las cuencas de la región de O'Higgins recomiendan el levantamiento de mayor cantidad de información para confirmar sus resultados de manera que se pueda evaluar eventuales cambios estacionales o influenciados, por ejemplo, por el funcionamiento de la represa Rapel en la condición actual y futura del estuario.





## 5.4.2 Caracterización preliminar de Sitio (CPS).

Los muestreos para los informes de Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) fueron realizados en entre noviembre de 2019 y enero de 2020 en cada uno de los sitios seleccionados en consenso con la Subsecretaria, considerando la Resolución Exenta 3612/09 y sus modificaciones, y a lo establecido en las bases del presente proyecto, en las cuales se indica que para la elección de las categorías, deben ser considerados solo los criterios de profundidad del sector, tipo de fondo y cuerpo de agua en donde se ubican, no considerando nivel de producción ni especie en cultivo. Por lo que las categorías que definieron las campañas de muestreo deberían corresponder a: 3 y/o 4 y/o 5 y/o 6 y/o 7.

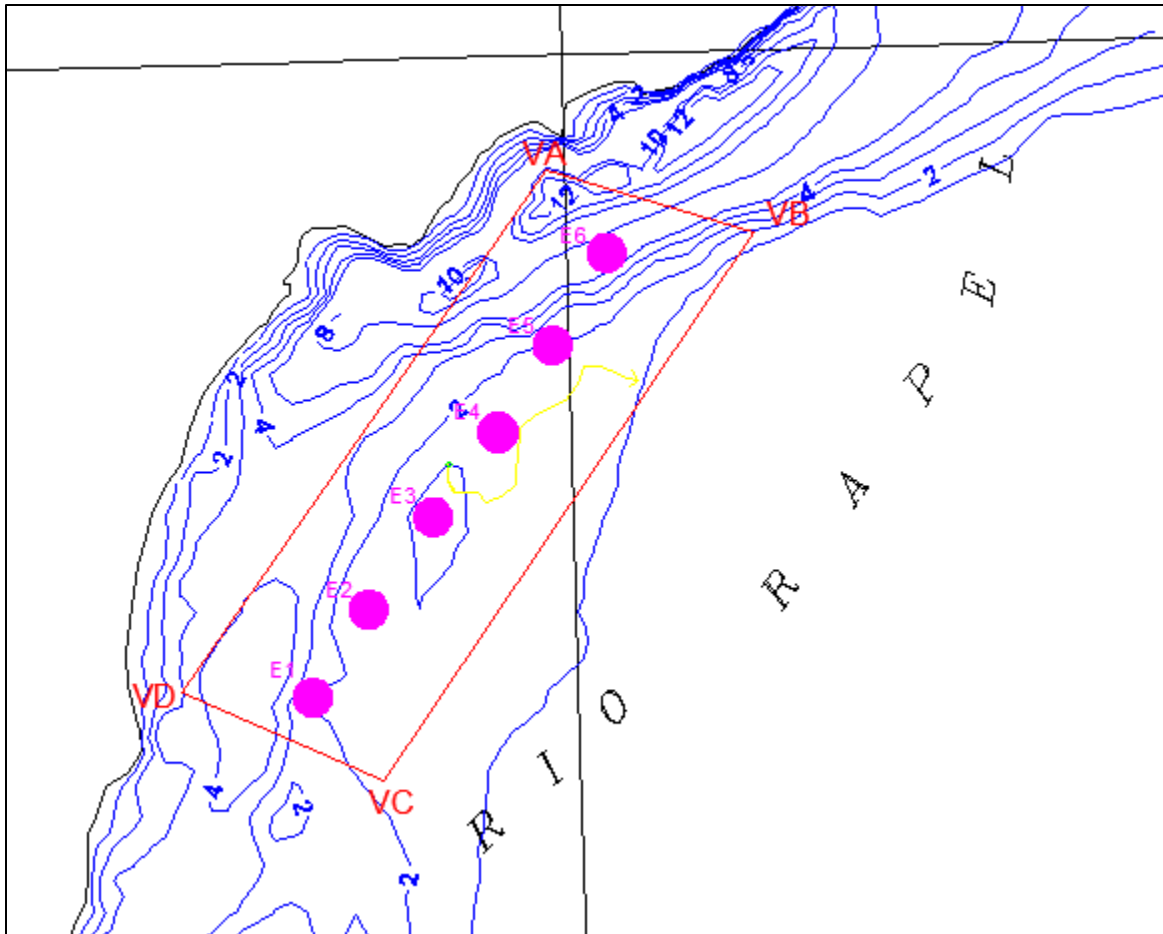
A continuación, se entrega la información obtenida del levantamiento realizado para cada sitio seleccionado en conjunto con la contraparte técnica, de acuerdo a lo establecido en la Res. Ex. N° 3612/09. En el Anexo F se adjuntan los formularios de CPS, planos e informes de laboratorio.

### 5.4.2.1 Boca de Rapel 1

El área de estudio se situó en la localidad de Rapel, comuna de Navidad, en la porción terminal del río Rapel que desemboca en el mar en dicho sector. La caracterización preliminar del sitio la Boca de Rapel 1 se llevó a cabo los días 29 y 30 noviembre y 5 de diciembre del 2019. Posteriormente, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de La Boca de Rapel 1:

#### PLANO BATIMETRICO



**Figura 21.** Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio La Boca de Rapel 1 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

El muestreo de sedimento se llevó a cabo el día 30 de noviembre de 2019 (Figura 22). Este sector comprende un área de 5,77 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales las 10 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 1,14% y 1,54% (Tabla 57). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 10 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



**Figura 22.** Fotografías del levantamiento en el sitio de La Boca de Rapel I.

**Tabla 57.** Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio La Boca  
Rapel 1.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	237.510,76	6.243.995,85	Blando	1,43	4,9
VB	237.645,86	6.243.955,21	Blando	1,14	1,0
VC	237.406,54	6.243.600,82	Blando	1,54	2,3
VD	237.274,68	6.243.657,25	Blando	1,51	1,7
E1	237.360	6.243.654	Blando	1,43	1,7
E2	237.396	6.243.711	Blando	1,46	1,6
E3	237.438	6.243.771	Blando	1,44	1,2
E4	237.480	6.243.826	Blando	1,53	1,3
E5	237.515	6.243.882	Blando	1,42	1,4
E6	237.550	6.243.942	Blando	1,47	2,5

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron iguales o superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron iguales o superiores a 50 mV (Tabla 58), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

**Tabla 58.** Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio La Boca de Rapel 1

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-64	7,3	18,9	214	150
VB	-18	7,3	18,6	214	196
VC	-72	7,2	18,2	214	142
VD	38	7,3	18,2	214	252
E1	12	7,2	18,1	214	226
E2	6	7,2	17,8	214	220
E3	36	7,3	18	214	250
E4	42	7,1	17,8	214	256
E5	66	7,2	17,8	214	280
E6	31	7,1	17,8	214	245

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color que vario entre gris y negro, dependiendo de la estación, ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena media.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena media y arena fina (Tabla 59). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre pobremente seleccionada y muy pobremente seleccionada, según la escala de Folk (1980; Tabla 60).



**Tabla 59.** Resultados de granulometría del sedimento sitio La Boca de Rapel 1

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Grava	-1	4 - 2	3,18	4,39	4,92	13,21	4,84	12,09	7,45	12,08	1,95	8,75
Arena muy gruesa	0	< 2 - 1	2,09	1,29	1,33	2,27	2,07	1,83	1,47	1,33	1,53	1,31
Arena gruesa	1	< 1 - 0,5	13,05	8,98	9,07	11,01	11,34	11,13	9,45	9,18	10,35	8,15
Arena media	2	< 0,5 - 0,25	45,76	46,38	46,80	41,79	46,33	43,17	41,02	40,19	44,79	38,55
Arena fina	3	< 0,25 - 0,125	24,27	25,87	26,97	21,55	22,54	20,99	24,69	25,69	25,48	30,20
Arena muy fina	4	< 0,125 - 0,062	4,98	5,78	5,46	4,40	4,79	4,59	3,72	6,16	5,73	7,99
Fango	5	< 0,062	6,67	7,31	5,45	5,77	8,09	6,20	12,20	5,37	10,16	5,05
	Peso Total de la muestra		100,013	100,032	100,008	100,018	100,009	100,006	100,031	100,000	100,008	100,034
	Diámetro medio de grano		1,887	2,110	2,090	1,718	1,889	1,748	1,919	1,795	2,140	1,908
	Grado de selección		1,265	1,194	1,073	1,468	1,411	1,487	1,670	1,409	1,197	1,315
	Curtosis		1,814	1,964	1,737	1,399	2,128	1,506	2,503	1,896	1,877	1,777
	Asimetría		0,155	0,354	0,250	-0,068	0,152	-0,033	0,119	-0,092	0,496	-0,098
	Color		Gris	Negro	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Negro	Gris
	Olor		Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
	Textura		Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media
	Origen		Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino

**Tabla 60. Escala de Folk**

Grado de Selección ( $\phi$ )		Asimetría ( $\phi$ )	
Muy bien seleccionado	<0,35	Asimetría muy negativa	-1,00 a -0,30
Bien seleccionado	0,35 - 0,50	Asimetría negativa	-0,30 a -0,10
Moderadamente bien seleccionado	0,51 - 0,70	Simétrica	-0,10 a +0,10
Moderadamente seleccionado	0,71 - 1,00	Asimetría positiva	+0,10 a +0,30
Pobremente seleccionado	1,01 - 2,00	Asimetría muy positiva	+0,30 a +1,00
Muy pobremente seleccionado	2,01 - 4,00		
Extremadamente pobre seleccionado	>4,00		

## MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sitio La Boca de Rapel 1, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 8.360 individuos/m<sup>2</sup>, pertenecientes a los Phylum Annelida y Mollusca. La mayor abundancia fue colectada en el vértice D, con 1.370 ind. /m<sup>2</sup> pertenecientes a tres familias (Tabla 61). La estación 2 presentó la mayor diversidad. La estación 4, fue la que presentó el valor más alto de dominancia y la estación 6 presentó el valor de uniformidad más alto. Cabe destacar la presencia del poliqueto *Capitella sp*, en 9 de las 10 estaciones monitoreadas (Tabla 61), el cual es considerado bioindicador de contaminación, y ha sido descrito en sectores con distinto grado de contaminación orgánica producto de descargas domésticas.

**Tabla 61. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio La Boca de Rapel 1**

Phylum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. /m <sup>2</sup> )									
			VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Annelida	Capitellidae	<i>Capitella</i> sp.	330	650	350	570	310	280	130	0	70	200
Annelida	Nereididae	-	210	290	240	620	550	510	610	420	470	260
Annelida	Spionidae	-	90	230	90	180	90	170	130	90	100	110
Mollusca	Tellinidae	-	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
		N° de taxa	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3
		N° de ejemplares	630	1170	680	1370	950	960	880	510	640	570
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	0,98	0,99	0,98	0,99	0,91	1,00	0,87	0,47	0,76	1,04
		Dominancia (Simpson) (D)	0,40	0,41	0,41	0,40	0,45	0,40	0,52	0,71	0,58	0,37
		Uniformidad (Pielou) (J)	0,89	0,90	0,89	0,90	0,82	0,91	0,63	0,67	0,69	0,95

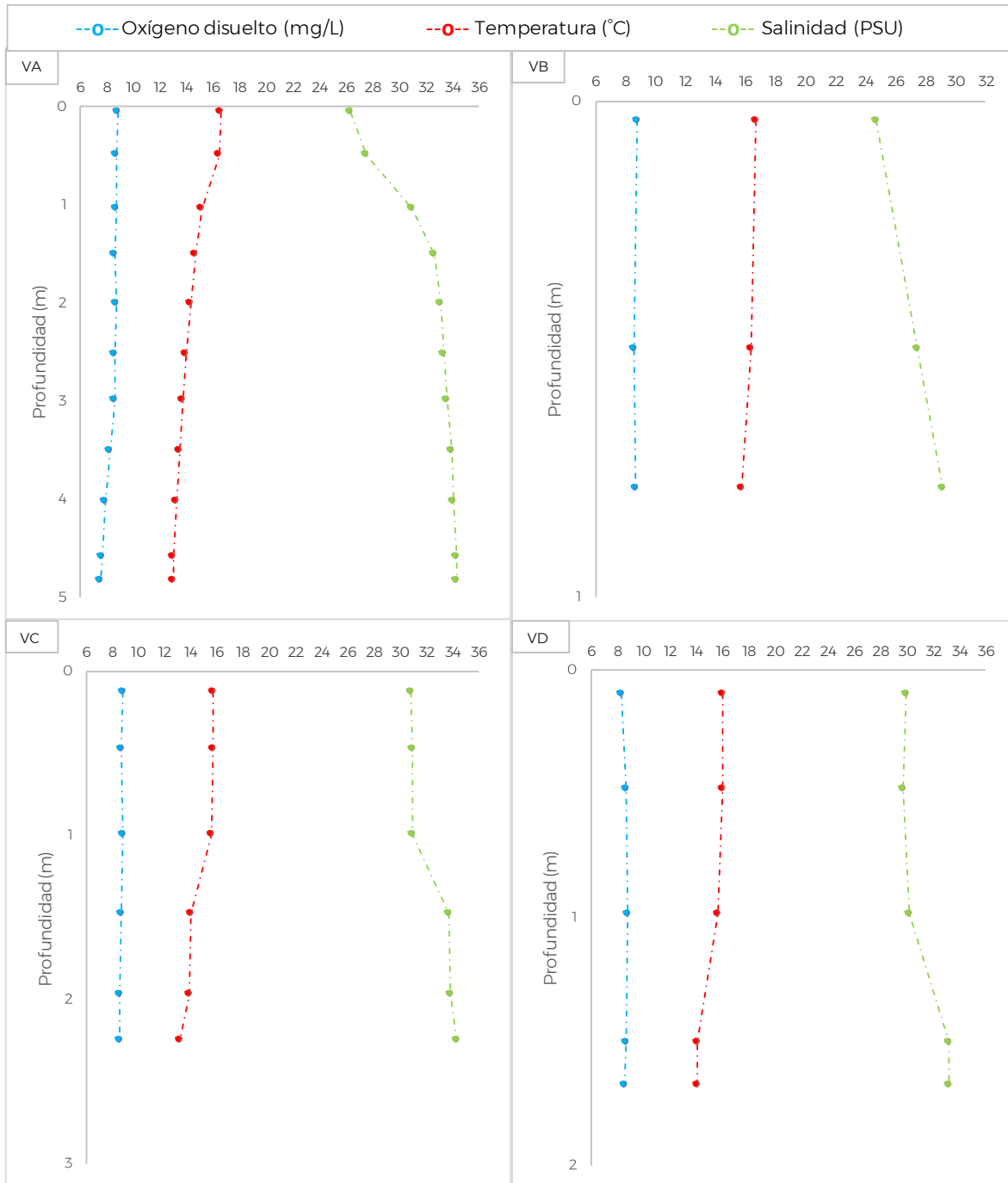
### COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTUO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó el día 29 de noviembre de 2020, en 10 estaciones (Tabla 62). La profundidad máxima fue de 5,0 m, registrada en el vértice A. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue cercana a 8 mg/L (Figura 23 y Figura 24), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un máximo en superficie ( $16,3 \pm 0,2$  °C) y disminuyendo a medida que aumentaba la profundidad, como se observa en los perfiles de las Figura 23 y Figura 24. Con respecto a la salinidad, ocurre lo contrario a la temperatura, aumentando a medida que se desciende en la columna de agua (Figura 23; Figura 24), con valores en superficie de  $28,3 \pm 1,6$  PSU. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

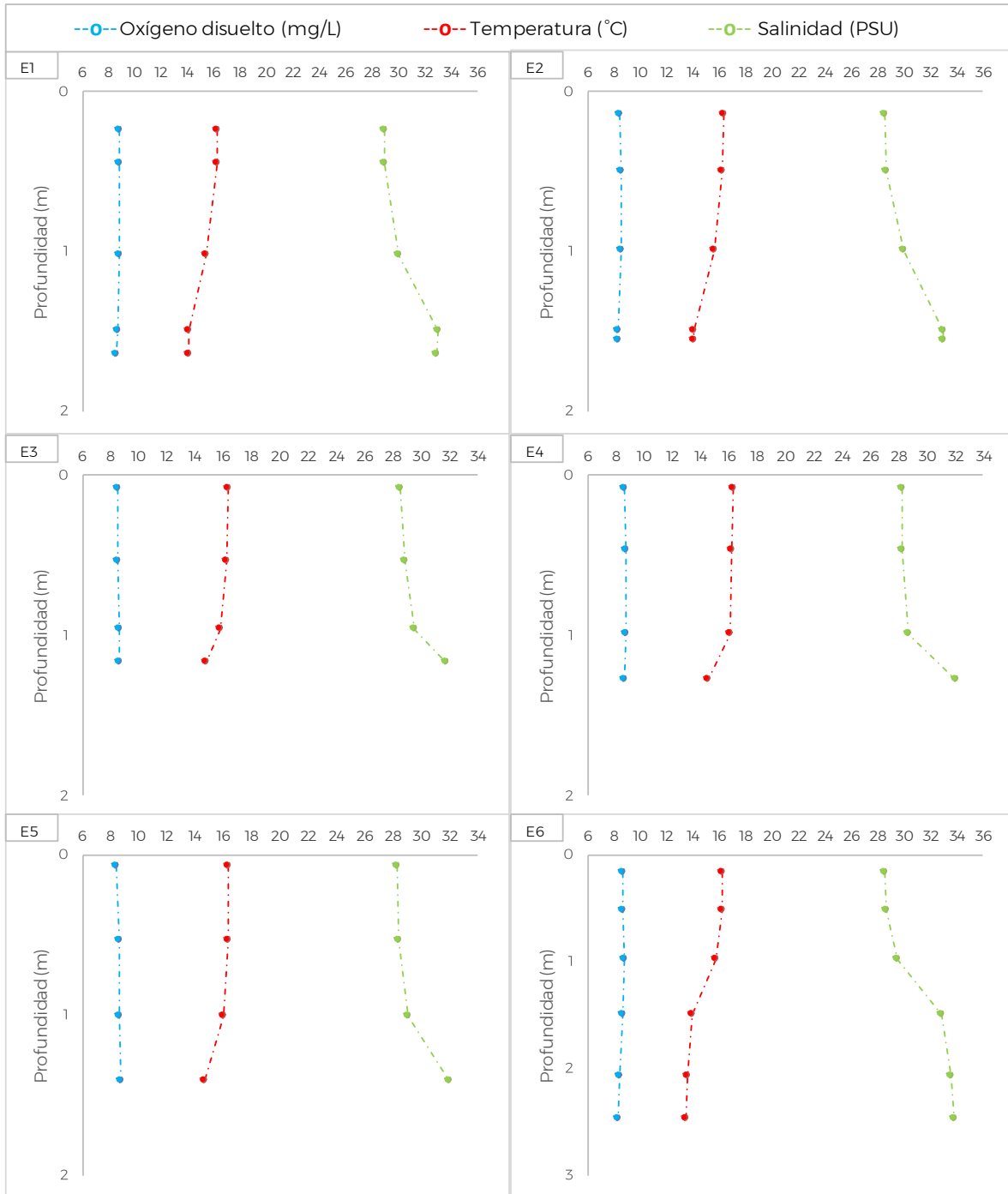


**Tabla 62.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio La Boca Rapel 1.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	237.510,76	6.243.995,85	5,0
VB	237.645,86	6.243.955,21	1,0
VC	237.406,54	6.243.600,82	2,3
VD	237.274,68	6.243.657,25	1,7
E1	237.360	6.243.654	1,7
E2	237.396	6.243.711	1,6
E3	237.438	6.243.771	1,2
E4	237.480	6.243.826	1,3
E5	237.515	6.243.882	1,4
E6	237.550	6.243.942	2,5



**Figura 23.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio La Boca Rapel 1.



**Figura 24.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio La Boca Rapel 1.

## 5.4.2.2 Boca de Rapel 2

El área de muestreo se situó en la localidad de Rapel, comuna de Navidad, en la porción terminal del río Rapel que desemboca en el mar en dicho sector. La caracterización preliminar del sitio la Boca de Rapel 2 se llevó a cabo los días 28 y 30 noviembre y 4 de diciembre del 2019. En estos días, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de La Boca de Rapel 2:

### PLANO BATIMETRICO

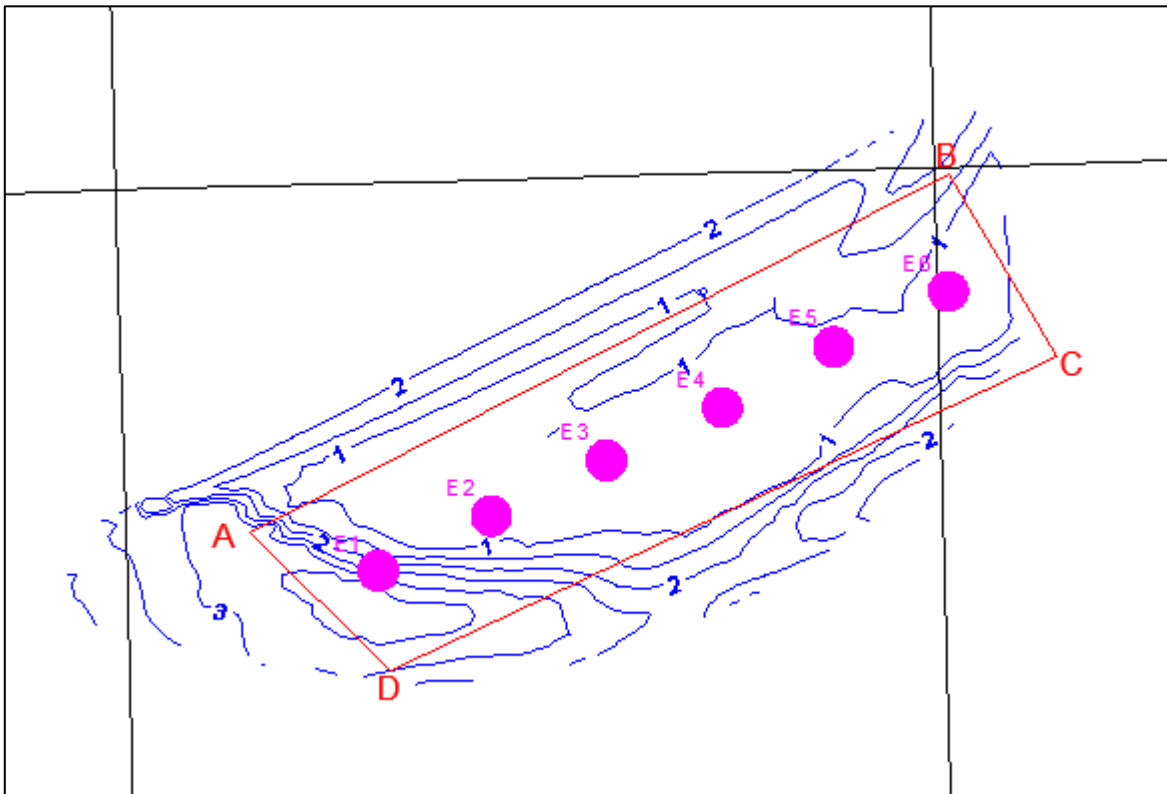


Figura 25. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio La Boca de Rapel 2 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

El muestreo de sedimento se llevó a cabo el día 30 de noviembre de 2019 (Figura 26). Este sector comprende un área de 5,93 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales solo 2 correspondieron a sustrato blando, mientras que las otras a sustrato duro o semiduro. Las estaciones que presentaron sustrato blando fueron la estación A y estación 1, con valores de MOT de 1,7% y 9,6%, respectivamente (Tabla 63). Según lo establecido en la Res. Ex. N°3612/2009, el límite de aceptabilidad de MOT es  $\leq 9\%$ , por lo que el valor registrado en la estación 1, estaría por sobre este límite. Esta resolución también establece que “En el caso de la CPS, la condición anaeróbica se constatará si se incumplen los límites de aceptabilidad de cualquiera de las variables en a lo menos 30% de las estaciones determinadas para el sector solicitado”. Teniendo esto en cuenta, el sitio La Boca de Rapel 2, se encontraría en condición anaeróbica, ya que del 100% de las estaciones con sustrato blando, que son 2, una de ellas supero el límite.



**Figura 26.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Boca de Rapel 2.

**Tabla 63.** Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio La Boca Rapel 2.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	237.639,33	6.242.622,23	Blando	1,7	1,5
VB	238.078,61	6.242.847,61	Duro o semiduro	-	2,0
VC	238.145,94	6.242.733,47	Duro o semiduro	-	2,0
VD	237.727,03	6.242.536,12	Duro o semiduro	-	2,5
E1	237.720	6.242.598	Blando	9,6	2,5
E2	237.791	6.242.633	Duro o semiduro	-	2,5
E3	237.863	6.242.668	Duro o semiduro	-	1,9
E4	237.936	6.242.701	Duro o semiduro	-	2,0
E5	238.006	6.242.739	Duro o semiduro	-	2,0
E6	238.078	6.242.774	Duro o semiduro	-	1,5

En las 2 estaciones que presentaron sustrato blando, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron superiores a 50 mV (Tabla 64), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

**Tabla 64.** Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio La Boca de Rapel 2

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	54	7,6	16,1	214	268
E1	-8	7,6	16,5	214	206

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris, ausencia de olor y textura correspondiente a grava.

Las características granulométricas fueron similares en las dos estaciones, predominando la presencia de grava (Tabla 65). El grado de selección en las estaciones monitoreadas fue muy pobremente seleccionada, según la escala de Folk (1980).

**Tabla 65.** Resultados de granulometría del sedimento sitio La Boca de Rapel 2.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	EI
Grava	-1	4 - 2	42,63	43,04
Arena muy gruesa	0	2 - 1	2,39	2,81
Arena gruesa	1	1 - 0,5	8,56	8,55
Arena media	2	0,5 - 0,25	18,18	14,93
Arena fina	3	0,25 - 0,125	9,61	7,42
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	3,94	5,05
Fango	5	< 0,062	14,69	18,20
Peso total de la muestra			100,007	100,027
Diámetro medio de grano			1,101	1,302
Grado de selección			2,502	2,706
Curtosis			0,858	0,837
Asimetría			0,317	0,386
Color			Gris	Gris
Olor			Sin olor	Sin olor
Textura			Grava	Grava
Origen			Sedimento estuarino	Sedimento estuarino

## MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector La Boca de Rapel 2, fueron encontrados tres taxa con un total de 1.000 individuos/m<sup>2</sup>, pertenecientes a los Phylum Annelida.. La mayor abundancia fue colectada en el vértice A, con 700 ind./m<sup>2</sup> pertenecientes a tres familias (Tabla 66). De igual forma, este vértice presentó la mayor diversidad y uniformidad, mientras que las dos estaciones presentaron los mismos valores de dominancia. Cabe destacar la presencia del poliqueto *Capitella sp*, en las dos estaciones que presentaron sustrato blando (Tabla 66), el cual es considerado bioindicador de contaminación, y ha sido descrito en sectores con distinto grado de contaminación orgánica producto de descargas domésticas.

**Tabla 66.** Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio La Boca de Rapel 2

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m <sup>2</sup> )	
			VA	E1
Annelida	Capitellidae	<i>Capitella sp.</i>	470	200
Annelida	Nereididae	-	200	90
Annelida	Spionidae	-	30	10
		N° de taxa	3	3
		N° de ejemplares	700	300
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	0,760	0,745
		Dominancia (Simpson) (D)	0,534	0,534
		Uniformidad (Pielou) (J')	0,692	0,678

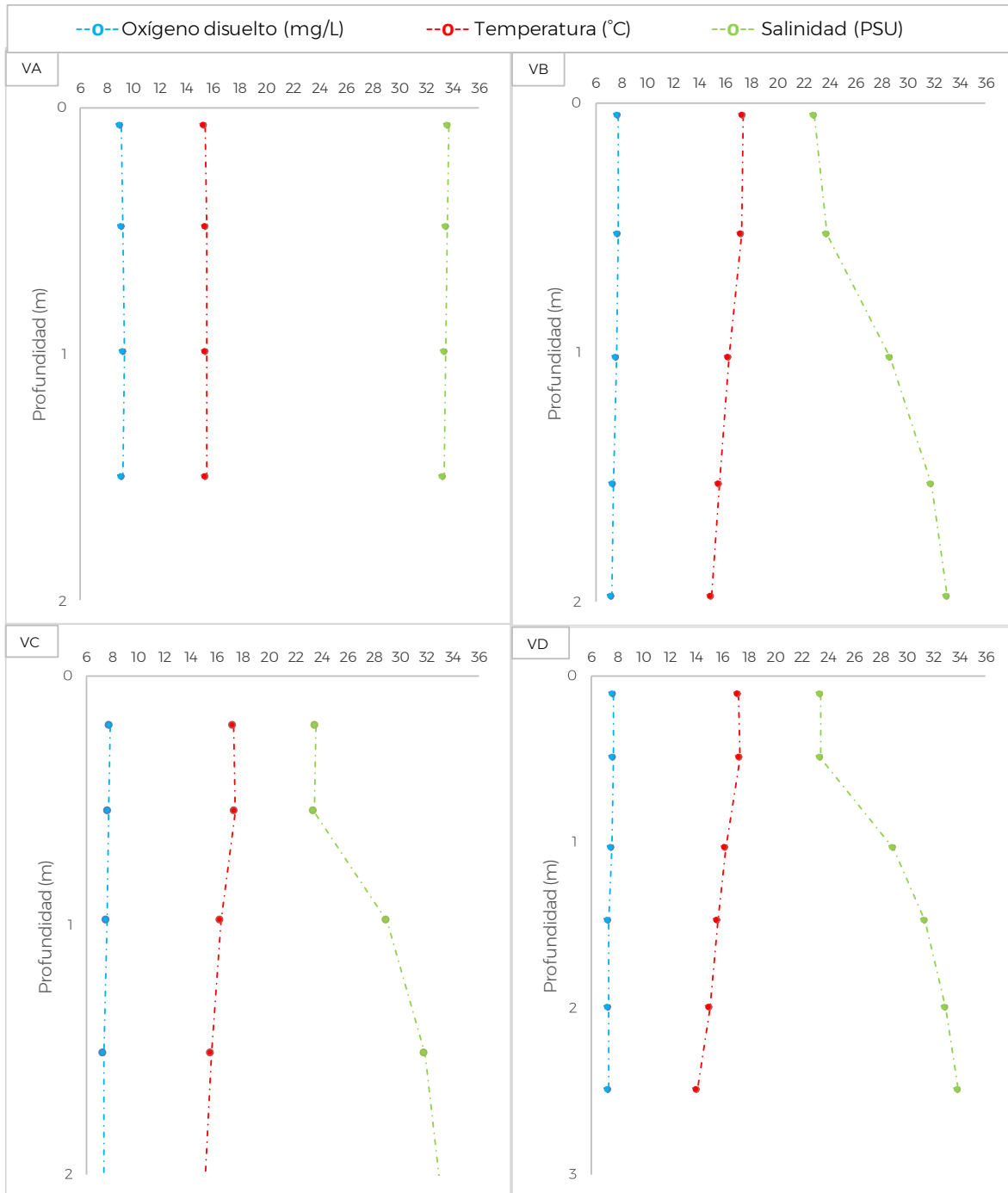


## COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

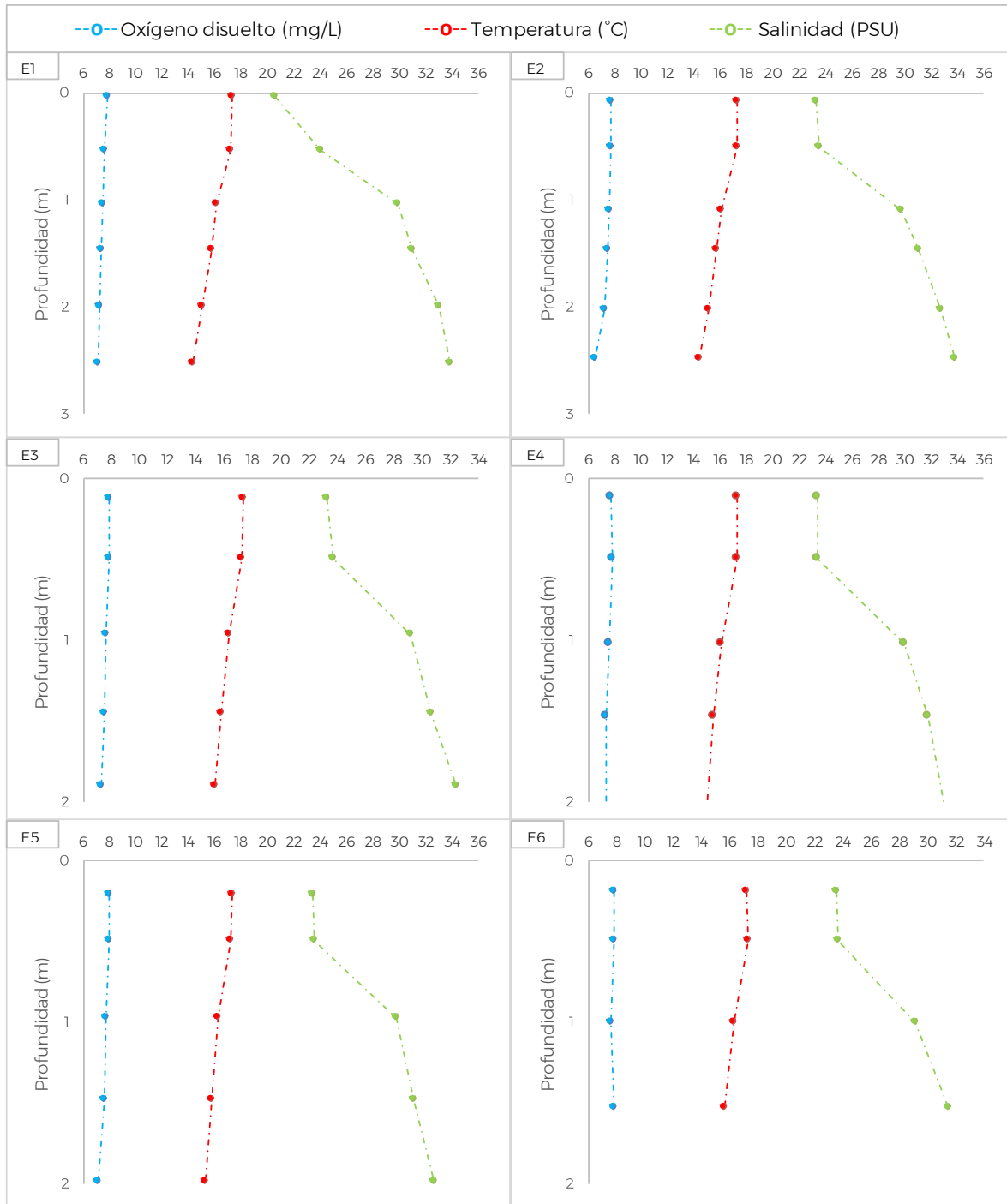
El muestreo de la columna de agua se realizó el día 28 de noviembre de 2019, en 10 estaciones (Tabla 67). La profundidad máxima fue de 2,5 m. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 6,5 mg/L (Figura 27 y Figura 28), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un máximo en superficie ( $17,1 \pm 0,6$  °C) y disminuyendo a medida que aumentaba la profundidad, como se observa en los perfiles de las Figura 27 y Figura 28. Solo en la estación ubicada en el vértice A, se observa que tanto el oxígeno disuelto, como la temperatura presentan poca variabilidad, manteniendo sus valores casi constantes. Con respecto a la salinidad, ocurre lo contrario a la temperatura, aumentando a medida que se desciende en la columna de agua (Figura 27 y Figura 28), con valores en superficie de  $24,1 \pm 3,5$  PSU., a excepción de la estación A, donde la salinidad se mantiene constante. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

**Tabla 67.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio La Boca Rapel 2.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	237.639,33	6.242.622,23	1,5
VB	238.078,61	6.242.847,61	2,0
VC	238.145,94	6.242.733,47	2,0
VD	237.727,03	6.242.536,12	2,5
E1	237.720	6.242.598	2,5
E2	237.791	6.242.633	2,5
E3	237.863	6.242.668	1,9
E4	237.936	6.242.701	2,0
E5	238.006	6.242.739	2,0
E6	238.078	6.242.774	1,5



**Figura 27.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio La Boca Rapel 2.



**Figura 28.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio La Boca Rapel 2.



## REGISTRO VISUAL

El registro visual fue realizado el día 4 de diciembre del 2019, en dos transectas ubicadas en los vértices más distantes del área solicitada, las cuales se cruzaron entre sí, pasando por el punto medio de la misma (Tabla 68). Durante esta inspección se observó un fondo duro con una capa de sedimento sobre él, agua muy turbia y muy poca transparencia. Solo se observó la presencia de 1 individuo de la familia Cancridea en la transecta 1.

No se registró la presencia de cubierta de microorganismos a lo largo de las transectas, ni burbujas de gas emanando del sustrato. En el anexo F, se incluyen las filmaciones de ambas transectas.

**Tabla 68.** Coordenadas y profundidad de las transectas del registro visual en el sitio La Boca de Rapel 2.

Vértice	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
Inmersión T1	237.728	6.242.538	0,7
Ascenso T1	238.043	6.242.844	0,1
Inmersión T2	237.643	6.242.616	0,3
Ascenso T2	238.110	6.242.734	0,1

### 5.4.2.3 Boca de Rapel 4

El área de trabajo se situó en la localidad de Rapel, comuna de Navidad, en la porción terminal del río Rapel que desemboca en el mar en dicho sector. La caracterización preliminar del sitio la Boca de Rapel 4 se llevó a cabo los días 29 noviembre y 4 de diciembre del 2019. En estos días, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de La Boca de Rapel 4:

#### PLANO BATIMETRICO

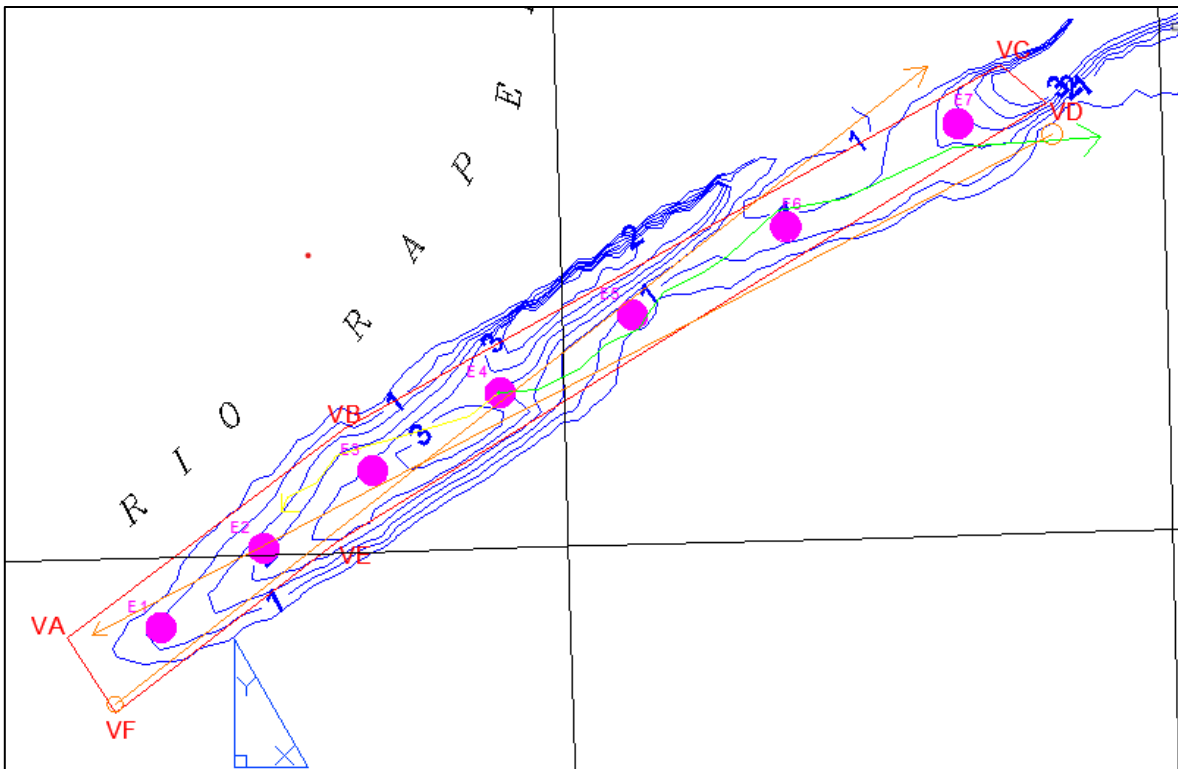


Figura 29. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio La Boca de Rapel 4 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

El muestreo de sedimento se llevó a cabo el día 29 de noviembre de 2019 (Figura 30). Este sector comprende un área de 6,31 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 13 estaciones, de las cuales las 13 correspondieron a sustrato duro (Tabla 69).



**Figura 30.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Boca de Rapel 4.

**Tabla 69.** Estaciones de muestreo de sedimento sitio La Boca Rapel 4.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Profundidad (m)
	Este	Norte		
VA	239.149,95	6.244.049,55	Duro	1,5
VB	239.384,37	6.244.226,45	Duro	2,0
VC	239.943,20	6.244.535,97	Duro	2,0
VD	239.982,99	6.244.503,33	Duro	1,6
VE	239.378,36	6.244.129,94	Duro	1,5
VF	239.191,61	6.243.984,97	Duro	2,3
E1	239.230	6.244.058	Duro	2,3
E2	239.317	6.244.125	Duro	1,5
E3	239.410	6.244.191	Duro	1,5
E4	239.518	6.244.257	Duro	4,6
E5	239.631	6.244.323	Duro	2,9
E6	239.761	6.244.399	Duro	1,5
E7	239.907	6.244.486	Duro	2,6

#### COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

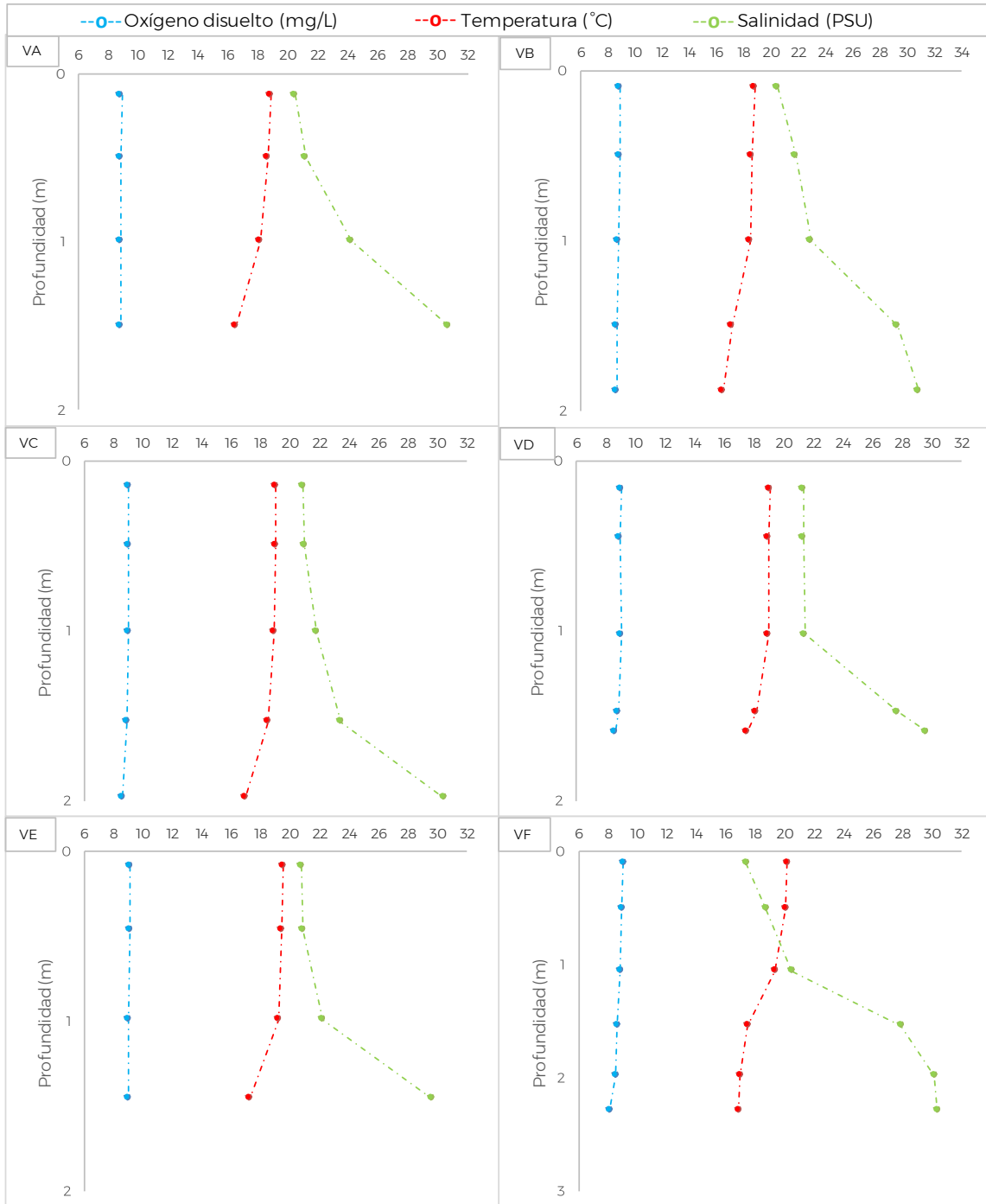
El muestreo de la columna de agua se realizó el día 29 de noviembre de 2020, en 13 estaciones (Tabla 70). La profundidad máxima fue de 4,6 m, registrada en la estación 4. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 7 mg/L (Figura 31 y Figura 32), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un máximo en superficie ( $19,4 \pm 0,5$  °C) y disminuyendo a medida que aumentaba la profundidad, como se observa en los perfiles

de las Figura 31 y Figura 32. Con respecto a la salinidad, ocurre lo contrario a la temperatura, aumentando a medida que se desciende en la columna de agua (Figura 31 y Figura 32), con valores en superficie de  $19,3 \pm 2,3$  PSU. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

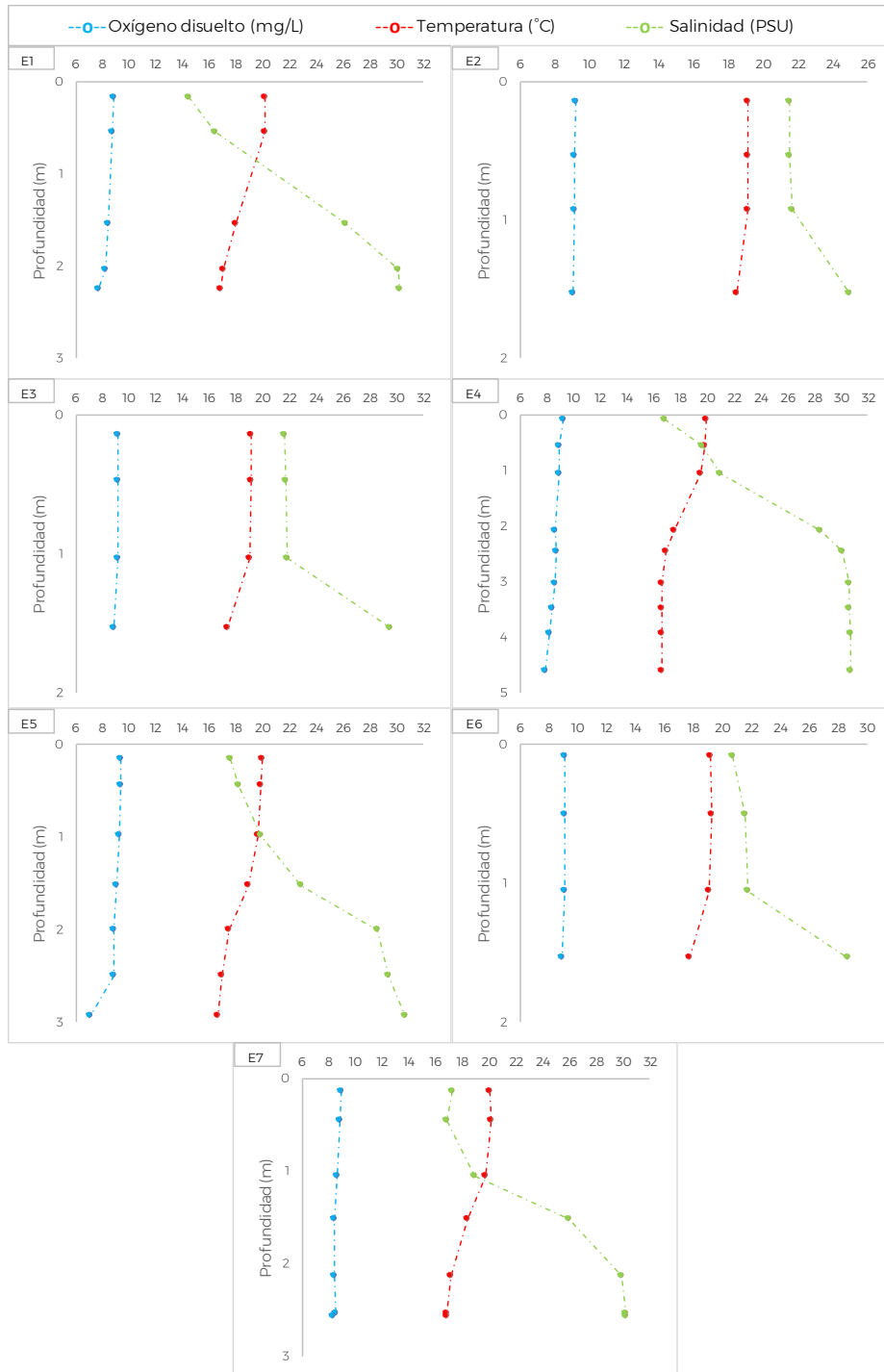
**Tabla 70.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio La Boca Rapel 4.

