

PROYECTO FIP N° 2004-53

**“DETERMINACION DE LA PRESENCIA DE BACTERIAS
PATOGENAS EN LAS AGUAS DE LA X REGION, QUE AFECTAN
LA EXPORTACION Y CONSUMO DE MOLUSCOS BIVALVOS”**

INFORME FINAL

Unidad ejecutora:

**P. UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE RECURSO NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR**

Investigador principal:

Mariel Campalans B.

Investigadores asociados:

**Jacqueline Campalans B.
Boris Ramírez R.
Inés Guerrero S.
Patricia Rojas Z.**

2006

RESUMEN EJECUTIVO

Con el fin de determinar la presencia de bacterias patógenas de humanos, en especial *Vibrio parahaemolyticus*, en las aguas y carne de moluscos de consumo en las zonas de mayor producción en la X región, se planificó un estudio tendiente a relacionar la presencia de estos microorganismos con zonas de crianza y bancos naturales de las especies de moluscos bivalvos cercanos a fuentes de aguas contaminadas.

Este estudio contiene una recopilación de información sobre bacterias entéricas asociadas al consumo de moluscos bivalvos y su aparición en el país, además de acciones que se llevan a cabo y, finalmente, normativas oficiales para controlar la presencia de estos patógenos en las especies de consumo.

Para llevar a cabo este estudio se realizó un catastro de emisarios de aguas residuales domésticas e industriales, se georreferenciaron los centros de cultivo y bancos naturales de bivalvos. Toda esta información fue dispuesta en una cartografía digital para seleccionar las áreas geográficas en donde se realizaría el estudio.

De esta forma, se seleccionaron seis zonas de cultivo y extracción de moluscos bivalvos distribuidos en las zonas de Llanquihue, Chiloé y Palena. Los seis puntos seleccionados se consideraron zonas vulnerables utilizando los criterios de presencia de emisarios, densidad de centros de cultivo, censo de poblacional y Temperatura Superficial del Mar (histórica).

El diseño de muestreo consideró la toma de muestras de agua y tejido de moluscos en las épocas de invierno y verano, lo que permitió realizar una caracterización ambiental de cada área, considerando parámetros físicos y químicos de los cuerpos de agua cercanos a los emisarios y el recuento de bacterias fundamentalmente coliformes fecales, *Salmonella* y *Vibrio parahaemolyticus*. Todos los análisis microbiológicos fueron realizados por el laboratorio Aquagesión con sede en Puerto Montt.

Los resultados de los análisis indican que la contaminación bacteriana de los cuerpos de agua y tejido de moluscos es baja; se destaca la ausencia de *V. parahaemolyticus* tanto en los muestreos de invierno como de verano.

Se proponen medidas de mitigación de largo y corto plazo frente al riesgo de contaminación bacteriana de los moluscos bivalvos de manera de prevenir su impacto en el consumo directo y en la exportación. Dentro de estas medidas se puede destacar la educación de la población mediante campañas mediáticas y capacitación a los manipuladores de alimento y la mantención de la cadena de frío, entre otras.

Las medidas de control y mitigación propuestas fueron validadas y complementadas en el Taller de Difusión realizado en la ciudad de Puerto Montt. A este taller asistieron representantes del sector público y productivo relacionado al área. Dentro de los logros de esta actividad, se destaca el diálogo que se produjo entre entidades como ESSAL, ISP, Sernapesca y productores, de allí surge el listado de medidas de control y mitigación complementarias que se presentan en los comentarios del taller, llegando al consenso que es prioritario elaborar medidas de regulación y fiscalización dirigidas a los vendedores informales en playa, así como a los preparadores y manipuladores de alimento. Por otra parte, se requiere de medidas de trazabilidad para permitir conocer con mayor exactitud el origen de los productos adquiridos y procesados por los expendedores de alimento al público, tales como restaurantes y mercados.

La evaluación de la eficacia de los procesos de depuración y transformación de los moluscos bivalvos en la eliminación de las bacterias patógenas se llevó a cabo identificando las plantas existentes en la región, pudiendo distinguir aquellas que cumplen con un programa de sanidad activo para exportar a USA y CEE. En consecuencia, las otras plantas fueron consultadas respecto a sus procesos y manejo de la materia prima.

INTRODUCCION

El motivo principal que hace de vital importancia el determinar la presencia de bacterias patógenas para el ser humano en las aguas en que se desarrollan los moluscos, es la importancia que el consumo de moluscos tiene en la dieta de extensas poblaciones, especialmente en áreas de gran actividad pesquera, como es la X Región. Otro motivo, es la importancia económica cada vez mayor que está alcanzando la producción de moluscos, cuyo destino principal es la exportación. Esta creciente importancia atrae cada vez más capitales cuyo destino es desarrollar los cultivos de moluscos de gran demanda internacional, como por ejemplo los mitílidos. Por lo tanto, una contaminación que significara una intoxicación masiva podría ser una catástrofe económica para los productores y para todo el personal que gira en forma directa e indirecta alrededor de esta industria.

Las características biológicas propias de algunos de estos organismos, específicamente los moluscos bivalvos, hacen que requieran de un cuidado especial, debido a que su alimentación se produce por filtración, es decir, filtran el agua a través de sus branquias para retener partículas alimenticias con las que alimentarse, de esta manera van concentrando toxinas o bacterias peligrosas para la salud pública, situación que no es posible determinar por inspección visual de estos productos acuícolas, ya que ellos no se ven afectados por las toxinas de la marea roja ni por la acumulación de bacterias patógenas para el ser humano. Por lo tanto, para un consumo sin riesgos es necesaria su producción en aguas limpias.

En la actualidad, las zonas costeras limpias y sin gérmenes son poco frecuentes, especialmente donde la densidad de población es grande, con una contaminación creciente a medida que la población crece. El origen de esta contaminación son los vertidos al mar de aguas residuales urbanas, agrícolas e industriales, sin tratamiento previo.

Hechos recientes, como la detección de intoxicaciones producidas por el *Vibrio parahaemolyticus* en la X Región, han alertado a los organismos involucrados tanto en la salud pública como en la calidad de los productos pesqueros, para reforzar la vigilancia sanitaria efectuada sobre estos organismos. Información complementaria de las bacterias

en cuestión, permitiría prevenir situaciones de riesgo que pudieran presentarse en el futuro. Para tal efecto, es necesario inferir las condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de estas bacterias, su presencia, estacionalidad, distribución, probable origen y cuantificación de manera tal que se puedan tomar medidas adecuadas y oportunas. Además, e necesario establecer medidas preventivas a fin de espaciar cada vez más estos eventos. Este proyecto fue planificado para lograr esta meta.

INDICE GENERAL

OBJETIVOS	Pág. 1
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	
<i>Determinar la presencia y cantidad de bacterias patógenas de humanos en las aguas y carne de moluscos en las zonas de mayor producción de la X Región (Calbuco, Seno de Reloncaví, Chiloé y Palena.</i>	2
G.1. Antecedentes	2
G.2. Desarrollo Metodológico y Resultados	6
G.2.1. Literatura sobre presencia de bacterias patógenas en el litoral chileno y en moluscos bivalvos que actúan como vectores de ellas	6
G.2.2. Monitoreo y vigilancia oficiales	9
G.2.3. Distribución geográfica de vertidos de aguas servidas en la X Región	12
G.2.4. Distribución geográfica centros de cultivo y zonas de extracción de moluscos bivalvos	20
G.2.4.1. Centros de cultivo de moluscos bivalvos	20
G.2.4.2. Areas de extracción de moluscos bivalvos	22
G.2.5. Registros de temperatura y otras variables en la X Región	24
G.2.6. Medidas Mitigadoras	26
G.2.7. Descripción de los procesos de depuración y transformación	32
G.2.7.1. Caracterización de los procesos de transformación de moluscos bivalvos	32
G.2.7.2. Detalle del procesamiento de moluscos en planta	36

OBJETIVO 4.1.

Determinar la presencia y concentración de bacterias patógenas de humanos como Vibrio cholerae, Vibrio parahaemolyticus, Escherichia coli, Salmonella sp. y coliformes fecales en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región (provincias de Llanquihue, Chiloé y Palena)

1.1. Antecedentes	39
1.2. Desarrollo Metodológico y Resultados	43
1.2.1. Análisis de riesgo para determinar puntos y/o zonas críticas	43
1.2.2. Laboratorios Acreditados	47
1.2.3. Especies Indicadoras	47
1.2.4. Plan de Muestreo	49
1.2.4.1. Plan A	49
1.2.4.2. Plan B	50

OBJETIVO 4.2.

Determinar las principales variables ambientales asociadas a la presencia y desarrollo de bacterias patógenas de humanos en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región

2.1. Antecedentes	56
2.1.1. Aspectos Ambientales	56
2.1.2. Aspectos Microbiológicos	59
2.2. Desarrollo Metodológico y Resultados	61
2.2.1. Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones oceanográficas de la X Región	61
2.2.2. Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones meteorológicas de la X Región	63
2.2.2.1. Sector Pto. Montt	63
2.2.2.2. Sector Ancud	65
2.2.2.3. Sector Calbuco	69

2.2.3. Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones sanitarias de la X Región	70
2.2.4. Mediciones semestrales de las variables ambientales	71

OBJETIVO 4.3.

<i>Identificar las zonas de cultivo y extracción de moluscos bivalvos en la décima región más vulnerables a la contaminación bacteriana con efectos importantes en la salud pública</i>	73
3.1. Antecedentes	73
3.2. Desarrollo Metodológico y Resultados	76
3.2.1. Identificación de Peligros	76
3.2.2. Caracterización del Peligro	80
3.2.3. Evaluación de la Exposición	82
3.2.4. Caracterización del Riesgo	85
3.2.4.1. Análisis Bacteriológico	86
3.2.4.2. Variables Ambientales	90
3.2.5. Caracterización y clasificación de zonas críticas	138

OBJETIVO 4.4.

<i>Proponer medidas para mitigar el riesgo de contaminación bacteriana de los moluscos bivalvos en la décima región que afecta o puede llegar a afectar su consumo o exportación</i>	143
4.1. Antecedentes	143
4.1.1. Medidas de Control en Chile	146
4.2. Desarrollo metodológico y Resultados	148
4.3. Medidas propuestas	151
4.4. Evaluación económica de las medidas propuestas	155
4.5. Taller de Discusión	158
4.5.1. Participantes	158
4.5.2. Comentarios del Taller	161
4.5.3. Conclusiones y recomendaciones	162

OBJETIVO 4.5.

<i>Evaluar la eficacia de los procesos de depuración y/o transformación de los moluscos bivalvos en la eliminación de bacterias patógenas</i>	164
5.1. Antecedentes	164
5.1.1. Depuración	165
5.1.2. Transformación	167
5.1.3. Normativa vigente relacionada con la comercialización de moluscos bivalvos	168
5.1.3.1. Transporte	168
5.1.3.2. Productos destinados al mercado nacional	169
5.1.3.3. Productos para consumo directo	170
5.1.4. Productos de Exportación	171
5.2. Desarrollo Metodológico y Resultados	173
5.2.1. Identificación peligros de contaminación bacteriana de las plantas procesadoras	174
5.2.2. Visita a plantas transformadoras, X Región	177
5.2.2.1. Catastro plantas transformadoras	177
5.2.2.2. Resultados de Entrevistas	180
5.2.3. Visita a Planta Depuradora, X Región	187
5.2.4. Evaluación de la eficacia de los procesos	188
COMENTARIOS DEL ESTUDIO	189
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>	192

ANEXOS

Anexo I:	Convenio Laboratorio Acreditado Aquagestión (ex Fundación Chile)
Anexo II:	Puntos de Muestreo
Anexo III:	Desplazamiento Derivadores
Anexo IV:	Trazado y contornos mancha rodamina
Anexo V:	Caracterización de la columna de agua
Anexo VI:	Encuesta Pescadores Artesanales

- Anexo VII: Invitación Taller de Discusión**
- Anexo VIII: Programa Taller de Discusión**
- Anexo IX: Personal participante por actividad**
- Anexo X: Observaciones a la propuesta**

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 : Publicaciones que contienen información sobre la presencia de bacterias patógenas asociadas al consumo de moluscos bivalvos	7
TABLA 2 : Normativa relacionada con el control del medio ambiente	10
TABLA 3 : Programas de vigilancia activos en el territorio nacional	11
TABLA 4 : Sistemas de tratamiento de aguas servidas, autorizados al 20 de agosto de 2004	13
TABLA 5 : Emisarios de la zona de Calbuco, Seno de Reloncaví, Chiloé y Palena	14
TABLA 6 : Información descargas aguas servidas ESSAL S.A.	14
TABLA 7 : Ubicación geográfica de emisarios submarinos aprobados por la autoridad ambiental	17
TABLA 8 : Ubicación Geográfica de puntos de descargas costeras no aprobadas por la autoridad ambiental (“antiguas” y/o ilegales)	18
TABLA 9 : Eventos fríos y cálidos por estación durante 1997-2005	26
TABLA 10: Documentos internacionales sobre medidas mitigadoras	27
TABLA 11: Medidas de control propuestas por los países	31
TABLA 12: Descripción de los procesos fresco refrigerado y congelado en planta	38
TABLA 13: Distribución de los Centros de Cultivo de Moluscos, por Comuna con emisario, de la X Región, para cada especie	43
TABLA 14: Densidad de Centros de Cultivo de Moluscos, por Comuna con emisario, X Región	44
TABLA 15: Densidad Poblacional Por Comuna, X Región	44
TABLA 16: Puntuación de Variables por Comuna	46
TABLA 17: Laboratorios de Ensayo Acreditados por el INN en la X Región	48

	Pág.
TABLA 18: Cosechas chilenas, en toneladas, por recurso de cultivo (1999–2003)	50
TABLA 19: Producción chilena de Moluscos, en toneladas. (1999–2003)	50
TABLA 20: Cosecha de Moluscos Bivalvos, en toneladas, por especie y región. (Año 2002)	51
TABLA 21: Desembarque de moluscos bivalvos de áreas de manejo, en toneladas, por especie y región. (Año 2002)	51
TABLA 22: Desembarque total de moluscos bivalvos, en toneladas, por especie y mes. X Región. (año 2002)	52
TABLA 23: Producción, en toneladas, de fresco enfriado de moluscos bivalvos. (1998 – 2002)	52
TABLA 24: Producción, en toneladas, de congelado de moluscos bivalvos. (1998 -2002)	53
TABLA 25: Normas chilenas relacionadas a Control de calidad del agua	55
TABLA 26: Normas chilenas relacionadas a Patógenos	55
TABLA 27: Principales virus entéricos humanos presentes en el agua y enfermedad que producen	77
TABLA 28: Principales patógenos bacterianos en alimentos y probables factores que han contribuido a su emergencia	78
TABLA 29: Identificación de brotes epidémicos de gastroenteritis	83
TABLA 30: Concentración coliformes fecales, por zona y muestreo	87
TABLA 31: Máximo de coliformes fecales, por zona y profundidad	89
TABLA 32: Temperaturas registradas por zonas y periodo de muestreo	91
TABLA 33: Concentración de Clorofila [mg/m^3], por Zona	97
TABLA 34: Itinerario de registro de corrientes lagrangianas	98
TABLA 35: Velocidad media de derivadores, para cada fase de marea y profundidad. Ancud, X Región	103

	Pág.
TABLA 36: Velocidad media de derivadores, para cada fase de marea y profundidad. Castro, X Región	106
TABLA 37: Velocidad media de derivadores, para cada fase de marea y profundidad. Curaco de Velez, X Región	109
TABLA 38: Velocidad media de derivadores, para cada fase de marea y profundidad. Quellón, X Región	111
TABLA 39: Velocidad media de derivadores, para cada fase de marea y profundidad. Calbuco, X Región	113
TABLA 40: Velocidad media de derivadores, para cada fase de marea y profundidad. Puerto Montt, X Región	115
TABLA 41: Condiciones de crecimiento del <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	146
TABLA 42: Pescadores artesanales encuestados	149
TABLA 43: Pescadores artesanales, según su estimación de la distancia	151
TABLA 44: Medidas de aplicación a largo plazo	153
TABLA 45: Medidas de aplicación a mediano plazo	153
TABLA 46: Medidas de aplicación a corto plazo	154
TABLA 47: Costos aproximados de las medidas propuestas	155
TABLA 48: Parámetros relacionados al volumen de extracción	157
TABLA 49: Parámetros relacionados al volumen de venta	157
TABLA 50: Participantes Taller de Discusión FIP 2004-53	158
TABLA 51: Plantas de proceso de moluscos por zona y categoría	173
TABLA 52: Microorganismos patógenos y fuentes de origen	174
TABLA 53: Peligros biológicos asociados a los procesos	176
TABLA 54: Plantas transformadoras de moluscos bivalvos, mercado nacional	177
TABLA 55: Plantas transformadoras entrevistadas, por línea de producción	180
TABLA 56: Plantas transformadoras entrevistadas, por especie y zona	182
TABLA 57: Tiempo promedio desde lugar de extracción a planta	183

	Pág.
TABLA 58: Tiempo promedio desde centro de cultivo a planta	183
TABLA 59: Plantas transformadoras entrevistadas, por tipo de agua utilizada para lavado	185
TABLA 60: Plantas transformadoras entrevistadas por control de temperatura	186
TABLA 61: Temperatura promedio utilizada como valor crítico en control de temperatura	186

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 : Emisarios submarinos aprobados por autoridad ambiental	19
FIGURA 2 : Descargas costeras “antiguas” y/o ilegales	20
FIGURA 3 : Concesiones de mitílidos	21
FIGURA 4 : Bancos naturales de almeja	23
FIGURA 5 : Bancos naturales de cholga	23
FIGURA 6 : Bancos naturales de chorito y ostra	24
FIGURA 7 : Temperatura superficial del mar promedio mensual para el período 1997-2005 centrada en área marina frente a Pto. Montt. (Fuente: NOAA/NCEP).	25
FIGURA 8 : Imagen Satelital de TSM del día 11 de Febrero de 2005.	46
FIGURA 9 : Esquema del proceso de evaluación de riesgo	74
FIGURA 10: Curvas dosis-respuesta para <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	82
FIGURA 11: Distribución total de intoxicados por <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	83
FIGURA 12: Ubicación de emisario, por zonas de extracción	85
FIGURA 13: Imagen satelital de TSM del período comprendido entre el 12 y 18 de Junio de 2005. Los círculos rojos corresponden a las localidades muestreadas	92
FIGURA 14: Imagen satelital de TSM del período comprendido entre el 19 y 25 de Junio de 2005. Los círculos rojos corresponden a las localidades muestreadas.	92
FIGURA 15: Imagen satelital de TSM del día 16 de Enero de 2006	94
FIGURA 16: Imagen satelital de TSM del día 17 de Enero de 2006	94
FIGURA 17: Imagen satelital de TSM del día 18 de Enero de 2006	95
FIGURA 18: Imagen satelital de TSM del día 19 de Enero de 2006	95

	Pág.
FIGURA 19: Imagen satelital de concentración de clorofila del mes de junio de 2005	96
FIGURA 20: Imagen satelital de concentración de clorofila periodo Comprendido entre el 16 y el 19 de enero de 2006	97
FIGURA 21: Zona de estudio y ubicación áreas de monitoreo	99
FIGURA 22: Ubicación geográfica lance derivadores, Ancud	101
FIGURA 23: Ubicación geográfica lance derivadores, Castro	104
FIGURA 24: Ubicación geográfica lance derivadores, Curaco de Vélez	107
FIGURA 25: Ubicación geográfica lance derivadores, Quellón	109
FIGURA 26: Ubicación geográfica lance derivadores, Calbuco	112
FIGURA 27: Ubicación geográfica lance derivadores, Puerto Montt	114
FIGURA 28: Máximo coliformes fecales en moluscos	139
FIGURA 29: Máximo coliformes fecales en agua	140
FIGURA 30: Representación variables continuas en el primer plano factorial de ACP	141
FIGURA 31: Representación variables continuas en el plano factorial de ACP	142
FIGURA 32: Vista parcial bote cosechador	150
FIGURA 33: Presentación Dra. Viviana Cachicas, ISP	159
FIGURA 34: Presentación Sr. Eugenio Yokota,	159
FIGURA 35: Vista General participantes Taller de Discusión	160
FIGURA 36: Participantes Taller de Discusión	160
FIGURA 37: Productores Moluscos Bivalvos, X Región	160
FIGURA 38: Canales de comercialización de moluscos bivalvos, mercado nacional	170
FIGURA 39: Diagrama de flujo procesos utilizados en plantas transformadoras	181

INDICE DE FOTOS

	Pág.
FOTO 1 : Lance de derivadotes	98
FOTO 2 : Boyas y banderolas de identificación	98
FOTO 3 : Lance del trazador químico	116
FOTO 4 : Vista panorámica de rodamina	116

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la presencia y cantidad de bacterias patógenas de humanos en las aguas y carne de moluscos en las zonas de mayor producción de la X Región (Calbuco, Seno de Reloncaví, Chiloé y Palena).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.1. Determinar la presencia y concentración de bacterias patógenas de humanos como *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. y coliformes fecales en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región (provincias de Llanquihue, Chiloé y Palena).
- 4.2. Determinar las principales variables ambientales asociadas a la presencia y desarrollo de bacterias patógenas de humanos en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región.
- 4.3. Identificar las zonas de cultivo y extracción de moluscos bivalvos de la décima región más vulnerables a la contaminación bacteriana con efectos importantes en la salud pública.
- 4.4. Proponer medidas para mitigar el riesgo de contaminación bacteriana de los moluscos bivalvos en la décima región que afecta o puede llegar a afectar su consumo o exportación.
- 4.5. Evaluar la eficacia de los procesos de depuración y/o transformación de los moluscos bivalvos en la eliminación de bacterias patógenas.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la presencia y cantidad de bacterias patógenas de humanos en las aguas y carne de moluscos en las zonas de mayor producción de la X Región (Calbuco, Seno de Reloncaví, Chiloé y Palena.

G.1. ANTECEDENTES

Considerando que los moluscos adquieren cada vez más relevancia en el Sector Pesquero chileno, el cual es el tercer sector generador de divisas para el país y un importante sector generador de mano de obra en forma directa e indirecta, es importante mejorar cada vez más la calidad y los procesos de estos productos pesqueros.

En el último tiempo la producción de moluscos se ha revelado como la parcela más dinámica del sector pesquero, con tasa de crecimiento de 37,5%. El destino de la producción es principalmente el mercado externo, donde los principales compradores se encuentran en la APEC, UE y NAFTA.

La actividad pesquera en torno a la producción de moluscos comprende una gran variedad de organismos acuáticos e intensidades de producción, yendo desde la economía de subsistencia de pequeños productores hasta grandes empresas que concentran la mayor parte de la producción. Los polos de producción están concentrados principalmente en las regiones tercera, cuarta y décima.

En la décima región existen numerosas bahías protegidas que permiten que muchos de sus habitantes vivan de la pesca a pequeña escala, generando alto número de empleos directos e indirectos en torno a esta actividad. Esto conlleva a una responsabilidad de todas las organizaciones vinculadas al medio, para mantener y mejorar esta actividad de manera de

lograr altos índices de calidad, es decir, productos seguros para el consumo y mantener la sustentabilidad de la actividad.

Como una manera de cumplir esta meta, existen varias instituciones comprometidas con la prevención y el control del estado sanitario de las áreas relacionadas con la producción de moluscos.

En este sentido, el manejo ambiental en zonas costeras es una preocupación gubernamental constante que está siendo abordada por la Subsecretaría de Pesca y organizaciones como CONAMA, SERNAPESCA y DIRECTEMAR y monitoreada por organismos vinculados a la salud pública.

Nuestro país no está ajeno a los problemas ocasionados por bacterias patógenas en ambientes marinos generados posiblemente por el intercambio de patógenos entre grandes áreas a través del agua de lastre. Es así como se sospecha de la intervención de barcos mercantes en la diseminación de la epidemia de cólera que, en 1991, azotó la costa oeste de Sudamérica, después de casi un siglo sin brotes epidémicos de esta enfermedad. La epidemia se mantuvo desde 1991 a 1995, infectó a más de un millón de personas y mató a once mil (Colwell, 1996). Como el cólera se propaga por contacto con el agua, elementos contaminados, o residuos humanos que contengan la bacteria, su aparición se asocia a las condiciones insalubres en las zonas en donde se presenta, no obstante, tiene también una conexión tradicional con el agua de mar. En la naturaleza, el organismo del cólera (*Vibrio cholerae*) se desarrolla mejor en aguas moderadamente saladas, como es la situación de los estuarios costeros, a pesar que también puede tolerar la salinidad de océanos abiertos.

Son estas dos conexiones, el mar y condiciones insalubres, las que contribuyen en gran medida a explicar la pauta de las epidemias a lo largo de la historia. Aún así, estos factores no explican completamente como resurgió el cólera en América Latina, de una forma tan rápida, después de haber desaparecido durante más de un siglo.

La pandemia de 1991 afectó simultáneamente en una amplia área, apareciendo en puertos desde la frontera chilena hasta la ecuatoriana en pocas semanas. Una posibilidad que explica este hecho, es que el organismo de cólera fuera transportado por barco desde los puertos asiáticos a los latinoamericanos en aguas de lastre, un vehículo bien conocido para transportar organismos foráneos, desde bacterias y virus hasta moluscos y pequeños cangrejos.

No obstante, la prueba de ADN del tipo de cólera latinoamericano muestra que es genéticamente similar, aunque no idéntico, al tipo de cólera común en Bangladesh. Aún así, la velocidad a la que se propagó la epidemia a puntos tan distantes, crea alguna duda sobre si el tráfico marítimo por sí solo puede explicar la reaparición de la enfermedad.

Los cambios climatológicos también ayudan a explicar este fenómeno. El Niño puede afectar profundamente las condiciones ambientales locales y puede haber tenido también un papel clave en la vuelta del cólera. El Niño calentó las corrientes de agua superficial que nacen en el este del Océano Pacífico, cerca de la costa de América Central y del Sur y luego, se extendió por los trópicos y subtrópicos. Las temperaturas calientes de la superficie marítima que trae el Niño, pueden propiciar grandes concentraciones de plancton, especialmente en las aguas costeras, que poseen altos niveles de nutrientes procedentes de las aguas residuales y de las escorrentías de las tormentas. Estas concentraciones pueden despertar el organismo del cólera, devolviéndolo a su estado infeccioso.

La epidemia del cólera en América Latina tuvo lugar con la llegada del Niño en 1991 y que duró hasta mediados de 1995, fenómeno más extenso que se haya registrado. El hecho que el cólera dependa de factores ambientales, tales como temperatura de la superficie marítima, niveles de nutrientes en las aguas costeras y concentraciones de plancton, puede tener ciertas implicancias en el futuro de la enfermedad.

En el ámbito local, otro elemento de gran importancia para la mantención de la calidad del ambiente en que se desarrollan los moluscos de consumo humano, es la presencia de aguas contaminadas de origen urbano, conteniendo desechos de las actividades domésticas, agrícolas e industriales, muchas veces arrojadas al mar sin un tratamiento adecuado. El crecimiento demográfico, la industrialización y la actividad agrícola continuamente presionan al equilibrio medioambiental incrementando los contaminantes y deteriorando las condiciones para el desarrollo de esta industria.

La zona costera del país en general, recibe descargas de aguas servidas en forma directa o indirecta cuando estas descargas son vertidas en los ríos, que finalmente las transportan al mar. Las regiones más afectadas son la bahía de Valparaíso y la de Concepción por el aporte de los residuos domésticos de su gran población. La décima región no es la zona más contaminada por aguas de uso doméstico, pero recibe gran cantidad de materia orgánica

proveniente de actividades industriales como la propia acuicultura con las industrias pesqueras.

En algunas ocasiones las condiciones ambientales se hacen propicias para el desarrollo de bacterias normales del ambiente marino, las que habitualmente no son causantes de enfermedad, pero en condiciones favorables proliferan excesivamente, tal es el caso de *Vibrio parahaemolyticus*, el cual se encuentra frecuentemente en las aguas marinas, pero en grandes concentraciones, producidas por altas temperaturas, puede llegar a provocar cuadros diarreicos al ser ingeridos en productos marinos. Debido a esta característica es que la vigilancia de este agente es obligatoria de la primera a la quinta región, según normativa ministerial, ya que se han presentado brotes de intoxicación desde 1997. El servicio de Salud de Arica es el que ha registrado mayor número de casos con un aumento de 15% en el año 2001 con respecto al 2000. De acuerdo a la información emanada del ISP en los años 2000-2001 se aprecia un aumento en los aislamientos de esta bacteria en los meses de verano (ISP, 2002).

En forma extraordinaria, durante el verano de 2004 se presentaron varios casos de intoxicaciones por esta bacteria a partir del consumo de moluscos obtenidos principalmente en el área de Pto. Montt, Calbuco, ocasionando una recomendación del Servicio de Salud Pública para la abstención del consumo de moluscos crudos. Se relacionaron varios factores con este brote en la región, pero se mencionan como los de mayor implicancia la insolación y el aumento en forma más o menos rápida de las temperaturas de la masa superficial de la columna de agua.

En concreto, la frecuencia de las proliferaciones de plancton está aumentando en el mundo y, es probable que, incluso se eleve más en el futuro, debido a una combinación de factores. Entre estos, se incluyen las temperaturas más altas del océano por culpa del calentamiento global, el incremento de las escorrentías de nutrientes procedentes de las crecientes poblaciones urbanas y un efecto fertilizante adicional del plancton, provocado por los altos niveles de dióxido de carbono en la atmósfera. En el futuro, se debe contemplar en las zonas costeras, para las floraciones de algas y aumento de plancton (con riesgos de brotes de cólera), el impacto en el medio de los fenómenos del Niño y el calentamiento global de la tierra. Sumado al aumento de la población con el consiguiente aumento de residuos urbanos depositados en el mar.

Este proyecto está orientado a diseñar de un plan de monitoreo para estas áreas de extracción que nos lleve a determinar la presencia y cantidad de bacterias patógenas de humanos en las aguas y carne de moluscos en las zonas de mayor producción y posteriormente a garantizar que los moluscos que se comercian en Chile cumplan los requerimientos mínimos de sanidad exigidos por la autoridad competente. Además de establecer procedimientos para determinar la condición sanitaria de estos moluscos.

G.2. DESARROLLO METODOLOGICO Y RESULTADOS

Para dar cumplimiento a este objetivo se procedió según lo establecido en el punto 5.2 de las Bases Especiales del presente proyecto.

G.2.1. Literatura sobre presencia de bacterias humanas patógenas en todo el litoral chileno y en moluscos bivalvos que actúan como vectores de ellas.

En la búsqueda de información sobre este tema, se recurrió a diversas fuentes de información. En Internet, la búsqueda se orientó a documentos disponibles a través de buscadores universales, que respondieran a palabras claves, tales como bacterias humanas patógenas, moluscos bivalvos, vectores de enfermedades, intoxicaciones alimentarias, etc.. En la Tabla 1 se presenta el listado de las publicaciones encontradas.

También se recurrió a fuentes no oficiales tales como diarios, revistas, publicaciones científicas, etc., detectándose que la información encontrada en ellas es parte de los informes oficiales del Instituto de Salud Pública, que están disponibles en www.minsal.cl

Tabla 1.- Publicaciones que contienen información sobre la presencia de bacterias patógenas asociadas al consumo de moluscos bivalvos.

AÑO	AUTOR	PUBLICACIÓN	REFERENCIA
2006	Fuenzalida L., C.Hernández, J.Toro, M.L. Rioseco, J.Romero and R Espejo	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> in shellfish and clinical samples during two large epidemics of diarrhea in southern Chile.	<i>Environmental Microbiology</i> (2006)(4): 675-83
2005	González-Escalona N, Cachicas V, Acevedo C, Rioseco ML, Vergara JA, Cabello F, et al.	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> Diarrhea, Chile, 1998 and 2004	<i>Rev. chil. infectol.</i> v.22 n.2 Santiago jun. 2005 <i>Emerg Infect Dis</i> 2005; 11: 129-131
2005	Heitmann I.,L. Jofré, J.Carlos Hormazábal, A. Olea, C. Vallebuona y C. Valdés	<i>Revisión y recomendaciones para el manejo de diarrea por Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Rev. Chil.Infect</i> (2005); (2): 131-140
2005	París Mancilla, Enrique	<i>Intoxicación por Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Cuad.Med.Soc.(Chile)</i> 2005; 45:43-47
2005	Hernández G., C., J. Ulloa, JA Vergara, R.Espejo y F. Cabello	<i>Infecciones por Vibrio parahaemolyticus e intoxicaciones por algas, problemas emergentes de salud pública en Chile</i>	<i>Rev.Med. Chile</i> , 133: 1081-1088
2003	Laval R.,E.	<i>El cólera en Chile (1886-1888).</i>	<i>Rev. Chil Infect Edición aniversario 2003; 86-88.</i>
2001	Fica C.A., M. Alexandre, S. Prat, A. Fernández e I. Heitman	<i>Cambios epidemiológicos de las salmonelosis en Chile. Desde Salmonella typhi a Salmonella enteritidis.</i>	<i>Rev.Chil. Infect; 18(2): 85-93.</i>
2000	Cordano A.M.	<i>Enfermedades infecciosas emergentes.</i>	<i>Anales de la Universidad de Chile. VI serie: N°11, agosto 2000: 12 pp</i>
1996	Cordano A.M, Virgilio R.	<i>Evolution of drug resistance in Salmonella panama isolates in Chile.</i>	<i>Antimicrobial Agents and Chemotherapy, Vol 40(2): 336-341..</i>
1991	Costa-Casaretto C.	<i>La primera y única epidemia de cólera en Chile (1886-1888).</i>	<i>Rev. Med. Chile</i> 119: 481-484.

La revisión de los documentos presentados en la Tabla 1, permitió conocer que:

- en Fuenzalida L. *et al* (2006), se analizan muestras de mariscos y muestras clínicas obtenidas durante los episodios epidémicos de 2004 y 2005, producidos por consumo de mariscos en la zona de Puerto Montt. Utilizando métodos convencionales y métodos mejorados de análisis de DNA, los resultados mostraron que la epidemia fue causada por el clon pandémico de *V. parahaemolyticus* 03:K6, en tanto que se identificaron 14 otros grupos no pandémicos. Por lo tanto, el agente causal de la epidemia fue sólo un

componente menor de una pequeña pero diversa población de *Vibrio parahaemolyticus* en mariscos.

- en González-Escalona N. *et al.* (2005) se estudian 44 cepas chilenas de *V. parahaemolyticus* provenientes de Puerto Montt mediante API-20E y AP-PCR. Se determinó que 19 de 20 aislados de Antofagasta y 23 de 24 aislados de Puerto Montt pertenecían al clon pandémico aparecido por primera vez en Calcuta, La India, dos meses antes.
- Heitmann I., *et al.* (2005) revisan los aspectos epidemiológicos de *V. parahaemolyticus* así como aspectos microbiológicos de patogenicidad, tipificación, epidemiología, susceptibilidad *in vitro* y vigilancia en Chile. Describen además sus Características Clínicas, Tratamiento y Prevención.
- En París Mancilla, Enrique (2005), se realiza una descripción de la bacteria caracterizando las cepas detectadas en distintas zonas geográficas chilenas, de acuerdo a:
 - Condiciones de crecimiento
 - Epidemiología y cuadro clínico
 - Diagnóstico
 - Tratamiento y Prevención
- En Hernández G. *et al.* (2005), se describe el hábitat, vectores y modo de transmisión de *Vibrio parahaemolyticus*, la enfermedad que produce, su tratamiento y prevención. Una descripción similar se realiza para las intoxicaciones producidas por FANs.
- “El cólera en Chile (1886-1888)”, Laval R.,E. presenta una relación histórica de la aparición del cólera en Chile a través de las crónicas de la época
- Fica C.A., *et al.* (2001) entregan una visión de los cambios epidemiológicos en Chile y registran la aparición de *Salmonella enterica*, su serotipo, sus características, su relación con los productos avícolas, su prevención y control.
- En “Enfermedades Infecciosas Emergentes”, Cordano A. M. hace una revisión histórica de bacterias patógenas infecciosas, destacando los patógenos alimentarios de presencia

permanente, a los que se agregan los emergentes, la severidad de sus efectos y la situación en Chile y el desafío para la salud pública.

- Cordano A.M. y Virgilio R. (1996), presentan un estudio de la resistencia a drogas antimicrobianas y contenido de plasmidos en un número de cepas de *Salmonella panama* aislados en Chile, desde diferentes fuentes y localidades, desde 1975 a 1993. Los resultados muestran la dispersión de este patógeno y la evolución de múltiples resistencias desde su introducción en el país.
- En “La primera y única epidemia de cólera en Chile (1886-1888)”, Costa-Casaretto C. describe la ruta de dicha epidemia desde su origen en La India, hasta su llegada a Chile desde Argentina. Presenta también los efectos de esta epidemia, que alcanzaron una letalidad del 41%, y la duración de los brotes en el país.

G.2.2. Monitoreo y Vigilancia Oficiales.

En relación a estos temas, se han revisado los documentos oficiales de instituciones tales como SESMA, CONAMA, DIRECTEMAR, Servicio Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca, Servicio de Salud X Región y Ministerio de Salud, disponibles en Internet. También se buscó en la página Web del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y Programa del Panorama de la Contaminación Acuática.

La Tabla 2 muestra la normativa vigente al respecto que se ha revisado a la fecha.

Tabla 2.- Normativa relacionada con Control del Medio Ambiente

NORMATIVA	INSTITUCIÓN
Ley General sobre Bases Generales del Medio ambiente (19.300)	DIRECTEMAR
Reglamento sobre Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos	DIRECTEMAR
Ley General de Pesca y Acuicultura	SUBPESCA
Reglamento de concesiones y autorizaciones de acuicultura	SUBPESCA
Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)	SUBPESCA
Política Ambiental de la Región de Los Lagos	CONAMA
Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión	CONAMA
Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	CONAMA
Reglamento que fija el procedimiento y etapas para establecer planes de prevención y descontaminación	CONAMA
Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales	CONAMA
Reglamento Sanitario de los Alimentos	SESMA
Decreto N°1 Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa	MINSAL
Reglamento Sanitario de los Alimentos	MINSAL
Reglamento sobre Notificación de Enfermedades Transmisibles de Declaración Obligatoria	ISP

Por otra parte, la Tabla 3 lista los diversos programas de vigilancia oficiales, activos en el territorio nacional, encontrados en la búsqueda.

Tabla 3.- Programas de Vigilancia Activos en el territorio nacional

PROGRAMA	INSTITUCIÓN	RESUMEN
Programa de Control de la Contaminación Acuática (PCCA).	DIRECTEMAR	
Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL)	DIRECTEMAR	
Programa del Panorama Nacional de la Contaminación Acuática	DIRECTEMAR	
SMB/NT1 (Noviembre de 2005)	SERNAPESCA	Clasificación y monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos Estados Unidos.
SMB/NT2 (Agosto de 2006)	SERNAPESCA	Clasificación y monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos Unión Europea.
SMB/NT3 (Agosto de 2006)	SERNAPESCA	Plan de contingencia para biotoxinas marinas y otras emergencias de contaminación.
PVE/NTG (Diciembre de 2004)	SERNAPESCA	Programas sanitarios generales para moluscos
LAB/NT7 (Agosto de 2006)	SERNAPESCA	Métodos de Análisis microbiológicos para productos pesqueros de exportación.
CPF/NT1 (Agosto de 2006)	SERNAPESCA	Requisitos generales para la certificación sanitaria de los productos pesqueros de exportación.
HPB/NT3 (Enero de 2006)	SERNAPESCA	Condiciones sanitarias de los centros de expedición, cosecha y depuración de Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos, Unión Europea.
HPB/NT4 (Junio de 2006)	SERNAPESCA	Condiciones sanitarias aplicables a los establecimientos del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos, Estado Unidos.
Programa Nacional de Vigilancia de la Marea Roja	MINSAL	Vigilancia ambiental de la toxina paralizante (FAN) Vigilancia ambiental de la toxina anamnésica (FAN) Vigilancia ambiental de la toxina diarreica (FAN)

G.2.3. Distribución Geográfica de vertidos de Aguas Servidas en la X Región.

Con el fin de georreferenciar los emisarios de aguas servidas, industriales y domésticos, en la X Región, en primer lugar se procedieron a validar y complementar la información que, al respecto, estaba disponible desde el inicio del proyecto. Para esto, se estableció contacto (correo normal, correo electrónico, telefónico, entrevista personal) con personeros de diversas instituciones relacionadas con el tema: Superintendencia de Servicios Sanitarios, ESSAL, Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de la Armada Nacional, entre otros.

Las personas responsables de las instituciones contactadas entregaron la información solicitada en forma de tablas de fácil manejo y comprensión. Además estuvieron dispuestos a responder las consultas que se le hicieron, por lo cual no fue necesario diseñar un formulario especial para su registro.

De la información proporcionada por la OIRS de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, se estableció que en la X Región existen tres empresas concesionarias de servicios sanitarios:

- ESSAL S.A., con cobertura en 32 de las 42 comunas de la región, en especial en las Zonas de Llanquihue, Chiloé y Palena, localidades de gran importancia para este estudio.
- Aguas Décima, con cobertura en Valdivia, y
- SAMI, con sólo 52 clientes a la fecha, todos de la ciudad de Puerto Montt.

ESSAL y Aguas Décima cuentan con sistemas de tratamiento de aguas servidas. La Tabla 4 muestra un listado de los sistemas autorizados al 20 de Agosto del año 2004, en la X Región, identificando la comuna donde están ubicados y la fecha de autorización.

Tabla 4.- Sistemas de tratamiento de aguas servidas, autorizados al 20 Agosto 2004. X Región.

EMPRESA	NOMBRE SISTEMA	COMUNA	AÑO DE INICIO OPERACIÓN ⁽¹⁾
ESSAL S.A.	Lodos Activados	Ancud	2003
	Lodos Activados	Calbuco	2003
	Lodos Activados	Castro	2004
	Lodos Activados	Chonchi	2003
	Lodos Activados	Dalcahue	2004
	Lodos Activados Fresia	Fresia	2001
	Lodos Activados Frutillar	Frutillar	2003 ⁽²⁾
	Lodos Activados	Lanco	2003
	Lodos Activados	Llanquihue – Pto. Varas	2002
	Lodos Activados	Los Lagos	2003
	Lodos Activados	Los Muermos	2003 ⁽²⁾
	Lodos Activados	Mafil	2003
	Lodos Activados	Osorno	2004
	Lodos Activados	Paguipulli	2002
	Lodos Activados	Paillaco	2004 ⁽²⁾
	Emisario Submarino	Pto. Montt	2003
	Emisario Submarino	Achao	
	Emisario Submarino	Chaitén	
	Lodos Activados	Purranque	2002 ⁽²⁾
	Lodos Activados	Quellón	2003 ⁽²⁾
Lodos Activados	Río Negro	2004 ⁽²⁾	
Lodos Activados	San José de la Mariquina	2003 ⁽²⁾	
Lodos Activados	San Pablo	2003	
Aguas Décima	Tratamiento Primario “Alto Las Mulatas”	Valdivia	2001
Total Región		24	

(1) Año autorización de la SISS

(2) Cambio de tecnología de lagunas de estabilización a Lodos Activados

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios

En relación a los emisarios, la tabla 5 presenta la información proporcionada por la DGTMM, mientras que la Tabla 6 muestra la información actualizada proporcionada por ESSAL S.A.

Tabla 5.- Emisarios de la zona de Calbuco, Seno de Reloncaví, Chiloé y Palena

GGMM	CCPP	NOMBRE EMPRESA	N° DE DUCTOS FUNCIONANDO	DETALLE EMISARIO	NATURALEZA FUENTE DE EMISIÓN
Puerto Montt	Calbuco	ESSAL S.A.	1	Submarino	Aguas Servidas
Puerto Montt	Puerto Montt	ESSAL S.A.	1 (de 3)	1 emisario, 2 emergencia	Aguas servidas
Castro	Ancud	ESSAL S.A.	1	Submarino	Aguas servidas
Castro	Ancud	Comité Pro- casa propia Villa Chacao	1	Submarino	Aguas servidas
Castro	Achao	ESSAL S.A.	1	Submarino	Aguas servidas
Castro	Chaitén	ESSAL S.A.	1	Submarino	Aguas servidas

Fuente: Departamento de Preservación MAA y Combate a la Contaminación de la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante de la Armada

Tabla 6.- Información descargas aguas servidas ESSAL S.A.

PTAS TRIBUTA	DESCRIPC.	PUNTO DE DESCARGA		DATUM 84	AUTOR.
		PROF. (M)	USO AGUA		
EDAR LANCO	Despiche PEAS Lanco	n/a descarga a Río Cruces	Turístico	690545 Este 5630500 Norte	(*)
EDAR LANCO	By Pass EDAR	n/a descarga a Río Cruces	Recreacional	689659 Este 5630172 Norte	RCA
EDAR SAN JOSE	Despiche PEAS San José	n/a descarga al EDAR	Recreacional	674332 Este 5620524 Norte	RCA
EDAR SAN JOSE	By Pass EDAR	n/a descarga a Río Cruces	Recreacional	674330 Este 5620521 Norte	RCA
EDAR PANGUIPILLI	Despiche PEAS Roble Huacho	n/a Descarga en Lago Panguipulli	Turística	729384 Este 5609241 Norte	(*)

PTAS TRIBUTA	DESCRIPC.	PUNTO DE DESCARGA		DATUM 84	AUTOR.
		PROF. (M)	USO AGUA		
Sin Tratamiento	Descarga RAS	(-) 90 cm.	Portuario	634266 Este 5583667 Norte	
EDAR LA UNION RÍO BUENO	By Pass EDAR	n/a descarga al Río Bueno	Ningún uso	672206 Este 5533457 Norte	RCA
EDAR LA UNION RÍO BUENO	Despiche PEAS Río Bueno	n/a Descarga al Río Bueno	Ningún uso	672200 Este 5533469 Norte	
EMISARIO CHAITEN	By Pass Emisario		Portuaria		RCA
EMISARIO PTO. MONTT	Despiche PEAS La Marina	(-) 3.8 m	Portuaria	667991 Este 5404070 Norte	
EMISARIO PTO. MONTT	Despiche PEAS Anahuac	(-) 3m	Portuaria	669053 Este 5405276 Norte	
EMISARIO PTO. MONTT	Despiche PEAS Angelmó	(-)3m	Portuaria	670280 Este 5405392 Norte	
EMISARIO PTO. MONTT	Despiche PEAS Miraflores	(-) 3m	Turística	670912 Este 5405831 Norte	
EMISARIO PTO. MONTT	Despiche de sistema de reolec. y PEAS Central	(-) 1m	Turística	671897 Este 5406627 Norte	
EMISARIO PTO. MONTT	Despiche PEAS Pelluco	n/a descarga en Estero Pelluco	Turística	675380 Este 5405065 Norte	
EMISARIO PTO. MONTT	By Pass Emisario	130	Ningún uso	5405264 Este 673584 Norte	RCA
EDAR CALBUCO	Despiche PEA Brasil	(-) 4m	Portuaria	655167 Este 5373330 Norte	
EDAR CALBUCO	Despiche PEAS Mackenna	(-) 4m	Portuaria	655810 Este 5373739 Norte	
EDAR CALBUCO	Despiche PEAS O'Higgins	A LA VISTA	Portuaria	655644 Este 5374250 Norte	
EDAR CALBUCO	Despiche PEAS Los Héroes	(-) 4,5 M	Turística	655644 Este 5374267 Norte	

PTAS TRIBUTA	DESCRIPC.	PUNTO DE DESCARGA		DATUM 84	AUTOR.
		PROF. (M)	USO AGUA		
EDAR CALBUCO	By-pass EDAR	30	Portuaria	653013 Este 5374196 Norte	RCA
EDAR PTO. VARAS - LLANQUIHUE	Despiche PEAS Matta	n/a descarga a PEAS Pto. Varas - Llanquihue	Ningún uso	667174 Este 5430551 Norte	
EDAR PTO. VARAS - LLANQUIHUE	Despiche PEAS Chaitén	n/a Rebalsa cámara	Ningún uso	666738 Este 5431418 Norte	
EDAR PTO. VARAS - LLANQUIHUE	Despiche PEAS Cisnes	n/a Rebalsa cámara	Ningún uso	667206 Este 5430883 Norte	
EDAR PTO. VARAS - LLANQUIHUE	Despiche PEAS Pto. Varas - Llanquihue	n/a Descarga en Río Maullín	Ningún uso	667214 Este 5429923 Norte	
EDAR PTO. VARAS - LLANQUIHUE	Despiche PEAS Puerto Chico	n/a descarga Lago Llanquihue	Turístico	670624 Este 5422806 Norte	
EDAR PTO. VARAS - LLANQUIHUE	Despiche PEAS Santa Rosa	n/a descarga Lago Llanquihue	Turístico	668873 Este 5424262 Norte	RCA
EMISARIO ACHAO	By-Pass EDAR	0,8 M	Turístico	624473 Este 5296963 Norte	
EDAR ANCUD	Depiche PEAS Yungay	(-) 3m	Turístico	597185 Este 5363701 Norte	
EDAR ANCUD	Despiche PEAS Prat	1,5m	Portuario	596991 Este 5364432 Norte	
EDAR ANCUD	Despiche PEAS San Antonio	n/a	Turístico	596985 Este 5364812 Norte	
EDAR ANCUD	Despiche PEAS Borquez Solar	(-) 30m	Turístico	597484 Este 5365124 Norte	
EDAR ANCUD	Despiche PEAS Bonilla	(-) 3,2 m	Ningún uso	597917 Este 5365168 Norte	RCA
EDAR ANCUD	By pass EDAR	4	Turístico	596096 Este 5362861 Norte	
EDAR DALCAHUE	Despiche PEAS Ana Werner	(-) 4,5m	Portuario	611058 Este 5306990 Norte	

PTAS TRIBUTA	DESCRIPC.	PUNTO DE DESCARGA		DATUM 84	AUTOR.
		PROF. (M)	USO AGUA		
EDAR CASTRO	Despiche PEAS Pedro Montt	(-) 2,8 m	Turístico	601625 Este 5297111 Norte	(*)
EDAR CASTRO	Despiche PEAS Piloto Pardo	(-) 4,1m	Ningún uso	601849 Este 5296611 Norte	(*)
EDAR CASTRO	Despiche PEAS Lillo	(-) 0,4 m	Portuario	602002 Este 5295939 Norte	(*)
EDAR CASTRO	Despiche PEAS Riquelme	(-) 2,9 m	Ningún uso	600940 Este 5295737 Norte	(*)
EDAR CHONCHI	Despiche PEAS Irrarázabal	(-) 1 m	Portuario	600845 Este 5280807 Norte	(*)
EDAR QUELLON	Despiche PEAS Pedro Montt	(-) 1 m	Portuario	6123069 Este 5224784 Norte	(*)

(*) Corresponden a descargas de emergencia, de acuerdo a exigencias de NCh 2472, Of. 2000.

De la revisión de los antecedentes entregados por la DGTMM y ESSAL, en relación a las características de los emisarios, se identificó la ubicación geográfica de aquellos que son pertinentes al presente estudio (Tablas 7 y 8).

Tabla 7.- Ubicación geográfica de emisarios submarinos aprobados por la autoridad ambiental

CIUDAD	LONGITUD	LATITUD
Ancud	-73° 50' 27,96''	-41° 52' 48,36''
Calbuco	-73° 7' 35,04''	-41° 45' 43,92''
Dalcahue	-73° 40' 0,12''	-42° 23' 19,97''
Puerto Montt	-72° 55' 14,52''	-41° 29' 7,44''
Achao	-73° 28' 50,16''	-42° 52' 45,72''
Queilen	-73° 27' 56,88''	-42° 52' 35,76''
Chonchi	-73° 53' 11,04''	-42° 40' 10,56''
Curaco de Velez	-73° 36' 28,08''	-42° 26' 39,12''
Chaiten	-72° 43' 42,60''	-42° 55' 6,24''
Castro	-73° 45' 49,68''	-42° 2' 14,88''

Tabla 8.- Ubicación Geográfica de puntos de descargas costeras de emergencia

UBICACIÓN	LONGITUD⁽¹⁾	LATITUD⁽¹⁾
Panitaio Bajo	-73° 3'	-41° 31,9'
Muelle Eicomar 1	-73° 2'	-41° 31'
Muelle Eicomar 2	-73° 2'	-41° 30'
Muelle Eicomar 3	-72° 58,5'	-41° 29'
Pto. Montt (centro)	-72° 56,7'	-41° 29'
Pto. Montt (centro)	-72° 56,5'	-41° 29,7'
Pto. Montt (centro)	-72° 56,1'	-41° 30'
Pto. Montt (centro)	-72° 55,8'	-41° 29,8'
Pto. Montt (centro)	-72° 55,6'	-41° 29,2'
Eca	-72° 54,7'	-41° 29,9'
Balneario Pelluco	-72° 51'	-41° 29,11'
Bajos Coihuin	-72° 52,1'	-41° 32'
Piedra Azul	-72° 47,8'	-41° 28,7'
Metri	-72° 43,7'	-41° 36'
Boca del Estuario	-72° 39,8'	-41° 32,2'
Pedraplén Punta Blanca 1	-73° 7'	-41° 45,8'
Pedraplén Punta Blanca 2	-73° 7,1'	-41° 45,8'
Maullín	-73° 40'	-41° 30'
Carelmapu	-73° 43'	-41° 45'
Canal de Chacao	-73° 30'	-41° 48'
Bahía Ancud	-73° 51'	-41° 52'
Bahía Castro	-73° 46'	-42° 29'

⁽¹⁾ La posición no es totalmente precisa pero indica el sector que puede verse afectado.