Estación	Coordenada UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	239.149,95	6.244.049,55	1,5
VB	239.384,37	6.244.226,45	2,0
VC	239.943,20	6.244.535,97	2,0
VD	239.982,99	6.244.503,33	1,6
VE	239.378,36	6.244.129,94	1,5
VF	239.191,61	6.243.984,97	2,3
E1	239.230	6.244.058	2,3
E2	239.317	6.244.125	1,5
E3	239.410	6.244.191	1,5
E4	239.518	6.244.257	4,6
E5	239.631	6.244.323	2,9
E6	239.761	6.244.399	1,5
E7	239.907	6.244.486	2,6





**Figura 31.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C, D, E y F, del sitio La Boca Rapel 4.



**Figura 32.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, del sitio La Boca Rapel 4.



## REGISTRO VISUAL

El registro visual fue realizado el día 4 de diciembre del 2019, en dos transectas ubicadas en los vértices más distantes del área solicitada, las cuales se cruzaron entre sí, pasando por el punto medio de la misma (Tabla 71). Durante esta inspección se observó un fondo duro con una capa de sedimento sobre él en sectores, agua muy turbia y muy poca transparencia.

No se registró la presencia de cubierta de microorganismos a lo largo de las transectas, ni burbujas de gas emanando del sustrato. En el anexo F, se incluyen las filmaciones de ambas transectas.

**Tabla 71.** Coordenadas y profundidad de las transectas del registro visual en el sitio La Boca de Rapel 4.

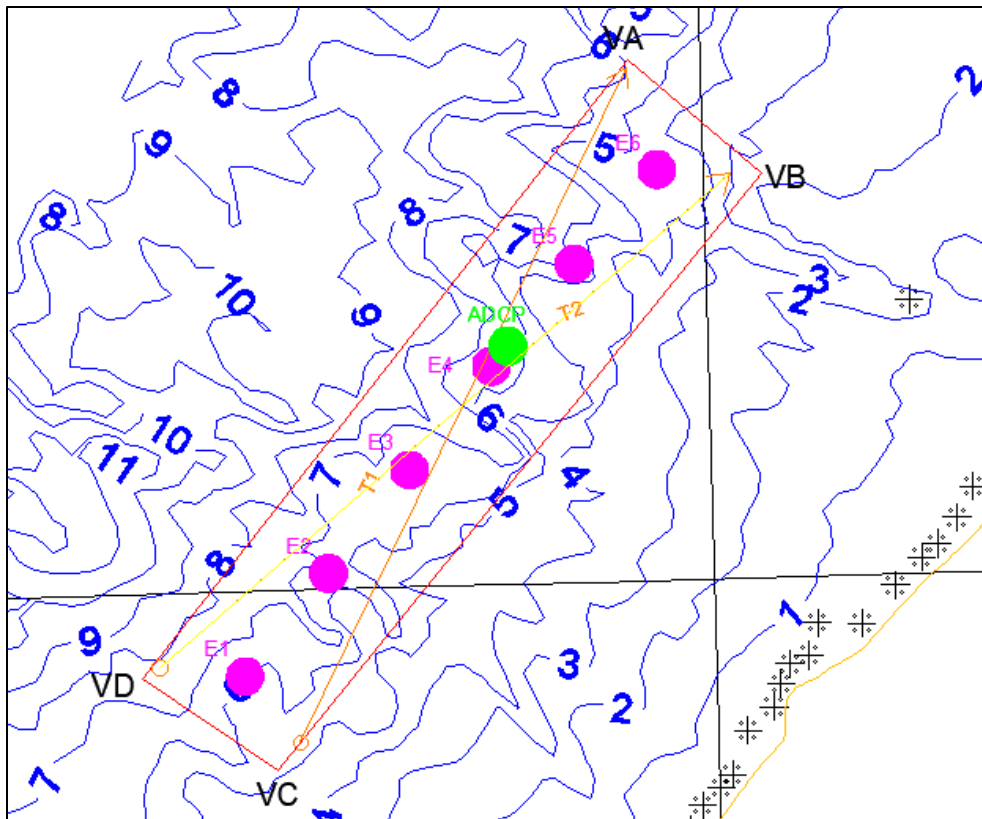
Vértice	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
Inmersión T1	239.191	6.243.993	0,1
Ascenso T1	239.881	6.244.534	2,1
Inmersión T2	239.987	6.244.477	0,8
Ascenso T2	239.172	5.244.052	0,1

### 5.4.2.4 Boca Sector C

El área de trabajo se situó en la localidad de la boca, comuna de Navidad, en la porción marina litoral luego de la desembocadura del río Rapel al mar. La caracterización preliminar del sitio la Boca Sector C, se llevó a cabo los días 19, 20 y 21 de enero de 2020. En estos días, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de La Boca Sector C:

#### PLANO BATIMETRICO



**Figura 33.** Extracto del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio La Boca Sector C (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

El muestreo de sedimento se llevó a cabo el día 20 de enero de 2020 (Figura 34). Este sector comprende un área de 5,85 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales las 10 correspondieron a sustrato duro (Tabla 72).



**Figura 34.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Boca Sector C.

**Tabla 72.** Estaciones de muestreo de sedimento sitio La Boca Sector C.

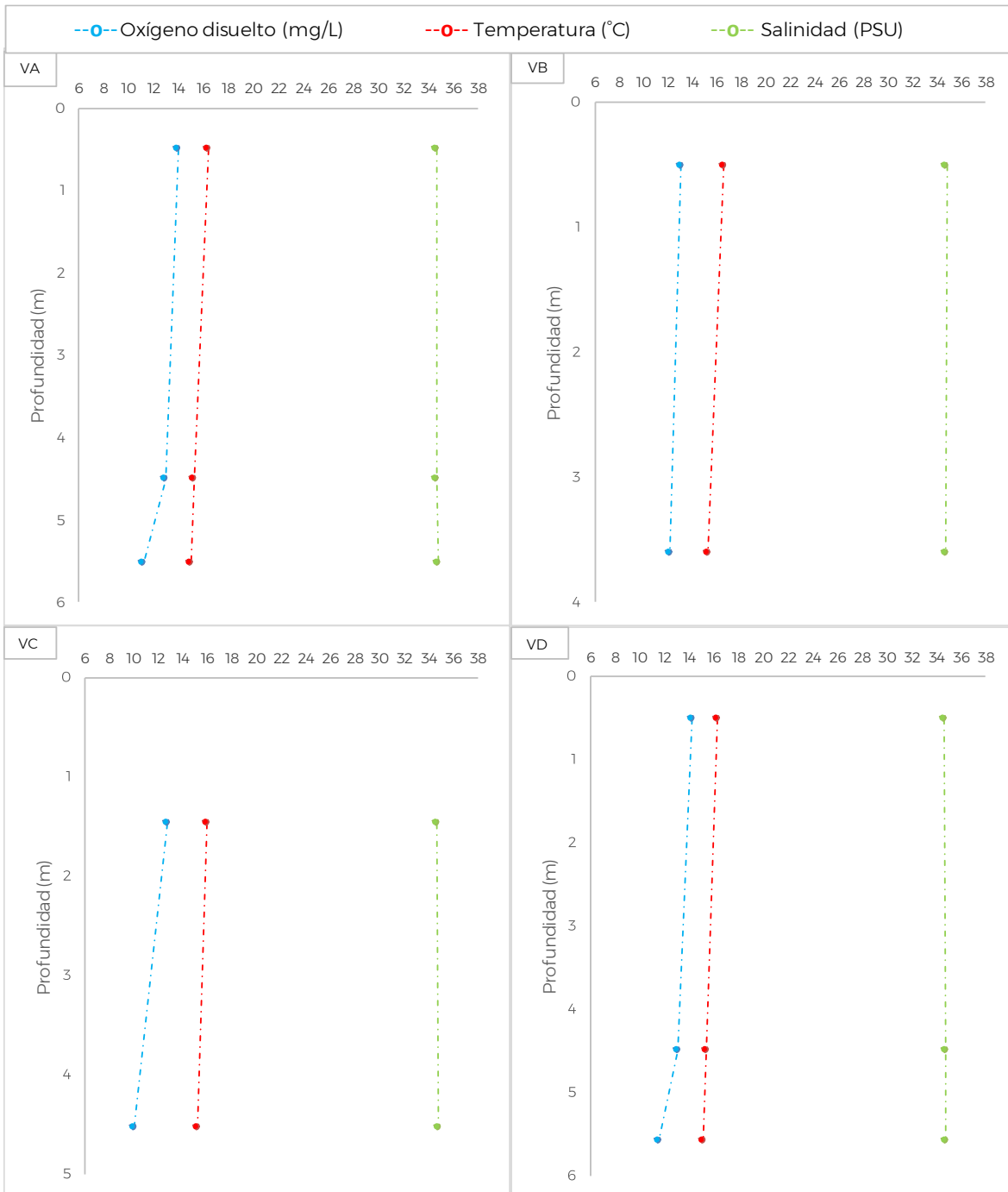
Estación	Coordenadas UTM		Tipo de sustrato	Profundidad (m)
	Este	Norte		
VA	237.446,32	6.245.032,82	Duro	5,5
VB	237.535,58	6.244.957,32	Duro	3,6
VC	237.212,8	6.244.558,41	Duro	4,5
VD	237.122,07	6.244.619,11	Duro	5,5
E1	237.191	6.244.621	Duro	5,5
E2	237.246	6.244.690	Duro	5,5
E3	237.301	6.244.759	Duro	3,5
E4	237.355	6.244.828	Duro	3,5
E5	237.410	6.244.897	Duro	2,6
E6	237.466	6.244.960	Duro	4,5

## COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó el día 19 de enero de 2020, en 10 estaciones (Tabla 73). La profundidad máxima fue de 5,5 m, registrada en las estaciones A, D, E1 y E2. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 10 mg/L (Figura 35 y Figura 36), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de  $16,2 \pm 0,2$  °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de  $34,6 \pm 0,1$  PSU en el sitio monitoreado. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi constantes a lo largo de la columna de agua, como se observa en la Figura 35 y Figura 36. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

**Tabla 73.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio La Boca Sector C.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	237.446,32	6.245.032,82	5,5
VB	237.535,58	6.244.957,32	3,6
VC	237.212,8	6.244.558,41	4,5
VD	237.122,07	6.244.619,11	5,5
E1	237.191	6.244.621	5,5
E2	237.246	6.244.690	5,5
E3	237.301	6.244.759	3,5
E4	237.355	6.244.828	3,5
E5	237.410	6.244.897	2,6
E6	237.466	6.244.960	4,5



**Figura 35.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio La Boca Sector C.



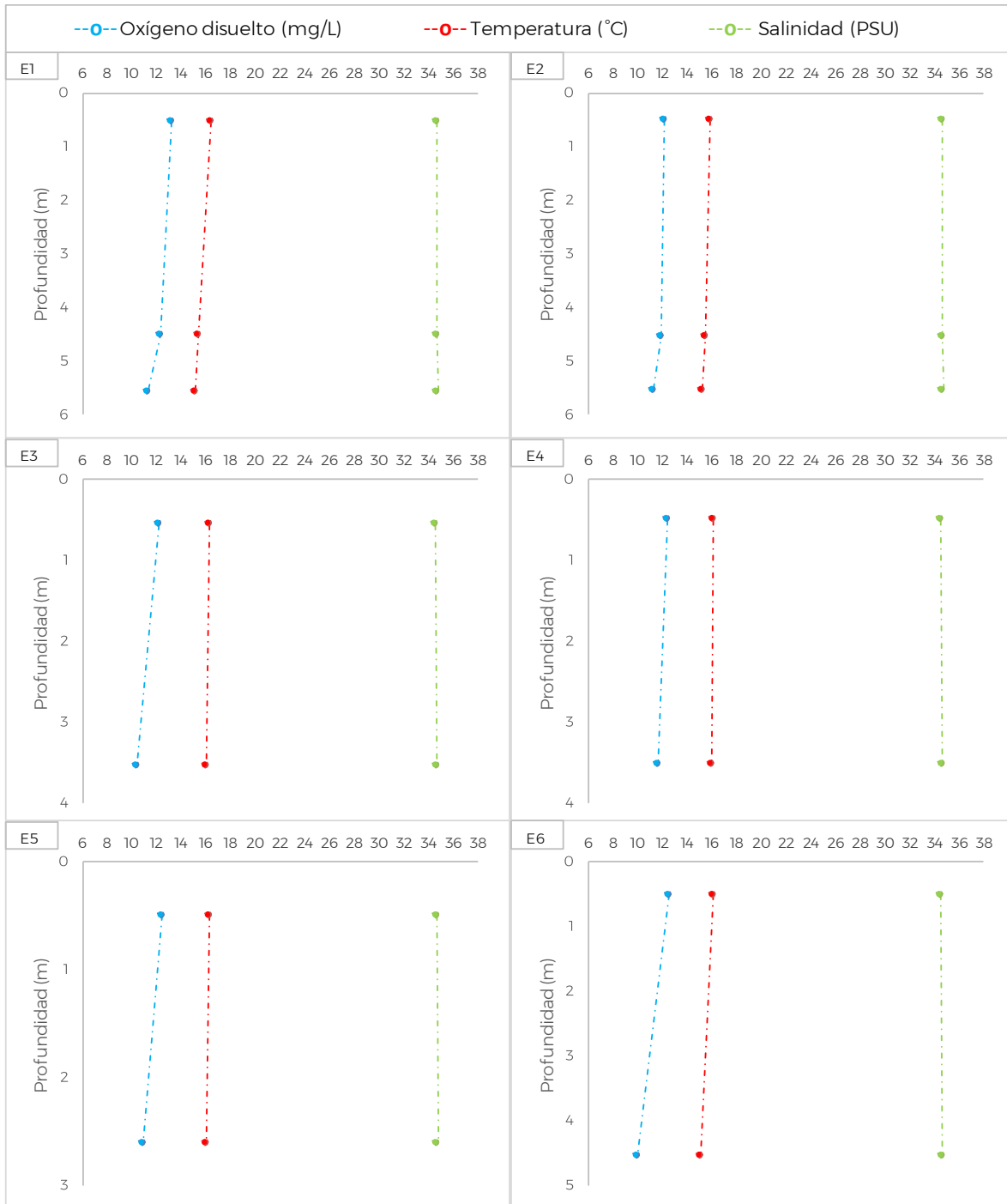


Figura 36. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio La Boca Sector C.

## REGISTRO VISUAL

El registro visual fue realizado el día 20 de enero del 2020, en dos transectas ubicadas en los vértices más distantes del área solicitada, las cuales se cruzaron entre sí, pasando por el punto medio de la misma (Tabla 74). Durante esta inspección se observó un fondo duro con sectores con sedimento sobre él. En ambas transectas se observó presencia de algas en sustrato.

En la transecta 1, se observó la presencia del Phylum Echinodermata y Phylum Porifera, los cuales fueron representados por más de 100 individuos de la Familia Stichasteridae (*Stichaster striatus*) y por 2 ejemplares de la Clase Demospongiae, respectivamente.

En la transecta 2, se registró la presencia de más de 200 individuos de la Familia Stichasteridae (*Stichaster striatus*), 1 individuo de la Familia Asteroiidae (*Meyenaster gelatinosus*) y 1 individuo de la Familia Temnopleuridae (*Pseudechinus* sp.), todos pertenecientes al Phylum Echinodermata,

No se registró la presencia de cubierta de microorganismos a lo largo de las transectas, ni burbujas de gas emanando del sustrato. En el anexo F, se incluyen las filmaciones de ambas transectas.

**Tabla 74.** Coordenadas y profundidad de las transectas del registro visual en el sitio La Boca Sector C.

Vértice	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
Inmersión T1	237.446,32	6.245.032,82	6
Ascenso T1	237.535,58	6.244.957,32	4
Inmersión T2	237.212,8	6.244.558,41	8
Ascenso T2	237.122,07	6.244.619,11	4

### 5.4.2.5 Matanzas 1

El área de trabajo se situó entre la localidad de Matanzas y boca Pupuya, comuna de Navidad, entre un islote y la línea de playa de dicho sector. La caracterización preliminar del sitio Matanzas 1, se llevó a cabo los días 19 y 20 de enero de 2020. En estos días, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Matanzas 1:

#### PLANO BATIMETRICO

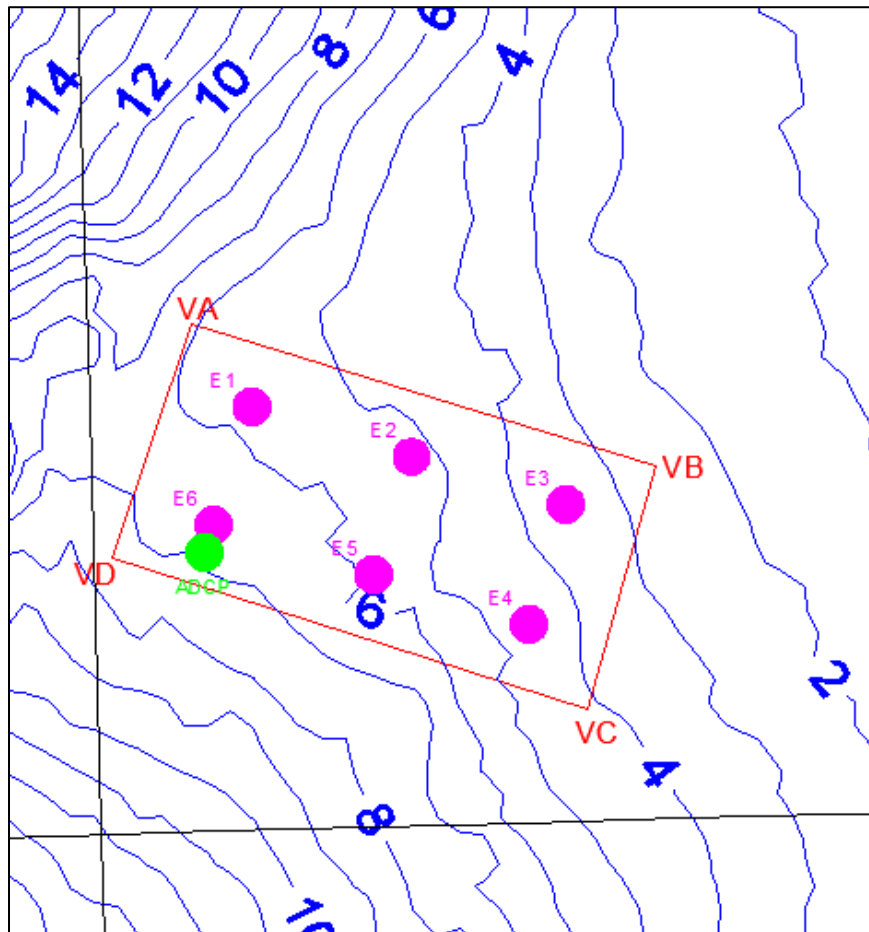
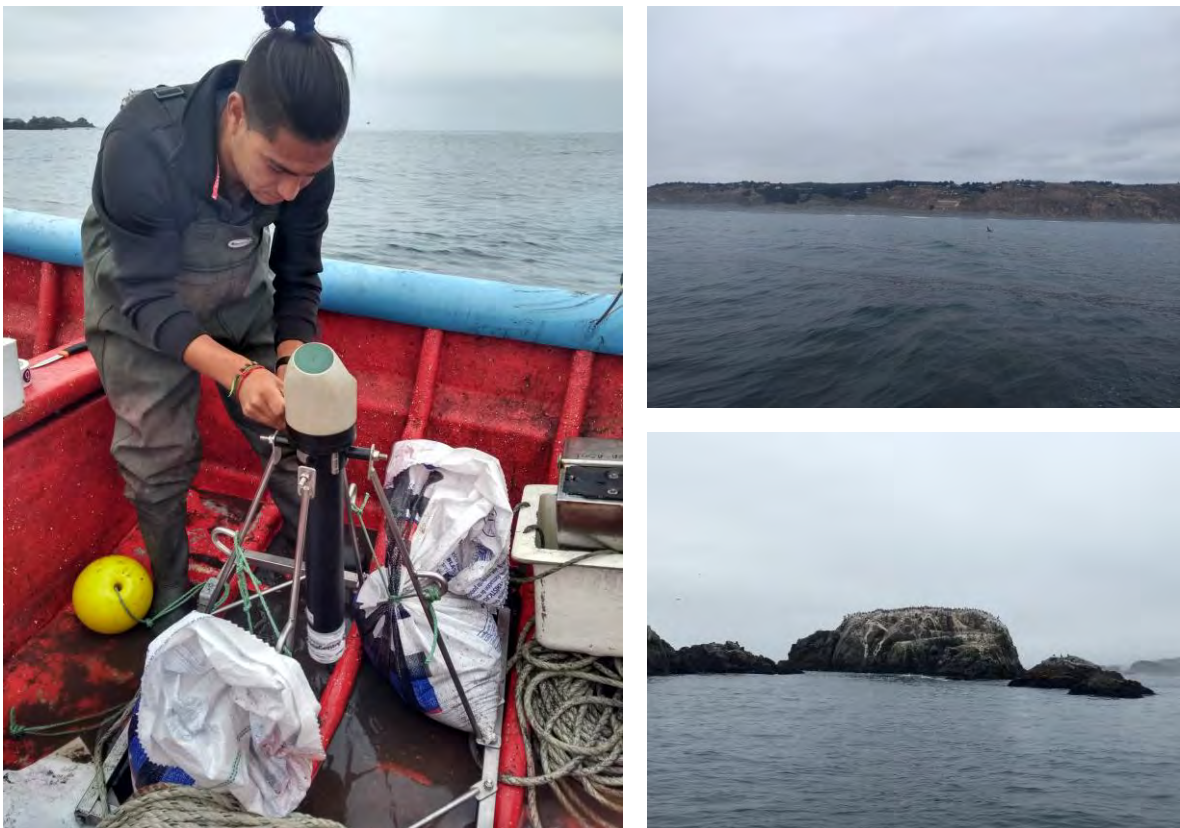


Figura 37. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Matanzas 1 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

El muestreo de sedimento se llevó a cabo el día 19 de enero de 2020 (Figura 38). Este sector comprende un área de 5,69 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales todas correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 1,02% y 1,36% (Tabla 75). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 10 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



**Figura 38.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Matanzas 1.

**Tabla 75.** Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Matanzas 1.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	232.900,37	6.237.194,6	Blando	1,16	5,1
VB	233.217,84	6.237.097,37	Blando	1,12	3,0
VC	233.171,07	6.236.932,53	Blando	1,36	3,0
VD	232.847,09	6.237.035,47	Blando	1,20	8,0
E1	232.942	6.237.138	Blando	1,03	5,0
E2	233.051	6.237.104	Blando	1,02	5,0
E3	233.156	6.237.072	Blando	1,29	3,0
E4	233.131	6.236.990	Blando	1,09	4,0
E5	233.025	6.237.024	Blando	1,02	6,0
E6	232.916	6.237.058	Blando	1,16	6,0

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron superiores a 50 mV (Tabla 58), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

**Tabla 76.** Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Matanzas 1

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	176	7,7	14,4	217	393
VB	138	7,6	14,8	217	355
VC	138	7,5	14,6	217	355
VD	187	7,6	14,4	217	404
E1	191	7,7	14,4	217	408
E2	156	7,7	14,7	217	373
E3	162	7,7	14,9	217	379
E4	181	7,7	14,7	217	398
E5	158	7,6	14,5	217	375
E6	156	7,6	14,4	217	373

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris y, ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena fina.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena fina (Tabla 77). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre bien seleccionada y moderadamente bien seleccionada, según la escala de Folk (1980).



**Tabla 77. Resultados de granulometría del sedimento sitio Matanzas 1.**

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Grava	-1	4 - 2	0,03	0,00	0,00	0,02	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Arena muy gruesa	0	< 2 - 1	0,12	0,00	0,01	0,09	0,22	0,02	0,05	0,01	0,01	0,13
Arena gruesa	1	< 1 - 0,5	0,44	0,06	0,09	0,49	0,44	0,20	0,17	0,11	0,18	0,59
Arena media	2	< 0,5 - 0,25	21,99	5,30	8,54	22,57	22,03	22,42	10,52	9,41	20,83	23,46
Arena fina	3	< 0,25 - 0,125	74,17	84,22	85,03	73,98	74,01	69,78	80,44	84,06	72,45	72,68
Arena muy fina	4	< 0,125 - 0,062	1,55	6,98	5,51	1,68	1,81	4,38	5,73	5,15	4,83	1,46
Fango	5	< 0,062	1,71	3,44	0,82	1,18	1,23	3,21	3,10	1,27	1,69	1,67
		Peso total de la muestra	100,01	100,02	100,02	100,01	100,03	100,03	100,04	100,02	100,01	100,01
		Diámetro medio de grano	2,48	2,75	2,73	2,47	2,47	2,49	2,73	2,73	2,50	2,46
		Grado de selección	0,48	0,40	0,38	0,48	0,48	0,60	0,43	0,39	0,57	0,48
		Curtosis	1,61	2,50	2,40	1,60	1,61	2,37	2,62	2,44	2,29	1,59
		Asimetría	-0,54	0,09	-0,02	-0,54	-0,54	-0,26	0,02	-0,02	-0,30	-0,54
		Color	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris
		Olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
		Textura	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina
		Origen	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino	Sedimento marino

## MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector Matanzas 1, fueron encontrados 14 taxa con un total de 3.050 individuos/m<sup>2</sup>, pertenecientes a los Phylum Arthropoda, Annelida y Mollusca. La mayor abundancia fue colectada en la estación 2, con 1.910 ind./m<sup>2</sup> pertenecientes a 11 familias (Tabla 78). El vértice D presentó la mayor diversidad y uniformidad. El vértice C y La estación 3, fue la que presentó el valor más alto de dominancia.

**Tabla 78.** Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Matanzas 1

Phyllum	Familia	Abundancia (N° ind. / m <sup>2</sup> )									
		VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Arthropoda	Oedicerotidae	40	30	10	10	0	1860	180	0	110	10
Arthropoda	Paguridae	40	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Pinnotheridae	20	0	0	40	50	20	0	0	0	140
Arthropoda	Idoteidae	10	0	0	20	0	20	0	0	170	20
Arthropoda	Sphaeromatidae	0	20	0	10	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Ischyroceridae	0	0	0	30	0	0	0	0	1	0
Arthropoda	Cylindroleberididae	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Annelida	Nephtyidae	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
Annelida	Nereididae	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Annelida	Terebellidae	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
Annelida	Opheliidae	0	0	0	10	10	0	0	0	0	30
Annelida	Orbiniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Annelida	Glyceridae	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
Mollusca	Mytilidae	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	N° de taxa	4	3	1	11	2	4	1	-	4	5
	N° de ejemplares	110	60	10	210	60	1910	180	-	300	210
	Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	1,26	1,01	0,00	2,27	0,45	0,15	0,00	-	0,92	1,06
	Dominancia (Simpson) (D)	0,30	0,38	1,00	0,11	0,72	0,95	1,00	-	0,46	0,48
	Uniformidad (Pielou) (J')	0,91	0,92	-	0,95	0,65	0,11	-	-	0,66	0,66

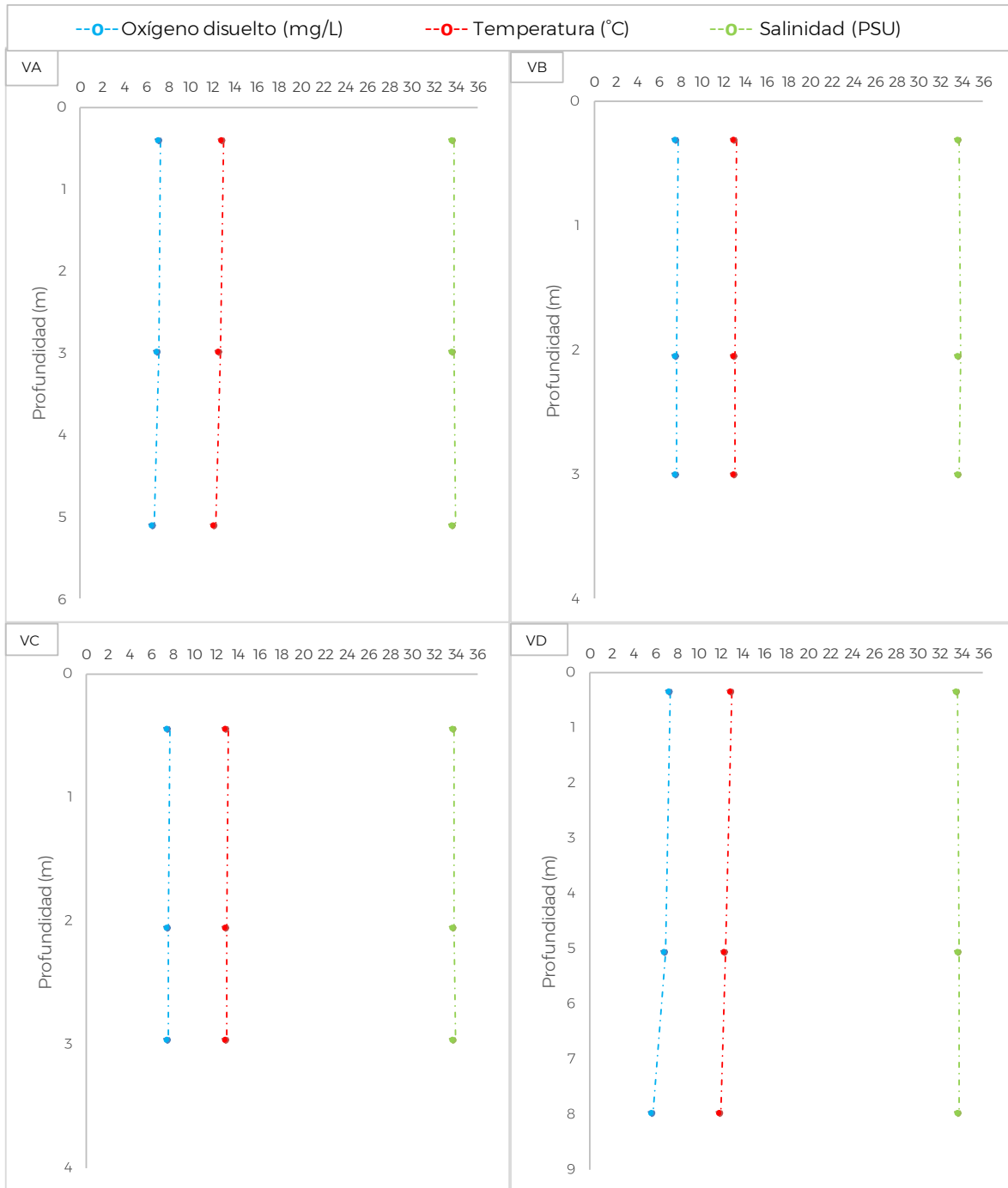


## COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó el día 19 de enero de 2020, en 10 estaciones (Tabla 79). La profundidad máxima fue de 8,0 m, registrada en el vértice D. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue cercana a 6 mg/L (Figura 39 y Figura 40), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura presentó un máximo en superficie de  $13,1 \pm 0,1$  °C y la salinidad un promedio en superficie de  $33,7 \pm 0$  PSU. Las tres variables medidas se mantuvieron casi constantes en la columna de agua, como se observa en la Figura 39 y Figura 40. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

**Tabla 79.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Matanzas 1.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	232.900,37	6.237.194,6	5,1
VB	233.217,84	6.237.097,37	3,0
VC	233.171,07	6.236.932,53	3,0
VD	232.847,09	6.237.035,47	8,0
E1	232.942	6.237.138	5,0
E2	233.051	6.237.104	5,0
E3	233.156	6.237.072	3,0
E4	233.131	6.236.990	4,0
E5	233.025	6.237.024	6,0
E6	232.916	6.237.058	6,0



**Figura 39.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Matanzas 1.

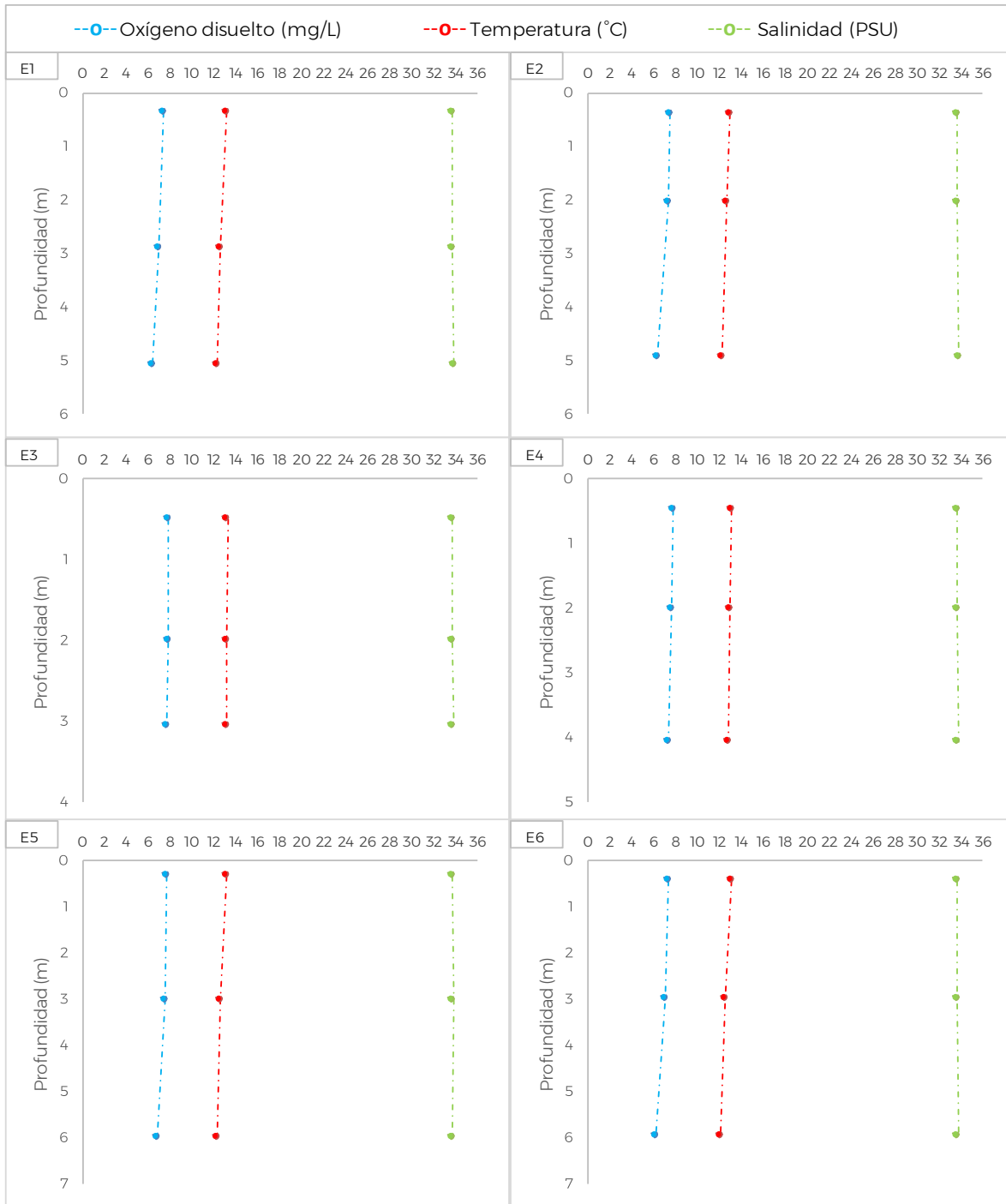


Figura 40. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio Matanzas I.

## 5.4.2.6 Matanzas 2

El área de trabajo se situó entre la localidad de Matanzas y boca Pupuya, comuna de Navidad. El sitio de trabajo se ubica entre un islote y la puntilla de Matanzas. La caracterización preliminar del sitio Matanzas 2, se llevó a cabo los días 19 y 20 de enero de 2020. En estos días, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Matanzas 2:

### PLANO BATIMETRICO

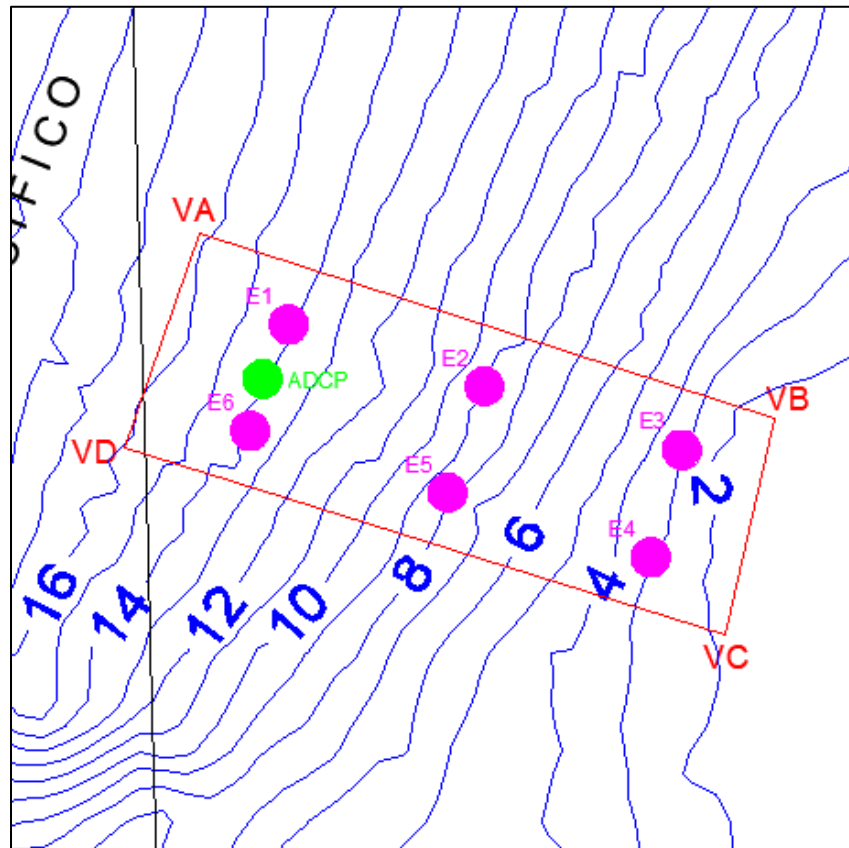
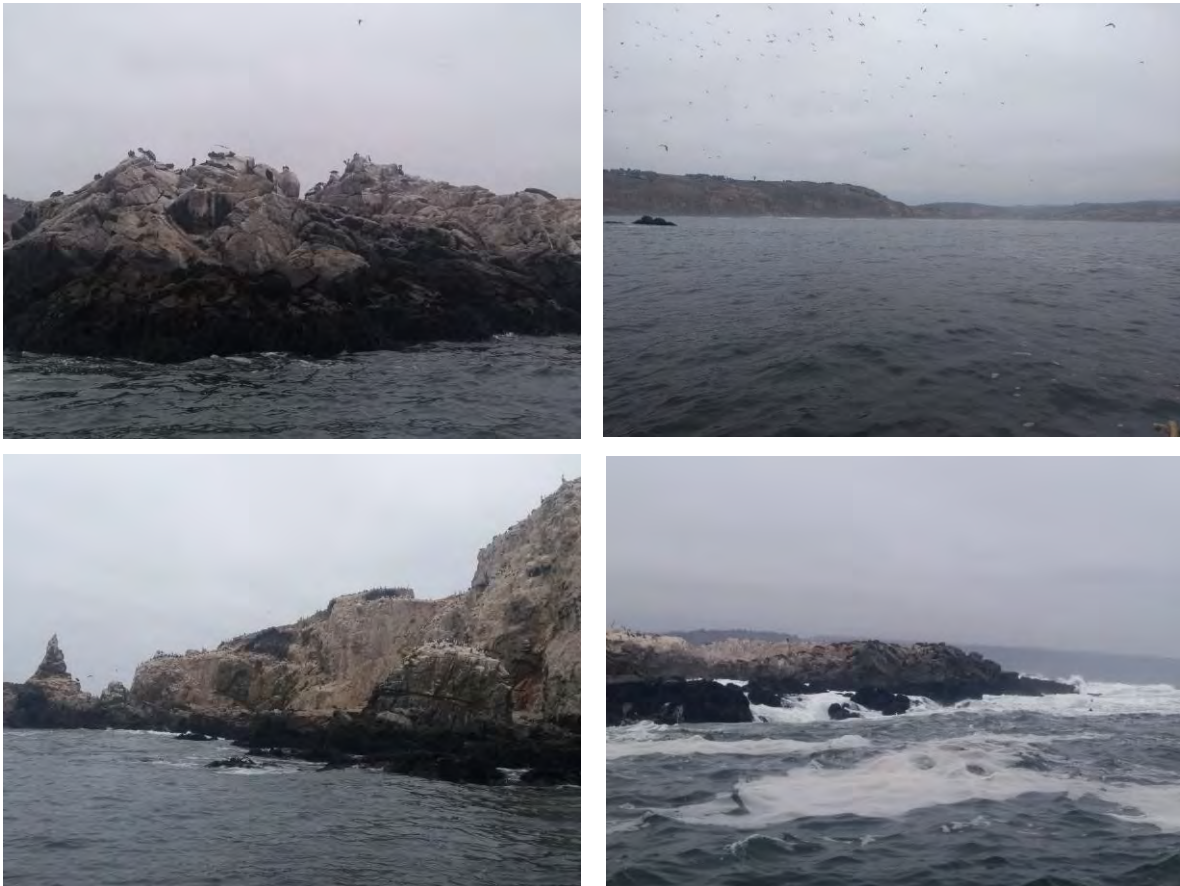


Figura 41. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Matanzas 2 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

El muestreo de sedimento se llevó a cabo el día 19 de enero de 2020 (Figura 42). Este sector comprende un área de 5,83 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales todas correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 0,89% y 1,70% (Tabla 80). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 10 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



**Figura 42.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Matanzas 2.

**Tabla 80.** Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Matanzas 2.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	232.858,15	6.237.601,54	Blando	0,92	17,0
VB	233.231,49	6.237.480,75	Blando	0,89	3,0
VC	233.199,26	6.237.340,45	Blando	1,01	3,0
VD	232.808,81	6.237.462,36	Blando	0,99	17,0
E1	232.916	6.237.542	Blando	0,98	13,0
E2	233.043	6.237.502	Blando	0,90	7,0
E3	233.171	6.237.461	Blando	1,70	3,0
E4	233.151	6.237.391	Blando	1,07	3,0
E5	233.019	6.237.433	Blando	1,09	8,0
E6	232.891	6.237.473	Blando	1,08	13,0

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron superiores a 50 mV (Tabla 81), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

**Tabla 81. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Matanzas 2.**

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	66	7,5	13,2	217	283
VB	174	7,6	13,3	217	391
VC	121	7,7	13,2	217	338
VD	178	7,7	13,2	217	395
E1	184	7,7	13,1	217	401
E2	148	7,6	13,2	217	365
E3	159	7,6	13,2	217	376
E4	178	7,6	13,2	217	395
E5	181	7,5	13,2	217	398
E6	166	7,6	13,2	217	383

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris, ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena fina.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena fina y arena media (Tabla 82). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre muy seleccionada y moderadamente seleccionada, según la escala de Folk (1980; Tabla 60).



**Tabla 82.** Resultados de granulometría del sedimento sitio Matanzas 2.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Grava	-1	4 - 2	0,03	0,01	0	0	0,05	0	0,03	0,01	0,04	0,08
Arena muy gruesa	0	2 - 1	0,06	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07	0,04	0,2	0,2
Arena gruesa	1	1 - 0,5	0,28	0,81	0,83	0,45	1,02	0,82	0,87	1,21	2,33	2,35
Arena media	2	0,5 - 0,25	9,45	25,84	25,8	21,86	31,21	26,38	31,2	32,53	40,13	38,6
Arena fina	3	0,25 - 0,125	70,47	68,39	65,13	72,47	63,72	68,99	63,97	63,65	55,22	56,87
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	17,62	2,58	7,96	2,73	1,97	2,52	1,74	2,21	0,77	0,96
Fango	5	< 0,062	2,09	2,32	0,23	2,45	1,96	1,26	2,13	0,35	1,31	0,94
	Diámetro medio de grano		2,96	2,45	2,46	2,48	2,42	2,45	2,42	2,41	2,36	2,36
	Grado de selección		0,59	0,5	0,61	0,56	0,51	0,5	0,51	0,51	0,52	0,52
	Clasificación		Moderadamente bien clasificada	Bien clasificada	Moderadamente bien clasificada	Moderadamente bien clasificada	Moderadamente bien clasificada	Bien clasificada	Moderadamente bien clasificada	Moderadamente bien clasificada	Moderadamente bien clasificada	Moderadamente bien clasificada
	Curtosis		2,37	0,66	0,96	2,16	0,62	0,66	0,62	0,62	0,59	0,59
	Asimetría		0,28	-0,52	-0,28	-0,33	-0,5	-0,53	-0,5	-0,5	-0,43	-0,45
	Color		Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris
	Olor		Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
	Textura		Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina
	Origen		Marino	Marino	Marino	Marino	Marino	Marino	Marino	Marino	Marino	Marino



## MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sitio Matanzas 2, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 1.140 individuos/m<sup>2</sup>, pertenecientes a los Phylum, Annelida y Arthropoda. La mayor abundancia fue colectada en el vértice A, con 330 ind./m<sup>2</sup> pertenecientes a nueve familias (Tabla 83). El vértice B presentó la mayor diversidad. La estación 3, fue la que presentó el valor más alto de dominancia y la estación 4 presentó el valor de uniformidad más alto.