Con la información antes señalada, se procedió a georreferenciar los emisarios de aguas servidas, industriales y domésticos, tanto los aprobados por la autoridad ambiental (Tabla 7), como los **de emergencia** (Tabla 8), mediante el Sistema de Información Geográfico IDRISI32 (Eastman, 2001), obteniéndose lo que se representa en las figuras 1 y 2 siguientes.

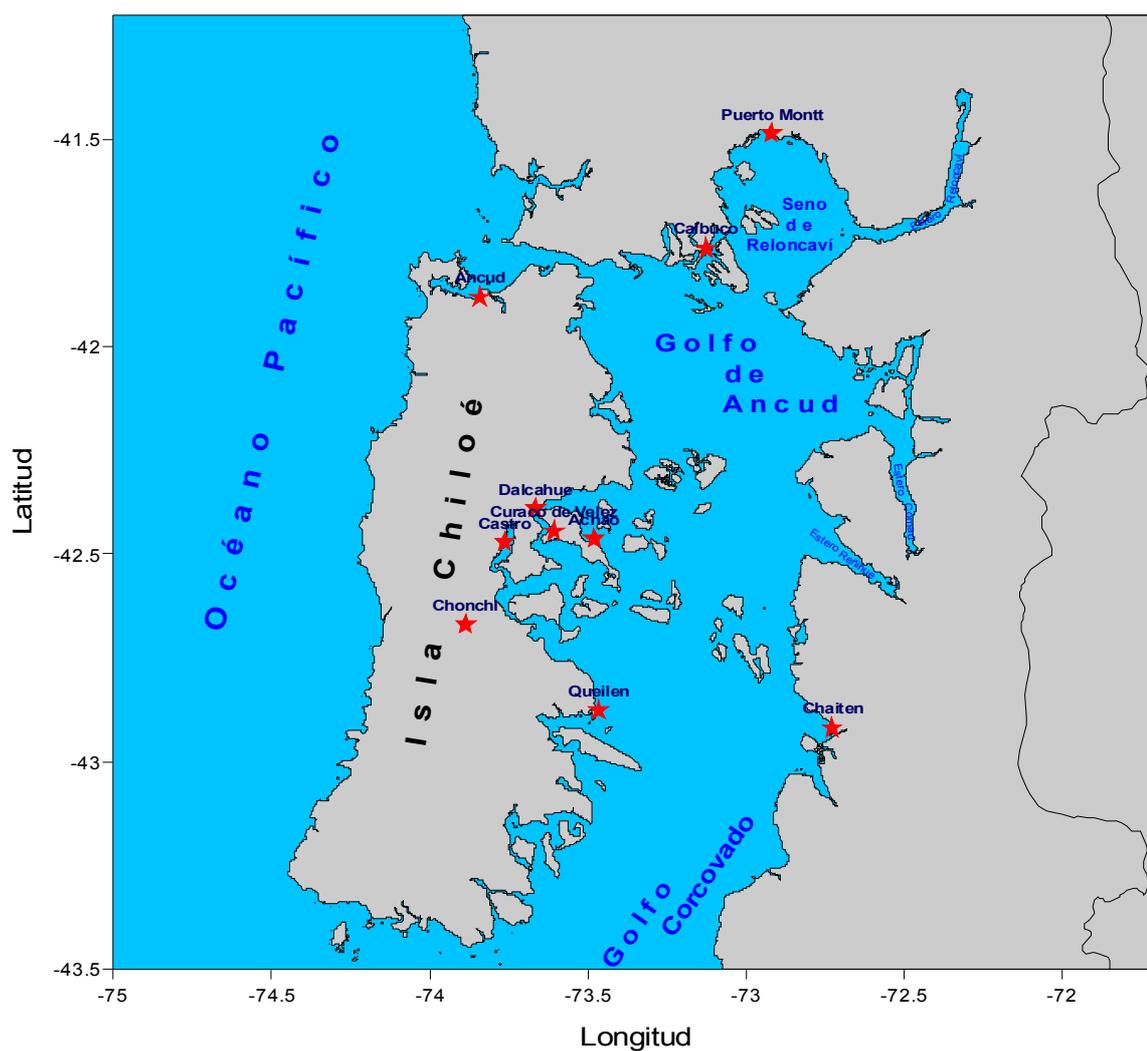


FIGURA 1: Emisarios submarinos aprobados por autoridad ambiental

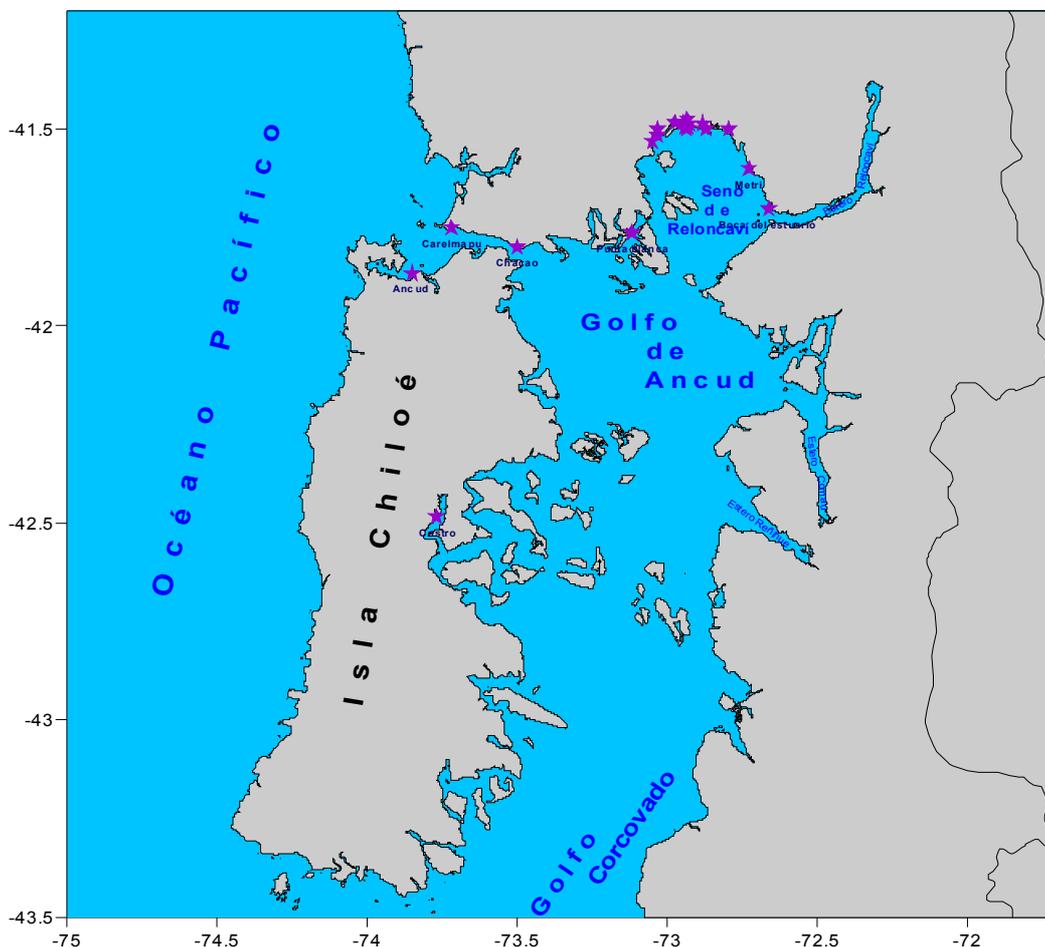


FIGURA 2: Descargas costeras de emergencia

G.2.4. Distribución Geográfica de los Centros de Cultivo y Zonas de Extracción de Moluscos Bivalvos.

G.2.4.1. Centros de Cultivo de Moluscos Bivalvos

Con el fin de identificar los Centros productores que se monitorearon para dar cumplimiento a parte del primer objetivo específico del presente proyecto, fue necesario disponer de información actualizada y georreferenciada de los centros productores de las especies bajo estudio, ubicados en la X Región.

Para la actualización, se usó como base el archivo Excel “Datos Concesiones”, que se encuentra disponible en la página Web de la Subsecretaría de Pesca y que contiene los registros de concesiones, especies autorizadas y ubicación de los centros productores del país, hasta Diciembre del 2004. De dicho archivo se extrajo lo correspondiente a concesiones de moluscos bivalvos de la X región. Esta información se complementó con la obtenida desde el Departamento de Estadística de Sernapesca y se generó el archivo Excel “Datos Concesiones X”. Cabe hacer notar que los centros de cultivos considerados en este archivo corresponden a los autorizados por la autoridad; sin embargo, muchos de ellos actualmente no se encuentran en funcionamiento.

Posteriormente, se georreferenció los centros de cultivo de moluscos bivalvos de las zonas de Calbuco, Seno de Reloncaví, Chiloé y Palena incluidos en el listado actualizado, mediante el sistema IDRISI 32 obteniéndose lo que se representa en la figura 3.



FIGURA 3: Concesiones de mitilidos

G.2.4.2. Areas de extracción de Moluscos Bivalvos

Se consideró como áreas de extracción a todos aquellos lugares con bancos naturales de moluscos bivalvos (mitílidos, ostréidos y gáridos).

Al inicio del proyecto se tenía conocimiento acerca de

- Bancos naturales comprendidos entre los puntos de referencia Punta Centinela, Isla Tranqui, Archipiélago de Chiloé y Punta Auchemó (Sur del paralelo 43°02' Sur).
- Bancos naturales comprendidos en el litoral de la Isla Grande de Chiloé, incluyendo los siguientes puntos de referencia: Isla Chaullín, Banco Navio, Banco Chingua, Banco Velahue, Banco Errázuriz, Isla Cailín, Isla Coldita y extremo sur de la Isla Laitec.

Para complementar y precisar esta información, en relación a la especie presente, se indagó en los registros de bancos naturales de SERNAPESCA. Además se realizaron consultas a DIRECTEMAR y Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, quienes informaron que no poseían dicha información.

De esta búsqueda se obtuvo el “Listado de Areas de Extracción del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos”, que, entre otras características, registra las coordenadas de los bancos naturales, así como la especie presente. Con esta información, se generaron los mapas de georreferenciación por especie, mediante el SIG IDRISI32, que se presentan a continuación.

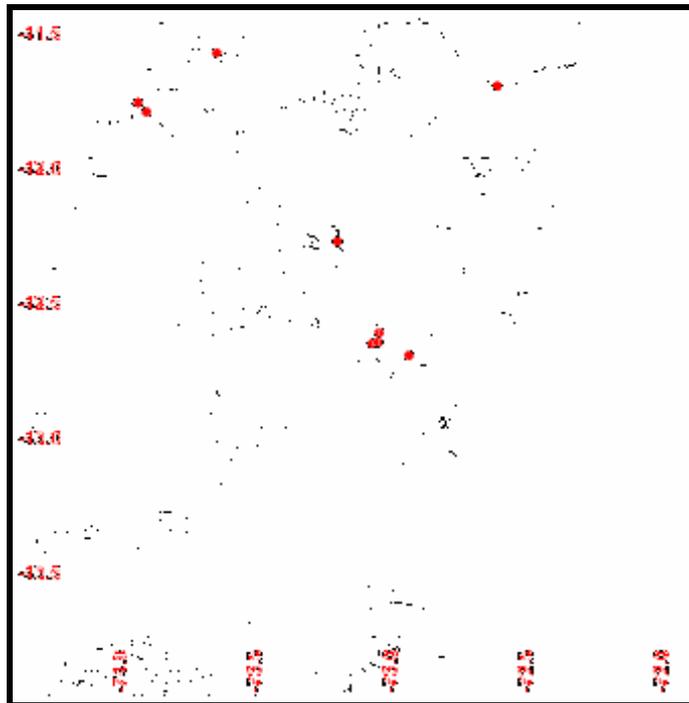


FIGURA 4: Bancos naturales de almeja

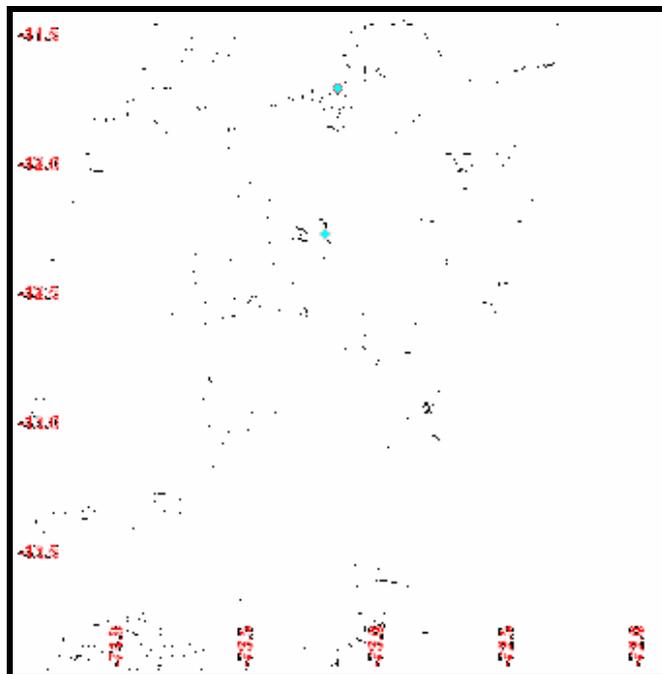


FIGURA 5: Bancos naturales de cholga

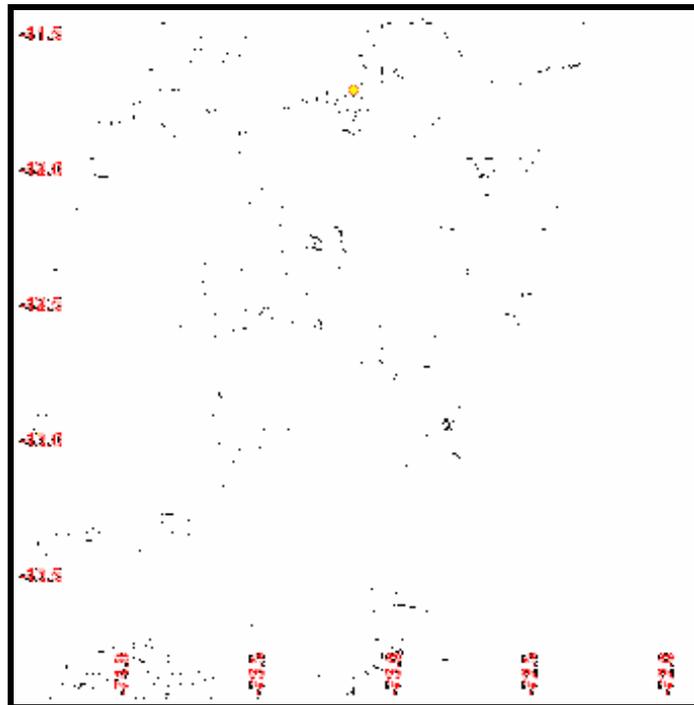


FIGURA 6: Bancos naturales de chorito y ostra

G.2.5. Registros de temperaturas y otras variables en la X Región

Para tener una información sinóptica de las condiciones oceanográficas reinantes en el área de estudio, se obtuvo información de la temperatura superficial del mar (TSM) y de los eventos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña), obtenidas del censor AVHRR a bordo del satélite NOAA, para el período 1997 a 2005. Esta información permite caracterizar las condiciones físicas de las masas de agua muestreadas.

Una descripción del comportamiento de la TSM durante dicho período se muestra en la figura siguiente. Allí se puede observar la estacionalidad de la TSM frente a Puerto Montt para el período 1997-2005.

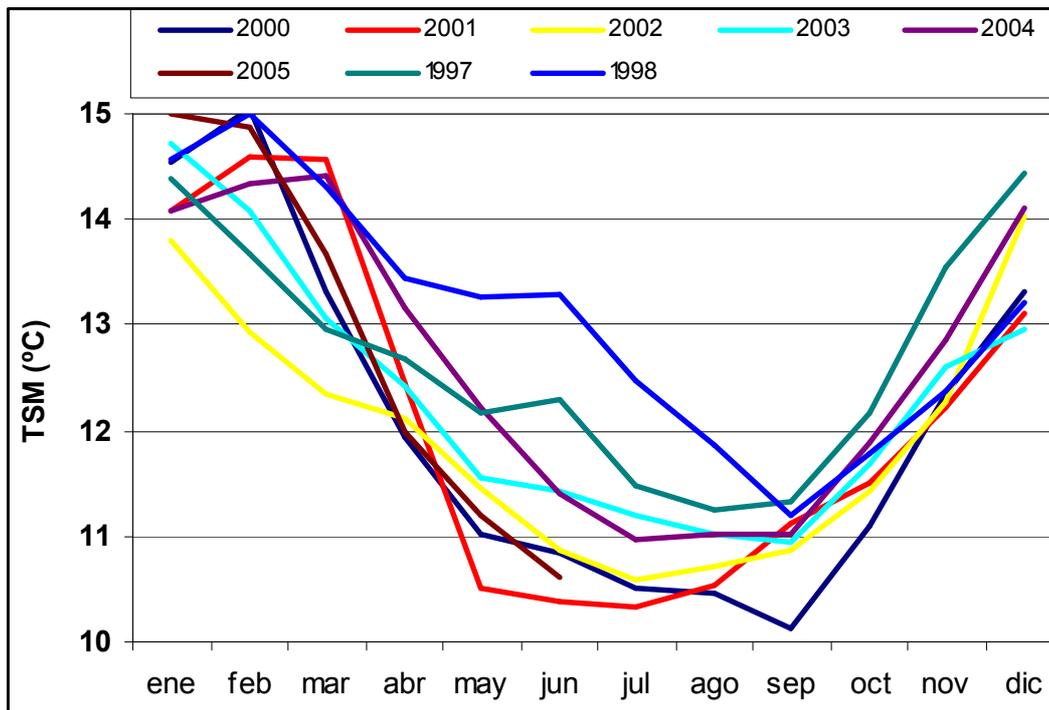


FIGURA 7: Temperatura superficial del mar promedio mensual para el período 1997-2005 centrada en área marina frente a Pto. Montt. (Fuente: NOAA/NCEP).

La Tabla 9 muestra las disparidades de la TSM, en relación a un año normal eventos fríos y cálidos, por mes, para cada año del período. Desde esa tabla se puede observar que durante 1997 y hasta mediados de 1998 se manifiesta un evento cálido (color rojo) con fuertes anomalías positivas (+2.5°C) el cual también se evidencia en la zona de Pto. Montt donde la TSM en otoño-invierno de 1998 es notoriamente mayor a la del período. Posteriormente durante 1999 y hasta mediados de 2002 se manifiesta una condición fría (color azul) a normal (color negro) la cual también se evidencia frente a Pto. Montt. Cabe destacar que desde mediados de 2004 y hasta el verano de 2005 se manifiesta un evento cálido el cual se evidencia en el área marina frente a Pto. Montt, principalmente durante diciembre de 2004 y febrero de 2005.

Tabla 9.- Eventos fríos y cálidos por estación durante 1997-2005.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1997	-0.4	-0.3	0.0	0.4	0.9	1.4	1.7	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5
1998	2.4	2.0	1.4	1.1	0.4	-0.1	-0.8	-1.0	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5
1999	-1.6	-1.2	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-1.2	-1.4	-1.6
2000	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2
2002	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3
2003	1.1	0.8	0.6	0.1	-0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
2004	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
2005	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5							

Fuente: NOAA NCEP/CPC.

Además, se realizó un registro de temperaturas y salinidad en cada sitio durante el 1er. muestreo realizado en Junio del año 2005, actividad que se repitió para el 2do. Muestreo realizado en Enero del presente año. También se revisó la información correspondiente a vientos, nutrientes, mareas, temperatura en la columna de agua y salinidad, contenidos en los diversos informes técnicos recopilados.

G.2.6. Medidas Mitigadoras

Con el fin de conocer la experiencia internacional en relación a las medidas mitigadoras del riesgo de contaminación bacteriana de los moluscos bivalvos en la décima región que afecta o puede llegar a afectar su consumo o exportación se revisaron los siguientes documentos

Tabla 10.- Documentos internacionales que contienen información sobre medidas mitigadoras.

Autor	Nombre	Año
Solway Shellfish Management Association (SSMA)	<i>Solway Firth Regulating Order: Draft Management Plan</i>	2004
New Zealand Food Safety Authority	<i>Risk Profile: Vibrio parahaemolyticus in seafood.</i>	2003
USA, FDA	<i>National Shellfish Sanitation Program: Guide for the Control of Molluscan Shellfish</i>	2003
Flick, G.	<i>High Hydrostatic Pressure Processing has Potential</i>	2003
Glasner, A. y L. McKee	<i>Pathogen occurrence and analysis in relation to water quality attainment in San Francisco Bay area watersheds.</i>	2002
Hemroth, B. et al.	<i>Environmental factor influencing human viral pathogenesis and their potential indicator organisms in the Blue mussel, Mytilus edulis: First Scandinavian Report.</i>	2002
European Commission, Health and Consumer Protection Directorate General	<i>Opinion of the scientific Committee on veterinary measures relating to Public Health on Vibrio vulnificus and V. parahaemolyticus (in raw and undercooked seafood).</i>	2001
Food and Drug Administration (FDA)	<i>Risk assessment on the Public Health impact of Vibrio parahaemolyticus in raw molluscan shellfish</i>	2000
Shumway, S. and J. Kraeuter	<i>Molluscan shellfish research and management: charting a course for the future.</i>	2000
Lorca, T.	<i>An evaluation of the role of storage temperature on the safety and quality of raw shellstock oysters and bluefish.</i>	2000
Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science	<i>Shellfish news, N°9</i>	2000
Watkins, W. and S. McCarthy	<i>Proceedings of the 1994 Vibrio vulnificus Workshop</i>	1994
Power, U and J. Collins	<i>Tissue distribution of a Coliphage and E. coli in mussels after contamination and depuration.</i>	1990
Power, U. and J. Collins	<i>Differential depuration of Poliovirus, E. coli, and a Coliphage by the common mussel, Mytilus edulis.</i>	1989
Richards, G.P.	<i>Microbial purification of shellfish: a review depuration and relaying.</i>	1988
Furfari, S.A.	<i>Current shellfish purification practices</i>	1982
Clark, A.G.	<i>Survival of Vibrio parahaemolyticus after chilling in transport media: an explanation for divergent findings.</i>	1977
Johnson, W.G. et al.	<i>Survival of Vibrio parahaemolyticus in oyster shellstock at two different storage temperatures.</i>	1973

De la revisión de estos documentos, se desprende el análisis en profundidad de dos documentos pertinentes y que tienen relación con la evaluación de los impactos del *Vibrio parahaemolyticus* en los moluscos de cultivo:

1. **Risk Profile: *Vibrio parahaemolyticus* in sea food** (New Zealand Food Safety Authority, 2003).

Este documento sobre el perfil del riesgo, tiene como propósito proporcionar información contextual sobre la combinación alimento/peligro para la toma de decisiones y acciones en relación al *Vibrio parahaemolyticus*. Los perfiles aquí presentados incluyen elementos de una evaluación **cualitativa** del riesgo, así como también información relevante para el manejo del riesgo, el cual se divide en:

- a) Evaluación del riesgo
 - Identificación del problema de sanitario.
 - Establecimiento de un perfil del riesgo.
 - Categorización del problema sanitario para el manejo del riesgo.
 - Realización de una evaluación del riesgo.
 - Consideración de los resultados de la evaluación del riesgo.
- b) Evaluación de las opciones del manejo del riesgo.
 - Identificación de las opciones disponibles de riesgo.
 - Selección de la mejor opción de manejo del riesgo.
 - Decisión final de manejo de riesgo.
- c) Implementación de la decisión de manejo del riesgo.
- d) Monitoreo y análisis.

2. **Risk assessment on the public health impact of *Vibrio parahaemolyticus* in raw molluscan shellfish** (Food and Drug Administration (FDA), U.S. Department of Health and Human Services, 2000).

Este documento caracteriza el impacto sanitario asociado al consumo de moluscos crudos (ostras) con contenido patogénico de *Vibrio parahaemolyticus*, en base a un estudio

que comenzó en 1999 como respuesta a cuatro brotes producidos en EE.UU. entre 1997-1998, asociados al consumo de ostras crudas.

Los objetivos de esta evaluación **cuantitativa** del riesgo eran producir un modelo matemático del riesgo de enfermedad que se encuentran los consumidores de ostras crudas que contienen *Vibrio parahaemolyticus* patogénico y proporcionar a la FDA información para ayudarla a revisar los programas actuales relacionados con las regulaciones del *Vibrio parahaemolyticus* en moluscos crudos, para así asegurar que los programas protejan la salud pública. Para lograrlo, el proyecto pretendía lograr i) evaluar los criterios existentes utilizados para cerrar o abrir sitios para la cosecha; ii) evaluar las medidas de prevención e intervención para controlar el organismo en ostras luego de la cosecha; y iii) evaluar la guía actual de 10.000 *Vibrio parahaemolyticus* viables por gramo de molusco.

Para desarrollar el modelo, se procedió a dividir la evaluación en tres módulos: **Cosecha, Post-cosecha y Salud Pública**. Los módulos de cosecha y post-cosecha consideran dos marcos distintos de tiempo que afectan los niveles de *Vibrio parahaemolyticus* en las ostras cosechadas para el consumo crudo. El módulo de cosecha incorpora factores que influyen la prevalencia del organismo en las ostras hasta el momento de la cosecha e identifica los parámetros que contribuyen a la probabilidad que un molusco de un área contenga cepas patogénicas de *Vibrio parahaemolyticus*. La modelación cuantitativa de este módulo utiliza la temperatura del agua como un factor que influye y predice potencialmente la prevalencia del organismo patogénico en las aguas y ostras cosechadas. Por otra parte, el módulo de post-cosecha aborda los factores asociados al manejo y proceso de las ostras luego de la cosecha, en particular, aquellos que pueden influenciar los niveles de *Vibrio parahaemolyticus* en las ostras al momento del consumo. Dichos factores son la temperatura ambiente del aire al momento de la cosecha, periodo de tiempo que las ostras pasan sin refrigeración luego de la cosecha, tiempo requerido para enfriar las ostras una vez colocadas en refrigeración y el periodo de tiempo que las ostras permanecen almacenadas en refrigeración hasta su consumo. Además, este módulo simula medidas de intervención que pueden afectar las densidades de *Vibrio parahaemolyticus*, como por ejemplo el enfriamiento

inmediato luego de la cosecha, congelación y el uso de tratamiento suave de calor (5 min. a 50°C).

La información obtenida a través del modelo de evaluación de riesgo demostró que el factor más importante relacionado con el riesgo de enfermedad provocada por este organismo es el nivel de *Vibrio parahaemolyticus* presente en las ostras al momento de la cosecha. Sin embargo, el modelo está basado en una correlación directa entre los niveles de *Vibrio parahaemolyticus* totales y patogénicos al momento de la cosecha. Además, se asumió que las cepas patogénicas del organismo tienen el mismo índice de crecimiento que las cepas no-patogénicas, por lo que al aumentar el nivel de *Vibrio parahaemolyticus* total también aumenta la cantidad del organismo patogénico. Por consiguiente, las medidas de intervención destinadas al control o reducción de los niveles de *Vibrio parahaemolyticus* en las ostras debieran tener directo impacto en el control o reducción del riesgo asociado al patógeno. Se determinó que las temperaturas del aire y el agua al momento de la cosecha son factores importantes que influyen los niveles iniciales de este patógeno en las ostras. Además, se determinó que la temperatura del aire tiene influencia sobre el crecimiento del organismo luego de la cosecha y, por lo tanto, en las ostras al momento de su consumo. El organismo se multiplica rápidamente en ostras no refrigeradas luego de la cosecha. El modelo demostró que estos factores pueden tener un impacto significativo en la probabilidad de ocurrencia de la enfermedad.

La tabla 11 presenta las diferentes medidas de control establecidas en los documentos analizados.

Tabla 11.- Medidas de control propuestas por los países.

DOCUMENTO	MEDIDA
<p>RISK PROFILE: <i>VIBRIO</i> <i>PARAHAEMOLYTICUS</i> IN SEAFOOD</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rápido enfriamiento de los moluscos 2. Tratamiento suave con calor 3. Congelar a -40°C 4. Monitorear el ambiente de cultivo para determinar la presencia de <i>Vibrio parahaemolyticus</i> total y virulento (cepas TDH+). 5. Cierre de las aguas para cosecha si se estima que los niveles de presencia del patógeno son altos. 6. Limitar los periodos de tiempo entre la cosecha y la refrigeración, para así minimizar el riesgo de crecimiento del patógeno. El límite de tiempo depende del promedio mensual máximo de la temperatura del aire al momento de la cosecha. 7. Etiquetar los moluscos destinados al consumo crudo, relativos a si son para consumo crudo o medio cocido.
<p>RISK ASSESSMENT ON THE PUBLIC HEALTH IMPACT OF <i>VIBRIO</i> <i>PARAHAEMOLYTICUS</i> IN RAW MOLLUSCAN SHELLFISH</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción del tiempo para la refrigeración (reducción de hasta 10.000 veces las densidades del organismo, dependiendo de los niveles iniciales de presencia). 2. Tratamiento suave de calor (5 min. a 50°C, reduce entre 4.5 a 6-log la densidad). 3. Tratamiento de congelación (el congelamiento y almacenamiento por 30 días a -30°C y -15°C produce una reducción de 1,2 y 1,6 log₁₀ del <i>Vibrio parahaemolyticus</i>). 4. Depuración (desinfección con luz UV). 5. reubicación/recolocación. 6. Etiquetar los moluscos destinados al consumo crudo, relativos a si son para consumo crudo o medio cocido.

G.2.7. Descripción de los procesos de depuración y transformación

Para obtener información acerca de los procesos de depuración y transformación, en primer lugar se realizó una búsqueda bibliográfica, tanto en documentos disponibles en Internet a los cuales se accede utilizando palabras claves como depuración, moluscos, eliminación de bacterias patógenas humanas, etc., como en documentos oficiales de organismos nacionales e internacionales relacionados con el tema (FAO, APEC, UE, Sernapesca) y, posteriormente, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a las plantas de proceso, cuyos resultados se presentan en el Objetivo 4.5.

Los resultados de la búsqueda bibliográfica de antecedentes relacionados con los procesos de depuración y transformación de moluscos bivalvos se resumen en los siguientes puntos.

G.2.7.1. Caracterización de procesos de transformación de moluscos bivalvos

Los pescados y mariscos están considerados dentro de los alimentos más perecibles, ya que aún cuando se encuentren bajo condiciones de refrigeración, su calidad se deteriora rápidamente (Hall, 1997).

Los moluscos bivalvos difieren de los demás recursos hidrobiológicos en su composición química por tener una mayor proporción de compuestos hidrogenocarbonatos que nitrogenados, por lo tanto, se caracterizan por tener una mayor degradación que otro tipo de productos marinos (Jay, 1994), además tienen la característica de filtrar agua de mar, de esta manera concentran en su tubo digestivo grandes cantidades de microorganismos y contaminantes presentes en su hábitat por ello antes de procesarlos es necesario realizarles un tratamiento de limpieza que garantice que son aptos para el consumo humano.

El procesamiento de los moluscos ha sido la mejor forma de reducir las enfermedades que se producen por esta vía (Richards, 2002). Algunas de las más efectivas técnicas de procesamiento de moluscos incluyen:

- **Tratamiento Térmico:** Este tratamiento tiene dos funciones; lograr que el producto sea apto para consumo humano y mejorar la capacidad de conservación de éste.

Este proceso consiste en lavar exteriormente los moluscos y luego exponerlos a vapor, para ello puede ser utilizado un autoclave o también sumergir los moluscos en agua hirviendo durante el tiempo suficiente para que el calor penetre en su interior y elimine las bacterias no esporuladas. Si el tratamiento térmico es realizado como corresponde, inactiva el crecimiento de los agentes patógenos (bacterias, parásitos y virus), sin embargo, este método no permite eliminar residuos industriales tóxicos. El tiempo de exposición al calor depende del tamaño del recipiente, de la velocidad de transmisión del calor y también de otros factores, no obstante, el tiempo y temperatura de tratamiento térmico deben obedecer a reglas científicas. Cuando se utiliza este método es necesario considerar que la apertura de las valvas no indica que la esterilización ha terminado ya que los bivalvos tienen la particularidad de abrir sus valvas poco después de su inmersión en agua hirviendo. Una vez concluido el tratamiento por calor, se extrae la carne de las valvas y lava en reiteradas ocasiones utilizando agua potable para eliminar arena, resto de conchas, etc. La carne inmediatamente debe ser enviada al mercado en recipientes refrigerados, o bien colocada directamente en hielo.

- **Inserción en Agua de Mar:** Este procedimiento, forma parte de los procedimientos tradicionales de cultivo de moluscos a nivel mundial. Cuando los moluscos bivalvos (esta técnica se practica en ostras, almejas y mejillones) procedentes de zonas contaminadas se colocan en el mar en lugares alejados de vertederos o alcantarillados, es decir libres de agentes patógenos, éstos expulsan las bacterias presentes en su organismo y toman las características de la nueva zona donde fueron dispuestos. La limpieza del organismo se produce luego de unos días, sin embargo, generalmente permanecen en estas condiciones al menos por dos semanas.
- **Depuración:** La depuración de moluscos también es denominada purificación controlada (Richards 1988, 1991) es una estrategia que ha sido ampliamente usada durante el último siglo para reducir la carga microbiana en moluscos, éste corresponde a un proceso comercial donde los organismos son dispuestos en estanques de agua de mar limpia durante un período de tiempo apropiado para remover los contaminantes.

Según lo descrito por Richards en 2002, existen tres tipos de plantas depuradoras de moluscos dependiendo del diseño del sistema de agua:

➤ Proceso de Flujo abierto:

Los estanques pueden ser reemplazados con agua de mar fresca. Este es el más económico de los sistemas, sin embargo, sólo pueden ser utilizados en bahías completamente libres de agentes contaminantes y patógenos, por lo tanto son muy poco comunes.

➤ Proceso de Batch:

Los estanques son reemplazados en intervalos con agua de mar limpia, sin embargo este proceso no es tan eficiente con el de flujo abierto o recirculación.

➤ Proceso de recirculación:

El proceso de depuración de moluscos más utilizado es el de recirculación de agua, para que el proceso sea efectivo, el agua debe ser desinfectada antes de ser recirculada. Los procesos de desinfección han evolucionado considerablemente los últimos años incluyendo desinfección química con la utilización de cloro, compuestos yodóforos y ozono o tratamientos químicos del agua con luz ultravioleta.

Antiguamente los procesos contemplaban el uso de cloro para desinfectar el agua de mar, sin embargo, se detectó que cualquier residuo de este compuesto impide la filtración y si ésta no existe la depuración es ineficiente, no obstante ello, aún se sigue utilizando cloro. Los otros compuestos químicos como el ozono y los yodóforos tienen las mismas limitaciones y el agua debe ser aireada o tratada para remover dichos compuestos. Por esta razón el uso de luz ultravioleta como sistema de desinfección de agua es el más utilizado y en Estados Unidos es el único permitido, mientras que en Europa, Australia y otras regiones permiten el uso de otros métodos, principalmente el uso de ozono.

Procesos de depuración son practicados en muchos países incluyendo Australia, Malasia, Singapur, Tailandia, Filipinas, Indonesia, Canadá, Dinamarca, Francia, Italia, España, Turquía, Reino Unido y Nueva Zelanda. Sin embargo, el uso de plantas depuradoras es poco común en Estados Unidos, pero en los Estados en que se utilizan, lo hacen para depurar almejas.

Algunos de los patógenos que son efectivamente eliminados mediante depuración incluyen *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*. A pesar de los beneficios, existen estudios que identifican una larga lista de limitaciones de la efectividad de las plantas depuradoras. Algunas de las limitaciones son inherentes a cada patógeno en particular, tal es así que miembros del género *Vibrio* resisten este tipo de procesos, permaneciendo en el músculo de los moluscos.

En este sentido, los documentos analizados en el punto G.2.6 concuerdan en el hecho que la depuración no es una medida del todo efectiva, ya que si bien reduce la cantidad del organismo, presenta diferencias en eficiencia y, en ocasiones, puede hasta aumentar la cantidad cuando el proceso se lleva a cabo a temperaturas demasiado altas.

Por ejemplo, en 1985 Fletcher realizó una depuración de 36 horas en ostras de cultivo de Nueva Zelanda, lo que dio como resultado una reducción del 72,3% del *Vibrio parahaemolyticus*. Se determinó que la disminución de este organismo fue menor que la de los coniformes fecales y que la depuración a altas temperaturas de agua (24°C) provocó un aumento en la cantidad de *Vibrio parahaemolyticus*.

En Estados Unidos, la depuración se realiza exclusivamente con desinfección por luz UV. Existe un amplio espectro de condiciones bajo las cuales se depuran los moluscos. El tiempo óptimo, temperatura y salinidad necesarias para una depuración eficaz varían dependiendo de la especie de molusco. Se ha demostrado que la depuración no tiene efectos significativos en la disminución del nivel de *Vibrio* spp. en ostras y almejas infectadas en forma natural y los organismos hasta se multiplican en los moluscos depurados, estanques de agua y sistemas de tubería.

Las regulaciones en los diferentes países respecto a depuración de moluscos tienen grandes variaciones. En Estados Unidos, la depuración es permitida sólo en moluscos que provienen de áreas aprobadas o cuyas aguas presenten bajos niveles de contaminación. En Europa, los moluscos pueden ser obtenidos desde aguas muy contaminadas y aún ser objeto de depuración.

- **Aplicación de Alta Presión Hidrostática:** Un nuevo concepto en la desinfección de moluscos es la aplicación de altas presiones. El tratamiento requiere someter a ostras a

2040 atmósferas que esencialmente elimina *Vibrio* y muchos organismos vegetativos patógenos de las ostras (Berlin et al., 1999). Aunque la aplicación de altas presiones mata las ostras, el sabor no se ve afectado (Lopez-Caballero et al., 2000) y el desprendimiento de las valvas se facilita considerablemente. Se necesitan pruebas a gran escala para determinar la eficiencia de procesamiento a altas presiones a nivel comercial en la eliminación de los Virus de la Hepatitis A y Norwalk-like desde moluscos.

- **Proceso “AmeriPure”:** El género *Vibrio* también puede ser inactivado por choque de calor (Hasselmann et al., 1999) y pasteurización a bajas temperaturas (Andrews et al., 2000). El proceso conocido como AmeriPure, combina calor y frío para reducir niveles de *Vibrio* no detectados en ostras y es practicado particularmente en Estados Unidos. Este proceso requiere que las ostras frescas deben ser dispuestas en baños de agua caliente seguido de un shock frío al disponerlas en baños con hielo para inactivar *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio vulnificus*.

G.2.7.2. Detalle del procesamiento de moluscos en planta

- **Recepción del Producto:** Al recibir el producto en planta es previamente revisado por el personal a cargo de control de calidad, donde prima principalmente la temperatura del producto, la cual no debe superar los 12°C en el centro del músculo.
- **Escaldado:** Los moluscos son sumergidos en agua caliente para facilitar el desprendimiento de las partes blandas del cuerpo.
- **Enfriado:** Este proceso sirve para bajar la temperatura de los moluscos y detener su eventual cocción y el crecimiento bacteriano.
- **Desconche:** Proceso manual por el cual son separadas todas las partes blandas de los moluscos de sus conchas o valvas.
- **Eviscerado:** Proceso en el cual se retiran todas las partes blandas no comestibles del molusco, dejando adheridos el músculo y la gónada.

- **Selección o calibrado:** Proceso en el cual, en forma manual o mecánica, el producto es seleccionado por tamaño o calibre.

Una vez calibrado y seleccionado, el producto puede ser derivado a uno de los dos tipos de procesos, fresco refrigerado o congelado, que se describen en la Tabla 12.

DESCRIPCION DE PROCESAMIENTO DE MOLUSCOS EN PLANTA

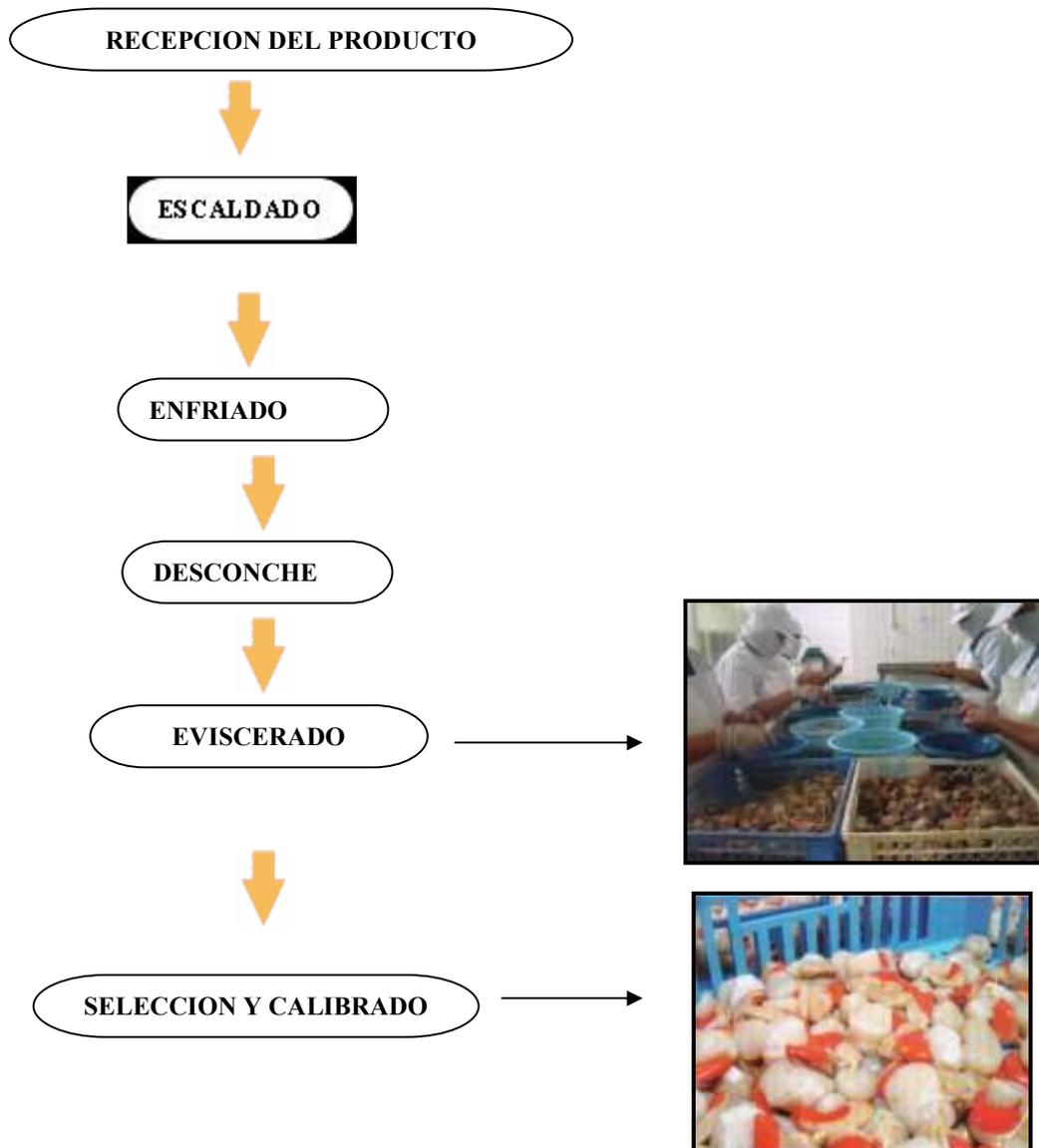
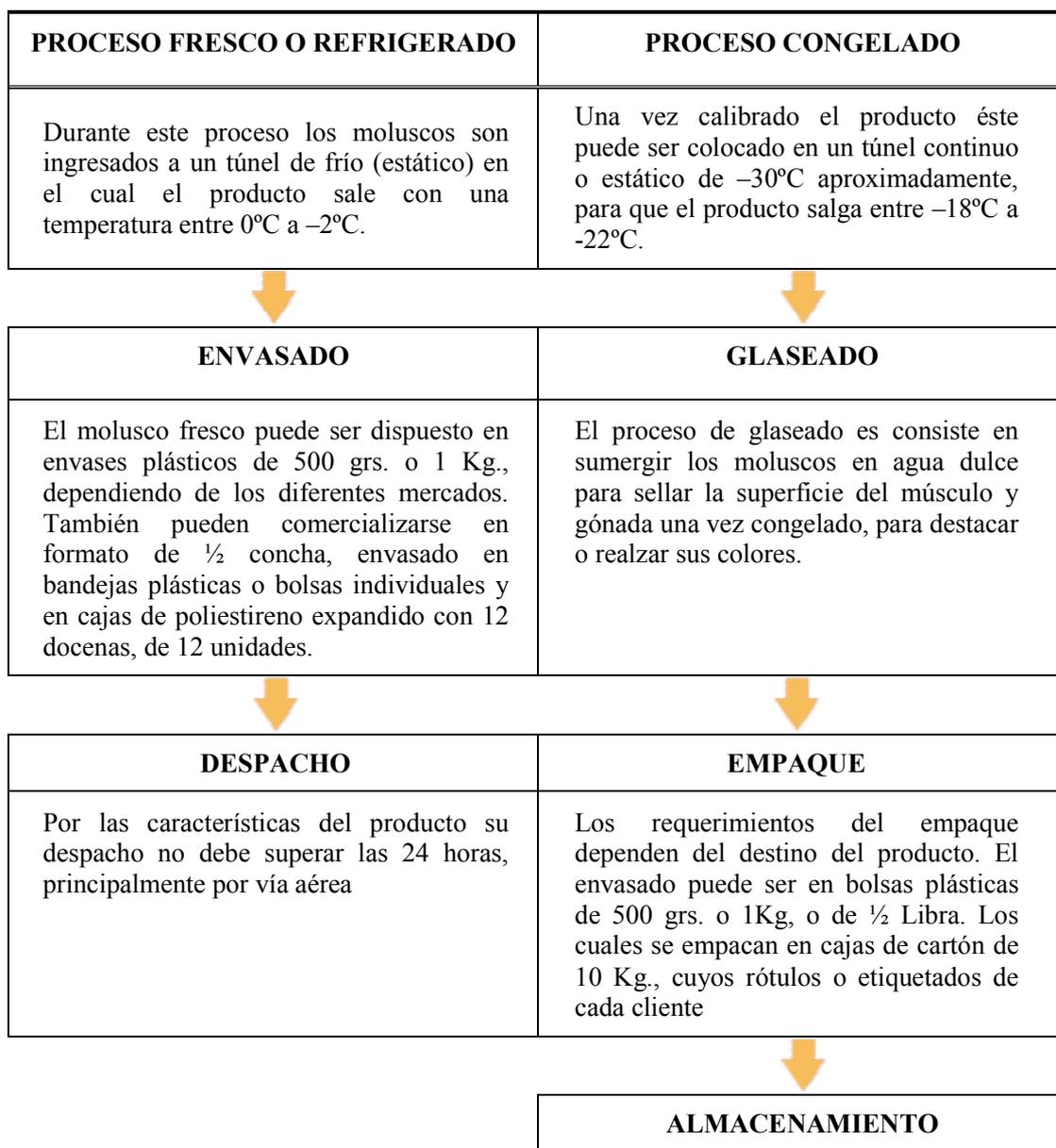


Tabla 12.- Descripción de los procesos fresco refrigerado y congelado en planta



OBJETIVO 4.1. :

Determinar la presencia y concentración de bacterias patógenas de humanos como *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. y coliformes fecales en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región (provincias de Llanquihue, Chiloé y Palena).

1.1. ANTECEDENTES

El agua está relacionada con todos los elementos de los ecosistemas, lo que presenta una serie de ventajas para el hombre, siendo necesario cuidarla apropiadamente para una adecuada gestión ambiental. El crecimiento demográfico, la industrialización y la concentración urbana constituyen una amenaza para el hombre por el deterioro de su medio ambiente, alterando las características químicas, físicas o y biológicas, lo que lo transforma en dañino para la vida, si su concentración sobrepasa los límites establecidos por las normas de calidad. A partir de 1972 cuando se realiza a nivel mundial la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo, donde se definen por primera vez los principios de la declaración sobre el medio ambiente humano.

La contaminación del agua de mar es la introducción directa o indirecta por el hombre de sustancias o energía en el ambiente marino que resulta o puede resultar en efectos peligrosos para la salud humana, daños para el recurso vivo y no vivo, lo que acarrea impedimentos para el desarrollo de actividades marinas, incluyendo la pesca y otros usos legítimos del mar, incluida la recreación.

Se ha estimado que el volumen de aguas servidas vertidas en los cursos de agua provenientes de las zonas más densamente pobladas alcanza a 1.8 millones de metros cúbicos.

Cuando esta agua servida es utilizada en riego de hortalizas destinadas a consumo humano o bien vertidas al mar, provocan enfermedades infecciosas producto de los patógenos de origen fecal presentes en este tipo de aguas, especialmente el cólera. (Cabrera, 2001).

Las aguas marinas son afectadas directamente por la descarga de aguas residuales domésticas e industriales y las derivadas de actividades agrícolas o forestales. La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) considera como principal causa de contaminación de las aguas a las descargas procedentes de efluentes de origen doméstico e industrial, sean directas al mar o indirectas a través de los ríos.

Producto de la contaminación producida por estos medios, los habitantes del mar se ven directamente involucrados, ya que son los receptores finales de toda la contaminación que existe a su alrededor por ser el agua su medio de vida. Entre las especies marinas, los moluscos bivalvos, por su vida sésil y cercanía a las costas, son buenos indicadores de los niveles de contaminación existente en sus habitats. Su sistema de alimentación por filtración, les permite captar y albergar a las bacterias patógenas que están presentes en el agua circundante, aún cuando éstas no se multiplican fuera del tracto intestinal de sangre caliente.

Se deben distinguir dos tipos de contaminaciones bióticas, una de carácter saprófito, aquellas al consumir los moluscos contaminados no van a producir patologías, y otra de carácter infeccioso, que causan procesos graves, con sintomatología cuya gravedad va a depender de diversos factores. Dentro del grupo de bacterias saprófitas que pueden contener los moluscos bivalvos se pueden citar como mas importantes: *Pseudomonas fluorescen*, *Aerobacter cloacae*, *Aerobacter aerogenes*, *Zooglena remigera*, *Desulfovibrio* y *Micrococcus*. Cuando la contaminación es de carácter patógeno es necesario que los moluscos sean sometidos a depuración antes de su consumo.

De todas las especies de bacterias que se pueden encontrar en el agua de mar, las enterobacterias, por ser patógenos del hombre y de animales, son buenos indicadores de contaminación.

Vibrio cholerae, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Coliformes fecales* y *Vibrio parahaemolyticus*, son señalados como indicadores biológicos de contaminación causante de infecciones masivas de personas producto de su ingestión a través de moluscos extraídos de

zonas contaminadas y consumidos crudos o no bien cocidos. Algunos microorganismos logran sobrevivir en concentraciones suficientes para ocasionar enfermedades, como tifoidea, paratifoidea, gastroenteritis, hepatitis y poliomielitis, principalmente a bañistas, (Cortés-Lara, 2003). El diagnóstico de estos microorganismos requiere de Laboratorios especializados y representa varios días de análisis y costo elevado.

En Chile, el Instituto de Salud pública es el encargado de dictar las normas, control y determinación de la presencia de estos patógenos, a través de los 20 Laboratorios de Referencia autorizados a través de todo Chile. Por Medio de su Laboratorio de Enterobacterias perteneciente a la Sección Microbiología del Subdepartamento Laboratorios del Ambiente, supervisa, normaliza y evalúa las actividades de la Red Nacional de Laboratorios del Ambiente del sector salud, además de estandarizar, desarrollar y transferir metodologías analíticas. Entre sus labores está el análisis de cuantificación de Coliformes en aguas y moluscos, enumeración de Enterobacterias en alimentos, determinación de *Salmonella* en alimentos y muestras ambientales, determinación de *Escherichia coli* en alimentos, además de identificación de patógenos aislados de alimentos y ambiente, como también asesorar a las autoridades y apoyar en la vigilancia epidemiológica a los planes y programas ministeriales (ISP, 2004).

Vibrio parahaemolyticus, es una bacteria de hábitat marino, agente de cuadros de diarrea aguda relacionado con la ingestión de productos marinos (pescados, mariscos y crustáceos crudos). Desde 1997 se han presentado brotes de intoxicación alimentaria causada por este agente, en el norte del país. En el año 2001, se confirmaron un total de 69 cepas, sin embargo se cree que la presencia de *V. parahaemolyticus* es mayor ya que es probable que en algunos casos de intoxicación sólo se piense como origen la “marea roja” y no se busque activamente este agente. Este patógeno se aísla principalmente en la Zona Norte del país entre la I y IV región, siendo el Servicio de Salud Arica el que presenta mayor cantidad de casos con un especial aumento en el periodo estival. (MINSAL, 2004).

Salmonella es un patógeno que puede causar infecciones sistémicas como Fiebre tifoidea y paratifoidea o salmonelosis, que es una enfermedad que se manifiesta por una enterocolitis aguda. El medio de transmisión es por vía oral. *Salmonella* es uno de los

principales agentes involucrados en intoxicaciones alimentarias a nivel mundial. En Chile las infecciones por este agente se deben a serotipos no típicos, a diferencia de lo que sucedía antes de 1993 cuando se consideraba que *S. tiphy* era el serotipo predominante. La tipificación de *Salmonella* se lleva a cabo desde 1975, lo cual constituye una gran ayuda para identificar tendencias, detectar brotes y fuentes de infección.

Según el Reglamento sobre Notificación de Enfermedades Transmisibles de Declaración Obligatoria N°712, los brotes de enfermedad transmitidas por alimentos son de Notificación Obligatoria Inmediata. La Fiebre tifoidea, Paratifoidea son enfermedades de Notificación Obligatoria Diaria y *Salmonella* spp. *Salmonella tiphy* es el agente de la Fiebre tifoidea y su confirmación se realiza en el Laboratorio de Referencia del Instituto de Salud Pública y los Laboratorios del país deben enviar sus aislamientos para su confirmación. El Instituto realiza complementariamente la caracterización fenotípica a través de la fagotipificación y estudios de susceptibilidad antimicrobiana.

Vibrio cholerae, es el agente causal del Cólera, que es una enfermedad intestinal aguda grave, de notificación obligatoria en todo el mundo, por el Reglamento Internacional de Enfermedades. La transmisión es vía oral directa o indirecta. En Chile aparece el primer aislamiento en Abril de 1991. Hasta 1994 se notifican al Ministerio de Salud 147 casos y después desapareció hasta a fines de 1997 cuando se presenta un brote confirmado en San Pedro de Atacama, que afectó a 23 personas. El cólera es una enfermedad de Notificación Obligatoria Inmediata según el Reglamento Sobre Notificación de Enfermedades Transmisibles de Declaración Obligatoria N°712. (MINSAL, 2004).

Se definen como coliformes fecales a bacterias bacilos Gram. negativos, presentes en el intestino del hombre y de animales de sangre caliente e incluye a las bacterias pertenecientes a los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*, *Streptococos*, *Estafilococos*, *Shigella*, *Vibrio*. Se considera que bajos niveles de coliformes son buenos indicadores de ausencia de organismos patógenos. Su evaluación es simple y directa, su concentración en aguas residuales (unos 100 millones/100ml) es más alta que la de patógenos fecales, no se multiplican fuera del tracto intestinal de animales de sangre caliente y su presencia en sistemas marinos es evidencia de contaminación de origen fecal (Cortés-Lara, 2003).

1.2. DESARROLLO METODOLOGICO Y RESULTADOS

1.2.1. Análisis de riesgo para determinar puntos y/o zonas críticas

Teniendo en cuenta lo expresado en los antecedentes, que indican la importancia de las descargas procedentes de efluentes de origen doméstico e industrial en la contaminación de las aguas, para determinar las zonas críticas, se consideró como principal factor la ubicación de los emisarios de dicho tipo de descargas cuya caracterización geográfica se muestra en el Objetivo General del presente informe.

Además, se tuvo en cuenta la distribución de los centros de cultivo para las distintas especies de moluscos (Tabla 13), en relación con las comunas de la X Región donde están ubicados los efluentes.

Tabla 13.- Distribución de los Centros de Cultivo de Moluscos, por Comuna con efluentes, de la X Región, para cada especie.

Comuna	Ostrei-dos	Ostra Chilena	Mitili-Dos	Ostra del Pacífico	Cholga	Chorito	Choro	Ostión del Norte	Ostión del Sur	Abalón Rojo	Pectí-nidos	Moluscos sin clasificar
Puerto Montt	14	14	1	20	2	3	19	6	1	0	0	2
Calbuco	17	19	24	40	3	16	44	33	0	1	1	16
Castro	7	11	9	14	6	3	13	5	0	0	5	9
Ancud	7	15	5	4	2	9	7	6	1	4	0	0
Chonchi	0	16	8	20	3	13	17	14	0	0	4	7
Curaco De Vélez	1	12	0	12	5	0	1	0	0	1	4	2
Dalcahue	6	10	14	14	10	13	21	14	0	1	3	5
Queilén	5	13	4	31	5	4	14	5	0	0	2	6
Quellón	10	14	3	43	2	15	28	14	0	0	7	10
Quinchao	1	3	0	5	5	0	2	0	0	0	0	5
TOTAL	58	113	65	160	41	61	138	83	2	7	19	52

Otros aspectos que se consideraron para determinar las Zonas críticas, fueron:

- la densidad de los Centros de Cultivo de Moluscos, por comuna, (Tabla 14) entendiéndose por densidad al número de centros por Km²;
- la densidad poblacional de la región de estudio (Tabla 15), considerando como densidad al número de habitantes por km², y
- la temperatura superficial del mar (TSM).

Tabla 14.- Densidad de Centros de Cultivo de Moluscos, por Comuna con emisario, X Región.

COMUNA	SUPERFICIE [Km ²]	Nº DE CENTROS	DENSIDAD [Centro/Km ²]
Puerto Montt	1.673	39	0,02331
Calbuco	590,8	88	0,14895
Castro	472,5	32	0,06772
Ancud	1.752,4	27	0,01541
Chonchi	1.362,1	41	0,03010
Curaco de Vélez	80	19	0,23750
Dalcahue	1.239,4	36	0,02905
Queilen	332,9	45	0,13518
Quellón	3.244	76	0,02342
Quinchao	160,6	15	0,09340

Tabla 15.- Densidad Poblacional Por Comuna, X Región.

COMUNA	SUPERFICIE [Km ²]	Nº HABITANTES	DENSIDAD [Hab/Km ²]
Puerto Montt	1.673	175.938	105,16
Calbuco	590,8	31.070	52,59
Castro	472,5	39.366	83,31
Ancud	1.752,4	39.946	22,80
Chonchi	1.362,1	12.572	9,23
Curaco de Vélez	80	3.403	42,54
Dalcahue	1.239,4	10.693	8,63
Queilen	332,9	5.138	15,43
Quellón	3.244	21.823	6,72
Quinchao	160,6	8.976	55,89

Fuente: INE, Censo 2002

De acuerdo a los valores de estas tablas, la densidad promedio de centros de las comunas bajo estudio es de 0,0804 centros por km² y su desviación estándar es de 0,0735 centros por km², mientras que la densidad poblacional promedio es de 40,23 habitantes por km² y su desviación estándar es de 34,11 habitantes por km².

Con esta información cada comuna se clasificó respecto a las variables Densidad de Centros y Densidad Poblacional, de la siguiente manera:

ALTA	si su Densidad de Centros es mayor que el promedio más una desviación estándar;
MEDIA	si su Densidad de Centros es mayor que el promedio, pero menor que el promedio más una desviación estándar;
y BAJA	si su Densidad de Centros es menor que el promedio.

Para la caracterización según la TSM, se recurrió a la información de los meses de Enero y Febrero del presente año (por ser el año más cálido de los últimos años) contenido en los registros abordo del satélite NOAA. La Figura 8 muestra el mapa correspondiente al 11 de Febrero, día más calido del período. Es posible observar que las TSM más bajas se encuentran en la parte sur del mar de Chiloé, asociadas a la influencia de las masas de agua fría de origen subantártico.

Esta información se clasificó de acuerdo a la siguiente estructura:

ALTA	si TSM es mayor que 17°C
MEDIA	si TSM está entre 15°C y 17°C
BAJA	si TSM es menor que 15°C

Finalmente, como una forma de resumir la información anterior, de tal forma de determinar el nivel de riesgo de las comunas de interés, de acuerdo a las variables descritas, se asignó el siguiente puntaje a las distintas categorías de cada variable:

Categoría Alta:	3 puntos
Categoría Media:	2 puntos
Categoría Baja:	1 punto.

La Tabla 16 muestra el resultado de la asignación de dichos puntajes.

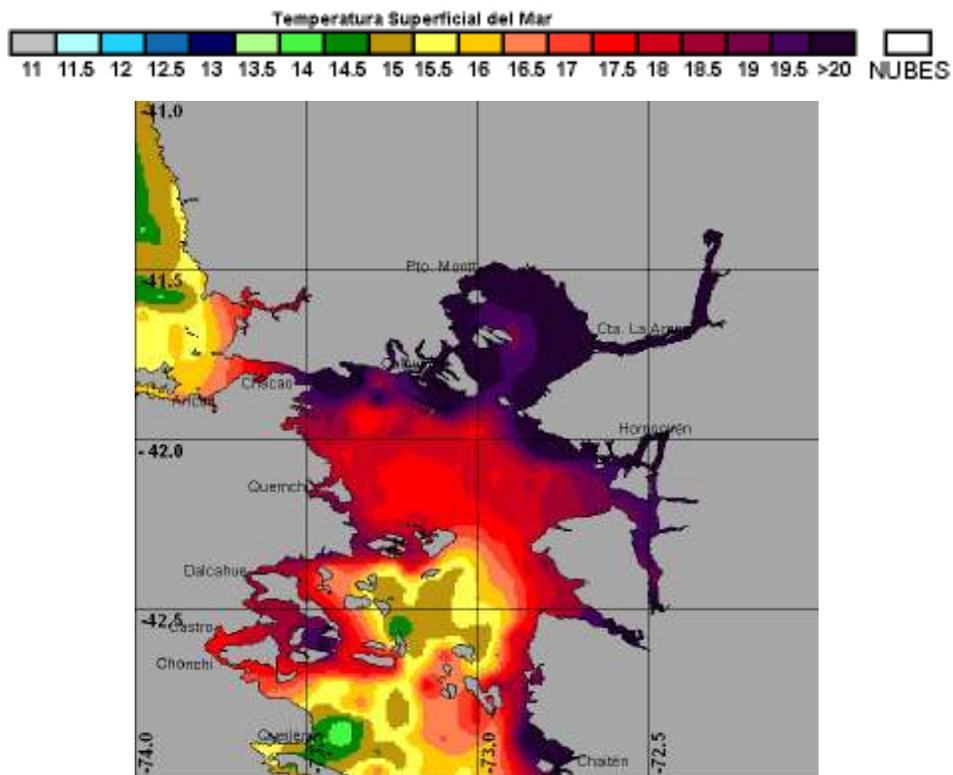


FIGURA 8: Imagen Satelital de TSM del día 11 de Febrero de 2005.
Fuente: Satélite NOAA

Tabla 16.- Puntuación de Variables por Comuna

COMUNAS CON EMISARIOS	TSM	DENSIDAD POBLACIONAL	DENSIDAD DE CENTROS	PUNTAJE TOTAL
Puerto Montt	3	3	1	7
Calbuco	3	2	2	7
Castro	2	3	1	6
Ancud	2	1	1	4
Chonchi	2	1	1	4
Curaco de Velez	2	2	3	7
Dalcahue	3	1	1	5
Queilen	1	1	2	4
Quellón	1	1	1	3
Quinchao	2	2	1	5

De acuerdo a lo anterior, las Zonas que se evidenciaron como críticas fueron: Puerto Montt, Calbuco, Castro, y Curaco de Vélez. Para efecto de este estudio también se incluyó dentro de las zonas de interés a la comuna de Ancud por la presencia de bancos naturales y a la comuna de Quellón, la que, por su bajo puntaje (Tabla 16), pero una gran actividad productiva en el área de moluscos (Tabla 13), se consideró como una zona de control para las 3 variables de riesgo. Aunque en Curaco de Vélez existe un emisario autorizado, éste aún no se encuentra operativo, razón por la cual esta Zona fue considerada como una Zona de Control para el efecto de los emisarios.

1.2.2. Laboratorios Acreditados

Para cumplir con los análisis de muestras que requiere el plan de monitoreo, se gestionó un convenio con el laboratorio acreditado Aquagestión (ex Fundación Chile) (Ver **Anexo I**).

Aquagestión es uno de los 3 laboratorios acreditados por el INN, en la X Región (Tabla 17), ubicación indispensable al considerar las normas para los procedimientos de toma y traslado de muestras. Además, este laboratorio dio garantías respecto al tiempo de entrega de resultados, las cuales se explicitaron en el convenio.

1.2.3. Especies indicadoras

Tal como se planteara en la propuesta técnica del presente proyecto, en el sentido que no siempre es posible muestrear todos los patógenos que serían necesarios en un análisis de agua o de carne de moluscos, debido al alto costo que ello significa, y teniendo en cuenta lo explicitado en las Bases Técnicas (5.3, letra e), donde se establece que es factible utilizar una especie patógena indicadora, además del *V. parahaemolyticus*, en este estudio se estableció como especie indicadora a los Coliformes Fecales. Para ello se tomó en cuenta lo exigido en los programas sanitarios internacionales de Estados Unidos y la Comunidad Europea, donde se exige la determinación de Coliformes Totales y Fecales y la determinación de Coliformes Fecales y *Salmonella* sp., respectivamente. Además, se indica que se deberá realizar la

determinación de *V. parahaemolyticus* si al momento del muestreo el agua tiene una temperatura mayor a los 16°C (en la X Región continental e insular).

Por otra parte, también se consideró la relevancia de la determinación del *V. parahaemolyticus* por sobre el *V. cholerae*, ya que éste se encuentra presente en aguas residuales y reviste mayor peligro cuando éstas se utilizan para el riego de vegetales, mientras que *V. parahaemolyticus* es más importante en agua de mar porque es más halofílico y se ha detectado en aguas costeras y en productos marinos.

Tabla 17.- Laboratorios de Ensayo Acreditados por el INN en la X Región

Nº CERTIF	AREA DE ACREDITACIÓN	DIRECCIÓN	TELÉFONO
LE 065 CESMEC Ltda. sede Puerto Montt	Microbiología en alimentos	Egaña 198, Puerto Montt	56 65) 255025
LE 066 CESMEC Ltda., sede Puerto Montt	Química en alimentos	Egaña 198, Puerto Montt	56 65) 255025
LE 067 CESMEC Ltda., sede Puerto Montt	Físico organoléptica en alimentos	Egaña 198, Puerto Montt	56 65) 255025
LE 068 CESMEC Ltda., sede Puerto Montt	Microbiología en aguas y RILES	Egaña 198, Puerto Montt	(56 65) 255025
LE 069 CESMEC Ltda., sede Puerto Montt	Microbiología en utensilios, superficies, ambiente y manipuladores	Egaña 198, Puerto Montt	(56 65) 255025
LE 122 Fundación Chile, sede Puerto Montt	Area Microbiología para productos alimenticios e hidrobiológicos	Panamericana Sur 581, Puerto Montt	56 65) 290655
LE 123 Fundación Chile, sede Puerto Montt	Area Química para productos hidrobiológicos	Panamericana Sur 581, Puerto Montt	56 65) 290655
LE 124 Fundación Chile, sede Puerto Montt	Area Físico organoléptica para productos hidrobiológicos	Panamericana Sur 581, Puerto Montt	56 65) 290655
LE 147 Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos, ESSAL S.A.	Area Microbiología para ensayos de agua potable y aguas residuales. Convenio INN-SISS	Covadonga 52, Puerto Montt	56 65) 281343
LE 148 Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos, ESSAL S.A.	Area Físico-química para ensayos de agua potable y aguas residuales. Convenio INN-SISS	Covadonga 52, Puerto Montt	56 65) 281343
LE 251 Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos, ESSAL S.A.	Area Físico-química para todo tipo de aguas.	Covadonga 52, Puerto Montt	56 65) 281343
LE 250 Empresa de Servicios	Area Microbiología para todo tipo de aguas.	Covadonga 52, Puerto Montt	56 65) 281343

Sanitarios de Los Lagos, ESSAL S.A.			
--	--	--	--

Fuente: ISP, 2004

Finalmente, en atención a la observación planteada por el evaluador del Informe de Avance del presente proyecto, respecto a “Considerar incluir el análisis individual específico de *V. cholerae*, *E. coli* y *Salmonella sp.* en vez de utilizar una especie indicadora de estos patógenos”, y pese a que, en general, es recomendado realizar muestreo cuidadoso y una determinación eficiente de un indicador como es coliformes fecales y adicionalmente determinar *Vibrio parahaemolyticus*, que determinar varios patógenos e indicadores simultáneamente, una evaluación económica permitió incluir la identificación de *Salmonella sp.* en el segundo muestreo.

1.2.4. Plan de Muestreo

Para determinar la presencia y concentración de las bacterias de interés para el proyecto, en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región, se diseñó dos planes de muestreo, que se aplicaron en dos oportunidades, determinadas estacionalmente: Invierno y Verano.

1.2.4.1. Plan A

Este plan, cuyo objetivo es determinar la presencia y concentración de bacterias patógenas de humanos en cuerpos de agua de la X Región, consideró muestreos en las Zonas Críticas determinadas en el punto 1.2.1. de este informe. En ambos muestreos, la obtención de las muestras se determinó en puntos próximos a la ubicación del emisario correspondiente a la Zona, y se generaron figuras las cuales se encuentran en el **Anexo II**.

El primer muestreo de cuerpos de agua, correspondiente al período de Invierno, se realizó entre el 16 y el 23 de junio del año 2005, mientras que el segundo muestreo, correspondiente al período de Verano, se realizó entre el 16 de Enero y el 1 de Febrero del año 2006.

1.2.4.2. Plan B

Este plan, cuyo objetivo es determinar la presencia y concentración de bacterias patógenas de humanos en moluscos bivalvos de la X Región, consideró muestreos en Centros de Cultivos y Bancos Naturales de las especies vulnerables, ubicados en las Zonas Críticas determinadas en el punto 1.2.1. de este informe.

- **Selección de especies vulnerables**

Para seleccionar la(s) especie(s) más vulnerables se consideró la realidad de moluscos bivalvos en los últimos años en el país pertinente al presente estudio, que se resume en las tablas siguientes.

Tabla 18.- Cosechas chilenas, en toneladas, por recurso de cultivo. (1999–2003).

RECURSO	AÑO				
	1999	2000	2001	2002	2003
Algas	31.278	33.471	65.538	14.597	16.259
Pescados	230.522	342.666	504.725	451.209	487.348
Moluscos	43.694	48.921	61.371	61.598	76.218
Otras Especies	2	1	0	0	0
Total	305.496	425.059	631.634	527.404	579.825

Tabla 19.- Producción chilena de Moluscos, en toneladas. (1999–2003).

AÑO	ESPECIE				
	Ostión del Norte en concha	Choritos	Ostra chilena	Ostra del Pacífico	Abalón Rojo
1999	20.668	20.546	291	5.441	48
2000	19.018	23.477	200	5.641	66
2001	18.534	34.648	229	7.089	73
2002	14.022	41.534	294	3.728	60
2003	14.849	56.481	212	3.662	80

**Tabla 20.- Cosecha de Moluscos Bivalvos, en toneladas, por especie y región.
(Año 2002)**

ESPECIE	REGION											Total
	I	II	III	IV	V a VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM	
Cholga	-	-	-	-	-	-	-	1696	-	-	-	1696
Chorito	-	-	-	-	-	20	15	41753	9	-	-	41797
Choro	-	-	-	-	-	-	112	148	-	-	-	260
Ostión del Norte	124	147	4704	10139	-	-	-	10	-	-	-	15124
Ostra chilena	-	-	-	-	-	-	-	235	-	-	-	235
Ostra del Pacífico	-	-	-	6	-	-	-	3712	-	-	-	3718
Total	124	147	4704	10145	0	20	127	47554	9	0	0	62830

Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca 2002

Tabla 21.- Desembarque de moluscos bivalvos de áreas de manejo, en toneladas, por especie y región. (Año 2002).

ESPECIE	REGION													Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM	
Almeja	2	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	8
Macha	-	-	-	72	-	-	6	598	-	-	-	-	-	676
Cholga	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Culengue	3	-	-	-	-	-	-	35	-	-	7	-	-	45
Ostión del Norte	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Total	5	0	0	82	0	0	6	639	0	0	7	0	0	739

Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca 2002

Tabla 22.- Desembarque total de moluscos bivalvos, en toneladas, por especie y mes. X Región. (año 2002).

ESPECIE	MES												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Almeja	791	801	1037	114	72	112	469	135	277	225	114	642	4789
Cholga	806	674	332	367	664	620	231	327	456	247	173	78	4975
Chorito	3933	4537	4317	4795	4815	3840	4050	3074	1507	2531	3205	2172	42776
Choro	7	6	36	10	15	6	12	18	12	20	12	9	163
Culengue	287	258	213	146	127	197	108	63	125	215	603	430	2772
Navaja de mar	87	182	312	89	-	-	-	-	4	1	-	92	767
Navajuela	4	38	205	154	197	112	1	31	7	2	2	72	825
Ostión del norte	8	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	10
Ostra chilena	14	13	30	15	20	20	16	7	8	38	16	45	242
Ostra del Pacífico	296	1	132	241	373	396	486	501	501	316	231	238	3712
Total	6233	6510	6614	5931	6283	5303	5373	4156	2897	3597	4356	3778	61031

Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca 2002

Tabla 23.- Producción, en toneladas, de fresco enfriado de moluscos bivalvos. (1998 – 2002).

ESPECIE	AÑOS				
	1998	1999	2000	2001	2002
Almeja	81	117	9	1	0
Culengue	22	76	9	10	12
Cholga	4	54	57	99	99
Chorito	290	163	129	561	312
Navaja de mar	3	13	9	0	0
Macha	202	25	10	1	4
Navajuela	22	56	17	2	0
Ostión del norte	17	119	47	8	57
Ostión del sur	274	132	19	0	0
Ostión patagónico	0	0	1	0	15
Ostra chilena	34	4	0	1	0
Ostra del Pacífico	117	57	84	60	20
Total general	1066	816	391	743	519

Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca 2002

Tabla 24.- Producción, en toneladas, de congelado de moluscos bivalvos. (1998 -2002).

ESPECIE	AÑO				
	1998	1999	2000	2001	2002
Almeja	348	395	268	170	65
Cholga	73	127	96	243	165
Chorito	1261	2592	4463	7171	5458
Choro	0	0	0	1	1
Culengue	37	180	167	203	154
Navaja de Mar	76	133	96	171	55
Macha	274	58	49	57	8
Navajuela	160	245	227	216	180
Ostión del Norte	1989	2534	2104	2289	1576
Ostión del Sur	218	55	26	2	0
Ostión Patagónico	0	0	12	19	47
Ostra chilena	0	0	1	0	0
Ostra del Pacífico	595	999	679	921	931
TOTAL	5031	7318	8188	11463	8640

Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca 2002

Teniendo en cuenta estos antecedentes y considerando que, entre las especies de moluscos bivalvos, el Chorito es el más eficiente como filtrador, para los muestreos en Centros de Cultivo se consideró a ésta como especie vulnerable. Para el muestreo en Bancos Naturales, además del Chorito, se incluyó también a la Almeja, acogiendo la sugerencia de la Comisión Supervisora del Proyecto, de parte de la Subsecretaría de Pesca, en virtud de que la mayoría de los brotes de gastroenteritis del último año, habían estado relacionado con consumo de esta especie.

- **Puntos de obtención de las muestras**

Los CC y/o Areas a monitorear en las Zonas Críticas, se seleccionaron dentro de aquellos que estaban ubicados cerca de los puntos de descarga de efluentes urbanos. Es común que para este tipo de estudios los Centros no manifiesten interés en participar, lo cual se demuestra, en este caso, por la no respuesta a los intentos de contacto que telefónicamente y vía correo electrónico se hicieron con los encargados de los centros de las zonas de interés para el muestreo, por lo tanto las muestras se obtuvieron desde Centros que cumplían en alguna medida con la cercanía del punto de descarga y que estuvieron dispuestos a colaborar con el proyecto.

En el caso de los Bancos Naturales según información proporcionada por los buzos mariscadores, la mayoría de los que estaban ubicados en las zonas de interés, estaban agotados. Ante esta situación se consultó sobre la existencia de otros bancos naturales, aún cuando no estuviesen cerca de la zona de estudio, obteniendo la ubicación de sólo uno de ellos, el cual fue muestreado en el periodo de invierno. Para la extracción de las muestras, se consideró la participación de un buzo.

Los muestreos de las especies se planificó realizarlos en conjunto con los muestreos de monitoreo de datos ambientales, según el plan propuesto en el Objetivo 4.2. y sus resultado se presentan en conjunto en el desarrollo del objetivo específico 4.3.

- **Tamaño de la muestra**

En Chile el Instituto Nacional de Normalización (INN) tiene la autoridad para preparar normas técnicas a nivel nacional. Para el caso de los laboratorios de ensayo relacionados con los análisis de microorganismos en agua y carne de moluscos se pueden observar una serie de normas (Tablas 25 y 26) que regulan los procedimientos para la toma de muestras y análisis microbiológicos desde agua y carne de moluscos.

El número de choritos y almejas a seleccionar en la muestra, así como los procedimientos empleados en el manejo y traslado de ellas, fueron establecidos por el laboratorio Aquagestión, en concordancia con la norma NCh 2732. Of. 2002 y la FDA.

Tabla 25.- Normas chilenas relacionadas a Control de calidad del agua

NÚMERO NORMA	MATERIA
NCh411/1.Of1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo
NCh411/2.Of1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo
NCh411/3.Of1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras
NCh411/4.Of1997	Calidad del agua - Muestreo - Parte 4: Guía para el muestreo de lagos naturales y artificiales
NCh411/10.Of1997	Calidad del agua - Muestreo - Parte 10: Guía para el muestreo de aguas residuales

Fuente: ISP, 2002

Tabla 26.- Normas chilenas relacionadas a Patógenos

NÚMERO NORMA	ESPECIE	NOMBRE NORMA
NCh 2732. Of. 2002	<i>Escherichia coli</i> , <i>coliformes fecales</i> , <i>coliformes</i>	Moluscos bivalvos – Determinación de coliformes, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> - Técnica Número Más Probable (NMP)
NCh 2675.Of. 2002	<i>Salmonella</i>	Productos hidrobiológicos – Detección de <i>Salmonella</i>
NCh 2640.Of. 2001	<i>Vibrio cholerae</i>	Productos hidrobiológicos – Detección de <i>Vibrio cholerae</i>
Norma FDA	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	
NCh 1999. Of 1987	Moluscos bivalvos	Sanitización de moluscos bivalvos para exportación

Fuente: ISP, 2002

OBJETIVO 4.2. :

Determinar las principales variables ambientales asociadas a la presencia y desarrollo de bacterias patógenas de humanos en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región.

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Aspectos Ambientales

Por lo general, los fiordos y sistemas marinos por sus características ambientales son ecosistemas muy frágiles e relación a la intervención humana. Es por esto, que el manejo adecuado de ellos es fundamental para conservar el equilibrio ecosistémico.

El conocimiento de las variables ambientales, componentes químicos, físicos y biológicos son útiles como indicadores de contaminación, especialmente cuando se trata de cuencas aisladas, producto de restricciones batimétricas para el libre intercambio de aguas.

En los fiordos marinos costeros se acumula la mayor cantidad de residuos producidos naturalmente y por actividad humana, como son:

- Transporte fluvial.
- Drenaje de escurrimientos de agua.
- Efluentes urbanos e industriales.
- Transporte de partículas desde las capas bajas de la atmósfera.

Los cuerpos de agua interiores en la X Región están formados por canales, esteros y fiordos que en su conjunto constituyen un sistema estuarino que funciona como un cuerpo de agua costero semicerrado, con una conexión libre hacia el océano abierto donde el agua de mar es continuamente diluida por agua dulce derivada del drenaje terrestre (Cameron y Pritchard, 1963; Freeland *et al.*, 1980). Esta interacción entre los desplazamientos de las aguas

provenientes de los ríos y las del océano se le conoce como circulación estuarina, caracterizada por un cuerpo de agua superficial de menor salinidad, que fluye hacia el mar y otro de carácter subsuperficial, más profundo y de mayor salinidad que ingresa por el nivel profundo desde el océano abierto hacia el interior de los canales. Las características geográficas y ambientales únicas de éste ecosistema, la variabilidad de sus parámetros físicos y químicos y la alta biomasa fitoplanctónica ha permitido sustentar la actividad pesquera tanto pelágica como bentónica, así como la instalación en los últimos años de innumerables centros de cultivos marinos.

Las particulares características geográficas de la X Región generan tres grandes cuerpos de agua semicerrados e interconectados: Seno Reloncaví, golfo de Ancud y golfo Corcovado, que reciben contaminantes orgánicos y microbiológicos desde las ciudades y poblados costeros así como de los cultivos marinos. El intercambio entre estos tres cuerpos de agua se efectúa por el canal Chacao, en la parte norte y la boca del Guafo, en el extremo sur, siendo este último el más importante por su mayor amplitud y profundidad. El intercambio de estos flujos es intensificado por el efecto de las mareas que aportan mayor velocidad a la renovación del agua, o bien puede ser reducido por la presencia de morrenas (levantamientos del fondo marino) que constituyen barreras batimétricas naturales.

Las condiciones topográficas especiales de la X Región permiten tener claramente delimitadas dos zonas o cuencas batimétricas, con características físico-químicas que favorecen la aparición de enfermedades relacionadas con bacterias patógenas provenientes de los centros urbanos y vaciados al mar por medio de emisarios.

La primera zona ubicada al sur del Reloncaví, incluyendo el Golfo de Ancud, Golfo de Corcovado y Boca del Guafo, forma un verdadero mar interior. Por otro lado, la cuenca norte incluye el Canal de Chacao con su batimetría somera impide el libre intercambio de las aguas entre el Golfo y el océano.

La salinidad varía entre los 32,6 a 8,9 entre la bahía de Quellón y el estuario del Reloncaví y en cuanto a la temperatura es posible encontrar valores cercanos a los 18°C (sector de Calbuco), mientras que sólo de 10°C en la Bahía de Pto. Montt, lo que favorecería la proliferación de bacterias patógenas.

En la primera zona mencionada, la carga bacteriana de las aguas servidas es siempre muy importante, puesto que tiene como promedio más de 1.000 millones de bacterias por litro (Sepúlveda et al., 1996).

El agua de mar tiene capacidad autodepuradora, ya que las bacterias patógenas son destruidas por el agua marina en un periodo de 24 horas a una semana.

Durante un estudio realizado por Sepúlveda et al. en 1996 en la zona del Seno de Reloncaví y Chiloé, se detectó que las estaciones de muestreo que arrojaron mayor contaminación microbiológica fueron Angelmó, Bahía de Pto. Montt, Metri, Calbuco (lado Isla Quihua) y Bahía de Ancud, con niveles muy superiores a lo estipulado por la norma.

La onda de marea que viene del océano experimenta variados cambios como producto de la transición al ingresar a canales y fiordos interiores, donde las condiciones morfológicas del terreno, la presencia de aguas someras y la acción de fenómenos meteorológicos, distorsionan sus características iniciales, regulando la velocidad y altura que alcanza durante su propagación en la zona de canales interiores. Por otra parte, los procesos de mezcla sea por las mareas o las corrientes de densidad, produce variaciones en la estructura termohalina del cuerpo de agua así como en la distribución de los nutrientes, principalmente en los 10 a 20 m de la columna de agua, lo que afecta directamente la distribución de la producción primaria de la zona y los procesos de dilución y dispersión de sustancias contaminantes.

El océano Pacífico Suroriental se caracteriza por la presencia de un anticiclón semipermanente, ubicado en la zona norte-centro de Chile. Al sur de este sistema y coincidente con las altas latitudes de Chiloé, las isobáras de presión se orientan relativamente uniformes de Oeste a Este, generando una marcada variación de presión lo que provoca vientos constantes del W (Cabezas, 1991). Según este autor la zona sur de Chile se encuentra dominada por vientos del W y NW, cuya característica debe ser comprendida con las variaciones de presión, asociadas a sistemas migratorios. Según Romero (1985) en su Geografía de los Climas, el canal Chacao se ubica en una región de transición climática dado que por el norte se presenta un clima cálido con influencia del anticiclón, mientras que por el sur se observa un clima de características subantárticas con predominio de influencias ciclónicas.

2.1.2. Aspectos Microbiológicos

En relación al conocimiento de la contaminación microbiana, el crecimiento de la población a nivel mundial y el aumento del uso del agua para diferentes actividades ha incrementado los niveles de contaminación, la cual está relacionada con los vertidos de origen doméstico e industrial en los cuerpos de agua.

En los residuos de origen doméstico, la carga contaminante la representa los altos índices de materia orgánica y microorganismos de origen fecal, los cuales son causantes de enfermedades de origen hídrico que generan altos porcentajes de morbi-mortalidad en la población. Las medidas de control de la calidad microbiológica del agua de vertido requiere de una serie de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos, cuyo diagnóstico requiere de laboratorios especializados y representa varios días de análisis y costos elevados.

El control de los parámetros físico-químicos y microbiológicos es muy importante en la depuración del agua y también en los sistemas de potabilización. No obstante, en los lugares donde el agua es consumida por el hombre o es reutilizada, el factor de riesgo más importante está asociado con la exposición a agentes biológicos que incluyen bacterias patógenas, helmintos, protozoos y virus entéricos (Asano y Levine, 1998).

Además de los patógenos que generalmente se encuentran en el agua y que provocan enfermedades, cada vez se hacen más frecuentes las enfermedades relacionadas con microorganismos emergentes y reemergentes.

Las enfermedades emergentes son aquellas cuya incidencia en el hombre ha aumentado en las dos últimas décadas (por ej. el cólera y la resistencia microbiana). Por otro lado, las reemergentes son las que reaparecen después de una disminución significativa en su incidencia (por ej. tuberculosis).

El índice de aumento en la presencia de este tipo de microorganismos tiene relación con cambios drásticos e importantes en el ambiente y en la población. Además, también está el hecho que la resistencia a los agentes antimicrobianos continua reduciendo la eficacia de los medicamentos, incrementando a su vez, los niveles de mortalidad y costos sanitarios.

El riesgo de contaminación a nivel humano y ambiental requiere de un control de la presencia de microorganismos en el agua. Además, hace necesario determinar el tipo de microorganismo presente y su concentración proporciona herramientas indispensables para conocer la calidad del agua y para tomar medidas en relación al control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas.

Como se planteó anteriormente, las medidas de control de la calidad microbiológica del agua de vertido requiere de una serie de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos, cuyo diagnóstico requiere de laboratorios especializados y representa varios días de análisis y costos elevados. Es por esto, y por la necesidad de realizar una evaluación rápida y fiable de la presencia de patógenos en el agua que se ha planteado la necesidad de trabajar con organismos indicadores (Campos, 1999). Estos organismos tienen un comportamiento similar a los patógenos en cuanto a la concentración y reacción a los factores ambientales y barreras artificiales, pero son más rápidos, económicos y fáciles de identificar.

Una vez detectados, es posible inferir los patógenos presentes en la misma concentración y que su comportamiento frente a diferentes factores, como el pH, temperatura, presencia de nutrientes y sistemas de desinfección es similar a la del indicador.

En el caso de las bacterias, las que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas, las cuales colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y se eliminan a través de la materia fecal. Cuando estos organismos entran en el agua, se encuentran con condiciones ambientales completamente diferentes y por ende su capacidad para reproducirse y sobrevivir son limitadas. Por esta razón, se ha determinado que el grupo indicador más utilizado sean las bacterias coliformes. Estos microorganismos sirven como indicadores de contaminación bacteriana porque son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente. Además, estos microorganismos que se encuentran presentes en grandes cantidades en el tracto gastrointestinal, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan igual que los patógenos en los sistemas de desinfección.

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaces de fermentar la lactosa a 44,5°C. Por otra parte, casi el 95% del grupo de coliformes presentes en heces fecales están formados por *E. coli*.

La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos se ve favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc.

2.2. DESARROLLO METODOLOGICO Y RESULTADOS

Para dar cumplimiento a este objetivo, se plantearon las siguientes actividades:

- ⇒ Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones oceanográficas, meteorológicas y sanitarias de la X Región.
- ⇒ Mediciones semestrales de las variables ambientales que, de acuerdo a la bibliografía, se hayan identificado como asociadas a la presencia y desarrollo de bacterias patógenas en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X región.

2.2.1. Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones oceanográficas de la X Región.

Este análisis considera, a nivel macroescala, la distribución de temperatura, salinidad y nutrientes, presente durante la temporada de primavera, en las dos principales subcuencas del sector: la subcuenca Seno Reloncaví y la subcuenca Golfo de Ancud. Para este análisis se contó con la información correspondiente a temperatura, salinidad y nutrientes, para el período comprendido entre el 18 y 23 de Octubre de 1995, obtenida por el crucero de investigación CIMAR FIORDO I, proveniente desde siete estaciones, 4 de ellas (1, 2,3, y 5) ubicadas en el Seno de Reloncaví y las 3 restantes (6, 7 y 8), en el Golfo de Ancud.

El análisis general de la información disponible a partir de Avaria et al.(1997), sobre la concentración de microalgas y la de Ramírez y Pizarro (2005), sobre la distribución de clorofila para la temporada de primavera sugieren que el consumo de los nutrientes, llevado a

niveles casi de cero, es justificado por la gran actividad y proliferación de las microalgas y la elevada concentración de clorofila “a” en el sector costero de la subcuenca Reloncaví, cerca del emisario, aún cuando su descarga tiene un marcado efecto fertilizador en la columna de agua, sobre todo en los primeros 2 a 5 m de profundidad.

El esquema de distribución general de producción que se puede plantear para la subcuenca Reloncaví, propone que la temporada invernal presenta características pluviométricas que favorecen la llegada a la subcuenca de importantes volúmenes de agua dulce, que ocupan la capa superficial y pueden generar una circulación termohalina. Este esquema también permite asumir que las aguas de la subcuenca Reloncaví pasan al golfo de Ancud por los efectos sumatorios del viento (S y SW) y la marea, los que pueden presionar la masa de agua sobre la costa norte del golfo de Ancud produciendo la renovación de sus aguas pero también puede llevar su carga de materia orgánica hacia el sector de Calbuco.

En la subcuenca Reloncaví la onda de marea llenante y pleamar “presiona” sobre la costa la masa de agua superficial de mayor temperatura y menor salinidad y genera un activo proceso de mezcla vertical con las aguas costeras ricas en nutrientes. Por otra parte, la onda de marea vaciante contribuye a retirar el material orgánico y microbiológico desde la zona costera y lo acumula hacia la parte central de la subcuenca.

El golfo de Ancud presenta en la parte media y cerca del sector paso Queullín, un cuerpo de agua de mayor temperatura (> 11.6 °C) y menor salinidad (< 29 psu), cuyos valores son parecidos a los detectados en la superficie de la subcuenca Reloncaví.

Los resultados sobre distribución de temperatura y salinidad indican que el sector de la cabeza del estero Castro es el lugar que puede presentar el mayor riesgo de contaminación microbiológica por situarse muy próximo al punto de descarga de aguas tratadas y porque las altas temperaturas pueden favorecer la proliferación microbacteriana y la de microalgas. El riesgo de contaminación orgánica en Calbuco es incrementado por el efecto de las mareas llenante y pleamar que acumulan en el estrato superficial hasta los 10 primeros metros de la columna de agua en el lugar (la rivera norte del golfo de Ancud), los mayores valores de temperatura y los menores de salinidad.

La condición de salinidad que se describe concuerda con las descargas de agua de agua dulce que vienen del estero y de las descargas de efluentes. Si a esta condición ambiental

se suma la opción de baja circulación que puede tener el estero en la fase de cuadratura, se generará una importante situación de riesgo ambiental para los centros de cultivos de moluscos y de peces. La fase de cuadratura podrá minimizar el efecto superficial de la circulación estuarina que retira el agua hacia el golfo de Ancud y por lo tanto se podrá favorecer el mayor calentamiento y eutroficación de la masa de agua localizada en la parte media de la cuenca y por ende aumenta el riesgo de contaminación orgánica, los florecimientos de algas nocivas y la eutroficación del sector central de la subcuenca Reloncaví.

Esta condición de saturación de oxígeno puede estar ligada a la actividad de las poblaciones fitoplanctónicas cuya concentración de clorofila fue elevada y puede sustentar una producción marina del fitoplancton que puede fluctuar entre moderada a alta en la zona de estudio y en la temporada de muestreo. Estos resultados sugieren la generación de un riesgo de eutroficación que podrá tener consecuencias sobre la acumulación de material orgánico en el fondo marino y en la proliferación de poblaciones microbiológicas en diferentes estratos de la columna de agua en consideración a la baja capacidad de renovación que tiene la columna de agua.

2.2.2. Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones meteorológicas de la X Región.

2.2.2.1. Sector Puerto Montt.

Los registros de viento correspondientes a este sector, provienen de la base de datos extractada de los Anuarios Meteorológicos de la Dirección General de Meteorología de Chile, para la serie 1971 a 1976 y tomadas en el aeropuerto El Tepual. Los datos presentaron 2 meses sin información, que corresponden al año 1975.

La distribución general del viento máximo en el sector de Puerto Montt, durante el período anual muestra que los vientos N y NE tienen en conjunto una elevada incidencia direccional (66.6%) en su esfuerzo friccional, ya que su elevada incidencia facilita el transporte del cuerpo de agua superficial y/o subsuperficial desde la zona costera de Puerto Montt hacia la parte media de seno Reloncaví (viento N) o bien hacia la parte costera sur-

poniente del área de estudio (viento NE). De esta manera, la contaminación microbiológica que genera la ciudad de Puerto Montt y descarga sobre la zona costera aledaña podrá llegar al centro de seno Reloncaví y/o ser transferida sobre su costa sur-poniente. Las magnitudes asociadas a cada uno de estos vientos fueron elevadas (28 y 41 nds) y podrán por tanto generar corrientes marinas en esas direcciones. Sin embargo, la información sobre la duración del viento en términos de horas es muy limitada para ratificar su fricción sobre el cuerpo de agua superficial. Sólo se puede deducir en forma indirecta que la elevada magnitud del viento NE (41 nds), puede contribuir al desplazamiento de los contaminantes microbiológicos hacia los 2 sectores ya indicados en seno Reloncaví.

Para el caso de los vientos anuales del S y SW, su efecto en teoría será transportar la carga orgánica y microbiológica del emisario submarino sobre la zona costera de la unidad de Puerto Montt y sobre la rivera nororiental de seno Reloncaví. Sin embargo, en la secuencia del ciclo anual, la incidencia direccional para el conjunto de estas dos direcciones fue baja (8.4%), aún cuando su velocidades fueron consideradas elevadas (≈ 22 y ≈ 25 nds), lo que puede explicar la acumulación de nutrientes y su consumo casi inmediato por las algas fitoplanctónicas (Ramírez y Pizarro, 2005).

El análisis estacional de los vientos con mayor incidencia direccional muestran que los vientos N y NE fueron mas frecuentes en otoño e invierno, transportando la carga orgánica hacia el centro de seno Reloncaví y sobre la costa sur-poniente con velocidades muy elevadas (28 a 47 nds). Por el contrario, en primavera y verano decreció la incidencia del viento N y sobre todo la del NE, con lo cual decrece la posibilidad de transporte del cuerpo de agua litoral hacia la zona central del Reloncaví. De acuerdo a esta situación se puede generar en las épocas cálidas y en la zona costera, un mayor riesgo de contaminación microbiológica, dado que la masa de agua queda expuesta a la acción de los vientos del III cuadrante (S y SW), cuya alta frecuencia direccional ($\approx 14\%$) y su elevada magnitud (≈ 26 nds) presiona sobre la costa la carga microbiológica, lo que es ayudado por el ciclo mareal.

2.2.2.2. Sector Ancud

➤ Estación Pupelde

La evaluación de las condiciones meteorológicas para este sector, se realizó en base a información proveniente de la estación Pupelde, correspondiente al período 1971-1976.

La estación Pupelde está ubicada sobre la ribera sur del canal Chacao y hacia el lado Este de la ciudad de Ancud ($41^{\circ}54'S$ y $073^{\circ}48'W$), a 11 m de altura. La información analizada y se refiere a la distribución direccional y a la magnitud de los vientos máximos y promedios mensuales. La serie de tiempo para viento máximo dispone de 12 registros anuales con las excepciones del año 1972, con solo 11 registros y del año 1973 con 8 registros, totalizando 67 observaciones en 6 años. Los vientos promedios se analizaron sobre los dominios horarios de dirección y magnitud del viento registrado a las 08, 14 y 20 hrs. para cada año de registro.

Las direcciones del viento promedio registradas en Pupelde indicaron la dominancia de vientos del norte (N y NW) y la baja participación del viento W. Los vientos S y SW asociados al buen tiempo tienen en conjunto una moderada participación (23,7%). El sector Pupelde se caracterizó por la ausencia de vientos del Este.

➤ Estación Faro Corona

La estación Faro Corona está ubicada en Punta Corona ($42^{\circ}46'S$ y $073^{\circ}52'W$), en la península Lacui, a 56 m de altura sobre el nivel de mar en el golfo Coronado y sus datos describen la climatología existente en la entrada occidental del canal Chacao.

La información meteorológica del sector Faro Corona, fue recopilada en el Servicio Meteorológico de la Armada, para una serie de 12 años (1991-2003). La primera parte de la serie (1991 a 1999), fue extractada del trabajo “Estudio en modelo numérico para mitigar problemas de embancamiento Caleta Carelmapu, X Región”, presentado por el Instituto Nacional de Hidráulica. La segunda parte de la serie corresponde a elaboración de los datos requeridos al Servicio Meteorológico de la Armada (SERVIMET), para el período 1999 a 2003.

El análisis descriptivo de los vientos medidos en Faro Corona entre 1991 y 2003, muestran que éstos se caracterizan por su baja velocidad. Los resultados muestran que las

direcciones N; NW; W y SW, presentan la mayor frecuencia direccional anual con porcentajes promedios comprendidos entre 15% y 20%.

La magnitud del viento promedio fluctuó entre 6,7 nds, detectado con la dirección E y un máximo de 14,7 nds, detectado con la dirección N. La mayor velocidad del viento promedio (>11,5 nds.), coincidió con los vientos N y NW, mientras que las direcciones S y SW presentaron velocidades moderadas y levemente menores, pero con una frecuencia de participación mayor, que fluctuó entre 10 y 18 %.

Los vientos de mayor incidencia medidos en Faro Corona en el ciclo de 5 años y que afectan la dispersión de contaminantes en el golfo Quetalmahue y bahía Ancud están asociados a eventos de mal tiempo (direcciones N; NW; y W) y a condiciones de buen tiempo (SW y S).

El viento promedio mensual registrado en faro Corona se caracterizó por el dominio de los vientos del norte (N y NW) y del oeste (W), cuyas frecuencias acumuladas correspondieron al 51,3 % de los casos asociados a condiciones de mal tiempo. En cambio, las condiciones de buen tiempo, indicadas con las direcciones S y SW tienen menor incidencia y representan el 28 % de los casos. Las menores frecuencias en faro Corona (5,5 a 9,5 %), correspondieron a los vientos del Este. Estos resultados fueron coincidentes con las descripciones meteorológicas presentadas por Cabezas (1991) en la X Región, quien ratifica la presencia casi permanente del viento Oeste.

➤ **Comparación entre Sector Faro Corona y Pupelde**

Las diferencias y semejanzas que presenta la distribución direccional del viento promedio entre Faro Corona y Pupelde se discuten en función de su topografía para definir cual de ellos es más representativo para extrapolar su condición a bahía Ancud.

El viento Norte en estos dos lugares muestra una mínima diferencia direccional, que puede estar asociada con la cercanía entre los puntos de registro (8 millas), y con la proximidad al océano ya que ambos lugares están geográficamente emplazados sobre la rivera sur del canal Chacao.

Las diferencias direccionales significativas del viento W, presentada entre los registros de Faro Corona y Pupelde, pueden ser atribuidas a los cordones montañosos que existen en el

sector costero de la isla de Chiloé y que interfieren los registros de viento en Pupelde pero no los de faro Corona. El sector Pupelde se encuentra rodeado en su costado occidental por cerros de 50 a 295 m de altura (carta SHOA N° 7210, corregida hasta febrero 2003), cuya elevación es suficiente para detener los vientos húmedos del oeste que vienen del Pacífico Sur, creando un microclima en las riberas del mar interior de la isla de Chiloé, con menor pluviosidad que Valdivia, pero con frecuentes días nublados, tal como se puede deducir de la base de datos consignada en los anuarios meteorológicos. La cadena de cerros de isla Chiloé forma una barrera física para el avance de los vientos del W, lo que explica el moderado valor de frecuencia en Pupelde (9,6%), en comparación con el mayor valor registrado en faro Corona (13,6%). Sin embargo, los moderados valores direccionales del viento W de estos dos lugares presentan una diferencia con la realidad ya que se detectó durante el periodo de mediciones de la circulación lagrangiana, un incremento en la frecuencia de esta dirección, que puede ser explicado porque el viento entra por golfo de Quetalmahue e impacta en el saco de bahía Ancud.

La distribución de los vientos S y SW presentaron mínimas diferencias entre Pupelde y faro Corona, siendo mayores los valores registrados en faro Corona porque su emplazamiento geográfico está a 56 m de altura y a 20 Km. de las colinas ubicadas al sur de la península Lacui, razón por la cual el faro queda fuera de la zona de sombra que pueden proyectar las colinas de solo 50 m de altura, que tiene la península. En estas condiciones el viento pasa sin dificultad hacia el faro, emplazado a 56 m de altura. En cambio, Pupelde presentó menores valores de frecuencia para estos dos vientos, la cual puede ser explicada por la interferencia que generan los cordones montañosos de la cordillera de Piuchen, ubicados al sur de Pupelde y que podrán modificar la participación direccional del viento sur, sobre todo que el lugar de registro está solo a 11 m sobre el nivel del mar.

Una situación intermedia entre las condiciones de mal tiempo y buen tiempo se asocia con los registros de los vientos del Este (NE; E y SE), que bajan desde la cordillera. En Pupelde no se registraron vientos del Este, pero sí en Faro Corona. Es probable que la ausencia de registros en Pupelde esté asociada a la ubicación del valle entre cerros y a la baja altura de la torre de observación.

En relación a la distribución direccional de vientos máximos, los registros muestran que Faro Corona presenta sólo 4 de las 8 direcciones, con 96,5% de dominancia de las direcciones N y NW y con la mínima participación de la dirección W (1,7%). Las direcciones representativas del buen tiempo (S), tienen también una mínima participación (1,7%). El esquema de vientos en Faro Corona es consistente con su ubicación geográfica porque recibe el impacto directo de los vientos N y NW. Sin embargo, llama la atención la mínima frecuencia registrada para los vientos del Oeste, a pesar de ser conocido el sector como “zona de los vientos del oeste”. Aunque Pupelde muestra la presencia de las mismas 4 direcciones, éstas se diferencian por el aumento de las frecuencias W y SW y por la distribución ponderada y más homogénea de los vientos N y NW. Las variaciones direccionales detectadas en Pupelde pueden ser consideradas como indicador de un mejor equilibrio entre los registros direccionales, sobre todo para los indicadores de los períodos de mal tiempo.

En el sector de bahía Ancud, la amplitud de marea es de 4 m. lo cual genera un importante flujo de recambio de agua que ayuda al efecto friccional que provocan los vientos reinantes y dominantes sobre el cuerpo de agua superficial.

Los vientos asociados al mal tiempo del Norte (N y NW) y del Oeste representan 51.3% de los eventos, de los cuales las direcciones N y NW, inciden en el 37.7% de los casos en que la masa superficial que existe en el golfo Coronado es presionado desde el océano hacia bahía Ancud y facilitan la limpieza y renovación del agua en el cuerpo de agua de baja profundidad (≈ 7 m), así como la dispersión y dilución de contaminantes microbiológicos.

Los vientos del Oeste, inciden en el 13.6% de los casos y su efecto friccional sobre la masa superficial del golfo Quetalmahue facilita la salida de sus aguas hacia el canal Chacao. La limpieza microbiológica del área correspondiente al saco del golfo.

Los vientos asociados al buen tiempo (direcciones S y SW) representan el 28% de los casos con velocidades promedios anuales moderadas (7.4 y 10.3 nds respectivamente) y cuyo efecto friccional favorece la salida de las aguas superficiales hacia el canal Chacao, lo que diluye la contaminación microbiológica.

2.2.2.3. Sector Calbuco

Las mediciones de viento correspondientes al sector Calbuco fueron tomadas en la isla Quihua, en los terrenos de la empresa “Forestal San José” y cuya base de datos informa sobre la incidencia direccional anual del viento promedio anual para un período de 6 años (1991-1996). Además, se dispuso de la información generada por Ramírez y Soto (1993) para el mismo sector, la cual fue complementada con información proveniente de Anuarios. Estos registros muestran la dominancia anual de las direcciones N, S, NW y SW, con frecuencias de 32.75%; 28.13%; 19.88% y 11.63%, respectivamente.

Los resultados globales muestran la dominancia de los vientos asociados al mal tiempo (N+NW≈53%) cuyo efecto friccional desplegaría la masa de agua superficial desde los canales interiores hacia el golfo de Ancud. Sin embargo, los pedraplenes existentes pueden restringir la renovación de las aguas. Por otra parte, la acción de los vientos S y SW (≈40%) pueden favorecer la entrada de agua superficial desde el golfo de Ancud hacia los canales interiores que rodean la isla Calbuco. El intercambio de los cuerpos de agua entre los canales de la isla Calbuco y el golfo Ancud está fortalecido por las corrientes que genera la marea, cuya diferencia de altura puede fluctuar entre 3 y 4 m.

El sector Calbuco se encuentra protegido del viento Oeste (W) y de las olas que se pueden generar desde esta dirección, por la península Challahue y por tanto los frecuentes temporales provenientes de esta dirección durante el otoño e invierno tendrán baja incidencia en el proceso de renovación e intercambio de masas de aguas interiores de Calbuco. Por el contrario, los vientos máximos del cuarto cuadrante (N y NW) tienen una fuerte incidencia direccional en las temporadas de verano e invierno con la dirección Norte, mientras que en otoño y primavera lo es para la dirección NW. Estas dos direcciones de los vientos serán encargadas de desplazar los productos contaminantes y microbiológicos hacia el golfo de Ancud. Las velocidades asociadas a estas direcciones fueron relativamente elevadas (27 a 41.8 nds), independiente de la fluctuación estacional y por tanto su esfuerzo friccional puede ser mayor si su acción es mantenida en el tiempo.