**Tabla 83.** Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Matanzas 2.

Phylum	Familia	Abundancia (N° ind. / m <sup>2</sup> )									
		VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Annelida	Orbiniidae	10	0	0	0	0	0	0	20	10	0
Annelida	Glyceridae	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	Nephtyidae	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	Spionidae	10	0	10	0	0	30	0	0	10	0
Annelida	Lumbrineridae	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Ischyroceridae	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Oedicerotidae	130	60	50	120	40	10	20	0	20	0
Arthropoda	Phoxocephalidae	30	20	0	30	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Leuconidae	10	20	0	10	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Cirolanidae	60	40	60	30	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Idoteidae	50	40		0	10	20	30	20	20	0
Arthropoda	Corystidae	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0
	N° de taxa	9	7	4	4	3	4	2	2	4	0
	N° de ejemplares	330	210	130	190	60	70	50	40	60	0
	Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	1,77	1,81	1,12	1,03	0,87	1,28	0,67	0,69	1,33	0
	Dominancia (Simpson) (D)	0,22	0,18	0,37	0,45	0,49	0,30	0,51	0,49	0,27	0
	Uniformidad (Pielou) (J')	0,81	0,93	0,81	0,74	0,79	0,92	0,97	1,00	0,96	0

## COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó el día 29 de noviembre de 2020, en 10 estaciones (Tabla 84). La profundidad máxima fue de 17 m, registrada en el vértice A y D. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 2,5 mg/L (Figura 43 y Figura 44). La temperatura fue variable, presentando un máximo en superficie de  $(13,3 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C})$  y disminuyendo a medida que aumentaba la profundidad, como se observa en los perfiles de las Figura 43 y Figura 44. La salinidad se mantuvo constante en la columna de agua (Figura 43; Figura 44), con valores en superficie de  $33,7 \pm 0 \text{ PSU}$ . En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

**Tabla 84.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Matanzas 2.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	232.858,15	6.237.601,54	17
VB	233.231,49	6.237.480,75	3
VC	233.199,26	6.237.340,45	3
VD	232.808,81	6.237.462,36	17
E1	232.916	6.237.542	13
E2	233.043	6.237.502	7
E3	233.171	6.237.461	3
E4	233.151	6.237.391	3
E5	233.019	6.237.433	8
E6	232.891	6.237.473	13

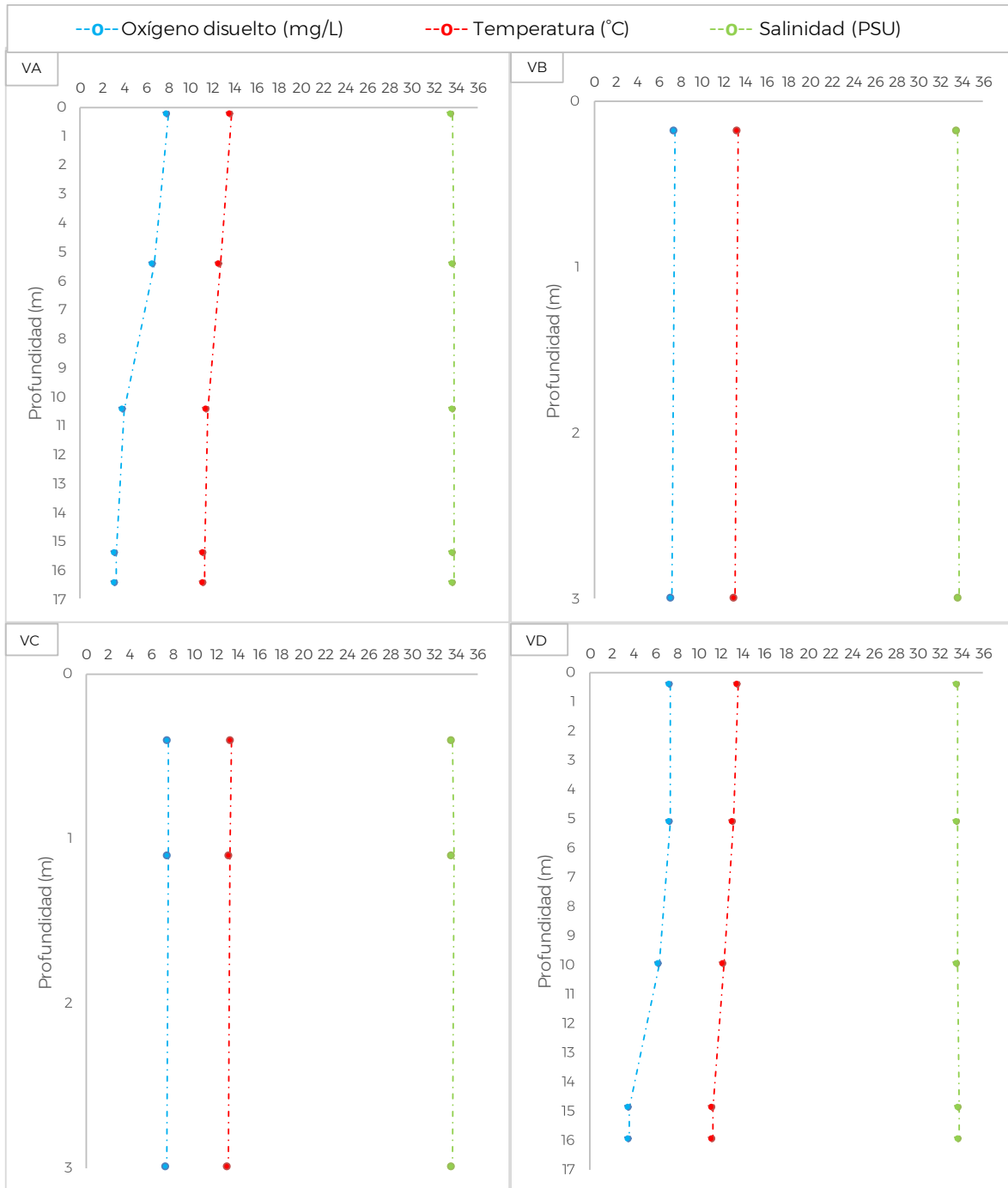


Figura 43. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Matanzas 2.

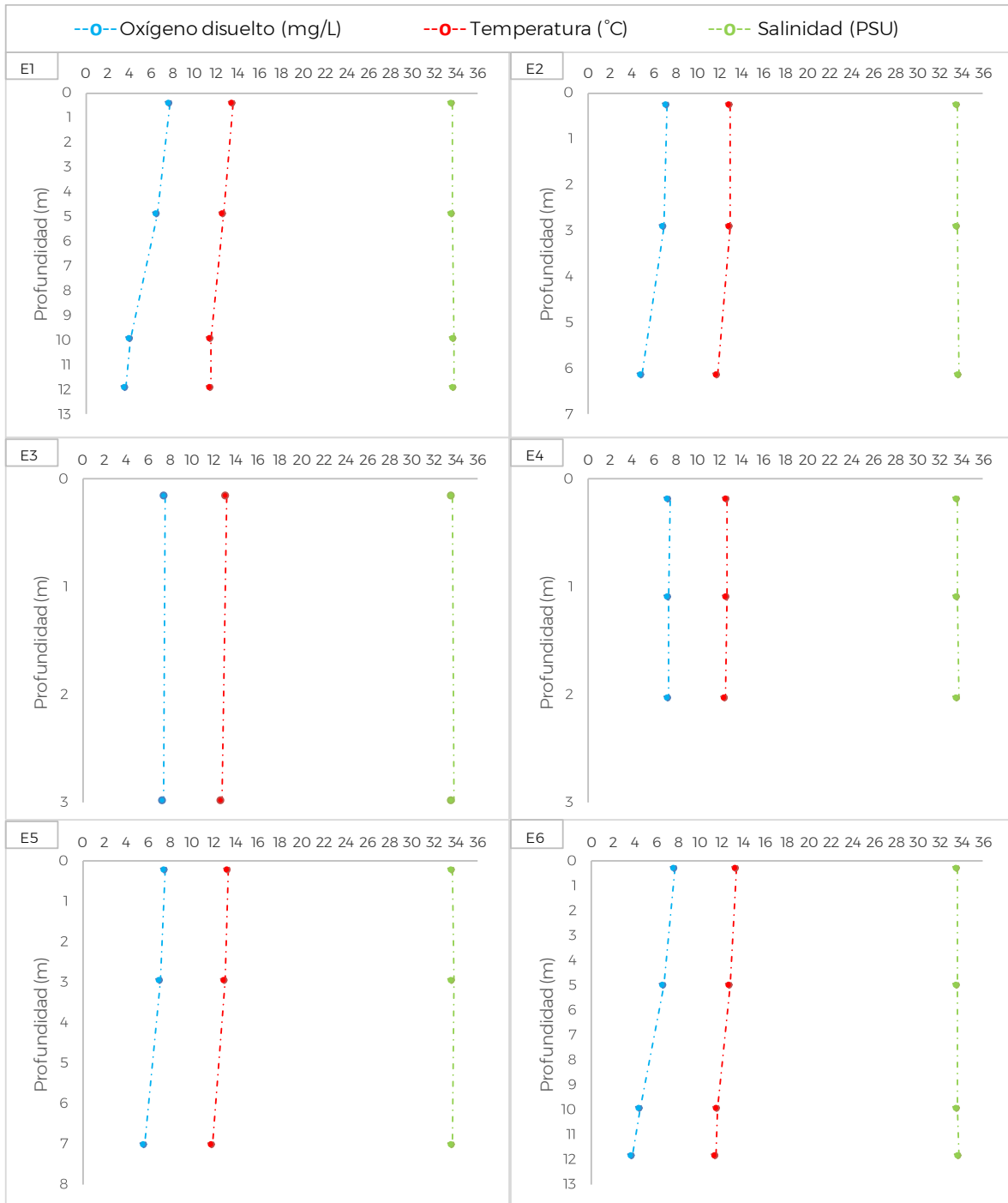


Figura 44. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio Matanzas 2.

### 5.4.2.7 Río Cáhuil

El área de trabajo se situó en la localidad de Cáhuil, comuna de Pichilemu, en la porción terminal del río Nilahue que desemboca en el mar en dicho sector. La caracterización preliminar del sitio Río Cáhuil, se llevó a cabo el día 10 de diciembre de 2019 (Figura 46). Se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Río Cáhuil:

#### PLANO BATIMETRICO

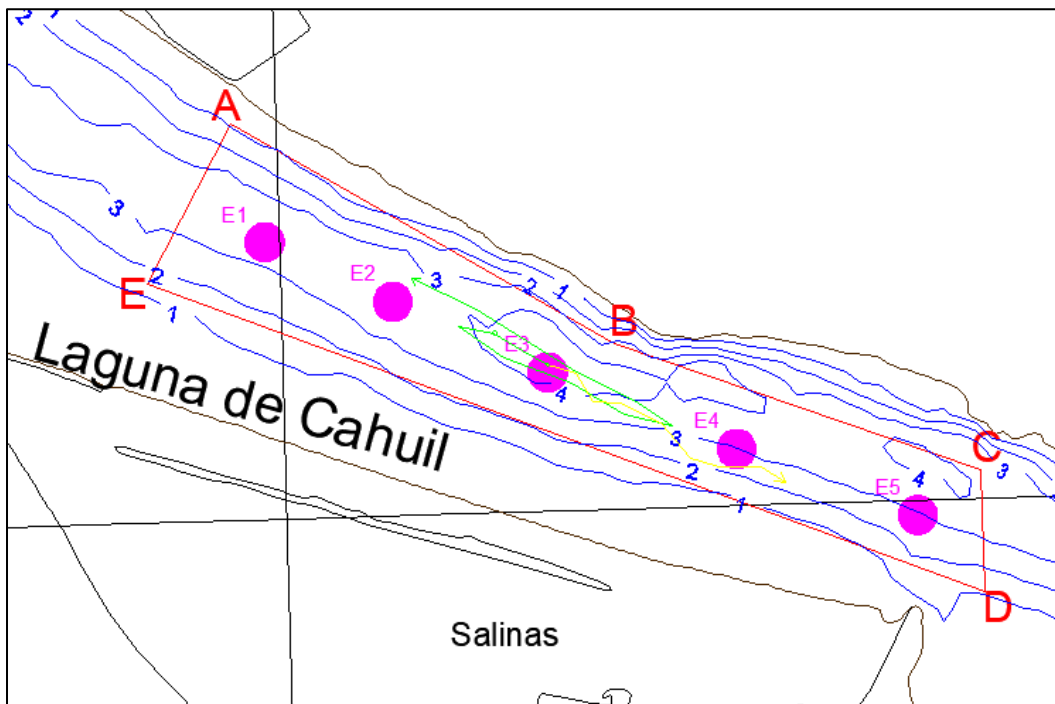


Figura 45. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Río Cáhuil (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 4,44 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales las 10 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 6,8% y 10,5% (Tabla 85). Según lo establecido en la Res. Ex. N°3612/2009, el límite de aceptabilidad de MOT es  $\leq 9\%$ , por lo que los valores registrados en 5 de las 10 estaciones estarían por sobre este límite. Esta resolución también establece que “En el caso de la CPS, la condición anaeróbica se constatará si se incumplen los límites de aceptabilidad de cualquiera de las variables en a lo menos 30% de las estaciones determinadas para el sector solicitado”. Teniendo esto en cuenta, el sitio Río Cáhuil, se encontraría en condición anaeróbica, ya que del 100% de las estaciones con sustrato blando, el 50% superó el límite.



**Figura 46.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Río Cáhuil.

**Tabla 85.** Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Río Cáhuil.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	223451.04	6179770.77	Blando	6,8	3,2
VB	223696.74.	6179630.41	Blando	8,9	4,7
VC	223931.13	6179549.38	Blando	10,5	5,1
VD	223934.04	6179471.90	Blando	10,0	2,6
VE	223.397,77	6.179.668,58	Blando	8,6	1,5
E1	223.473	6.179.695	Blando	7,1	4,3
E2	223.555	6.179.657	Blando	8,0	4,5
E3	223.654	6.179.612	Blando	9,1	4,7
E4	223.775	6.179.563	Blando	9,3	3,4
E5	223.891	6.179.521	Blando	10,3	4,1

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH, cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones. Sin embargo, los valores de potencial Redox fueron inferiores a 50 mV, presentando valores negativos en todas las estaciones monitoreadas (Tabla 86). Estos valores negativos en sedimentos son generalmente indicativos de enriquecimiento de materia orgánica, tamaño de grano de sedimento fino y pobre oxigenación (CENMA, 2008).

**Tabla 86.** Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Río Cáhuil.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-335	7,8	19,1	217	-121
VB	-418	7,8	19,3	214	-146
VC	-326	7,8	19,6	210	-217
VD	-378	7,9	19,0	210	-158
VE	-360	7,7	19,6	214	-226
E1	-427	7,7	19,8	214	-204
E2	-368	7,8	20,1	214	-209
E3	-440	7,8	20,6	210	-20
E4	-423	7,9	20,6	210	-116
E5	-234	7,9	20,5	210	-168

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color negro y olor fuerte en todas las estaciones y textura correspondiente fango.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de fango (Tabla 87). El grado de selección en las estaciones monitoreadas según la escala de Folk (1980; Tabla 60) sería extremadamente pobre seleccionado.





**Tabla 87.** Resultados de granulometría del sedimento sitio Rio Cáhuil

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	VE	E1	E2	E3	E4	E5
Grava	-1	4 - 2	0,53	0,34	0,60	0,45	0,00	0,24	0,20	0,00	0,70	0,25
Arena muy gruesa	0	2 - 1	2,54	1,80	0,99	1,56	0,09	0,17	0,46	0,20	1,17	0,59
Arena gruesa	1	1 - 0,5	6,84	7,23	3,04	5,97	1,29	0,75	3,19	2,60	4,82	3,96
Arena media	2	0,5 - 0,25	2,76	5,46	4,74	6,62	4,68	3,02	6,56	6,38	6,55	6,79
Arena fina	3	0,25 - 0,125	1,74	4,49	4,12	4,64	5,88	4,20	5,34	6,19	5,46	6,10
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	1,28	6,28	7,51	7,40	8,34	6,81	8,21	8,77	6,73	10,66
Fango	5	< 0,062	84,30	74,40	79,01	73,35	79,72	84,81	76,05	75,88	74,55	71,66
		Peso total de la muestra	100,04	100,04	100,01	100,03	100,01	100,01	100,01	100,02	100,01	100,03
		Diámetro medio de grano	5,62	5,02	5,43	5,01	5,47	5,64	5,34	5,34	5,06	5,05
		Grado de selección	1,89	2,20	1,83	2,18	1,76	1,59	1,85	1,83	2,15	2,00
		Curtosis	1,23	1,06	1,00	1,04	0,96	0,90	0,96	0,94	1,05	0,92
		Asimetría	-0,20	-0,25	-0,14	-0,23	-0,12	-0,09	-0,13	-0,11	-0,23	-0,15
		Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
		Olor	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
		Textura	Fango	Fango	Fango	Fango	Fango	Fango	Fango	Fango	Fango	Fango
		Origen	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino

## MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sitio Río Cahuil, fueron encontrados dos taxa con un total de 860 individuos/m<sup>2</sup>, pertenecientes al Phylum Annelida. La mayor abundancia fue colectada en la estación 6, con 310 ind./m<sup>2</sup> (Tabla 88). El vértice B y estación 2 presentaron la mayor diversidad y uniformidad. El vértice D, fue la que presentó el valor más alto de dominancia. Cabe destacar la presencia del poliqueto *Capitella sp.*, en 8 de las 10 estaciones monitoreadas (Tabla 61), el cual es considerado bioindicador de contaminación, y ha sido descrito en sectores con distinto grado de contaminación orgánica producto de descargas domésticas.

**Tabla 88.** Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Río Cahuil

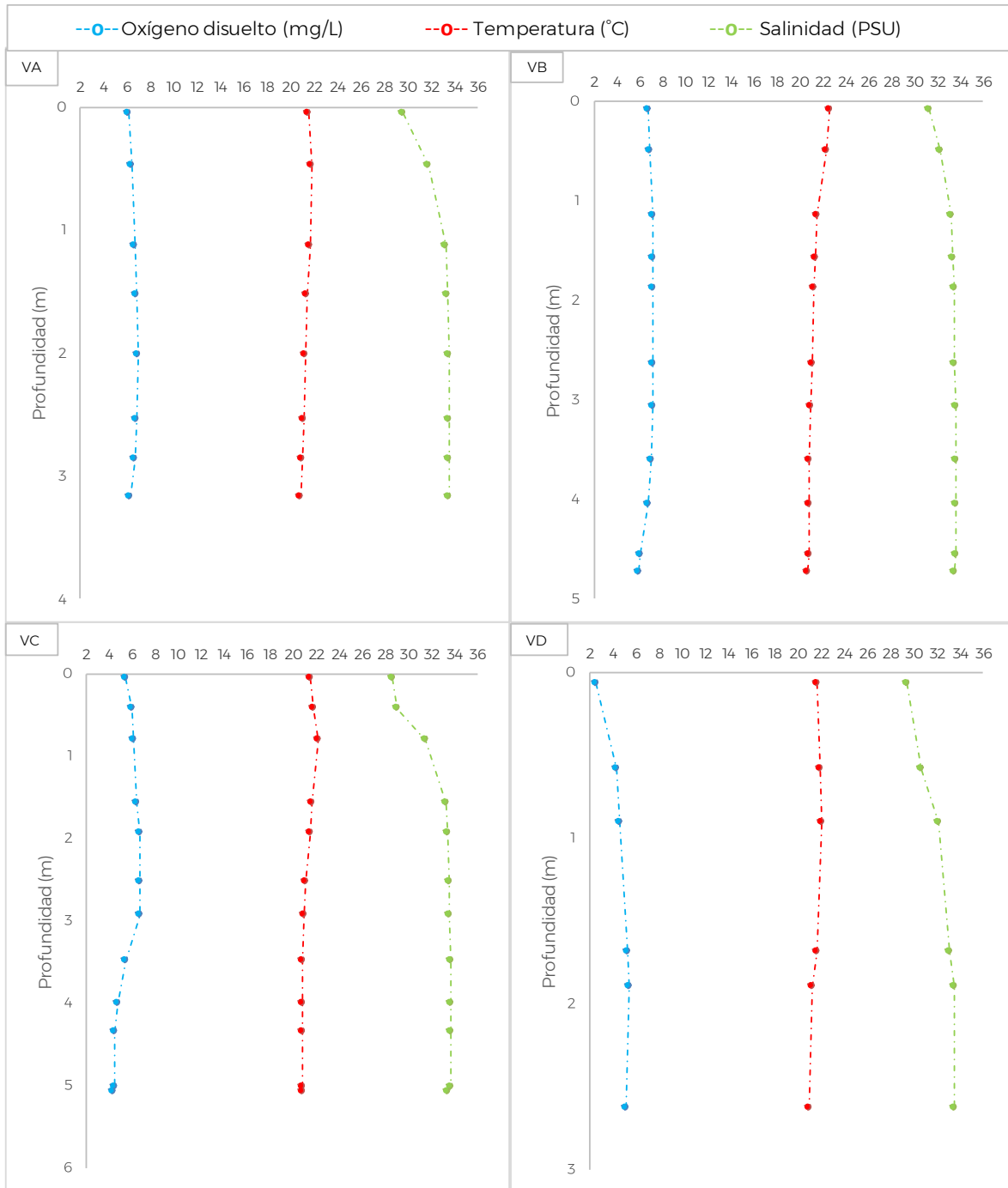
Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m <sup>2</sup> )									
			VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Annelida	Capitellidae	<i>Capitella sp.</i>	100	80	0	70	30	60	30	0	60	260
Annelida	Spionidae	-	30	40	0	10	10	30	0	0	0	50
		N° de taxa	2	2	-	2	2	2	1	-	1	2
		N° de ejemplares	130	120	-	80	40	90	60	-	60	310
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	0,54	0,64	-	0,38	0,56	0,64	0	-	0	0,44
		Dominancia (Simpson) (D)	0,64	0,55	-	0,78	0,62	0,55	1,0	-	1,0	0,73
		Uniformidad (Pielou) (J')	0,78	0,92	-	0,54	0,81	0,92	-	-	-	0,64

## COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTUO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó el día 10 de diciembre de 2019, en 10 estaciones (Tabla 89). La profundidad máxima fue de 5,1 m, registrada en el vértice C. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue cercana a 4 mg/L (Figura 47 y Figura 48), cumpliendo con el límite de aceptabilidad para esta variable, establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de  $22,1 \pm 0,5$  °C y disminuyendo a medida que aumentaba la profundidad, como se observa en los perfiles de la Figura 47 y Figura 48. Con respecto a la salinidad, ocurre lo contrario a la temperatura, aumentando a medida que se desciende en la columna de agua (Figura 47; Figura 48), con valores en superficie de  $30,4 \pm 1,1$  PSU. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

**Tabla 89.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Río Cáhuil.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	223.451	6.179.771	3,2
VB	223.697	6.179.630	4,7
VC	223.931	6.179.549	5,1
VD	223.934	6.179.472	2,6
VE	223.398	6.179.669	1,5
E1	223.473	6.179.695	4,3
E2	223.555	6.179.657	4,6
E3	223.654	6.179.612	4,7
E4	223.775	6.179.563	3,4
E5	223.891	6.179.521	4,1



**Figura 47.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Río Cahuil.

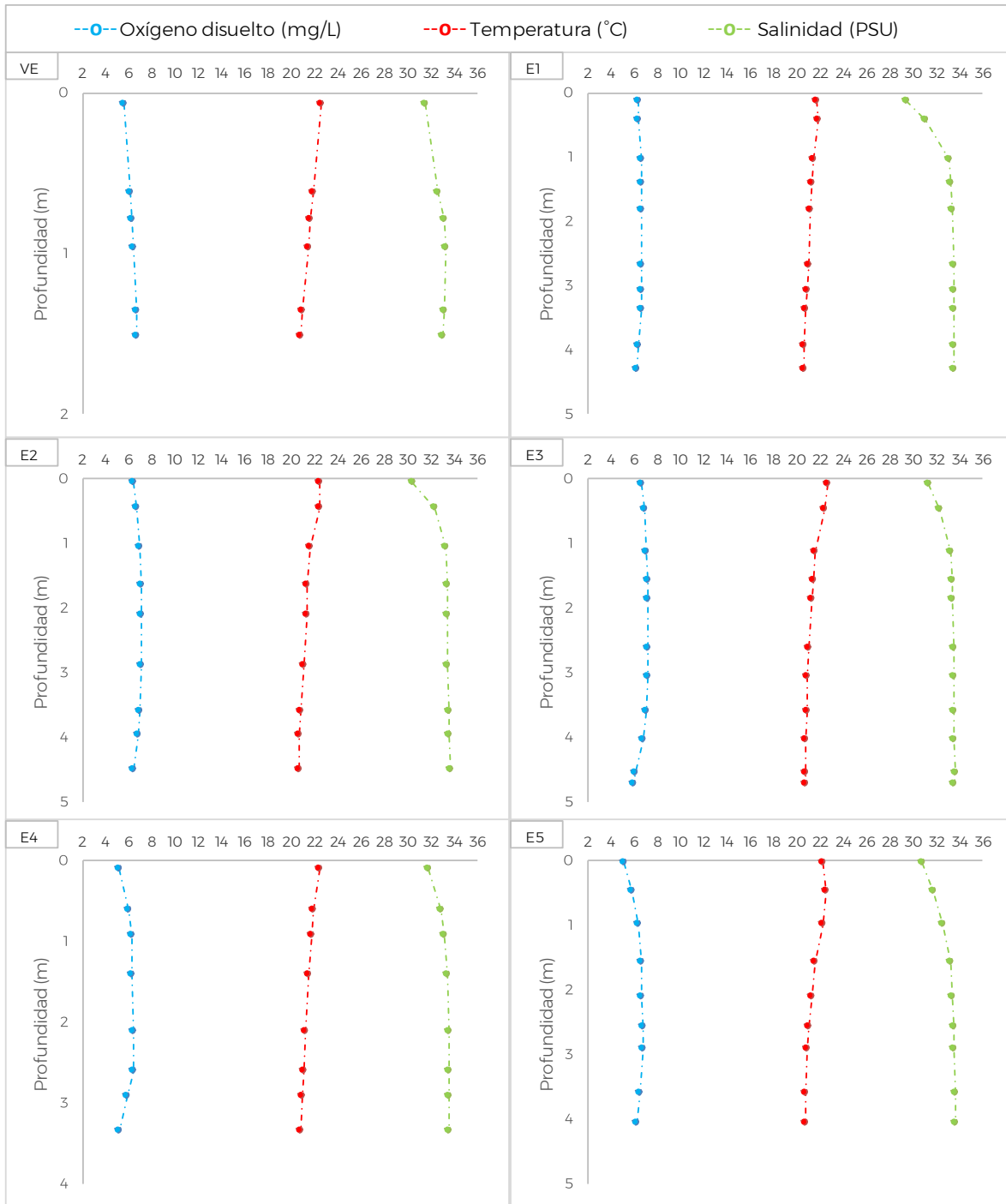


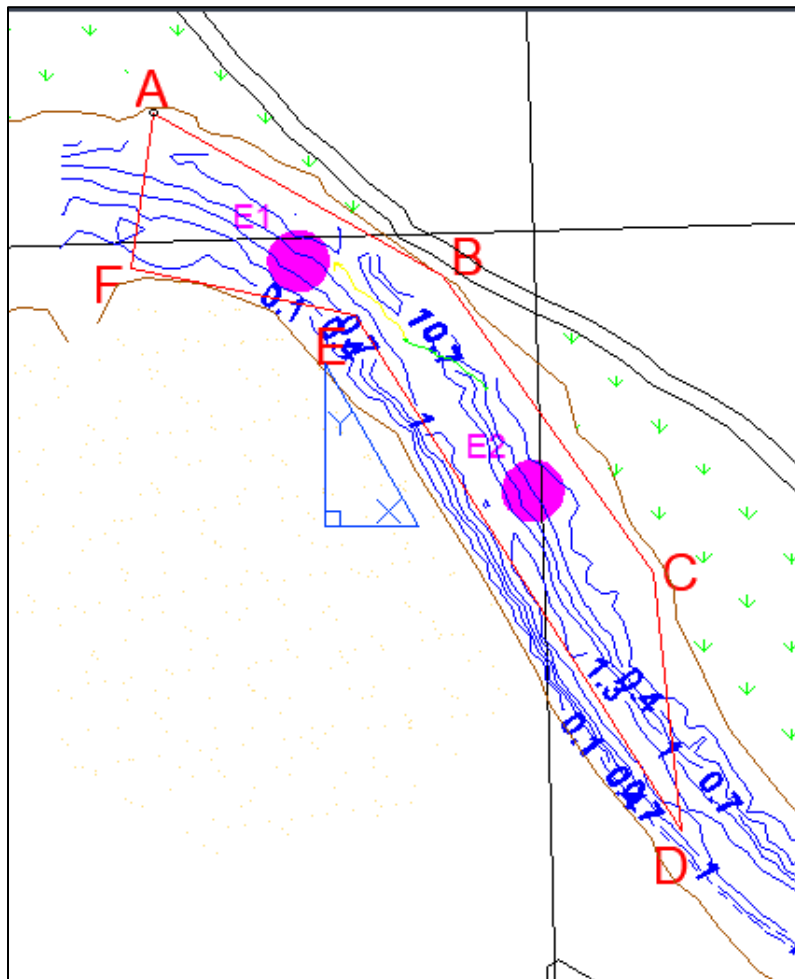
Figura 48. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones E, 1, 2, 3, 4 y 5, del sitio Río Cáhuil.

### 5.4.2.8 Bucalemu 1

El área de trabajo se situó en la localidad de Bucalemu, comuna de Paredones, la porción terminal del estero Paredones que desemboca en el mar en dicho sector. La caracterización preliminar del sitio Bucalemu 1, se llevó a cabo el día 9 de diciembre de 2019 (Figura 50). En este día, se realizó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones fisicoquímicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Bucalemu 1:

#### PLANO BATIMETRICO



**Figura 49.** Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Bucalemu 1 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

## SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 1,38 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 8 estaciones, de las cuales todas correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 1,1% y 1,6% (Tabla 90). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 8 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



**Figura 50.** Fotografías del levantamiento en el sitio de Bucalemu 1

**Tabla 90.** Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Bucalemu 1

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	221.281,60	6.162.848,72	Blando	1,5	1,4
VB	221.399,98	6.162.782,18	Blando	1,6	1,6
VC	221.486,66	6.162.660,55	Blando	1,4	0,5
VD	221.498,07	6.162.554,83	Blando	1,1	1,3
VE	221.364,49	6.162.766,21	Blando	1,3	0,9
VF	221.272,30	6.162.784,76	Blando	1,5	0,5
E1	221.338,83	6.162.793,40	Blando	1,6	0,8
E2	221.443,67	6.162.690,20	Blando	1,5	1,4

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH, cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones. Sin embargo, los valores de potencial Redox fueron inferiores a 50 mV, presentando valores negativos en 7 de las 8 estaciones monitoreadas (Tabla 91). Estos valores negativos en sedimentos son generalmente indicativos de enriquecimiento de materia orgánica, tamaño de grano de sedimento fino y pobre oxigenación (CENMA, 2008).



**Tabla 91. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Bucalemu 1**

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-320	8,1	19,5	214	-106
VB	-80	8,2	19,6	214	134
VC	-390	7,8	19,1	211	-179
VD	-456	7,7	19,1	211	-245
VE	-444	7,8	19,3	211	-233
VF	-404	7,8	19,3	214	-190
E1	-425	8,1	19,6	214	-211
E2	-325	8,2	19,4	214	-111

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color negro y ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena fina.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena fina y arena media (Tabla 92). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, varío entre moderada y moderadamente muy seleccionada, según la escala de Folk (1980).

**Tabla 92.** Resultados de granulometría del sedimento sitio Bucalemu 1.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	VE	VF	E1	E2
Grava	-1	4 - 2	0,11	0,05	0,08	0,00	0,05	0,10	0,05	0,15
Arena muy gruesa	0	2 - 1	0,35	0,30	0,38	0,23	0,26	0,36	0,18	0,76
Arena gruesa	1	1 - 0,5	0,64	0,99	0,77	0,79	0,54	0,71	0,70	0,87
Arena media	2	0,5 - 0,25	23,96	25,69	23,81	24,12	24,21	25,34	25,20	26,90
Arena fina	3	0,25 - 0,125	57,92	60,81	62,98	64,19	62,20	60,18	63,56	62,69
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	5,20	5,52	5,33	5,13	5,90	4,92	6,25	5,37
Fango	5	< 0,062	11,81	6,64	6,65	5,54	6,83	8,38	4,06	3,26
		Peso total de muestra	100,00	100,02	100,02	100,01	100,02	100,03	100,03	100,03
		Diámetro medio de grano	2,69	2,47	2,49	2,48	2,49	2,48	2,47	2,45
		Grado de selección	1,16	0,81	0,81	0,71	0,82	0,91	0,64	0,64
		Curtosis	2,09	1,51	1,57	1,30	1,59	1,78	1,06	1,00
		Asimetría	0,26	-0,08	-0,08	-0,15	-0,07	-0,02	-0,23	-0,24
		Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
		Olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
		Textura	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena fina
		Origen	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial	Sedimento fluvial

## MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector Bucalemu, fueron encontrados cinco taxa con un total de 8.740 individuos/m<sup>2</sup>, pertenecientes a los Phylum Annelida y Arthropoda. La mayor abundancia fue colectada en la estación 1, con 1.990 ind./m<sup>2</sup> pertenecientes a tres familias (Tabla 93). La diversidad más alta se registró en la estación ubicada en el vértice D, mientras que en el vértice A presento el valor de dominancia más alto, ya que se encontró solo una familia. Finalmente, el vértice B fue el que presento el valor de uniformidad más alto.

**Tabla 93.** Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Bucalemu 1.

Phylum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. /m <sup>2</sup> )							
			VA	VB	VC	VD	VE	VF	E1	E2
Annelida	Spionidae	-	100	140	140	680	980	1110	1120	160
Annelida	Phyllodocida	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	Nereididae	-	0	0	0	10	0	0	10	0
Arthropoda	Chironomidae	-	0	80	30	690	800	610	860	1200
Arthropoda	Hyalellidae	-	0	0	0	0	10	0	0	10
N° de taxa			1	2	2	3	3	2	3	3
N° de ejemplares			100	220	170	1380	1790	1720	1990	1370
Diversidad (Shanon-Wiener) (H')			0,00	0,66	0,47	0,73	0,72	0,65	0,71	0,40
Dominancia (Simpson) (D)			1,00	0,54	0,71	0,49	0,50	0,54	0,50	0,78
Uniformidad (Pielou) (J')			-	0,95	0,67	0,67	0,65	0,94	0,65	0,37

## COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó el día 9 de diciembre de 2019, en 8 estaciones (Tabla 94). La profundidad máxima fue de 1,6 m, registrada en el vértice B. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue cercana a 5 mg/L (Figura 51 y Figura 52), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, con un promedio en superficie de  $19,5 \pm 0,4$  °C y la salinidad registro valores promedio de  $5,6 \pm 0,6$  PSU. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi constantes a lo largo de la columna de agua, como se observa en la Figura 51 y Figura 52. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

**Tabla 94.** Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Bucalemu 1.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	221.281,60	6.162.848,72	1,4
VB	221.399,98	6.162.782,18	1,6
VC	221.486,66	6.162.660,55	0,6
VD	221.498,07	6.162.554,83	1,3
VE	221.364,49	6.162.766,21	1
VF	221.272,30	6.162.784,76	0,6
E1	221.338,83	6.162.793,40	0,8
E2	221.443,67	6.162.690,20	1,5

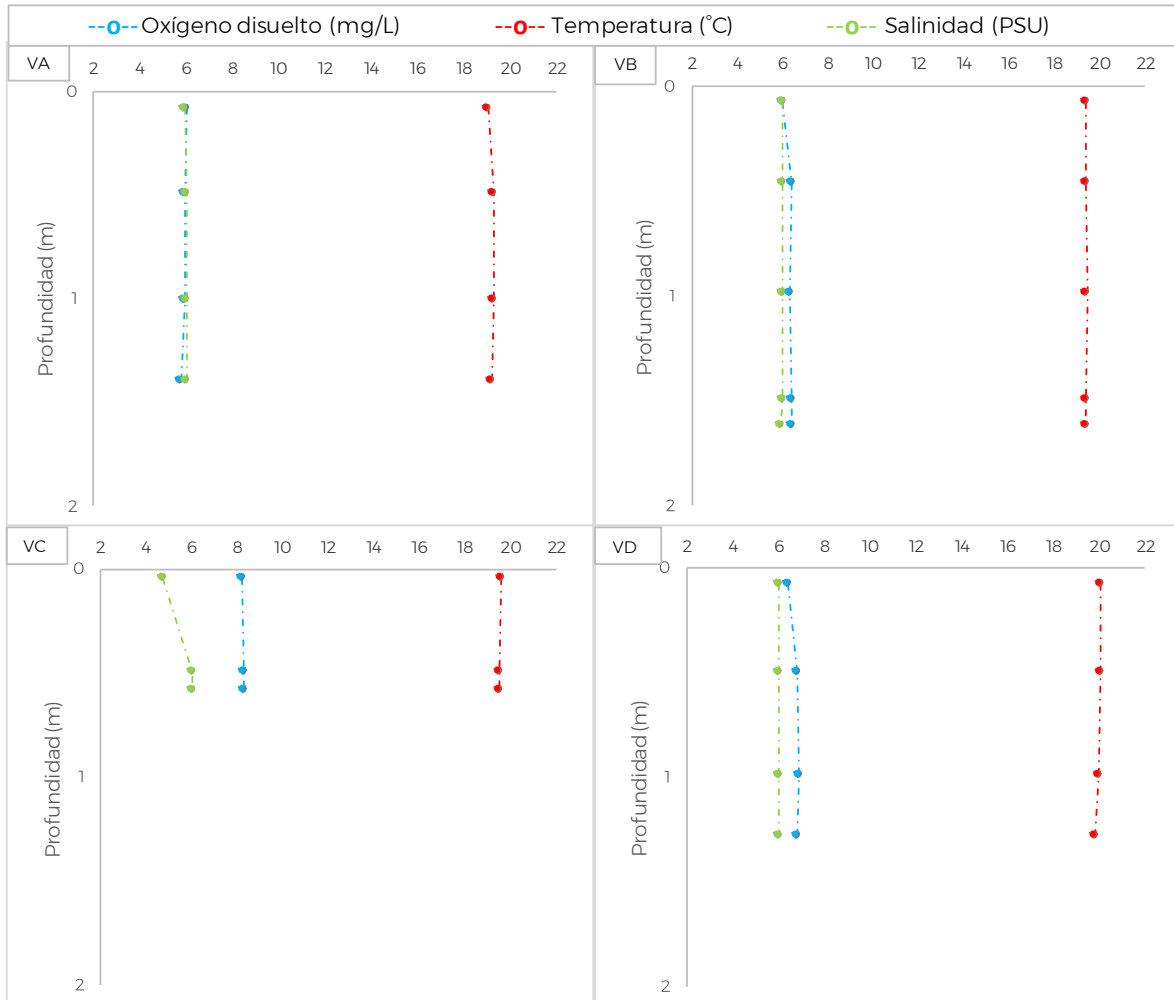
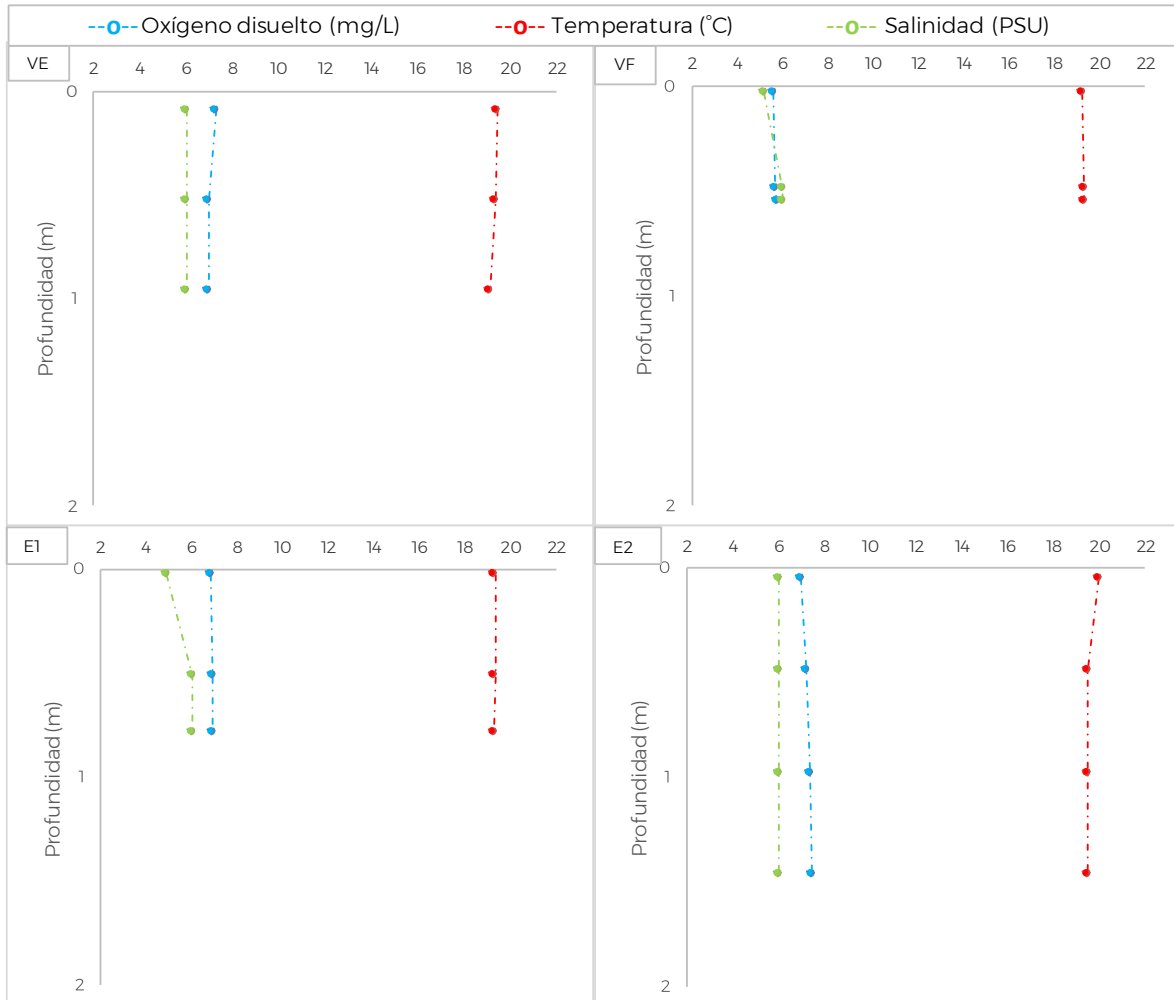


Figura 51. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Bucalemu I.



**Figura 52.** Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones E, F, 1 y 2, del sector Bucalemu 1.



Finalizadas las campañas de caracterización preliminar de los sitios, de acuerdo a las características que presentaron y en base a lo establecido en la Res. Ex. N°3612/09 y sus modificaciones, en la Tabla 95, se presenta un resumen de cada sitio elegido con sus características y la categoría a la cual correspondería.

**Tabla 95.** Clasificación de cada sitio seleccionado de acuerdo a la Res. Ex. N° 3612/09 y sus modificaciones

Nombre del sitio	Área (has)	Rango de Profundidad*	Tipo de fondo	Cuerpo de agua	Categoría	Condición
La Boca de Rapel 1	5,77	1 - 12	Blando	Estuario	1	Aeróbica
La Boca de Rapel 2	5,93	0- 2,0	Mixto	Estuario	0	Anaeróbica
La Boca de Rapel 4	6,31	1 - 3	Duro o semiduro	Estuario	0	Aeróbica
La Boca Sector C	5,85	4 - 8	Duro	Mar	0	Aeróbica
Matanzas 1	5,69	3 - 8	Blando	Mar	1	Aeróbica
Matanzas 2	5,83	2 - 16	Blando	Mar	1	Aeróbica
Río Cáhuil	4,44	1 - 4	Blando	Estuario	1	Anaeróbica
Bucalemu 1	1,38	0 - 1	Blando	Río	1	Aeróbica

\*Profundidades registradas en el polígono de la concesión con corrección de mareas.

### 5.4.3 Mediciones de corrientes.

Con el objetivo de complementar la información de las CPS, se realizaron mediciones de correntometría en 4 puntos designados en el área general de prospección en la cual se encuentran las concesiones prospectadas en el presente estudio, las cuales fueron definidas en conjunto con la contraparte técnica. En la Tabla 96, se entregan las coordenadas y profundidad de los sitios de fondeo de los equipos, mientras que en la Figura 53 se puede observar la ubicación geográfica de estos.

**Tabla 96.** Ubicación fondeo correntómetros

Estación	Sector	Coordenadas (Datum WGS-84)		Profundidad (m)
		Latitud (S)	Longitud (W)	
ADCP_1 (L1)	La Boca	33° 56' 05.25"	71° 51' 38.88"	27
ADCP_2 (L2)	La Boca de Pupuya	33° 58' 58.47"	71° 53' 37.68"	31
ADCP_3 (L3)	Cáhuil	34° 29' 23.01"	72° 02' 26.39"	34
ADCP_4 (L4)	Bucalemu	34° 38' 41.96"	72° 03' 12.11"	19



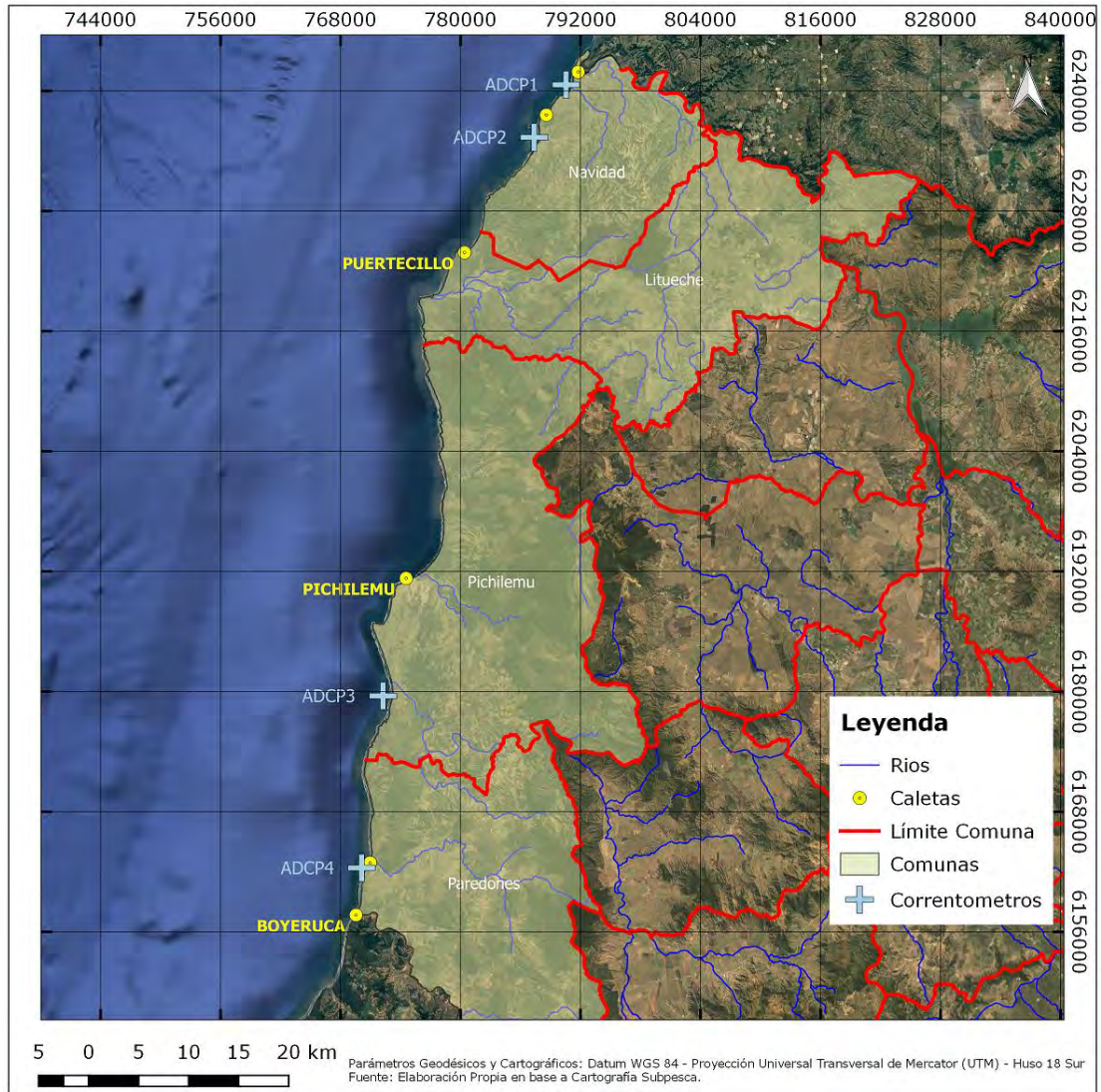


Figura 53. Ubicación espacial correntómetros VI región.

A continuación, se entregan los resultados Los resultados de los correntómetros, para cada sector y cada una de las capas del registro obtenido en la campaña de muestreo. Se consideraron como calmas las magnitudes inferiores a 1 cm/s.

### 5.4.3.1 La Boca

Los equipos fueron instalados el día 30 de mayo y retirados el 30 de junio de 2018, considerando un total de 31 días de medición. Los equipos fueron instalados a 5 m, 15 m y 26 m de profundidad.

#### Capa superficial

Se analizó el registro obtenido para la capa más cercana a la superficie, la cual se encuentra a 5 m de profundidad. En la Tabla 98 se observa el rango de velocidades registrado en la capa superficial. La mayor magnitud se registró en la dirección NW, cuyo valor fue de 29,6 cm/s (Tabla 97). Sin considerar los valores menores a 1 cm/s (calmas), los mayores porcentajes de ocurrencia de magnitud corresponden a los rangos entre 5-10 y 10-15 cm/s, con un 42% y 30%, respectivamente. La corriente en esta capa tiende a dirigirse hacia el NW.

**Tabla 97. Estadística básica-capa superficial.**

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	22,2	0,9	10,5	4,5
N	27,8	0,9	10,7	5,3
NE	25,0	0,9	9,1	4,5
NW	29,6	0,9	10,3	4,6
S	22,2	0,9	9,1	4,2
SE	23,1	0,9	10,4	4,6
SW	20,4	0,9	7,8	3,6
W	21,3	0,9	8,0	3,7

Tabla 98. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa superficial.