En el caso de los vientos del tercer cuadrante (SW) la mayor incidencia presencial se detectó en las temporadas primavera y verano y la mínima en invierno. Esta distribución supone que en verano el viento SW facilita la entrada de un cuerpo de agua que puede ser superficial o subsuperficial y que proviene del golfo de Ancud, transportando todos los nutrientes y contaminantes hacia el sector de Calbuco. Los cambios estacionales de dirección y magnitud de los vientos están apoyados por el marcado esfuerzo que ejerce la marea en Calbuco.

La situación oceanográfica esperada para los vientos S y SW durante la primavera y verano puede crear un riesgo ambiental, para la salud y para la actividad económica del sector de Calbuco, dado que la masa de agua situada en la parte norte del golfo de Ancud y que en teoría podrá entrar a Calbuco por acción eólica habitualmente recibe las cargas orgánicas (nutrientes y fitoplancton) que vienen desde el norte por seno Reloncaví y por el sur recibe la actividad de los cultivos marinos instalados en el sector oriente de la isla de Chiloé (localidades de Dalcahue, Castro y canal Yal, entre otros sectores). Por lo tanto, la carga esperada de nutrientes podría eventualmente durante el verano eutroficar las aguas del sector de Calbuco. Por el contrario, en la temporada de invierno disminuye la frecuencia direccional del viento SW, y es probable que en esa temporada se podría generar una mayor renovación del cuerpo de agua interior.

2.2.3. Análisis de la bibliografía en relación a las condiciones sanitarias de la X Región.

Uno de los aspectos más negativos del crecimiento poblacional, para sectores cerca del litoral, es el aumento considerable del volumen de desechos domésticos, especialmente de aguas servidas, que sistemáticamente son evacuados al mar.

La carga bacteriana de las aguas servidas es siempre muy importante, puesto que tiene como promedio más de mil millones de bacterias por litro. Se considera por otra parte que la producción media de agua usada por cada habitante es de 150 a 300 l/día (Gauthier, 1980). En la bahía de Puerto Montt, se ha calculado que, sólo por efecto de alcantarillado, se está evacuando aproximadamente 300 mil l/día (Sepúlveda et al. 1996).

Según Sepúlveda et al. (1996), las estaciones con mayores problemas bacteriológicos son: Angelmó, Bahía de Puerto Montt, Metro, Calbuco, y Bahía Ancud, sobrepasando las normas estipuladas que son de 1000 cf x 100 ml.

De las áreas que se desean muestrear, la Bahía de Puerto Montt es la que presenta mayores antecedentes cuantitativos de la contaminación bacteriológica. Hay registros de una muestra única al azar desde 1984 realizada por el Servicio de Salud Llanchipal, donde se señala que la Puntilla Tenglo y Angelmó serían los puntos más críticos, con índices varias veces superior a la norma establecida. Estos antecedentes fueron reiterados por Bore, Pizarro y Cabrera (1986), indicando que los sectores más afectados son Angelmó, Puntilla Tenglo, frente a la Plaza de Armas y Caleta Pichi Pelluco. Así también, Toledo y Quilodrán (1994) señalan que el área comprendida entre Caleta Pichi y Pelluco y Angelmó sería la zona costera con índices de contaminación bacteriológica más elevados (hasta 920.000 cf/100 ml).

Por lo anterior la autoridad, en conjunto con las empresas sanitarias, han recogido el problema solucionándolo en gran parte con la instalación de plantas de tratamiento y posterior evacuación de las aguas ya tratadas vía un emisario submarino a una distancia considerable de la costa, establecida a partir de una serie de estudios técnicos, aprovechando la capacidad destructora del agua de mar, ya que las bacterias patógenas son destruidas por el agua marina en un período de 24 horas a una semana (Sepúlveda et al, 1996). Sin embargo, esto ha ocurrido principalmente en las ciudades de mayor cantidad de habitantes (Puerto Montt, Ancud, Castro, etc.), quedando aun por solucionar este problema en poblados menores.

2.2.4. Mediciones semestrales de las variables ambientales.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis bibliográfico, que se describe en los puntos 2.2.1. a 2.2.3. anteriores, y con el fin de verificar la influencia de las variables ambientales que este análisis identifica como relevantes sobre la presencia y desarrollo de bacterias patógenas de humanos en cuerpos de agua y moluscos bivalvos en la X Región, se planificó la realización de muestreos de dichas variables, en sectores urbanos seleccionados, en forma paralela a los muestreos microbiológicos descritos como Plan A, en el Objetivo 4.1.

De acuerdo a ello, tanto en invierno (Junio de 2005) como en verano (Febrero 2006) se realizaron muestreos que permitieron la evaluación de las siguientes variables:

- Comportamiento superficial y subsuperficial de las corrientes,
- Temperatura y salinidad de la columna de agua,
- Capacidad de dispersión superficial del sistema marino,
- Oxígeno disuelto en la columna de agua,
- Dirección y magnitud del viento.

Tanto en invierno como en verano, los muestreos se desarrollaron durante dos fases de marea: llenante y vaciante.

Los resultados obtenidos en estos muestreos, complementados con la información proveniente de los mapas satelitales de TSM y clorofila que se adquirieron para este propósito se presentan en el Objetivo 4.3

OBJETIVO 4.3. :

Identificar las zonas de cultivo y extracción de moluscos bivalvos en la décima región más vulnerables a la contaminación bacteriana con efectos importantes en la salud pública.

3.1. ANTECEDENTES

Se debe conseguir compatibilidad entre el comercio de los productos y la protección de la vida y la salud de las personas, esto frecuentemente es logrado mediante el reconocimiento de áreas libres de patógenos. El desarrollo del comercio internacional hace necesario el fortalecimiento de los mecanismos internos para permitir el libre comercio, esto es mejorando la infraestructura física y tecnológica. Para lograr estas metas es necesaria la colaboración de todas las entidades involucradas en la producción de moluscos (sectores públicos, privados, académicos, políticos, etc.), considerando los criterios de todos y la repercusión de las medidas acordadas.

El propósito de una apreciación de riesgo es dar una información relevante acerca de la combinación de organismo/peligro para facilitar la toma de decisiones de la autoridad competente y, si es necesario, tomar las acciones requeridas, que puede ser: tomar una acción de manejo inmediato de riesgos, realizar una evaluación de riesgo cuantitativa, o bien, hacer un programa conducente a obtener más datos.

El análisis de riesgo, técnica moderna de apoyo a la toma de decisiones, consta de tres componentes: la evaluación, la administración y la comunicación del riesgo.

Según el código alimentario FAO/OMC, **la evaluación de riesgo**, se entiende como la evaluación científica de la probabilidad de ocurrencia y gravedad de los efectos adversos a la salud, conocidos o potenciales, resultantes de la exposición humana a peligros alimentarios. Por su parte, define al **manejo de riesgo** como el proceso de ponderación de vigilancia alternativa a la luz de los resultados de la evaluación de riesgos y, cuando es requerida, la selección e implementación de opciones de control apropiadas, incluyendo medidas regulatorias, mientras que se refiere a **la comunicación de riesgo** como al intercambio interactivo de información y opiniones relativas al manejo de riesgo, entre asesores de riesgo, manejadores de riesgo, consumidores y otras partes interesadas.

La figura 9 siguiente grafica el proceso de la evaluación de riesgos basado en sus componentes: Identificación de peligros, evaluación de las exposiciones, caracterización de peligros y caracterización de riesgos.

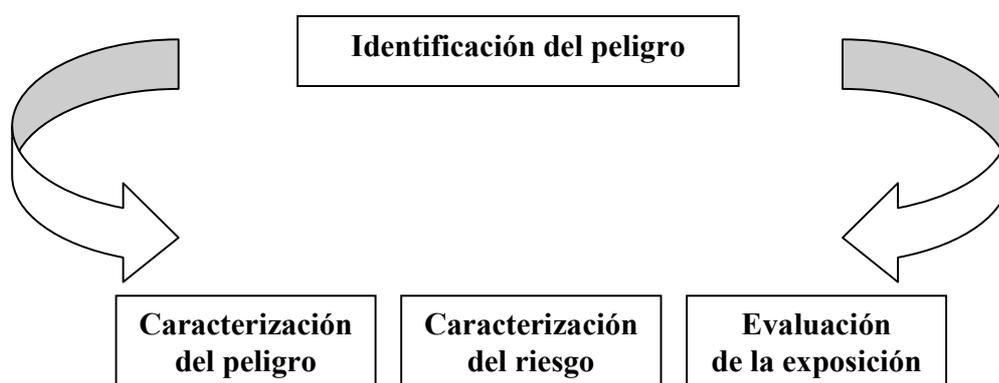


FIGURA 9: Esquema del proceso de Evaluación de riesgos

- **La identificación de peligros** incluye
 - (i) una identificación del organismo,
 - (ii) una descripción del grupo de alimentos involucrado. Para este estudio se considera el peligro asociado al microorganismo.
- **La caracterización de peligros** incluye
 - (i) una descripción de los efectos adversos a la salud causado por el organismo y

(ii) información sobre dosis-respuesta para el organismo en humanos, si está disponible.

• **La evaluación de exposición** incluye

- (i) Datos de ocurrencia del peligro en el país,
- (ii) Datos del consumo del grupo de alimentos por los habitantes,
- (iii) Estimación cualitativa de la exposición al organismo, si es posible,
- (iv) Datos relevantes a la exposición en la dieta al organismo.

• **Caracterización del riesgo**

- (i) información del número de casos de efectos adversos resultantes de la exposición al organismo con particular referencia a la identificación de alimentos (basado en datos de sobrevivencia)
- (ii) estimación cualitativa del riesgo, incluyendo categorización del nivel de riesgo asociado con el organismo en el alimento (las categorías están de acuerdo a la incidencia y severidad)

La incidencia es la proporción de la tasa de enfermedad alimentaria debida a un peligro individual, que es transmitida por un alimento o grupo de alimentos. La severidad está relacionada a la probabilidad de consecuencias graves de la infección con el peligro.

El uso del análisis de riesgos como herramienta, obliga a los países a una mayor responsabilidad al tener que basar sus decisiones en investigación científica de manera de respaldar sus decisiones. Pero, al mismo tiempo, otorga mayor seguridad para los productores, los que no serán objeto de medidas arbitrarias en el comercio con otros países.

3.2. DESARROLLO METODOLOGICO Y RESULTADOS

Dentro del proceso de evaluación de riesgos, se han desarrollado las etapas de identificación y caracterización del peligro en relación a la contaminación bacteriana con efectos importantes en la salud pública.

3.2.1. Identificación de peligros

- Identificación de los microorganismos

La importancia creciente de los moluscos como productos de consumo humano conlleva un problema sanitario asociado, ya que en el medio acuático, donde se desarrollan estos organismos, se puede encontrar una variedad de microorganismos, bacterias y virus infecciosos para el ser humano, que pueden ser transmitidos vía fecal-oral (microorganismos entéricos).

Así moluscos filtradores actúan a modo de concentradores virales naturales. Aunque esta bioacumulación es pasiva (los virus entéricos no se multiplican en el interior del molusco), las partículas víricas se pueden acumular en diferentes órganos y tejidos del molusco, donde permanecen estables durante largos períodos. Dado que muchos de estos moluscos se consumen crudos o poco cocinados, es una de las causas de que estas partículas virales lleguen perfectamente viables a los consumidores y sean capaces de producir enfermedad. Los principales virus entéricos humanos presentes en el agua se presentan en la Tabla 27, conjuntamente con la enfermedad que producen.

Los moluscos también actúan como concentradores bacterianos.

Entre las bacterias se destaca *Escherichia coli*, bacteria que forma parte de la flora normal del intestino humano. A partir de ella existen algunas variantes patogénicas como *E.coli* enteropatógeno, *E.coli* enterotoxigénico, *E.coli* enteroinvasivo, *E.coli* enteroagregativo y *E.coli* enterohemorrágico. Esta última constituye la variedad más virulenta, ya que puede producir hemorragias agravadas algunas veces por el Síndrome Urémico Hemolítico que ocasiona alta mortalidad.

Tabla 27.- Principales virus entéricos humanos presentes en el agua y enfermedad que producen

GRUPO VÍRICO	ENFERMEDAD PRODUCIDA
Enterovirus: Poliovirus Coxsackievirus A Coxsackievirus B Echovirus	Parálisis, Meningitis séptica Meningitis séptica, Enfermedades respiratorias Meningitis aséptica, Pericarditis, Miocarditis Infecciones respiratorias, Pericarditis, Miocarditis
Hepatovirus: Virus Hepatitis A	Hepatitis infecciosa
Rotavirus	Gastroenteritis Infantil
Calicivirus: Virus Norwalk	Gastroenteritis
Adenovirus	Conjuntivitis aguda, Enfermedades respiratorias

Fuente: Romalde, 2002

La Tabla 28, lista los principales patógenos bacterianos alimentarios junto a las causas probables y lugar de su emergencia en brotes mundiales.

A excepción de las especies de *Vibrio*, bacterias que se encuentran en el ambiente marino en forma natural, la concentración encontrada en el agua de mar, de las otras bacterias mencionadas, depende de la carga contenida en las aguas residuales de la población. La contaminación por aguas servidas parece ser la causa principal de enfermedades asociadas a moluscos.

Como una forma de determinar la carga de contaminación atribuida a descargas de aguas servidas se suelen utilizar diversos indicadores tales como las coliformes fecales, índice que mide de manera bastante confiable la carga contaminante fecal de las aguas en análisis. Este indicador permite una evaluación simple y directa, ya que niveles bajos de coliformes fecales indican ausencia de microorganismos patógenos, su concentración en aguas residuales es más alta que la de patógenos fecales, son bacterias que se multiplican sólo en el tracto intestinal de animales de sangre caliente, en ambiente marino sobreviven pocas horas, por lo tanto su presencia evidencia contaminación de origen fecal. Las coliformes incluyen bacterias parecidas a *E.coli* tales como *Citrobacter*, *Enterobacter* y otras enterobacterias.

Tabla 28.- Principales patógenos bacterianos en alimentos con su correspondiente causa probable y lugar de su emergencia.

MICROORGANISMO	PROBABLES CAUSAS QUE HAN CONTRIBUIDO A SU EMERGENCIA	LUGAR
<i>Salmonella enteritidis</i>	Huevos contaminados, mayonesa, patés y carnes	Brotos epidémicos en Europa, EEUU, Argentina, Brasil y Chile
<i>Salmonella typhi</i>	Situación endémica Actualmente se tiene aproximadamente 10 casos por cada 100 000 habitantes.	Chile
<i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica (0157:H7)	Preparación industrial de hamburguesas con carne de vacuno contaminada y cocción incompleta	EEUU y Japón
<i>Vibrio cholerae</i> 01	Inadecuado nivel higiénico, insuficiente cloración del agua y alta tasa de portadores	A América llegó en 1991, probablemente traída de Asia por barco al Perú;
<i>Vibrio vulnificus</i>	Brote de enterocolitis causado por ostras contaminadas extraídas en el golfo de México durante el verano, época de mayor temperatura ambiental	EEUU
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	En el verano 97-98 se produjo el primer brote ocurrido en Chile, probablemente su multiplicación fue causada por el calentamiento del agua de mar debido al fenómeno de “el niño”	Chile
<i>Listeria monocytogenes</i>	Generalmente en productos lácteos, por falta de higiene al momento de la curación, y en productos cárnicos, incluyendo pescado ahumado.	EEUU, Canadá y Europa

Fuente: Cordano, 2000

El contenido promedio de *E. coli* en heces humanas es 10^8 - 10^9 /g. Siendo una especie entérica, *E. coli* no vive en condiciones óptimas en el medio marino, su supervivencia es

influenciada por los niveles de temperatura y salinidad, por lo general vive sólo unas horas o como máximo diez días en el ambiente.

Los factores que intervienen en el contenido de bacterias coliformes fecales en el agua dependen tanto de aspectos ambientales, como fuentes de contaminación y mareas, como de los métodos de muestreo, transporte de las muestras y métodos de diagnóstico. El contenido de bacterias en los moluscos depende también de la especie de bivalvo a considerar, por ejemplo se ha encontrado que choritos en general retienen más altos contenidos de bacterias que ostras del Pacífico, creciendo en el mismo lugar.

Otras bacterias de importancia en la salud humana, tales como aquellas del género *Salmonella*, han sufrido un cambio epidemiológico en el último tiempo, por la desaparición progresiva en la última década de la fiebre tifoidea, causada principalmente por *Salmonella typhi*. Esta especie está siendo gradualmente reemplazada por *Salmonella enteritidis*, un agente de diarrea sin tratamiento eficaz conocido, pero de letalidad muy baja y de escasa importancia epidemiológica por su breve duración (Fica *et al*, 2001).

Por otro lado, enfermedades como listeriosis, causada por bacterias del género *Listeria*, son de muy baja incidencia y no se han detectado brotes epidémicos, sin embargo su presencia ha sido detectada en alimentos como quesos frescos, helados de leche, cecinas y en un porcentaje considerable en mariscos congelados (Cordano, 2000).

- **Descripción del grupo de organismos de consumo humano involucrado**

Este estudio está enfocado a la presencia de bacterias patógenas en las aguas de la décima región, que afectan la exportación y consumo de moluscos bivalvos. La transmisión se produce por la ingestión de mariscos, especialmente bivalvos, crudos o mal cocidos (ostras, almejas principalmente). También se pueden transmitir por contaminación cruzada de otros alimentos (por la manipulación incorrecta de mariscos crudos). Existe mayor probabilidad de adquirir la infección en los meses más cálidos del año. La congelación inapropiada de productos del mar contaminados favorece su proliferación y la posibilidad de infectar. No se transmite de persona a persona. La principal medida de prevención es consumir los productos del mar bien cocidos y mantener una adecuada higiene en la preparación de éstos.

3.2.2. Caracterización del peligro

- **Descripción de los efectos adversos**

Vibrio parahaemolyticus: El período de incubación es de 12 a 24 hrs., luego del cual se produce un cuadro intestinal (enteritis) caracterizado por diarrea acuosa y cólicos abdominales, que puede acompañarse de náuseas, vómitos, fiebre y cefalea. Generalmente es autolimitado y dura alrededor de 3 días (rango 1 a 7). La muerte por esta causa es muy rara. La medida principal es la hidratación para reponer los fluidos perdidos por la diarrea.

Vibrio cholerae: Patógeno que provoca una enfermedad intestinal aguda que se caracteriza por comienzo repentino, diarrea acuosa y profusa, vómitos ocasionales, deshidratación rápida, acidosis y colapso circulatorio. Su período de incubación es de horas a 5 días, por lo general de 2 a 3 días. La enfermedad es transmitida primariamente por la ruta fecal-oral, indirectamente a través de aguas contaminadas. Transmisión directa persona a persona no es común. Los brotes de cólera son el resultado del consumo de alimentos crudos o poco cocidos, contaminados o recontaminados.

Salmonella enteritidis: Patógeno entérico, que provoca un cuadro con enterocolitis, con diarrea, fiebre y dolor abdominal. Esta enfermedad tiene un corto período de incubación, que no supera los tres días y generalmente se expresa en menos de 24 horas, su duración es autolimitada, alcanzando en promedio ocho días. Las infecciones por *S. enteritidis* son generalmente ambulatorias, ya que rara vez se acompañan de complicaciones potencialmente letales.

Salmonella typhi: Provoca una enfermedad sistémica prolongada, con bacteremias cíclicas, que sin intervención se prolonga por cuatro semanas. Es capaz de provocar la muerte en 10% de los casos si los pacientes no reciben tratamiento adecuado. La letalidad está asociada principalmente al desarrollo de complicaciones gastrointestinales como la perforación y hemorragias intestinales. Esta enfermedad es producida por un conjunto de salmonellas, compuestas mayoritariamente por *S.typhi*, se adquiere por el agua o alimentos contaminados, con un período de incubación de 11 días aproximadamente.

Listeria monocytogenes: Es una bacteria invasiva, que puede causar septicemia y meningitis. Por muchos años se le asoció a la mujer embarazada y al recién nacido, ahora se le ha reconocido como un patógeno alimentario. En Chile no se han detectado brotes epidémicos, pero la detección de la bacteria en diversos alimentos podría eventualmente producir un brote que, como en otros países, afectaría de preferencia a mujeres embarazadas, inmunocomprometidos, afectados de cirrosis y otras patologías crónicas.

- **Información sobre dosis-respuesta para el organismo**

Es importante determinar la dosis de organismos a partir de la cual estos empiezan a producir un efecto adverso a la salud (análisis de dosis-respuesta). Estos análisis han llevado a desarrollar diferentes metodologías para establecer límites reglamentarios para la cantidad máxima de organismos patogénicos en los alimentos. Uno de los métodos empleados consiste en la construcción de curvas dosis/respuesta, las cuales permiten estimar el efecto en la población para diferentes dosis de los microorganismos. El punto de esta curva donde la dosis ingerida provoca el máximo efecto se denomina como punto final. La infección causada por *V. parahaemolyticus* se caracteriza por una gastroenteritis aguda, por lo tanto el punto final de la curva dosis respuesta se define como gastroenteritis. La información sobre dosis-respuesta no siempre está disponible para los patógenos de interés, la figura 10 presenta las curvas de dosis-respuestas para *V. parahaemolyticus*. (FDA, 2000)

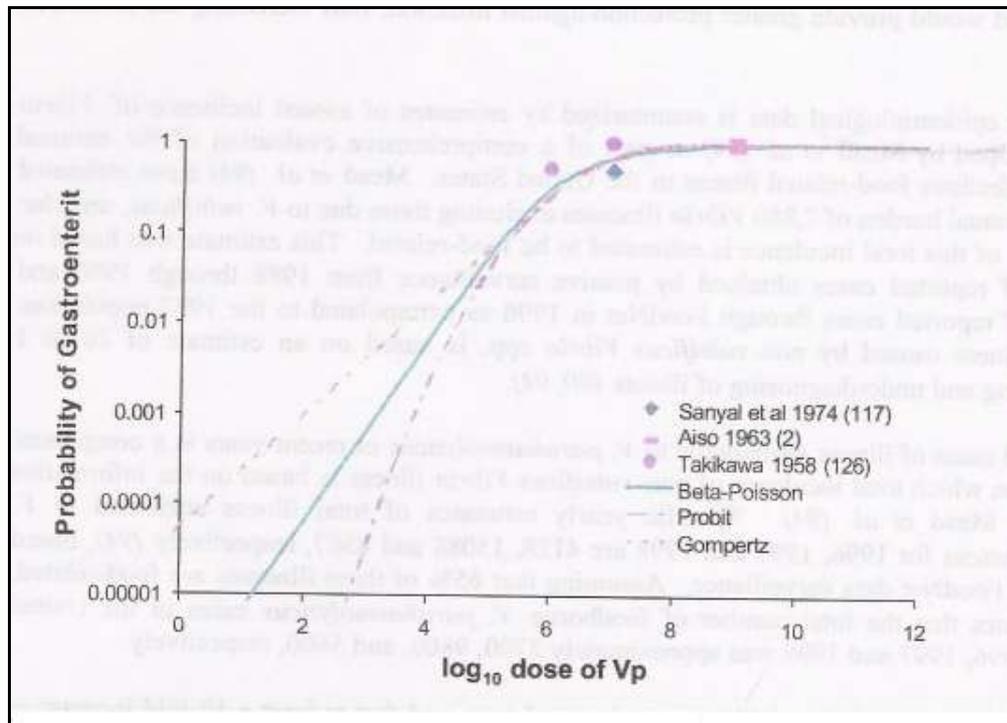


FIGURA 10: Curvas de Dosis-Respuesta para *V. parahaemolyticus* (FDA 2000).

3.2.3. Evaluación de exposición

- **Datos de ocurrencia del peligro en el país**

Entre los años 1992 a 1997, en el país se registraron 30 casos (Paris, E.; 2005), para los cuales no se identificó la cepa.

A contar del año 1997 se han presentado en Chile cuatro brotes epidémicos producidos por un enteropatógeno emergente, el *V. parahaemolyticus* (Tabla 29). El primero de ellos comenzó en Antofagasta el mes de noviembre de 1997 con una intoxicación masiva por consumo de mariscos, que envolvió a 290 personas. Estas intoxicaciones continuaron durante el verano, superando las 340 personas afectadas. El último brote fue durante el verano del 2006, y afectó a más de 3400 personas. La cepa predominante en los tres primeros brotes y con participación en el último, ha sido la pandémica 03:K6. En todos los casos se asociaron al consumo de mariscos crudos o insuficientemente cocidos.

Tabla 29.- Identificación de brotes epidémicos de gastroenteritis producida por consumo de moluscos contaminados con *V. parahaemolyticus*.

PERIODO	NUMERO DE CASOS	CEPAS PREDOMINANTES	REFERENCIAS
1992-1997	30	NR	Paris, E; 2005
11-1997 a 03-1998	Sobre 340	O1:K56 y O3:K6	Riquelme <i>et al.</i>
01-2004 a 03-2004	1657	O3:K6 y O4:K12	González-Escalona <i>et al.</i> , 2005
01-2005 a 05-2005	10.984	O3:K6	Hernandez <i>et al.</i> , 2005
01-2006 a 04-2006	3.408	O3:K6	Minsal

Los primeros casos del brote de gastroenteritis del año 2005 se presentaron a principios de Enero en la X Región, extendiéndose posteriormente hasta la IV Región del país. La distribución del número de casos del brote del año 2006, a contar de la fecha de aparición de los primeros casos, se presenta en la figura siguiente.

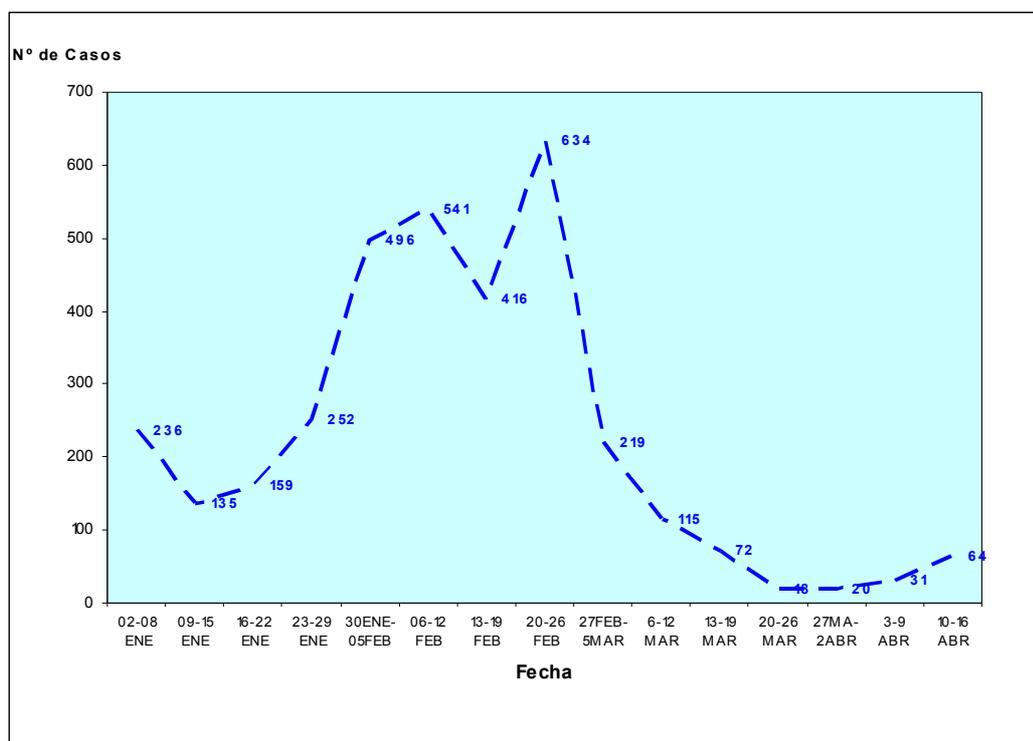


FIGURA 11: Distribución del total de intoxicados por *V. parahaemolyticus* en el país. Enero a Abril 2006.

La figura 11 muestra los casos ocurridos en el país a contar del 1 de Enero de 2006. El mayor número de casos se concentró entre el 20 y 26 de Febrero. A partir de ahí se observa una clara tendencia al descenso desde el 26 de Febrero en adelante, con un leve repunte durante el fin de semana feriado por Semana Santa (10 al 16 de Abril).

- **Datos del consumo del grupo de alimentos por los habitantes**

El consumo de moluscos en Chile es difícil de cuantificar, dada la ausencia de datos regulares y confiables. El consumo de pescados y mariscos en el mercado doméstico se estima en no más de seis kilos per capita, aunque este consumo estaría concentrado en algunas zonas en las cuales culturalmente hay una mayor asociación al mar y sus productos.

- **Estimación cualitativa de la exposición al organismo**

La probabilidad de enfermedad depende de la probabilidad de infección. Se puede evaluar la exposición en sus etapas principales: Recolección, transporte, procesamiento, contaminación cruzada y cocción.

La evaluación de la exposición comienza evaluando el lugar de recolección de los moluscos. En el marco del presente proyecto, se han realizado dos muestreos de las variables ambientales que puedan influir en el contenido de bacterias de los moluscos destinados al consumo. Estos muestreos se diseñaron semestralmente a fin de poder tener una estimación del comportamiento de las variables ambientales durante el ciclo anual.

Una segunda estimación del peligro por contaminación debiera realizarse siguiendo todas las etapas del transporte, hasta el sitio de expendio del producto, considerando en forma especial la mantención de la cadena de frío, factor de gran importancia a la hora de cuantificar el contenido bacteriano del producto.

Si el molusco está destinado a ser procesado antes de ser comercializado, se debiera tener en cuenta la probabilidad que el molusco esté contaminado con alguna bacteria patógena humana al final del procesamiento, poniendo especial atención a la posibilidad de contaminación cruzada con productos de otras procedencias.

Finalmente, se debe considerar el modo de preparación y consumo, la preparación del producto en el entorno doméstico, recomendándose el consumo cocido.

3.2.4. Caracterización del riesgo

Se realizaron monitoreos de las variables ambientales y microbiológicas en las zonas de extracción y cultivo, así como también en los cuerpos de agua de las estaciones de muestreo, de acuerdo a lo descrito en los Objetivos 4.1 y 4.2.

La figura 12 muestra la ubicación de los emisarios que se utilizaron como referencia para la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo, en ambos períodos

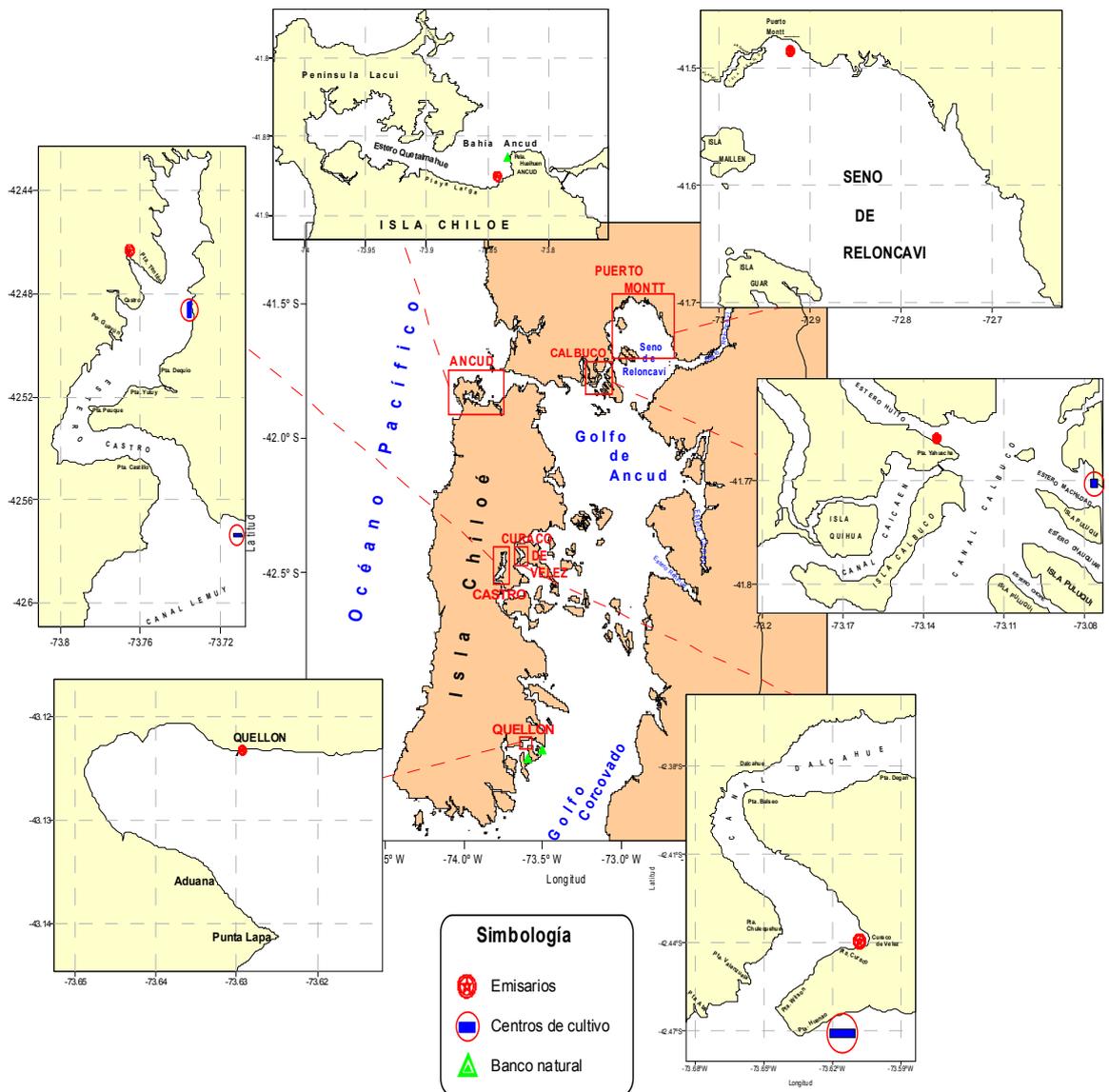


FIGURA 12: Ubicación de Emisario, por Zonas de Extracción, en ambos períodos de Muestreo.

Una vez realizado los monitoreos, se realizó un análisis descriptivo de la información recolectada durante los dos períodos de muestreo. Los resultados obtenidos se presentan en los puntos 3.2.4.1, 3.2.4.2 y 3.2.4.3.

3.2.4.1. Análisis Bacteriológico

El análisis bacteriológico de las muestras tanto de moluscos bivalvos, como de agua de mar, obtenidas en los puntos de muestreo de las diferentes zonas, se realizó en el laboratorio acreditado Aquagestión de Puerto Montt. La determinación de coliformes fecales se realizó según el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos de Sernapesca, para el caso de los moluscos y según los *Standard Methods for Examination of water and wastewater 20^a ED* (1998), para el agua de mar. La determinación de *Vibrio parahaemolyticus*, en ambos casos, se realizó según el *Bacteriological Analytical Manual* (2001) siguiendo el plan de muestreo de este proyecto. Para la determinación de *Salmonella* se utilizó la Norma Chilena Oficial NCh 2675.Of2002.

- **Muestreo de especies vulnerables**

Como se mencionó en el Plan B, descrito en el punto 1.2.4.2 del Objetivo 4.1, este tipo de muestreo se planteó para Centros de Cultivo y Bancos Naturales

En la actualidad, los Bancos Naturales seleccionados para el muestreo, en su mayoría no se encuentran activos. En el proceso de búsqueda de estas áreas de extracción, se solicitó información a los pescadores artesanales del sector, quienes manifestaron no conocerla. Además se consultó a los vendedores directos quienes declararon que su fuente de abastecimiento era Quellón desconociendo el origen geográfico del producto. Debido a lo anterior sólo se pudo obtener muestra de especímenes, bajo las condiciones establecidas, en un Banco Natural.

Por otra parte, dado que los resultados entregados por el Laboratorio Aquagestión no evidenciaron la presencia de *Vibrio parahaemolyticus* ni *Salmonella sp.* en los especímenes muestreados en los Centros de Cultivo, la tabla que se presentan a continuación sólo está referida a la concentración de Coliformes Fecales encontrada en individuos de las especies

vulnerables obtenidos desde Centros de Cultivo de las Zonas de estudio, para ambos períodos de muestreo.

Tabla 30.- Concentración de Coliformes Fecales en choritos, por zona y período de muestreo.

PERIODO	ZONA	FECHA DE MUESTREO	TEMPERATURA DE RECEPCION	COLIFORMES FECALES [NMP/100g] (*)
INVIERNO	ANCUD	14/06/2005	7.3°C	780
	CALBUCO	22/06/2005	9.3°C	20
		22/06/2005	9.3°C	45
	CASTRO	16/06/2005	1.5°C	<20
		16/06/2005	1.5°C	330
	CURACO DE VELEZ	16/06/2005	1.5°C	20
PUERTO MONTT	22/06/2005	8.4°C	20	
QUELLON	21/06/2005	3.7°C	20	
VERANO	ANCUD	23/01/2006	4.8°C	<20
	CALBUCO	18/01/2006	10.0°C	<20
		19/01/2006	3.4°C	40
		19/01/2006	3.3°C	20
	CASTRO	16/01/2006	0.7°C	<20
		16/01/2006	0.9°C	61
		16/01/2006	0.6°C	45
	CURACO DE VELEZ	26/01/2006	3.1°C	20
		26/01/2006	3.1°C	45
	PUERTO MONTT	18/01/2006	2.4°C	<20
19/01/2006		14.8°C	2200	
QUELLON	17/01/2006	1°C	790	
	17/01/2006	0.4°C	330	

(*) NMP/100g: Número más probable por 100 gramos.

- **Muestreo de agua de mar**

En ambos períodos de muestreo se tomó muestras de agua de mar en las zonas especificadas en el Objetivo 4.1. En cada zona, se sacaron muestras del nivel superficial en cada una de las 9 estaciones establecidas para el lance del CTDO, además de tres muestras subsuperficiales a distintas profundidades bajo el nivel del mar. La profundidad de las muestras subsuperficiales se determinó de acuerdo a las características batimétricas de cada área de estudio, de tal manera de extraer el agua bajo la termoclina, esto principalmente en la época estival, ya que en invierno esta limitante física desaparece por efecto de la intensa mezcla.

Las muestras superficiales se tomaron directamente en cada estación en envases apropiados, entregados por el laboratorio de análisis, mientras que las muestras de profundidad se extrajeron directamente en los envases mediante buceo autónomo abriendo el frasco a la profundidad requerida. En los casos en los que el buceo no se hizo posible (Castro, Curaco de Vélez y Calbuco), las muestras de agua se tomaron con una botella oceanográfica Niskin, cuidando de lavar la botella con agua dulce después de cada inmersión. Cada frasco fue rotulado y almacenado en frío hasta su posterior análisis en laboratorio.

Al igual que para el caso del muestreo de especies vulnerable, en todas las muestras, el análisis bacteriológico sólo detectó Coliformes Fecales. Las cantidades máximas encontradas se muestran en la Tabla 31, clasificadas por Zona de Muestreo y Profundidad del punto de extracción de la muestra.

Tabla 31.- Máximo de Coliformes Fecales, por zona y profundidad y período de muestreo

ZONA	PERIODO	T° de Recepción	PROFUNDIDAD [m]	MAX. DE COLIFORMES FECALES [NMP/100ml]	NUMERO DE MUESTRAS
Ancud	Invierno	6.1°C	0	130	9
		6.1°C	4	2	3
	Verano	5.3°C	0	<2	9
		5.3°C	4	<2	2
		3.8°C	5	3.7	1
Calbuco	Invierno	8.0°C	0	4,5	9
		8.0°C	10	4,5	3
	Verano	3.2°C	0	13	9
		3.2°C	7	2	1
		3.2°C	12	2	1
		3.2°C	13	4,5	1
Castro	Invierno	8.0°C	0	9200	9
		8.0°C	10	4	3
	Verano	1.5°C	0	4,5	9
		1.5°C	3	<2	1
		1.5°C	6	<2	1
		1.5°C	8	6	1
Curaco De Velez	Invierno	7.3°C	0	330	9
		7.3°C	5	<2	1
		7.3°C	10	<2	2
	Verano	7°C	0	<2	9
		7°C	2	<2	1
		7°C	14	<2	1
Puerto Montt	Invierno	12.3°C	0	5400	9
		12.3°C	10	3500	3
	Verano	19.9°C	0	33	9
		19.9°C	15	<2	3
Quellón	Invierno	6.2°C	0	45	9
		6.2°C	10	20	3
	Verano	3.1°C	0	2	9
		3.1°C	14	<2	2
		3.1°C	15	6,8	1

(*) NMP/100g: Número más probable por 100 gramos.

En esta tabla se puede apreciar que los mayores valores de coliformes fecales se dan en las muestras de agua superficiales, en los muestreos de Invierno.

Posteriormente y con la finalidad de ratificar los resultados obtenidos por el laboratorio acreditado Aquagestión en las muestras de agua, cuyos resultados se muestran en la Tabla

31, se realizó un nuevo análisis en el laboratorio del Instituto de Salud Pública (ISP) de Santiago (Sesión Microbiología de Alimentos), para el cual se utilizó un duplicado de los caldos nutritivos originados a partir de cada muestra.

Las muestras fueron enviadas desde el Laboratorio de Puerto Montt al ISP a -20°C en medio APA con 17% de glicerol. Las muestras fueron recrecidas en Caldo de Soya Trypticase con 2% de NaCl durante 18 horas a 35°C. Una réplica fue recrecida en Caldo de Soya Trypticase con 2% de NaCl y Bacitracina 1mg/ml durante 18 h. a 35°C.

Los resultados obtenidos demostraron que de las 125 muestras evaluadas, 49 presentaron desarrollo en agar TCBS, agar Gold Estándar para aislamiento de vibrios. De las muestras crecidas, una correspondió a *Vibrio fluviales*, aislado de una de las muestras de agua del muestreo de verano realizado en Calbuco. Otras tres contenían *Vibrio parahaemolyticus*, las cuales correspondieron a bacterias ambientales que se obtuvieron desde muestras de agua, dos de ellas fueron obtenidas desde las aguas de Calbuco el día 30 de enero 2006 y la tercera muestra, desde las aguas de Puerto Montt el día 1 de febrero.

3.2.4.2. Variables Ambientales

- **Temperatura superficial del mar (TSM)**

En el Laboratorio de Teledetección y SIG (LT&SIG) de ECM-PUCV se adquirieron, procesaron y generaron imágenes satelitales de Temperatura Superficial del Mar (TSM) obtenidas del satélite GOES 12.

A nivel de mesoescala, la estructura térmica superficial del mar interior de Chiloé presente durante los muestreos de invierno (Junio de 2005) y de verano (Enero de 2006), es estudiada con imágenes semanales de TSM que permiten una visión sinóptica del área. La Tabla 32 proporciona las TSM que se registró al momento del muestreo, en las diferentes Zonas, en ambos periodos.

Tabla 32.- Temperaturas registradas por Zona y Período de muestreo

ZONA	MUESTREO			
	INVIERNO		VERANO	
Ancud	9,7°C	12 al 18/06/2005	13°C	23/01/2006
Castro	9,2°C	12 al 18/06/2005	13,5°C	16/01/2006
Curaco de Velez	9,1°C	12 al 18/06/2005	13,5	26/01/2006
Quellón	10,1°C	19 al 25/06/2005	14°C	17/01/2006
Calbuco	10,7°C	19 al 25/06/2005	13,5°C a 15°C	18 y 19/01/2006
Pto. Montt	Con nubes	19 al 25/06/2005	14°C a 16°C	18 y 19/01/2006

❖ *Muestreo Invierno*

La primera imagen semanal de invierno (Fig. 13) cubre el período entre el 12 y 18 de Junio de 2005, en que se muestrearon las localidades de Ancud, Castro y Curaco de Velez. La TSM muestra una distribución espacial cuyos valores varían entre 8°C y 11°C. Las TSM más frías se localizan en la costa continental y al sur del mar de Chiloé interior, mientras que TSM más cálidas se asocian al sector oceánico del área de estudio y en la costa de Chiloé interior.

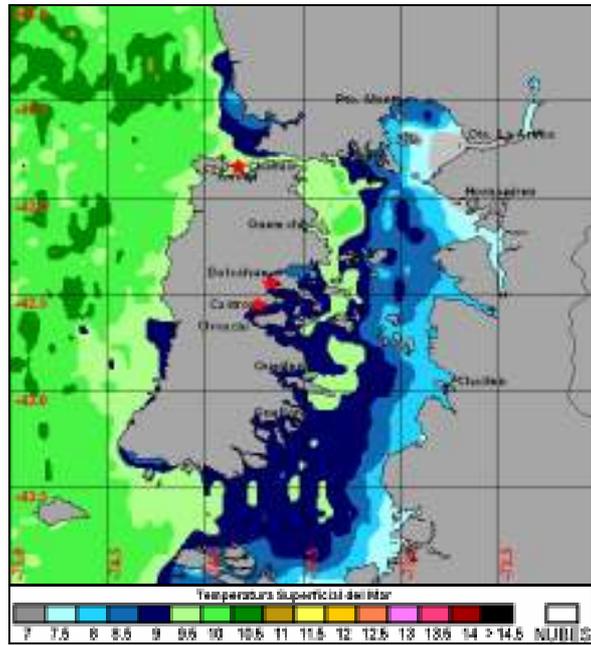


FIGURA 13: Imagen satelital de la TSM del período entre el 12 y 18 de Junio de 2005. Los círculos rojos corresponden a las localidades muestreadas

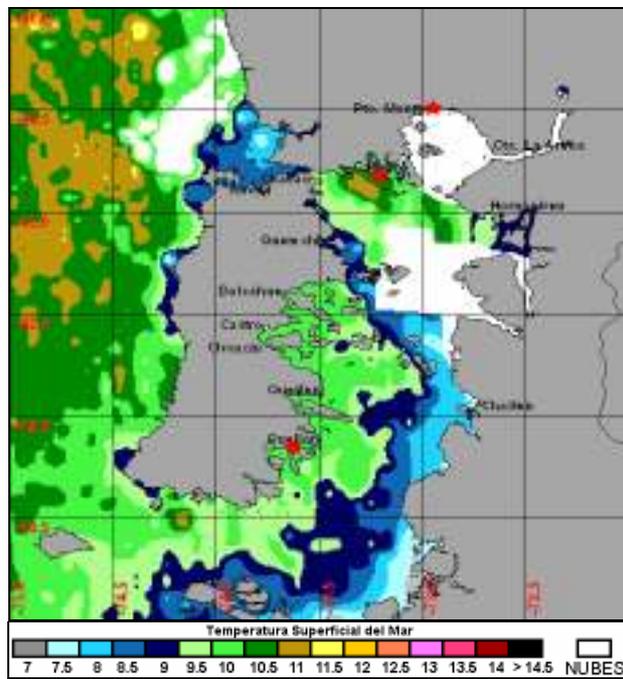


FIGURA 14: Imagen satelital de TSM del período entre el 19 y 25 de Junio de 2005. Los círculos rojos corresponden a las localidades muestreadas.

La figura 14 corresponde al período desde el 19 al 25 de Junio. Durante ese período se realizaron muestreos en Quellón, Calbuco y Puerto Montt, sin embargo debido a la cobertura nubosa sólo se pudo obtener TSM en las dos primeras localidades. En la zona de estudio la TSM varía entre 8°C y 11,5°C, lo que muestra un leve aumento de la TSM con respecto a la semana anterior, manteniéndose el patrón espacial observado la semana anterior, en donde las TSM más frías se encuentran en la costa continental y hacia el sur del mar de Chiloé, mientras que TSM más cálidas se asocian al sector oceánico del área de estudio y en la costa de Chiloé interior.

❖ *Muestreo Verano*

La figura 15 corresponde al 16 de Enero de 2006, día en que se tomaron muestras en el sector de Castro. Ella muestra que en el mar interior de Chiloé la TSM fluctúa entre 11,5°C y 15°C. Las TSM más frías se localizan al sur del mar de interior Chiloé, mientras que las más cálidas se asocian al sector oceánico del área de estudio y en el seno de Reloncaví.

La figura 16 corresponde al 17 de Enero de 2006, día en que se tomaron muestras en el sector de Quellón. La TSM muestra una distribución espacial cuyos valores en el mar interior de Chiloé varían entre 12,5°C y 16,5°C. Las TSM más frías se localizan al sur del mar interior de Chiloé, mientras que las más cálidas se asocian al sector oceánico del área de estudio y en el seno de Reloncaví.

La figura 17 corresponde al 18 de Enero, día de muestreo en el área marina de Puerto Montt y Calbuco. La imagen de TSM de ese día muestra una distribución espacial cuyos valores en el mar interior de Chiloé varían entre 12,5°C y 16°C.

La figura 18 corresponde al 19 de Enero, cuando se recolectan muestras en el área marina de Pto. Montt y Calbuco. La TSM muestra una disminución de los valores respecto del día anterior.

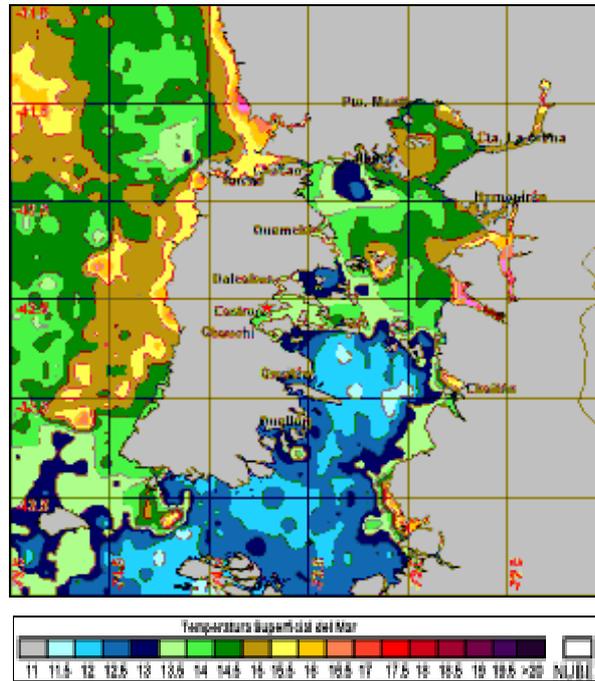


FIGURA 15: Imagen satelital de la TSM del día 16 de Enero de 2006.
Las estrellas rojas corresponden a las localidades muestreadas.

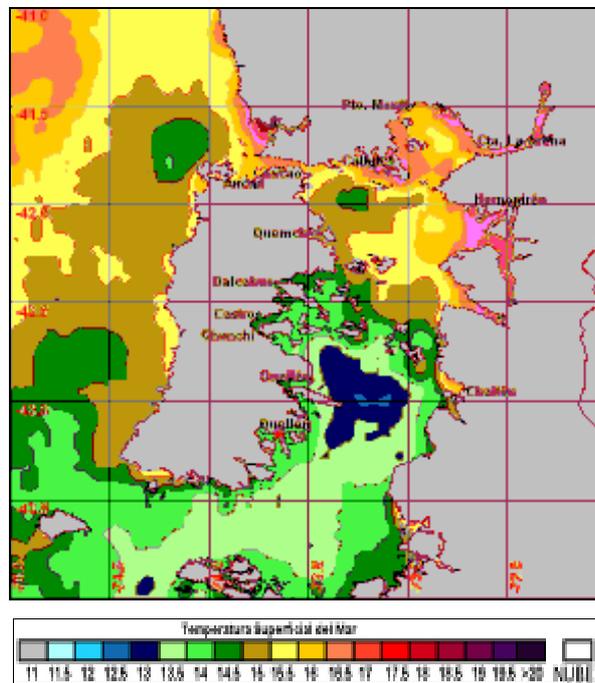


FIGURA 16: Imagen satelital de la TSM del día 17 de Enero de 2006.
Las estrellas rojas corresponden a las localidades muestreadas.

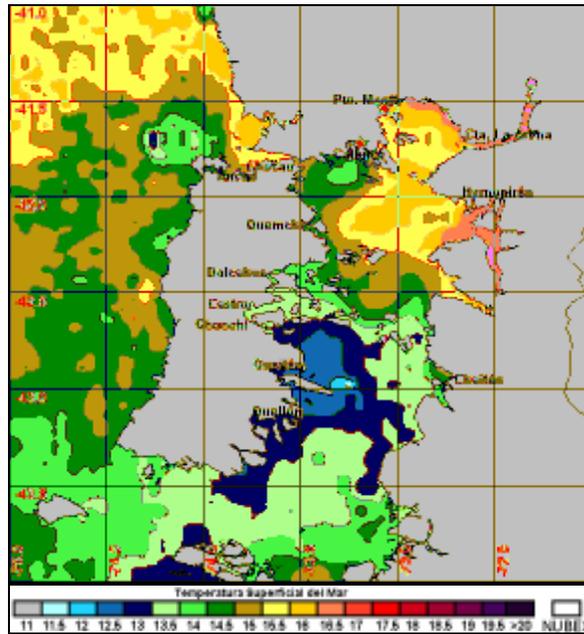


FIGURA 17: Imagen satelital de la TSM del día 18 de Enero de 2006.
Las estrellas rojas corresponden a las localidades muestreadas.