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	27	65	37	149	69	44	92	151	634	14%
5-10	87	215	103	526	197	154	232	375	1.889	42%
10-15	95	161	48	450	140	153	113	192	1.352	30%
15-20	43	71	20	147	41	59	15	23	419	9%
20-25	3	29	4	35	5	9	2	2	89	2%
25-30		6	1	6					13	0,3%
calmas	2	2	1	6	11	6	12	12	52	1%
Total	257	549	214	1.319	463	425	466	755	4.448	100%
% Ocurrencia	6%	12%	5%	30%	10%	10%	10%	17%	100%	

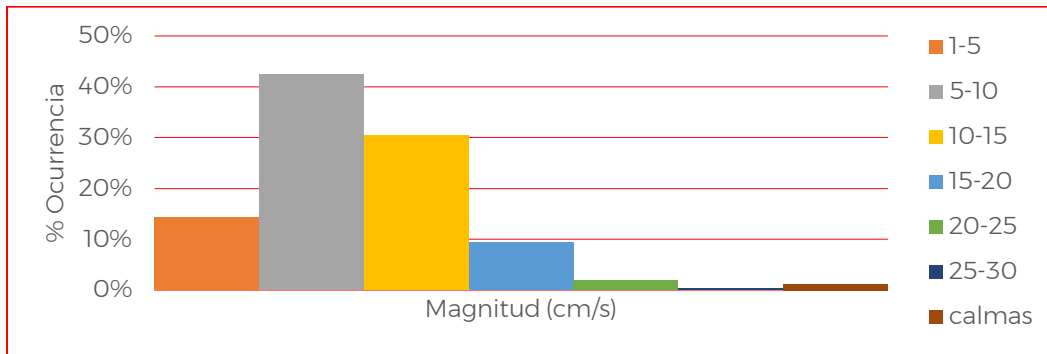


Figura 54. Histograma de velocidades-capa superficial.

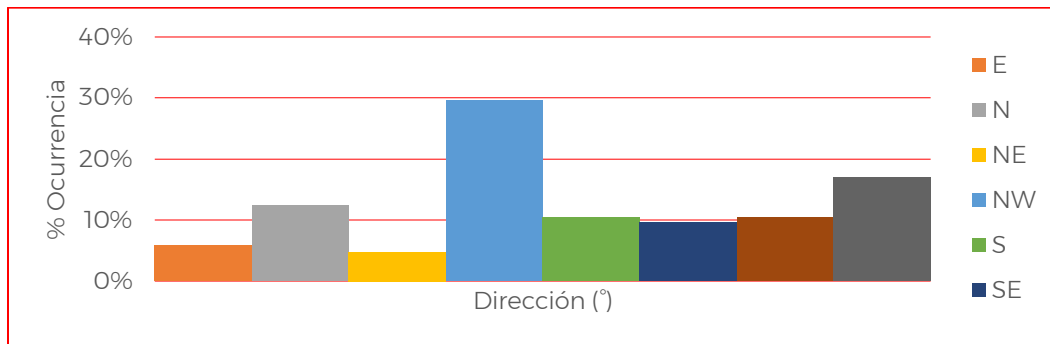


Figura 55- Histograma de direcciones-capa superficial.

Al analizar el total de registro de velocidad y dirección en los histogramas y gráficos de series de tiempo espectral, se observa que las mayores velocidades se alcanzan hacia el NW y N, y las menores se observan en dirección W (Figura 57). En cuanto a las componentes u y v (Este-Oeste y Norte-Sur, Figura 56), las velocidades varían entre 0 y 29,6 cm/s.

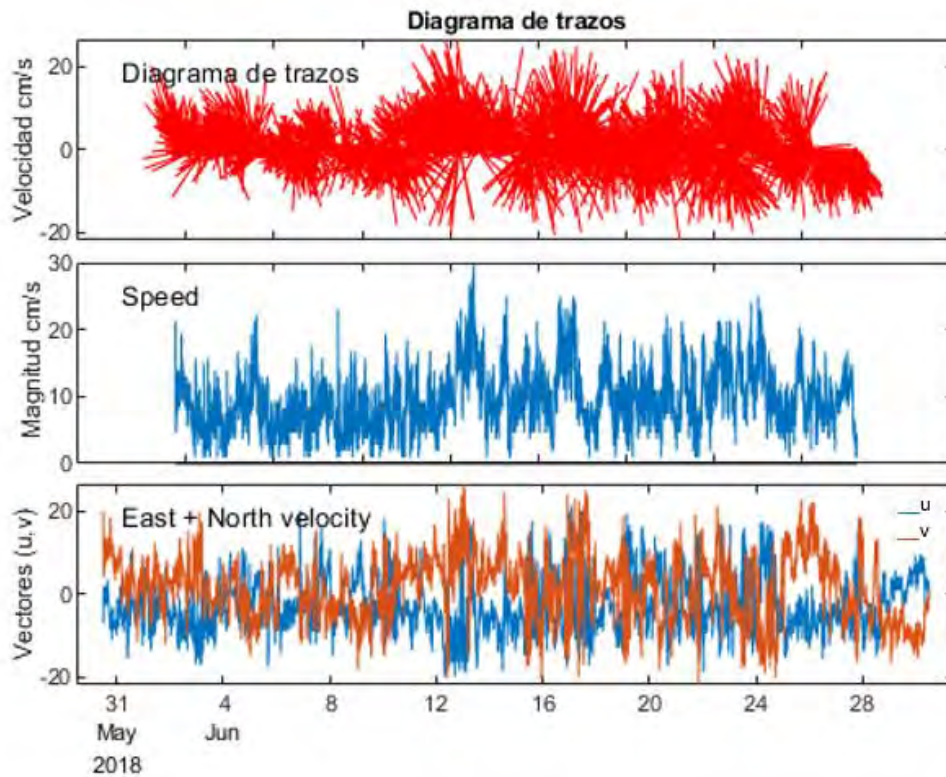


Figura 56. Series de tiempo-capa superficial.

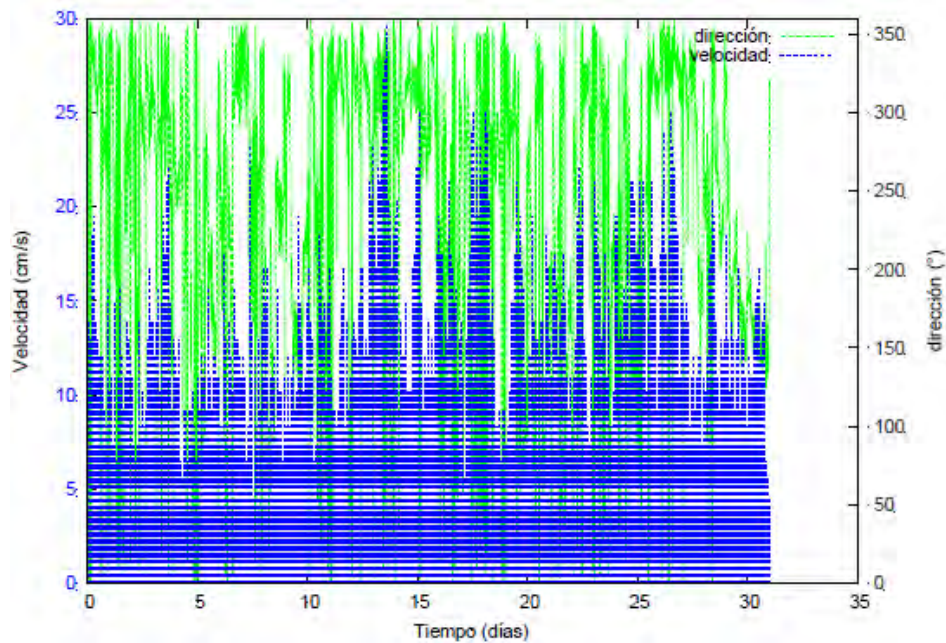


Figura 57. Análisis espectral- Capa de superficie.

### Capa media

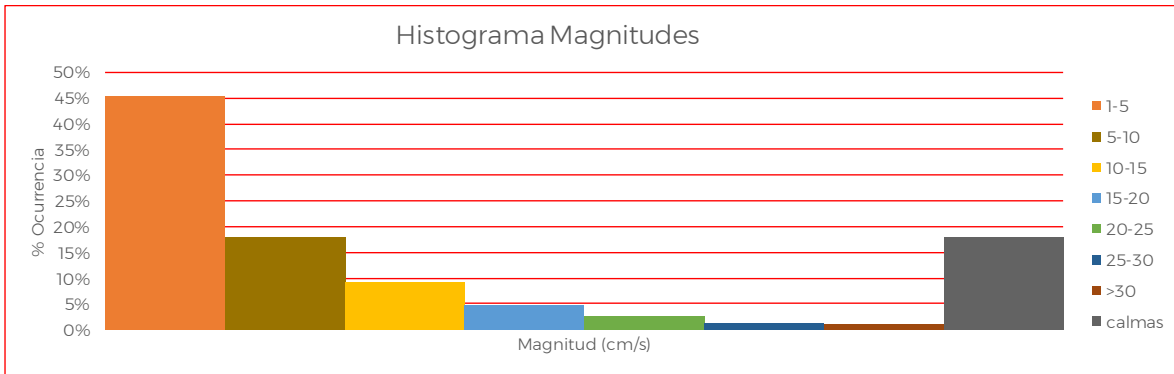
La capa media se encuentra a una profundidad de 15 m. En la Tabla 100 se puede observar que las corrientes con un mayor porcentaje de ocurrencia oscilan entre los 1-5 cm/s, con un 45%. Se puede observar que las corrientes poseen una incidencia dominante hacia la dirección S con un 32% de ocurrencia, seguidas de las que inciden hacia SE con un 28%, donde las mayores magnitudes registradas son de 41,7 y 44,4 cm/s, respectivamente, para estas direcciones (Tabla 99).

**Tabla 99 . Estadística básica-capa media.**

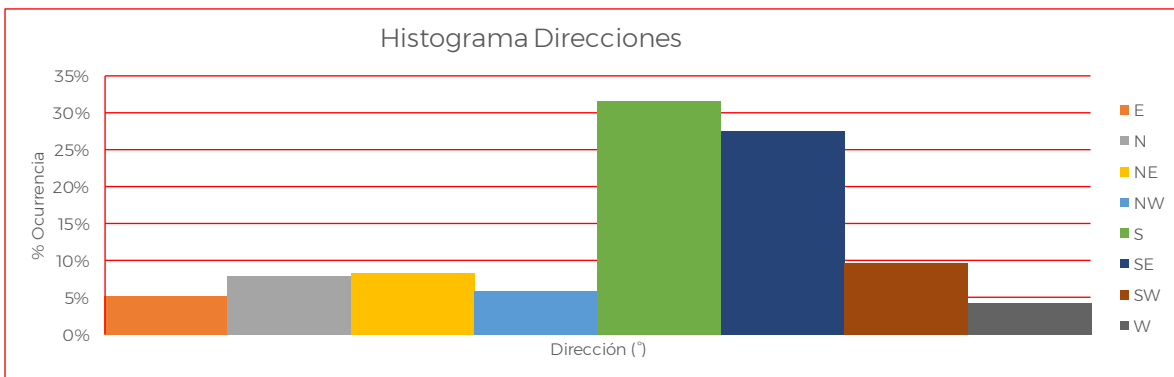
Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	13,9	0,9	3,0	2,5
N	13,9	0,9	3,8	2,8
NE	15,7	0,9	3,4	2,6
NW	10,2	0,9	2,7	1,9
S	41,7	0,9	6,7	6,4
SE	44,4	0,9	9,1	8,2
SW	16,7	0,9	3,4	2,7
W	12,0	0,9	2,9	2,1

**Tabla 100. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa media.**

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	146	219	225	186	645	424	255	130	2.230	45%
5-10	32	74	74	24	302	274	83	22	885	18%
10-15	6	22	11	2	205	193	12	3	454	9%
15-20			1		101	130	2		234	5%
20-25					38	87			125	3%
25-30					21	41			62	1%
>30					11	34			45	1%
calmas	72	72	96	75	228	173	117	50	883	18%
Total	256	387	407	287	1.551	1.356	469	205	4.918	100%
% Ocurrencia	5%	8%	8%	6%	32%	28%	10%	4%	100%	



**Figura 58.** Histograma de velocidades-capa media.



**Figura 59.** Histograma de direcciones-capa media.

La variación de la velocidad de la corriente a través del tiempo muestra que las mayores velocidades se alcanzaron hacia el Sur y Sureste (Figura 61). Las velocidades agrupadas por componentes u y v, varían principalmente entre 0 y 44,4 cm/s, en dirección Sur (Figura 60).

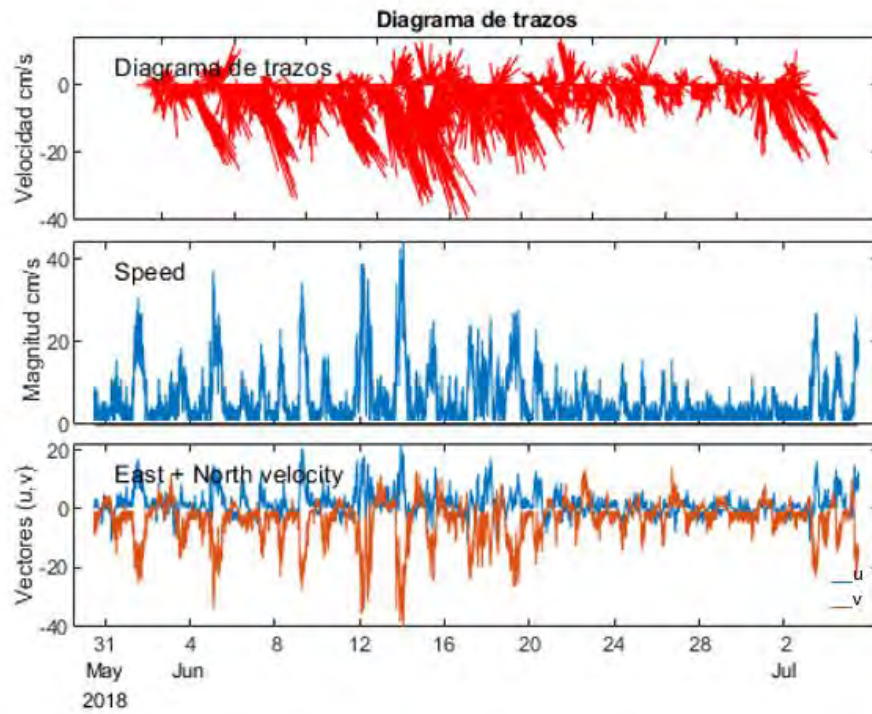


Figura 60. Series de tiempo- Capa media.

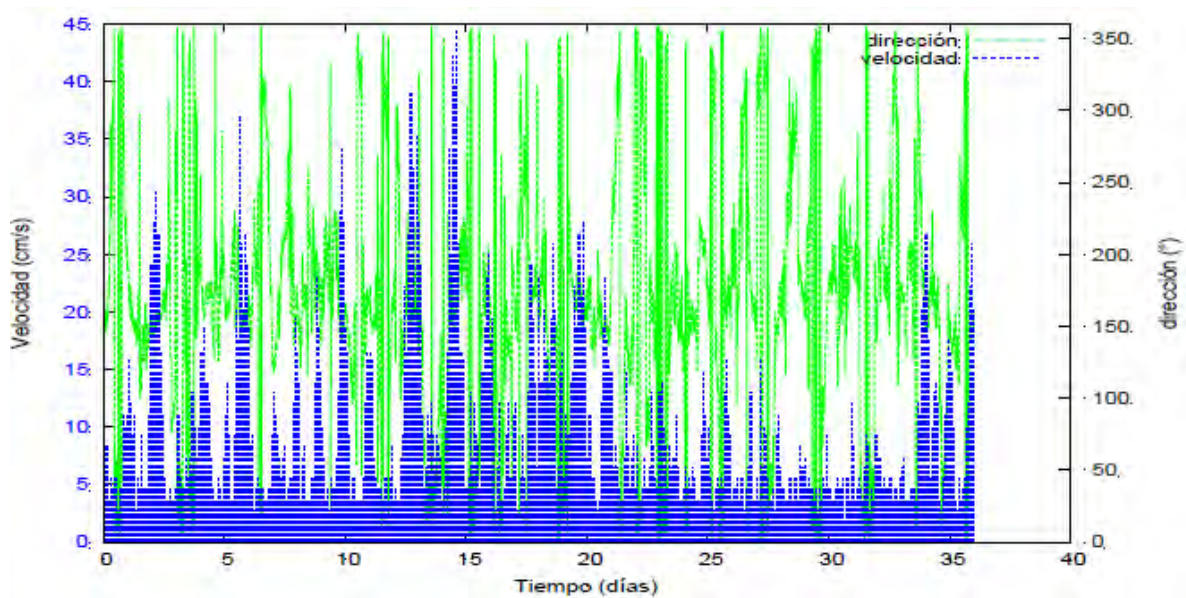


Figura 61. Análisis espectral- Capa media.





### Capa de fondo

La capa de fondo se encuentra a una profundidad de 26 m. De la Tabla 102 se puede observar que las corrientes con un mayor porcentaje de ocurrencia oscilan entre los 1-5 cm/s, seguidas por aquellas que oscilan entre los 5-10 cm/s con un 50% y 25%, respectivamente. De manera similar a la capa anterior, se observa una tendencia de incidencia hacia el S con un 39% de ocurrencia, seguidas de las que inciden hacia el SE con un 12% de un total de 5.105 datos. Las mayores magnitudes para estas direcciones corresponden a 44,4 y 38,9 cm/s, respectivamente (Tabla 101).

**Tabla 101. Estadística básica-capa de fondo.**

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima(cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	29,6	0,9	6,0	5,5
N	22,2	0,9	4,9	3,6
NE	22,2	0,9	5,1	3,9
NW	17,6	0,9	4,2	3,0
S	44,4	0,9	7,5	6,3
SE	38,9	0,9	7,3	6,3
SW	25,0	0,9	6,0	4,7
W	19,4	0,9	4,5	2,9

Tabla 102. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa de fondo.

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	178	231	246	266	828	294	297	206	2.546	50%
5-10	89	94	105	83	557	136	129	83	1.276	25%
10-15	32	35	31	27	301	90	82	16	614	12%
15-20	13	7	10	3	114	53	23	3	226	4%
20-25	8	1	5		53	14	7		88	2%
25-30	6				34	9	2		51	1%
>30					19	4			23	0,5%
calmas	23	31	24	40	84	35	31	13	281	6%
Total	349	399	421	419	1.990	635	571	321	5.105	100%
% Ocurrencia	7%	8%	8%	8%	39%	12%	11%	6%	100%	

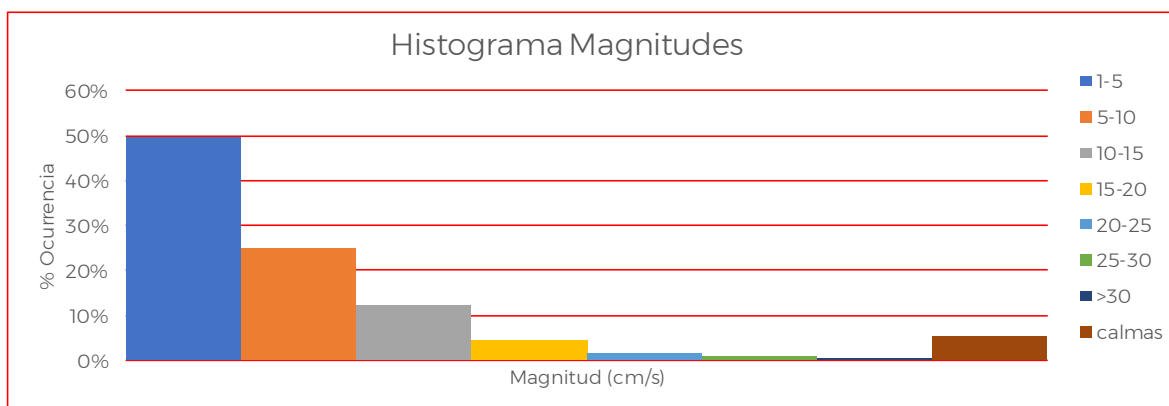
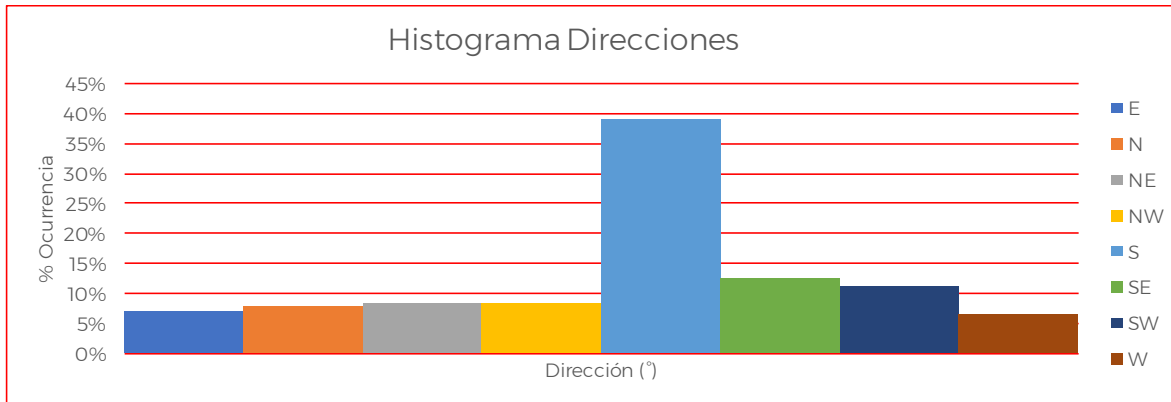


Figura 62. Histograma de velocidades-capa de fondo



**Figura 63.** Histograma de direcciones-capa de fondo.

Del registro total de datos de la serie temporal espectral, se puede observar que las mayores velocidades se alcanzaron hacia el Sur, en cambio las menores velocidades se observan en dirección Noreste. Las velocidades agrupadas por componentes u y v (E-W y N-S, Figura 64), varían su velocidad entre 0,9 y 44,4 cm/s en dirección Sur.

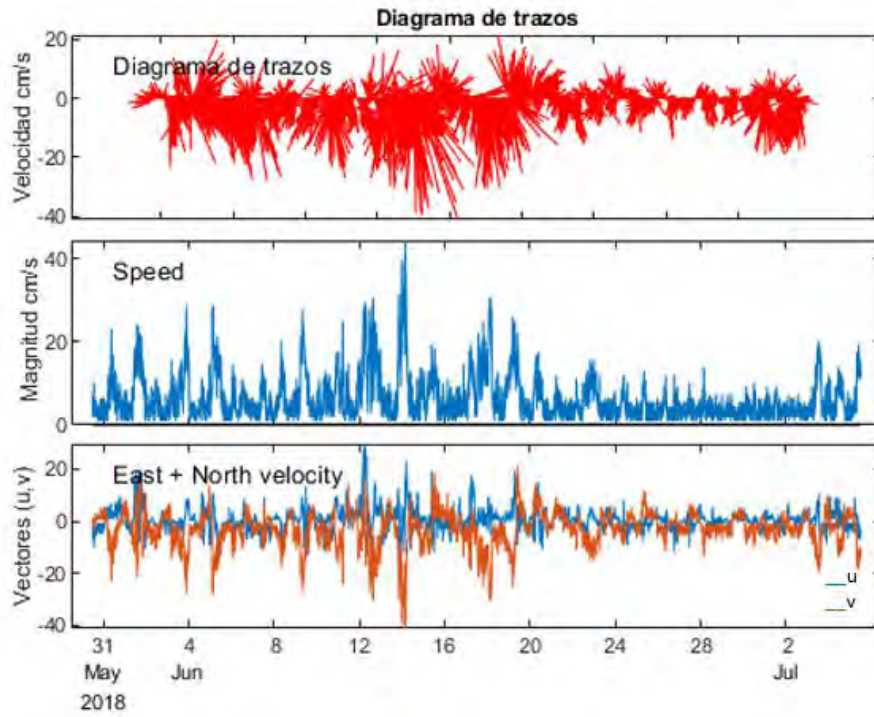


Figura 64. Series de tiempo- Capa de fondo.

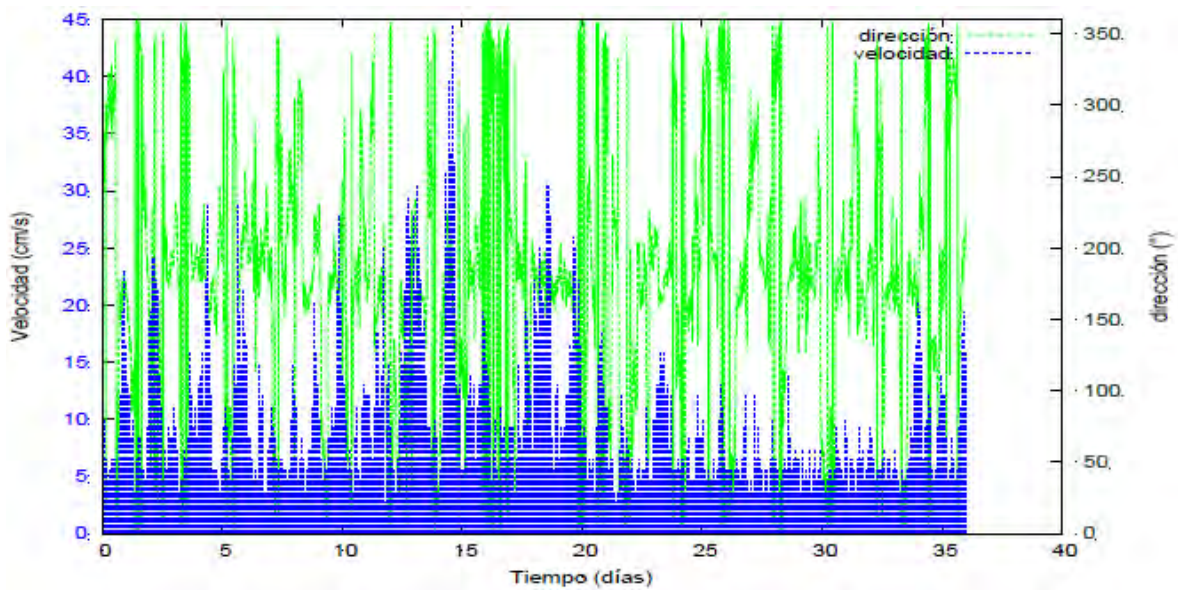


Figura 65. Análisis espectral-Capa de fondo.

El resultado del vector progresivo en la capa superficial muestra que la partícula recorre 52 Km hacia el norte y 70 km hacia el Oeste. En el caso de la capa media la partícula se mueve 100 Km en dirección Sur y 44km hacia el Este. La capa de fondo es la que presenta una mayor variación de direcciones, recorre 100 Km hacia el Sur y 16 Km hacia el Este.

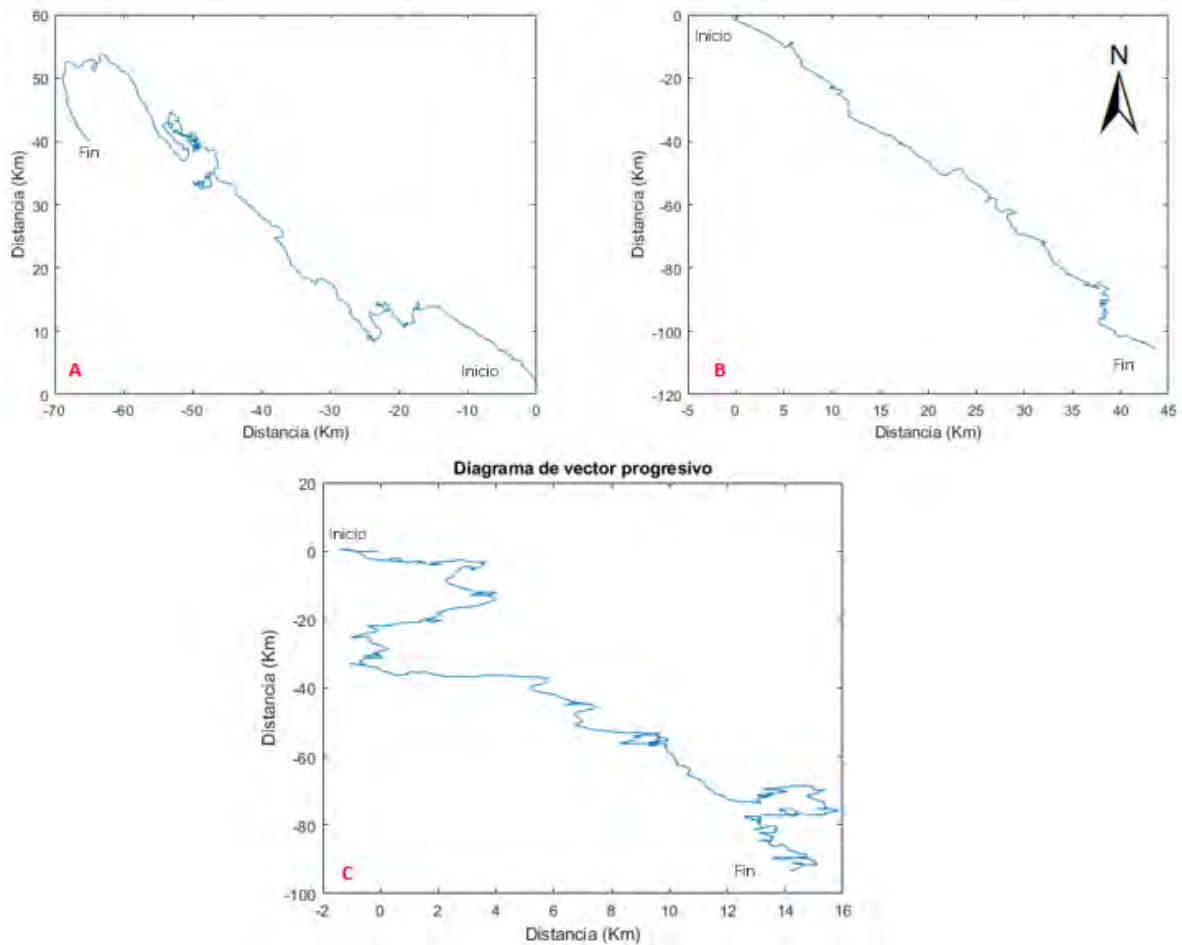


Figura 66. Diagrama vector progresivo. a) Capa superficie -b) Capa media -c) Capa de fondo.

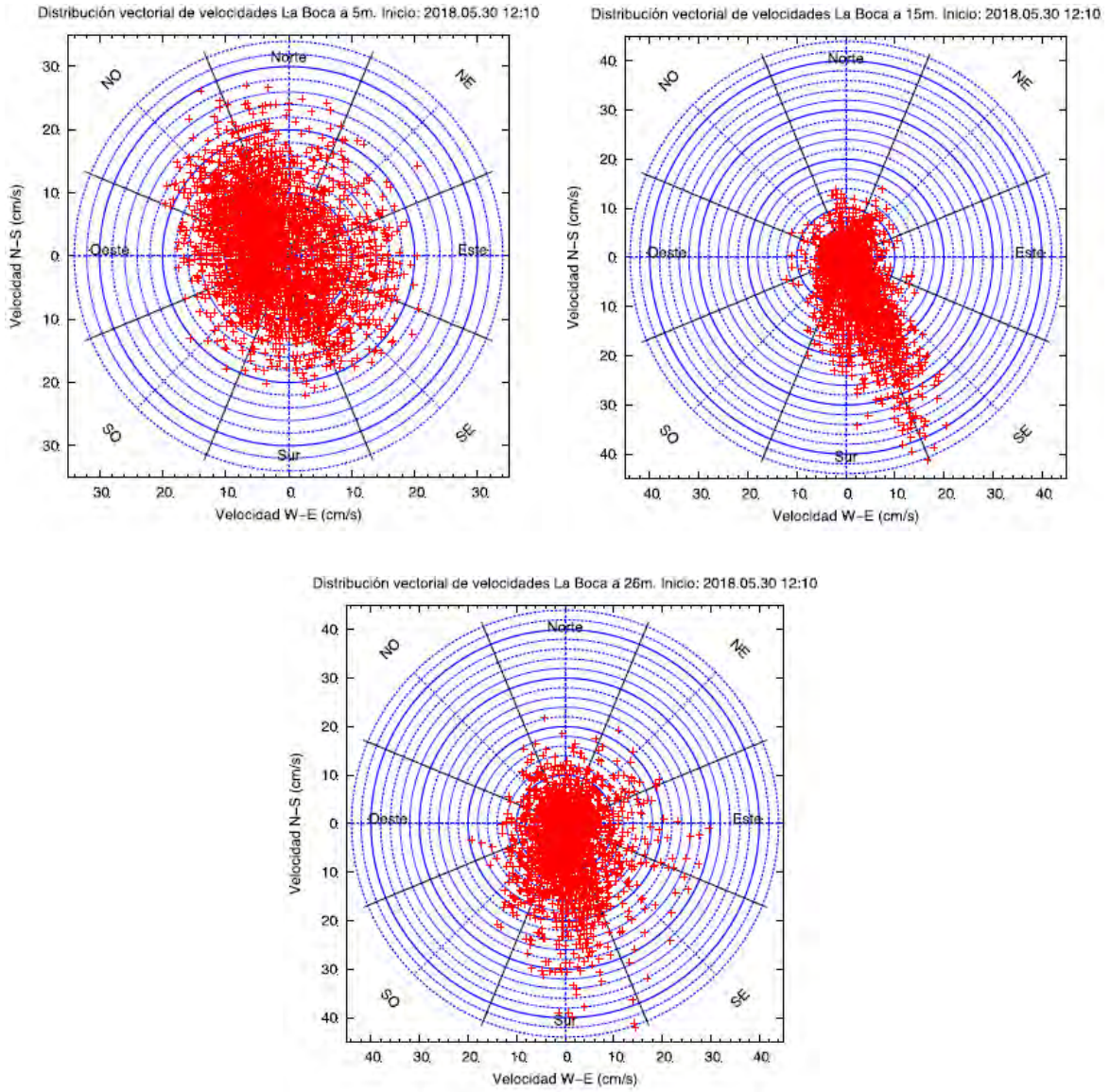


Figura 67. Distribución vectorial de corrientes. Capas superficiales, medio y 1 m del fondo. La Boca.

### 5.4.3.2 La Boca de Pupuya

Los equipos fueron instalados el día 30 de mayo y retirados el 5 de julio de 2018, considerando un total de 36 días de medición. Los equipos fueron instalados a 5 m, 15 m y 30 m de profundidad.

#### Capa superficial

Se analizó el registro obtenido para la capa más cercana a la superficie, la cual se encuentra a 5 m de profundidad. En la Tabla 104 se observa el rango de velocidades registrado en la capa superficial. La mayor magnitud se registró para la dirección E, cuyo valor fue de 44,2 cm/s (Tabla 103). Sin considerar los valores menores a 1 cm/s (calmas), los mayores porcentajes de ocurrencia de magnitud corresponden a los rangos entre 15-20 y 10-15 cm/s, con un 23% y 19% respectivamente. La corriente en esta capa tiende a dirigirse hacia el E.

**Tabla 103. Estadística básica-capas superficial.**

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	44,2	0,2	14,2	8,0
N	15,3	0,2	3,9	3,5
NE	27,8	0,2	8,3	7,3
NW	17,1	0,2	3,5	4,1
S	28,9	0,2	11,7	7,5
SE	43,5	0,2	15,6	8,8
SW	26,6	0,2	7,0	5,9
W	23,1	0,2	6,1	5,2

Tabla 104. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa superficial.

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	242	21	51	31	53	94	114	58	664	15%
5-10	319	8	33	15	67	108	98	55	703	16%
10-15	520	2	26	3	65	166	69	22	873	19%
15-20	671	1	30	3	78	188	37	12	1020	23%
20-25	282		15		40	155	11	3	506	11%
25-30	130		1		9	78	1		219	5%
>30	79					44			123	3%
calmas	126	12	37	24	27	35	72	39	372	8%
Total	2369	44	193	76	339	868	402	189	4480	100%
% Ocurrencia	53%	1%	4%	2%	8%	19%	9%	4%	100%	

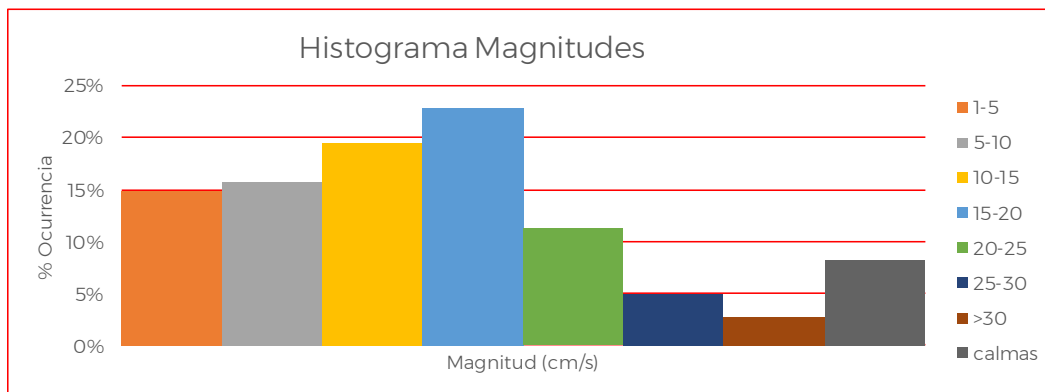


Figura 68. Histograma de velocidades-capa superficial.



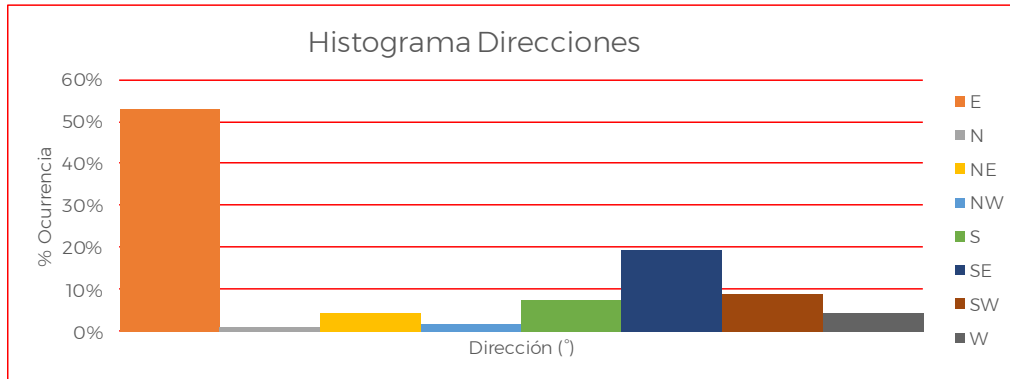


Figura 69. Histograma de direcciones-capa superficial.

Al analizar el total de registro de velocidad y dirección en los histogramas y gráficos de series de tiempo espectral, se observa que las mayores velocidades se alcanzan hacia el E, y las menores se observan en dirección N (Figura 71). En cuanto a las componentes u y v (Este-Oeste y norte-Sur, Figura 70), las velocidades varían entre 0 y 44,2 cm/s.

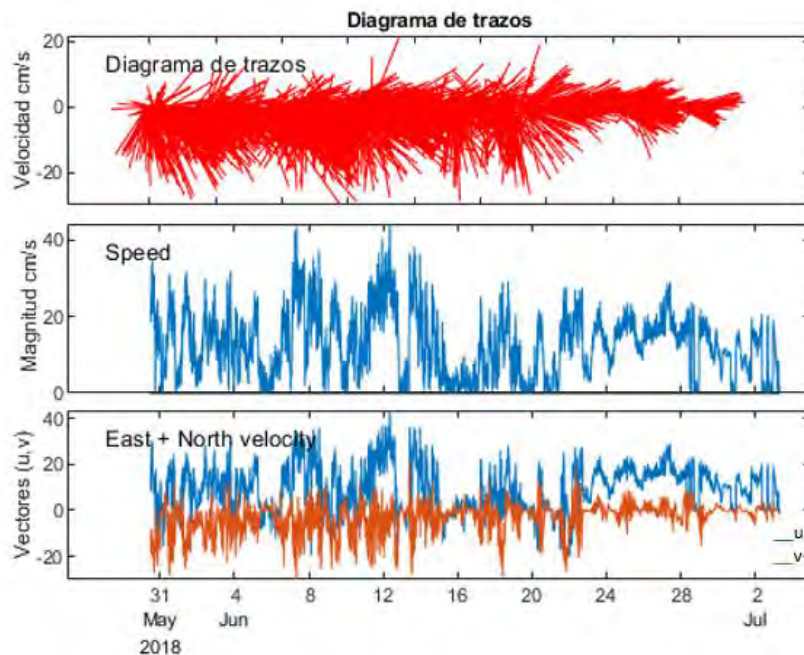


Figura 70. Series de tiempo-Capa superficial.

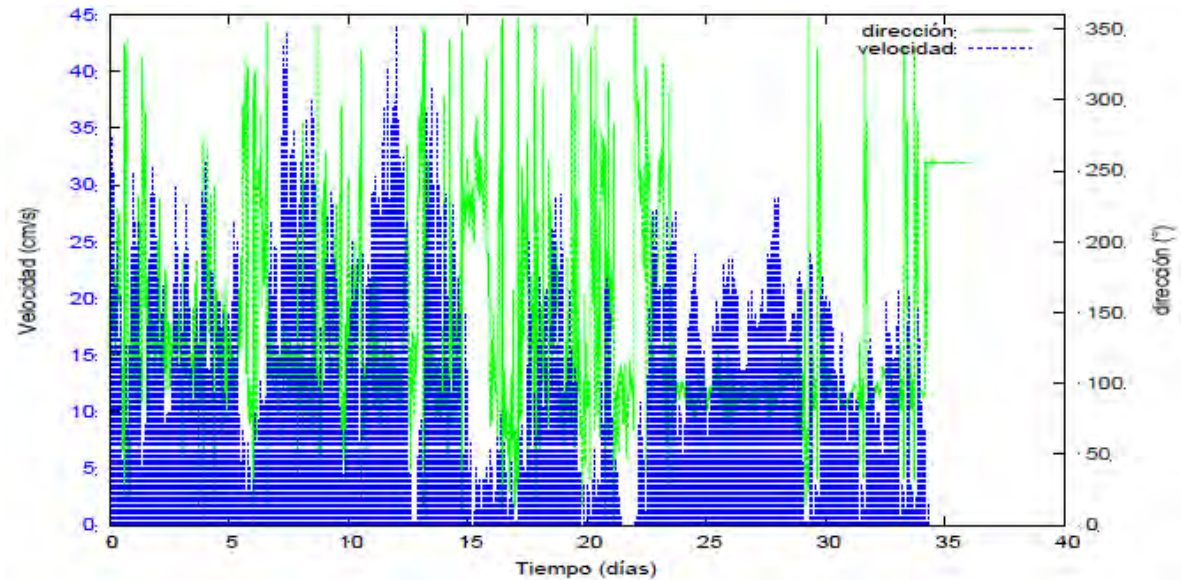


Figura 71. Análisis espectral- Capa de superficie.

### Capa media

La capa media se encuentra a una profundidad de 15 m. En la Tabla 106 se puede observar que las corrientes con un mayor porcentaje de ocurrencia oscilan entre los 1-5 cm/s, con un 50%. Se puede apreciar que las corrientes poseen una incidencia dominante hacia la dirección S con un 35% de ocurrencia, seguidas de las que inciden hacia SE con un 21%, donde las mayores magnitudes registradas son de 70,4 y 65,7 cm/s, respectivamente, para estas direcciones (Tabla 105).



**Tabla 105. Estadística básica-capa media.**

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	13,9	0,9	2,6	2,0
N	63,0	0,9	10,4	14,8
NE	15,7	0,9	2,7	2,2
NW	54,6	0,9	11,4	12,8
S	70,4	0,9	7,3	9,0
SE	65,7	0,9	10,1	11,4
SW	25,9	0,9	4,7	4,2
W	19,4	0,9	3,5	3,0

**Tabla 106. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa media.**

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	163	218	149	217	896	465	233	163	2504	50%
5-10	34	62	16	71	391	185	64	37	860	17%
10-15	1	35	4	46	155	122	36	12	411	8%
15-20		8	1	28	51	59	9	3	159	3%
20-25		6		30	33	52	2		123	2%
25-30		8		29	23	40	1		101	2%
>30		73		58	75	77			283	6%
calmas	92	93	53	55	123	70	46	55	587	12%
Total	290	503	223	534	1747	1070	391	270	5028	100%
% Ocurrencia	6%	10%	4%	11%	35%	21%	8%	5%	100%	

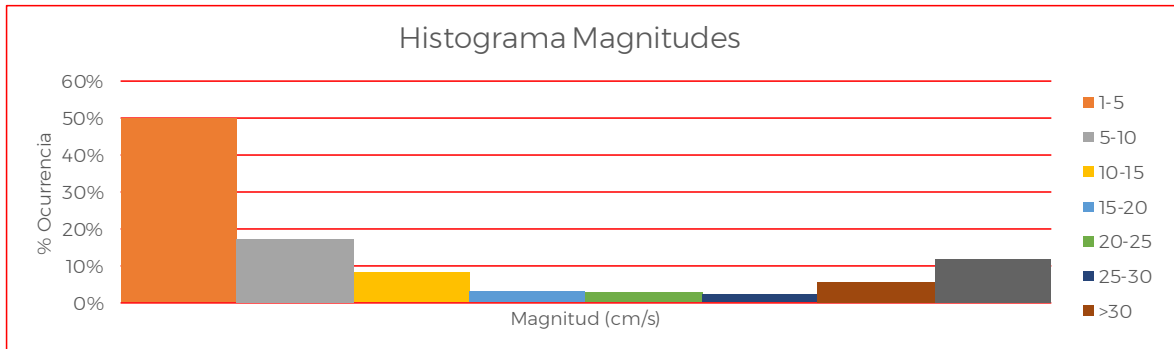


Figura 72. Histograma de velocidades-capa media.

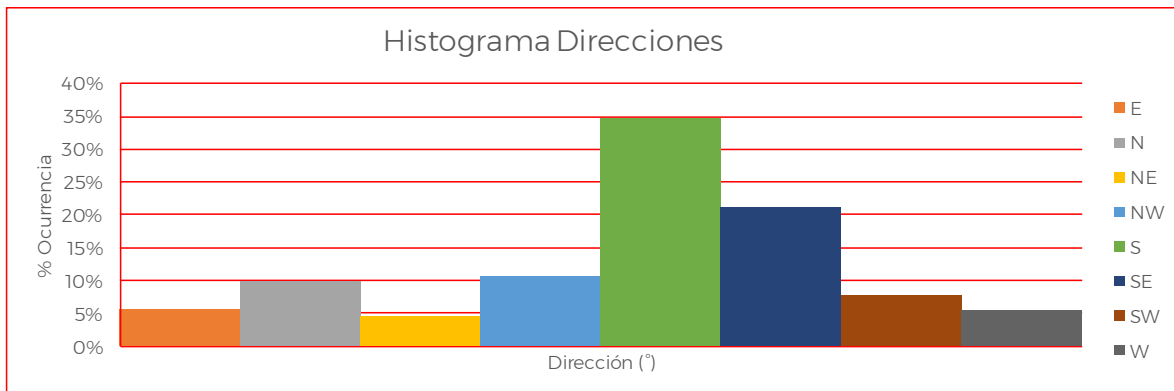


Figura 73. Histograma de direcciones-capa media.

La variación de la velocidad de la corriente a través del tiempo muestra que las mayores velocidades se alcanzan hacia el Sur y Sureste (Figura 75). Las velocidades agrupadas por componentes u y v, varían principalmente entre 0,9 y 70,4 cm/s, en dirección sur (Figura 74).

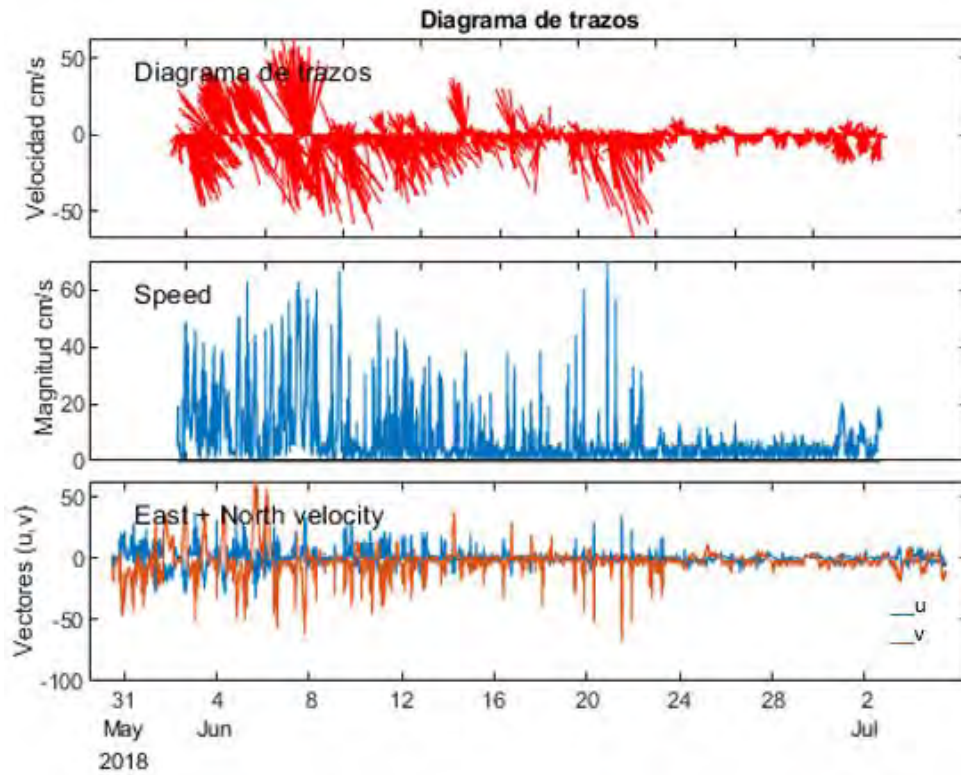


Figura 74. Series de tiempo- Capa media.