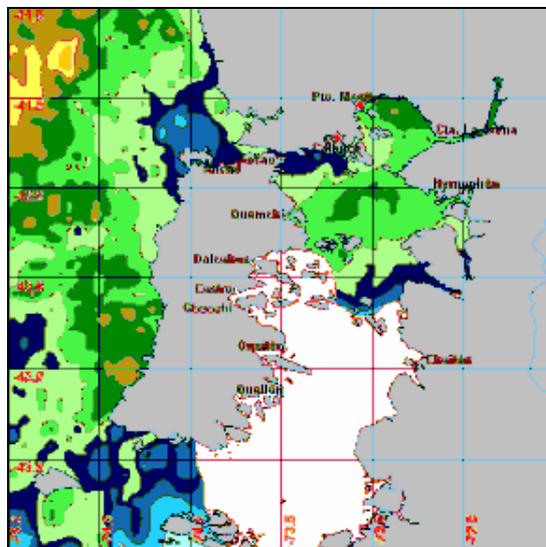


FIGURA 18: Imagen satelital de la TSM del día 19 de Enero de 2006.
Las estrellas rojas corresponden a las localidades muestreadas.

- **Concentración de Clorofila (Cloa)**

En el LT&SIG de ECM-PUCV se adquirieron, procesaron y generaron imágenes satelitales de Cloa obtenidas del sensor MODIS a bordo del satélite AQUA.

Durante ambos períodos de muestreo (Invierno y Verano), la productividad de las aguas del mar interior de Chiloé, presente durante los muestreos, es estudiada con una imagen de Cloa que permiten una visión sinóptica del área.

La figura 19, correspondiente al mes de Junio del 2005, muestra una distribución espacial de la Cloa cuyos valores varían desde 0,3 a 3,4 mg/m^3 . Las menores concentraciones de clorofila se registran en el sector oceánico, mientras que en el mar interior de Chiloé se mantienen valores estables y relativamente bajos cercanos a 1 mg/m^3 . Por otra parte, la figura 20 muestra el promedio de los días 16 al 19 de Enero, con una distribución espacial de la Cloa cuyos valores varían desde 0,8 a 40 mg/m^3 . Las menores concentraciones de clorofila se registran frente a Queilén, mientras que las mayores se registran en la zona costera entre Ancud y Quemchi.

Los valores de Cloa en las localidades muestreadas se muestran en la Tabla 33.

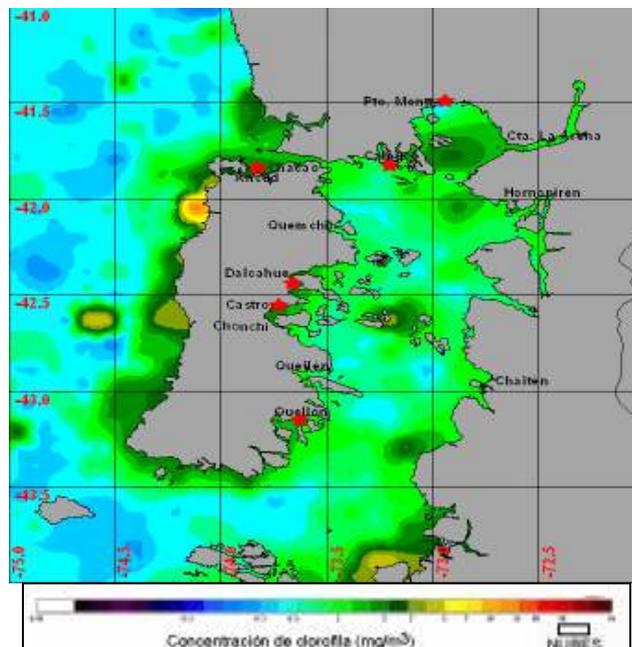


FIGURA 19: Imagen satelital de Concentración de Clorofila del mes de Junio de 2005. Los círculos rojos corresponden a las localidades muestreadas.

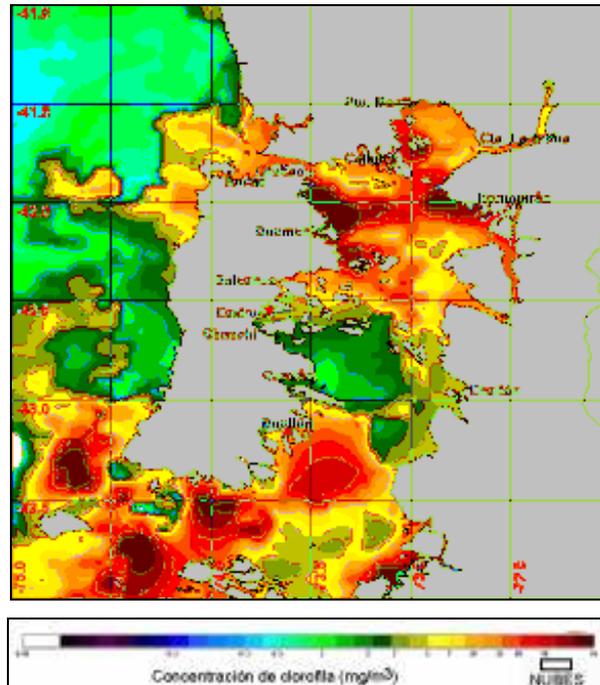


FIGURA 20: Imagen satelital de Concentración de Clorofila entre el 16 y 19 de Enero de 2006. Los círculos rojos corresponden a las localidades muestreadas.

Tabla 33.- Concentración de Clorofila [mg/m^3], por Zona y Período de Muestreo

ZONA	CONCENTRACION DE CLOROFILA	
	INVIERNO	VERANO
Ancud	1,5	NO REGISTRADO
Calbuco	0,9	15
Castro	1,4	3
Curaco De Vélez	1,3	NO REGISTRADO
Puerto Montt	0,5	10
Quellón	1	10

- **Comportamiento de las Corrientes**

Para conocer y evaluar comparativamente el comportamiento de las corrientes en la capa superficial y subsuperficial de la columna de agua en el sector de estudio, se utilizó el programa de correntometría lagrangiana con derivadores.

Las mediciones se desarrollaron de acuerdo al itinerario que se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34.- Itinerario de registro de corrientes lagrangianas

ZONA	FECHAS DE MUESTREO	
	INVIERNO	VERANO
Ancud	14 – 06 – 2005	23 – 01- 2006
Castro	16 – 06 – 2005	24 – 01- 2006
Curaco de Vélez	20 – 06 – 2005	25 – 01- 2006
Quellón	21 – 06 – 2005	26 – 01- 2006
Calbuco	22 – 06 – 2005	30 – 01- 2006
Puerto Montt	23 – 06 – 2005	01 – 02- 2006

Se utilizaron derivadores de cruceta con un área expuesta al flujo de aproximadamente 1 m² (Foto 1), cuyo elemento de flotación correspondió a boyas a las que se le fijaron banderolas de diferentes colores para su seguimiento e identificación (Foto 2).



Foto 1: Lance de derivadores tipo cruceta.

Foto 2: Boyas y banderolas de identificación

Los lanzamientos de los derivadores se efectuaron en las proximidades de los emisarios o bien en el área de influencia directa de las descargas (Figura 21).

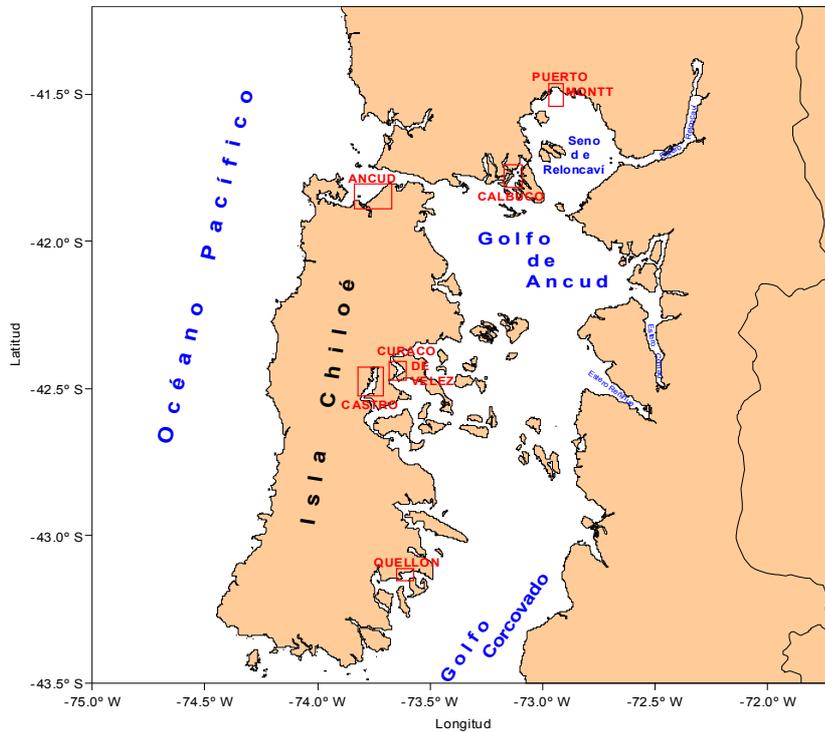


FIGURA 21: Zona de estudio y ubicación de las áreas de monitoreo.

Se efectuaron 2 lances por punto de monitoreo, cada uno compuesto de 4 derivadores, 2 superficiales y 2 subsuperficiales. Dichos lances coincidieron uno con la fase de llenante de la marea y el otro en vaciante. Las alturas y períodos de marea se obtuvieron a partir de la Tabla de Mareas (2005), documento oficial publicado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

El track de los derivadores se monitoreó con embarcaciones de cada uno de los lugares, demarcando su posición con un GPS marca GARMIN modelo eTrex. Cada derivador fue traqueado en forma discreta de acuerdo a la importancia de su desplazamiento en el período de observación.

Los registros de las trayectorias de los derivadores fueron traspasados a una carta georreferenciada, en la que se trazó el desplazamiento de los mismos y el efecto de las mareas y el viento sobre la dispersión de los derivadores.

Dado que el viento es una de las variables meteorológicas que eventualmente puede incidir en el desplazamiento de los elementos derivadores y por lo tanto sobre el flujo,

principalmente superficial, se analizó su comportamiento e influencia a partir de la instalación de un anemómetro digital CQ2000, equipado con una veleta YOUNG, el que fue emplazado, en todos los casos, en muelles de cada uno de los sectores, en alturas sobre el nivel medio del mar apropiadas y establecidas por el Servicio Meteorológico de la Armada para la medición de esta variable. Los datos de dirección y magnitud del viento fueron registrados cada 5 minutos durante el tiempo de monitoreo de los derivadores.

También se consideró la influencia de la marea sobre la dinámica del sector, para lo cual se efectuaron lanzamientos en los períodos de llenante y vaciante. Las alturas y períodos de marea se obtuvieron a partir de la Tabla de Mareas (2006), documento oficial publicado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada SHOA.

Los registros de las trayectorias de los derivadores fueron traspasados a una carta georreferenciada, en la que se trazó el desplazamiento de los mismos y el efecto de las mareas y el viento sobre la dispersión de los derivadores. El **Anexo II** presenta, en coordenadas geográficas, las trayectorias seguidas por cada derivador de acuerdo a la fase de marea y profundidad del lanzamiento, para cada Zona. La altura de marea correspondiente y la dirección y magnitud del viento predominante durante el seguimiento se indican destacadas en su gráfica respectiva.

Los resultados obtenidos en cada zona de muestreo se presentan a continuación.

➤ ***Ancud***

En ambos períodos de muestreo, el lance y seguimiento de derivadores se llevó a efecto frente a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas servidas ESSAL (Figura 22). El anemómetro digital fue instalado en el cabezo del molo de protección del muelle de pescadores de Ancud.

Los lances de derivadores se efectuaron en condiciones de tiempo de calma, efectuándose el trabajo bajo condiciones de muy baja temperatura, permanente lluvia y con poco oleaje. Debido a la baja profundidad de la zona de estudio, los derivadores subsuperficiales fueron lanzados a sólo 3 m de profundidad, a objeto de prevenir el encallamiento de estos.

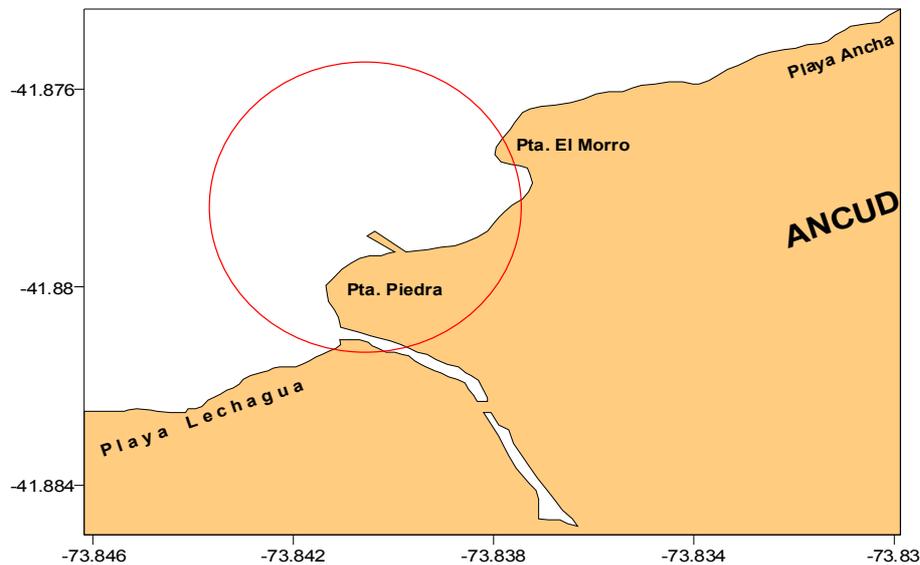


FIGURA 22: Ubicación Geográfica del lance de los derivadores. Ancud.

❖ *Muestreo de Invierno*

En general, se observó un comportamiento similar en el desplazamiento de los derivadores superficiales y subsuperficiales el que fue coincidente con las fases de marea llenante y vaciante. La similitud direccional muestra el desplazamiento con dirección media al SW y siguiendo una trayectoria paralela a la costa, detectándose un giro en sentido del reloj, prácticamente en todos los casos.

Los registros de viento fueron relativamente constantes en cuanto a la dirección y magnitud, variando entre 1,4 y 1,7 m/s, registrándose principalmente vientos del cuarto cuadrante. Durante la tarde, se registró una disminución de la magnitud y un giro paulatino contrarreloj hasta vientos NE.

A partir de las líneas de flujo de la corriente, trazadas en la figura 1 del Anexo II, se observó que durante la mañana en marea vaciante, en general, todos los derivadores lanzados se desplazaron de manera similar, tomando curso al SW con velocidades medias que fluctuaron entre 3,3 y 5,7 cm/s (Tabla 35). Las mayores velocidades se registraron en el sector más cercano a la costa. El flujo en el sector más alejado de la costa mostró un giro reloj en superficie y subsuperficie, para luego retomar su dirección original; este giro no se observó en los derivadores costeros, pero

igualmente hubo un cambio de dirección hacia el N en el mismo lapso de tiempo. Durante este período se registraron vientos provenientes del cuarto cuadrante (NW), con velocidades que no sobrepasaron los 1,6 m/s.

Durante la tarde en fase de marea llenante (Figura 2, Anexo II), en general, la masa de agua superficial se dirigió hacia el SW, a pesar de que ambos derivadores subsuperficiales se dirigieron hacia el NE en los primeros momentos de seguimiento, para luego girar hacia el SW. Los derivadores superficiales registraron, en promedio, velocidades medias mayores a las de profundidad, (Tabla 35). En todos los casos se registró el giro reloj apreciado en la mañana.

Los registros de viento indicaron que este mantuvo su dirección NW y magnitudes similares, disminuyendo su intensidad y girando contrarreloj hacia el NE a media tarde.

❖ *Muestreo Verano*

En general, el desplazamiento de los derivadores, tanto superficiales como subsuperficiales, presentó una dirección media al ENE, siguiendo una trayectoria aproximadamente paralela a la costa, a excepción del flujo superficial en vaciante, en el que se detectó un giro hacia costa (SE).

El viento se mostró ausente a medio día. Los vientos registrados provinieron desde el S durante la mañana, no superando valores de 2 m/s, mientras que después del medio día el viento provino del N y NW, siendo los de esta última dirección los más intensos, pero que no superaron los 4 m/s.

A partir de las líneas de flujo de la corriente trazadas en la figura 3 del Anexo II, se observó que durante la mañana, en marea vaciante, los derivadores superficiales se desplazaron hacia el NE para luego girar con-reloj al SE dirigiéndose hacia la costa con velocidades medias de 4,4 y 4,7 cm/s (Tabla 35). En el caso del flujo subsuperficial, el movimiento fue principalmente hacia el NE, con velocidades medias de 2,7 cm/s en el sector más occidental del área de trabajo y de 5,6 cm/s en el sector E. El viento durante este período se mostró débil y provino principalmente del S.

Durante la tarde, en fase de marea llenante (Figura 4, Anexo II), en general, el flujo de la columna de agua se desplazó hacia el NE tanto en superficie como en subsuperficie, observándose velocidades notablemente superiores a las detectadas durante la mañana, siendo las corrientes superficiales de mayor magnitud que las observadas a 3m de profundidad.

Los derivadores lanzados más alejados de la costa, presentaron mayores velocidades promedio en superficie y subsuperficie que los más costeros (Tabla 35).

Los registros de viento indicaron que este mantuvo una dirección NW y magnitudes mayores a las observadas en la mañana, aumentando su intensidad con el tiempo.

Tabla 35.- Velocidad media de derivadores, para cada período de muestreo, por fase de marea y profundidad. Ancud, X Región.

PROFUNDIDAD (m)	FASE MAREA	COLOR	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	
			INVIERNO	VERANO
1	Vaciante	Rojo	3,3	4.72
		Naranja	5,7	4.42
3		Azul	4,3	5.58
		Verde	3,7	2.67
1	Llenante	Rojo	2,6	11.31
		Naranja	1,7	10.45
3		Azul	0,4	11.07
		Verde	0,9	6.83

➤ **Castro**

El seguimiento de derivadores en Castro se efectuó en el eje del estero Castro, debido a que el emisario de aguas servidas descarga sobre el estero Tentén, el cual desemboca al estero Castro (Figura 23). El registro de corrientes lagrangianas se efectuó en superficie (1 m) y subsuperficie (7 m). El anemómetro digital fue instalado en la punta del puerto de carga de Castro, a un costado de la Capitanía de Puerto de Castro.

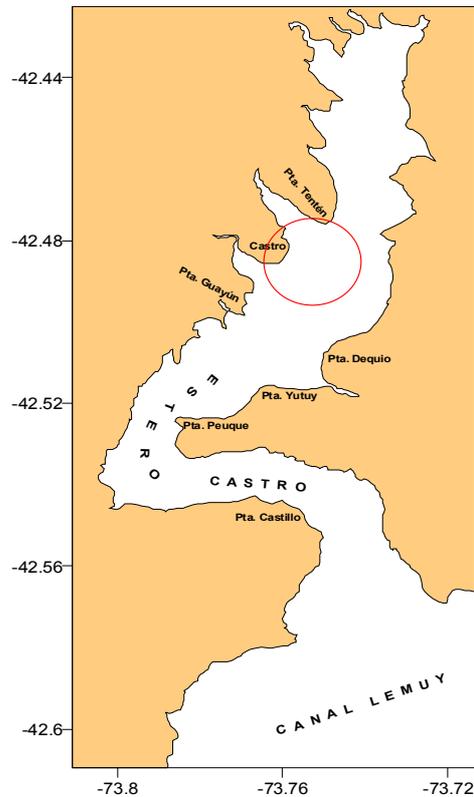


FIGURA 23: Ubicación Geográfica del lance de los derivadores. Castro.

❖ ***Muestreo de Invierno***

En general, se observó una notable diferencia en la dispersión de los derivadores entre fases de marea. Durante la vaciante (Figura 5, Anexo II), todos los derivadores se desplazaron en bloque con dirección media SW, siguiendo el eje del estero con velocidades similares que variaron entre 7,4 y 8,0 cm/s (Tabla 36), siendo los subsuperficiales los de menor velocidad. Durante este período, los registros indicaron que el viento provino del segundo y tercer cuadrante, con magnitudes que no sobrepasaron los 1,6 m/s.

En marea llenante (Figura 6, Anexo II), los derivadores mostraron movimientos irregulares entre sí. El flujo superficial mostró una divergencia, el derivador más costero se dirigió hacia el W-SW mientras que el central tomó curso hacia el E. Por otra parte, uno de los derivadores subsuperficiales, el costero, registró un movimiento zigzagueante, con una dirección media hacia el NE, mientras que el

central se dirigió en un primer tramo hacia el E, para luego girar paulatinamente y tomar rumbo hacia el N. En cuanto a las magnitudes de desplazamiento, estas se presentaron bajas en relación a las registradas durante la mañana, oscilando entre 1,3 y 2,1 cm/s (Tabla 36). Durante este lapso de tiempo, el viento mantuvo sus características, variando su dirección hacia media tarde, registrando vientos N y NW con valores de aproximadamente 1,6 m/s.

❖ *Muestreo de Verano*

En general, se observó un desplazamiento hacia el N y NE de los derivadores en ambas fases de marea (Figuras 7 y 8, Anexo II), siguiendo la dirección del eje del estero Castro en el caso de las corrientes superficiales. Durante este período, los registros indicaron que el viento provino en su totalidad desde el tercer cuadrante, con magnitudes que fluctuaron entre 1 y 8 m/s aproximadamente.

En marea vaciante (Figura 7, Anexo II), se detectó una notable diferencia en dirección y magnitud entre los flujos superficiales y los subsuperficiales, siendo los primeros de mayor magnitud (13,4 y 17,5 cm/s) y con dirección predominantemente hacia el NE paralelo al eje del estero Castro, mientras que los derivadores de profundidad se desplazaron con velocidades medias de 3,3 y 4,1 cm/s hacia el E y NE, con un brusco giro hacia el N y S respectivamente al final de las mediciones. Durante este período, el viento SW registró magnitudes relativamente intensas (7 a 8 m/s)

Por otra parte, durante marea llenante, las corrientes se mostraron divergentes y de menor magnitud respecto a las detectadas en vaciante. Los derivadores lanzados en las cercanías de la desembocadura del estero Tentén mostraron un flujo paralelo al eje del estero Castro en superficie con una velocidad de 5,9 cm/s, mientras que a 7 m de profundidad el derivador se dirigió hacia el estero Tentén a 9,8 cm/s (Tabla 36). De manera contraria, los derivadores lanzados en el eje del estero Castro mostraron que en superficie el transporte fue hacia el estero Tentén con una velocidad media de 10,0 cm/s y en subsuperficie la corriente se dirigió hacia el NE paralelo al estero Castro a 6,4 cm/s. El viento mantuvo su dirección (SW), pero se vio disminuido en intensidad respecto a la vaciante.

Tabla 36.- Velocidad media de derivadores, para cada período de muestreo, por fase de marea y profundidad. Castro, X Región.

PROFUNDIDAD (m)	FASE MAREA	COLOR	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	
			INVIERNO	VERANO
1	Vaciante	Rojo	8,0	17.54
		Naranja	8,0	13.38
7		Azul	7,4	3.31
		Verde	7,6	4.06
1	Llenante	Rojo	2,1	5.94
		Naranja	1,3	10.03
7		Azul	1,9	6.43
		Verde	1,9	9.77

➤ *Curaco de Vélez*

En ambos períodos de muestreo, el registro de desplazamiento de derivadores se efectuó sobre el eje del canal Dalcahue, frente a la localidad de Curaco de Velez (Fig.24). Los derivadores subsuperficiales fueron lanzados a 7m de profundidad. El anemómetro digital fue instalado al NW del lugar de lance, en el cabezo del muelle de pescadores de Dalcahue, sobre la caseta de vigilancia del mismo.

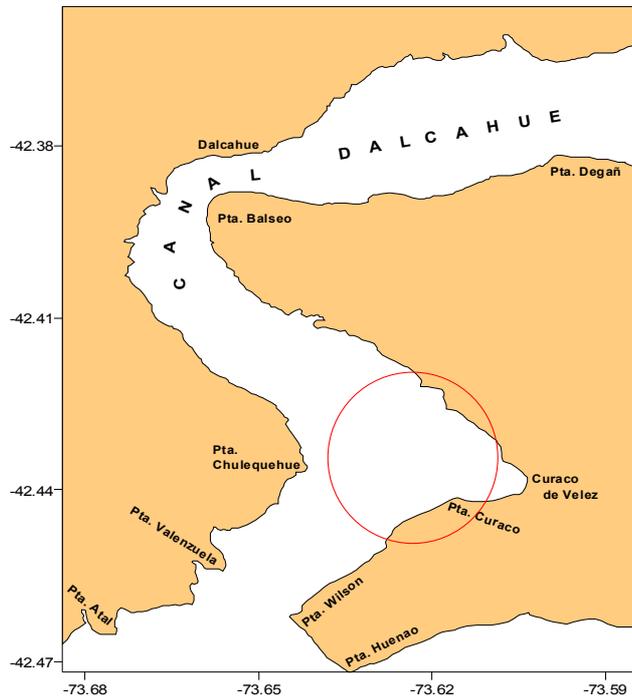


FIGURA 24: Ubicación Geográfica del lance de los derivadores. Curaco de Vélez.

❖ *Muestreo de Invierno*

En general, en ambas fases de marea, la masa de agua se desplazó paralela a la costa tanto los derivadores superficiales como subsuperficiales, observándose una gran diferencia en las velocidades de la corriente entre una fase y otra. El viento registró un giro contrarreloj durante el día, soplando desde W en la mañana para variar a NE a media tarde. La magnitud media fue de aproximadamente 1,5 m/s.

Durante la fase llenante de la marea (Figura 9, Anexo III), se observó que los derivadores lanzados más al norte del canal Dalcahue se desplazaron primeramente hacia el W-SW, tomando curso al SE con velocidades medias que fluctuaron entre 5,5 y 5,7 cm/s (Tabla 37), mientras que los registros efectuados en el sector de mas al sur, el flujo del derivador subsuperficial fue hacia el S. En cambio, el derivador superficial se orientó hacia el SE, con velocidades de 6,8 y 7,7 cm/s respectivamente. El viento presentó una magnitud relativamente constante que no superó los 1,5 m/s y registró direcciones SE y E, principalmente.

La figura 10 del Anexo III muestra el movimiento de la masa de agua en fase de marea vaciante, desplazándose los 4 derivadores hacia el SW paralelos a la costa. Las magnitudes fueron notablemente superiores a las registradas en marea llenante, siendo estas casi un 10% de las observadas en la tarde. Las velocidades variaron entre 39,8 y 49,6 cm/s, registrándose valores levemente mayores en el flujo superficial. El viento provino esencialmente del NE con valores cercanos a 1,5 m/s.

❖ *Muestreo de Verano*

En general, se apreciaron comportamientos disímiles de los derivadores en ambas fases de marea, debido, principalmente, a la configuración geográfica del área de estudio. El viento varió durante el día entre de 1 y 4 m/s, soplando desde S y SE.

Durante la fase llenante de la marea (Figura 11, Anexo III), no se observó un patrón de circulación, sino que existió un desplazamiento variable de los derivadores, de esta manera, en superficie se denotó un movimiento hacia el W-SW en un caso y hacia el SE en otro con velocidades medias de 8,5 y 5,4 cm/s respectivamente (Tabla 37) mientras que a 7m de profundidad el flujo de más al sur fue hacia el N-NE y el derivador norte se dirigió hacia el NE con velocidades de 4,2 y 4,4 cm/s respectivamente. El viento se mostró relativamente constante en magnitud, no superando los 3 m/s y registrando una dirección unimodal SE.

La figura 12 del Anexo III muestra el movimiento de la masa de agua en fase de marea vaciante, desplazándose los derivadores superficiales y profundos hacia el SE paralelos al eje del canal Dalcahue, con velocidades medias superiores a las registradas en marea llenante, siendo las corrientes subsuperficiales más intensas. Las magnitudes del flujo variaron entre 11,2 y 19,8 cm/s en superficie y 13 y 24,3 cm/s en profundidad. El viento se mostró menos constante pero con pulsos de mayor intensidad que los detectados durante la mañana, proviniendo esencialmente del SE.

Tabla 37.- Velocidad media de derivadores, para cada período de muestreo, por fase de marea y profundidad. Curaco de Vélez. X Región.

PROFUNDIDAD (m)	FASE MAREA	COLOR	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	
			INVIERNO	VERANO
1	Vaciente	Rojo	46,8	19.71
		Naranja	49,6	11.19
7		Azul	45,5	24.28
		Verde	39,8	13.00
1	Llenante	Rojo	7,7	8.52
		Naranja	5,5	5.44
7		Azul	5,7	4.15
		Verde	6,8	4.38

➤ **Quellón**

El estudio de corrientes lagrangianas se efectuó frente al puerto de embarque y desembarque pesquero de Quellón (Fig.25). Las mediciones subsuperficiales se realizaron a 7m de profundidad.

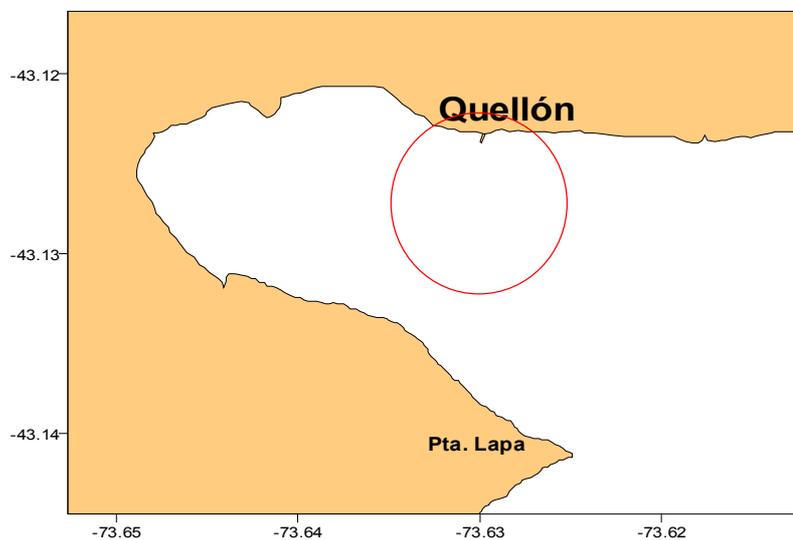


FIGURA 25: Ubicación Geográfica del lance de los derivadores. Quellón.

La torre meteorológica fue emplazada en el cabezo del puerto sobre la caseta de vigilancia de la misma. El monitoreo se efectuó bajo desfavorables condiciones de tiempo y marítimas, registrándose intensos vientos y precipitaciones a lo largo del día, además de gran oleaje y turbulencia costera.

❖ *Muestreo de Invierno*

En general, se registró un comportamiento similar en la dispersión de los derivadores tanto en marea llenante como en vaciante (Figuras 13 y 14, Anexo III). De igual manera, el viento se mostró relativamente constante en cuanto a su dirección (E), fluctuando su intensidad entre 2,4 y 6 m/s aproximadamente.

El seguimiento efectuado en la mañana durante marea llenante (Figura 13, Anexo III) indicó un flujo S en todos los casos, para desviarse paulatinamente hacia el SE. El flujo superficial mostró mayores intensidades respecto a los derivadores subsuperficiales, detectándose valores de 18,3 y 16,6 cm/s a 1 m de profundidad y de 14,4 y 10,1 cm/s a 7m de profundidad (Tabla 38). El viento se mostró variable tanto en su dirección (W, SW, SE y S) como en magnitud, fluctuando entre 3, 5 y 6 m/s.

Durante la fase de marea vaciante (Figura 14, Anexo III), el flujo de agua mostró una estructura similar a la detectada en la mañana, diferenciándose en el primer tramo, que en este caso mostró un dirección SW, para girar y desplazarse con mayor intensidad hacia el SE. Al igual que en el caso anterior, se observaron mayores velocidades en superficie (18,9 y 15,8 cm/s) en relación a la capa más profunda (14,5 y 12,6 cm/s). Los registros de viento mostraron una estabilización de este, predominando los vientos W con velocidades que oscilaron entre 3,5 y 6 m/s aproximadamente.

❖ *Muestreo de Verano*

Se registró un comportamiento relativamente similar en la dispersión de los derivadores tanto en marea llenante como en vaciante (Figuras 15 y 16, Anexo III) con desplazamientos netos hacia el W y NW. De igual manera, el viento se mostró constante en cuanto a su dirección (S), fluctuando su intensidad entre 1 y 5 m/s aproximadamente.

El seguimiento efectuado durante marea llenante (Figura 15, Anexo III) indicó un flujo general hacia costa (NW), a excepción del derivador subsuperficial oriental que se dirigió hacia el SW, además presentó un bajo desplazamiento reflejado en una velocidad media de 1,45 cm/s (Tabla 38) El viento se mostró constante en su dirección (S) variando entre 1 y 5 m/s.

Durante la fase de marea vaciante (Figura 16, Anexo III), el flujo de agua mostró una estructura tal que en un primer tramo los derivadores se desplazaron hacia el E para luego desviarse dirigiéndose hacia el NW. Al igual que en marea llenante uno de los derivadores profundos, el occidental en este caso, presentó un comportamiento diferente moviéndose hacia el SW con mayor intensidad (7,8 cm/s). Los registros de viento se mostraron menos intensos que los registros de la mañana, no superando los 3 m/s, predominando los vientos S.

Tabla 38.- Velocidad media de derivadores, para cada período de muestreo, por fase de marea y profundidad. Quellón. X Región.

PROFUNDIDAD (m)	FASE MAREA	COLOR	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	
			INVIERNO	VERANO
1	Vaciante	Rojo	18,9	4.46
		Naranja	15,8	8.76
7		Azul	14,5	7.80
		Verde	12,6	6.54
1	Llenante	Rojo	18,3	7.56
		Naranja	16,6	9.20
7		Azul	14,4	1.45
		Verde	10,1	5.01

➤ **Calbuco**

El seguimiento de derivadores en la localidad de Calbuco se llevó a cabo al Norte de la isla, en la desembocadura del estero Huito sobre el canal Calbuco (Fig. 26).

Los derivadores subsuperficiales fueron lanzados a 5 m de profundidad, debido a las bajas profundidades existentes al interior del estero. El anemómetro digital fue ubicado

sobre una cerca de protección al interior de la Granja Marina Chauquear, ubicada en la ribera oriente de la isla.

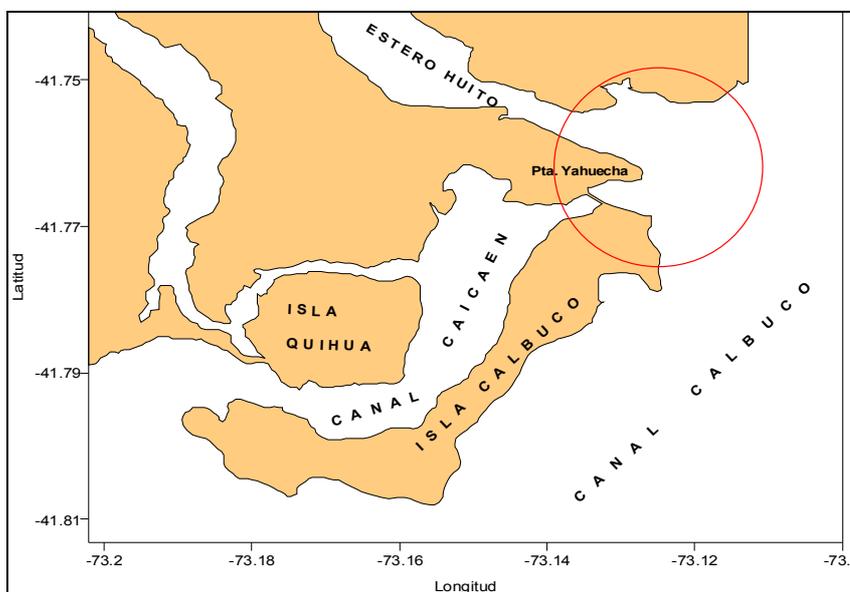


FIGURA 26: Ubicación Geográfica del lance de los derivadores. Calbuco.

❖ *Muestreo de Invierno*

Durante la mañana, en marea llanante (Figura 17, Anexo III), los lances fueron efectuados en la boca del estero Huito. Los derivadores mostraron un movimiento de flujo por capas, evidenciando un mayor desplazamiento de los superficiales (Tabla 39), dirigiéndose por un breve lapso hacia el W, para luego tomar rumbo hacia el SW. Por otro lado, el flujo subsuperficial se dirigió hacia el NW para luego virar contrarreloj ambos derivadores. Finalmente, los derivadores se desplazaron al igual que en superficie, hacia el SW. En cuanto al viento, este registró frecuentes cambios en su dirección, detectándose vientos de los 4 cuadrantes con valores entre 1,4 y 3,1 m/s.

En fase vaciante de la marea (Figura 18, Anexo III), los lances se efectuaron al interior del estero, observándose un desplazamiento en bloque de los derivadores hacia el SE con velocidades mayores a las registradas durante la mañana, fluctuando entre 11,9 y 13,9 cm/s. Uno de los derivadores superficiales, al final de su trayecto

mostró una desviación hacia el NE. El viento se mostró variable en cuanto a su dirección, proviniendo principalmente del cuarto cuadrante con valores que fluctuaron entre 1,4 y 2,2 cm/s.

❖ **Muestreo de Verano**

Durante la mañana, en marea llenante (Figura 19, Anexo III), los derivadores mostraron un movimiento de flujo por capas, observándose en superficie un mayor desplazamiento y gran intensidad de corrientes, moviéndose ambos derivadores al W dirigiéndose hacia el interior del estero Huito. Por otro lado, el flujo subsuperficial (5 m) se movió en uno de los casos de manera zigzagueante con un transporte neto hacia el SW a la ribera S del estero Huito, mientras que el otro derivador de profundidad tomó dirección al S hacia la localidad de Calbuco. En cuanto al viento, este registró una constancia en la dirección (SE), con magnitudes que fluctuaron entre 3 y 7 cm/s. En fase vaciante de la marea (Figura 20, Anexo III), los derivadores lanzados en la boca del estero Huito se desplazaron en conjunto hacia el SE en un primer tramo saliendo del estero Huito, para luego desviarse paulatinamente hacia el NE, moviéndose con una intensidad menor a la observada durante la mañana. Las velocidades mayores se registraron para el flujo superficial, siendo el de menor velocidad el lanzado más al interior del estero. El viento se mostró invariable respecto a la mañana con dirección SE y magnitudes no mayores a 7,5 cm/s.

Tabla 39.- Velocidad media de derivadores, para cada período de muestreo, por fase de marea y profundidad. Calbuco. X Región.

PROFUNDIDAD (m)	FASE MAREA	COLOR	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	
			INVIERNO	VERANO
1	Vaciante	Rojo	11,9	21,9
		Naranja	13,2	19,3
5		Azul	13,0	9,9
		Verde	13,9	18,5
1	Llenante	Rojo	5,6	32,2
		Naranja	5,0	43,4
5		Azul	2,3	6,0
		Verde	2,4	14,4

➤ **Puerto Montt**

El registro de corrientes lagrangianas se efectuó frente a la caleta de pescadores Pichi-Pelluco (Figura 27). Los lances se efectuaron a 1m, en superficie y a 10m en subsuperficie. El anemómetro digital fue ubicado en el cabezo del antiguo muelle de embarque/desembarque, sobre instalaciones del sindicato de pescadores de caleta Pichi-Pelluco.

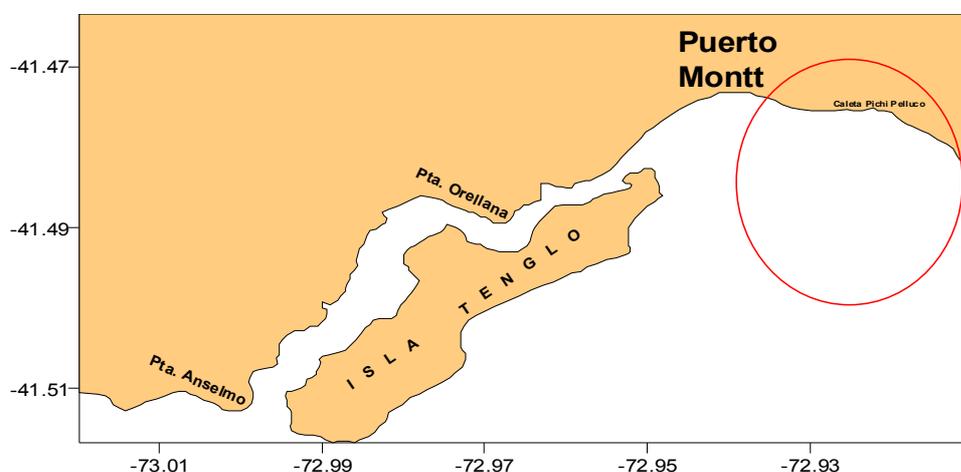


FIGURA 27: Ubicación Geográfica del lance de los derivadores. Puerto Montt.

❖ **Muestreo de Invierno**

El seguimiento se efectuó bajo intensos vientos, fuerte oleaje y turbulencia costera, dificultando el seguimiento a tal punto de perder 2 de los derivadores, pudiendo seguir la trayectoria de los restantes dos.

A mediodía, durante marea llenante (Figura 21, Anexo III), la masa de agua se desplazó hacia el S, tanto en superficie como en subsuperficie, registrando una mayor intensidad el flujo superficial (Tabla 40). El viento varió en dirección desde W-SW hasta N-NE con magnitudes de 2,9 a 5,0 m/s.

En marea vaciante (Figura 22, Anexo III), los derivadores se desplazaron en conjunto durante todo el desplazamiento, ambos efectuaron un corto giro contrarreloj para dirigirse hacia el SW-SSW con velocidades similares en superficie y subsuperficie

(Tabla 40). El viento mostró la misma estructura detectada en marea llenante, es decir un giro reloj de WSW a NE, 1,9 a 3,3 m/s.

❖ **Muestreo de Verano**

El seguimiento se efectuó bajo condiciones post-temporal, con intensos y permanentes vientos, fuerte oleaje y turbulencia costera, principalmente en horas de la tarde, dificultando el seguimiento de los derivadores, por lo que se optó por lanzar y seguir con mayor eficiencia sólo 2 derivadores.

Durante marea vaciante (Figura 23, Anexo III), la columna de agua, se desplazó principalmente hacia el NW, detectándose una velocidad media prácticamente igual en superficie y subsuperficie (Tabla 40). Hacia el final de las mediciones se observó un cambio de dirección en ambos niveles hacia el NE. El viento varió en dirección desde S a SE, aumentando su velocidad progresivamente has valores sobre los 5 m/s.

A diferencia de lo observado en vaciante, durante la tarde, en marea llenante (Figura 24, Anexo III), los derivadores se desplazaron divergentemente, desplazándose el superficial hacia el W, con dirección hacia la isla Tenglo, mientras que la capa profunda se movió al E, desviándose posteriormente hacia el N con dirección a la costa al sector de Pelluco. El flujo subsuperficial presentó una velocidad media superior a la de superficie. El viento mostró un incremento respecto a lo detectado en marea llenante, llegando a valores de hasta 10 m/s, manteniendo la dirección SE.

Tabla 40.- Velocidad media de derivadores, para cada período de muestreo, por fase de marea y profundidad. Puerto Montt. X Región.

PROFUNDIDAD (m)	FASE MAREA	COLOR	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	
			INVIERNO	VERANO
1	Vaciante	Rojo	8,3	9.52
10		Azul	8,2	9.44
1	Llenante	Rojo	7,4	2.78
10		Azul	4,5	4.41

- **Dispersión**

Los estudios de dispersión se efectuaron en conjunto con los seguimientos de corrientes lagrangianas, haciendo coincidir los lances de derivadores con el seguimiento del trazador vertido en el agua. Para la determinación de la capacidad de dispersión del sistema se empleó el trazador químico denominado Rodamina B.

En cada zona, se arrojaron, en dos ocasiones, aproximadamente 20 litros del trazador en un punto medio del sector de estudio (Foto 3) de tal manera de que uno de los seguimientos coincidiera con la fase de marea llenante y el otro con la fase de marea vaciante.

Una vez conformada la mancha de rodamina B (Foto 4) se estimó su extensión bordeando su contorno a intervalos de 10 a 15 minutos dependiendo del crecimiento de ella, de esta manera se completaron tantas vueltas a su alrededor como el tiempo lo permitió. Al bordear la mancha, se demarcaron puntos cada 10 a 20 segundos mediante un GPS marca GARMIN modelo eTrex.

Obtenidas las posiciones de los puntos de muestreo determinados en terreno, estas se ubicaron sobre una carta digitalizada de la zona de estudio, posteriormente se unieron los puntos pertenecientes a cada "mancha", para finalmente trazar las curvas formando cada uno de los anillos sondeados en terreno.



Foto 3: Lance del trazador químico para su posterior seguimiento.



Foto 4: Vista panorámica de una mancha de rodamina en formación.

➤ **Ancud**

❖ **Muestreo de Invierno**

El seguimiento del trazador en marea vaciante (Figura 1, Anexo IV) mostró un crecimiento gradual de la mancha de rodamina, alargándose hacia el SW al inicio, para luego crecer uniformemente. Además se observó un desplazamiento de la mancha hacia W-SW a medida de su crecimiento, dispersándose lentamente. En marea llanante (Figura 2, Anexo IV), se presentó una situación similar, detectándose un crecimiento uniforme, derivando en su totalidad con sentido S-SE, dispersándose de manera gradual.

❖ **Muestreo de Verano**

El seguimiento del trazador durante la fase de marea vaciante (Figura 3, Anexo IV), señaló un crecimiento gradual de la mancha de rodamina, con un relativo rápido transporte neto hacia el E en una primera instancia, para luego mostrar un leve desvío hacia el SE, acercándose hacia la costa. Posteriormente, no se pudo seguir su trayectoria ya que se movió hacia sectores de roca y someros lo que dificultó acercarse a ella. Por otra parte, en marea llanante (Figura 4, Anexo IV), se observó una situación similar, en que la mancha creció paulatinamente moviéndose de forma compacta hacia el NE, paralela a la costa, dispersándose a medida que se dirigía hacia la ciudad de Ancud.

➤ **Castro**

❖ **Muestreo de Invierno**

El comportamiento del trazador durante marea vaciante (Figura 5, Anexo IV), mostró un flujo relativamente intenso hacia el S, desplazando y alargando la mancha rápidamente hacia dicha dirección, dispersándola de igual manera. Por otra parte, en condiciones de marea llanante (Figura 6, Anexo IV), la mancha se observó estacionaria, es decir, no mostró un desplazamiento notable, registrando un alargamiento desde el punto de descarga hacia el SE, dispersándose más lentamente que lo observado en la mañana.

❖ *Muestreo de Verano*

Durante ambas fases de marea, el trazador se comportó de manera similar en cuanto a su dirección, moviéndose la capa superficial de agua hacia el NW, es decir ingresando hacia el estero Tentén, situación que no se condice con lo registrado en el estudio de corrientes lagrangianas en el que hay una diferenciación entre ambas fases de marea.

Durante marea vaciante (Figura 7, Anexo IV), la rodamina mostró un flujo moderado hacia el NW, alargándose la mancha hacia las ribera del estero Tentén, dispersándose hacia su interior. En condiciones de marea llenante (Figura 8, Anexo IV), la mancha se desplazó hacia la misma dirección, pero de manera más intensa y su alargamiento en este caso fue en dirección del eje del estero Tentén, dispersándose hacia la ribera oriental de dicho estero.

El singular comportamiento de la mancha de trazador, especialmente durante la marea vaciante, podría deberse a que la capa superficial (primeros centímetros de la columna), respondería a otro tipo de forzante, principalmente al viento que, en este caso, sopló desde el SW con intensidades de hasta 7 cm/s, empujando la película superficial de agua hacia el interior del estero. Por otra parte, el poco desplazamiento y alargamiento hacia las riberas del estero indicaría la presencia de un flujo en contra, que podría encontrarse en la capa inmediatamente inferior.

➤ *Curaco de Vélez*

❖ *Muestreo de Invierno*

Durante el período de llenante de la marea (Figura 9, Anexo IV), el trazador se extendió de manera regular y se desplazó de manera “compacta” hacia el SE, desapareciendo paulatinamente. En condiciones de vaciante (Figura 10, Anexo IV), el desplazamiento fue de mayor magnitud y con rumbo SW, pero se observó un menor crecimiento de la mancha, diluyéndose parte de esta en profundidad.

❖ *Muestreo de Verano*

La figura 11, Anexo IV muestra el trazado del contorno de las manchas de trazador durante la marea llenante. En ella se observó una dispersión moderada hacia el NE, dirigiéndose hacia la costa. La dispersión en un primer período de tiempo se presentó

moderada y con un transporte débil, para luego extenderse la mancha de manera mayor y desplazarse con mayor intensidad.

Por otro lado, en marea vaciante (Figura 12, Anexo IV), la rodamina se desplazó rápidamente hacia el SE, moviéndose paralelamente al eje del canal Dalcahue, creciendo de manera intensa y dispersándose relativamente rápido.

La diferencia en el comportamiento del dispersante entre ambas mareas, obedece principalmente a la ubicación geográfica del punto de lanzamiento y a las condiciones meteorológicas predominantes durante el muestreo. En marea llenante el trazador se arrojó en uno de los codos del canal, en donde, producto de la conformación de la costa, se provocaría un sector de “frenaje” de las aguas con turbulencias y corrientes variables que resulta en una capa superficial relativamente poco dinámica. En cambio, en vaciante, el colorante se arrojó en uno de los brazos del canal, en donde el agua fluye sin obstáculos físicos, y su movimiento sería unimodal, esto sumado a vientos un poco más intensos que los de la mañana, provocan un rápido transporte y dispersión en el sector. El comportamiento descrito es coincidente con lo evaluado con derivadores en los mismos sectores.

➤ **Quellón**

❖ **Muestreo de Invierno**

Durante la mañana, en marea llenante (Figura 13, Anexo IV) la rodamina se expandió rápidamente, alargándose y desplazándose hacia el S, para luego diluirse rápidamente como producto de la gran turbulencia del sistema en los momentos de muestreo. En marea vaciante (Figura 14, Anexo IV), se presentó una situación similar, con la mancha en este caso desplazándose más rápidamente al S-SE de manera más compacta, al igual que en la mañana, la mancha se dispersó violentamente al alejarse de la costa.

❖ **Muestreo de Verano**

El seguimiento de la rodamina durante la llenante (Figura 15, Anexo IV) indicó un crecimiento gradual de la mancha de rodamina, la que simultáneamente fue transportada de manera moderada hacia el NW, con dirección hacia la costa. Mientras

que en marea vaciante (Figura 16 Anexo IV), la expansión del colorante fue lenta y su transporte prácticamente nulo, produciéndose una persistencia de la rodamina en el punto de lance, desplazándose débilmente hacia el final de la jornada hacia el SE.

El comportamiento de la rodamina en el área de estudio propone un escenario no adecuado desde el punto de vista ambiental, ya que el flujo superficial indicó que para ambas fases de marea un eventual contaminante se dirigiría hacia la costa (llenante) con un bajo grado de dispersión, o bien permanecería en la bahía (vaciante), denotando la incapacidad del sistema de autolimpiarse.

➤ ***Calbuco***

❖ ***Muestreo de Invierno***

En este caso, hubo una notable diferenciación en el movimiento del trazador entre fases de marea. En llenante (Figura 17, Anexo IV), la mancha del trazador se mostró relativamente estacionaria, expandiéndose de manera lenta y desplazándose levemente haciendo un giro contrarreloj, para alargarse y dispersarse hacia el SW. Por otra parte, en vaciante (Figura 18, Anexo IV), el trazador se mantuvo más compacto y se desplazó rápidamente al E dispersándose rápidamente al aproximarse a la boca del estero Huito.

❖ ***Muestreo de Verano***

Durante la marea vaciante (Figura 19, Anexo IV), la rodamina se dispersó gradualmente, desplazándose de manera compacta hacia el E, incrementando su dispersión a medida que se alejó del estero Huito; en cambio, en marea llenante (Figura 20, Anexo IV), la mancha se desplazó hacia el interior del estero (NW), alargándose y dispersándose gradualmente hasta desaparecer cerca de la ribera norte del estero Huito.

➤ ***Puerto Montt***

❖ ***Muestreo de Invierno***

Las condiciones de intenso viento y turbulencia presentes durante el monitoreo, provocaron una rápida dispersión de la rodamina, permitiendo rodear el contorno de las manchas por un corto período. En período de llenante (Figura 21, Anexo IV), la mancha creció rápidamente desde el punto de lance, alargándose hacia el S-SW sin haber un desplazamiento notable, para posteriormente dispersarse bruscamente. En marea vaciante (Figura 22, Anexo IV), la mancha igualmente presentó un leve desplazamiento, pero esta vez se alargó hacia el SE, dispersándose violentamente producto de las condiciones climáticas presentes.

❖ ***Muestreo de Verano***

Durante marea vaciante (Figura 23, Anexo IV), el colorante se mostró persistentemente en el tiempo, creciendo lentamente en el punto de lance sin observarse un desplazamiento importante, situación que no varió mucho durante la tarde en marea llenante (Figura 24, Anexo IV), en la que la mancha de rodamina presentó un crecimiento lento y sostenido desplazándose débilmente hacia el SW.

En ambos casos, el colorante persistió hasta el final de la jornada, diluyéndose lentamente. A pesar de que en las cercanías de la mancha no se apreciaban sus bordes, al alejarse se podía observar un leve tinte rojo en el agua, lo que es indicativo de la persistencia y bajo poder disolvente del sistema, situación que no coincide con las condiciones meteorológicas reinantes, ya que se trabajó bajo intensos vientos, lo que no se vio reflejado en el movimiento superficial del agua.

• **Caracterización de la columna de agua**

El monitoreo de las condiciones oceanográficas físicas (temperatura y salinidad) y químicas (porcentaje de oxígeno disuelto en el agua), se diseñó de tal manera de establecer el estado de la masa de agua en cada lugar de estudio. Para ello se muestreó en dos períodos del año (Invierno y Verano), en estaciones situadas en localidades de la X Región, de tal manera que el monitoreo fuera representativo del sector. Estos muestreos fueron coincidentes en lugar y fecha con los estudios de corrientes y dispersión efectuados (ver Tabla 34),

centrándose en las proximidades de los emisarios de aguas servidas de cada sitio o en sectores de influencia directa.

Para evaluar las características físicas y químicas de la columna de agua, se utilizó un CTD marca RBR modelo XR-620, al cual se le incorporó un sensor adicional de la misma marca para determinar el porcentaje de oxígeno disuelto.

En cada área de interés, se posicionaron 9 estaciones de monitoreo (Ver **Anexo V**). Las estaciones se distribuyeron de acuerdo a la ubicación de emisarios de aguas servidas y a las condiciones topográficas de cada sector. Además, la secuencia de las estaciones tuvo relación con la condición de marea imperante, es decir, 4 o 5 de ellas se realizó en marea llenante, mientras que las restantes se efectuaron en vaciante. De igual manera, la profundidad máxima de muestreo se determinó de acuerdo a las características batimétricas de cada área de estudio. Las características del muestreo mencionadas se efectuaron de tal manera de obtener resultados representativos de la posible ruta de un eventual contaminante.

Una vez efectuado el monitoreo, en gabinete se procesaron los resultados obtenidos utilizando el Software RBR, que entrega los valores de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (%), para luego ser ploteados y analizados.

➤ ***Ancud***

Las estaciones de muestreo se distribuyeron de tal manera de formar una grilla de tres transectas perpendiculares a la costa, compuestas por tres estaciones cada una. Las profundidades de monitoreo en general fueron bajas (3 a 4 m), producto de la somera batimetría del sector.

❖ ***Muestreo de Invierno***

El monitoreo se llevó a cabo bajo de condiciones de mar y viento calmo, pero temperaturas extremadamente bajas y permanente lluvia, granizo inclusive. Las profundidades de monitoreo en general fueron bajas (3 a 4 m), producto de la somera batimetría del sector.

La distribución vertical de la temperatura (Figura 1 a), Anexo V), mostró en todos los casos, y en ambas fases de marea (llenante y vaciante), una inversión térmica, con

bajos valores de temperatura en superficie, lo que se vieron incrementados en profundidad.

El período de marea vaciante (Figura 1 b), Anexo V) mostró una distribución vertical de la temperatura con bajos valores superficiales de entre 8°C y 8,7°C, los que fueron incrementándose gradualmente con la profundidad, llegando a valores de 10°C a 10,5°C aproximadamente en el nivel de 4 m. Por otro lado, durante la fase de marea llenante (Figura 1 c), Anexo V), la temperatura superficial se mostró levemente superior a la detectada en vaciante, con valores que fluctuaron entre 8,6°C y 9°C aproximadamente, valores que aumentaron gradualmente con la profundidad hasta valores cercanos a los 10°C, representados por una gradiente menos marcada respecto a la observada en vaciante.

En cuanto a la estructura de la salinidad en la columna de agua (Figura 2 a), Anexo V), esta se presentó similar a la distribución vertical de la temperatura, es decir, los valores menos salinos se concentraron en superficie, aumentando en conjunto con la profundidad, observándose una importante variación de más de 3 psu.

Las estaciones evaluadas durante la marea vaciante (Figura 2 b), Anexo V) mostraron una gradiente ascendente desde valores superficiales cercanos a 29 psu hasta valores que bordearon los 31,7 psu en el nivel de 4 m. Se denotaron diferencias no despreciables (0,2 a 0,8 psu) entre las estaciones. Por su parte, durante el período de marea llenante (Figura 2 c), Anexo V), las salinidades registradas en las 4 estaciones, señalaron una mayor variabilidad respecto a lo observado durante la mañana, y una gran variabilidad entre sí. De todas maneras, todas mantuvieron la estructura de una gradiente desde superficie hasta los 4 m.. Los valores superficiales variaron entre 28,5 y 30 psu, mientras que bajo los 3 m., las salinidades fluctuaron entre 31 y 32,5 psu.

Los perfiles verticales del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto mostraron un cuerpo de agua insaturado, con los máximos asociados a la superficie, disminuyendo la cantidad de oxígeno con la profundidad.

La inversión térmica detectada durante esta temporada fue producto principalmente de las condiciones meteorológicas imperantes previo y durante el monitoreo, lo que a

la vez indica que el sistema marino responde rápidamente a los cambios ambientales, esto principalmente en la capa superficial.

Lo anterior también se ve reflejado en la distribución vertical de la salinidad, provocando bajos y variables valores de salinidad en la superficie, debido a las grandes cantidades de agua lluvia y agua nieve caídas previo al monitoreo efectuado. Además la ausencia de vientos importantes provocó la ausencia de mezcla vertical, generando así, la estructura, tanto de temperatura como de salinidad, en la forma de una gradiente que abarcó toda la columna de agua.

❖ *Muestreo de Verano*

La distribución vertical de temperatura registrada en bahía Ancud, mostró un esquema de distribución en función del ciclo de marea (Figura 16 a), Anexo V). En marea vaciante se detectó una gradiente térmica ($0,3^{\circ}\text{C}/\text{m}$) desde la superficie hasta los 5 m de profundidad (Figura 16 b), Anexo V), desapareciendo esta termoclina superficial en marea llenante, registrándose en cambio, una estructura homogénea hasta los 3,5 m de profundidad (Figura 16 c), Anexo V). Bajo este nivel la termoclina fue muy marcada ($0,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ aproximadamente).

En esta bahía, la presencia de la capa de mezcla durante la fase de llenante puede asociarse al efecto tapón que produce la entrada de la onda de marea de casi 1,7 m de altura en una bahía de poca profundidad (≈ 6 m), que sirve de descarga al estero Quetalmahue. La entrada de esta onda genera en condiciones normales una turbulencia o frente oceanográfico entre la masa de agua que entra y aquella que sale del estero hacia el mar por el estrato más superficial del cuerpo de agua. Para el caso de marea vaciante coincidente con el retiro de la onda de marea se produce el arrastre de la masa de agua mezclada hacia el sector del canal Chacao, con lo cual la termoclina ubicada en el nivel subsuperficial se levantó hacia la superficie y se distribuyó en toda la columna de agua.

La distribución de salinidad (Figura 17 a), Anexo V), no presentó una gran variabilidad entre los valores que configuran la estructura vertical de la columna de agua registrada entre las fases de marea llenante y vaciante. Sin embargo, en marea

llenante se identificó una leve picnoclina distribuida entre 0,5 m y 5,5 m (0,08 psu/m), la cual fue más representativa de una condición dinámica de mezcla entre las aguas más salinas que entran a bahía Ancud y al estero Quetalmahue por el nivel subsuperficial (bajo los 3 m), y aquella masa de agua de menor salinidad que proviene del estero Quetalmahue y de los ríos aledaños, y que sale hacia el canal Chacao por el estrato superficial hasta los 3 m. El encuentro de estas dos masas de agua determinó en marea llenante el frente salino con el cual la masa de agua menos salina (Figura 17 c), Anexo V), se encuentra “impedida” de salir al estar presionada por la masa de agua que aporta la marea llenante. Para el caso de la marea vaciante, (Figura 17 b), Anexo V) el efecto tapón disminuye su intensidad y la masa de agua homogenizada se retira hacia el sector oceánico. En este caso, la termoclina ubicada en el nivel subsuperficial se levantó y alcanzó la superficie.

La distribución vertical de los valores de saturación de oxígeno (Figura 18, Anexo V), mostró dos cambios asociados con las fases de marea. El primero mostró para las dos fases de la marea una estructura vertical homogénea con altos valores de saturación de oxígeno (120 a 130%), localizados en los dos primeros metros de la columna de agua. Bajo esa profundidad y hasta los 6 m, se produce el descenso monotónico de los valores. El segundo cambio indicó que los mayores valores de saturación de oxígeno ($\approx 130\%$) presentes en la capa superficial coincidieron con los aportes de aguas oceánicas con mayores valores de oxígeno disuelto en la capa superficial.

➤ **Castro**

❖ **Muestreo de Invierno**

La distribución vertical de temperatura en todas las estaciones presentó una columna de agua separada en dos capas que se mantuvo constante durante las dos fases de marea (Figura 4, Anexo V). Los mayores gradientes de temperatura se detectaron en el estrato superficial comprendido entre 0 y 5 m y se asociaron con los menores valores de temperatura. Bajo esa profundidad la temperatura aumentó gradualmente generando una distribución vertical homogénea. Con elevados valores hacia la profundidad ($\cong 10 - 12^\circ\text{C}$). Esta distribución poco común de la temperatura en fiordos

y canales chilenos con menores valores (8 a 9°C) en superficie y mayores en profundidad ($< 10^{\circ} \text{C}$), permite suponer para el estero Castro que existe una rápida respuesta oceanográfica frente a una determinada condición climática. En este caso, las bajas temperaturas ambientales registradas en la X región durante el período de muestreo del 12 al 21 de junio y asociadas a lluvias de granizo, heladas y nieve en el sector y bajas temperaturas en toda la región, pudieron influir en el descenso de la temperatura del agua superficial. Este cambio climatológico se observó en la región desde el 12 al 17 de junio y el muestreo del estero se efectuó entre el 15 y 16 de junio. El análisis preliminar de la distribución superficial de temperatura en el estero Castro indicó que sus valores fluctuaron entre 8,2 y 9,4 ° C (estación 8) siendo registrado ambos valores cerca del saco del estero y separados los puntos de registro por no más de 300 m. De esta forma en los lugares señalados y en fase de marea llenante se puede formar un frente oceanográfico de 1,1° C a solo 300 m.

Los mayores valores de temperatura superficial (9,4°C) fueron detectados en dos sectores del área de estudio, el primer sector se localizó en la zona costera noroccidental del estero Castro, al noreste de la ciudad de Castro (estación 8), mientras que el segundo se detectó al sur de la ciudad (estación 4). Por el contrario, el menor valor de temperatura (8.2 °C) sólo se detectó en un sector del área de estudio (estación 9) y emplazada hacia la costa nororiental del estero. Esta distribución indicó, en concordancia con el ciclo de marea y las corrientes superficiales del sector, que el cuerpo de agua con mayor temperatura, aportado seguramente por el caudal de las aguas residuales que descargan en el estero secundario hacia el lado noroeste de la ciudad, son transportados por la corriente de marea vaciante, hacia el sur del estero.

Por el contrario y en la fase de marea llenante, el cuerpo de agua con mayor temperatura puede estar expuesto a una mezcla turbulenta en el sector frente a la ciudad de Castro. De esta forma, la masa de agua de mayor temperatura podrá ser transportada hacia el norte por el borde occidental del estero y luego mezclarse con aguas frías detectadas en el borde occidental del litoral. La mezcla turbulenta crea un frente de temperatura importante de 1,1 °C en 300 m lineal.

La distribución de temperatura en el nivel de 2 m indicó que sus valores presentaron una baja variabilidad con un valor medio de 9,65°C cuyos rangos fluctuaron entre 9,4 y 9,9°C. Los valores mayores ($> 9,65^{\circ}\text{C}$) se detectaron en dos sectores del área de estudio, los primeros se localizaron en la zona costera noroccidental del estero, al norte de la ciudad de Castro y coincidió con la fase de marea llenante. El segundo sector se localizó en la parte media del canal y fue coincidente con la fase de marea vaciante. Por el contrario, los menores valores ($< 9,4^{\circ}\text{C}$) asociados con la fase de marea llenante se emplazaron en la ribera nororiental al norte y al frente de la ciudad de Castro.

La distribución superficial de salinidad en el estero Castro (Figura 5, Anexo V), mostró un valor medio de aproximadamente 33,5 psu, con valores extremos de 34,3 y 32,4 psu situados hacia la parte norte del estero, próximo a la cabeza del mismo (estaciones 8 y 9). Los valores extremos de salinidad al igual que los de temperatura, presentaron un marcado gradiente de 2 psu en sólo 300 m de distancia, que formó un frente oceanográfico coincidente con la marea vaciante. Los mayores valores de salinidad se detectaron al norte de la ciudad de Castro muy cerca de la costa y teóricamente se pueden proyectar hacia la cabeza de estero (saco) por efecto de la marea llenante. Por el contrario, en la fase de marea vaciante la masa de agua más salina se retiró hacia la boca del estero y forma un frente de baja salinidad (< 33 psu).

La distribución de salinidad en el nivel de 2 m mostró, en general, y para todo el área de estudio un cuerpo de agua de mayor salinidad que la masa superficial, con una distribución casi homogénea, detectándose los mayores valores (> 36 psu) en dos sectores; el primero emplazado en la parte costera situada al norte de la ciudad de Castro y coincidente con la fase de marea llenante, mientras que el segundo se emplazó hacia la salida del estero y concordante con la marea vaciante.

La distribución de salinidad en el nivel de 10 m indicó un estructura homogénea de elevados valores (33,63 a 36,4 psu) que sugieren que las aguas de mayor salinidad, y en este caso de mayor temperatura, pueden ser transportadas por la fase de marea llenante desde la boca del estero hacia la cabeza del estero, provocando una activa mezcla vertical.

La configuración de los perfiles verticales del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (Figura 6, Anexo V) mostraron una estructura de 2 capas, la primera entre superficie y 5 m, en la cual se observa una variable y marcada gradiente en las estaciones de muestreo, fluctuando entre 80 y 95% aproximadamente, bajo la cual los perfiles se agrupan y disminuyen de manera muy ligera con la profundidad hasta valores de 70% de saturación bajo los 15 m. No se observó una influencia notable de la marea sobre esta variable.

❖ *Muestreo de Verano*

La distribución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el estero Castro señaló la presencia de una capa de mezcla superficial de aproximadamente 6 m en marea vaciante, en la que las variables monitoreadas se presentan relativamente homogéneas, esta capa de mezcla disminuye su espesor hasta los 3 o 4 m de profundidad con la llenante.

La estructura del perfil vertical de la temperatura en vaciante (Figura 19, Anexo V), mostró una fluctuación de aproximadamente 12 a 14,5 °C, detectándose las mayores temperaturas en superficie, manteniéndose relativamente homogénea hasta los 6 m, para luego decrecer paulatinamente en una suave gradiente. Por otra parte, durante la fase de marea llenante, se observó una configuración de los perfiles de temperatura similar a la descrita para vaciante, pero con una capa superficial homogénea de menor espesor (3 a 4 m) y más cálida (alrededor de los 15 °C), además de una gradiente más marcada, llegando a valores mínimos de hasta 11,5 °C aproximadamente en los niveles más profundos.

El comportamiento en profundidad de la salinidad en la zona de estudio (Figura 20, Anexo V), mostró para el período de vaciante una zona superficial (4 m) homogénea, con valores de 32,5 a 32,7 psu, bajo ella se evidenció un gradual descenso hasta salinidades de hasta 32,4 psu, para luego presentarse una gradiente ascendente llegando a valores similares a los registrados en los primeros metros de cada estación; la excepción a esta estructura se observó en la estación 2, la que no presentó disminución con la profundidad. Por otro lado, en llenante, la salinidad se mostró menos fluctuante en comparación a lo detectado en la mañana, presentándose valores

menos variables y menos salinos en superficie (32,5 psu), los que aumentaron suavemente hasta alcanzar valores por sobre los 32,6 psu.

Los valores variables observados en superficie de la salinidad durante la fase de marea vaciante, podrían explicarse por la ubicación geográfica de las estaciones, ya que se ubicaron cercanas a la ribera oriental del estero Castro, quedando expuestas al aporte de diversas fuentes de agua dulce existente en el sector, como la desembocadura del río Gamboa por ejemplo, lo que sumado al flujo hacia el SE provocado por la marea imperante (vaciante), se modifica la estructura general de salinidad del estero Castro, principalmente en superficie.

En cuanto a la distribución vertical del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (Figura 21, Anexo V), se observó un comportamiento similar en todas las estaciones, sin un mayor diferenciamiento entre fases de marea. En superficie se presentaron porcentajes relativamente homogéneos hasta los 4 m aproximadamente, con valores que variaron entre 85 y 90% de saturación, bajo este nivel, se apreció una marcada gradiente descendente hasta valores de 70% de saturación del oxígeno disuelto.

➤ *Curaco de Vélez*

❖ *Muestreo de Invierno*

La distribución vertical de temperatura (Figura , Anexo V), se mostró en general, de manera similar en todas las estaciones, registrándose una tenue disminución desde superficie, donde se registraron valores cercanos a 10,9°C, hasta la zona de registro más profunda (17 m), donde se encontraron valores mínimos que rondaron los 9,9°C. o se detectó una influencia evidente de las fases de marea, comportándose la columna de agua de igual manera tanto en llenante como en vaciante.

En cuanto a los perfiles de salinidad, estos indicaron un incremento en profundidad, desde valores entre 33,3 y 33,5 psu en superficie hasta salinidades de aproximadamente 32,5, psu bajo los 15 m de profundidad. Para esta variable tampoco se observó el efecto de las mareas en su estructura vertical.

El porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en la columna de agua, mostró valores cercanos al 100% de saturación en superficie, denotando una capa superficial

relativamente bien oxigenada, pero a la vez se observó un descenso progresivo con la profundidad de casi un 30%, registrando valores cercanos al 70% bajo los 12 m.

❖ *Muestreo de Verano*

En este sector se detectó en general para la distribución de temperatura, salinidad y saturación de oxígeno, que durante el período de muestreo, el ciclo de mareas tuvo influencia en la distribución vertical de sus valores. (Figuras 22, 23 y 24, Anexo V). Los resultados presentados en estas figuras indicaron que los menores valores de cada variable oceanográfica se detectaron durante la fase de marea llenante, mientras que los mayores valores se registraron durante la fase de vaciante. Los cambios más evidentes se registraron en los primeros metros de la columna de agua, mientras que la similitud y homogenización de valores se detectó en los niveles de mayor profundidad. Por otra parte, las mayores diferencias de valores en la columna de agua se registraron con la salinidad, en comparación con las distribuciones estimadas para la temperatura y oxígeno.

La distribución vertical de la temperatura presentó en marea llenante (Figura 22 c), Anexo V) y en los primeros 5 a 7 m de la columna de agua, una masa casi homogénea e isotermal, cuyos valores fueron levemente inferiores a los registrados durante la fase de marea vaciante. Por el contrario, en marea vaciante (Figura 22 b), Anexo V), los valores de temperatura registrados en la capa superficial fluctuaron entre 14,5° y 14,9° C, mientras que bajo los 7 m y hasta los 15 m se detectó una marcada gradiente de 2,2 °C/5 m lo que definió claramente una termoclina. Bajo los 15 m de profundidad, la masa de agua presentó una distribución homotermal. En la fase vaciante, la capa superficial casi homotermal localizada en los primeros 7 m de la columna de agua e identificada con mayores valores de temperatura (entre 14,8° y 15,5°C), se extendió hasta una mayor profundidad (≈ 10 m), que lo observado en marea llenante (≈ 5 a 6 m), continuando con una suave gradiente de sus valores que no constituyeron una marcada termoclina.

La distribución vertical de salinidad mantuvo el esquema de variación de la temperatura, con menores valores de salinidad (psu) registrados durante la fase de marea llenante y un incremento de los valores durante la fase vaciante (Figura 23 a),

Anexo V). El análisis de la distribución vertical mostró para la fase llenante y en el estrato superficial de la columna de agua (0 a 5 m), la presencia de una capa isohalina que continuó en profundidad con una suave gradiente salina distribuida entre 5 y 12,5 m, cuyos valores fluctuaron entre 31,3 psu en superficie y 32,3 psu en 15 m, bajo los cuales desaparece la incipiente gradiente, siendo reemplazada por una masa de agua isohalina (Figura 23 b), Anexo V).

Las fluctuaciones de salinidad registradas en marea vaciante indicaron una distribución homogénea de sus valores entre la superficie y los 13 m de profundidad, los que fueron comparativamente mayores que los detectados en marea llenante (Figura 23 c), Anexo V).

La distribución de oxígeno disuelto (expresado en % de saturación), mostró la misma tendencia registrada con la temperatura y la salinidad (Figura 24 a), Anexo V). Las estaciones muestreadas en marea llenante presentaron valores de saturación comparativamente menores que los registrados en marea vaciante, con un cuerpo de agua homogéneo entre la superficie y los 5 m, mientras que bajo esa profundidad se detectó una marcada gradiente de las isolíneas de saturación de oxígeno (Figura 24 b), Anexo V). La distribución vertical mostró para la fase llenante la presencia de una masa de agua superficial y homogénea de 5 m de espesor con valores sobresaturados de oxígeno (110 a 120%), que continuó en profundidad con una marcada gradiente de sus valores, disminuyendo desde 115% en promedio en 5 m hasta 65-70% en 15 m. Bajo esta profundidad se mantuvo una baja y homogénea concentración de oxígeno. La distribución vertical de oxígeno registrada en marea vaciante mostró un esquema similar al registrado con la temperatura y la salinidad. En este caso, la homogeneidad de sus valores (110 a 120 %) se extendió hasta una mayor profundidad (10 m), mientras que bajo dicha profundidad los valores mostraron un descenso monotónico (Figura 24 c), Anexo V).

La diferente distribución de temperatura, salinidad y oxígeno observada en función de las fases de marea puede ser atribuida a la diferente localización de sus puntos de registro, ya que la fase llenante, coincidente con la suave gradiente de sus valores en la columna de agua, correspondió con sitios de muestreo localizados en un recodo del

canal Dalcahue. Esta ubicación geográfica favoreció el encuentro y posible estancamiento de las masas de agua identificadas con menores valores de temperatura, salinidad y oxígeno. El esquema de distribución vertical observado en las tres variables fue coincidente con el esquema de circulación registrado en forma simultánea en el área de estudio, el cual indicó la existencia de un flujo superficial hacia el sur con una mayor velocidad comparativa y la presencia de otro de menor magnitud hacia la costa. Por su parte, en la misma fase de marea llenante, el flujo subsuperficial (7 m), presentó menor magnitud y una dirección opuesta al del estrato superficial, pudiendo ser asociados con la masa de agua mas fría y mas salina proveniente del golfo de Ancud, pero también con una menor cantidad de oxígeno disuelto. Por el contrario, en la fase vaciante y coincidente con el retiro de la onda de marea hacia el golfo de Ancud, se detectó que la localización geográfica de las estaciones, emplazadas en la parte media del canal Dalcahue frente a Curaco de Velez, facilitó la distribución vertical de los valores casi homogéneos, dado que su parte media corresponde a un lugar libre de accidentes geográficos, con lo cual la columna de agua al retirarse del canal, tal como lo indican los gráficos de distribución de corrientes en vaciante, mantiene su condición de agua mezclada y circula libre y fácilmente por el canal Dalcahue hacia el exterior del canal, hacia el golfo de Ancud.

➤ ***Quellón***

❖ ***Muestreo de Invierno***

Los perfiles verticales de temperatura registrados frente a Quellón (Figura 7, Anexo V), mostraron en general, un descenso de la temperatura con la profundidad de manera gradual y leve, no sobrepasando los 2°C de diferencia entre superficie y los niveles más profundos (30 m), variando entre máximos de 10,3°C en superficie hasta mínimos que bordearon los 8,3°C en profundidad. Además, se detectó una capa superficial con valores relativamente homogéneos de temperatura que abarcó hasta los 5 m, lo que sería la respuesta al intenso viento, y por lo tanto a la mezcla, imperante durante el muestreo.

Se observó cierta influencia del estado de la marea en la distribución vertical de la temperatura, diferencia evidente sobretodo en los primeros 15 m de la columna de agua, en los que los registros obtenidos en marea llenante presentaron valores mayores de temperatura que los detectados en vaciante, diferencia cercana a los 0,5°, la cual fue decreciendo en profundidad, llegando a valores similares bajo los 20 m.

La distribución vertical de la salinidad (Figura 8, Anexo V), mostró una estructura similar para todas las estaciones monitoreadas, no detectándose una influencia evidente de la marea en dicha distribución.

La figura 8 del Anexo V muestra la conformación de los perfiles verticales de salinidad para cada estación, señalando una capa de mezcla superficial que varió de 4 a 5 m con valores que bordearon los 31,5 psu, esta capa también fue detectada en la distribución de la temperatura. Bajo este nivel se observó la presencia de una marcada haloclina, con salinidades de hasta aproximadamente 33,7 psu a 8 m de profundidad. En profundidad (> 8 m), la salinidad se mantuvo homogénea, concentrándose los valores alrededor de 32,8 psu bajo los 20 m de profundidad.

En cuanto al comportamiento vertical del oxígeno disuelto en el agua (% de saturación); (Figura 9, Anexo V), se observó un descenso progresivo desde superficie hasta los niveles más profundos, fluctuando entre máximos superficiales de alrededor de 95%, hasta valores menores al 60% de saturación bajo los 20 m de profundidad. Tal como en la distribución de salinidad, en este caso no se detectó una diferenciación notable respecto a las fases de marea, observándose sobre los 12 m un comportamiento similar tanto en marea llenante como en vaciante, bajo este nivel se puede decir que la masa de agua se presentó levemente más oxigenada bajo condiciones de llenante por sobre la vaciante.

❖ *Muestreo de Verano*

En esta área de estudio, no se detectó durante el período de muestreo una diferencia de valores en la distribución vertical de temperatura (°C), salinidad (psu) y oxígeno (% saturación), en función de la marea. En este lugar los puntos de muestreo se emplazaron cerca de la boca de manera que las estaciones correspondientes con marea vaciante (Estaciones 3, 6, 8 y 9) se ubicaron hacia la parte más exterior, mientras que

aquellas correspondientes con marea llenante se localizaron alrededor de 300 a 500 m hacia el saco de la bahía.

La distribución vertical de temperatura mostró en marea llenante una pequeña masa de agua homoterma ubicada en los primeros 2 m de la columna de agua, seguida de un decremento gradual de sus valores en profundidad hasta los 15 m (Figura 25 b), Anexo V), estructurando con ello una termoclina suave (0.2° C /m). En cambio, en marea vaciante la gradiente térmica se extendió desde la superficie hasta los 12 m (Figura 25 c), Anexo V).

La distribución vertical de salinidad mostró un incipiente incremento de sus valores en función de la profundidad, no registrando variación de sus valores en función del ciclo mareal (Figura 26 a), Anexo V). En marea llenante se detectó una estructura isohalina desde superficie hasta los 20 m (Figura 26 b), Anexo V), mientras que en marea vaciante la gradiente fue levemente mayor pero que no define una barrera salina (Figura 26 c), Anexo V).

El esquema de distribución vertical del oxígeno indicado en (Figura 27 a), Anexo V), no presentó al igual que la temperatura y salinidad marcadas diferencias de valores entre las mareas llenante y vaciante. Sin embargo, la distribución vertical en marea llenante mostró en los primeros 5 m de la columna de agua la presencia de una capa con valores homogéneos de oxígeno que fluctuaron entre 130 y 140% de saturación. En cambio, en las capas subyacentes de la columna de agua se registró bajo los 5 m una disminución gradual de sus valores, alcanzando valores de saturación de 80% en el nivel de 15 m de profundidad (Figura 27 b), Anexo V). El esquema de distribución vertical registrado en marea vaciante, presentó en la capa superficial hasta los 5 m, un cuerpo de agua homogéneo con altos valores de saturación de oxígeno (130 - 140%), seguido hacia profundidad de una suave gradiente que se extendió hasta los 15 m con valores de 80% (Figura 27 c), Anexo V).

En Quellón, el esquema de distribución vertical de temperatura y oxígeno presentó un patrón similar en los primeros 5 m de la columna de agua, que coincidió en marea llenante con la presencia de una reducida capa de mezcla (2 a 3 m) y cuya presencia tendió a desaparecer en la fase vaciante, siendo reemplazada por una gradiente

térmica. Este esquema de distribución termohalina en dos capas en un sector de canal que recibe la influencia directa de la masa de agua que entra por el golfo Corcovado, fue concordante con la distribución de corrientes de deriva registrada en marea llenante ya que los flujos superficiales que entran a la zona de estudio junto a la onda de marea de casi 3 m, se identifican por su gran intensidad y su orientación hacia el saco del área de estudio. La gran magnitud de los flujos favoreció, en los dos primeros metros de la columna de agua, la formación de un frente termohalino y el intercambio turbulento de la columna, el cual fue puesto en evidencia con la mezcla vertical de las variables ya indicadas. Para el caso del flujo subsuperficial, medido a 7 m, que también entró a la bahía, presentó flujos direccionales diferentes según sea el lugar de muestreo, detectándose en los lugares más próximos a la costa pequeños remolinos turbulentos de baja velocidad, que justifican la gradiente termohalina ya que la masa de agua puede mantenerse estable en ese lugar mientras dure el periodo mareal. En cambio, la fase vaciante caracterizada por la desaparición de la estructura termohalina de dos capas y su reemplazo por la gradiente vertical, coincidió con flujos de menor velocidad y orientadas hacia el saco del lugar geográfico. De esta forma, el retiro de la onda de marea y la menor velocidad de las corrientes pueden influenciar la salida por superficie de un cuerpo de agua más cálido y de menor salinidad.

➤ ***Calbuco***

❖ ***Muestreo de Invierno***

En general, la distribución vertical de temperatura (Figura 10, Anexo V), mostró una estructura similar para todas las estaciones efectuadas, con valores máximos en superficie (10,2 a 10,5°C), con la presencia de una capa de mezcla superficial que no sobrepasó los 4 m, para luego presentarse una gradiente descendente, la que fue acrecentándose con la profundidad, para llegar a valores menores a 9,5 °C bajo los 14 m.

No se observó algún efecto de las fases de marea sobre la estructura térmica de la columna de agua. Pero si se denotó una leve diferencia espacial, principalmente en

superficie (< 8 m), observándose una capa superficial ligeramente más cálida en las estaciones 5 y 6 ubicadas en el extremo SW del área de estudio.

La distribución de la salinidad en la columna de agua (Figura 11, Anexo V), señaló un comportamiento similar para las estaciones monitoreadas, observándose leves diferencias entre ellas bajo los 2 m. Los valores mínimos se asociaron a la superficie variando entre aproximadamente 31,5 y 32 psu, disminuyendo cerca de 1 psu a 2 m, nivel bajo el cual, las salinidades se mantuvieron relativamente constantes con la profundidad. En general, se denotó una ligera superioridad de las estaciones efectuadas bajo condiciones de marea vaciante, esto bajo los 2 m principalmente.

Por otra parte, la distribución vertical de la saturación de oxígeno disuelto en el área (Figura 12, Anexo V), mostró para todas las estaciones un suave descenso con la profundidad, registrándose una capa superficial (< 4 m) relativamente oxigenada, con valores superiores al 90% de saturación, disminuyendo a porcentajes bajo el 70% a profundidades más allá de los 12 m. No se detectó algún efecto notable de la marea sobre la estructura descrita.

❖ *Muestreo de Verano*

La distribución de valores de temperatura, salinidad y oxígeno no presentó diferencias cuantitativas asociadas a los periodos de marea llenante y vaciante. En cambio, la distribución vertical presentó una columna de agua separada en dos celdas, de las cuales la superior se identificó con una capa de mezcla de valores homogéneos hasta 5 m, mientras que bajo esa profundidad se detectó la segunda celda caracterizada por gradientes verticales de diferentes intensidades que se proyectaron hasta los 20 m. (Figuras 28, 29 y 30, Anexo V)

La distribución vertical de temperatura mostró que la masa de agua superficial hasta 5 m mantuvo sus características de mezcla turbulenta durante las dos fases de marea, mostrando los mayores valores de temperatura. Por el contrario, la estructura vertical de la gradiente térmica por estrato de profundidad, con los menores valores de temperatura observados en el nivel profundo de este sector, se modificó por el efecto de la marea. Así, en vaciante (Figura 28 b), Anexo V), la gradiente térmica por estrato de 5 m presentó valores similares por estrato (1 °C/m), entre 5 y 20 m, indicando un

retiro homogéneo de toda la masa de agua en concordancia con la marea vaciante. Por el contrario, en marea llenante, la onda de marea aportó por el estrato superficial un cuerpo de agua más frío que generó una gradiente más marcada entre los niveles de 5 a 10 m que entre los niveles de 10 a 20 m de profundidad (Figura 28 c), Anexo V). Esta distribución sugiere que el intercambio o renovación de la masa de agua en verano fue muy pobre en el estrato superficial hasta 5 m, con una capa homogénea que no se modificó por acción de la marea. En cambio, el estrato comprendido entre 5 y 10 m experimentó los mayores cambios de gradiente, pero que al parecer no representan un eficiente proceso de renovación de la masa de agua, dado que no se detectó un marcado coeficiente de variación de sus valores individuales.

La distribución vertical de salinidad mostró para la mayoría de las estaciones la presencia de una masa de agua homogénea pero de menor salinidad en el estrato superior de 5 m. En cambio, bajo los 5 m se detectó una suave gradiente, localizándose los mayores valores en el estrato profundo (Figura 29, Anexo V). Los cambios de magnitud de la gradiente en función de la profundidad y de la marea fueron similares a los de temperatura.

El esquema de distribución vertical de oxígeno (Figura 30, Anexo V), mostró que la capa superficial fue, como es habitual, bien oxigenada (mezclada), y que sus concentraciones disminuyen hasta 75% de saturación en la capa profunda.

El análisis integrado de estas variables muestra que la ventilación del canal por efecto de la marea es deficiente y no facilita la renovación de oxígeno por el nivel subsuperficial.

➤ ***Puerto Montt***

❖ ***Muestreo de Invierno***

La temperatura registrada en la columna de agua de 9 estaciones efectuadas frente a Puerto Montt (Figura 13, Anexo V), mostró en general, una espesa capa de mezcla superficial (10 a 12 m), bajo la cual se observó un aumento de la temperatura con la profundidad, configurando una inversión térmica para el área de estudio. Los valores mínimos, asociados a niveles superficiales variaron entre 9,8 y 10,4 °C, mientras que

los máximos registrados fluctuaron entre 10,7 y 11 °C bajo los 20 m. Se detectó cierta influencia de las fases de marea en la distribución vertical de la temperatura, denotándose en toda la columna, aguas ligeramente más cálidas durante la llenante.

La profunda capa de mezcla observada fue producto de los intensos vientos y oleaje presentes previo y durante la campaña de monitoreo, los que provocaron gran turbulencia y mezcla en la capa superficial, llegando a profundidades de hasta 10 m. Dicha dinámica y en conjunto con las bajas temperaturas ambientales registradas, conformaron una superficie fría, estructurando la inversión térmica observada. Estas características descritas, indican que el sistema tiene una rápida respuesta a las condiciones ambientales imperantes.

En cuanto a la configuración de la salinidad en la columna de agua (Figura 14, Anexo V), esta confirmó la presencia de una capa superficial homogénea, con valores que fluctuaron entre 30,6 y 31,7 psu, la que es más profunda en llenante (12 m) por sobre vaciante (8 a 10 m), bajo esta capa se registró un aumento suave hasta salinidades menores a 32 psu. Esta variable presentó una mayor diferenciación respecto a las fases de marea, mostrando que durante la llenante, los valores de salinidad fueron mayores (31,3 a 31,7 en superficie y 31,8 en profundidad), mientras que en vaciante la salinidad disminuyó en toda la columna de agua, con valores superficiales cercanos a 30,5 psu hasta salinidades que no superaron los 31,5 psu.

Finalmente, la distribución vertical del oxígeno disuelto (Figura 15, Anexo V), indicó una estructura similar a las otras variables, con una capa de mezcla superficial profunda (10 a 12 m), y una suave gradiente descendente en profundidad. Los porcentajes de saturación de oxígeno disuelto se mostró relativamente bajo en superficie, no superando el 90%, valores que se mantuvieron hasta casi los 15 m en marea vaciante y hasta 12 m en llenante, para luego disminuir a valores que variaron entre 65 y 75% de saturación.

❖ ***Muestreo de Verano***

En este sector, la actividad de muestreo correspondió con un período de mal tiempo post-temporal, durante el cual se homogeneizó la distribución vertical de los valores de temperatura en los primeros 5 a 7 m de la columna de agua, favoreciendo la mezcla

turbulenta. Por el contrario, en el nivel subsuperficial comprendido entre 7 y 15 m se detectó una fuerte termoclina (0.4° C /m), que disminuyó su magnitud en función de la profundidad. En general, la distribución vertical no mostró diferencias atribuidas a la marea (Figura 31, Anexo V).

La distribución vertical de salinidad mantuvo el esquema anterior sin detectar cambios entre las fases de marea (Figura 32, Anexo V).

Por el contrario, la distribución de oxígeno mostró en la capa superficial (0 a 5 m) una capa de mezcla, mientras que en el nivel subsuperficial entre los 5 y 15 m de profundidad, los valores de saturación (sobre 100%) aumentaron con la profundidad (Figura 33, Anexo V), con los mayores valores de saturación ($> 100\%$) en el estrato comprendido entre 10 y 15 m. Bajo los 15 m se detectó un nuevo decremento hasta alcanzar valores de 80% de saturación.

La distribución vertical de las variables oceanográficas tradicionales mostró para el área de estudio, que la interacción océano-atmósfera tiene una rápida respuesta en la columna de agua, que se evidencia en el hundimiento costero de la capa superficial, con elevadas concentraciones de saturación de oxígeno, hacia los niveles subsuperficiales (10 a 15 m). En este caso, el fuerte viento SE y la ubicación costera de las estaciones provocó que las masas de agua superficial (0 a 5 m) y subsuperficial ($\approx 7 \text{ m}$) pueden mezclarse fácilmente y a la vez hundirse sobre la zona costera, lo que explica la presencia de altas concentraciones de oxígeno en la capa subsuperficial. Por otra parte, un cambio climático local modifica en un corto período de tiempo ($< 24 \text{ hrs.}$) el tiempo de respuesta y la distribución normal de las variables.

3.2.5. Caracterización y Clasificación de las Zonas Críticas

De acuerdo a la propuesta técnica, la información obtenida para las diferentes bacterias bajo estudio, debía ser sometida a diversos análisis de tipo multivariado, específicamente se planteó la realización de un Análisis de Regresión a fin de encontrar un modelo que permita representar la intensidad de la presencia de bacterias patógenas, en función de las variables ambientales. Con este análisis también se puede detectar la fuerza con

que se correlacionan las distintas variables. Sin embargo, dado que los resultados entregados por el Laboratorio Aquagestión no evidenciaron la presencia de *Vibrio parahaemolyticus* ni *Salmonella sp.*, sólo se analizó estadísticamente la información correspondiente a Coliformes Fecales.

➤ Coliformes Fecales en muestras de especímenes

Dado que para esta situación no se disponía de una cantidad de muestras suficientes para realizar un análisis más exhaustivo, aquí sólo se presenta un análisis descriptivo complementario a lo descrito en el punto 3.2.4.1. Análisis Bacteriológico de este Objetivo.

La figura 28, que grafica los valores máximos de Coliformes Fecales detectados en los análisis realizados a las muestras de choritos, provenientes de los Centros de Cultivo, permite visualizar la inexistencia de un patrón de comportamiento de la variable bajo estudio tanto entre Zonas como entre Períodos de Muestreo. Además se puede apreciar que el máximo valor se presentó en una muestra proveniente de la Zona de Puerto Montt, en el período de verano. Por otra parte se observa que tanto en Calbuco como en Curaco de Vélez, los especímenes observados presentan concentraciones de Coliformes Fecales inferiores a 20 [nmp x100g].

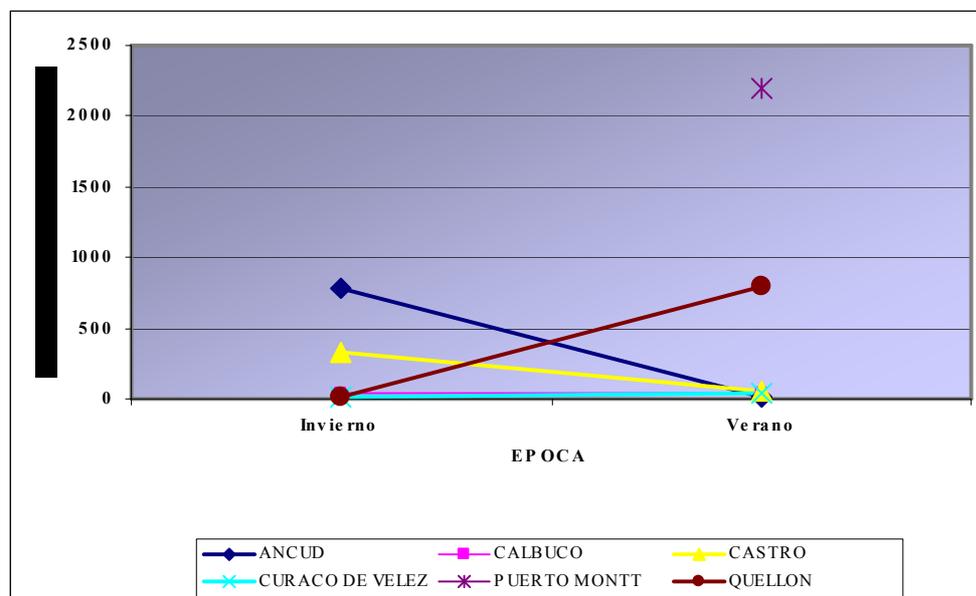


FIGURA 28: Máximo de Coliformes Fecales en Moluscos, por Zona, para cada Período de Muestreo.

➤ Coliformes Fecales en muestras de agua

Para este estudio se dispuso de los resultados del análisis bacteriológico, realizado por el Laboratorio Aquagestión, en relación al recuento de Coliformes Fecales en cada una de las 12 muestras de agua obtenidas en cada una de las 6 Zonas de interés, en cada uno de los dos períodos de muestreo (Invierno y Verano). Es decir se trabajó con un total de 144 observaciones. La figura 29 muestra la distribución de los Coliformes Fecales máximos observados, por época de muestreo, para cada Zona.

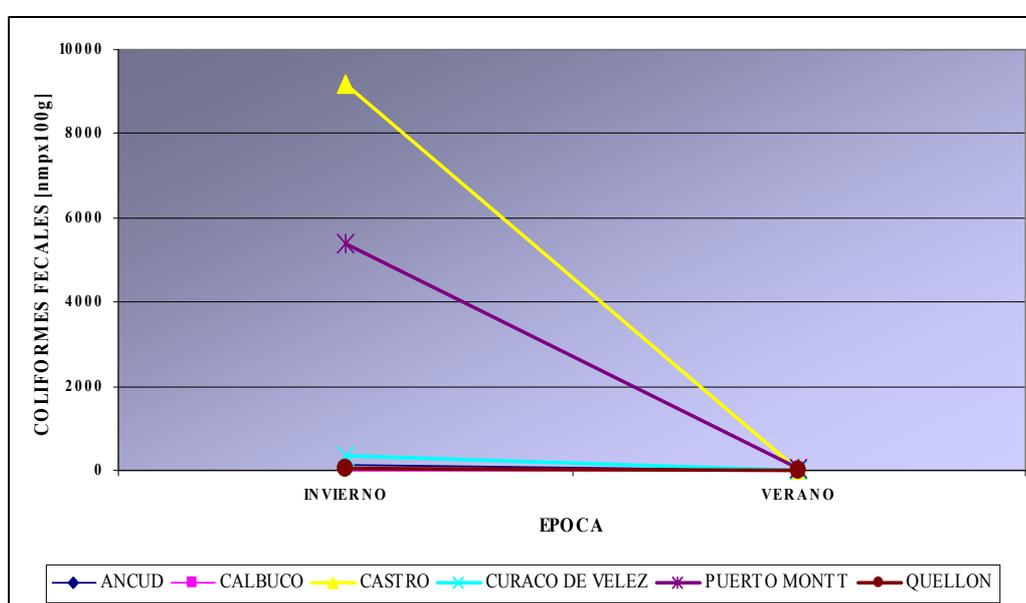


FIGURA 29: Máximo de Coliformes Fecales en Agua, por Zona, para cada Período de Muestreo.

En este gráfico se puede observar que, a diferencia del caso de moluscos, el valor máximo se obtuvo en una muestra proveniente de Castro, la cual se registró en invierno. Lo que es coincidente con el caso de las muestras de especímenes es que, tanto en Calbuco como en Curaco de Vélez, las muestras de agua presentaron bajas concentraciones de Coliformes Fecales. Finalmente se debe destacar que en verano, este organismo se presentó en cantidades casi no detectables para las técnicas de análisis utilizadas por el laboratorio.

Tal como se ha descrito a través de los distintos puntos del presente Objetivo, en forma simultánea a la extracción de las muestras de agua, en cada punto de muestreo se

recopiló información relativa a Temperatura, Salinidad y Oxígeno del Agua; Condición de Marea, Luna y de Viento; Profundidad de Extracción de la muestra; Dirección y Magnitud de la Corriente, tanto superficial como en profundidad; Termoclina y Transparencia. Con el fin de intentar asociar estas variables con la presencia de Coliformes Fecales en el agua, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). En este análisis se trata de construir nuevas variables (Factores), no correlacionadas entre si, que son funciones lineales de las variables originales de tipo cuantitativa. Con estas nuevas variables es posible construir nuevos planos de representación de las observaciones y de las variables originales.

Los resultados del ACP muestran que la variable Coliformes Fecales

- no queda bien representada en el primer Plano Factorial, es decir, el vector que la representa está alejado del círculo de radio unitario. (Figura 30)
- es la que participa mayoritariamente en la construcción del 3er. Eje Factorial (Figura 31)

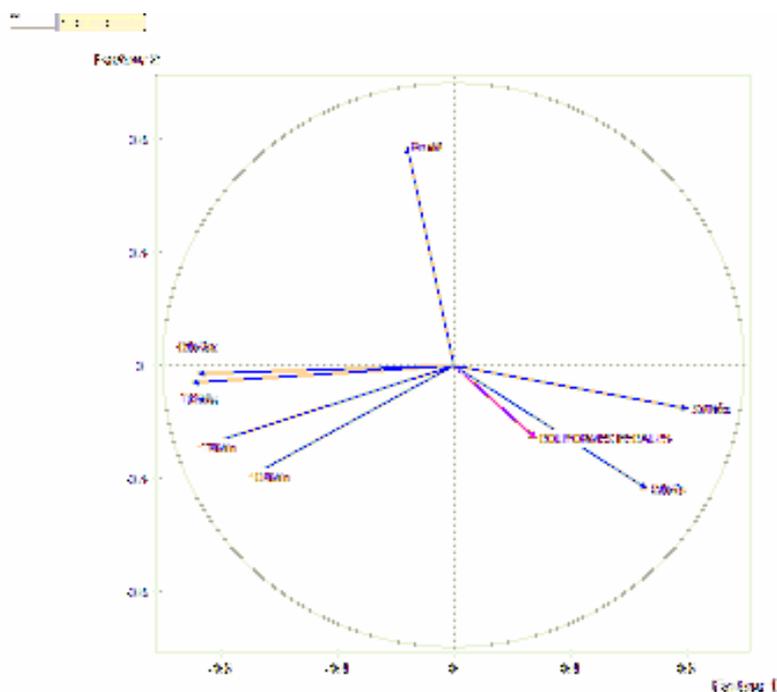


FIGURA 30: Representación de las variables continuas en el Primer Plano Factorial del ACP

Esta gráfica también permite visualizar que la variable Coliformes Fecales presenta una asociación directa con la Salinidad del agua e inversa tanto con la Temperatura como con el Oxígeno del Agua.

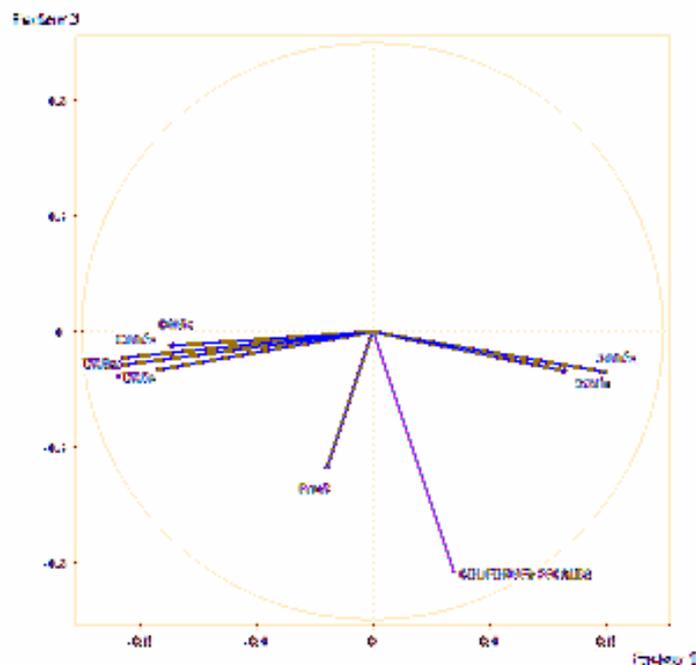


FIGURA 31: Representación de las variables continuas en el Plano Factorial 1-3 del ACP

Debido a que el 3er. Eje factorial sólo representa a un pequeño porcentaje de la variabilidad total de la información (12,6%) no se justifica el intentar identificar, sólo en base a este eje, las categorías de las variables cualitativas bajo estudio que sean de alto riesgo para los Coliformes Fecales.

A pesar que la información obtenida en este estudio indica que la presencia de coliformes fecales presentaría una correlación con la salinidad, se estima que ésta sería una “correlación espuria”, existiendo la posibilidad de una tercera variable (“factor de confusión” o “variable escondida”) que influye en ambas y que no fue considerada en este modelo.

OBJETIVO 4.4. :

Proponer medidas para mitigar el riesgo de contaminación bacteriana de los moluscos bivalvos en la décima región que afecta o puede llegar a afectar su consumo o exportación.

4.1. ANTECEDENTES

Dada su característica de organismos filtradores, los moluscos bivalvos son capaces de subsistir en buenas condiciones en un medio con alto aporte de sustancias orgánicas. Es por ello que, para el consumo humano es muy importante determinar el origen de esas sustancias orgánicas, ya que estos organismos concentran, a niveles peligrosos, sustancias orgánicas nocivas para los humanos cuando estas se encuentran en grandes cantidades en el medio. Cuando estas sustancias orgánicas provienen de microorganismos productores de toxinas, como por ejemplo de aguas servidas de origen doméstico, el consumo de moluscos suele volverse riesgoso ya que existe alta probabilidad de contener patógenos que afectan la salud humana, produciendo enfermedades gastrointestinales de diversa gravedad, pudiendo ocasionar, en casos extremos, hasta la muerte.

Para controlar la aparición de estos fenómenos vinculados a la proliferación de bacterias, existe una serie de medidas, de mayor o menor eficacia, de corto o largo plazo. Una de ellas es la protección al medio ambiente de manera tal que se disminuya al máximo el deterioro ambiental y se puedan extraer moluscos en zonas aptas para su consumo.

En el caso específico de la bacteria *V. parahaemolyticus*, cuya epidemiología ha sido ampliamente estudiada, se sabe que es habitante común en aguas costeras y estuarinas en regiones templadas y tropicales. En regiones templadas permanece en los sedimentos durante

el invierno, pero incrementa su presencia en la columna de agua en los meses más cálidos, cuando la temperatura está arriba de catorce grados (Manual Bergey, 1984). Su proliferación en aguas de la X Región se debe a un período excepcionalmente cálido en la región, por lo tanto las medidas de mitigación a largo plazo debieran considerar el control de aguas servidas sin procesamiento que contribuyen a aumentar la temperatura en las zonas de evacuación.

Como medida específica, hay investigadores que sugieren implementar lagunas de estabilización como tratamiento primario de las aguas residuales domésticas e industriales, para luego considerar el tratamiento secundario, si es necesario, de acuerdo a los análisis del efluente donde se produce la descarga. Sin embargo, hay que considerar que este proceso involucra aumentar los costos.

Otra medida es la instalación de emisarios marinos suficientemente alejados de la costa, teniendo presente los antecedentes de corriente y mareas del área. Esto se basa en la capacidad autodepuradora del agua de mar, ya que las bacterias patógenas son destruidas por el agua marina en un período de 24 horas a una semana (Sepúlveda *et al.*, 1996).

De acuerdo a la revisión bibliográfica (Tabla 10), entre los países que aplican alguna regulación a la presencia de *V. parahemolyticus*, existe consenso en que el riesgo de enfermar por ingestión de moluscos que contienen este patógeno depende de, al menos, los siguientes elementos:

➤ El nivel en que está presente en el molusco, al momento de la cosecha.

Es evidente que la cantidad de *V. parahaemolyticus* que se encuentra en el molusco al momento de la cosecha, va a depender de las condiciones que favorecen su crecimiento en el medio. Entre los factores ambientales que inciden en la prevalencia del patógeno en los moluscos, la temperatura del agua parece ser el más importante, por lo que, a medida que ésta se acerca a los 15°C, se debe comenzar a considerar las medidas de control para prevenir la infección (Lake *et al.*, 2003). También la salinidad del agua es importante ya que la bacteria se ve favorecida en aguas salobres (Tabla 41).

➤ Manipulación post cosecha.