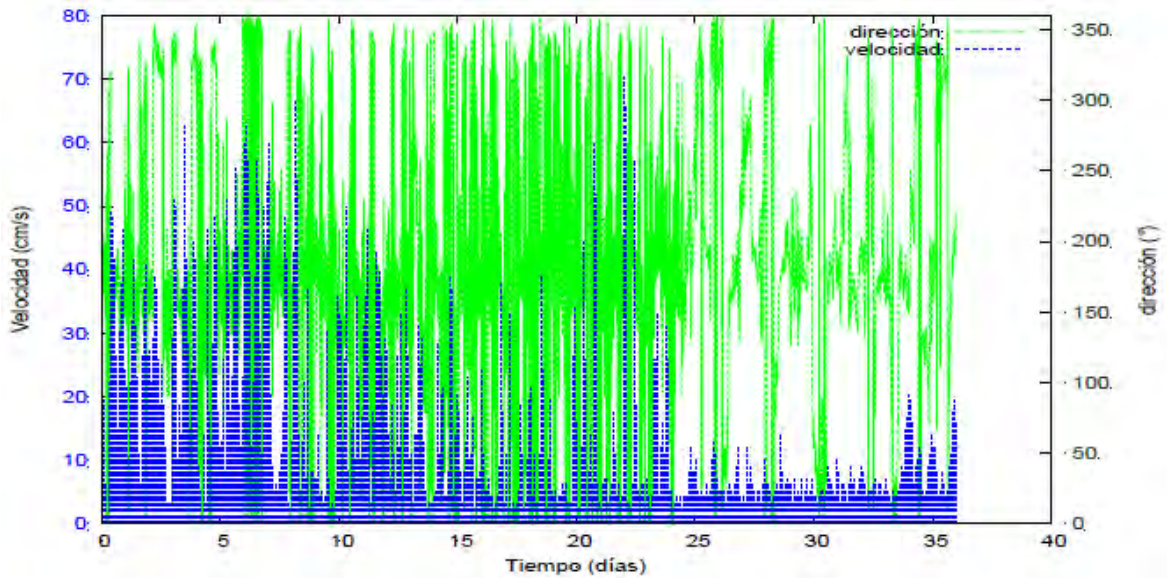


Figura 75. Análisis espectral- Capa media.



### Capa de fondo

La capa de fondo se encuentra a una profundidad de 30 m. De la Tabla 108 se puede observar que las corrientes con un mayor porcentaje de ocurrencia oscilan entre los 5-10 cm/s, seguidas por aquellas que oscilan entre los 1-5 cm/s con un 38% y 27%, respectivamente. Se muestra una tendencia de incidencia hacia el SE con un 36% seguidas de las que inciden hacia el S con un 30% de un total de 5.151 datos. Las mayores magnitudes para estas direcciones corresponden a 38,4 y 41,4 cm/s, respectivamente (Tabla 107).

**Tabla 107. Estadística básica-capa de fondo.**

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	26,2	1,9	8,3	3,6
N	30,1	0,2	8,6	4,9
NE	20,8	0,5	8,6	3,6
NW	30,6	0,5	8,4	4,1
S	41,4	0,2	9,7	8,7
SE	38,4	0,2	9,0	6,3
SW	15,3	0,7	6,4	3,1
W	16,7	0,9	7,0	3,1

**Tabla 108. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa de fondo.**

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	41	157	16	87	505	476	50	35	1367	27%
5-10	153	244	70	175	463	710	83	81	1979	38%
10-15	65	181	44	113	162	345	21	22	953	19%
15-20	10	50	5	20	97	152	1	2	337	7%
20-25	1	7	1	1	106	83			199	4%
25-30	1	3			81	29			114	2%
>30		1		1	53	19			74	1%



Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
calmas		12	2	3	58	50	2	1	128	2%
Total	271	655	138	400	1525	1864	157	141	5151	100%
% Ocurrencia	5%	13%	3%	8%	30%	36%	3%	3%	100%	

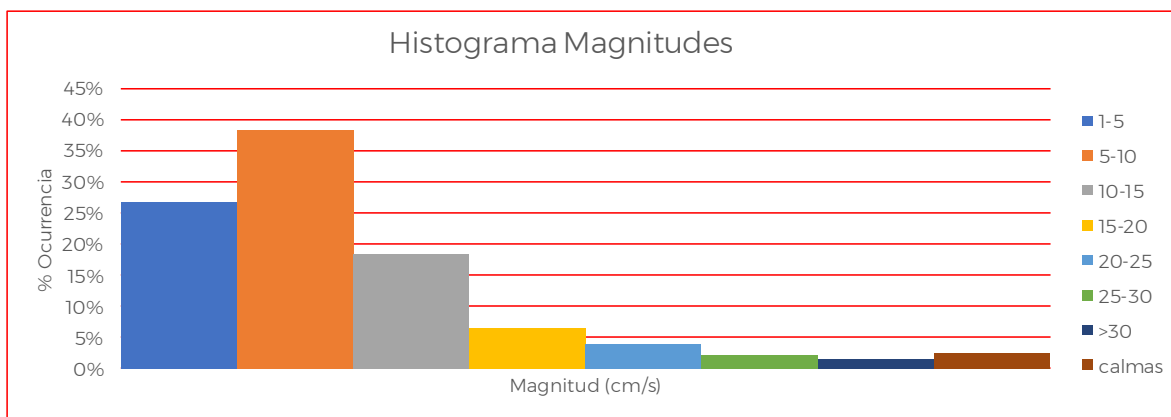


Figura 76. Histograma de velocidades-capa de fondo.

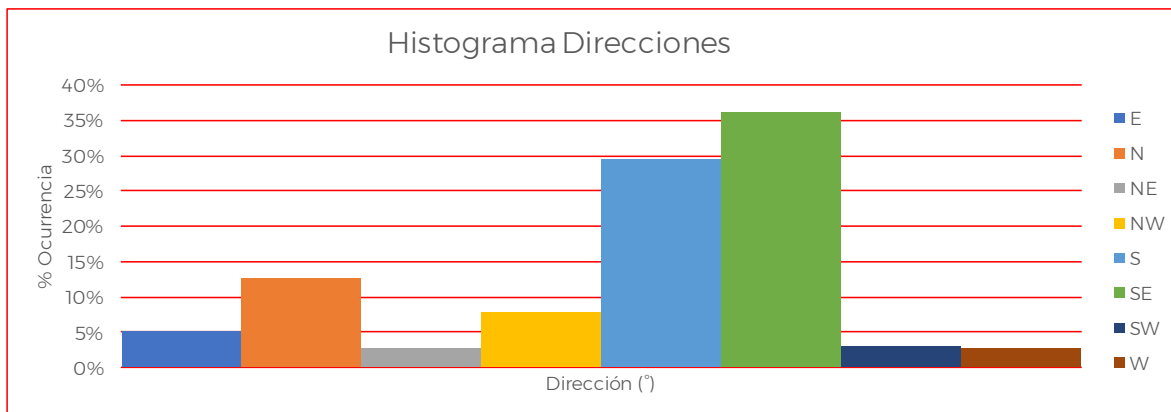


Figura 77. Histograma de direcciones-capa de fondo.



Del registro total de datos de la serie temporal espectral, se puede observar que las mayores velocidades se alcanzaron hacia el Sureste, en cambio las menores velocidades se observan en dirección Suroeste y Oeste (Figura 79). Las velocidades agrupadas por componentes u y v (E-W y N-S, Figura 78), varían su velocidad entre 0,2 y 41,4 cm/s en dirección Sur.

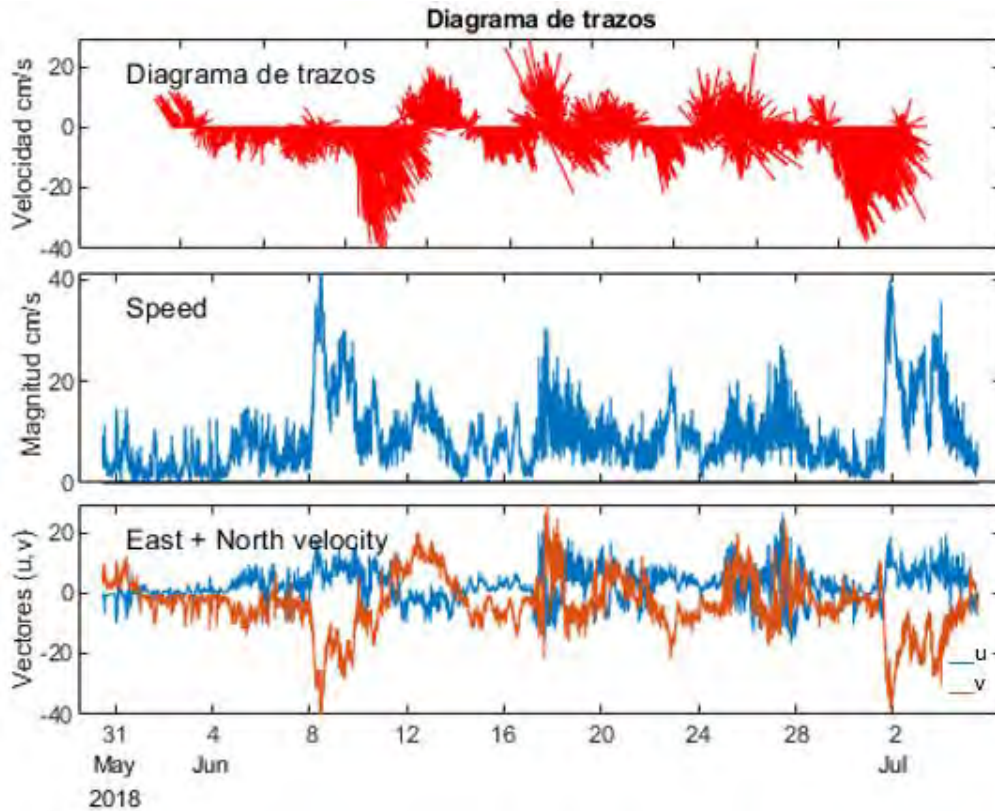


Figura 78. Series de tiempo- Capa de fondo.



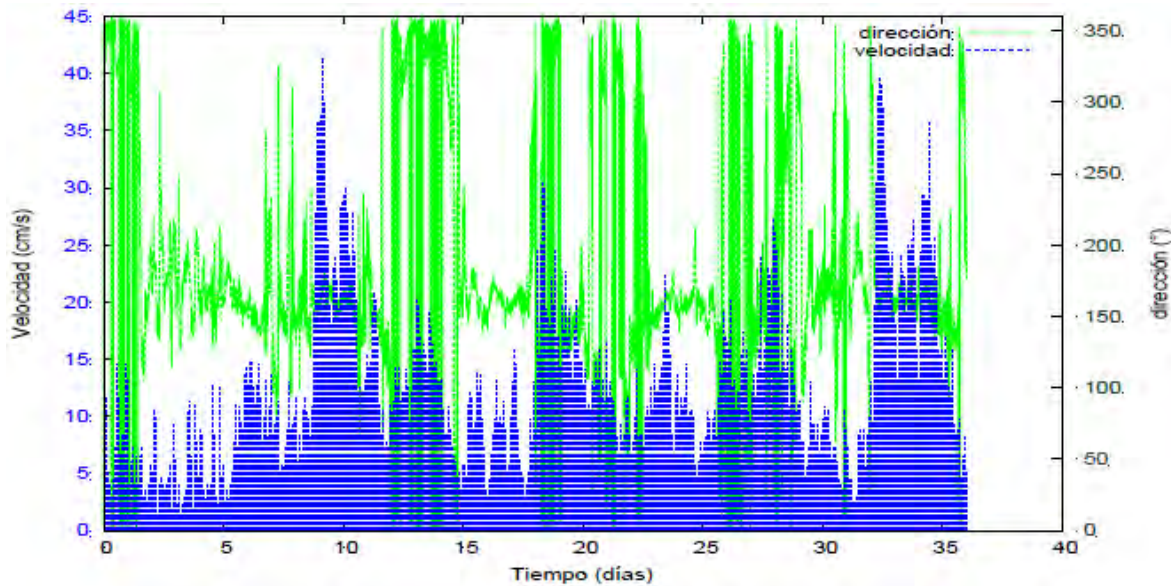


Figura 79. Análisis espectral - Capa de fondo.

El resultado del vector progresivo en la capa superficial muestra que la partícula recorre 80 Km hacia el Sur y 240 hacia el Este. En el caso de la capa media es la que presenta una mayor variación de direcciones recorre 14,2 Km hacia el Este y 70 km hacia el Sur. La capa de fondo la partícula se mueve 120 Km hacia el Sur y 70 Km hacia el Este.

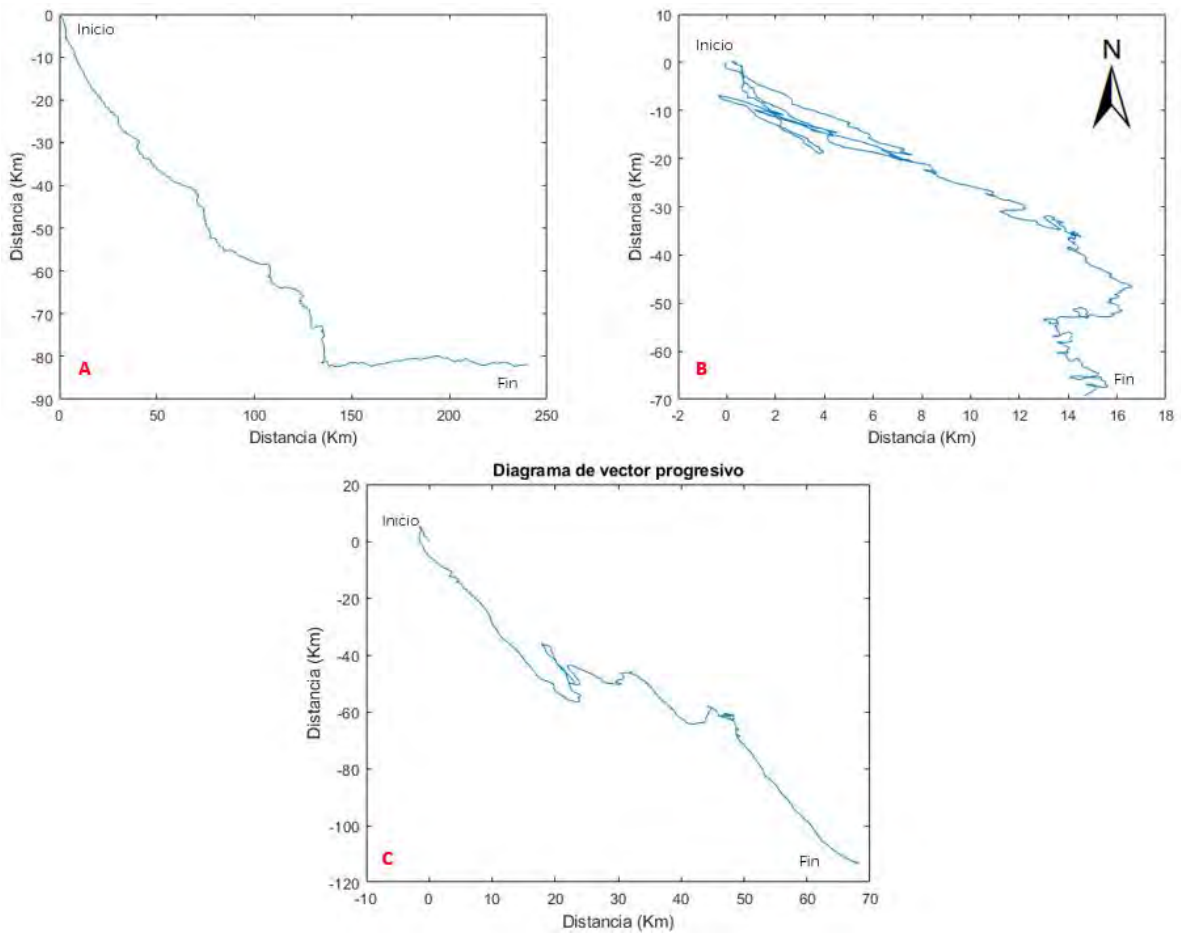


Figura 80. Diagrama vector progresivo. a) Capa superficie-b) Capa media-c) Capa de fondo.

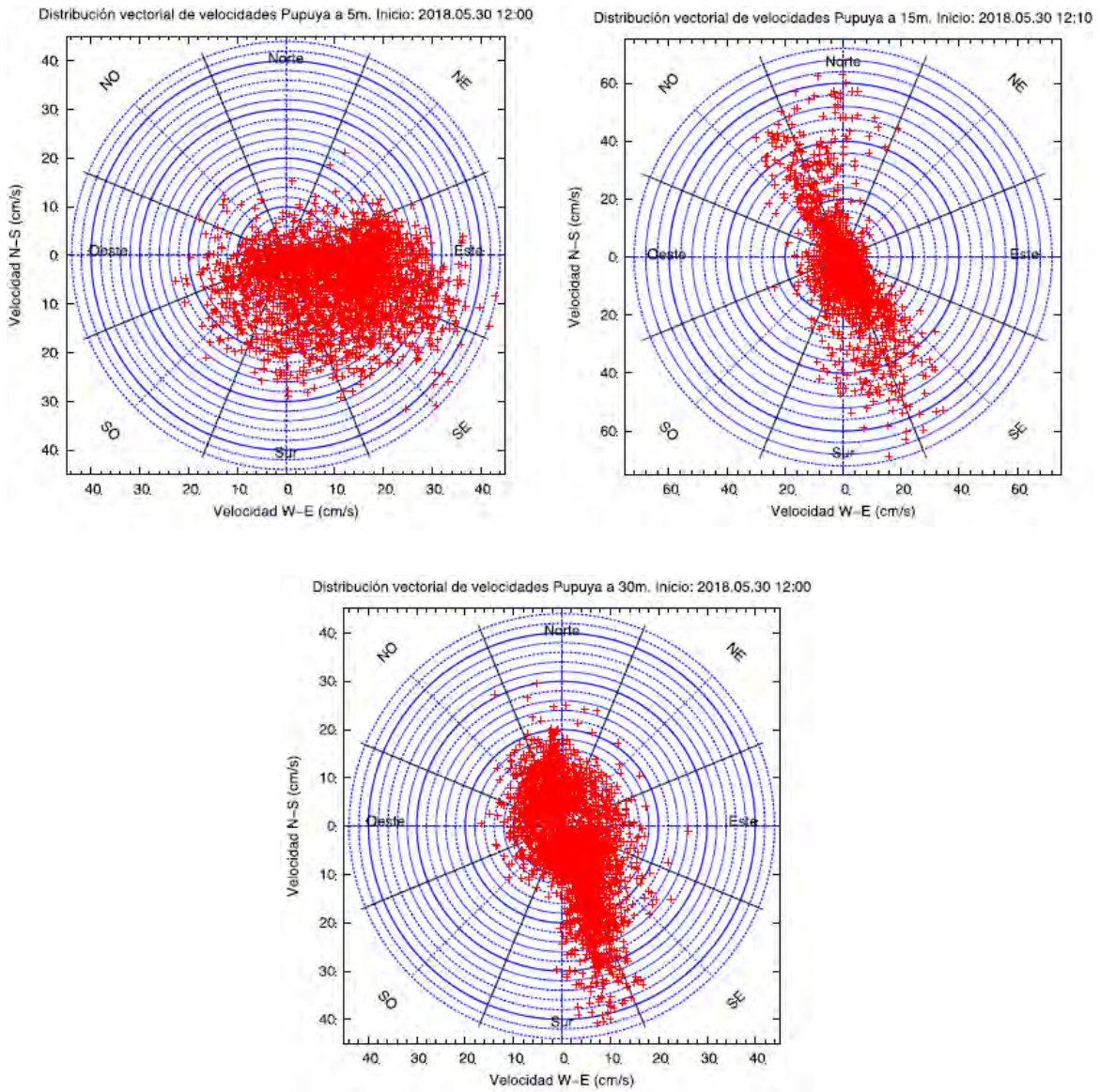


Figura 81. Distribución vectorial de corrientes. Capas superficiales, medio y 1 m del fondo. La Boca de Pupuya.



### 5.4.3.3 Cáhuil

Los equipos fueron instalados el día 24 de mayo y retirados el 30 de junio de 2018, considerando un total de 37 días de medición. Los equipos fueron instalados a 5 m, 20 m y 33 m de profundidad.

#### Capa superficial

Se analizó el registro obtenido para la capa más cercana a la superficie, la cual se encuentra a 5 m de profundidad. En la Tabla 110 se observa el rango de velocidades registrado en la capa superficial. La mayor magnitud se registró en la dirección W, cuyo valor fue de 30,6 cm/s (Tabla 109). Sin considerar los valores menores a 1 cm/s (calmas), los mayores porcentajes de ocurrencia de magnitud corresponden a los rangos entre 5-10 y 1-5 cm/s, con un 41% y 29% respectivamente. La corriente en esta capa tiende a dirigirse hacia el NW y W.

**Tabla 109.** Estadística básica-capa superficial.

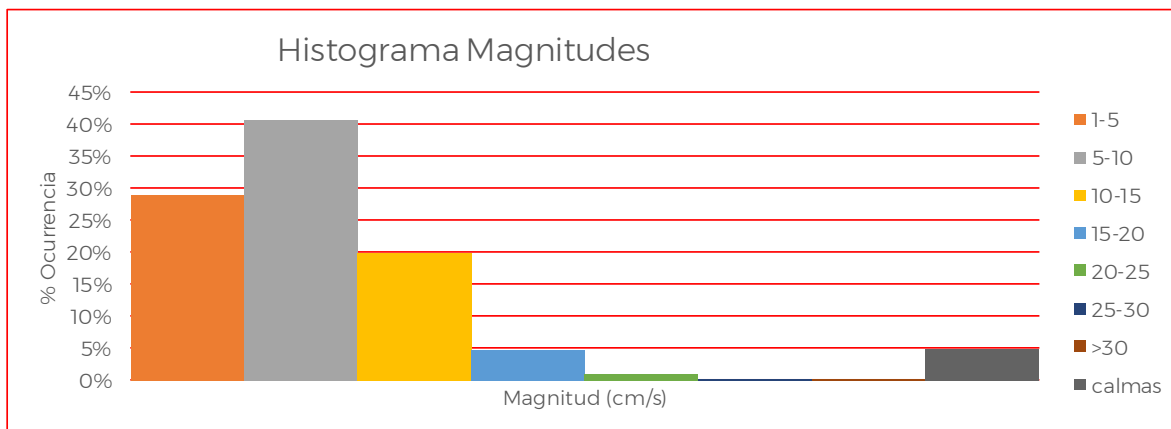
Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	21,3	0,9	7,9	4,7
N	24,1	0,9	7,8	4,8
NE	23,1	0,9	7,2	4,3
NW	28,7	0,9	8,7	4,7
S	18,5	0,9	6,4	3,8
SE	20,4	0,9	7,6	4,3
SW	17,6	0,9	5,7	3,1
W	30,6	0,9	6,7	3,8



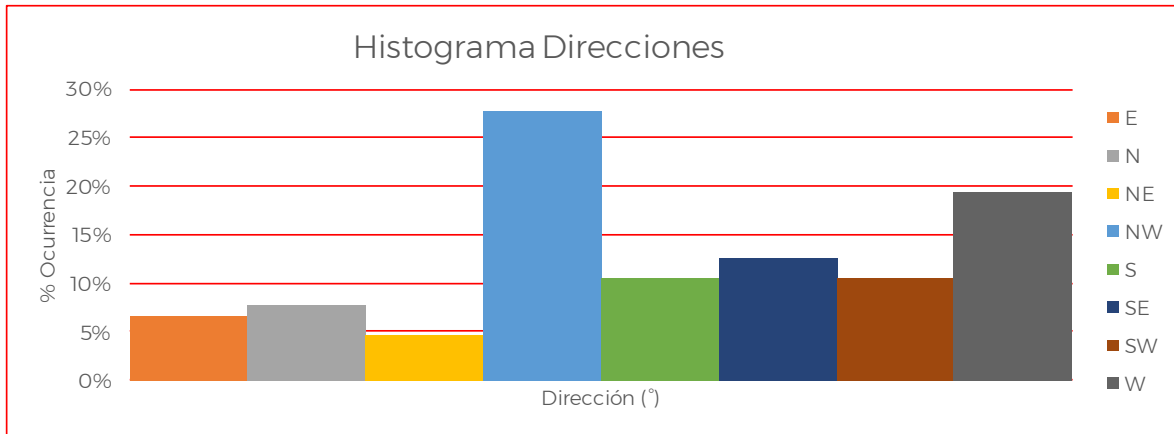
**Tabla 110.** Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa superficial.

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	80	114	61	279	180	176	190	299	1.379	29%
5-10	107	142	85	529	199	242	229	409	1.942	41%
10-15	86	68	51	357	77	116	46	153	954	20%
15-20	18	24	8	91	14	39	3	23	220	5%
20-25	1	10	1	28		2			42	1%
25-30				2					2	0%
>30								1	1	0%
calmas	25	13	18	36	35	28	37	41	233	5%
Total	317	371	224	1.322	505	603	505	926	4.773	100%
% Ocurrencia	7%	8%	5%	28%	11%	13%	11%	19%	100%	

Las Figura 82 y Figura 83 muestran los histogramas de magnitud y dirección, respectivamente, y representan gráficamente lo descrito en las tablas de frecuencia y ocurrencia (Tabla 104).



**Figura 82.** Histograma de velocidades-capa superficial.



**Figura 83.** Histograma de direcciones-capa superficial.

Al analizar el total de registro de velocidad y dirección en los histogramas y gráficos de series de tiempo espectral, se observa que las mayores velocidades se alcanzan hacia el NW, y las menores se observan en dirección NE (Figura 85). En cuanto a las componentes u y v (Este-Oeste y norte-Sur, Figura 84), las velocidades varían entre 0,9 y 30,6 cm/s.

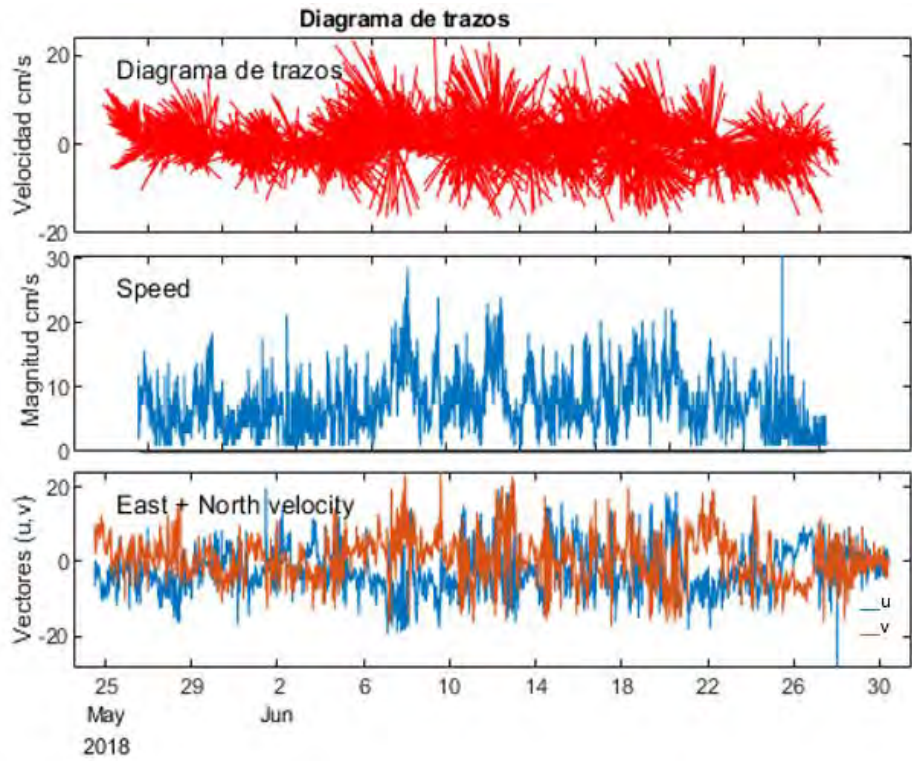


Figura 84. Series de tiempo-Capa superficial.

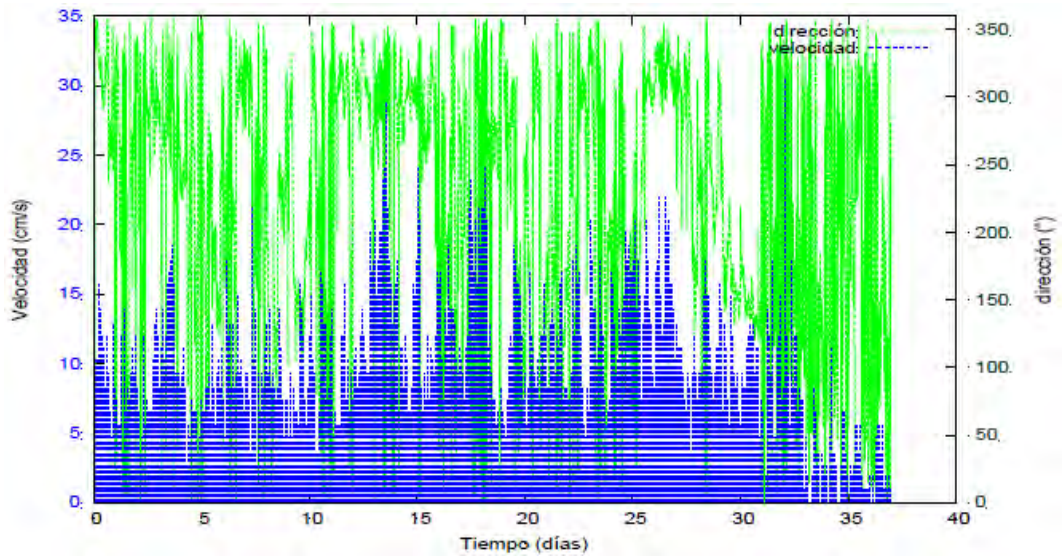


Figura 85. Análisis espectral- Capa de superficie.



### Capa media

La capa media se encuentra a una profundidad de 20 m. En la Tabla 112 se puede observar que las corrientes con un mayor porcentaje de ocurrencia oscilan entre los 1-5 y 5-10 cm/s, con un 46% y 29%, respectivamente.

Se observa que las corrientes poseen una incidencia dominante hacia la dirección NW con un 44% de ocurrencia, donde la máxima magnitud registrada es de 19,4 cm/s para esta dirección (Tabla 111).

**Tabla 111. Estadística básica-capa media.**

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	16,7	0,9	3,3	2,6
N	17,6	0,9	4,5	3,1
NE	13,9	0,9	2,8	2,1
NW	19,4	0,9	6,6	3,8
S	14,8	0,9	3,0	2,3
SE	17,6	0,9	3,6	2,8
SW	12	0,9	3,3	2,4
W	30,6	0,9	4,3	3,6

**Tabla 112. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa media.**

Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
1-5	122	250	88	653	268	373	126	218	2.098	46%
5-10	43	163	19	828	47	111	44	79	1.334	29%
10-15	4	32	2	360	13	22	4	29	466	10%
15-20	1	4		36		3		3	47	1%
>30								1	1	0,02%





Magnitud (cm/s)	Direcciones								Total	% Ocurrencia
	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W		
calmas	58	79	41	131	108	113	51	70	651	14%
Total	228	528	150	2.008	436	622	225	400	4.597	100%
% Ocurrencia	5%	11%	3%	44%	9%	14%	5%	9%	100%	

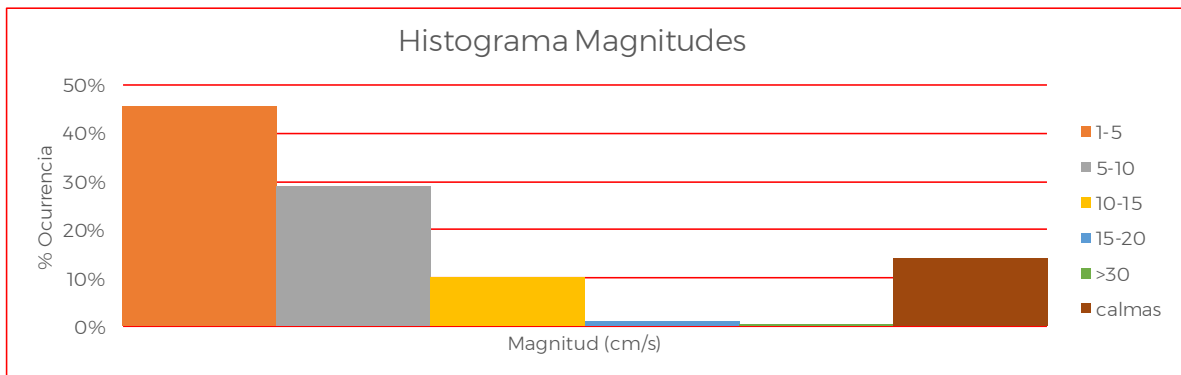


Figura 86. Histograma de velocidades-capa media.

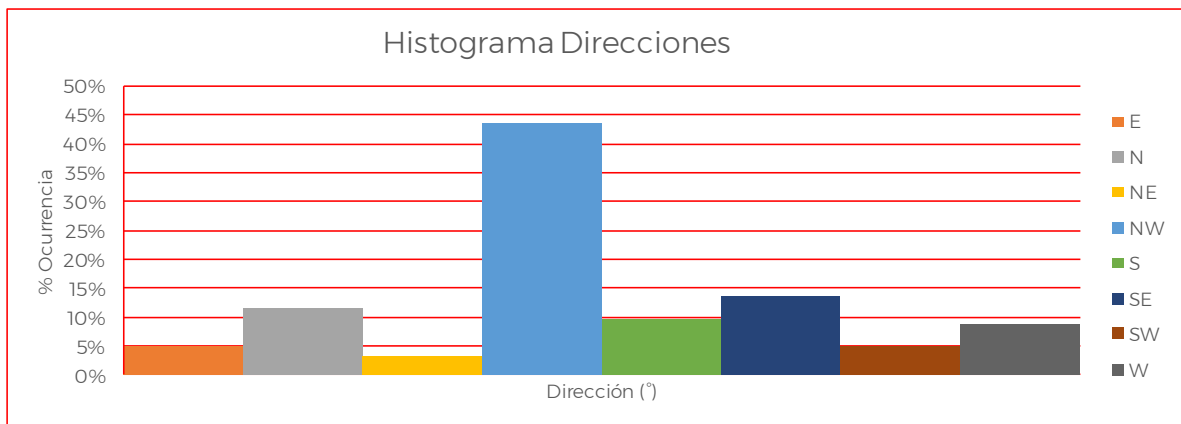


Figura 87. Histograma de direcciones-capa media.



La variación de la velocidad de la corriente a través del tiempo muestra que las mayores velocidades se alcanzan hacia el NW (Figura 89). Las velocidades agrupadas por componentes u y v, varían principalmente entre 0,9 y 30,6 cm/s, en dirección Noroeste (Figura 88).

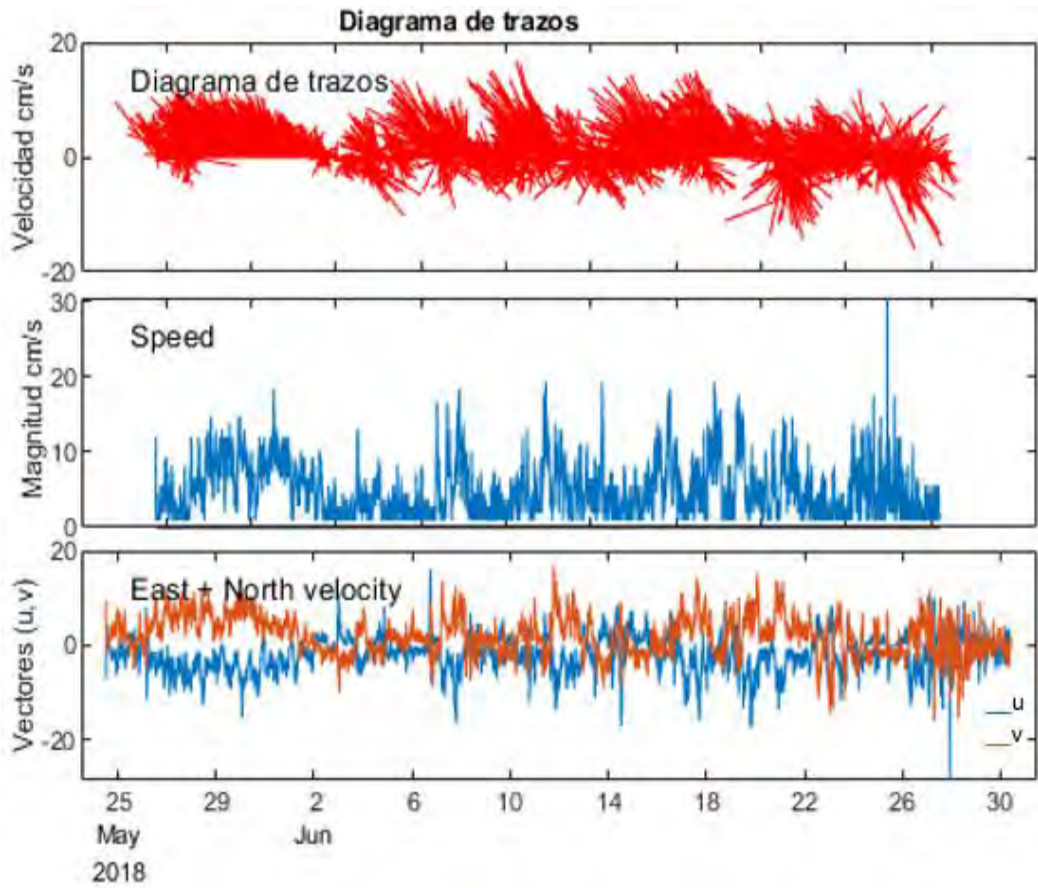


Figura 88. Series de tiempo- Capa media.

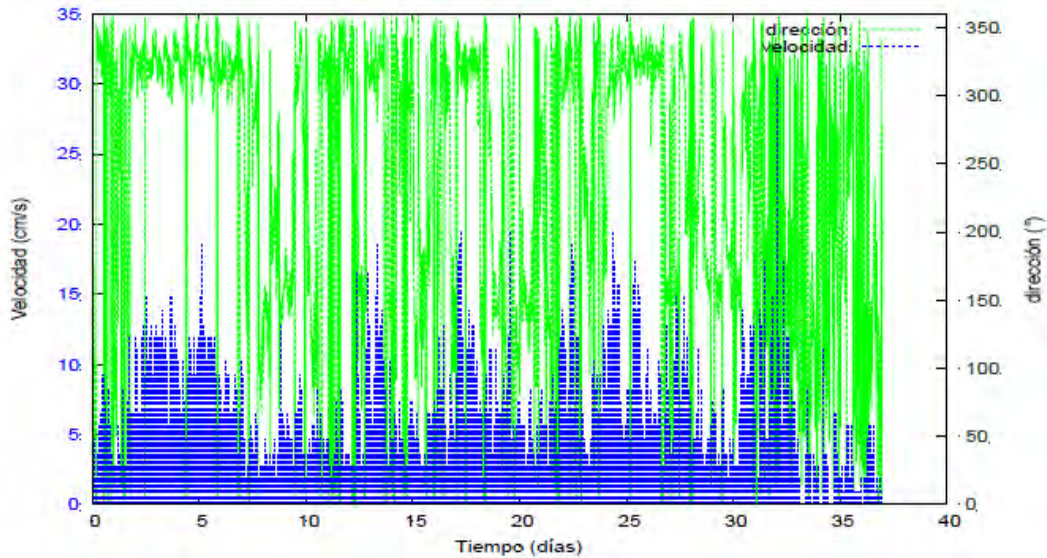


Figura 89. Análisis espectral- Capa media.

### Capa de fondo

La capa de fondo se encuentra a una profundidad de 33 m. En la Tabla 113 se puede observar que las corrientes con un mayor porcentaje de ocurrencia (56%), oscilan entre los 1-5 cm/s, Se observa una tendencia de incidencia hacia el SE con un 25% de ocurrencia, seguida de las que inciden hacia el S con un 18% de un total de 4.251 datos.

Tabla 113. Estadística básica-capa de fondo.

Dirección	Máxima (cm/s)	Mínima (cm/s)	Promedio (cm/s)	Desv.S (cm/s)
E	10,2	0,9	3,0	2,1
N	17,6	0,9	3,6	2,6
NE	13,9	0,9	3,4	2,5
NW	17,6	0,9	4,5	3,3
S	17,6	0,9	3,6	2,9
SE	23,1	0,9	3,8	2,7
SW	10,2	0,9	2,8	1,9
W	30,6	0,9	3,5	3,0



Tabla 114. Tabla de frecuencia y ocurrencia-capa de fondo.

Magnitud (cm/s)	Direcciones		Total	% Ocurrencia						
	E	N		NE	NW	S	SE	SW	W	
1-5	230	191	174	285	426	623	203	267	2.399	56%
5-10	54	78	54	139	137	209	36	75	782	18%
10-15	3	9	7	42	28	24	3	15	131	3%
15-20		1		5	4	6		2	18	0,4%
20-25						2		1	3	0,07%
>30								1	1	0,02%
calmas	104	68	81	81	180	188	103	112	917	22%
Total	391	347	316	552	775	1.052	345	473	4.251	100%
% Ocurrencia	9%	8%	7%	13%	18%	25%	8%	11%	100%	

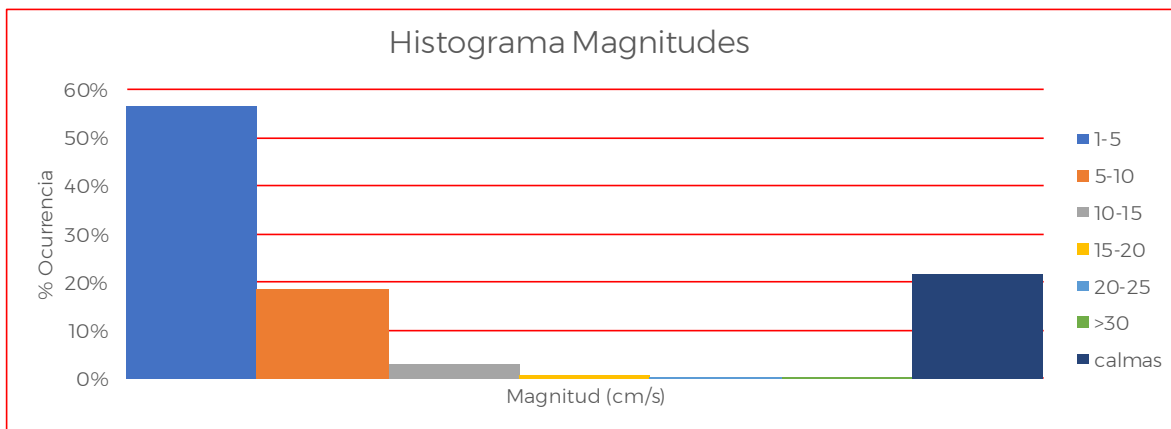


Figura 90. Histograma de velocidades-capa de fondo.

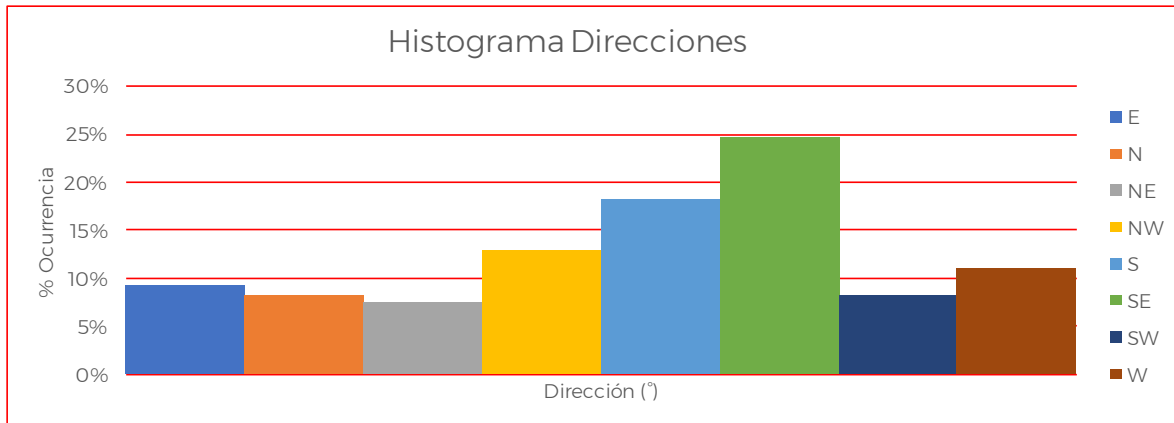


Figura 91. Histograma de direcciones-capa de fondo.

Del registro total de datos de la serie temporal espectral, se puede observar que las mayores velocidades se alcanzaron hacia el Sureste, en cambio las menores velocidades se observan en dirección Noreste (Figura 93). Las velocidades agrupadas por componentes u y v (E-W y N-S, Figura 92), varían su velocidad entre 0,9 y 30,6 cm/s en dirección Oeste.

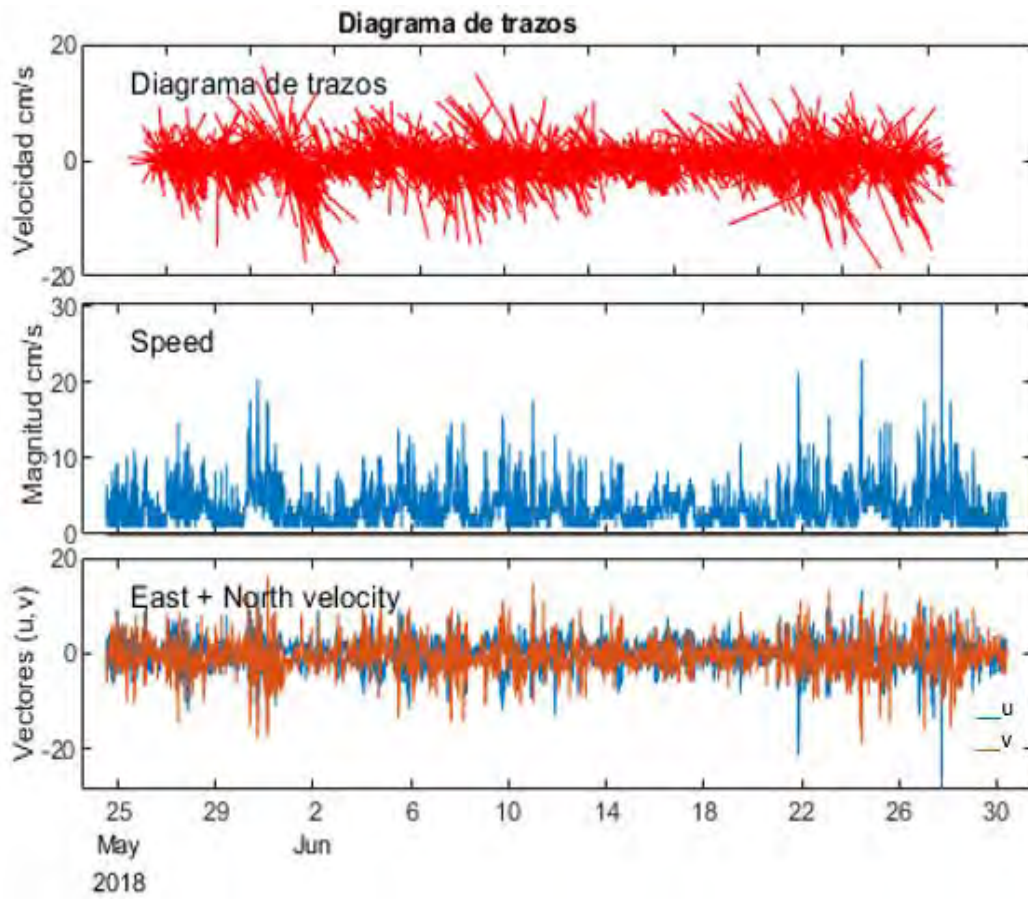


Figura 92. Series de tiempo- Capa de fondo.

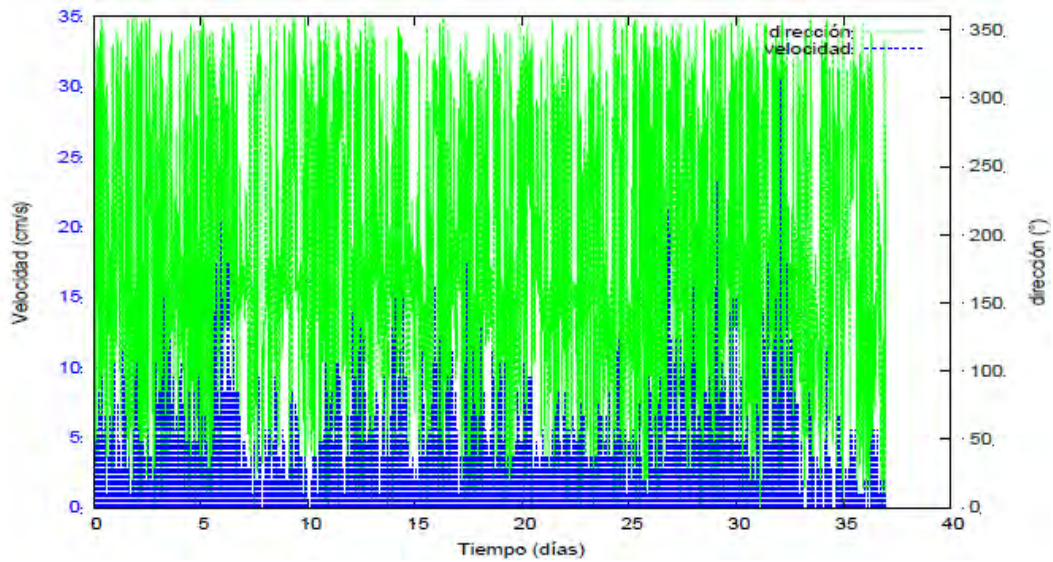


Figura 93. Análisis espectral - Capa de fondo.

Los diagramas de vector progresivo para las profundidades analizadas presentan un desplazamiento de partícula teórica similar entre las capas de superficie y media (Figura 94-a y b) con dirección predominante NW. Además, se observa una distancia recorrida mayor en la componente este de 60 Km y para la componente norte de 30 Km para la capa superficial, y el recorrido de la componente norte para la capa media es de 52 Km. Finalmente, en capa de fondo (Figura 94-C) se distingue una mayor variabilidad de direcciones el vector de corrientes, con una dirección predominante hacia el Sur recorriendo 16 Km y componentes vectoriales Este y Oeste.

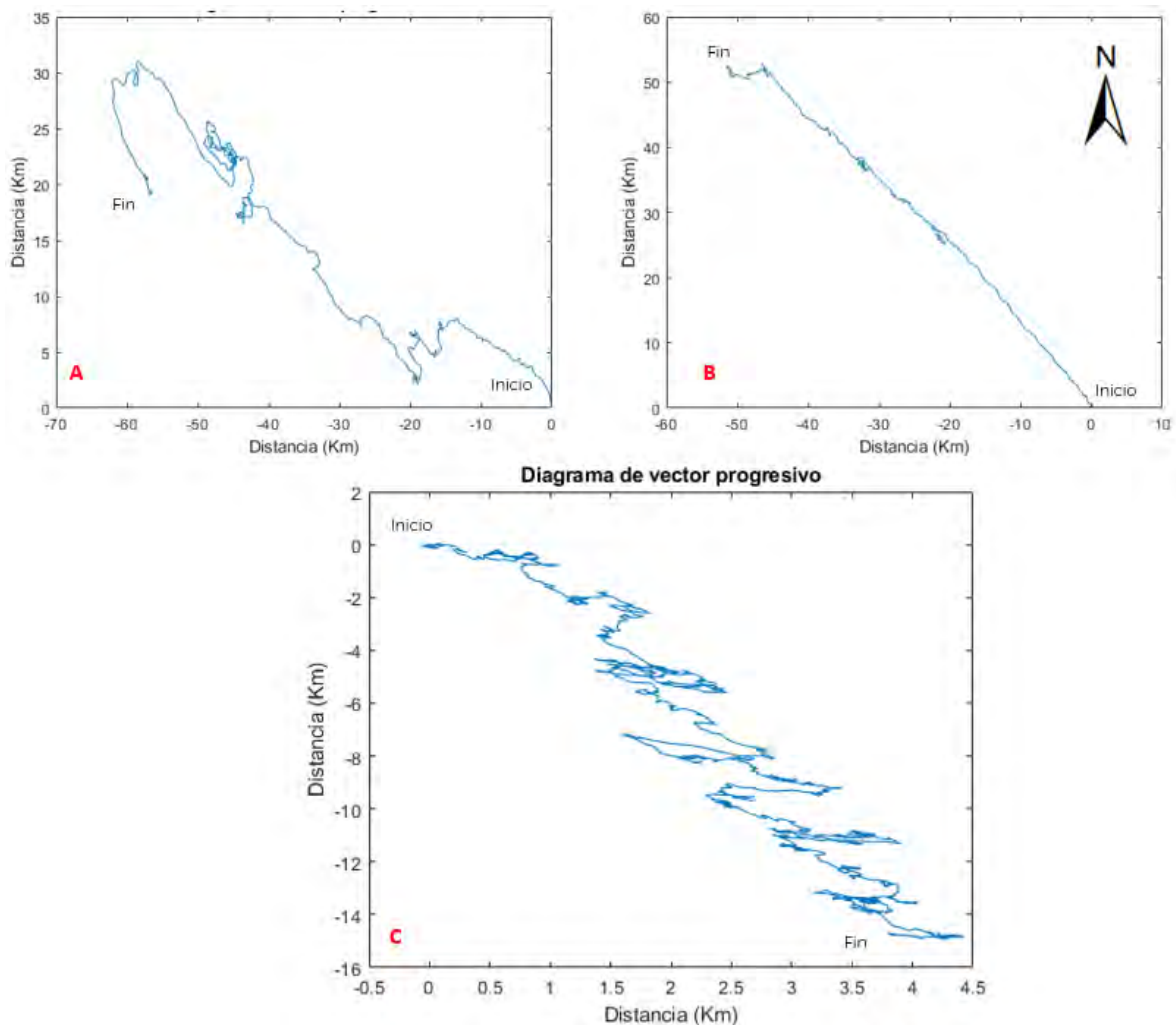


Figura 94. Diagrama vector progresivo. a) Capa superficie-b) Capa media-c) Capa de fondo.

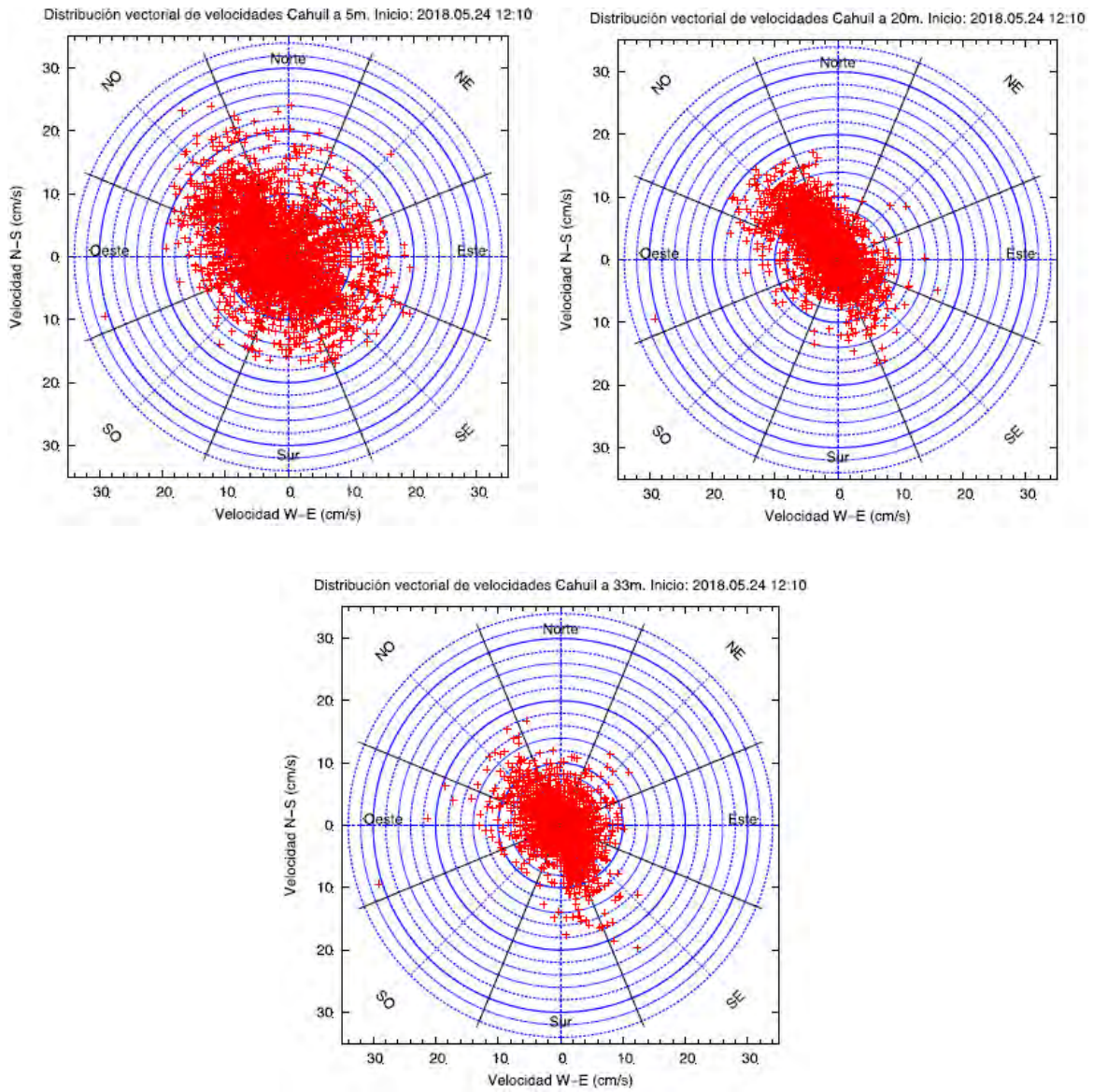


Figura 95. Distribución vectorial de corrientes. Capas superficiales, medio y 1 m del fondo. Cahuil





#### 5.4.3.4 Bucalemu

Los equipos fueron instalados los primeros días de junio frente a la localidad de Bucalemu. Debido a que el sector presentaba una alta dinámica de corrientes y la rompiente quedaba cerca del punto de anclaje, además de los mismos comentarios de los pescadores que señalaban que el sitio presentaba frecuentes marejadas, se utilizó una mayor cantidad de pesos para el fondeo. Una vez transcurrido el tiempo de medición, se procedió al retiro de los equipos, los cuales no fueron hallados en el lugar de instalación, lo cual consideró todo un día de búsqueda.

Debido a esta situación se informó a Subpesca de lo acontecido, proponiendo un nuevo sitio de muestreo y un sector con mejores características de fondeo, es decir, mayor profundidad y lejos de la rompiente del sector, de manera de no comprometer a los equipos y la medición. La instalación de los equipos se desarrolló y al momento de ser retirados nuevamente no se encontraron en el sector.

En conjunto con la contraparte técnica, se decidió no volver a instalar un tercer correntómetro, por el peligro que existía de volver a perderlos y a los costos asociados. En el Anexo J (Carta FIPA N°353), se adjunta la carta del FIPA que respalda lo anterior.

Para realizar la caracterización de la dinámica del sector se inició una búsqueda exhaustiva de bibliografía en la zona y se descubrió una escasez de datos referidos a las corrientes, ya sean oceánicas o litorales para este sector.

En forma general, la zona centro sur del país se caracteriza por tener zonas de rompiente y corrientes fuertes dada su morfología y exposición de las costas abiertas, la caracterización de las condiciones oceanográficas en general se realiza por medio del análisis de datos (*in-situ* y/o satelitales) y modelación numérica. Esto con el fin de definir con datos fidedignos los patrones de circulación variabilidad y proceso oceanográficos a diferentes escalas espaciotemporales, para tal razón a falta de una información robusta se recopilaron fotografías satelitales en la zona donde se reubico el correntómetro, mediante Google Earth, estas fotografías son posterior al terremoto de febrero del 2010, ya que esta fue la zona más afectada por el evento climático, el cual, cambio drásticamente la morfología de las playas, por tal razón y como las corrientes dependen en parte de este factor las imágenes fueron posterior a esta fecha.



Las corrientes pueden estar inducidas por la acción del viento sobre la superficie del agua, marea y oleaje, y son las que presentan una mayor relevancia al momento de realizar estudios hidrodinámicos. El movimiento de las corrientes puede estar restringido por la cercanía de la línea de costa y presentar como característica principal la variabilidad espacial y temporal, a continuación, se exponen brevemente sus características, tanto por su origen, velocidad, dirección y límites como por su importancia, sus efectos sobre la costa y el clima de las zonas sobre las que tienen influencias.

### **CORRIENTES GENERADAS POR VIENTO**

Son producidas principalmente por el efecto del arrastre del viento superficial, lo que se traduce en una transferencia de energía desde la atmósfera hacia el cuerpo de agua. La corriente generada tiene mayor intensidad en las capas superficiales, efecto que va decreciendo a medida que la profundidad aumenta. Esto se debe a que el *momentum* es transferido a través de la viscosidad generada por la capa superior a las capas inferiores. Cuando los vientos son permanentes y soplan sobre una región bastante extendida, originan una corriente de deriva con dirección similar a la del viento. Estas corrientes de deriva son generalmente locales, temporales y de escasa magnitud y poseen una gran influencia en las zonas costeras<sup>7</sup>.

### **CORRIENTES DE MAREA**

Las corrientes de marea se originan con el efecto de atracción gravitacional de la tierra, la luna y el sol. Son movimientos horizontales que acompañan el ascenso y descenso del nivel del mar. La velocidad es débil en el océano, pero ya cerca de las orillas, varían en dirección e intensidad, según la configuración de las orillas, los cuales incrementan

---

<sup>7</sup> Pascual, A. E. (Mayo de 2013). Estudio numérico-experimental de la dispersión de efluentes de emisarios submarinos en la costa de Valencia. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.



considerablemente en las entradas de golfos o sistemas semicerrados como fiordos y canales en el sur de Chile<sup>8</sup>.

### **CORRIENTES GENERADAS POR OLEAJE**

El oleaje propagado desde aguas profundas llega a la costa para disipar su energía a través de la fricción generada por el fondo y la rotura de las olas. Estas corrientes se pueden desplazar a lo largo de la costa o perpendicular a esta, lo que dependerá del ángulo de incidencia y la pendiente de la batimetría. Cuando el oleaje alcanza la costa y llega a la zona de rompiente, genera una gran variedad de corrientes en la zona cercana a la costa, las corrientes litorales se producen por un efecto combinado del oleaje y el viento en las zonas de rompiente del oleaje en el sector de playa, estas corrientes influyen considerablemente en el movimiento de los materiales sedimentarios a lo largo del litoral y es una causa fundamental de la erosión y propagación de la costa, esto da nacimiento a una corriente paralela al litoral, entre la zona de rompiente y la orilla. La velocidad de la deriva es mínima fuera de la zona de rompiente, lo que demuestra claramente que es inducida por el oleaje y no puede ser atribuida a corrientes oceánicas o corrientes de marea.

Las corrientes paralelas a la costa (rip-current o corrientes de retorno), consisten en que el agua que ha sido llevada hacia la playa por la rompiente se devuelve como una corriente de retorno muy localizada, desgarrando la zona de rompiente en sectores de hasta 30 metros de ancho, y que se dispersa más allá de la rompiente. Ocurren frecuentemente en lugares de encuentro de dos derivas litorales que se devuelven hacia el mar por una corriente perpendicular. Dichas corrientes son angostas (15-30 metros), perpendiculares a la orilla y comprometen la columna de agua; su velocidad es uno a dos nudos (8km/h) y se caracterizan por sus aguas turbulentas cargadas en materiales finos en suspensión, siendo muy peligrosas para los bañistas<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> SHOA. (2002). Glosario de mareas y corrientes. *Publicación 3013*. Valparaíso, Chile: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

<sup>9</sup> [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h623.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h623.html)

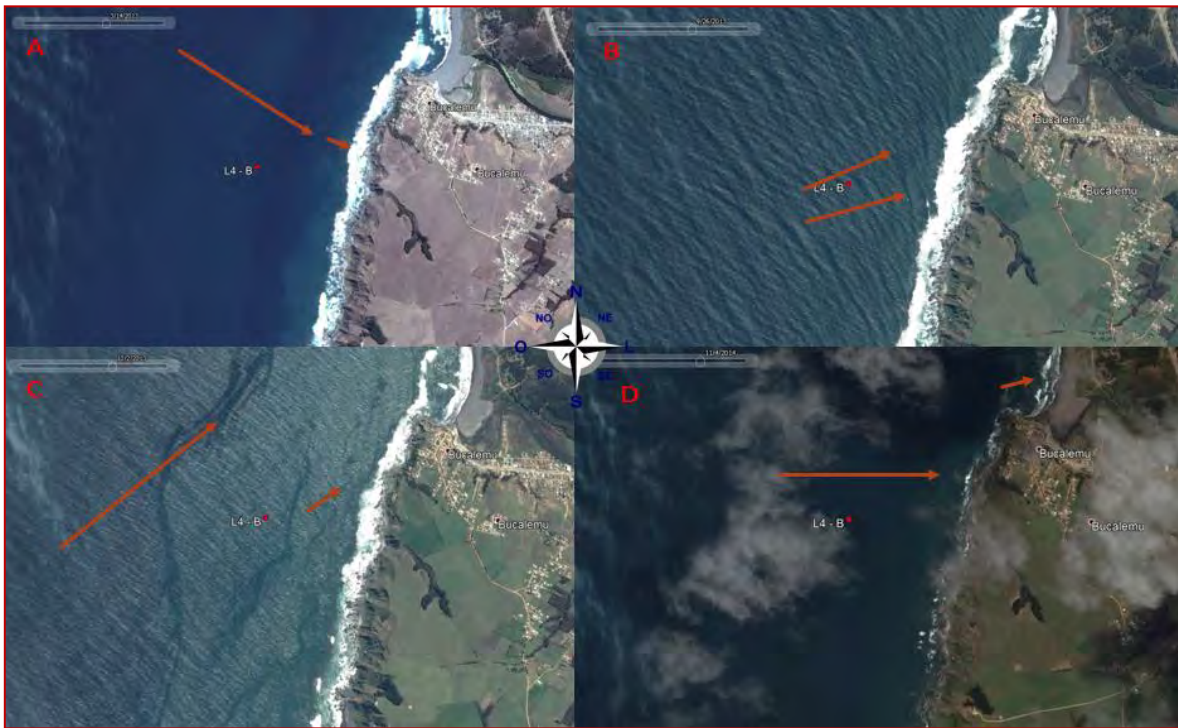


El análisis a continuación se realizará, por lo tanto, mediante el comportamiento de las corrientes de retorno a través de imágenes satelitales en la zona donde se encontraban los correntómetros perdidos, considerando un periodo de estudio desde el 14 de marzo de 2013 a 19 de abril de 2018, en la Tabla 115 se dan a conocer las fechas en las que fueron tomadas las imágenes satelitales.

**Tabla 115.** Identificación fechas de captura imágenes satelitales.

imagen	Fecha
A	14 de marzo de 2013
B	26 de septiembre de 2013
C	2 de octubre de 2013
D	4 de noviembre de 2014
E	12 de noviembre de 2014
F	27 de febrero de 2016
G	28 de abril de 2016
H	26 de julio de 2016
I	31 de enero de 2017
J	14 de marzo de 2018
K	11 de abril de 2018
L	19 de abril de 2018

Las corrientes de retorno se pueden analizar en las capas superficiales de la columna de agua, el sector de estudio tiene aproximadamente 20 metros de profundidad en la costa, para tal razón se asume que las corrientes en la columna de agua serán forzadas por las capas superficiales, a continuación, se describen los resultados del análisis realizado.



**Figura 96.** Imágenes satelitales de corrientes 14 de marzo 2013 – 4 de noviembre 2014.

Se puede determinar a partir de la Figura 96, que el promedio de las direcciones para la banda costera de 14 de marzo 2013 a 4 de noviembre de 2014, muestra corrientes de retorno con direcciones que provienen desde aguas profundas en dirección hacia el noreste, una vez estas corrientes se aproximan a la zona de rompiente donde se producen las corrientes de retorno con ángulos mucho más pequeños la dirección predominante para esta zona es bastante variable registrándose una tendencia hacia el noreste, se evidencia para el área flujos con alta variabilidad pero con una componente dominante hacia el este (dentro de la costa).



**Figura 97.** Imágenes satelitales de corrientes 12 de noviembre 2014 – 26 de julio 2016.

La Figura 97, representa los meses de noviembre 2014 a julio 2016, se puede observar que los trenes de oleaje que provienen de las zonas más profundas tiene una dirección predominante hacia el noreste, una vez que se acercan a la costa presentan una variabilidad en la dirección de las corrientes costeras el este y noreste en la zona de rompiente que a su vez se hacen menos intensas.

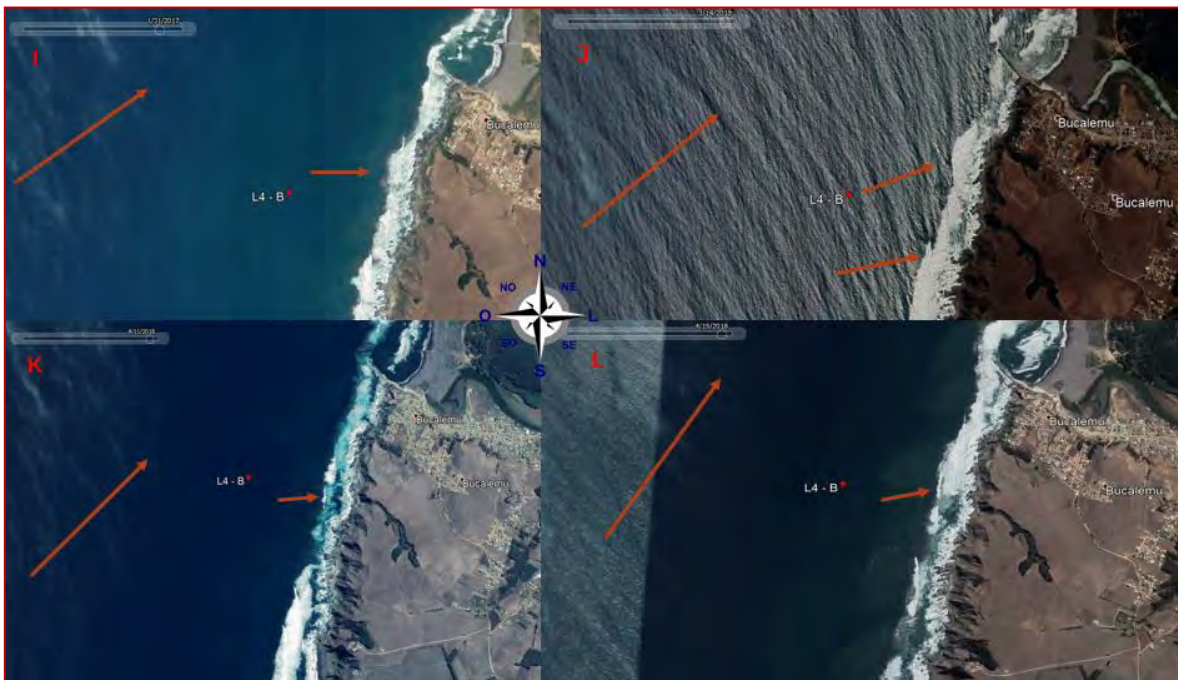


Figura 98- Imágenes satelitales de corrientes 31 de enero 2017 - 19 de abril 2018.

Finalmente, el escenario durante los meses de enero 2017 y abril 2018 (Figura 98), no difiere sustancialmente respecto del análisis de los meses anteriores; esto es, un transporte neto en dirección hacia la costa, intensificándose a medida que llega a zona de rompiente, donde los registros, indican una dirección predominante de las corrientes de retorno hacia el noroeste.

En general la morfología de la zona costera de la VI región, no registra cambios bruscos en su forma por esta razón se puede contrarrestar la información descrita con las mediciones de corrientes mediante perfiladores acústicos (ADCP), se compara pues entonces con el sector de Cáhuil (L-3) ubicado hacia el norte de la zona del ADCP L-4 perdido, a una distancia aproximada de 20 km, en donde las condiciones de velocidades de corrientes no deberían de tener una mayor variación, Cáhuil se caracterizó en toda la columna de agua con una medición velocidad y dirección de corrientes durante 37 días para la capa de superficie, media y de fondo. Para realizar la comparación solo se hará para la capa superficial, puesto que, las corrientes de retorno solo son superficiales, la velocidad de las corrientes del análisis para la capa superficial efectuado en Cáhuil, identifico que el valor



máximo de corriente alcanza un valor de 30,6 cm/s y que se presentó en una dirección oeste, por otra parte, la dirección predominante de toda la data superficial fue noroeste, el hecho que la dirección de las corrientes es el contrario, es debido a que las corrientes de retorno son las que van hacia la costa luego estas se refractan al chocar con la costa y continúan con su ciclo.

Finalmente las corrientes de retorno para el sector de Lipimavida, determinadas análogamente mediante fotografías satelitales en un ciclo de 5 años tienen una dirección predominante hacia el este y noreste en sentido de la morfología del sector donde el tren de ondas que las genera proviene en su mayoría desde el noreste, las corrientes superficiales mediadas mediante un ADCP a 20 Km del sector analizado poseen una dirección predominante hacia el noroeste y la magnitud promedio registrada es de 30,6 cm/s.





## 5.5 Objetivo 5

Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.

Los muestreos de metales pesados para la calidad de agua de los distintos lugares fueron realizados entre el 16 al 24 de mayo de 2018, cuyas estaciones y estratos estuvieron dados por el área abarcada y la profundidad de la columna de agua en cada estación.

A continuación, se entregan los resultados de cada uno de los sitios elegidos consensuados, mientras que en el Anexo F se adjuntan los informes de laboratorio.

### 5.5.1 Boca de Rapel 1

El muestreo en el sector de Boca Rapel 1 se llevó a cabo el día 20 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 2 estratos. La Tabla 116 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis o cercanos a él, tanto en estrato superficial como de fondo.

**Tabla 116. Resultados metales pesados calidad de agua Boca Rapel 1.**

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,011
	Fondo	2,5	<0,001	0,004	<0,005	<0,001	<0,020	0,028
A2	Superficial	0,2	0,008	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,03
	Fondo	2,5	0,008	0,004	<0,005	<0,001	<0,020	0,03
A3	Superficial	0,2	0,007	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,033
	Fondo	2	0,008	0,004	<0,005	<0,001	<0,020	0,008



## 5.5.2 Boca de Rapel 2

El muestreo en el sector de Boca Rapel 2 se llevó a cabo el día 20 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 2 estratos. La Tabla 117 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial como de fondo.

**Tabla 117. Resultados metales pesados calidad de agua Boca Rapel 2.**

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,006	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,049
	Fondo	1,0	0,006	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,039
A2	Superficial	0,2	0,005	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,049
	Fondo	1,0	0,005	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,041
A3	Superficial	0,2	0,006	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,037
	Fondo	1,0	0,006	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,06



### 5.5.3 Boca de Rapel 4

El muestreo en el sector de Boca Rapel 4 se llevó a cabo el día 19 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 2 estratos. La Tabla 118 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis (Cu, Hg y Pb) o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial como de fondo.

**Tabla 118. Resultados metales pesados calidad de agua Boca Rapel 4.**

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,008	0,007	<0,005	<0,001	<0,020	0,058
	Fondo	2,0	0,007	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,04
A2	Superficial	0,2	0,006	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,031
	Fondo	1,0	0,006	0,007	<0,005	<0,001	<0,020	0,041
A3	Superficial	0,2	0,005	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,041
	Fondo	1,0	0,025	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,084



## 5.5.4 Boca Sector C

El muestreo en el sector de Boca Sector C se llevó a cabo el día 24 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 3 estratos. La Tabla 119 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis (Cd, Cu, Hg y Pb) o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial medio y fondo.

**Tabla 119.** Resultados metales pesados calidad de agua Boca Sector C.

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,032
	Medio	3,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,026
	Fondo	6,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,025
A2	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,031
	Medio	3,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,028
	Fondo	7,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,032
A3	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,027
	Medio	2,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,025
	Fondo	5,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,03



## 5.5.5 Matanzas 1

El muestreo en el sector de Matanzas 1 se llevó a cabo el día 24 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 3 estratos. La Tabla 120 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis (Cd, Cu, Hg y Pb) o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial medio y fondo.

**Tabla 120. Resultados metales pesados calidad de agua Matanzas 1.**

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,018
	Medio	3,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,019
	Fondo	6,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,016
A2	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,026
	Medio	3,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,029
	Fondo	6,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,04
A3	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,04
	Medio	2,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,03
	Fondo	4,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,023



## 5.5.6 Matanzas 2

El muestreo en el sector de Matanzas 2 se llevó a cabo el día 24 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 3 estratos. La Tabla 121 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis (Cd, Cu, Hg y Pb) o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial medio y fondo.

**Tabla 121.** Resultados metales pesados calidad de agua Matanzas 2.

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,035
	Medio	5,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,03
	Fondo	11	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,037
A2	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,022
	Medio	4,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,025
	Fondo	9,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,039
A3	Superficial	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,025
	Medio	2,5	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,04
	Fondo	5,0	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,027



## 5.5.7 Río Cáhuil

El muestreo en el sector de Cáhuil se llevó a cabo el día 16 de mayo de 2018, considerando un total de 3 estaciones ubicadas equidistantes entre si dentro del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 2 estratos. La Tabla 122 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis (Cu, Hg y Pb) o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial y fondo.

**Tabla 122. Resultados metales pesados calidad de agua Cáhuil.**

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,009	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,028
	Fondo	3,5	0,008	0,008	<0,005	<0,001	<0,020	0,096
A2	Superficial	0,2	0,009	0,006	<0,005	<0,001	<0,020	0,034
	Fondo	4,0	0,01	0,008	<0,005	<0,001	<0,020	0,038
A3	Superficial	0,2	0,002	0,008	<0,005	<0,001	<0,020	0,036
	Fondo	3,0	0,003	0,007	<0,005	<0,001	<0,020	0,082



## 5.5.8 Bucalemu 1

El muestreo en el sector de Bucalemu se llevó a cabo el día 18 de mayo de 2018, considerando un total de 1 estación ubicada cercana a la mitad del polígono establecido. Debido a la profundidad del sector se muestrearon a 2 estratos. La Tabla 123 entrega las concentraciones obtenidas del muestreo para los metales Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. En términos generales, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis (Cu, Hg y Pb) o cercanos a él, con valores similares entre el estrato superficial y fondo, con excepción del Zinc que presentó un valor 3 veces mayor en el fondo.

**Tabla 123.** Resultados metales pesados calidad de agua Bucalemu.

Estación	Estrato	Profundidad (m)	As (mg As/L)	Cd (mg Cd/L)	Cu (mg Cu/L)	Hg (mg Hg/L)	Pb (mg Pb/L)	Zn (mg Zn/L)
A1	Superficial	0,2	0,005	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,037
	Fondo	1,3	0,005	0,007	<0,005	<0,001	<0,020	0,101



## 5.6 Objetivo 6

Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.

El presente capítulo entrega los resultados obtenidos al realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas a cada una de las propuestas de APEs descritas y evaluadas en el Objetivo 2 del presente informe.

### 5.6.1 Boca de Rapel 1

El levantamiento fue realizado el 14 de mayo de 2018 en el sector. El área de estudio se ubicó a 1.000 metros de distancia de la desembocadura del río Rapel aproximadamente, por lo que se pudo observar la influencia de la marea en el sector. El área del sector correspondió a 5,78 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde un total de 3 transectas o unidades de muestreo a evaluar, cuyas coordenadas de inicio y término se entregan en la Tabla 124 (Figura 99). Cada una de ellas presentó sustrato blando a lo largo de toda su extensión, no siendo observado sustrato rocoso o estructuras tridimensionales en las transectas recorridas.



**Figura 99.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Boca de Rapel 1.



**Tabla 124.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
BRI_T1	33°54'45.86"	71°50'18.89"	33°54'44.78"	71°50'20.94"
BRI_T2	33°54'49.14"	71°50'21.37"	33°54'48.02"	71°50'23.35"
BRI_T3	33°54'53.10"	71°50'24.43"	33°54'52.20"	71°50'26.52"

El polígono presentó profundidades que van desde los 0,33 m a los 15,7 m en el sector más profundo ubicado en el vértice norte, considerando la corrección de la marea según el N.R.S (Figura 100).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. (Tabla 125). De esta manera el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 125.** Resultados prospección Banco Natural, sector Boca de Rapel 1.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind*m <sup>-2</sup> )										N° individuos por transecta
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
BRI_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRI_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRI_T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

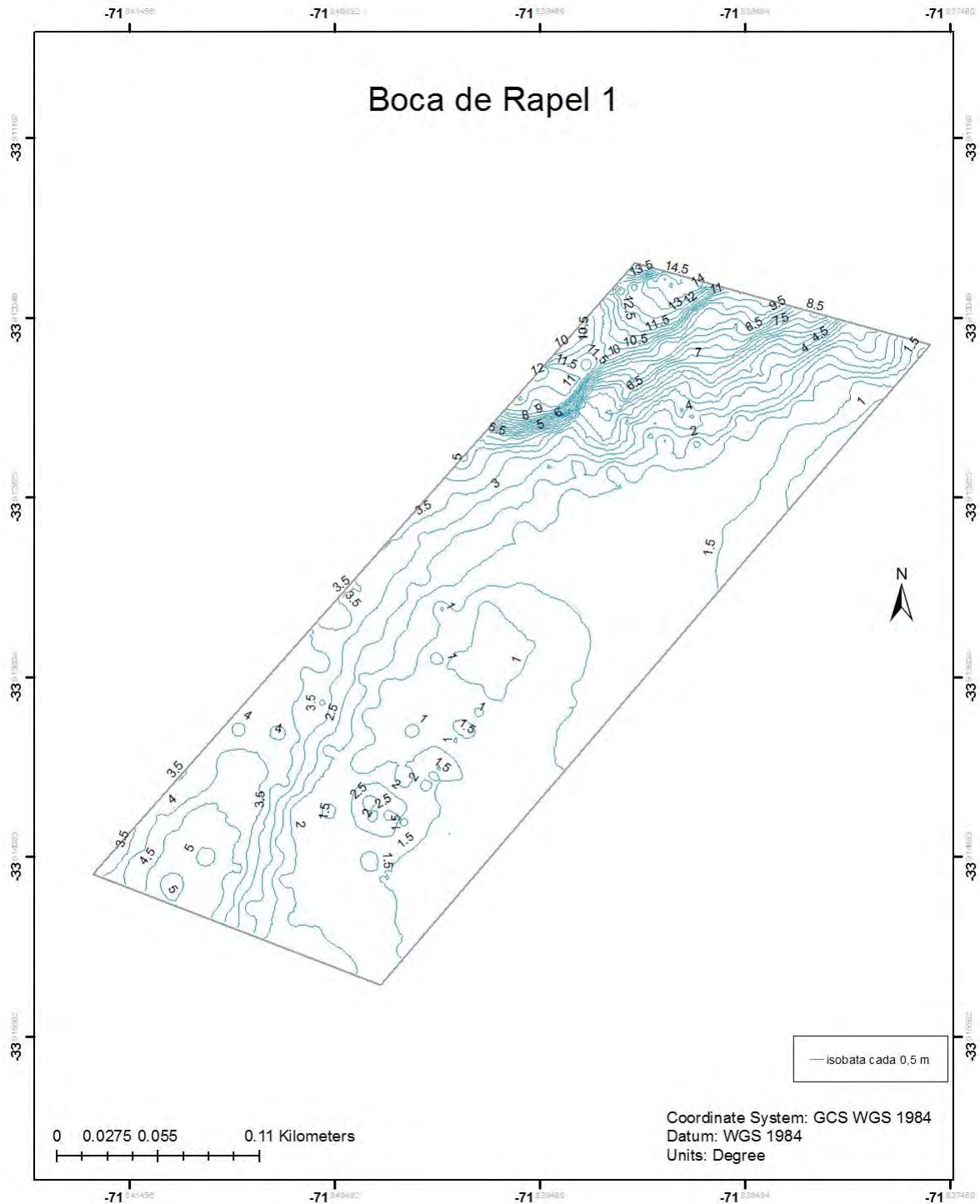


Figura 100. Batimetría del polígono de la propuesta de APE Boca de Rapel 1.

## 5.6.2 Boca de Rapel 2

El levantamiento fue realizado el 26 de mayo de 2018 en el sector. El área de estudio se ubicó a 1.000 metros de distancia de la desembocadura del río Rapel aproximadamente, por lo que se pudo observar la influencia de la altura de marea en el sector, no así algún efecto de corrientes. El área del sector correspondió a 5,93 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 3 transectas o unidades de muestreo a evaluar, cuyas coordenadas de inicio y término se entregan en la Tabla 126 (Figura 101). Cada una de ellas presentó sustrato conformado por bolones de pequeño y mediano tamaño.



**Figura 101.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Boca de Rapel 2.



**Tabla 126.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
BR2_T1	33°55'25.07"	71°50'2.33"	33°55'23.56"	71°50'3.55"
BR2_T2	33°55'26.33"	71°50'8.70"	33°55'24.96"	71°50'9.92"
BR2_T3	33°55'29.46"	71°50'13.27"	33°55'28.13"	71°50'14.42"

El polígono presentó profundidades que van desde los 0 m a los 3,04 m en el sector más profundo ubicado en el vértice ubicado más al sur, considerando la corrección de la marea según el N.R.S (Figura 105).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. De esta manera, el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 127.** Resultados prospección Banco Natural, sector Boca de Rapel 2.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind*m <sup>2</sup> )										N° individuos por transecta	
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
BR2_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BR2_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BR2_T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

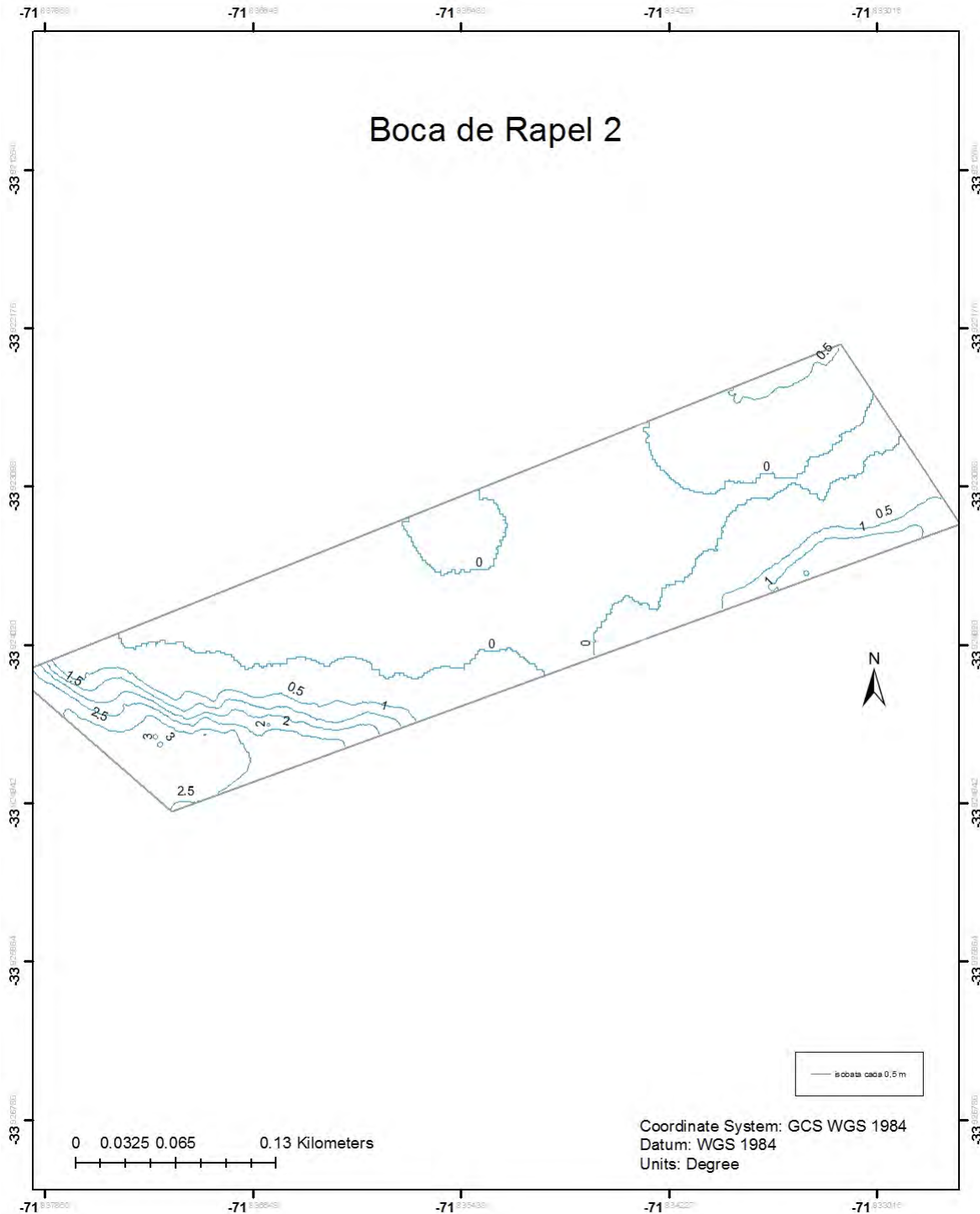


Figura 102. Batimetría polígono de la propuesta de APE Boca de Rapel 2.

### 5.6.3 Boca de Rapel 4

El levantamiento fue realizado el 14 de mayo de 2018 en el sector. El área de estudio se ubicó a 4500 metros de distancia de la desembocadura del río Rapel aproximadamente, observando el angostamiento del cauce en este sector. El área del sector correspondió a 6,32 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 3 transectas o unidades de muestreo a evaluar, cuyas coordenadas de inicio y término se entregan en la Tabla 128 (Figura 103). Cada una de ellas presentó sustrato correspondiente a arena en los sectores más profundos y grava en los sectores someros. No fue detectada ninguna estructura tridimensional en las transectas recorridas.



**Figura 103.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Boca de Rapel 4.



**Tabla 128.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
BR4_T1	33°54'30.02	71°48'47.66"	33°54'28.33"	71°48'47.99"
BR4_T2	33°54'37.04"	71°49'2.60"	33°54'35.57"	71°49'3.79"
BR4_T3	33°54'42.59"	71°49'12.76"	33°54'41.26"	71°49'13.98"

El polígono presentó profundidades que van desde los 0 m a los 4,75 m en el sector más profundo ubicado en el lado noreste, considerando la corrección de la marea según el N.R.S (Figura 104).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. De esta manera el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2.353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 129.** Resultados prospección Banco Natural, sector Boca de Rapel 4.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind*m <sup>2</sup> )										N° individuos por transecta	
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
BR4_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BR4_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BR4_T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



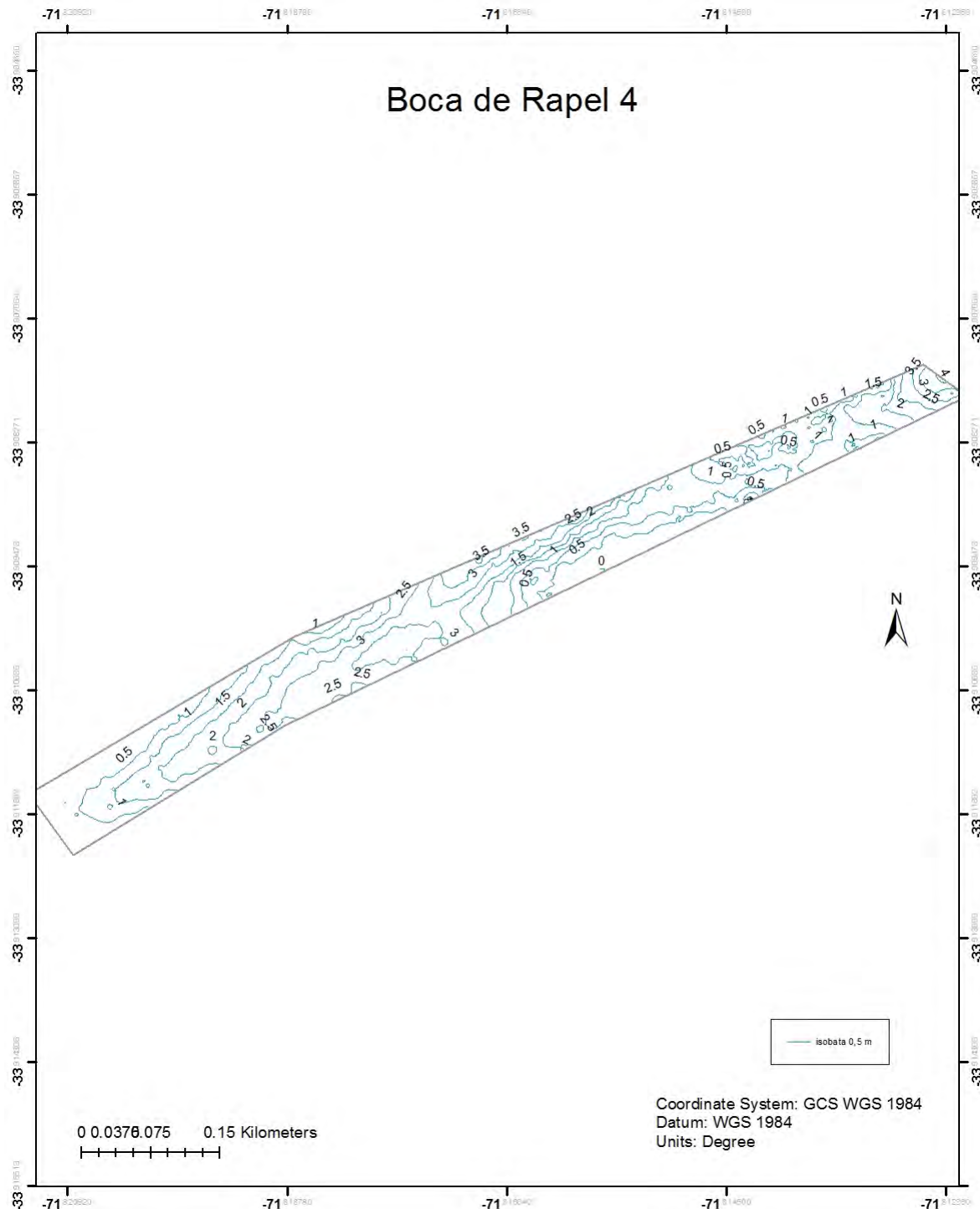


Figura 104. Batimetría polígono de la propuesta de APE Boca de Rapel 4.

## 5.6.4 Boca Sector C

El levantamiento fue realizado el 25 de mayo de 2018 en el sector. El área de estudio se ubicó a un costado de la desembocadura del río Rapel, por lo que se ve afectado por la interacción de ambas masas de aguas que se encuentran en este lugar (Figura 105), con una alta influencia de corriente de fondo y un importante impacto del oleaje en prácticamente toda la zona.

El fondo marino de todas las transectas prospectadas (Tabla 130), están conformadas por sustrato duro, con poca presencia de arena, formando parches sobre la roca. Debido a la acción de las corrientes inducidas por el oleaje que se desarrolla en el sector, el sustrato se mostraba sin organismos a simple vista (algas o animales).

El área del sector correspondió a 5,86 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 3 transectas o unidades de muestreo a evaluar.