Entre los factores relacionados con la manipulación y el procesamiento de los moluscos post cosecha, que contribuyen a modificar los niveles de *V. parahaemolyticus* al momento del consumo, se distinguen:

- ✓ la temperatura del aire al momento de la cosecha,
- ✓ el tiempo que los moluscos permanecen sin refrigerar desde cosecha a proceso y
- ✓ el tiempo que los moluscos permanecen refrigerados hasta el consumo. (FDA, 2000)

Como una forma de minimizar el efecto de estos factores, se ha normado al respecto (SMB/NT2/Marzo2006 y Reglamento Sanitario). Específicamente, el Reglamento Sanitario de los Alimentos (DS 977/96, Arts 314, 328) establece que el transporte de pescados y mariscos en estado fresco sólo podrá realizarse en medios de transporte especialmente adaptados, es decir, con carrocería cerrada y refrigerados. Esta normativa, que ha influido en el uso generalizado de este tipo de transporte, permite que los moluscos se sitúen a temperaturas entre 0 y 3°C en el menor tiempo posible una vez extraídos.

➤ Capacidad de multiplicación del *V. parahaemolyticus*

V. parahaemolyticus es un habitante normal de la costa marina y se multiplica durante los meses cálidos (Paris, 2005), por lo que su aislación desde moluscos es relativamente habitual. Durante períodos cálidos, la bacteria es recuperada de la mayoría de las especies de moluscos cosechadas en aguas costeras y en la época de frío se encuentra en los sedimentos marinos. En la mayoría de los casos, cepas de *V. parahaemolyticus* aisladas en moluscos no causan gastroenteritis humana (Kanagawa negativas). Los aislados clínicos de *V. parahaemolyticus*, en su mayoría, se diferencian de las cepas ambientales por su capacidad de producir una hemolisina directa termoestable (TDH), denominada el fenómeno Kanagawa. Una hemolisina termoestable relacionada (TRH) tiene una homología del 60% con la TDH y ha sido asociada con cepas causantes de gastroenteritis. La presencia de cepas Kanagawa o TDH y/o TRH positivas constituyen casos de salud pública. Muchas cepas clínicas producen ambos tipos de hemolisina (TDH y TRH).

El período de incubación de *V. parahaemolyticus* en humanos es de 12 a 24 hrs., luego del cual se produce un cuadro intestinal (enteritis) caracterizado por diarrea acuosa y cólicos

abdominales, que puede acompañarse de náuseas, vómitos, fiebre y cefalea. Generalmente es autolimitado y dura entre 1 a 7 días. La muerte por esta causa es muy rara. La medida principal es la hidratación para reponer los fluidos perdidos por la diarrea (Boletín 32 MINSAL, 2005). La tabla 41 describe algunos parámetros desde el punto de vista de las condiciones que facilitan el crecimiento del *V. parahaemolyticus* en el agua.

Tabla 41.- Condiciones de crecimiento del *V. parahaemolyticus*.

Parámetros de crecimiento	Condiciones Óptimas	Rango
Temperatura	37° C	5-43°C
pH	7,8-8,6	4,8-11
Condiciones atmosféricas	Aeróbica	Aeróbica o anaeróbica
NaCl en agua marina	3 %	0,5-10%

Fuente: Paris, E, 2005

4.1.1. Medidas de Control en Chile

Para los moluscos distribuidos y consumidos en Chile, el Ministerio de Salud define las políticas vigentes a través de los Servicios de Salud Regionales. Estos servicios tienen la autoridad para decretar y levantar vedas a la extracción y comercialización de moluscos, realizar decomisos y establecer responsabilidades cuando corresponda.

Es así que mediante la resolución N° 0491 del año 2004, MINSAL dispuso el funcionamiento de una Barrera Sanitaria ubicada en la localidad de Chacao, provincia de Chiloé, para el control del transporte de moluscos bivalvos que salga o ingrese a la Isla de Chiloé. Además se dispuso la exigencia de envasado en origen (mallas, sacos o cajones, etc.) y la identificación de todos los mariscos bivalvos que procedieran de áreas permitidas para su extracción del territorio jurisdiccional del Servicio de Salud Llanquihue, Chiloé y Palena. También se estableció el uso de una Guía de Transporte de Alimentos en la provincia de Chiloé indicando: nombre y RUT del despachador, vehículo de transporte, lugar de origen y destinos de los productos, embarcación (nombre, matrícula y patrón de lancha) especies, lugar

de extracción y número de envases. Estas disposiciones tuvieron un carácter temporal, como medidas de contingencia para evitar principalmente el riesgo de consumo de productos contaminados con el fenómeno de Marea Roja.

En el año 2004, entre Enero y Marzo un brote de intoxicación alimentaria por *V. parahaemolyticus* afectó a más de 1500 personas, mayoritariamente adultos, en la X región. La medida tomada en dicha ocasión fue la suspensión de la extracción de mariscos en las zonas más contaminadas, es decir, el seno de Reloncaví y lugares adyacentes (Resolución MINSAL J/0180 de 30/01/04). Esta rápida determinación logró controlar los casos, que no superaron los 1700. (Tabla 29).

Al año siguiente, 2005, el brote de gastroenteritis causado por *V. parahaemolyticus* se enfrentó reforzando las exigencias de mantención de la cadena de frío en la comercialización de los productos del mar, desde la extracción hasta su consumo, y, con la colaboración de la población, aplicando medidas de control de consumo, que establecían el consumo de mariscos cocidos (Circular 832/20, Febrero 2005, MINSAL). Para esto último, se reforzó la fiscalización de los locales de expendio de comidas preparadas que incluyeran mariscos o pescados crudos. Además, se implementó un sistema de monitoreo ambiental para detectar la presencia y concentración de *V. parahaemolyticus* en las áreas de extracción y en los puntos de venta. Al 25 de Febrero del 2005, momento de la publicación de la Circular 832/20, el brote ya estaba establecido y había afectado a más de ocho mil personas. Ese año los infectados alcanzaron casi las once mil personas (Tabla 29).

En el presente año, además de aplicar las medidas implementadas el año anterior, se realizaron diversas campañas las que se difundieron a la población, a nivel regional y nacional, a través de la radio, la televisión, volantes y afiches. Al 16 de Abril del 2006, el brote había afectado a aproximadamente 3500 personas.

En todos los años de aparición del brote, las altas temperaturas oceánicas (Tabla 9) parecen haber contribuido a la rápida expansión del *Vibrio* del tipo patogénico correspondiente al clon pandémico (O3:K6) que emergió en el Sudeste Asiático en 1996 (González-Escalona *et al*, 2005).

4.2. DESARROLLO METODOLOGICO Y RESULTADOS

Para determinar las medidas a proponer se analizó la información obtenida a partir del desarrollo de los Objetivos 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente propuesta. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan de acuerdo a los elementos considerados como incidentes en el riesgo de enfermar por ingestión de moluscos que contienen *V. parahemolyticus*, descritos en el punto 4.1 anterior,

➤ El nivel en que está presente en el molusco, al momento de la cosecha,

Uno de los propósitos de este estudio fue determinar los niveles de *V. parahaemolyticus* al momento de la cosecha y los factores que podían influir en su concentración. Después de un análisis de las características propias del lugar donde se realizaron los muestreos, tales como la cercanía a los emisarios, características oceanográficas (corrientes, vientos, etc.) y los resultados de los contenidos bacterianos de las muestras de agua y de moluscos realizadas en dos períodos del año, Invierno y Verano, se ha estimado que, bajo las condiciones ambientales de los muestreos, los moluscos procedentes de Centros de Cultivo, tienen bajos contenidos de *V. parahaemolyticus* al momento de su extracción, ya que, como se indica en el Objetivo 4.3, el contenido de *Vp.* fue indetectable en ambos muestreos.

En base a estos resultados, se podría postular que la contaminación bacteriana por este patógeno, hasta niveles capaces de producir la enfermedad, es alcanzada después de la extracción.

➤ Manipulación post cosecha

Para conocer algunos antecedentes acerca de las condiciones de traslado de los moluscos bivalvos desde su extracción, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a los Pescadores Artesanales (Anexo VI) que desembarcan sus productos en las principales caletas de la X Región. Después de un período de 20 días de aplicación, sólo se logró recolectar información de 40 pescadores, distribuidos por Caletas de desembarque como se muestra en la Tabla 42.

Ante la consulta acerca de si la embarcación que utiliza cuenta con alguna medida para evitar que el producto quede expuesto a alzas de temperatura, la totalidad de los encuestados respondieron negativamente.

Por otra parte, en relación al transporte terrestre del producto, la tabla 42 muestra la distribución de los encuestados a la consulta ¿El medio de transporte que utiliza para el traslado de sus productos en tierra, es propio?

Tabla 42.- Pescadores Artesanales encuestados, según propiedad del medio de transporte terrestre que utiliza y Caleta de Desembarque.

CALETA	NO	NO UTILIZA	NO RESPONDE	TOTAL
Ancud	6	1	1	8
Castro	1	4	0	5
Dalcahue	4	7	1	12
Quellon	1	12	1	14
Quemchi	1	0	0	1
TOTAL	13	24	3	40

Pese a la normativa existente, la figura 32, obtenida durante el muestreo de Invierno en Calbuco, muestra que aún persiste la práctica de trasladar los moluscos, (desde su lugar de cosecha hasta el desembarcadero, o desde el Centro de Cultivo a la Planta de Procesamiento), en la cubierta de los botes y sin protección.



FIGURA 32: Vista parcial de bote cosechador al momento de embarque de mallas de moluscos desde el centro de cultivo. Calbuco, Muestreo de Invierno 2005

➤ Capacidad de multiplicación del *V. parahaemolyticus*

Si se toma en cuenta que en Quellón está la mayor cantidad de buzos mariscadores autorizada (aprox. 1000, según la Asociación de Pequeños Industriales Pesqueros de Quellón) y que en algunos períodos, sobre el 50% de moluscos bivalvos desembarcados en Quellón proviene de la XI Región (como en el año 2000, en que aproximadamente el 60% del recurso Cholga provenía de la XI Región), el período de tiempo post cosecha se torna crucial en el control de la multiplicación del patógeno, el cual puede aumentar 16 veces en 24 horas a temperaturas de 22°C y duplicarse en 9-10 minutos a 37°C (Paris, E, 2005).

Para obtener información acerca del tiempo que transcurre entre la extracción del molusco y el desembarque, se incluyó este tema en la encuesta aplicada a Pescadores Artesanales de la X Región (Anexo VI), obteniéndose lo que se resume en la Tabla 43.

Esta información, que permite estimar un tiempo promedio de demora entre extracción y desembarque que varía entre 0,63 y 1,65 horas, dependiendo de la especie, presenta una gran discrepancia con lo esperado, si se considera la información extraída del Informe Técnico N°65 de la Subsecretaría de Pesca (2001), que indica que

- en el puerto de Quellón, se desembarca alrededor del 45% de la producción regional de moluscos bivalvos.

- el área de operación de las flotas artesanales bentónicas que desembarcan en Quellón, se extiende hasta la XI Región.

Lo cual significa que entre la extracción y el desembarque la demora no es menor a las siete horas.

Tabla 43.- Pescadores artesanales, según su estimación (en hrs.) de la distancia, entre Área de Extracción y Desembarque, por Especie

Distancia [hrs.]	ESPECIE					
	almeja	Cholga	chorito	culengue	Huepo	Pulpo
0,25	0	0	0	0	1	0
0,5	2	1	0	0	3	0
1	6	12	1	0	2	2
1,5	2	0	0	0	0	0
2	11	1	0	1	0	2
3	2	0	0	1	0	0
TOTAL	23	14	1	2	6	4

Lo anterior indica que el principal problema en los niveles de *V. parahaemolyticus* en los mariscos se produce en el período que va desde la extracción del molusco hasta la entrega del mismo al vehículo de transporte. Por lo tanto, las medidas de mitigación debieran considerar el control de las actividades realizadas en ese período.

4.3. Medidas Propuestas

Con el fin de mitigar el riesgo de contaminación bacteriana de los moluscos bivalvos en la X región que afecta o puede llegar a afectar su consumo o exportación, es necesario aplicar acciones que consideren la coordinación y colaboración de los diversos actores involucrados como son: Gobierno Central, Gobierno Regional, Sernapesca, Ministerio de Salud, Universidades, Productores y Pescadores Artesanales, entre otros.

Como resultado de este proyecto, a continuación se plantea una serie de acciones a desarrollar, las cuales están determinadas por las diversas medidas propuestas, que responden a objetivos específicos.

Desde el punto de vista del tiempo que se requiere para aplicarlas, las medidas propuestas se clasifican en:

- A corto plazo,
- A mediano plazo, y
- A largo plazo.

Desde el punto de vista del problema de salud pública que genera el consumo de moluscos bivalvos con contaminación bacteriana, las medidas se clasifican, además, en:

- Medidas de prevención, y
- Medidas de control

Las medidas de prevención consideran todas las acciones destinadas a evitar que la población sea afectada por intoxicaciones debido al consumo de moluscos. Incluyen campañas publicitarias, cursos de capacitación para el personal que extrae, vende y manipula los moluscos antes del consumo, reforzamiento de la fiscalización tanto en el transporte de mariscos frescos, como en los lugares de expendio al consumidor.

Las medidas de control, en cambio, contemplan un conjunto de acciones destinadas a disminuir la exposición al *V. parahaemolyticus* de los moluscos reservados al consumo, las cuales deberán ser enfatizadas en el período post cosecha, entre ellas está el enfriamiento inmediato, congelamiento rápido, tratamiento al calor (pasteurización), radiación, depuración, etc. Además se considera la implementación de un sistema de Vigilancia con alerta temprana, basado en los factores más relevantes en el desarrollo de este patógeno, tales como elevación de la temperatura del agua y proporción de *V. parahaemolyticus* patógeno (TDH+) *in situ*. Este sistema deberá permitir el reconocimiento de los límites de seguridad para la población, a fin de que los organismos correspondientes basen sus decisiones de cierre de locales de extracción, vedas temporales y otros. Las tablas que se presentan a continuación contienen un listado de las medidas propuestas, de acuerdo al objetivo que persiguen, clasificadas desde ambos aspectos.

Tabla 44.- Medidas de aplicación a largo plazo

OBJETIVO	MEDIDA	ACCIONES
	PREVENTIVAS	
Mejorar manejo de información para toma de decisiones	Formación de comisión mixta que aborden el problema desde diferentes aspectos: Salud Pública, Medio Ambiente, Económico y Social	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de base de datos en que confluya la información de todos los agentes involucrados ✓ Reuniones periódicas de la comisión ✓ Recomendación de nuevas acciones y evaluación de resultados

Tabla 45.- Medidas de aplicación a mediano plazo

OBJETIVO	MEDIDA	ACCIONES
	DE CONTROL	
Fundamentar científicamente, la toma de decisiones en relación a la extracción, venta y consumo de moluscos bivalvos	Implementación de un programa de investigación epidemiológica y ambiental sobre <i>V. parahaemolyticus</i> en el país que permita identificar los valores críticos para la implementación de acciones tendientes a controlar y/o prevenir intoxicaciones,	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licitación de proyectos sanitarios de detección de la bacteria. ✓ Preparación de programas de monitoreo o vigilancia ambiental
Fundamentar, social y económicamente las estrategias de aplicación de las acciones relacionadas con la extracción y venta de moluscos bivalvos tendientes a prevenir y/o controlar intoxicaciones asociadas al consumo directo.	Diseñar estrategias de aplicación de las acciones relacionadas con la extracción y venta de moluscos bivalvos tendientes a prevenir y/o controlar intoxicaciones asociadas al consumo directo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licitación de estudios de análisis de costo/beneficio de la implementación de acciones tendientes a prevenir y/o controlar intoxicaciones

Tabla 46.- Medidas de aplicación a corto plazo

OBJETIVO	MEDIDAS	ACCIONES
	PREVENTIVAS	
Masificar el conocimiento sobre <i>V. parahaemolyticus</i> y su relación con el consumo de moluscos frescos	Educación de la población sobre el peligro que significa para la salud, el consumo de moluscos frescos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Difusión del problema a través de TV, prensa, trípticos, charlas en colegios. ✓ Etiquetado del producto con recomendación de forma de consumo: (fresco, cocido etc.).
	Educación y capacitación de personal relacionado con distribución y expendio de moluscos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cursos de capacitación con apoyo de videos de casos y actividad práctica ✓ Implementación de programa de trazabilidad
	DE CONTROL	
Mejorar forma de transporte y distribución de moluscos frescos	Mantención de la cadena de frío en el transporte de moluscos frescos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementación de normativa que exija el uso de hielo en las embarcaciones, plataformas de cosecha y vehículos de transporte terrestre de moluscos vivos. ✓ Implementación de sistemas de control y fiscalización de la norma ✓ Fijación de sanciones
	Mantención de la cadena de frío en el expendio de moluscos frescos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementación de normativa que exija el uso de hielo en terminales pesqueros y centros de expendio de moluscos frescos ✓ Implementación de sistemas de control y fiscalización de la norma ✓ Fijación de sanciones

Dado a que uno de los problemas para tomar decisiones oportunas se debe, muchas veces, a la falta de acuerdo entre las instituciones con jurisdicción, como Sernapesca y MINSAL, para establecer medidas tales como barreras sanitarias, controles carreteros y cierre y apertura de áreas, se hace especial hincapié en la Formación de Comisión Mixta para abordar el problema desde diferentes aspectos: Salud Pública, Medio Ambiente, Económico y Social

Por último, se recomienda que las acciones para enfrentar *V. parahaemolyticus* que debieron implementar el año 2005 las Seremis de Salud, de acuerdo a la Circular N° B32/20, se transformen en permanentes.

4.4. Evaluación económica de las Medidas Propuestas

La evaluación económica de estas medidas debe considerar los costos de la implementación de las acciones propuestas, tanto desde el punto de vista de las inversiones como de los costos operacionales privados o del estado.

➤ Costos del Estado

Para obtener una aproximación de estos costos, se tomó como referencia información proveniente de diversos trabajos realizados a través de proyectos semejantes.

Los resultados obtenidos se incluyen en la Tabla 47. Esta tabla considera parte de las medidas que se deben tomar para la prevención y control de futuros brotes en la región. No han sido consideradas otras medidas para las cuales no hay una estimación aproximada de los costos.

Tabla 47.- Costos aproximados de las medidas propuestas, en millones de pesos

MEDIDA	COSTO [Millones]	OBSERVACIONES
Educación de la población sobre el peligro que significa para la salud, el consumo de moluscos frescos	50	Se tomó como referencia el costo de la campaña 2004 por <i>V. parahaemolyticus</i> (Cuenta Pública 2004, Servicio de Salud Llanchipal)
Implementación de Programa de investigación epidemiológica sobre <i>V. parahaemolyticus</i>	200	El monto considera \$170 millones para 3 años de trabajo en la construcción de una base de datos epidemiológicos e indicadores (Ref.: Programa Marea roja) y \$30 millones para la búsqueda de un modelo predictivo que permita optimizar la toma de decisiones (Ref.: FIP 2004-25)
Diseñar estrategias de aplicación de las acciones relacionadas con la extracción y venta de moluscos bivalvos tendientes a prevenir y/o controlar intoxicaciones asociadas al consumo directo.	10	Corresponde a los costos de evaluación de un modelo aplicable a este sector productivo
Formación de comisión mixta que aborde el problema desde diferentes aspectos (Salud	7	Costo estimado de dos reuniones por año de comité integrado por expertos del ámbito de salud, ambiente. Institucional y académico

Pública, Medio Ambiente, Económico y Social)		(Ref.: FIP 2004-25)
---	--	---------------------

➤ **Costos Privados**

La estimación de los costos privados de las medidas propuestas es una de las materias a tratar en el Taller de Discusión que se realizará en Puerto Montt y que se describe en el punto 4.2.2 de este mismo Objetivo.

Como punto de partida para la discusión, se plantea que la empresa privada debiera ser la principal fuente de financiamiento para:

- la implementación de un sistema de trazabilidad, acción que forma parte de la medida propuesta “Educación y capacitación de personal relacionado con distribución y expendio de moluscos”, y que considera no sólo el origen de los moluscos comercializados, sino también su destino, (consumo fresco, planta de proceso, exportación, etc.) a fin de permitir el control del cumplimiento de los protocolos indicados para cada situación. Implementar un sistema de trazabilidad puede ser costoso inicialmente, pero al mismo tiempo puede ahorrar tiempo y dinero en el lugar de destino al evitar chequeos de calidad del producto, promoviendo la confianza entre los integrantes del acuerdo comercial y facilitando la posibilidad de obtener mejores precios.
- la implementación de infraestructura para la “Mantenimiento de la cadena de frío en el transporte de moluscos frescos”, vale decir, desde extracción a caleta de desembarque y desde allí hasta el expendio del producto al consumidor. Algunas de las acciones que deben ser evaluadas son
 - ❖ Diseño de contenedores, para traslado de hielo y de moluscos frescos, durante el transporte terrestre.
 - ❖ Adecuación de las embarcaciones de cosecha para que cuenten con el hielo suficiente para la operación diaria.
- la implementación de infraestructura para la “Mantenimiento de la cadena de frío en el expendio de moluscos frescos”. Esta medida considera la instalación de una planta de fabricación y/o almacenamiento de hielo por caleta (construcción de galpón, instalación de equipos y maquinaria de hielo, acondicionamiento de área de almacenamiento);

Otro aspecto que se debe considerar dentro los costos privados, es el efecto de la aplicación de las medidas propuestas en la actividad de los pescadores artesanales. Es por ello que también se incluyó este tema en la encuesta aplicada a trabajadores de dicho sector (Anexo VI). La respuesta obtenida se resume en las tablas siguientes.

Tabla 48.- Parámetros de interés en relación a Volumen de Extracción [Kg./buzo/día], por especie y tipo de período

ESPECIE	VOLUMEN DE EXTRACCION [Kg./buzo/día]					
	PERIODO DE ALTA			PERIODO DE BAJA		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Almeja	747.20	100.00	1800.00	741.51	41.67	8750.00
Cholga	1156.67	300.00	2000.00	514.29	150.00	1000.00
Culengue	450.00	100.00	800.00	300.00	300.00	300.00
Huepo	116.00	80.00	140.00	52.00	30.00	100.00
Pulpo	215.00	60.00	300.00	87.50	20.00	150.00
TOTAL	752.68	60	2000.00	526.26	20	8750

Tabla 49.- Parámetros de interés en relación al Precio de Venta [\$ por Kg.], por especie y tipo de período

ESPECIE	PRECIO DE VENTA [\$ por Kg.]					
	PERIODO DE ALTA			PERIODO DE BAJA		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Almeja	191.55	142.86	200.00	135.04	12.00	180.00
Cholga	101.94	87.50	166.67	79.40	50.00	116.67
Culengue	1213.50	220.00	2207.00	190.00	180.00	200.00
Huepo	640.00	600.00	700.00	510.00	500.00	550.00
Pulpo	1450.00	1300.00	1500.00	1150.00	1000.00	1200.00
TOTAL	354.32	87.5	2207.00	239.24	12	1200.00

4.5. Taller de Discusión

Aunque en la propuesta técnica de este estudio se planteaba la posibilidad de realizar esta actividad en la ciudad de Valparaíso, acogiendo una sugerencia de la Subsecretaría de Pesca durante la última reunión de coordinación del proyecto, el Taller de Discusión “*Bacterias Patógenas Humanas en Moluscos de Consumo*” (Anexo VIII) se llevó a cabo los días 5 y 6 de Julio de 2006 en la ciudad de Puerto. Montt.

4.5.1. Participantes

Esta actividad contó con la participación de profesionales del sector público y privado involucrados en los temas relativos al proyecto, así como también de profesionales del sector productivo, centros de cultivos y plantas de proceso (Tabla 50).

Tabla 50.- Participantes Taller de Discusión

Nombre	Institución
Claudia Rozas	Servicio Nacional de Pesca
Sergio Fuentes	Empresa de Servicios Sanitarios de los Lagos. S.A.
Eugenio Yokota Beuret	Pesquera Pacific Farmer
Viviana Cachicas	Instituto de Salud Pública
Vilma Orellana	Pesquera Pacific Farmer
Tomás Mendoza Castillo	Pesquera Pacific Farmer
Luis Valencia Correa	Conserva y Congelados de Pto. Montt S.A.
Sandra Bravo	Universidad Austral de Chile
Mariel Campalans B	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Jacqueline Campalans B.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Enrique Rocha	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Marcelo Cofré	Empresa de Servicios Sanitarios de los Lagos. S.A.
Iván Trincado del Solar	Eichler Meier S.A.
Jocelyn Sullivan	Sociedad Ferrando y Suarez Ltda.
Birgit Eichler	Eichler Meier S.A.
Sabino Velásquez	Cultivos Mare Aperto
Peter Neilson	Fish Farming International



FIGURA 33: Presentación Dra. Viviana Cachicas, Instituto de Salud Pública



FIGURA 34: Presentación Sr. Eugenio Yokota, Gerente General, Pesquera Pacific Farmer



FIGURA 35: Vista general participantes Taller de Discusión



FIGURA 36: Participantes Taller de Discusión FIP 2004-53



FIGURA 37: Sr. Eugenio Yokota, Iván Trincado y Sabino Velásquez, productores moluscos bivalvos

4.5.2. Comentarios del Taller

En el Taller se procedió a presentar los resultados emanados de este estudio y al término de las exposiciones la discusión con la audiencia se centró en temas relacionados con la normativa, variables ambientales asociadas a la presencia de microorganismos, epidemiología del *Vibrio parahaemolyticus*, zonas vulnerables y medidas de prevención, control y mitigación de bacterias patógenas.

El programa del Taller se estructuró de acuerdo a sesiones, agrupando aspectos relacionados con la situación ambiental de la región, epidemiología del *Vibrio* y medidas de mitigación. De esta forma, el día 5 de julio la Sesión I (Introducción y Resultados) comenzó con el marco del proyecto, presentación que estuvo a cargo del Jefe de Proyecto. Posteriormente, se llevó a cabo la presentación del Sr. Sergio Fuentes, Gerente de Producción de ESSAL S.A., quien se refirió a los servicios sanitarios y tratamientos de aguas servidas en la X Región. A continuación, se realizó la presentación sobre variables ambientales asociadas a la presencia de microorganismo patógenos humanos en cuerpos de agua de la X Región, la cual estuvo a cargo de uno de los investigadores del equipo del proyecto.

La Sesión II sobre el análisis de la situación chilena incluyó el análisis de las variables asociadas al desarrollo de la presencia de bacterias patógenas en moluscos bivalvos, a cargo

del equipo de trabajo del proyecto. Posteriormente, se presentó el representante del Instituto de Salud Pública, Sra. Viviana Cachicas, quien abordó el tema de la presencia y concentración de patógenos humanos asociados al consumo de moluscos en Chile, la epidemiología del *Vibrio parahaemolyticus* y las medidas de contingencia. Para finalizar los temas tratados en esta primera etapa del taller, se presentó el Sr. Eugenio Yokota, Gerente General de Pesquera Pacific Farmer, quien abordó el tema del impacto de las bacterias patógenas en la industrial pesquera de mariscos de exportación.

Las ponencias del segundo día incluyeron a Claudia Rozas, representante del Departamento de Sanidad Pesquera del Servicio Nacional de Pesca, quien abordó el tema del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos, desde el punto de vista del control del *Vibrio parahaemolyticus*. A continuación, se realizó la presentación de las medidas propuestas por el equipo de trabajo del presente proyecto para mitigar el riesgo de contaminación bacteriana en moluscos de consumo.

Esta presentación dio paso a una mesa redonda que contó con la participación de todos los presentes, y cuyo resumen y temas discutidos se presenta a continuación.

4.5.3. Conclusiones y Recomendaciones

Luego de la discusión se logró recopilar una serie de medidas complementarias a las propuestas por el equipo de trabajo, entre las cuales las más relevantes son:

- Mayor control del origen de los mariscos que se venden en mercados y en comercios establecidos.
- Prohibir la venta de mariscos crudos tanto en mercados como en restaurantes durante los meses de verano (enero-marzo).
- Mayor control y sanciones a quienes infrinjan las disposiciones establecidas por la autoridad en cuanto a venta y distribución de mariscos crudos.
- Generar un kit de diagnóstico de bacterias patógenas, con énfasis en *Vibrio*, de tal modo de permitir una evaluación práctica y rápida de posibles focos de contaminación.
- Generar proyectos de carácter gubernamental para la implementación de plantas de proceso de mariscos de recolección artesanal (desconche en playa), de manera de

entregar metodologías e infraestructuras limpias para asegurar su estado sanitario previo a la distribución.

- Fiscalizar y controlar descargas directas al mar de sectores no conectados a la red de alcantarillado, tales como Angelmó, terminal de buses, Mall, entre los más importantes.
- Mayor control y fiscalización de los sistemas de transporte terrestre de los productos, de tal manera de verificar la continuidad de la cadena de frío necesaria para la buena preservación de los mariscos.
- Exigir a todo el transporte terrestre de moluscos equipamiento de sistemas de enfriamiento autónomo.
- Implementar un sistema que permita una trazabilidad fidedigna de los productos desde su origen hasta su punto de expendio de manera de certificar sanitariamente los mismos.
- También fue sugerido establecer categorías de restaurantes o expendedores de alimentos, según sea el origen de sus productos, en A, B o C siguiendo el patrón de las áreas de extracción de moluscos, enfocados al origen del producto que ofrecen, si se obtiene de un proveedor informal o establecido.
- Revisar las metodologías utilizadas actualmente para la detección de *Vibrio parahaemolyticus*, ya que al parecer no son las indicadas para determinar su presencia en las aguas y en la carne de los moluscos.

OBJETIVO 4.5. :

Evaluar la eficacia de los procesos de depuración y/o transformación de los moluscos bivalvos en la eliminación de bacterias patógenas.

5.1. ANTECEDENTES

Los moluscos bivalvos son organismos lamelibranquios que se alimentan por filtración. Este particular sistema de alimentación hace que ellos retengan en su interior los microorganismos existentes en el agua, de manera proporcional a la contaminación de ésta. Además, constituyen una de las pocas especies que se consumen crudas o ligeramente cocidas y, debido a su capacidad de concentrar contaminantes microbianos o minerales en su tejido digestivo, han sido asociados a brotes de enfermedades (Richards, 2002).

El procesamiento de los moluscos ha sido la mejor forma de reducir las enfermedades que se producen por esta vía (Richards, 2002). Algunas de las más efectivas técnicas de procesamiento de moluscos incluyen el tratamiento térmico, depuración natural, depuración controlada, proceso de flujo abierto, proceso de batch, proceso de recirculación, aplicación de alta presión hidrostática y el proceso “AmeriPure”, todos ellos descritos en el punto G.2.7 del Objetivo General de este documento.

Dos de los procesos más utilizados para eliminar bacterias patógenas de los moluscos bivalvos son la depuración y la transformación, los cuales se describen a continuación.

5.1.1. Depuración

Este método de purificación de los bivalvos involucra la colocación de los moluscos en bandejas depositadas dentro de estanques con un flujo de agua casi estéril. El mecanismo de bombeo de los moluscos mientras filtran alimento, permite reducir su carga microbiológica. De esta forma, los organismos infecciosos pueden disminuir generalmente a niveles aceptables en un período no inferior a las 48 horas. (Grohmann et al. 1981, citado por Puerta 1995). Se hace notar que el proceso de depuración sólo actúa sobre bacterias, no sobre virus ni toxii infecciones producidas por mareas rojas.

Todas las técnicas de depuración dependen de la capacidad intrínseca de los moluscos para expulsar bacterias. En términos simples, si un molusco no filtra en forma activa no podrá realizar el proceso de depuración, sin importar el equipo con el que se cuente. En este sentido, los moluscos se comportan mejor sometidos a ciertas condiciones ambientales, las cuales varían dependiendo de la especie, las características del centro de cultivo y la ubicación geográfica de su procedencia.

En general, algunos parámetros que permiten que los moluscos desarrollen una buena filtración son:

➤ Agua libre de microorganismos

Para lograr el nivel óptimo de reducción de la carga microbiológica en el agua, es conveniente algún agente depurador, entre los cuales se destacan:

- **Cloro:** Este producto se bombea a una cámara donde se mezcla con agua, a niveles de aproximadamente 0.3 ppm., a fin de esterilizarla. Luego, antes de que el agua ingrese al estanque de mantención, se elimina mediante un sistema de aireación. En la actualidad, este agente ha sido reemplazado por la radiación ultravioleta.
- **Ozono:** El ozono posee eficientes propiedades germicidas, las cuales se atribuyen a su alto potencial de oxidación y tiene un efecto directo, ya que desintegra las paredes celulares de las bacterias y virus. Una de sus principales ventajas es que puede utilizarse en aguas turbias y, además, mejora el sabor, olor y color del agua. También puede destruir restos orgánicos.

- **Rayos Ultravioleta:** Se utilizan tubos fluorescentes especiales de vapor de mercurio para generar luz ultravioleta a una longitud de onda de 253.7 nanómetros. La luz, a esta longitud de onda, es germicida y actúa dañando el ADN y ARN de las bacterias y virus, evitando que se reproduzcan o matándolos.

➤ **Salinidad adecuada.**

Es necesario un período de aclimatación en la diferencia de salinidad entre el área de crecimiento del molusco y el lugar de depuración. Niveles aceptables de salinidad del agua están entre 10 y 32 ppt.

➤ **Niveles adecuados de oxígeno.**

El nivel de oxígeno disuelto es crítico en los sistemas de recirculación. En ningún caso debe ser inferior a 2 mg/l.

➤ **Rango correcto de temperatura del agua.**

Una temperatura inferior a 14°C, disminuye la actividad de depuración, mientras que una mayor a los 30°C, fomenta el rápido crecimiento de las bacterias.

Una deficiente tecnología de depuración, que se traduce en que los productos superen los niveles microbiológicos máximos establecidos al finalizar el proceso, puede tener relación con uno o varios de los siguientes problemas:

- mala calidad microbiológica del agua,
- escaso volumen de agua,
- tiempo de depuración insuficiente,
- exceso de carga de moluscos,
- estiba incorrecta de los moluscos en las piscinas (que no permita un flujo de agua adecuado)

Es importante destacar que la manipulación antes y después del proceso de depuración incide directamente en la calidad del producto, por lo que, se debe mantener un buen manejo del producto desde la cosecha hasta el empaque final y su posterior traslado a los mercados de destino.

5.1.2. Transformación

Un producto transformado es aquel que ha sido sometido a un tratamiento físico o químico, como por ejemplo calentamiento, ahumado, salazón, deshidratación, escabeche, etc., aplicado a los productos refrigerados o congelados, asociados o no a otros productos alimenticios o a una combinación de estos procedimientos (HPB-NT1).

Los moluscos bivalvos congelados son aquellos que han sido sometidos a un proceso térmico hasta alcanzar una temperatura de a lo más -18°C en su interior, tras su estabilización térmica. El proceso de congelación se realiza en un equipo apropiado, de forma que se atraviese rápidamente el intervalo de temperaturas hasta la cristalización máxima. El producto deberá conservarse congelado de modo que se mantenga su calidad durante el transporte, el almacenamiento y la distribución. Los moluscos bivalvos congelados se elaboran y envasan de manera que la deshidratación y la oxidación sean mínimas.

Por otro lado, un producto fresco es un producto pesquero, incluido los productos envasados en atmósfera controlada, que no hayan sido sometidos a ningún tratamiento destinado a garantizar su conservación, distinto de la refrigeración (temperatura entre 0 y 4°C). Los moluscos bivalvos en conserva se presentan en envases cerrados herméticamente y deben haber sido objeto de una elaboración suficiente que asegure su esterilidad para fines de comercialización.

Un producto pesquero preparado es aquel que haya sido sometido a una modificación de su integridad anatómica.

En muchas ocasiones existe una mezcla de los procesos de transformación y preservación de los alimentos, por lo que el producto final puede involucrar uno o más procesos.

5.1.3. Normativa vigente relacionada con la comercialización de moluscos bivalvos

En nuestro país las plantas de depuración y/o transformación, así como también la comercialización y exportación de moluscos bivalvos se rigen por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (D.S. MINSAL N° 977/96), dentro del cual se encuentra una serie de cuerpos legales y normativas que se pueden dividir en 3 áreas diferentes:

- Transporte
- Productos destinados al mercado nacional
- Productos para consumo directo

5.1.3.1. Transporte

En el Reglamento antes mencionado se encuentran las siguientes circulares relacionadas con la fiscalización del transporte de moluscos bivalvos:

- Circular N° B32/18 (MINSAL) del 25 de febrero del 2005, en la cual se establece la fiscalización de las temperaturas de los productos del mar desde la extracción a la comercialización y optimización de sistemas de manejo de frío en toda la cadena de comercialización.
- Circular N° B32/20 (MINSAL) del 25 de febrero del 2005. En ella se establece que:
 1. El transporte interregional de productos del mar frescos debe realizarse en vehículos con unidades refrigeradas que cumplan con las condiciones sanitarias establecidas por el Reglamento Sanitario de los Alimentos y cuenten con la respectiva autorización sanitaria.
 2. En el caso de no contar con vehículos con unidades refrigeradas, el transporte local de productos frescos del mar, entendiendo por éste aquel que se realiza dentro de un radio de 100 Km., , debe realizarse en vehículos que cuenten con un sistema de refrigeración que permita mantener temperaturas entre 0 y 3°C, durante todo el período de transporte. Sin perjuicio de lo anterior, los vehículos deben contar con carrocería isotérmica, herméticas, limpias, aseadas y con la respectiva autorización sanitaria.

3. La autoridad sanitaria deberá Fiscalizar que el transporte de los productos sea realizado en condiciones adecuadas, es decir en vehículos que cuenten con autorización sanitaria, que se encuentren en buen estado y limpios, y especialmente que cuente con mecanismos que permitan mantener los productos a las temperaturas reglamentarias durante todo el período de transporte.
4. En los centros de distribución de productos del mar, se deberá fiscalizar que los camiones que realizan el transporte desde las zonas de extracción posean los sistemas de refrigeración adecuados y operativos. Esta constatación se debe hacer a través de la medición de temperatura de los productos transportados, en el camión y antes de la descarga.

5.1.3.2. Productos destinados al mercado nacional

Los moluscos bivalvos de consumo interno, es decir, aquellos que son comercializados directamente sin sufrir ningún proceso de transformación antes de ser vendidos en lugares de expendio y los que requieren algún tipo de proceso antes de su comercialización, están regidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Ministerio de Salud N° 977 de 1996 y son de competencia del Servicio de Salud.

Mientras el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos permite conocer la calidad sanitaria de los recursos y aguas en las cuales éstos se cultivan o extraen para su posterior exportación, los productos destinados al mercado nacional que son extraídos desde bancos naturales aún generan problemas graves de salud ambiental.

El Servicio de Salud instauró, a partir del verano del año 2005, un sistema de muestreo permanente de temperatura del agua, el que complementa el muestreo de marea roja que permite detectar oportunamente las proliferaciones de microalgas tóxicas que se producen en la región.

El muestreo permanente de temperatura del agua fue implementado para determinar las condiciones favorables para la proliferación de *Vibrio parahaemolyticus*, es decir, cuando la temperatura del agua alcanza un valor de 16°C, se comienza a tomar muestras con la finalidad de aislar el *Vibrio* y consecuentemente se produce el cierre

de áreas de extracción de moluscos bivalvos, tal como ocurrió en Enero y Febrero del año 2004.

5.1.3.3. Productos para consumo directo

Si bien la mayor cantidad de recursos se extrae en la X región, el mayor centro de distribución de recursos pesqueros es Santiago. Estos productos pueden ser distribuidos directamente desde los puertos de desembarque o ser procesados en plantas transformadoras destinadas a producir moluscos frescos, congelados, ahumados y conservas, de acuerdo a los siguientes canales de comercialización (Figura 33).

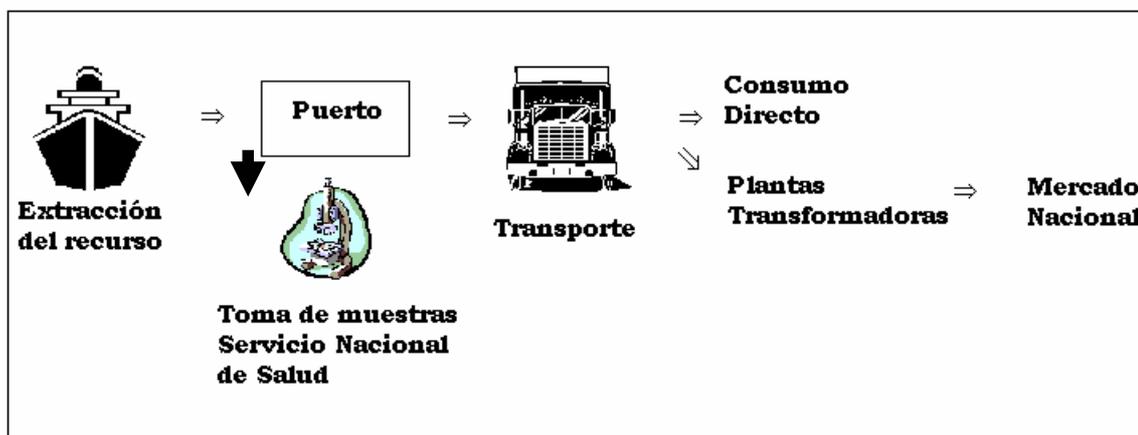


FIGURA 38: Canales de comercialización de moluscos bivalvos para el mercado nacional

De acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos, durante la faena, los pescadores están obligados a identificar las partidas de los recursos extraídos, etiquetándolas según su procedencia. Una vez arribada la embarcación a puerto o caleta, un funcionario del Servicio Nacional de Salud determina la cantidad de mallas existentes y coteja su procedencia según los permisos otorgados por la autoridad marítima y los registros del patrón de pesca o encargado de la embarcación. Posteriormente, se procede a realizar un muestreo y se envía las muestras a laboratorio para su análisis, los resultados son obtenidos en un lapso corto, lo cual

permite que, por ejemplo, los recursos transportados desde Quellón al Norte del país, sean analizados en Castro y antes de pasar la barrera sanitaria de Canal Chacao, los resultados ya se encuentren disponibles para tomar una decisión y permitir o no el paso hacia su punto de destino; en caso de que los productos estén contaminados, se produce el decomiso de la carga y posterior destrucción.

Además un aspecto sumamente relevante, sobretodo cuando se trata de productos pesqueros, es la exigencia de cadena de frío en el traslado, almacenamiento en lugares adecuados y fiscalizaciones masivas en carreteras y lugares de comercialización de estos productos.

5.1.4. Productos de exportación

Los moluscos bivalvos destinados a exportación son de competencia del Servicio Nacional de Pesca, el cual amparado en el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos, creado en base a las exigencias de los mercados internacionales, se rige por los siguientes instructivos de operación:

➤ **Manuales de Procedimientos:**

- Habilidadación de Plantas Pesqueras y Buques Factoría (HPB/MP1).
- Habilidadación de Frigoríficos (HPB/MP2).
- Habilidadación de Centros de Expedición o de Depuración del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos de Unión Europea (HPB/MP3).
- Habilidadación de Plantas del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos de Estados Unidos (HPB/MP4).
- Habilidadación de embarcaciones que destinan sus capturas a Plantas Pesqueras para el Consumo Humano (HPB/MP5).

➤ **Normas Técnicas:**

- Requisitos de infraestructura y manejo sanitario de plantas pesqueras, buques factoría y embarcaciones (HPB/NT1).
- Requisitos de infraestructura y manejo sanitario de frigoríficos (HPB/NT2).
- Condiciones sanitarias de los centros de expedición, cosecha y depuración del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos de Unión Europea (HPB/NT3).
- Condiciones sanitarias aplicables a los establecimientos del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos de Estados Unidos (HPB/NT4).

➤ **Pautas de Inspección:**

- Pautas de inspección para centros de expedición y de depuración del programa de sanidad de moluscos bivalvos de la Unión Europea.
- Pauta de inspección estandarizada para plantas procesadoras de moluscos bivalvos del programa de sanidad de moluscos bivalvos de Estados Unidos.
- Pauta de control de extracción y empaque del programa de sanidad de moluscos bivalvos.
- Pauta de inspección de áreas del programa de sanidad de moluscos bivalvos.

Como se ha detallado anteriormente, para los productos destinados a los mercados internacionales las normas están bien definidas y operan eficientemente. Tal es así que mediante Fax N° 140004306 del 26 de enero del 2005, el Jefe del Departamento de Sanidad Pesquera del Servicio Nacional de Pesca, informó que durante el año 2004 se detectó 10 veces la presencia de *Vibrio parahaemolyticus* en los muestreos realizados a plantas transformadoras clasificadas en las categorías A y B.

5.2. DESARROLLO METODOLOGICO Y RESULTADOS

Para evaluar la eficacia de los procesos de transformación y depuración de las plantas procesadoras de moluscos bivalvos, localizadas en la X Región (Tabla 51), en primer lugar se efectuó una recopilación de antecedentes en relación a los peligros de infección bacteriológica, asociados a las distintas etapas de la trayectoria del producto dentro de cada una de las líneas de proceso descritas en el Objetivo General de este documento. Posteriormente, y a la luz de los resultados de la etapa anterior, se realizaron visitas en terreno a diversas plantas transformadoras y a la única planta depuradora existente de la X Región, a fin de obtener información relacionada con las condiciones en que se llevan a efecto los diferentes procesos. Los resultados obtenidos en estas actividades se detallan a continuación.

Tabla 51.- Plantas procesadoras de moluscos, X Región, por Zona y Categoría

ZONA	CATEGORIAS						TOTAL
	A	B	C	D	CP(*)	NC(**)	
Ancud	-	3	-	-	-	1	4
Calbuco	-	9	-	1	-	1	11
Carelmapu	-	1	-	-	-	-	1
Castro	-	6	2	3	-	-	11
Chonchi	-	1	-	-	-	-	1
Dalcahue	-	3	1	-	-	-	4
Puerto Montt	8	12	1	-	3	5	29
Quellón	-	2	1	1	-	-	4
Quemchi	-	1	-	-	-	-	1
TOTAL	8	38	5	5	3	7	66

Fuente: SERNAPESCA (actualizada a Diciembre de 2004)

(*) Certificado Pendiente

(**) No Clasificada

5.2.1. Identificación de peligros de contaminación bacteriana de las plantas procesadoras

Desde el punto de vista alimenticio, un peligro es cualquier agente de origen biológico, químico o físico que puede estar presente en el alimento y que pueda llegar a causar un efecto adverso en la salud del consumidor.

Entre las fuentes de contaminación bacteriana más comunes en los productos de plantas que procesan moluscos bivalvos, está el alimento (materia prima), la eficacia de los métodos de limpieza y desinfección de equipos y utensilios empleados durante el proceso y la temperatura del área de proceso.

➤ **Peligros asociados con la materia prima**

En el caso de los moluscos bivalvos, se debe cuidar la calidad del agua en la zona de extracción o cultivo, ya que las bacterias patógenas presentes de manera natural adquieren más relevancia (Tabla 52). En este caso, por la naturaleza filtradora de los moluscos bivalvos los peligros microbiológicos pueden ser muy significativos si no se controla la zona de extracción.

Tabla 52.- Microorganismos Patógenos y Fuentes de Origen

MICROORGANISMO PATOGENO	POSIBLE FUENTE
<i>Vibrio cholerae 01</i>	Agua de ríos, salobre y/o contaminadas
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	Agua de mar o salobre
<i>Vibrio vulnificus</i>	Agua de mar o salobre
<i>Listeria monocytogenes</i>	Agua salobre, descargas de ríos
<i>Escherichia coli</i>	Aguas servidas o contaminadas
<i>Staphylococcus aureus</i>	Contaminación por manipulación

Fuente: Guía para controles y riesgos en pescados y productos pesqueros, 1997.

➤ **Peligros asociados con la limpieza y desinfección de equipos y utensilios empleados durante el proceso**

La aplicación de las buenas prácticas de manufactura, limpieza y desinfección, en la mayoría de los casos pueden controlar y reducir hasta un nivel aceptable, la contaminación y/o crecimiento de bacterias patógenas en el producto.

Los procedimientos de operación sanitaria, se refieren a las actividades que se deben realizar para evitar la contaminación del producto antes y durante la operación. Estos procedimientos, en forma estándar, deben cubrir las buenas prácticas de manufactura, al menos, en los siguientes aspectos:

- Calidad del suministro de agua
- Condición y limpieza de las superficies que entran en contacto directo con el alimento.
- Rotulación, almacenamiento y uso de compuestos tóxicos.
- Condición de salud de los empleados.
- Control y/o eliminación de plagas.
- Prevención de contaminación cruzada.
- Mantenimiento de las instalaciones de servicio de lavado y desinfección de manos.
- Protección contra contaminación.

El monitoreo de las condiciones sanitarias de equipos y utensilios empleados durante el proceso, ayuda a detectar los lugares donde se favorece el crecimiento bacteriano permitiendo así su control. Esto también es aplicable para utensilios o equipos menores manejados por el personal.

➤ **Peligros asociados con la temperatura en el área de procesos**

El peligro biológico que se presentan durante el proceso de producción, como resultado del abuso en la temperatura y su tiempo de exposición, dando como resultado el crecimiento de microorganismos patógenos y la formación de toxinas, que pueden causar enfermedad al consumidor (Tabla 53).

Tabla 53.- Peligros Biológicos asociados a los procesos

PELIGRO	TEMPERATURA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (máximo acumulativo)
<i>Campylobacter jejuni</i>	30-40°C Mayor a 34°C	48 horas 12 horas
Crecimiento y formación de toxina por <i>Clostridium botulinum</i> tipo A y proteolítico B y F	10-21°C Mayor a 21°C	Aproximadamente 12 horas Aproximadamente 4 horas
Crecimiento y formación de toxina por <i>Clostridium botulinum</i> tipo E y no proteolítico B y F	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	24 horas 12 horas Aproximadamente 4 horas
<i>Escherichia coli</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	14 días 6 horas 3 horas
<i>Listeria monocytogenes</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	2 días Aproximadamente 12 horas Aproximadamente 3 horas
<i>Salmonella</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	14 días 6 horas 3 horas
<i>Shigella</i>	8-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	Aproximadamente 14 días Aproximadamente 6 horas Aproximadamente 3 horas
Crecimiento y formación de toxina por <i>Staphylococcus aureus</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	14 días Aproximadamente 12 horas 3 horas
<i>Vibrio cholerae</i>	8-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	21 días Aproximadamente 6 horas Aproximadamente 2 horas
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	21 días Aproximadamente 6 horas Aproximadamente 2 horas
<i>Vibrio vulnificus</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	21 días 6 horas 2 horas
<i>Yersinia enterocolitica</i>	5-10°C 11-21°C Mayor a 21°C	1 día 6 horas 2.5 horas

Fuente: Guía para controles y riesgos en pescados y productos pesqueros, 1997.

5.2.2. Visita a Plantas Transformadoras, X Región

Las Plantas Transformadoras son aquellas instalaciones fabriles cuyo objetivo es la elaboración de productos mediante transformación total o parcial de cualquier recurso hidrobiológico. (D.S. 95 de 2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia). La mayoría de las plantas que realizan transformación de moluscos en la X Región se localiza entre Puerto Montt y Quellón. La Tabla 53 muestra el listado de estas empresas.

5.2.2.1. Catastro de Plantas Transformadoras

Para lograr acceder a las plantas y realizar inspecciones para detectar puntos críticos al interior del proceso, a través de contactos personales y con ayuda del Directorio de Acuicultura 2005, se obtuvo la dirección electrónica de 21 empresas incluidas en la Tabla 54. A estas empresas, se les envió un correo electrónico adjuntando una carta de presentación y una solicitud de participación en esta investigación, obteniendo respuesta de sólo 3 plantas.