**Figura 105.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Boca Rapel Sector C.



**Tabla 130.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
BRC_T1	33°54'11.63"	71°50'23.46"	33°54'12.85"	71°50'21.77"
BRC_T2	33°54'17.32"	71°50'28.64"	33°54'18.72"	71°50'26.99"
BRC_T3	33°54'20.70"	71°50'32.53"	33°54'22.00"	71°50'30.84"

El polígono presentó profundidades que van desde los 2,6 m a los 10,84 m en el sector más profundo ubicado en el lado más alejado de la línea de costa, considerando la corrección de la marea según el N.R.S. (Figura 106).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. De esta manera el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2.353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 131.** Resultados prospección Banco Natural, sector Boca Rapel Sector C.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind*m <sup>2</sup> )										N° individuos por transecta
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
BRC_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRC_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRC_T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

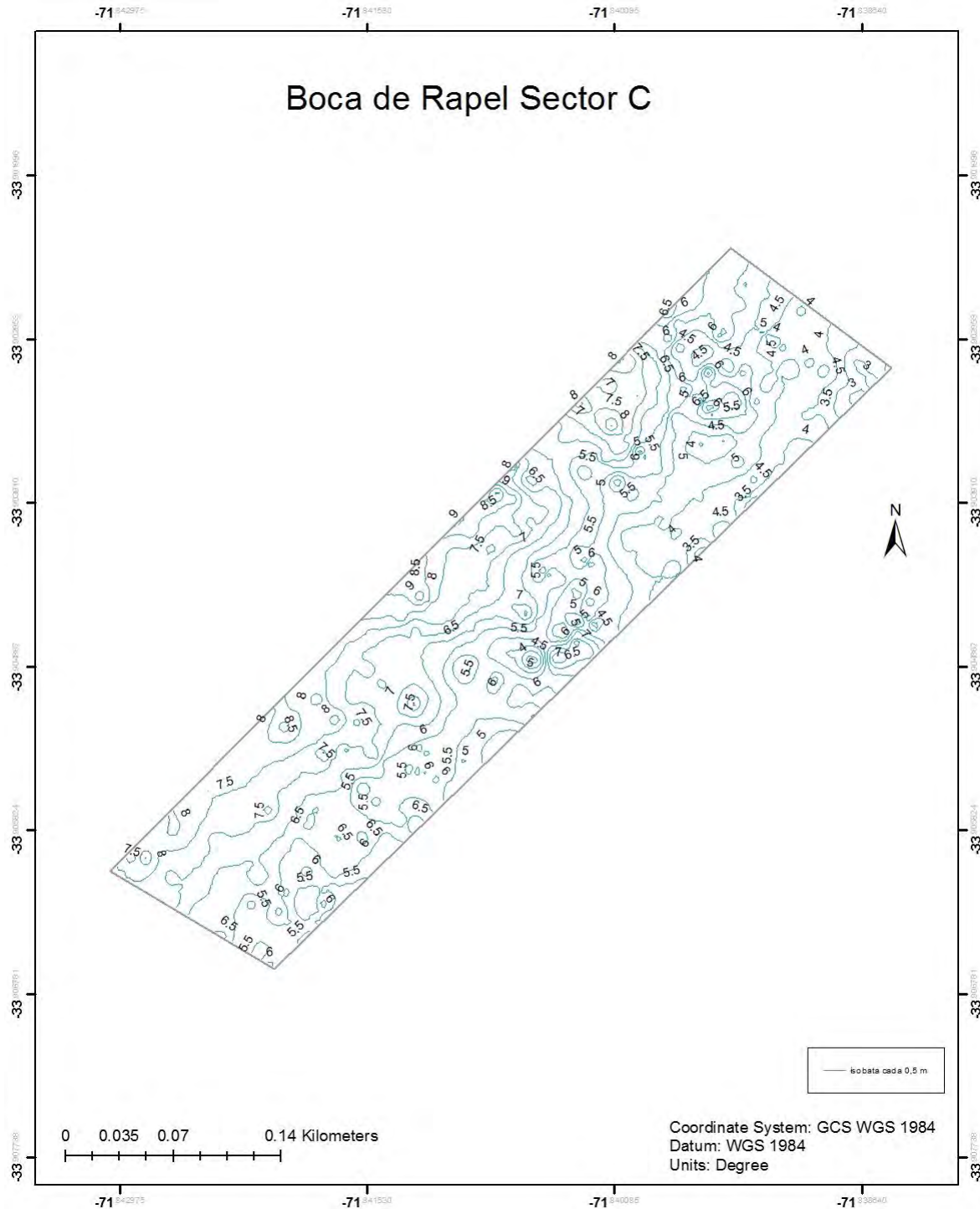


Figura 106. Batimetría polígono de la propuesta de APE Boca Rapel Sector C.

## 5.6.5 Matanzas 1

El levantamiento fue realizado el 25 de mayo de 2018 en el sector. El fondo marino de todas las transectas prospectadas (Tabla 132; Figura 107), estuvieron conformadas exclusivamente por sustrato blando en forma de arena a lo largo de toda su extensión, siendo observado una altura rocosa o bajerrío en la periferia inmediata del área, específicamente en el vértice sur-oriente del polígono

El sector podría catalogarse como expuesto y sin protección frente al oleaje, por lo que presentó influencia de corriente de fondo y un importante impacto del oleaje en el sector más somero. El área del sector correspondió a 5,69 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 3 transectas o unidades de muestreo a evaluar.



**Figura 107.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Matanzas 1.



**Tabla 132.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
MATΠ_T1	33°58'20.53"	71°53'26.45"	33°58'21.14"	71°53'24.47"
MATΠ_T2	33°58'23.56"	71°53'24.68"	33°58'23.95"	71°53'22.63"
MATΠ_T3	33°58'22.62"	71°53'19.61"	33°58'22.94"	71°53'17.23"

El polígono presentó profundidades que van desde los 1,25 m a los 8,44 m en el sector más profundo ubicado en vértice oeste más alejado de la costa, considerando la corrección de la marea según el N.R.S. (Figura 108).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. De esta manera el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2.353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 133.** Resultados prospección Banco Natural, sector Matanzas 1.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind*m <sup>-2</sup> )										N° individuos por transecta
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
MATΠ_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MATΠ_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MATΠ_T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

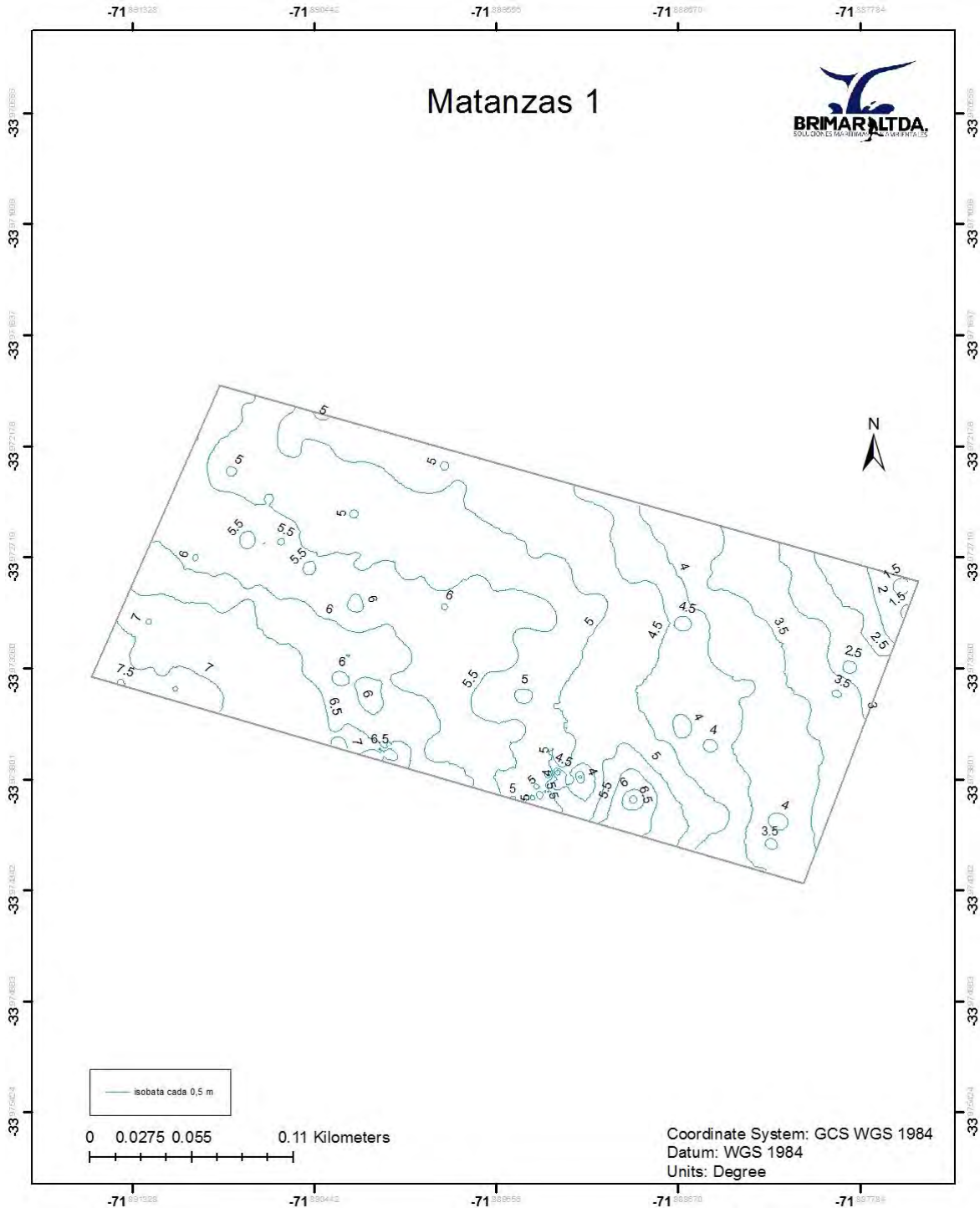


Figura 108. Batimetría polígono de la propuesta de APE Matanzas 1.

## 5.6.6 Matanzas 2

El levantamiento fue realizado el 25 de mayo de 2018 en el sector. El fondo marino de las transectas prospectadas (Figura 109; Tabla 134), están conformadas por sustrato blando en forma de arena, salvo dos estaciones pertenecientes al transecto MAT2\_T1, los cuales presentaron rocas aisladas con la presencia de organismos bentónicos sobre ellas. En estos puntos fue notorio el efecto causado por el transporte sedimentario, dejando una parte de la roca sin vida en momentos de embancamiento, y sobre esta, una línea marcada con algo de vida presente.

El sector podría catalogarse como expuesto y sin protección frente al oleaje, por lo que presentó influencia de corriente de fondo y un importante impacto del oleaje en el sector más somero. El área del sector correspondió a 5,83 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 3 transectas o unidades de muestreo a evaluar.



**Figura 109.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Matanzas 2.





**Tabla 134. Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo**

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
MAT2_T1	33°58'7.21"	71°53'25.76"	33°58'7.79"	71°53'23.93"
MAT2_T2	33°58'10.38"	71°53'23.78"	33°58'10.92"	71°53'21.95"
MAT2_T3	33°58'9.41"	71°53'18.60"	33°58'9.98"	71°53'16.80"

El polígono presentó profundidades que van desde los 1,4 m a los 16,87 m en el sector más profundo ubicado lado más alejado de la costa, considerando la corrección de la marea según el N.R.S. (Figura 110).

Como resultado del levantamiento fue posible constatar la presencia de una especie considerada como recurso hidrobiológico, de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2.353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Tabla 135). Cabe destacar señales notorias de la dinámica sedimentaria del lugar, mostrando una línea marcada del embancamiento sobre esta, indicando un límite vertical para el asentamiento de vida marina.

**Tabla 135. Resultados prospección Banco Natural, sector Matanzas 2.**

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind/m <sup>2</sup> )										Densidad promedio (ind/m <sup>2</sup> )
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
MAT2_T1	<i>Pyura Chilensis</i>	Piure	-	-	-	-	-	-	-	-	368	240	60,8
MAT2_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MAT2_T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0



Durante la prospección fue registrado el recurso *Pyura chilensis*, pero solo en una transecta (MAT2\_T1), encontrándose en bajas densidades en solo dos de los diez cuadrantes, sobre superficie rocosa existente. En la Tabla 135, se detalla la estimación de individuos por metro cuadrado, con lo cual es posible estimar la densidad de piure promedio y en conjunto con la frecuencia de ocurrencia y porcentaje de superficie muestreable, calcular el Índice Ponderado de Banco Natural, como se detalla a continuación:

Transecta 1 → Densidad de Piure promedio por  $m^2 = 60,8$

Transecta 2 → Densidad de Piure promedio por  $m^2 = 0$

Transecta 3 → Densidad de Piure promedio por  $m^2 = 0$

Densidad promedio =  $60,8 + 0 + 0 = 60,8 / 3 = 20,27 \text{ ind}/m^2$

Entonces tenemos que:

Frecuencia de ocurrencia = 1 de 3 transectas → 0,33

Superficie muestreable = 100%

De acuerdo a la fórmula de cálculo de IPBAN, la cual es  $IPBAN = d \times f \times s$ , tenemos que:

$IPBAN = 20,27 \times 0,33 \times 100 = 668,91$

De acuerdo a los resultados obtenidos del indicador IPBAN (Tabla 136), considerando las 3 unidades de muestreo prospectadas en el sector de estudio, los resultados no indican presencia de bancos naturales de recursos hidrobiológicos en el área prospectada, ya que el valor de IPBAN estimado es menor al valor de IPBANMax indicado en la Res. Ex. N° 2.353 (SUBPESCA), posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 (SUBPESCA).

**Tabla 136. Resultados de IPBAN para *Pyura chilensis*.**

Nombre Científico	Nombre común	Frecuencia de aparición	Densidad total promedio ( $\text{ind}/m^2$ )	IPBAN	IPBANMax
<i>Pyura Chilensis</i>	Piure	0.33	20.27	668,91	850,00

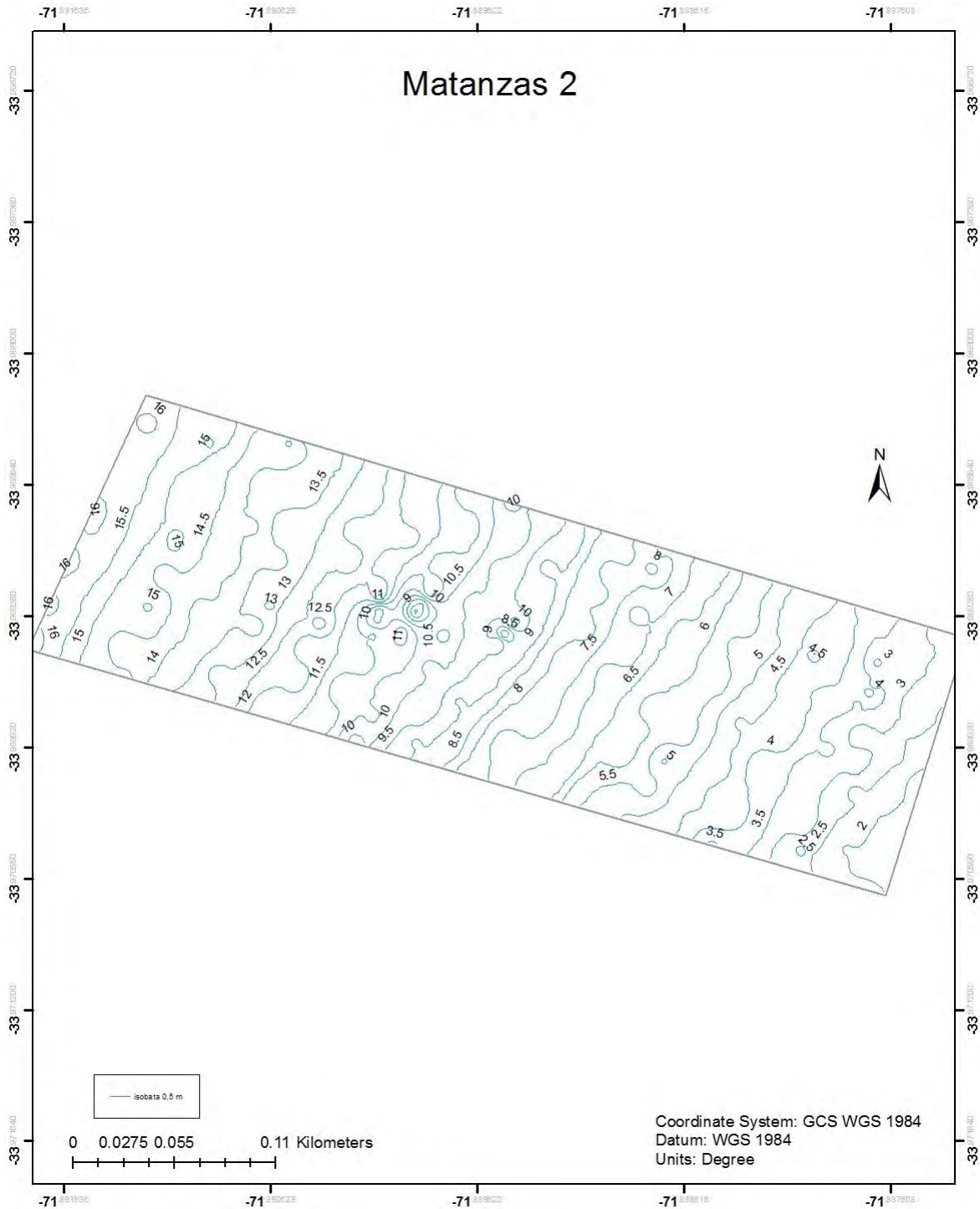


Figura 110. Batimetría polígono de la propuesta de APE Matanzas 2.

### 5.6.7 Río Cáhuil

El levantamiento fue realizado el 9 de mayo de 2018 en el sector. El fondo subacuático de todas las transectas prospectadas (Tabla 137; Figura 111), están conformadas exclusivamente por sustrato blando en forma de arena y sedimento fino (fango), no siendo observado sustrato rocoso o estructuras tridimensionales en las transectas recorridas

El cuerpo de agua no presenta conexión con el mar en su término hacia el poniente, por lo que no se vio influenciada por los efectos de las mareas, las cuales habrían generado cambios en la altura de la columna hídrica en el tiempo. El área del sector correspondió a 4,44 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 2 transectas o unidades de muestreo a evaluar.



**Figura 111.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Río Cáhuil.



**Tabla 137.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
CAH_T1	34°29'18.53"	72° 0'26.68"	34°29'20.08"	72° 0'27.32"
CAH_T2	34°29'13.67"	72° 0'38.99"	34°29'15.32"	72° 0'39.92"

El polígono presentó profundidades que van desde los 1,9 m a los 6,9 m ubicado en el centro del sector prospectado (Figura 112).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. De esta manera el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2.353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 138.** Resultados prospección Banco Natural, sector Río Cáhuil.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind/m <sup>2</sup> )										N° individuos por transecta	
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
CAH_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAH_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

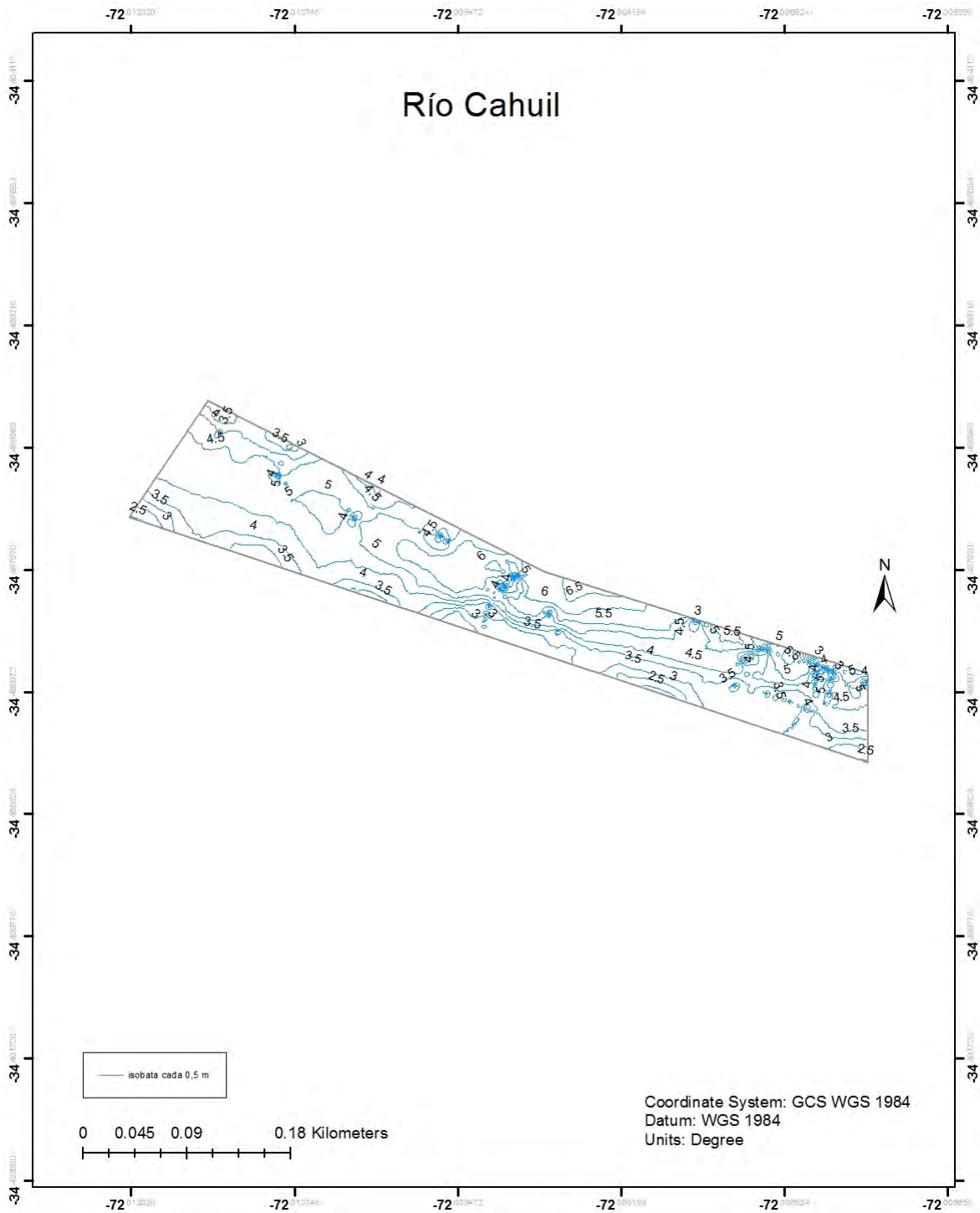


Figura T12. Batimetría polígono de la propuesta de APE Río Cáhuil.

## 5.6.8 Bucalemu 1

El levantamiento fue realizado el 9 de mayo de 2018 en el sector. El fondo marino de todas las transectas prospectadas (Tabla 139; Figura 113), están conformadas exclusivamente por sedimento fino y fango en toda su extensión no siendo observado sustrato rocoso o estructuras tridimensionales en las transectas recorridas

El área del sector correspondió a 1,38 hectáreas, por lo que según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10, le corresponde a un total de 2 transectas o unidades de muestreo a evaluar.



**Figura 113.** Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Bucalemu 1



**Tabla 139.** Coordenadas geográficas Inicio y termino unidades de muestreo

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Latitud (S)	Longitud (W)
BUC1_T1	34°38'23.57"	72° 2'19.46"	34°38'25.22"	72° 2'19.61"
BUC1_T2	34°38'18.89"	72° 2'25.01"	34°38'20.62"	72° 2'24.54"

El polígono presentó profundidades que van desde los 0,5 m a los 3,5 m en el sector aguas abajo (Figura 114).

Como resultado del levantamiento, no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico, en ninguna de las tres transectas evaluadas. De esta manera, el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos de acuerdo a lo señalado por la Resolución Exenta N°2.353 posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**Tabla 140.** Resultados prospección Banco Natural, sector Bucalemu 1.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Cuadrantes (ind/m <sup>2</sup> )										N° individuos por transecta	
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
BUC1_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BUC1_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



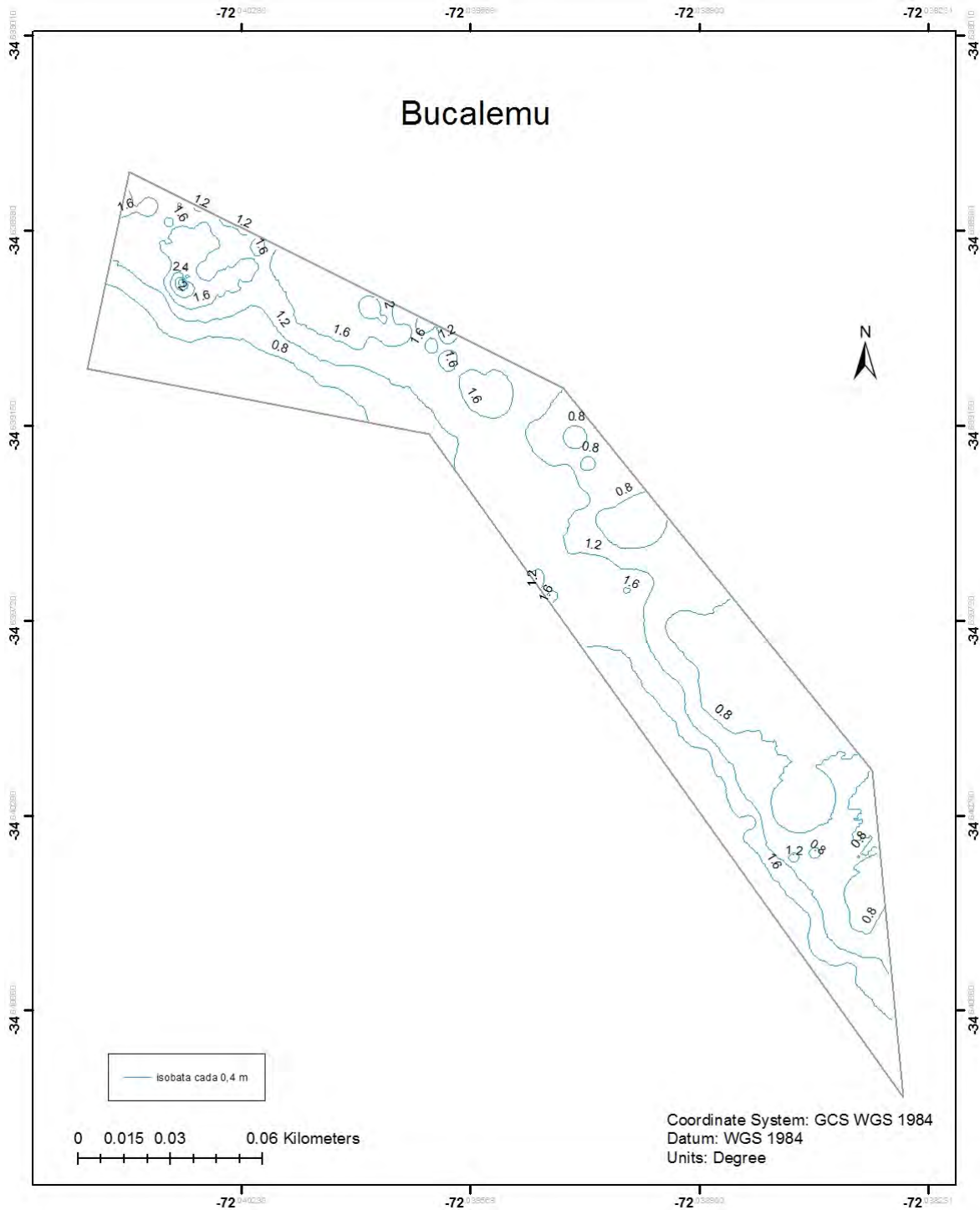


Figura 114. Batimetría polígono de la propuesta de APE Bucalemu 1



## 5.7 Objetivo 7

### Elaborar la documentación ambiental requerida según Normativa.

De acuerdo al D.S N° 40 Artículo 3 letra n, los proyectos o actividades susceptibles a causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), son los siguientes:

n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos.

Se entenderá por proyectos de explotación intensiva aquellos que impliquen la utilización, para cualquier propósito, de recursos hidrobiológicos que se encuentren oficialmente declarados en alguna de las categorías de conservación de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley y cuya extracción se realice mediante la operación de barcos fábrica o factoría. Asimismo, se entenderá por proyectos de cultivo de recursos hidrobiológicos aquellas actividades de acuicultura, organizadas por el hombre, que tienen por objeto engendrar, procrear, alimentar, cuidar y cebar recursos hidrobiológicos a través de sistemas de producción extensivos y/o intensivos, que se desarrollen en aguas continentales, marítimas y/o estuarinas o requieran de suministro de agua, y que contemplen:

n.1. Una producción anual igual o mayor a quinientas toneladas (500 t) y/o superficie de cultivo igual o superior a cien mil metros cuadrados (100.000 m<sup>2</sup>) tratándose de macroalgas;

n.2. Una producción anual igual o mayor a trescientas toneladas (300 t) y/o superficie de cultivo igual o superior a sesenta mil metros cuadrados (60.000 m<sup>2</sup>), tratándose de moluscos filtradores; o una producción anual igual o superior a cuarenta toneladas (40 t) tratándose de otras especies filtradoras, a través de un sistema de producción extensivo;

n.3. Una producción anual igual o superior a treinta y cinco toneladas (35 t) tratándose de equinodermos, crustáceos y moluscos no filtradores, peces y otras especies, a través de un sistema de producción intensivo;

n.4. Una producción anual igual o superior a quince toneladas (15 t) cuando el cultivo se realice en ríos navegables en la zona no afecta a marea; o el cultivo de cualquier recurso



hidrobiológico que se realice en ríos no navegables o en lagos cualquiera sea su producción anual; o

n.5. Una producción anual igual o superior a ocho toneladas (8 t), tratándose de peces; o del cultivo de microalgas y/o juveniles de otros recursos hidrobiológicos que requieran el suministro y/o evacuación de aguas de origen continental, marina o estuarina, cualquiera sea su producción anual. Asimismo, se entenderá por plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos, las instalaciones fabriles cuyo objetivo sea la elaboración de productos mediante la transformación total o parcial de cualquier recurso hidrobiológico o sus partes, incluyendo las plantas de proceso a bordo de barcos fábrica o factoría, que utilicen como materia prima una cantidad igual o superior a quinientas toneladas mensuales (500 t/mes) de biomasa, en el mes de máxima producción; o las plantas que reúnan los requisitos señalados en los literales h.2. o k.1., según corresponda, ambos del presente artículo.

Los cálculos de producción de las distintas especies consideradas en el presente estudio, así como los gastos de operación e inversión para cada uno de los sistemas de cultivo, se basaron principalmente en los siguientes trabajos:

- FIP N° 2013-24. 2015. Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones) Informe Final Universidad Católica De La Santísima Concepción, 435 pág.
- FIPA N° 2015-02. 2017. Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala, informe final. Acuasesorías Ltda. 556 pág.
- Informe de cierre fondo de innovación para la competitividad: Proyecto financiado con Recursos del fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional FIC-R-2015 del Gobierno Regional de Atacama Código BIP 30432928-0



Basándose en estos trabajos y en las características de cada sitio, la productividad se estimó con los valores indicados en las siguientes tablas:

**Tabla 141. Valores utilizados para estimación de producción para choritos.**

Unidad de engorda	Long line
Largo de cuelga	4
Sep. Entre cuelga	0,4
Densidad cosecha	600 u/m
Densidad cosecha total	1.488.000 u
Rendimiento	28,5 kg/cuelga
Rendimiento por línea	17.670 kg
Precio semilla	\$1

**Tabla 142. Valores utilizados para estimación de producción para ostras.**

Unidad de crecimiento	bandeja de fondo
N° bandejas por módulo	4
Tamaño comercial	7 a 9 cm
Densidad cosecha	127 u/m <sup>2</sup>
Rendimiento bandeja	1.143 u/ bandeja
Rendimiento módulo	4.572 u/módulo
peso de cosecha por módulo	564.642 gr / 0,564 ton
Pedo promedio utilizado	85 gr/u
Valor de la semilla	\$5

Inicialmente los cálculos de producción se realizaron considerando la utilización del 100% del área de cada futura concesión, con el objetivo de utilizar el área al máximo. Posterior a esto se realizó el cálculo de la inversión total que implicaría la utilización del 100% del área, obteniéndose valores de inversión superiores a \$50 millones en el caso de los cultivos de ostras. Debido a que estos montos son demasiado elevados, se realizó nuevamente el cálculo de producción para los cultivos de ostras con sistemas de fondo, de tal forma que la inversión total para llevar a cabo el cultivo no fuera superior a \$30 millones, teniendo en consideración que podrían ser financiados por algún programa gubernamental de apoyo a la acuicultura a pequeña escala, como el concurso implementado en la región del Maule,



llamado “Programa de fomento y desarrollo productivo para el sector pesquero artesanal Región del Maule, año 2020”, cuya segunda línea de financiamiento corresponde a “re poblamiento o cultivo en AMERB o en concesiones de acuicultura, enfocada en estudios de seguimiento, gestión de cultivos y concesiones, y equipamiento e infraestructura para acuicultura de pequeña escala”, con aportes que van entre los \$2 millones a \$40 millones (Figura 115).

<b>3.2 REPOBLAMIENTO O CULTIVO DE ESPECIES PRINCIPALES EN ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS (AMERB) O EN CONCESIONES DE ACUICULTURA PARA ORGANIZACIONES DE PESCADORES ARTESANALES</b>		
<b>Cobertura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aporte máximo hasta</b>
Acuicultura a Pequeña Escala	Consiste en financiamiento de asesorías técnicas para la tramitación de permisos, normalización, ejecución de estudios de pre inversión e implementación de proyectos técnicos de acuicultura.	\$40.000.000

**Figura 115.** Captura de Res. Ex N° 0402 “Bases generales de postulación al concurso “Programa de fomento y desarrollo productivo para el sector pesquero artesanal Región del Maule, Año 2020”, publicada el 22 de junio del 2020.

Considerando lo anterior, en conjunto con los resultados obtenidos en la caracterización ambiental, recursos a cultivar y la producción máxima estimada, seis de los ocho sitios prospectados entrarían al SEIA. En detalle, cuatro de los sitios ingresarían al SEIA (Boca Rapel 1, Boca Rapel 2, Rio Cáhuil, Bucalemu), de acuerdo al literal n. 4, debido a que se ubican en ríos; uno de los sitios ingresaría de acuerdo al literal n. 2 y n. 4, debido a que está ubicado en río y presenta una superficie de cultivo superior a 60.000 m<sup>2</sup> (Boca Rapel 4). Por otro lado, el sitio Boca Sector C ingresaría debido al literal n. 2, ya que su producción anual estimada será mayor a 300 toneladas. Mientras que los sitios restantes (Matanzas 1 y Matanzas 2), no presentan características descritas para ingresar al SEIA (Tabla 143). En el Anexo H, se presentan los expedientes para cada una de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Planes de Contingencia, para los seis sitios que ingresarían al SEIA.



**Tabla 143.** Cultivo propuesto y producción máxima estimada de cada sitio seleccionado.

Sitio seleccionado	Há	m <sup>2</sup>	Cultivo propuesto	Producción máxima estimada (Toneladas)	Ingres a SEIA	Tipología
La Boca de Rapel 1	5,77	57.700	Ostras y chorito	206	SI	Art. 3 n.4
La Boca de Rapel 2	5,93	59.300	Ostras	35	SI	Art. 3 n.4
La Boca de Rapel 4	6,31	63.100	Ostras	43	SI	Art. 3 n.2 y n.4
La Boca Sector C	5,85	58.500	Chorito	395	SI	Art. 3 n.2
Matanzas 1	5,69	56.900	Ostras	54	No	-
Matanzas 2	5,83	58.300	Ostras	95	No	-
Rio Cáhuil	4,44	44.400	Ostras	86	SI	Art. 3 n.4
Bucalemu	1,38	13.800	Ostras	43	SI	Art. 3 n.4



## 5.8 Objetivo 8

Elaborar plano de borde costero escala 1:20.000 restituído fotogramétricamente, actualizando la cartografía existente para efectos de tramitación de concesiones de acuicultura en la VI Región de O'Higgins.

La restitución cartográfica, en base a la fotogrametría y una red geodésica, nos proporciona la información base para un determinado sector estudiado. Esta información nos permite la vectorización de la hidrográfica y topográfica. Además del modelo de la elevación del terreno (MDT), se presenta en una foto de alta resolución ortorectificada (Anexo H).

### 5.8.1 Área geográfica

El área estudiada para la elaboración de los planos del borde costero contempla el litoral de la VI Región de O'Higgins, desde la desembocadura del Río Rapel hasta Laguna Boyeruca, además, los sectores de Laguna Cáhuil y Laguna Bucalemu, como muestra la Figura 116.

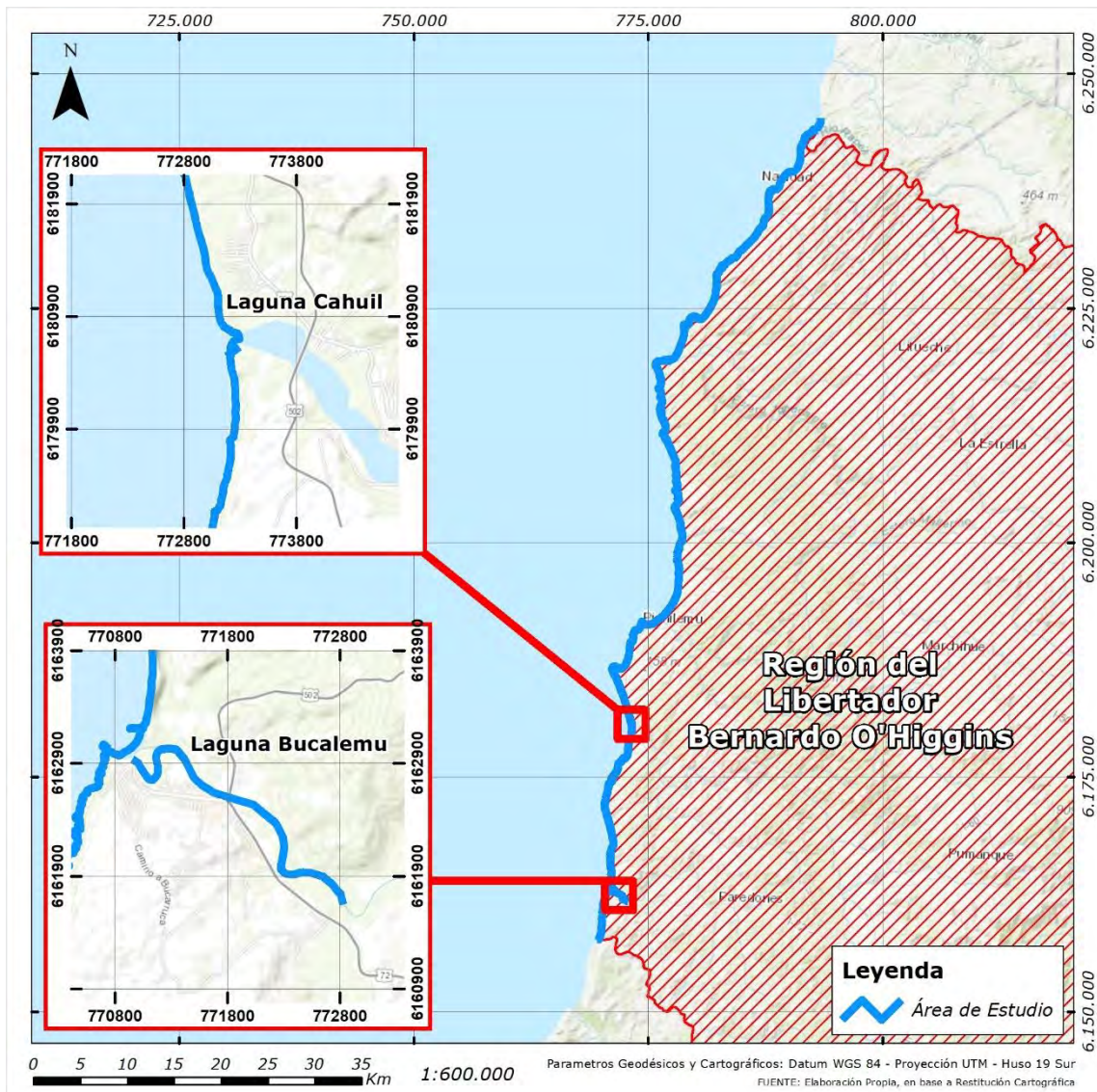


Figura 116. Área geográfica para elaboración de planos.

## 5.8.2 Red Geodésica

Se generó una red de control geodésica de seis (6) monolitos, además de un vértice de control (GOBP) en la gobernación Provincial de Pichilemu registrado por el SHOA (Anexo H), estos fueron monitoreados con un GPS de doble frecuencia, conforme al instructivo SHOA N°3109. Los registros de los monolitos medidos se encuentran en la monografía





(Anexo H). La materialización de los puntos se realizó conforme a las instrucciones Hidrográficas.

Los cálculos de las coordenadas fueron operados en modalidad diferencial en el postproceso, estos son vinculados a vértice geodésico más cercano oficial, para este estudio fue el vértice SHOA-GOBP.

Los puntos de apoyo de terreno tienen precisión geodésica, con estos es posible determinar las coordenadas y cotas de la extensión estudiada, además de ser requeridos para la ortorectificación de la imagen satelital de alta resolución. El cálculo de las coordenadas se realizó en el sistema de referencia SIRGAS 2000 (ITRF2000), las coordenadas ajustadas de los vértices se presenta en la Tabla 144, y el error del ajuste para cada punto en la Tabla 145. La memoria de cálculos se presenta en el Anexo H.

**Tabla 144. Coordenadas Geodésicas Ajustadas, Geográficas y UTM SIRGAS ITRF2000, Época 2013**

Fuente: DMCL ID de punto	Latitud (GMS)	Longitud (GMS)	Altura del elipsoide (m)	Este UTM18S (m)	Norte UTM18S (m)	NEGM 08 (m)	HEGM 08 (m)
BCL1	34°38'29. 97666"S	72°02'29. 21387"W	22,198	771.187,3 64	6.162.712,1 91	20,20 0	1,998
CIL1	34°28'28. 28183"S	72°01'18.4 8887"W	32,653	773.535, 942	6.181.201, 648	20,424	12,229
LBC1	33°55'06. 92099"S	71°50'47. 03238"W	59,247	791.561,8 14	6.242.390 ,475	20,922	38,325
PCM1	34°23'05. 29975"S	72°00'39. 12254"W	24,982	774.834, 476	6.191.125,2 95	20,454	4,528
PTC1	34°04'16. 38152"S	71°56'29. 54224"W	29,196	782.256, 565	6.225.724, 750	20,411	8,785
SECRETO	34°07'58. 86602"S	71°59'15.6 6855"W	55,880	777.794, 097	6.218.995, 251	20,091	35,789

Fuente: Digimapas Chile Ltda, 2018.



Tabla 145. Coordenadas Error de ajuste, UTM SIRGAS ITRF2008, Época 2016

ID de punto	Ajuste de la red. Error de valor Este (m)	Ajuste de la red. Error de valor Norte (m)	Ajuste de la red. Error alt. Elipsoidal (m)
BCL1	0,01	0,011	0,041
CIL1	0,006	0,007	0,018
LBC1	0,013	0,013	0,053
PCM1	0,003	0,003	0,01
PTC1	0,006	0,007	0,033
SECRETO	0,006	0,007	0,033

Fuente: Digimapas Chile Ltda, 2018.

### 5.8.3 Imagen Satelital

La restitución cartográfica, contempla una imagen visible base de una franja de 500 metros a partir de la línea de costa, la cual se obtuvo de una imagen satelital de alta resolución, ésta fue obtenida de la constelación Pléyades 1A y 1B (Satélites gemelos) Con fecha de captura: 21 de noviembre, 17 y 22 de diciembre 2017 (mosaico de imágenes). Estos satélites tienen como características de imagen multiespectral de 4 bandas, con 2 metros de resolución espacial, además tiene una imagen pancromática de una resolución espacial de 0,5 metros. Por el proceso *Pansharpening*, que es un algoritmo algebraico, que aumenta la resolución espacial, fusionando la imagen multiespectral con la pancromática, generando imágenes de 0,5 metros.

La generación del Modelo Digital de Elevación es a partir de imágenes estéreo o triestéreo. Las imágenes Pléyades al contar con mayor ángulo de captura, presentando una visión estereoscópica del lugar, mostrando de mejor forma el relieve del terreno, pudiendo generar un MDT de una resolución espacial de 1 metro. Con el MDT se derivó a las curvas de nivel de un intervalo de 1 metro por un método de interpolación topográfica, además por fotointerpretación se generó la línea de costa.



La corrección geométrica, se realizó con los puntos de control de terreno para otorgar mayor precisión a la espacialización de la imagen satelital, ajustando a través de una aerotriangulación en bloque de los puntos, y proyectando todo en el sistema de referencia WGS84 UTM 18S. La corrección geométrica realizada a través de los procesamientos anteriores arrojó un RMS total de 0,3356 Píxel.

#### 5.8.4 Cartografía

La edición de los planos obtenidos de la restitución aerofotogramétrica se realizó en formato AutoCAD, con una escala de plano 1:20.000, según las instrucciones Hidrográficas N°10 “Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Planos Marítimos Costeros” publicado por el SHOA.

Este formato de plano tiene una dimensión interna de 100 por 80 centímetros y la exterior tamaño A0. El sistema de referencia utilizado es el Datum WGS84, con coordenadas proyectadas UTM (Figura 117; Figura 118; Figura 119; Figura 120 y Figura 121).

El plano confeccionado, la carta conductora presentación de planos al SHOA, las mediciones con GPS, Cálculos y coordenadas y monografías de vértices de apoyo geodésico, se entrega en el Anexo H. Además, en este mismo Anexo se adjunta documento visita a terreno verificación geodésica por parte del SHOA y las imágenes satelitales ortorectificadas.

Al momento de la entrega de este informe, el plano de borde costero había sido ingresado al SHOA con fecha 27 de marzo 2020 (Carta de ingreso en Anexo H). Posteriormente el día 7 de abril, SHOA solicitó los archivos relacionados a la información fotogramétrica, la cual fue entregada, de acuerdo a lo indicado en el mail adjunto en el Anexo H. Finalmente el día 26 de junio, SHOA nuevamente solicita información respectiva a las imágenes satelitales estéreo, las cuales son enviadas para dar respuesta a esas observaciones (mail adjunto en Anexo H).

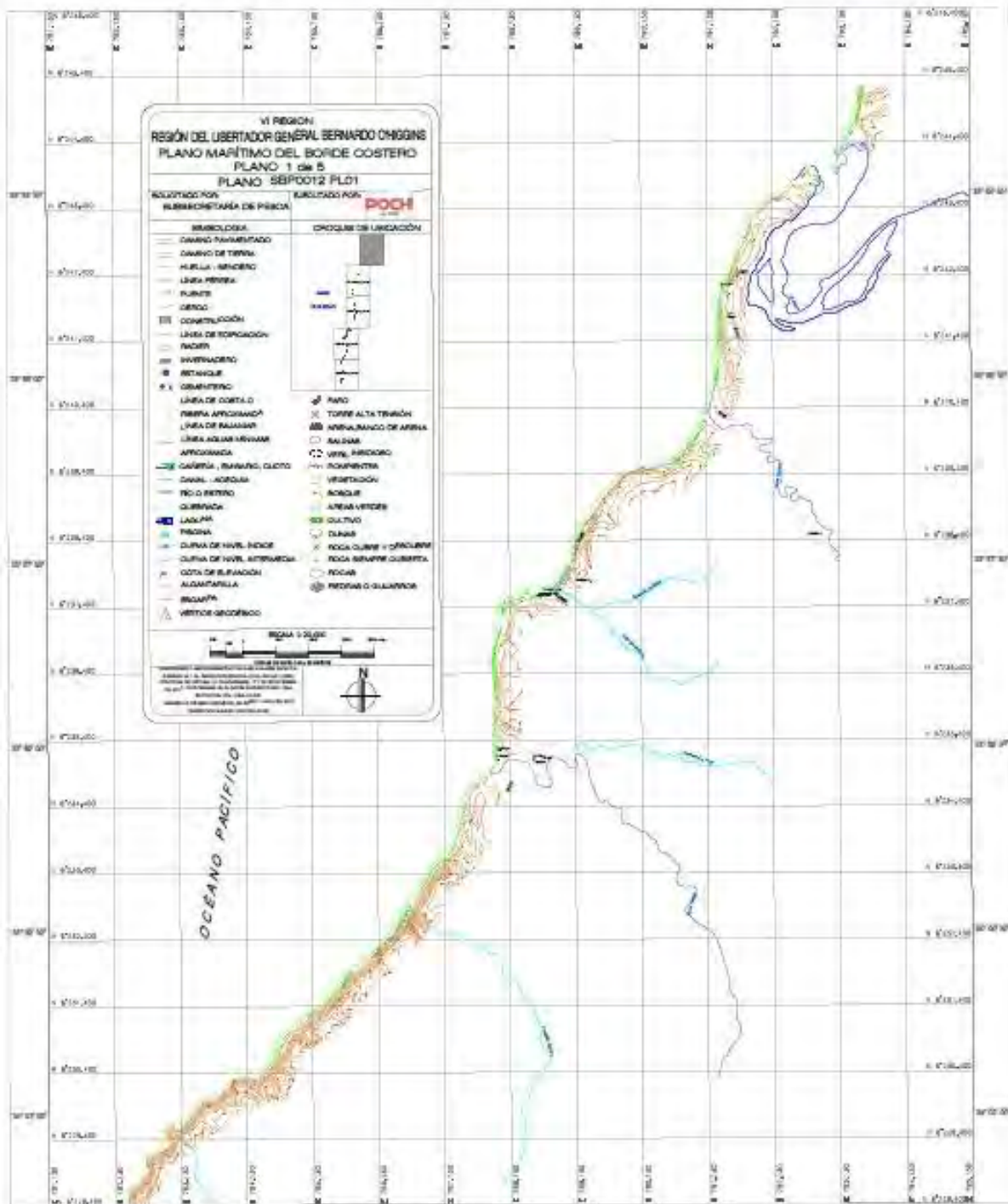


Figura 117. Formato de planos (AutoCAD), que contiene las curvas de nivel (Índice e intermedio), línea de costa quebradas, Esteros y Ríos sector 1.

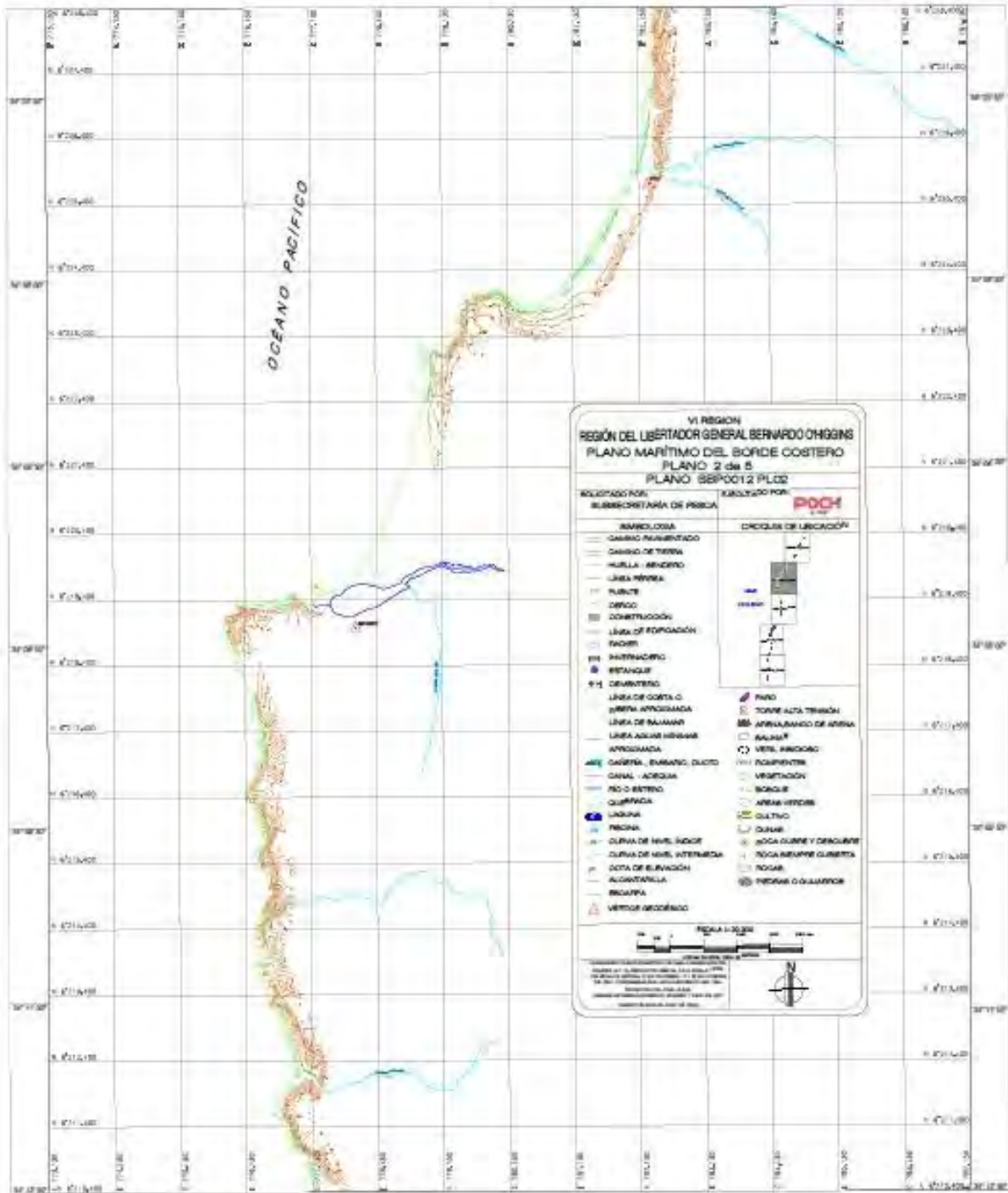


Figura 118. Formato de planos (AutoCAD), que contiene las curvas de nivel (Índice e intermedio), línea de costa quebradas, Esteros y Ríos sector 2.

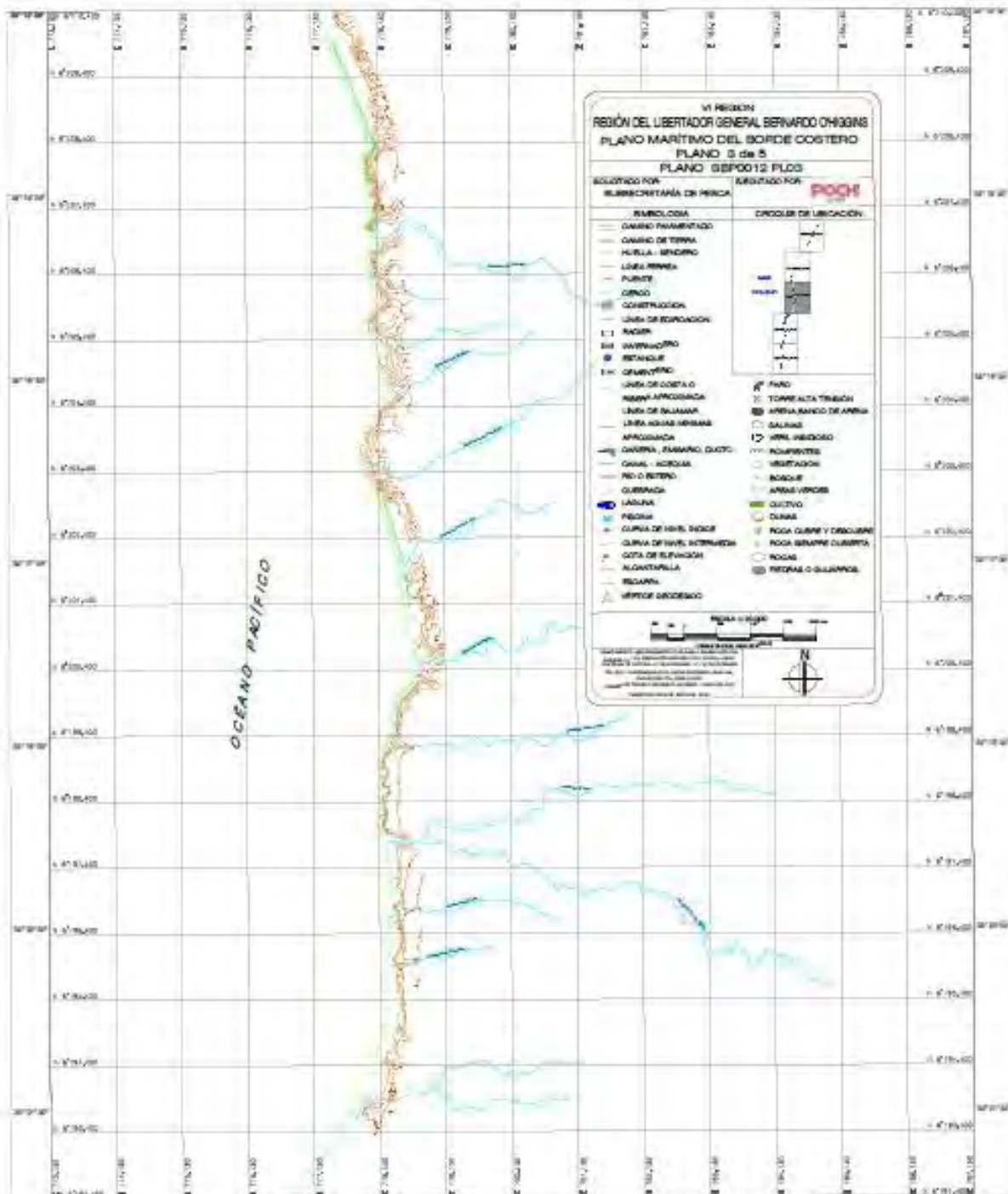


Figura 119. Formato de planos (AutoCAD), que contiene las curvas de nivel (Índice e intermedio), línea de costa quebradas, Esteros y Ríos sector 3.

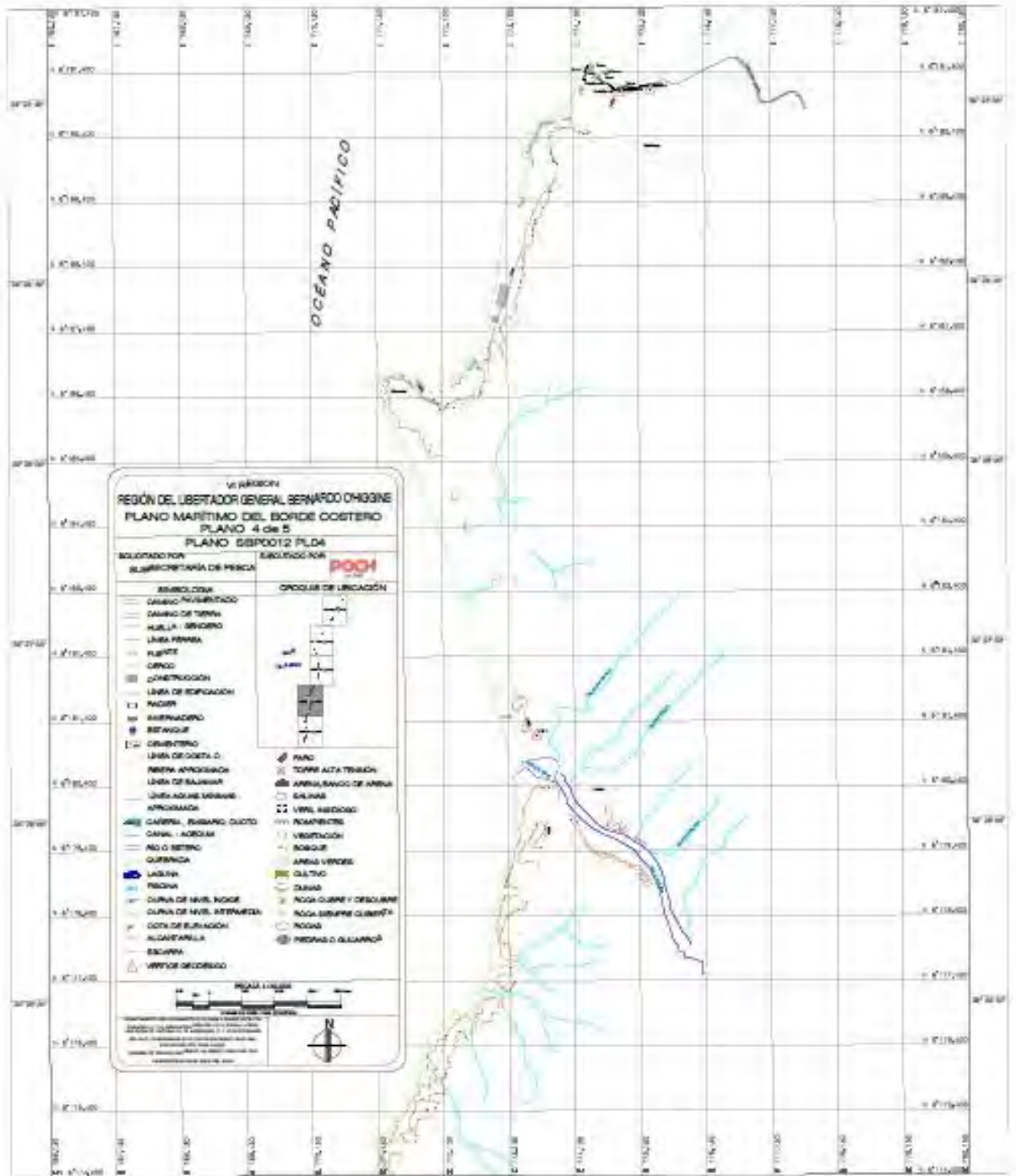


Figura 120. Formato de planos (AutoCAD), que contiene las curvas de nivel (Índice e intermedio), línea de costa quebradas, Esteros y Ríos sector 4.

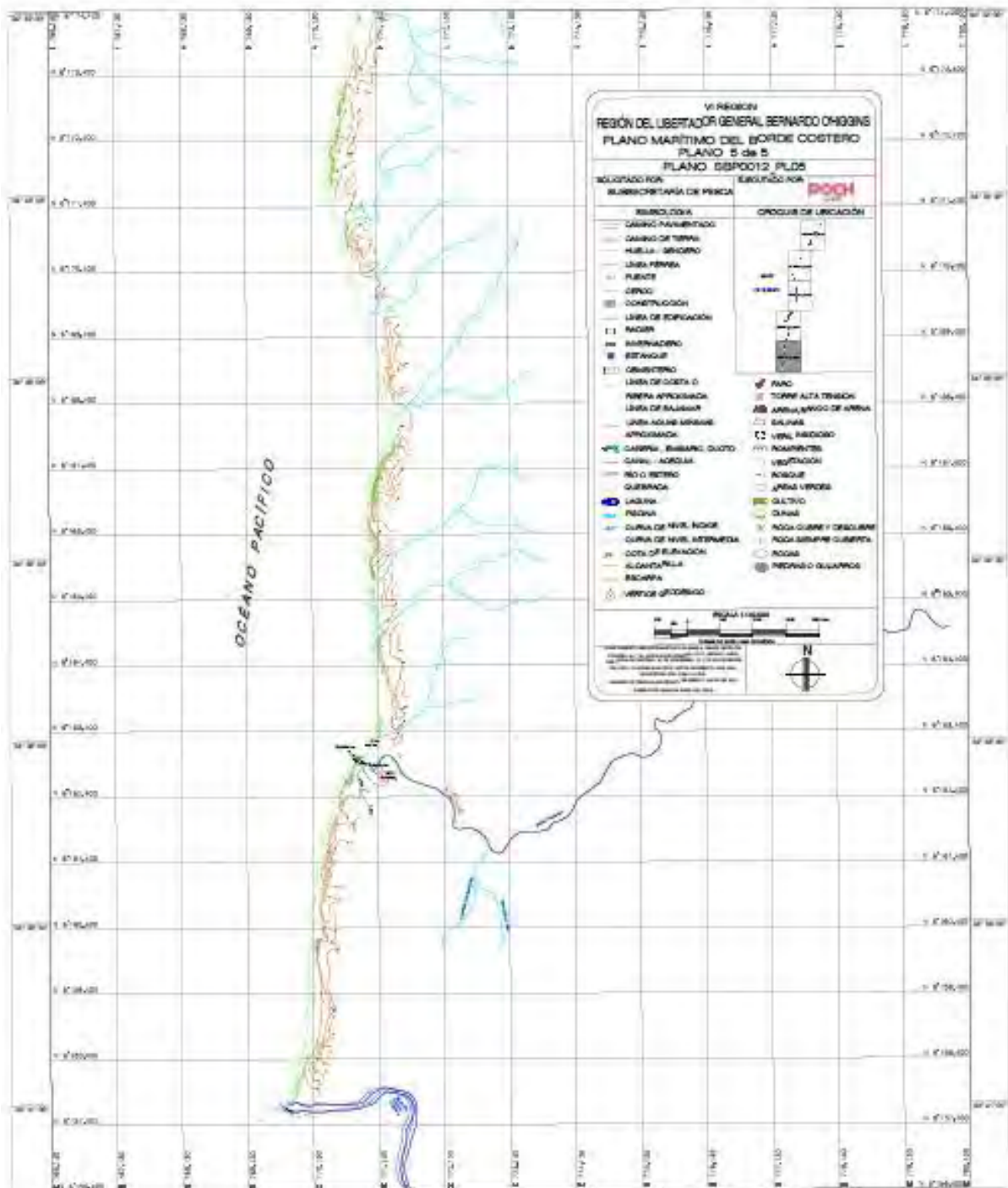


Figura 121. Formato de planos (AutoCAD), que contiene las curvas de nivel (Índice e intermedio), línea de costa quebradas, Esteros y Ríos sector 5.





## 6 Análisis y Discusión de Resultados

En primera instancia la determinación de las potenciales especies para desarrollo de cultivos a pequeña escala se basó en las preferencias y trabajos piloto desarrollados por los locales de las respectivas zonas prospectadas, con el objetivo de considerar a las bases sociales involucradas para su desarrollo integrado.

De los cultivos propuestos por los entrevistados en la VI Región, se destacaron varias especies, las cuales al día de hoy no poseen la tecnología para su desarrollo o se encuentran en vías de esta (erizo, macha, loco). No obstante, se rescataron todas las ideas con el fin de que los sitios propuestos puedan abarcar, quizás no hoy, sino a futuro uno o varios tipos de cultivos sustentables, tanto económico, social y ambientalmente.

Para determinar de mejor manera el potencial de cultivo de una especie se deben considerar factores del tipo externo como son temperatura, salinidad, profundidad del lugar, aporte de agua dulce en la concesión, rompiente, exposición, entre otros. Factores del tipo especie como son las tolerancias de estas a los cambios de temperatura, cambios de salinidad, profundidad óptima para su desarrollo, etc. y por último factores del tipo económico como son el costo asociado a materiales para la instalación de un cultivo y por ende el retorno de la inversión.

Al respecto, en la Región, una limitante importante corresponde a las condiciones oceanográficas del sector, con una costa muy expuesta al oleaje en gran parte del litoral, situación que imposibilita una APE atractiva para todos los entrevistados. Si bien es posible a futuro utilizar nuevas e innovadoras metodologías o infraestructura para ambientes de alta energía, por el momento, la comunidad entrevistada ve esta situación como un aspecto más bien negativo, prefiriendo por lo tanto sectores más accesibles y protegidos. De igual manera, los entrevistados prefieren cultivo de especies sobre las cuales conocen más, ya sea porque les parece esa opción o porque han estado presente en los manejos de algunas AMERB.

En consenso con Subsecretaría de Pesca, los sitios definitivos seleccionados por la contraparte técnica para realizar los muestreos ambientales en la VI región fueron ocho, ubicándose cinco de ellos en zonas estuarinas y tres en zonas marinas, presentando todos ellos una superficie menor a 10 hectáreas y profundidades inferiores a 15 metros (Tabla 146).



De los ocho sitios caracterizados, seis presentaron condición aeróbica de acuerdo a los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. Ex. N°3612/2009 (Boca Rapel 1, Boca Rapel 4, Boca Sector C, Matanzas 1, Matanzas 2 y Bucalemu). El resto (Boca Rapel 2 y Río Cahuil), presentaron porcentajes de materia orgánica superiores al límite (i.e.  $\leq 9\%$ ), aunque los demás parámetros medidos exigidos en la norma se encontraban dentro de los límites de aceptabilidad, por lo que se encontraban en condición anaeróbica.

En todos los sitios, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron iguales o superiores a 7,1 unidades de pH y/o los valores de potencial Redox fueron iguales o superiores a 50 mV, cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

Con respecto a los resultados de macrofauna, en tres de los sitios (Boca de Rapel 1, Boca de Rapel 2 y Río Cahuil), se registró la presencia del poliqueto *Capitella sp.*, el cual es considerado bioindicador de contaminación, y ha sido descrito en sectores con distinto grado de contaminación orgánica producto de descargas domésticas.

En todos los sitios evaluados, la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 2,5 mg/L, cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones.

Finalmente, en los tres sitios que presentaron sustrato duro o mixto (Boca de Rapel 2, Boca de Rapel 4 y La Boca Sector C), y en los cuales se llevó a cabo la filmación submarina, no se registró la presencia de cubierta de microorganismos a lo largo de las transectas, ni burbujas de gas emanando del sustrato.

Con respecto a las corrientes lagrangianas, en general presentan una dinámica de flujo con un desplazamiento de las aguas en marea vaciante y marea llenante influenciado principalmente por la morfología de las desembocaduras donde se encuentran ubicados los sitios prospectados. Complementario a la geomorfología del cuerpo de agua, el cual condiciona la dirección del flujo, la principal forzante sobre el desplazamiento y velocidad de los derivadores podría ser el viento existente en el lugar, el cual podría explicar las magnitudes de corrientes observadas a nivel de superficie, las cuales varían entre 6 y 33 cm/s en marea llenante, y 4 y 22 cm/s en marea vaciante.



**Tabla 146.** Resumen de los resultados obtenidos en la caracterización ambiental y del cumplimiento de los límites de aceptabilidad de acuerdo a la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones.

Sitio seleccionado	Área (Há)	Z (m)*	Tipo de fondo	Cuerpo de agua	MOT	pH y Redox	OD (1 m fondo)	Condición
La Boca de Rapel 1	5,77	1 - 12	Blando/Arena media	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica
La Boca de Rapel 2	5,93	0- 2,0	Mixto	Estuario	✗	✓	✓	Anaeróbica
La Boca de Rapel 4	6,31	1 - 3	Duro o semiduro	Estuario	-	-	✓	Aeróbica
La Boca Sector C	5,85	4 - 8	Duro	Mar	-	-	✓	Aeróbica
Matanzas 1	5,69	3 - 8	Blando/Arena Fina	Mar	✓	✓	✓	Aeróbica
Matanzas 2	5,83	2 - 16	Blando/Arena Fina	Mar	✓	✓	✓	Aeróbica
Rio Cáhuil	4,44	1 - 4	Blando/Fango	Estuario	✗	✓	✓	Anaeróbica
Bucalemu	1,38	0 - 1	Blando/Arena fina y media	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica

\*Rango de profundidad registrada mediante el barrido hidro acústico.

En el sector La Boca se realizó la medición de velocidad y dirección de corrientes durante 31 días para la capa de 5 metros (superficie) y 36 días para las capas de 15 y 26 metros (media y de fondo). El flujo de agua se mueve principalmente de NW hacia W, influenciado por la morfología del lugar. Para la capa superficial, la dirección NW es la predominante en este sitio y hacia donde el flujo de agua se mueve con mayor velocidad. En cuanto a la velocidad de la corriente en la capa media, se puede concluir que se registraron velocidades máximas de 44,4 cm/s y el flujo de agua se mueve principalmente de S hacia SE. Finalmente, para la capa de fondo, la dirección predominante es hacia el S y hacia donde el flujo de agua se mueve con mayor velocidad.



En el sector de La Boca de Pupuya se realizó la medición de velocidad y dirección de corrientes durante 36 días para la capa de superficie, media y de fondo. El flujo de agua se mueve principalmente de Oeste hacia Este para la capa de superficie, y la dirección predominante para este sitio es Este, siendo el mayor registro de velocidad de 44,2 cm/s. En cuanto a la velocidad de las corrientes del análisis efectuado para la capa media, el valor máximo alcanza un valor de 70,4 cm/s en la dirección Sur siendo esta la dirección predominante, el flujo de agua para esta capa se mueve principalmente de Noroeste hacia Sureste. El análisis para la capa de fondo registro una velocidad máxima de 41,4 cm/s en la dirección Sur, y la dirección predominante es Sureste, en cuanto al flujo de agua para esta capa se mueve principalmente de Norte hacia Sur, influenciado por la morfología del lugar.

En el sector de Cáhuil se realizó la medición velocidad y dirección de corrientes durante 37 días para la capa de superficie, media y de fondo. En cuanto a la velocidad de las corrientes del análisis efectuado, se identifica que el valor máximo de corriente alcanza un valor de 30,6 cm/s y se presentó en todas las capas con dirección W. La dirección de la corriente predominante es NW, no obstante, en la capa de fondo es SE. En cuanto al registro de magnitud para la capa de fondo y media, se encuentra en el rango de 1-5 cm/s y para la capa de superficie tiene un mayor porcentaje de ocurrencia en el rango de 5-10 cm/s.

Considerando lo anterior y a raíz de los resultados obtenidos en las caracterizaciones ambientales, fue necesario reevaluar la factibilidad de llevar a cabo los cultivos deseados. De los ocho sitios evaluados, cinco de ellos presentaron las características apropiadas para desarrollar el cultivo deseado. Los sitios restantes no cumplían con las características ambientales, presentado profundidades muy bajas para aquellos que querían cultivo de choritos o salinidades por debajo de la tolerancia de la especie, en el caso del cultivo de erizo. Es por esto que se propusieron especies y sistemas de cultivos alternativos más adecuados para cada sitio de acuerdo a bibliografía y a la experiencia de la unidad técnica.

Las especies propuestas siguen siendo las presentadas preliminarmente (*i.e.*, choritos y ostras), con excepción del pelillo, el cual no fue solicitado por ninguno de los interesados.

Como es sabido, el cultivo de choritos es un cultivo que cuenta con tecnologías de cultivo desarrolladas, las cuales no implican una gran inversión ni conllevan una gran complejidad. Es un producto popular por lo que consta de un mercado local, nacional e internacional, con precios para el acuicultor que hacen de esta una actividad reconocidamente rentable.



De igual forma, el cultivo de ostras ha demostrado ser un buen cultivo a lo largo de todo Chile, en particular el cultivo de ostra japonesa, que, si bien no es una especie nativa, posee una gran adaptación y buen crecimiento, en diferentes ambientes. Cuenta con una diversidad de sistemas de cultivo, los cuales no presentan gran complejidad ni inversión. Por estas razones, se recomienda el cultivo de este recurso, en conjunto con la especie ostra chilena, para diversificar el cultivo, en aquellos sitios con bajas profundidades, ya que es posible cultivar ambas especies en sistemas de bandejas de fondo. Además, en la actualidad existe un mercado, que, aunque no es masivo, hacen que el precio de estas especies haga de este cultivo rentable y con proyecciones favorables.

Si bien el pelillo se consideró como potencial especie a cultivar por ser una especie nativa con características favorables como alto nivel de adaptabilidad, factibilidad de cultivo, bajo nivel de inversión en siembra y cosecha, y cortos periodos de crecimiento, en la actualidad el precio en el mercado no hace rentable su cultivo.

Las especies a cultivar habitan en sectores con corrientes de marea moderadas, por lo que los sitios cumplirían con esta característica. Sin embargo, se debe tener precaución en el caso de los sitios ubicados en mar, ya que por ser sitios expuestos es importante conocer la velocidad y dirección de la corriente en donde se realizará el cultivo, ya que estos antecedentes permitirán saber en qué dirección colocar los sistemas de cultivo y dimensionar los fondeos.

En términos generales, los resultados obtenidos de los muestreos de metales pesados (Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc) se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica de análisis o cercanos a él, tanto en el estrato superficial como de fondo, con excepción del Zinc, que registró valores puntuales, pero altos en algunos sitios (*i.e.*, Bucalemu).

Con respecto a los valores de zinc registrados, dado que los cursos de agua asociados con estos sitios se encuentran antrópicamente intervenidos por distintos usos y actividades humanas, probablemente los mayores niveles de concentración de zinc hallados en estos sitios respondan parcialmente a aportes no naturales. En este sentido, numerosas especies de animales marinos son capaces de regular la concentración de zinc en el tejido, en amplios rangos de concentración de zinc en el agua y sedimentos desde niveles ambientales normales hasta niveles letales incipientes, es por esto que el zinc solo es moderadamente tóxico para algunos organismos (Neff, 2002). Sin embargo, las pautas



basadas en las concentraciones totales pueden ser sobreprotectoras, ya que solo una fracción de la concentración total generalmente estará biodisponible, gran parte del zinc en las aguas costeras y estuarinas está unido a compuestos inorgánicos, y ligandos orgánicos o adsorbidos por partículas suspendidas, haciéndolo menos biodisponible y tóxico que el ion de zinc libre. Por lo tanto, no se sabe con qué frecuencia el zinc representa un peligro para el medio marino (Neff, 2002).

Respecto del cultivo de bivalvos estos organismos filtradores son capaces de acumular en sus tejidos distintos contaminantes, entre ellos metales pesados, los cuales podrían ser potencialmente peligrosos para el ser humano (Corrales 2015), como también para el cultivo en sí, en este sentido IFOP (2017), señala que, en estudios de laboratorio, las concentraciones iguales a 1 mg/L de Zinc no tiene implicancias en la adhesión o mortalidad de *Mytilus chilensis*. Adicional a esto, la normativa chilena que regula las concentraciones de algunos metales en organismos de importancia económica corresponde al Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/96 MINSAL), aun cuando no contiene referencias explícitas acerca de concentraciones específicas de metales para organismos marinos determinados, sí establece en términos genéricos las concentraciones máximas permitidas de algunos metales que deben ser considerados en especies hidrobiológicas que se comercializan y consumen en nuestro país. En el caso particular del Zinc, se establece un límite máximo de 100 mg/kg.

Dada la ausencia de criterios de calidad ambiental nacionales (normativa de calidad secundaria), para aguas naturales (marinas, estuarinas y continentales), se considerará como referente el Criterio Crónico (CCC) para aguas continentales (“agua dulce” o freshwater) propuesto por la Environmental Protection Agency de Estados Unidos (EPA)<sup>10</sup>, debiéndose tener presente que la comparación efectuada solamente es referencial, ya que los ambientes acuáticos fluviales con toda seguridad difieren en sus condiciones físicas y químicas. Si bien, podrían existir aportes antrópicos de metales pesados a estos cursos de agua, se desconoce los niveles basales (“background”) o aportes naturales en estas aguas. Así también, en ningún caso los criterios ambientales señalados por la EPA para cada metal

---

<sup>10</sup> <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>



o elemento se constituyen en niveles normativos cuya superación indique un deterioro de la condición ambiental de estas aguas fluviales.

Para el zinc, la EPA propone un criterio ambiental crónico de 0,12 mg/L. Contrastando las mediciones efectuadas en la presente campaña con este referente, se desprende que todos los valores de concentración asociados a los sitios seleccionados presentaron niveles de concentración inferiores a este referente ambiental.

Considerando lo anterior, los valores registrados de zinc en los sitios seleccionados podrían tener implicancia para el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala.

Mediante el estudio de prospección y análisis de recursos hidrobiológicos bentónicos fue posible constatar la presencia de una especie considerada recurso hidrobiológico por la Resolución Exenta N° 2.353 de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en solo uno de los ocho sitios prospectados. Este fue el caso de *Pyura chilensis*, encontrado en bajas densidades sobre la superficie rocosa existente en el sitio Matanzas 2. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos del indicador IPBAN, considerando las 3 unidades de muestreo prospectadas en el sector de estudio, no existirían bancos naturales de recursos hidrobiológicos en el área prospectada, según la Res. Ex. N° 2.353 (SUBPESCA) posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 (SUBPESCA), ni en este, ni en ninguno de los otros sitios seleccionados.

Los niveles de producción máxima estimada para los sitios seleccionados no son grandes volúmenes, por lo que, para mejorar la rentabilidad, la APE debe integrarse a la caleta y a las actividades turísticas y gastronómicas que se puedan desarrollar en ella. Por lo que se sugiere complementar esta actividad con la implementación de turismo vivencial, como forma de diversificación, el cual busca promover la experiencia directa de los turistas en el desarrollo y explotación de los recursos. Implementar el turismo vivencial permitiría compartir la operación pesquera; la interacción con los saberes del pescador y su forma de buscar y recolectar la especie a través de una observación directa la captura, además de la observación de aves, flora y fauna; y, por cierto, la degustación y elaboración de comida y platos típicos. Además, se propone abrir nuevos canales de comercialización, con los productos cultivados y con valor agregado a través de packaging y distintos formatos de venta, realizando la entrega directa a restaurantes y supermercados, eliminando a los intermediarios, que reducen el valor comercial de los productos.



De acuerdo a la normativa vigente (DS 40/2013) y los resultados obtenidos en la caracterización ambiental, recursos a cultivar y la producción máxima estimada, seis de los ocho sitios prospectados entrarían al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Estos ingresarían al SEIA principalmente por su ubicación (Boca Rapel 1, Boca Rapel 2, Boca Rapel 4, Rio Cáhuil y Bucalemu) y uno de ellos por producción (Boca Sector C). Los cálculos de producción, así como gastos de operación e inversión se basaron en estudios recientes (proyectos FIP, FIPA y FIC) y se realizaron de tal forma que la inversión total para llevar a cabo el cultivo se ajustara a los montos de programas gubernamentales, con el objetivo de tener una factibilidad de financiamiento.





**Tabla 147.** Tabla resumen de los sitios seleccionados, recurso a cultivar, producción máxima y sistema de cultivo a implementar.

Sitio seleccionado	Categoría CPS por tipo de cultivo	Categoría CPS realizada por bases técnicas de proyecto	N° de hectáreas	Recursos a cultivar	Producción máxima solicitada	Entra o no al SEIA	AMERB o libre acceso	Sistema de cultivo	Cuerpo de agua (mar, río o estuario)
La Boca de Rapel 1	1	6	5,77	Ostras y chorito	206	SI	Libre acceso	Chorito longline / Ostras bandejas de fondo	Estuario
La Boca de Rapel 2	0	6	5,93	Ostras	35	SI	Libre acceso	Bandejas de fondo	Estuario
La Boca de Rapel 4	0	6	6,31	Ostras	43	SI	Libre acceso	Bandejas de fondo	Estuario
La Boca Sector C	0	4	5,85	Chorito	395	SI	Libre acceso	Long line	Mar
Matanzas 1	1	3	5,69	Ostras	54	No	Libre acceso	Long line	Mar
Matanzas 2	1	3	5,83	Ostras	95	No	Libre acceso	Long line	Mar
Río Cahuil	1	6	4,44	Ostras	86	SI	Libre acceso	Bandejas de fondo	Estuario
Bucalemu	1	6	1,38	Ostras	43	SI	Libre acceso	Bandejas de fondo	Estuario



## 7 Conclusiones

En la región de O'Higgins se identificaron un total de 29 Organizaciones de Pescadores Artesanales. Dentro de esas organizaciones, se llevaron a cabo diversas entrevistas en las cuales los entrevistados propusieron un total de 16 áreas apropiadas para realizar acuicultura a pequeña escala.

En la región, una limitante importante corresponde a las condiciones oceanográficas del sector, con una costa muy expuesta al oleaje en gran parte del litoral, situación que imposibilita una APE atractiva para todos los entrevistados.

Si bien es posible a futuro utilizar nuevas e innovadoras metodologías o infraestructura para ambientes de alta energía, por el momento, la comunidad entrevistada ve esta situación como un aspecto más bien negativo, prefiriendo por lo tanto sectores más accesibles y protegidos.

Finalmente, en conjunto con la contraparte técnica, se seleccionaron 5 organizaciones y 8 sitios potenciales para realizar acuicultura a pequeña escala, sobre los cuales se llevó a cabo la caracterización ambiental.

Como resultado de esta caracterización, se obtuvo que, 6 sitios presentaron condición aeróbica de acuerdo a los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. Ex. N°3612/2009 (Boca Rapel 1, Boca Rapel 4, Boca Sector C, Matanzas 1, Matanzas 2 y Bucalemu). El resto (Boca Rapel 2 y Río Cahuil), presentaron porcentajes de materia orgánica superiores al límite (*i.e.*  $\leq 9\%$ ), por lo que estos se encontraban en condición anaeróbica.

En la prospección y análisis de especies hidrobiológicas llevada a cabo en los sitios seleccionados no se registró la presencia de ningún recurso, solo piure en bajas densidades en uno de los sitios, por lo que se concluye que no existe presencia de banco natural en ningún sitio propuesto para su evaluación, esto según metodología establecida en Resolución Exenta N° 2.353 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

A raíz de los resultados obtenidos, las especies a cultivar propuestas por los titulares de tres sitios sufrieron modificaciones, al igual que los sistemas de cultivo, ya que las condiciones ambientales no eran las apropiadas para llevar a cabo el cultivo que ellos deseaban, por lo que tomando en cuenta el nivel de desarrollo de la tecnología de cultivo, tipo de lugar y complejidad de éste, se propusieron otras especies y sistemas de cultivo más adecuados a



cada sitio seleccionado, favoreciendo la acuicultura de especies nativas, como choritos y ostra chilena, en conjunto con ostra japonesa, que, aunque no es una especie nativa, tiene un gran potencial para APE.

Si bien la acuicultura a pequeña escala constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, ya que posibilitan la diversificación del sector pesquero artesanal, sigue siendo, como su nombre lo indica, a pequeña escala con volúmenes de producción menores, lo que hace necesario desarrollar otras iniciativas productivas complementarias, como el turismo y la gastronomía, para lograr con esto un mejor aprovechamiento de los recursos presentes en el área.



## 8 Bibliografía

- ARAYA-VERGARA, J. (1970). Contribución al estudio de los procesos estuariales en las desembocaduras de los ríos Rapel y Maipo. *Informaciones Geográficas de Chile*, N° 20, p. 17-38.
- ARAYA-VERGARA, J. (1982). Análisis de la localización de los procesos y formas predominantes de la línea litoral de Chile. *Observación preliminar. Informaciones Geográficas de Chile*, N° 29, p. 25-55.
- ARCHE A (Ed.). (1992). *Sedimentología*. Vol. I. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 541 pp.
- Centro de Análisis de Políticas Públicas, (2016). *Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile. Comparación año 1999 – 2015*. Universidad de Chile. Ed. Centro de Análisis de Políticas Públicas. 604 pp. <http://uchile.cl/u129633>
- Cisternas M. (1998). Sedimentos. En: Documento de síntesis estudio de línea de base para la evaluación de impacto ambiental del complejo forestal industrial Itata. O. Parra y E. Habit (Eds.) Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, pp. 59-62.
- D.S. MINECON N°290 de 1993. (s.f.). *Reglamento de Concesiones de Acuicultura y sus modificaciones*.
- D.S. MINECON N°320 de 2001. (s.f.). *Reglamento Ambiental para la Acuicultura*.
- D.S. MINSEGPRES N°95 de 2001. (s.f.). *Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental*.
- EULA-Chile, (2010). Diagnóstico indicadores biológicos en la Cuenca Rapel. Informe 616 final, estudio realizado por EULA PROYECTO N° 30073967-0, Conama VI Región, Chile. 284 pp.
- FIPA 2004-26. (s.f.). *Diagnóstico de la Acuicultura a Pequeña Escala en Chile*.
- FIPA 2015-02. (s.f.). *Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala*.
- IFOP. (2015). FIP 2013-23. *Estudios de emplazamiento de áreas de Acuicultura de pequeña escala en la zona norte*.



- Martin, J.L., and S. McCutcheon. (1999). Hydrodynamics and transport for water quality modeling. CRC Press, Inc.
- Ministerio de Obras Públicas. (2014). Levantamiento hidrogeológico cuencas pluviales costeras en la región del libertador general Bernardo O'Higgins, Maule y del Bío-Bío, etapa 2. 268 pp.
- Ministerio de Obras Públicas. (2004). Diagnóstico y clasificación de los cuerpos de agua según objetivos de calidad. Etapa 2. Cade-Idepe. 190 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2017. Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas.
- Neff, Jerry. (2002). Bioaccumulation in Marine Organisms: Effect of Contaminants from Oil Well Produced Water. 241-313.
- Selley R. (1970). Ancient sedimentary environments. Chapman & Hall, 237 pp.
- Sernapesca. (2016). *Anuario Estadístico de Pesca 2016*.
- Subpesca, Enero 2017. (s.f.). *Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura*.
- UCSC. (2015). FIP 2013-24. *Estudio de Emplazamiento de Áreas de Acuicultura de Pequeña Escala en la Zona Sur (VI a XIV Regiones)*.



ANEXOS

# A Minutas de Reunión y Cartas







ANEXOS

# B Encuestas y

Listado de

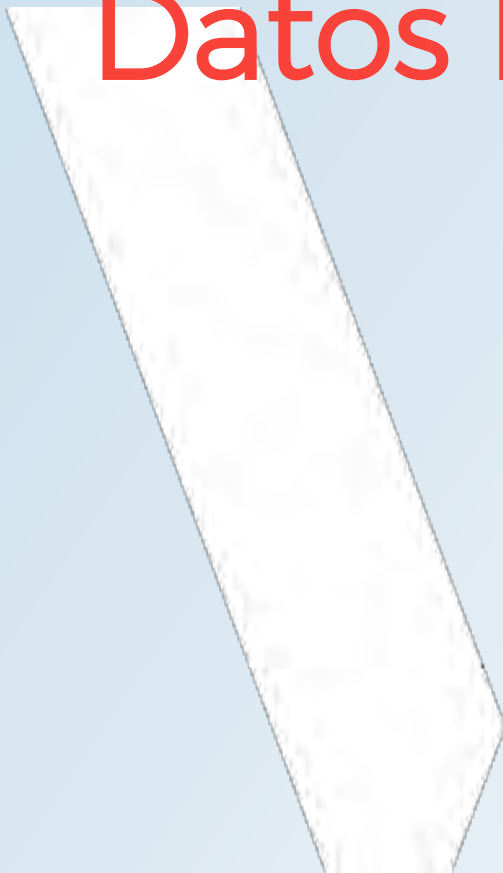
Contactos



ANEXOS

C Base de

Datos Encuesta

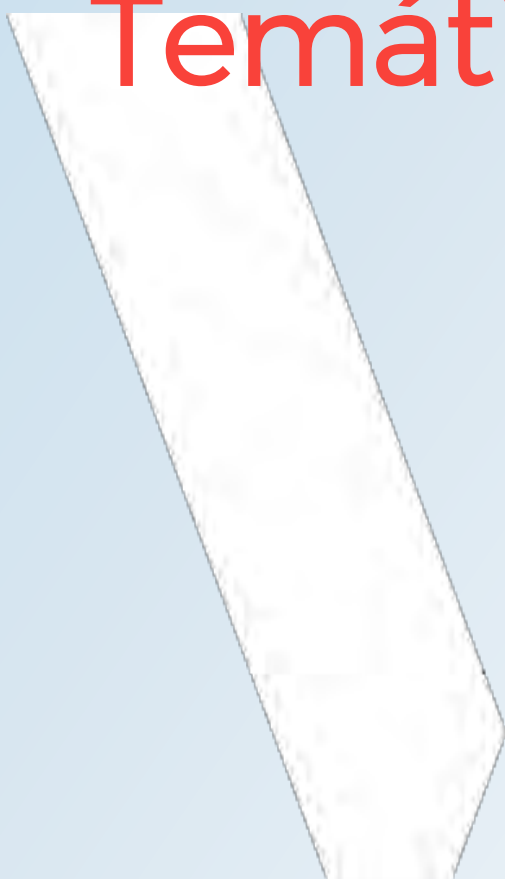




ANEXOS

D Fichas

Temáticas

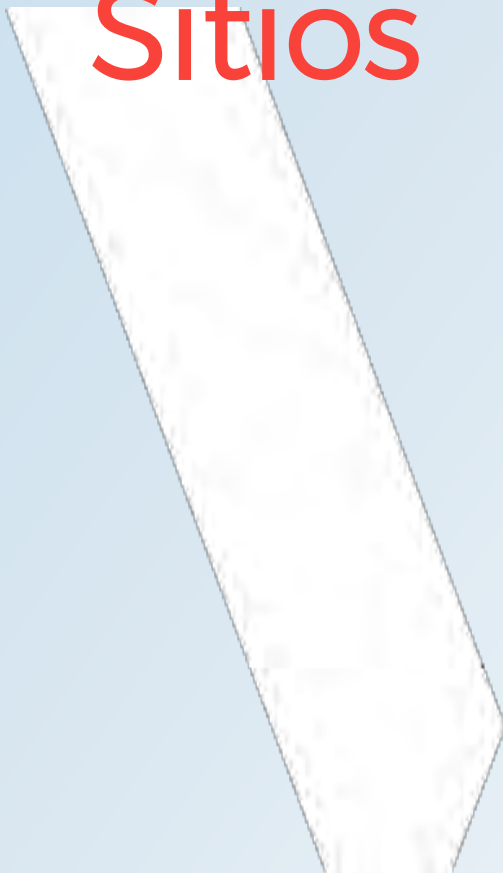




ANEXOS

E Shapes

Sitios







ANEXOS

**F** Información

CPS y Metales

Pesados

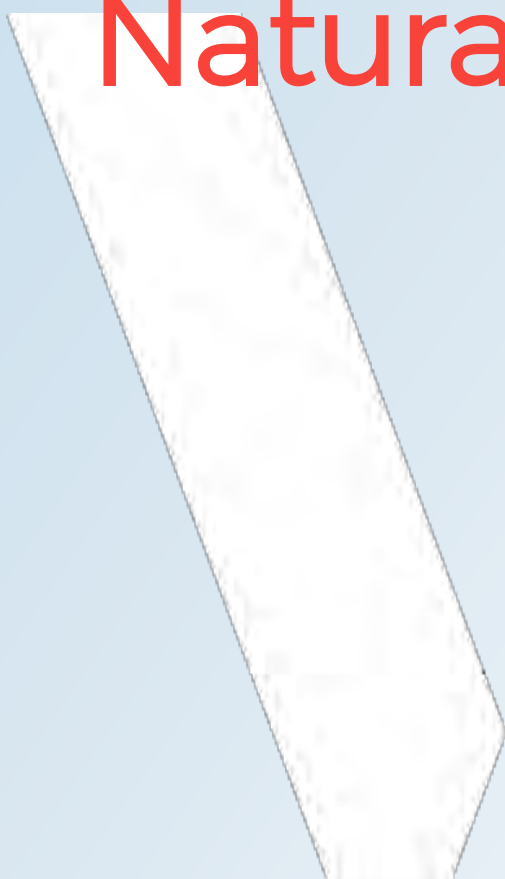




ANEXOS

**G** Banco

**Natural**



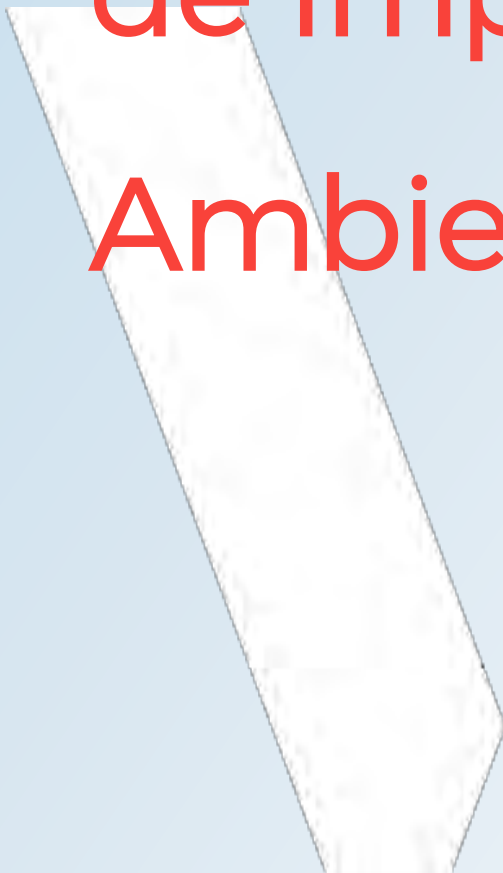


ANEXOS

**H** Declaración

de Impacto

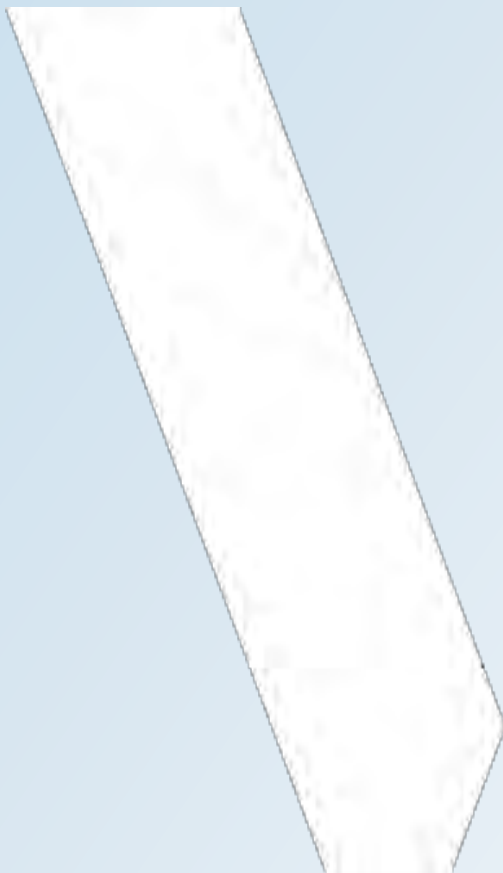
Ambiental





ANEXOS

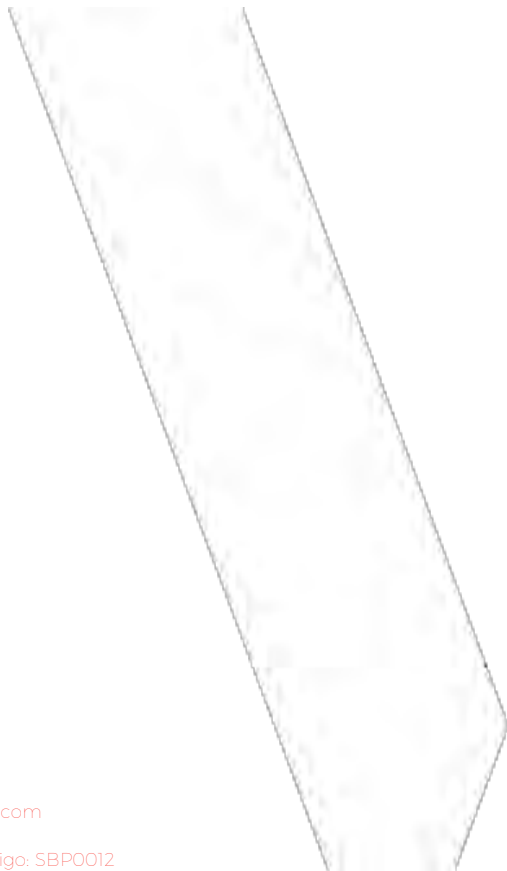
# | Plano de Borde Costero



# J Personal participante por actividad



# K Informes de Correntometría



# L Metadata