Tabla 54.- Plantas transformadoras de moluscos bivalvos destinadas a abastecer el mercado nacional

<i>NOMBRE DE LA PLANTA</i>	<i>DIRECCIÓN DE LA PLANTA</i>	<i>CIUDAD</i>
CABRERA FIGUEROA, NADEZCA BEATRIZ	Pugeñun, Huincha Km. 11, Ancud, X Región	ANCUD
CHILOEFISH S.A.	Ribera Sur s/n , Pudeto Bajo, Ancud	ANCUD
COMERCIAL ISLA GRANDE LTDA.	MADRID 1403, SANTIAGO	ANCUD
MESSAMAR, PESQUERA S.A.	Km. 5 Ruta 5 Ancud	ANCUD
PACIFICO AUSTRAL, SOC. PESQUERA LTDA.	La Ribera Sur 300 Ph 2594 2677, Ancud	ANCUD
TEKE LECAROS, JORGE ROLANDO	Mocopulli 218, Ancud	ANCUD
CABRERA SILVA ENRIQUE HORACIO	AV. 21 DE MAYO S/N, PARGUA	CALBUCO
CALBUCO, SOC. CONSERVAS LTDA.	Sector San Rafael, Calbuco	CALBUCO
CONSERVAS Y CONGELADOS S.A.	Bernardo O Higgins 300, Calbuco	CALBUCO
PACIFIC FARMER, PESQ. LTDA. (EX CHEN ZHANG LUO, COM. Y CIA. LTDA.)	Av. Brasil 710 Calbuco	CALBUCO
PARANCAN GALLARDO MIRZA INES	21 DE MAYO S/N	CALBUCO
SACRAMENTO, CONSERVERA S.A.	Eulogio Goycolea 720, Calbuco	CALBUCO
TABON, PESQUERA LTDA.	Almirante Latorre s/n, Calbuco	CALBUCO
AGROMAR - GAMBOA (SOC. COM. E IND. AGROMAR LTDA.)	Isla Quinchao, Sector Palqui	CASTRO
ALVAREZ CARCAMO, MARCELO ALEJANDRO	Gonzalez Canessa N° 24, Chonchi, Castro	CASTRO
ANDINA, PESQUERA S.A.	Freire s/n, Dalcahue, Castro	CASTRO
APIAO, EMPRESA PESQUERA LTDA.	Rilan, Sector Rural	CASTRO

NOMBRE DE LA PLANTA	DIRECCIÓN DE LA PLANTA	CIUDAD
COMPAÑÍA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	Localidad Rauco, comuna de Chonchi, Chiloé, X Región	CASTRO
DALCAHUE, CONSERVAS S.A.	Lautaro N° 001, Castro	CASTRO
HUEÑOCOIHUE, PROCESADORA LTDA.	Dalcahue a Castro, Km. 1,5, Hueñocoihue	CASTRO
HUIMAR, SOC. LTDA.	Astillero rural s/n, cam. a Castro, Dalcahue	CASTRO
PROMEX, PROD. MARINOS DE EXPORTACION LTDA.	Calle Blanco Encalada N° 358, Casilla 270	CASTRO
TORALLA S.A.	Km. 6 del camino a Queilen, sector Pucate	CASTRO
AGROMAR LTDA. , SOC. COM. E IND.	TENIENTE MERINO 001	DALCAHUE
AGROMAR LTDA. SOC. COM. E IND.	TENIENTE MERINO 004	DALCAHUE
SOC. COMERCIAL RIA AUSTRAL LTDA.	VICENTE PEREZ ROSALES 201, LLANQUIHUE	LLANQUIHUE
ZBZ, CONSERVERA S.A.		PALENA
BLUE OCEAN, SOC LTDA.	Km. 17 Carretera Austral	PUERTO MONTT
CHINQUIHUE, FUNDACION	Camino Chinquihue Km. 12, Puerto Montt	PUERTO MONTT
CONSERVAS Y CONGELADOS DE PUERTO MONTT S.A.	Camino Chinquihue Km. 12, Puerto Montt	PUERTO MONTT
CONSORCIO GENERAL DE EXPORTACIONES S.A.	CAMINO A CHINQUIHUE KM 12	PUERTO MONTT
HEIN CERNOCH, FELIX - PANGAL	Casilla 88 - Maullín, Puerto Montt	PUERTO MONTT
INVERSIONES QUETRIHUE S.A.	EL TENIENTE N° 100, PUERTO MONTT, X REGION	PUERTO MONTT
LADE TAPIA, ELIANA OLGA MERCEDES	Parcela A Costa Tenglo Alto, Pto. Montt	PUERTO MONTT
PESQUERA MARISHELL LTDA.	Costanera s/n, Carelamapu, Maullín, X Región	PUERTO MONTT
PESQUERA MYTILUS S.A.	BIMA 330, BARRIO INDUSTRIAL	PUERTO MONTT
PESQUERA Y CONSERVERA TAMAI LTDA.	CAMINO A CHINQUIHUE Km 12	PUERTO MONTT
PROCESADORA DE ALIMENTOS INFAL S.A.	Cardenal N° 28 Interior, Puerto Montt, X Región	PUERTO MONTT
PRODUCTOS DEL MAR ENSENADA CODIHUE LTDA.	Parcela 39, camino Las Quemadas, Parque Apiasmontt, Puerto Montt	PUERTO MONTT
RALUN, SOC. PESQUERA LTDA.	Calle 6 Andina s/n Sitio 41-46 Barrio Industrial	PUERTO MONTT
SAFCOL CHILE S.A.	Camino a Chinquihue, Km. 8, Pto. Montt	PUERTO MONTT
TRANS ANTARTIC, PESQUERA LTDA.	Camino a Chinquihue Km. 6, Puerto Montt	PUERTO MONTT
CONGELADOS MARINOS LTDA.	Camino a San antonio s/n, Quellon	QUELLON
ISLA MAGNA, PESQUERA LTDA.	Miramar 153, Quellon Casilla 145, Quellón	QUELLON
MARDONES BARRIA, EUGENIO SALVADOR	Curanue, Quellón	QUELLON
PALACIOS, PESQUERA S.A.	Calle Pedro Montt s/n, Quellón	QUELLON
RIVERA ITURRA, JUAN DOMINGO	Estero Quellon s/n, Quellón	QUELLON
ESCOBAR GALAZ, JOSE SILVANO	Pje. Los Sobrestantes 171, Niebla, Valdivia	VALDIVIA
ISLA DEL REY, PESQUERA S.A.	Los Condestables 390, Niebla, Valdivia	VALDIVIA
SOC. EXTRACTORA Y COM. DE PROD. DEL MAR AGROP. Y FORESTALES LTDA.	Arica 2478, Valdivia	VALDIVIA

Fuente: Servicio Nacional de Pesca.

Debido al escaso interés demostrado por las empresas contactadas, se realizó una reunión con el Departamento de Sanidad Pesquera de SERNAPESCA, con el fin de estudiar la posibilidad de trabajar en conjunto en terreno con los fiscalizadores, utilizando las herramientas existentes para abordar el tema, ya que es de competencia de este organismo y del Servicio de Salud la fiscalización del sector. Sin embargo, debido a razones internas del Servicio no fue posible realizar una inspección conjunta de las plantas transformadoras de la Región. No obstante lo anterior, en la reunión el Servicio sugirió que toda planta que está en categoría A, B, y C, según clasificación de SERNAPESCA, quedaran fuera del estudio puesto que ya cumplen con la norma y son inspeccionadas regularmente por este organismo. En base a este fundamento, debieran ser consideradas dentro del estudio sólo aquellas plantas que no han optado a una categorización y aquellas categorizadas en D, ya sea porque no cumplen con la norma o por presentar deficiencias serias.

De acuerdo a lo señalado anteriormente y con el objeto de identificar las plantas que están en las diferentes categorías, se procedió a solicitar al Departamento de Información y Estadísticas Pesqueras del Servicio, un catastro de todas aquellas Plantas Transformadoras dedicadas a procesar moluscos bivalvos en la X Región y, paralelamente, al Departamento de Sanidad Pesquera, un catastro de Plantas Transformadoras destinadas a exportar moluscos bivalvos en la región. Con esta información se obtuvo el listado de las Plantas Transformadoras que no han obtenido la clasificación necesaria para poder exportar, ya sea porque no se han sometido a evaluación por parte del Servicio Nacional de Pesca o porque han sido rechazadas en ese proceso.

Con el propósito de recopilar información sanitaria sobre este grupo de empresas, se programaron entrevistas con los encargados de dichas plantas, las cuales se realizaron entre el 23 de Enero y el 1 de Febrero de 2006. En dicho período se pudo concretar reuniones con representantes de las siguientes 9 plantas:

- Agromar Ltda. , Soc. Com. E Ind.
- Aquapuro
- Alvarez Cárcamo, Marcelo Alejandro
- Soc. Pesquera Pacífico Austral
- Conservera Calbuco
- Promex, Productos Marinos Exportación Ltda.
- Pesquera Pacific Farmer
- Nademar
- Soc. Productos Pesqueros

5.2.2.2. **Resultados de entrevistas**

A través de las entrevistas realizadas, se pudo obtener información acerca de diversos aspectos relacionados con el proceso. Un resumen de los resultados de dichas entrevistas se presenta a continuación:

a) *Líneas de proceso*

La información obtenida acerca de las líneas de producción que utilizan las plantas entrevistadas se resume en la Tabla 55, mientras que las actividades que realizan dichas plantas, en la consecución del producto final, se esquematizan en los diagramas de flujo que se presentan en la figura 34, para cada línea de proceso.

Tabla 55.- Plantas transformadoras entrevistadas, por Línea de Producción.

LINEA DE PRODUCCIÓN	Nº DE PLANTAS
Conserva	2
Crudo-Congelado	2
Cocido-Congelado	4
Fresco	1
TOTAL	9

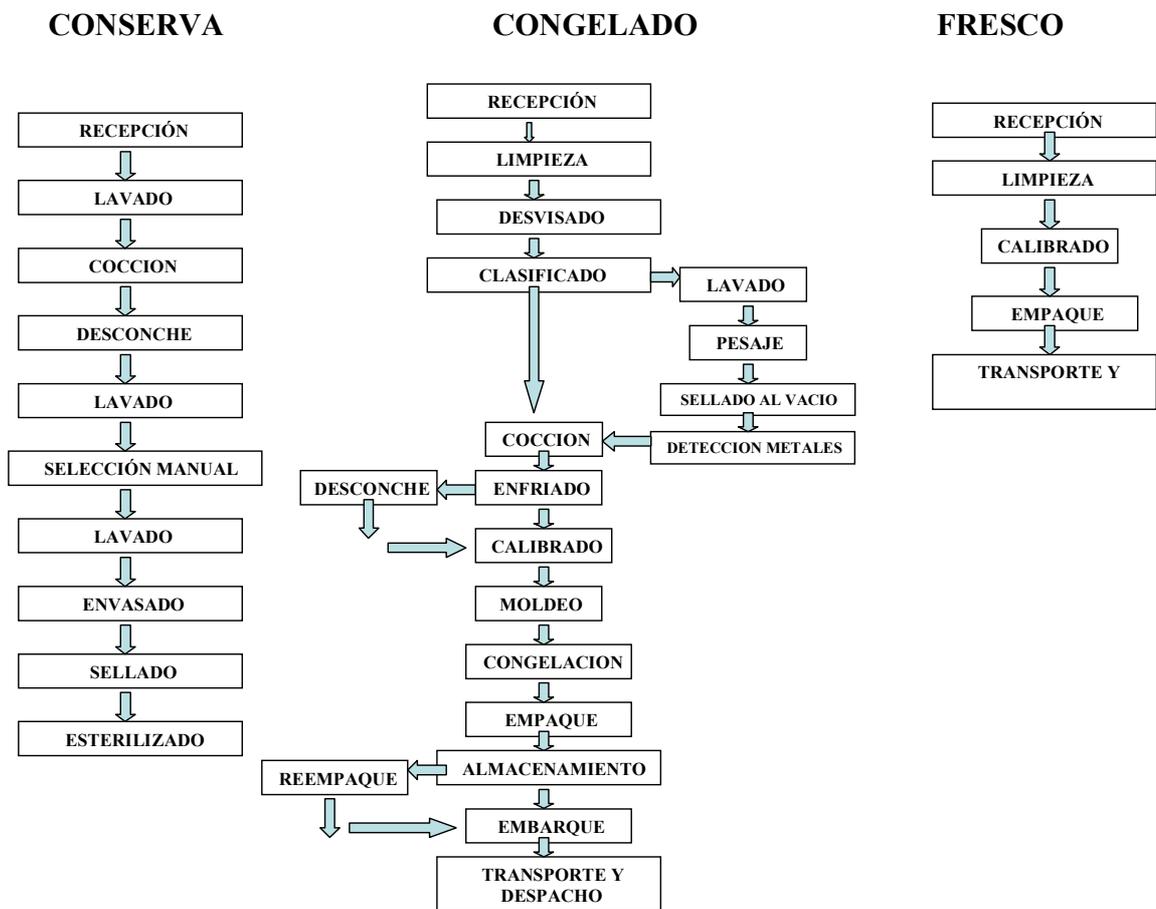


FIGURA 39: Diagramas de Flujo de los distintos procesos utilizados en las plantas transformadoras de productos bivalvos

b) Especies Comercializadas

A través de las consultas a los responsables de las plantas, se pudo conocer las especies que estas plantas destinan a proceso, así como la procedencia de las mismas. La Tabla 56 resume esta información clasificada de acuerdo a las Zonas consideradas como vulnerables a la contaminación bacteriana (Obj. 4.1)

Tabla 56.- Plantas transformadoras entrevistadas, por Especie destinada a proceso y Zona de Procedencia de dicha especie.

ZONA DE PROCEDENCIA	ESPECIE						
	ALMEJA	CHORITO	CHORO	CULENGUE	MACHAS	OSTRAS	CHOLGA
ANCUD	2	1	0	0	0	1	0
CALBUCO	0	2	1	0	0	0	2
CURACO DE VELEZ	0	1	0	0	0	0	0
QUELLON	1	1	0	0	0	0	0
OTRAS ZONAS	0	2	1	2	1	2	2

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayoría de las plantas entrevistadas utiliza como materia prima al chorito. Además, a través de las entrevistas realizadas se pudo conocer que las especies provenientes de bancos naturales se extraen de zonas aledañas a los puertos de desembarque. No obstante, en terreno y de la información recopilada fue posible observar que, en el último tiempo se ha producido una importante disminución de los bancos naturales de la X Región, como es el caso del recurso almeja que sólo se extrae en la XI región. También se pudo saber que la totalidad de mitílidos y ostras que utilizan las plantas entrevistadas, provienen de centros de cultivo. El resto de las especies provienen de caletas de pescadores artesanales o intermediarios, quienes en su mayoría entregan el recurso en planta.

c) *Tiempo que transcurre entre la cosecha y el proceso en planta*

Uno de los factores más relevantes en la determinación de la calidad del producto, es el tiempo que transcurre entre la cosecha de la materia prima y el inicio de su proceso en la planta, ya que esta variable, que depende de la especie, se relaciona con la velocidad de duplicación de las colonias bacterianas en conjunto con las temperaturas de traslado.

En la consulta realizada, sólo 2 de las plantas entrevistadas proporcionaron el tiempo estimado desde extracción a planta (Tabla 57), ya que las restantes adquirirían el producto en los centros de cultivo.

Tabla 57.- Tiempo [hrs.] promedio desde Lugar de Extracción a Planta, por Especie.

ESPECIE	Tiempo Promedio [hrs.]
MACHAS	24
CHOLGA	48
TOTAL	36

La estimación de los tiempo estimados de demora en el traslado desde los centros de cultivo a las plantas, se muestran en la tabla 58.

Tabla 58.- Tiempo [hrs.] promedio desde Centro de Cultivo a Planta, por Especie.

ESPECIE	Tiempo Promedio [hrs.]
ALMEJA	5
CHORITO	5,14
CHORO	3
CULENGUE	4
OSTRA	0,25
CHOLGA	3,5
TOTAL	4,25

d) Medios de transporte utilizados

En la mayoría de los casos, los moluscos que están destinados a consumo directo son transportados en camiones acondicionados con frío, esto debido a las fiscalizaciones que realiza el Servicio de Salud para dar cumplimiento a la Normativa vigente, principalmente en lo relativo a las barreras sanitarias y el sellado de los camiones.

El acondicionamiento de los camiones que transportan moluscos para consumo directo involucra, para algunos casos, el uso de sistemas de refrigeración, camiones aislados térmicamente o la utilización de hielo. Por ejemplo, a través de la visita a terreno fue posible determinar que, en la práctica, un camión de 30 toneladas, que transporta 600 mallas, se abastece de 8 mallas de hielo.

En cambio, los camiones que abastecen las plantas transformadoras destinadas a consumo directo, en general no utilizan ningún sistema de refrigeración. Aunque en la práctica se suele utilizar camiones cerrados, éstos no necesariamente son aislantes.

A través de la entrevista se determinó que todas las plantas entrevistadas utilizan camiones cerrados y aislantes. Sin embargo, ninguna de ellas mantiene la cadena de frío.

e) Calidad del agua utilizada en los procesos

El lavado de los moluscos al comienzo y entre la línea de proceso, se realiza para eliminar impurezas. Este procedimiento puede ser realizado con agua de mar, limpia o tratada, o agua potable. Esta último es el tipo de agua recomendada para productos marinos puesto que se elimina la posibilidad de contaminación cruzada.

Cuando las plantas transformadoras contemplan dentro de sus líneas de proceso agua de mar tratada, el tratamiento que se efectúa debe ser efectivo, sobretodo si se encuentran ubicadas en zonas de riesgo donde exista o pueda existir un brote de *Vibrio parahaemolyticus*.

En este estudio 5 plantas transformadoras de las entrevistadas (Tabla 59) utilizaban en su línea de proceso agua de mar y 2 de ellas manifestaron un tratamiento del agua a partir de la aplicación de hipoclorito de sodio y luz ultravioleta.

Tabla 59.- Plantas transformadoras entrevistadas, por Tipo de Agua que utilizan en el lavado.

TIPO DE AGUA	N° de Plantas
DE MAR CON TRATAMIENTO	5
POTABLE	7
DE POZO CON TRATAMIENTO	1

f) Medidas sanitarias en la planta

Las normas internacionales estipulan que al momento de llegar la materia prima a una planta es necesario el registro de la temperatura, la cual debe medirse en el punto medio de cada saco o malla, la cual no debe superar los 10°C. En la visita a terreno se observó que, a excepción de una empresa, esta norma no se aplica en el caso de las plantas transformadoras destinadas a consumo nacional.

En relación a las medidas básicas de higiene, es decir, uso de uniformes completos, lavado y desinfectado de manos al ingreso a planta y pediluvios a la entrada de cada área, se constató que todas las plantas cumplen con la norma.

La materia prima que ingresa a planta se almacena durante períodos de tiempo que fluctúan entre 0 y 48 horas. Sólo 3 de las plantas transformadoras entrevistadas utilizan cámaras de frío para almacenar la materia prima antes del proceso, variando el rango de temperatura de almacenamiento desde 4 a 15°C. El resto de las plantas almacenan el producto a temperatura ambiente.

El mayor tiempo de almacenaje de la materia prima detectado corresponde a 48 horas a temperatura ambiente y se registra en una planta destinada al producir moluscos bivalvos cocidos y congelados

g) Temperatura de Almacenaje de la materia prima

La temperatura de almacenamiento y la rapidez con que son enfriadas las especies después de la cosecha tienen un impacto significativo en la reducción de las densidades de *V. parahaemolyticus*. Un enfriamiento rápido y un congelado de los

moluscos reducen sustancialmente la probabilidad de enfermedad (FDA). Pese a este conocimiento, no todas las plantas entrevistadas realizan control de temperatura al momento de recepción de la materia prima (Tabla 60) y, aquellas que si lo hacen, utilizan un valor crítico promedio que varía con la especie (Tabla 61) y que están dentro de los rangos establecidos.

Tabla 60.- Plantas transformadoras entrevistadas, según si realizan Control de Temperatura al momento de recepción de la materia prima, por Especie

CONTROL DE T°	ESPECIE						
	ALMEJA	CHORITO	CHORO	CULENGUE	MACHAS	OSTRAS	CHOLGA
NO	0	4	0	0	0	1	2
SI	2	3	1	1	0	1	1
NO RESPONDE	0	1	1	0	1	0	1
TOTAL	2	8	2	1	1	2	4

Tabla 61.- Temperatura [°C] promedio utilizada como valor crítico en Control de Temperatura, por Especie.

ESPECIE	Temperatura Promedio [°C]
ALMEJA	7,5
CHORITO	11
CHORO	5
CULENGUE	10
OSTRA	5
CHOLGA	5
TOTAL	8,1

5.2.3. Visita a Planta Depuradora, X Región

De acuerdo a los registros obtenidos en el Servicio Nacional de Pesca, la única planta depuradora en operación en la X Región es *Aquapuro S.A.*, empresa dedicada a la comercialización de productos del mar (pescados y mariscos frescos y congelados), la cual es el resultado de un convenio de colaboración realizado en 1989 entre la empresa D&S y Fundación Chile para desarrollar sistemas de depuración de moluscos bivalvos, producto de la aparición del cólera. Esta empresa está asociada a la planta transformadora destinada a producir moluscos bivalvos frescos identificada en el punto 5.2.2 (Tabla 54).

Esta planta sólo funciona durante el período de invierno, debido a que en otras estaciones tiene serios problemas con la temperatura del agua utilizada para el proceso. Por ejemplo, cuando ésta alcanza sus mayores valores, las diferencias entre dicha temperatura y aquella que presentan los moluscos, producen desoves. Técnicamente, es posible manejar esta diferencia de temperatura en el agua utilizando, por ejemplo, un Chiller. Sin embargo, los costos de operación de esta técnica son demasiado altos.

En terreno se pudo saber que esta planta utiliza luz ultravioleta para tratar el agua para realizar la depuración. Todas las especies de moluscos permanecen en este proceso por un período de 12 horas.

De acuerdo a normas internas de la empresa, esta planta depuradora es fiscalizada por CESMEC, quien realiza muestreos sólo a la llegada del producto a planta.

A su máxima capacidad, esta planta depura diariamente un total aproximado de 3000 Kg. de almejas, 3000 Kg. de choritos, 400 Kg. de cholgas, 400 kg. de chorito maltón y 1700 unidades de ostras.

5.2.4. Evaluación de la eficacia de los procesos

A la luz de los resultados presentados en los puntos anteriores, se puede concluir que la mayoría de las plantas entrevistadas utiliza materia prima que es proporcionada por centros de cultivo o pescadores artesanales e intermediarios, quienes, en su mayoría entregan el recurso en planta. Debido a esto, las plantas entrevistadas no poseían información respecto de los factores que, a través del desarrollo de este proyecto, han sido considerados como relevantes en el riesgo sanitario de sus productos, como son el tiempo que transcurre desde extracción de la materia prima hasta su procesamiento y la temperatura en que se mantienen durante ese período.

Por otra parte, es posible visualizar una gran variedad de procedimientos operacionales entre las 9 empresas entrevistadas, lo que hace difícil establecer similitudes para efectos de comparación y lograr un resultado que asocie algún grado de riesgo sanitario en el proceso de las plantas transformadoras categoría D.

COMENTARIOS DEL ESTUDIO

El presente estudio permitió conocer el estado actual, de las aguas costeras desde el punto de vista sanitario, en la zona de Llanquihue Chiloé y Palena.

La investigación planteada estuvo dirigida a conocer los aspectos ambientales mas relevantes que inciden en la contaminación por bacterias patógenas humanas y que afectan el consumo de moluscos bivalvos. En este sentido parte de la información recopilada se centró en los antecedentes sobre el mejoramiento de la calidad de los residuos domésticos, que son eliminados en los cuerpos de agua aspecto de especial relevancia desde el punto de vista de la salud pública.

Se observó la mejora realizada por la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. (ESSAL) en el aspecto de tratamientos de residuos domésticos. Esta obra de infraestructura lleva al mejoramiento de la calidad de los cuerpos de agua, principalmente lacustres y fluviales, en donde se ha implementado el tratamiento de las aguas domésticas por medio del método de *lodos activados*. No obstante, distinto es el caso de las aguas marinas costeras, en las cuales el método implementado para la eliminación de las aguas domésticas es la utilización de emisarios submarinos, cuyo principio se basa en una cierta capacidad de depuración que tendría el agua de mar para destruir, diluir y dispersar los microorganismos contenidos en sus efluentes. A la luz de los resultados obtenidos en este estudio, es posible afirmar que este último método parece ser apropiado. Aparentemente esta obra que en la X región comenzó el año 2001 y que aún no se encuentra terminada, faltando poner en funcionamiento el emisario de Curaco de Velez, ha sido un aporte para alcanzar los estándares internacionales sobre presencia de bacterias en los cuerpos de agua.

Por otro lado, con la finalidad de relacionar las características oceanográficas con los brotes de bacterias patógenas tanto en agua como en tejido de moluscos, se realizó una extensa recopilación de la información ambiental existente en la literatura, la que fue complementada con el estudio *in situ* de las variables ambientales y presencia de patógenos. A pesar que el diseño de muestreo fue adecuado para este propósito y los análisis bacteriológicos fueron realizados en un laboratorio acreditado utilizando las técnicas vigentes, aún así no fue posible detectar bacterias patógenas del tipo *Salmonella* sp. ni *Vibrio parahaemolyticus*. Si bien se

determinó presencia de bacterias del grupo *coliformes fecales* en algunos puntos, éstas no superaron el máximo permitido por la norma.

Todos los resultados bacteriológicos obtenidos por el laboratorio de análisis fueron corroborados por el laboratorio microbiológico del Instituto de Salud Pública, lo que estaría significando que las aguas marinas estarían con muy poca carga de las bacterias objeto de estudio. Esto es ratificado, en el caso de *Salmonella* sp. con el número de casos notificados durante el 2006, el cual no superó los 5 casos en todo el país. Distinto es el caso de la bacteria *V. parahaemolyticus*, ya que la ausencia en las muestras obtenidas hace pensar que no deberían haberse presentado casos por esta infección; sin embargo, en la zona se presentaron 3500 casos durante el verano (febrero 2006).

Una posible explicación para esta situación es que los procedimientos establecidos y estandarizados para los laboratorios acreditados relativos a la toma y traslado de la muestra (FDA, 2004) no serían los más adecuados para este propósito. Al respecto, se detectó en las tablas de resultados, que las bacterias coliformes fecales fueron más abundantes durante el periodo de invierno, lo que no resulta lógico pues se esperaba que por efecto de la temperatura más alta de las aguas en verano se hubieran detectado en mayor cantidad.

Este aspecto fue discutido con los especialistas de los laboratorios acreditados y profesionales del ISP, llegando a concordar que la explicación probable para este hecho podría ser que en el procedimiento traslado de las muestras desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio existe la obligatoriedad de no recibir muestras con temperaturas superiores a 10°C, lo que obliga a bajar la temperatura adicionando hielo al contenedor de la muestra,

Esta práctica se utiliza para evitar la proliferación del *V. parahaemolyticus* y otras bacterias durante el tiempo de traslado de las muestras hasta el laboratorio; pero por otro lado, podría interferir con la cuantificación de bacterias presentes y detectables en el resultado, ya que ocasionaría la transformación de esta bacteria en formas viables no cultivables (FVNC). Estas FVNC, no son detectables con las técnicas vigentes, aunque mantienen su capacidad infectiva en la población, al ser ingeridas es reestablecida su temperatura óptima de crecimiento (37°C), al interior del paciente, lo que permite su rápida proliferación produciendo la enfermedad.

Para lograr una búsqueda más acuciosa de este patógeno más acuciosamente, se procedió a recrecer 125 muestras para el aislamiento de Vibrios; sólo tres de estas muestras contenían *V. parahaemolyticus*, cuyo origen era ambiental, resultados que coinciden con resultados anteriores presentados en congreso científico de Puerto Montt en febrero del 2005, de los cuales sólo cuatro de 51 muestras de *V. parahaemolyticus* eran pandémicas (V. Cachicas, comunicación personal).

En relación con la interacción entre las plantas procesadoras y la imagen país, cabe hacer notar que en las plantas cuyos productos son moluscos para exportación, no se han detectado problemas asociados a intoxicaciones por patógenos humanos. No obstante, los empresarios exportadores manifiestan haber tenido problemas de imagen debido a los brotes que han afectado a los consumidores nacionales, por lo que de igual forma manifiestan su preocupación sobre la implementación de medidas que tiendan a disminuir este problema.

A este respecto durante el taller de Discusión hubo un gran aporte de ideas tendiente a disminuir el impacto de las bacterias patógenas en los consumidores de moluscos crudos que tendría como consecuencia el mejoramiento de la imagen país, ideas que deberían ser materia de un futuro estudio.

Finalmente, cabe destacar la interacción lograda entre los investigadores y entidades de servicio público como ESSAL e ISP, y el área productiva durante la realización del presente proyecto, contacto que permitió visualizar una buena disposición y espíritu de cooperación entre estas entidades para mejorar las condiciones ambientales de las zonas en que se desarrollan los bancos y cultivos de bivalvos, y en donde el interés primario de todos estos agentes está dirigido hacia el aspecto de la salud pública

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, S. 1997. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Andrews, L., D. Park and Y. Chen. 2000. Low temperature pasteurization to reduce the risk of *vibrio* infections from raw shell-stock oysters. Food Addit. Contam. 17:787-791.
- Asano, T. and D. Levine. 1998. Wastewater reclamation recycling and reuse: an introduction. In: wastewater reclamation and reuse". Takashi Asano (editor). Technomic Publishing. Lancaster 1528 pp.
- Avaria, S., D. Cassis, P. Muñoz y P. Vera. 1997. Distribución del microfitoplancton marino en aguas interiores del sur de Chile en Octubre de 1995 (Crucero Cimar-Fiordo I). Cienc. Tec. Mar, 20: 107-123.
- Ayres, R. y D. Wescot, 1987. La calidad del agua en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO Riego y Drenaje, N° 29, Roma. 8-101 pp.
- Bacteriological Analytical Manual BAM "Online". 2001. NMP *Vibrio parahemolyticus*. Capítulo 19.
- Berlin, D., D. Herson, D. Hicks and X. Hoover. 1999. Response of pathogenic *Vibrio* species to high hydrostatic Pressure. Appl. Environ. Microbiological. 65:2776-2780.
- Bertullo, V. 1975. Tecnología de los productos y subproductos de pescados, moluscos y crustáceos. Buenos Aires, Argentina. 538 p.
- Bore D. F., Pizarro y X. Cabrera. 1986. Diagnóstico de la Contaminación Marina en Chile. CORFO – IFOP.
- Borrego, J.; m. Moriño, A. de Vicente and P. Romero. 1987. Coliphages as an indicator of fecal pollution in water. Its relationship with indicator and pathogenic microorganism. Water Research, 21: 143-1480.
- Bosh, A. 1986. Virus entéricos humanos en aguas contaminadas. Mundo Científico 88:156-161.
- Cabezas, A. 1991. Características y variabilidad del régimen de olas en la Golfo Coronados, X Región. Tesis, Esc. Ciencias del Mar, UCV, 106 pp.

- Cabrera N. 2001. La realidad de las aguas de Chile. En: El portal del Medio ambiente Reportajes y entrevistas, 31/7/2001.
- Calvete C. 1997. Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y nutrientes inorgánicos, en la zona de Canales australes de Chile, entre Puerto Montt y laguna San Rafael en la primavera de 1995. Tesis para optar al título de Oceanógrafo. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. 136 pp.
- Cameron, W.M. & D.W. Pritchard, 1963. Estuaries. *The Sea*. M.N. Hill, Ed., Vol. 2, Wiley, New York, p. 306-324.
- Campos, C. 1999. Indicadores de contaminación fecal en la reutilización de aguas residuales para riego agrícola. Tesis doctoral. Facultad de Biología Universidad de Barcelona. 250 pp.
- Cochran, W.G. 1972. Técnicas de Muestreo. Continental México, pp.109-111.
- Colwell, R. 1996. Global climate and infectious disease. The cholera paradigm, *Science*. 274. 2027 pp.
- Comité Oceanográfico Nacional. 1996. Resultados Crucero Ciamr-Fiordo 2. 14 de Octubre al 9 de Noviembre 1996. Chile. 102 p.
- Connell, J. 1988. Control de Calidad del Pescado. Ed. Acribia, Zaragoza, España 236 p.
- Conover, W. 1978. Non Parametrical Methods. Ed. Wiley and Sons. 220 pp.
- Consejo de la Unión Europea. 1999. Decisión del Consejo de la Unión Europea (1993/313/CE) del 29 Abril de 1999 relativa a los laboratorios de referencia para el control de los contaminantes bacteriológicos y virales de los moluscos bivalvos.
- Consejo de las Comunidades Europeas. 1991. Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (91/492/CEE) del 15 de Julio de 1991, por la que se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos vivos.
- Cordano A.M, 2000. Enfermedades infecciosas emergentes. Anales de la Universidad de Chile VI serie: N° 11, agosto 2000.
- Cordano, A.M., R. Virgilio, 1996. Evolution of drug resistance in *Salmonella panama* isolates in Chile. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, Vol. 40(2): 336-341.

- Cortés-Lara M. 2003. Importancia de los coniformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. *Rev. Biomed* 14:121-123.
- Costa-Casaretto, C., 1991. La primera y única epidemia de cólera en Chile (1886-1888). *Rev. Med. Chile* 119: 481-484.
- Cuña, M. 1991. Depuración de moluscos bivalvos. Vol 18. Unidades didácticas de acuicultura. Xunta de Galicia. Galicia España: Consellería de Pesca. 21 v.
- Di Castri Y P. Hajek. 1976. Bioclimatología de Chile. Dirección de Investigación. Vicerectoría Académica. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 214 pp.
- Dirección Meteorológica de Chile. 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976. Anuario Meteorológico de Chile. Fuerza Aérea de Chile.
- Eastman, J.R. 2001. IDRISI32. Release 2, IDRISI for Windows Version 3.0 Worcester MA: Clark University, USA 298 p,
- Fica, A., M. Alexandre, S. Prat, A. Fernández, J. Fernández e I. Heitann. 2001. Cambios epidemiológicos de la Salmonelosis en Chile, desde *Salmonella tiphya* a *Salmonella enteritidis*. *Rev. Chil. Infect.* 18(2): 85-93.
- Fletcher GC. (1985) The potential food poisoning hazard of *Vibrio parahaemolyticus* in New Zealand Pacific oysters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*; 19: 495-505.
- Food and Drug Administration (FDA), 2004. Bacteriological Analytical Manual Online. Centre for Food and Applied Nutrition. 54pp.
- Food and Drug Administration (FDA). 2000. Department of Health and Human Services. 5600 Fishers Lane (HFI-40). Rockville, MD 20857 May 2000 (FDA) 00-1248S
- Freeland, H.J., D.M. Farmer and C.D. Levings, editors, 1980. Fjord oceanography. Plenum, New York, New York, USA.
- Frieg, N. R. and J. G. Holt (Ed.). 1984. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Williams & Wilkins. Vol 1. USA.
- Fuenzalida L., C. Hernández, J. Toro, M.I. Rioseco, J. Romero and R. Espejo, 2006. *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish and clinical samples during two large epidemics of diarrhoea in southern Chile. *Environmental Microbiology* (2006) (4): 675-83.

- Gauthier. 1980. La polución de las Aguas Marinas. Poluciones Bacterianas en el Medio Marino. Pag 127-138.
- González-Escalona, N., Cachicas V., C. Acevedo, M. Rioseco, J. Vergara, F. Cabello, J. Romero and R. Espejo. 2005. *Vibrio parahemolyticus* Diarrhea, Chile, 1998 and 2004. In: Emerging Infectious Diseases. Vol. 11, N° 1, January 2005.
- Hall, G. 1997. Fish Processing Technology. Editorial Blackie Academic and Professional, Londres, Inglaterra.
- Hasselmann, D., M. Motes and J. Lewis. 1999. Effects of a commercial heat shock process on *Vibrio vulnificus* in the American Oyster, *Crassostrea virginica*, harvested from the Gulf Coast. J. Food Prot. 62:1266-1269
- Jay, A., 1994. Microbiología Moderna de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Heitmann I., L. Jofré, J. Carlos Hormazábal, A. Olea, C. Vallebuona y C. Valdés, 2005. Revisión y recomendaciones para el manejo de diarrea por *Vibrio parahaemolyticus*. *Rev. Chil. Infectol (2005); (2): 131-140*.
- Hernández, C.; J. Ulloa; J.A. Vergara; R. Espejo y F. Cabello. 2005. Infecciones por *Vibrio parahaemolyticus* e intoxicaciones por algas: problemas emergentes de salud pública en Chile. *Rev Med Chile* 133:1081-1088 (Art. de Revisión).
- Hespanhol, I. and M Prost. 1994. Who guidelines and national standards for reuse and water quality. *Water Research* 28: 119-124.
- Instituto Nacional de Normalización. 2002. Norma Chilena Oficial, NCh 2675.Of2002. Productos Hidrobiológicos-Detección de *Salmonella*. Primera Edición.
- Instituto Nacional de Normalización. 2001. Norma Chilena Oficial, NCh 2640.Of2001. Productos Hidrobiológicos-Detección de *Vibrio cholerae*. Primera Edición.
- Instituto Nacional de Normalización. 2002. Norma Chilena Oficial, NCh 2732.Of2002. Productos bivalvos-Determinación de coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli*-Técnica Número Más Probable (NMP). Primera Edición.
- Instituto Nacional de Estadísticas. 2002. Resultados Censo 2002.
- Jay, J. M. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

- Koot, Y.; H. Ben Ari and L. Vinour. 1978. Coliphages survival as viral indicator in various wastewater quality effluents. *Pro Wat Tech.* 10:337-346.
- Krieg N. R. and Holt J.G. (Eds). 1984. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 1. Williams & Wilkins. USA. 964 p.
- Lake, R., A. Hudson and P. Cressey. 2003. Risk Profile: *Vibrio parahaemolyticus* in seafood. Institute of Environmental Science and Research limited, 47 pp.
- Laval R.E., 2003. El cólera en Chile (1886-1888). *Rev. Chil. Infect.* Edición aniversario 2003; 86-88.
- Lees, D. N. 2000. Viruses and bivalves shellfish. *International Journal of Food Microbiology* 59: 81-116.
- Lopez-Caballero, M., M. Perez-Mateo, P. Montero and J. Borderias. 2000. Oyster preservation by high pressure treatment. *J. Food Prot.* 63:196-201
- Mena, M. 2003. Inventario de la situación actual de las aguas residuales domésticas en Chile.
- Madigan, M.; J. Mattinku y J. Parker. 1997. *Biología de los microorganismos*. Prentice may. Madrid. Octava Edición, 986 pp.
- Metcalf, T. G. 1982. Viruses and self-growing waters. *Environment Internacional* 7:21-27.
- MET/MB/02- Metodología Determinación de *Vibrio parahaemolyticus* (Técnica NMP).
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Subsecretaría de Pesca. 2003. Establece Areas de Manejo y explotación de Recursos Bentónicos para la X Región. D.O. N° 37.558 y D.O. N° 37.566 Mayo 2003.
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Subsecretaría de Pesca. 2001. Extensión del área de operación de flotas artesanales bentónicas en las regiones X y XI. Valparaíso, Agosto 24 de 2001. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 65.
- Ministerio de Salud, 2004. Reglamento Sobre Notificación de Enfermedades Transmisibles de Declaración Obligatoria N°712.
- Müller E. y D. Figueroa. 1996. Distribución espacial y estacional del esfuerzo del viento sobre el mar frente a Chile continental, usando datos de barcos. *Cienc. Tecnol. Mar.*, 19: 7-17.

- [New Zealand Food Safety Authority](#). 2003. Animal Products (Electronic Certification System Costs Specifications). Notice 2003. 68-86 Jervois Quay, PO Box 2835, Wellington.
- OIE. 2000. Código Sanitario Internacional para los Animales Acuáticos. Organización Internacional de Epizootias. París.
- Osorio, A.C.; J. Atria y S. Mann. 1979. Moluscos Marinos de importancia económica en Chile. Biol. Pesq. 11:3-47.
- Paris M., Enrique, 2005. Intoxicación por *Vibrio parahaemolyticus*. Cuad. Med. Soc. (Chile) 2005; 45:43-47.
- Pickard, G. 1971. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. J. Fish Bd. Canadá 28: 1077-1106.
- Puerta, B. H. 1995. La Depuración de los moluscos bivalvos. Serie Estudios Sectoriales 9. Santiago de Compostela, España: Fundación Caixa Galicia. 214 p.
- Ramírez, B. y E. Pizarro. 2005. Distribución de clorofila a y feopigmentos en los canales australes chilenos comprendidos entre Puerto Montt y laguna San Rafael. Cienc. Technol. Mar, 28(1) : 45-62.
- Ramírez B. y Y. Soto. 1995. Mejoramiento de la infraestructura marítimo-pesquera para caleta de pescadores Carelmapu. Estudios de Condiciones Naturales. Dirección de Obras Portuarias, Weber y Cia. Ingenieros Consultores. 110 p.
- Richards, G., 2002. The evolution of molluscan shellfish safety. Prosedings of the 4th International Conference on Molluscan Shellfish Safety. Santiago de Compostela, Spain, June 4-8, 2002.
- Richards, G.P. 1991. Shellfish depuration. In Microbiology of Marine Food Products. Eds: D.R. Ward and C.R. Hackney. Van Nostrand Reinhold, 395–428.
- Richards, G. P. 1988. Microbial purification of shellfish: A review of depuration and relaying. J. Food Protect. 51:218-251.
- Riquelme C., L. Rodríguez y A. Rojas .1999. *Vibrio parahaemolyticus* Primer reporte en Chile (Antofagasta, II Región) durante la presencia del Fenómeno del Niño. Resúmenes Seminario Taller -Octubre 1999 RIBEN. Red sobre Impacto Biológico de Eventos del Niño.

- Rodrick, G. and K. Schneider. 2002. Molluscan Shellfish Depuration. Prosedings of the 4th International Conference on Molluscan Shellfish Safety. Santiago de Compostela, Spain, June 4-8, 2002.
- Rolim, S. 2000. Sistemas de lagunas de estabilización. McGraw Hill. Bogotá. Primera Edición 370 pp.
- Romalde, J.L. 6. New molecular methods for detection of Hepatitis A and Norwalk virases in shellfish. *Microbiología SEM*, :5-556.
- Romalde, J.L.; E. Area, G. Sánchez, C. Ribao, I. Torrado, X. Abad, R. Pinto and A Bosh. 2002. Prevalence of enterovirus and Hepatitis A virus in bovalve molluscs from Galicia (NW Spain). Inadequacy of the EU satandard of microbiological quality. *International Journal of Food Microbiology* 74: 119-130.
- Romero, A. 1985. Geografía de los climas. Tomo XI. Colección Geográfica de Chile. Instituto geográfico Militar. Santiago, Chile. 243 pp.
- Sepúlveda A., H. Toledo & C. Brieva. 1996. Diagnóstico de la contaminación bacteriológica en la zona costera del Seno de Reloncaví y Chiloé, por descarga de aguas servidas domésticas e industriales. *Cimar- Fiordo 1*. Comité Oceanográfico Nacional- Chile. pp. 69-73.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). 2005. Tabla de Mareas.
- Servicio Nacional de Pesca. 2002. Anuario estadístico pesquero 2002.
- Silva. N. y S. Neshyba. 1977. Corrientes superficiales frente a la costa austral de Chile, *Cienc. Tecnol. Mar, CONA*, 3:37-42.
- Silva. N., H. Sievers y R. Prado. 1995. Descripción oceanográfica de los canales australes de Chile. Zona de Puerto-Laguna San Rafael (41° 20'S, 46° 40'). *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 30(2):207-254.
- Silva, N., C. Calvete y H. Sievers. 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y Laguna San Rafael (Crucero Cimar-Fiordo I). *Cienc. Tecnol. Mar.*, 20: 23-106.
- Silva. N., C. Calvete y H. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero Cimar-Fiordo I). *Cienc. Tecnol. Mar.*, 21: 17-48.

Standard Methods for Examination of water and wastewater. 1998. 20ª ED.

Toledo, H. y B. Quilodrán. 1994. Antecedentes ambientales de la bahía de Puerto Montt en primavera-verano. Res. XIV Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Montt, Chile. 166 pp.

Valenzuela, E. 1996. Estudio de los sedimentos recientes: caracterización del sustrato. (Crucero Cimar-Fiordo I). Resúmenes Ampliados. 69:73.

Wood, P.C. 1979. Manual de Higiene de Mariscos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Referencias en Internet

www.colvet.es/Madrid/revista/may_jun_00/salud_publica.htm

www.fao.org

www.fda.gov

http://lanchipal.cl/Principal/ctas_publicas/Cuenta_publica_2004.pdf

www.minsal.cl

www.subpesca.cl

www.sernapesca.cl

www.ispch.cl

ANEXO I

Convenio Laboratorio Acreditado Aguagestión (ex Fundación Chile)

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

En Valparaíso, a 07 de Junio de 2005, entre la **Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**, RUT N° 81669200-8, domiciliada en Avda. Brasil 2950, comuna de Valparaíso, V Región, en adelante denominada “**la Universidad**”, representada por su Vicerrector de Administración y Finanzas, don Claudio Elórtegui Raffo, Rut 4.563.420-5 y **Aquagestión S.A.**, RUT N° 99.591.760-2 representada por su Representante Legal don Javier Duarte García de Cortázar, RUT N° 3.908.705-7, ambos domiciliados en Avenida Parque Antonio Rabat Sur N° 6165, Vitacura, Santiago, se ha acordado el siguiente Contrato de Prestación de Servicios de análisis de laboratorio.

PRIMERO: “La Universidad” encarga a Aquagestión llevar a cabo el servicio de análisis microbiológicos a muestras de aguas y moluscos bivalvos, extraídas por “la Universidad” en dos períodos de muestreo: Junio de 2005 y Enero de 2006.

El Plan de Recepción de las Muestras será establecido entre “la Universidad” y Aquagestión, fijando las fechas y las horas de recepción, pudiendo en casos particulares ser sujeto de modificación, de mutuo acuerdo.

Los análisis a las muestras de agua y moluscos bivalvos consistirán en:

- ❖ La identificación y cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus* en cada una de las muestras
- ❖ La identificación y cuantificación de Coliformes Fecales en cada una de las muestras
- ❖ La identificación y cuantificación de *Listeria monocytogenes* sólo en las muestras explícitamente especificadas por la Universidad.

SEGUNDO: El costo, en UF, de los análisis individualizados en la Cláusula primera, con sus respectivos tiempos de respuesta por parte de Aquagestión, son

Análisis	Valor unitario UF	Tiempo de respuesta en días hábiles	Lugar donde se realiza el análisis
Vibrio parahaemolyticus	0.43	3 a 6 días	Puerto Montt
Coliformes Fecales	0.28	3 a 5 días	Puerto Montt
Listeria monocytogenes	0.64	5 a 10 días	Puerto Montt

Los valores antes mencionados no incluyen IVA.

TERCERO: El valor de los servicios prestados a la Universidad se facturará los días 30 de cada mes.

Todo servicio de análisis adicional a lo estipulado en el anexo, será cobrado a precio de lista de Aquagestión.

CUARTO: Los pagos se efectuarán al valor que tenga la unidad de fomento el día de facturación de cada mes.

El pago de los servicios debe hacerse a 30 días de recibida la factura, en la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

QUINTO: En cada uno de los períodos de muestreo (Junio-Enero) y para cada tipo de muestra (Agua-Molusco), Aquagestión hará entrega de un Informe con los resultados de los análisis, de acuerdo a los tiempos de respuesta del análisis solicitado estipulados en la cláusula segunda .

Cada Informe deberá ser desglosado por Zona de Extracción de las muestras.

El Informe correspondiente a moluscos se deberá desglosar, además por la procedencia de las muestras (Centros de Cultivo – Bancos Naturales).

Para lo anterior, “la Universidad” se compromete a identificar las muestras de acuerdo a todas estas variables y a entregar una hoja con la identificación y requisitos de las muestras entregadas para análisis.

SEXTO: “Aquagestión” podrá poner término a este Contrato por razones justificadas y/o de fuerza mayor sin ulteriores responsabilidades, con un aviso escrito dado a la otra parte con 30 días de anticipación.

Así mismo, la Universidad podrá poner término anticipado al Contrato mediante un aviso dado con 30 días de anticipación.

SÉPTIMO: Se acuerda que Aquagestión tendrá plena libertad para convenir con otros usuarios la prestación de sus servicios en áreas idénticas a aquellas a que se refiere el presente Contrato. También se acuerda que “la Universidad” podrá convenir idénticos servicios con entidades ajenas a Aquagestión.

OCTAVO: Para todos los efectos legales derivados del presente contrato, las partes fijan su domicilio en la comuna de Valparaíso y se someten a la jurisdicción de sus Tribunales de Justicia.

NOVENO: Aquagestión se compromete a resguardar la confidencialidad de los resultados emitidos.

DECIMO: En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, las partes firman el presente Contrato en tres ejemplares de igual tenor y fecha, quedando dos en poder de Aquagestión S.A. y uno en poder de la Universidad.

UNDÉCIMO

La personería de Don Javier Duarte García de Cortázar, para actuar en representación de Aquagestión S.A., consta en escritura pública de fecha 1 de Abril de 2005 suscrita ante el notario público de Santiago Raúl Undurraga Laso.

La personería de don Claudio Elórtegui Raffo, Vicerrector de Administración y Finanzas, para representar a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, consta en mandato otorgado por escritura pública de fecha 29 de julio de 2002, ante el Notario Público de Valparaíso, don Luis Fischer Yávar.

Javier Duarte García de Cortázar
Representante legal
Aquagestión S.A.

Claudio Elórtegui Raffo
Vicerrector de Administración y Finanzas
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

ANEXO II

**PUNTOS DE MUESTREO PRÓXIMOS
A LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS
DE DESCARGA DE EFLUENTES, POR
ZONA Y PERIODO**

PUNTOS DE MUESTREO PERIODO INVIERNO

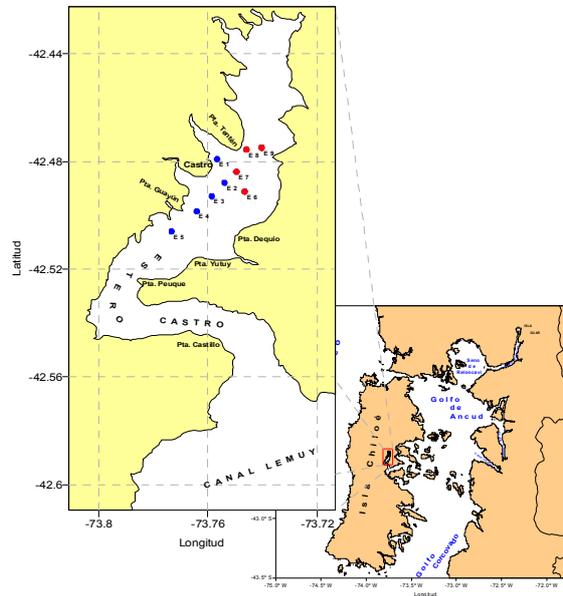


FIGURA 1: Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de descarga de efluentes tratados en Estero Castro.. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

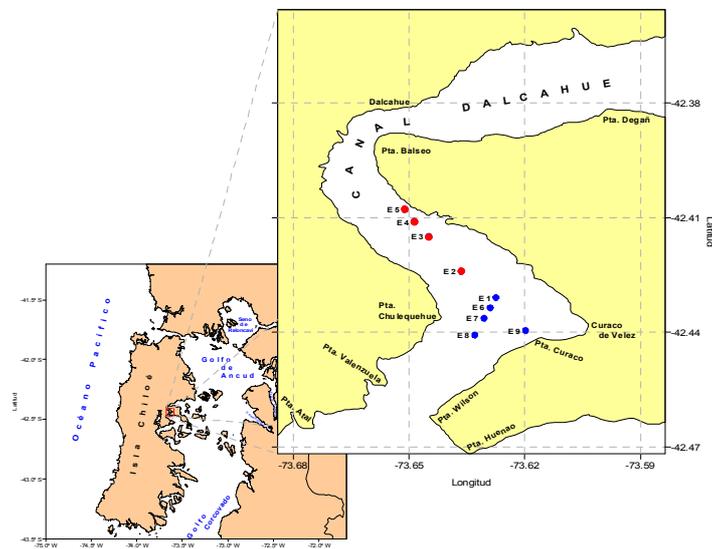


FIGURA 2: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos en Curaco de Velez. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

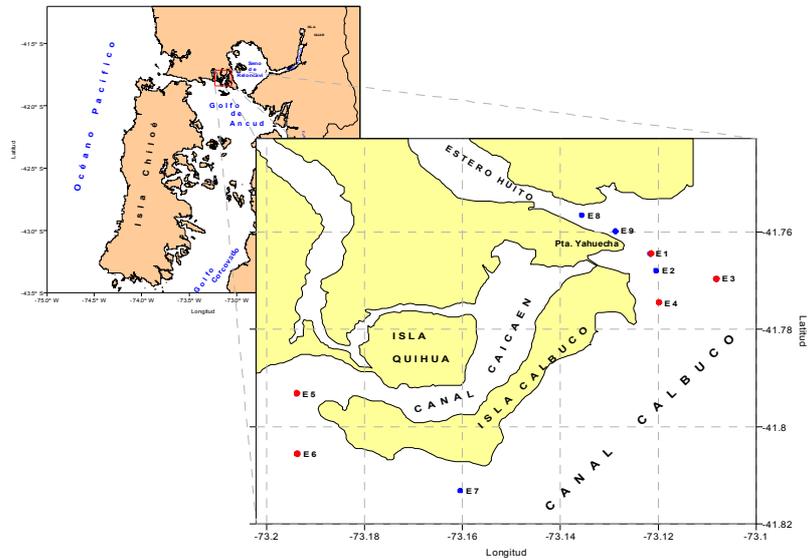


FIGURA 3: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Calbuco. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

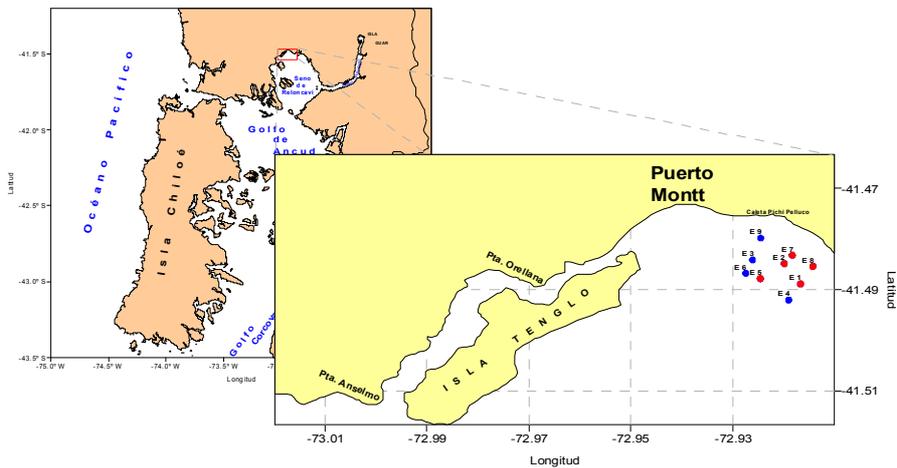


FIGURA 4: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Pto. Montt. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

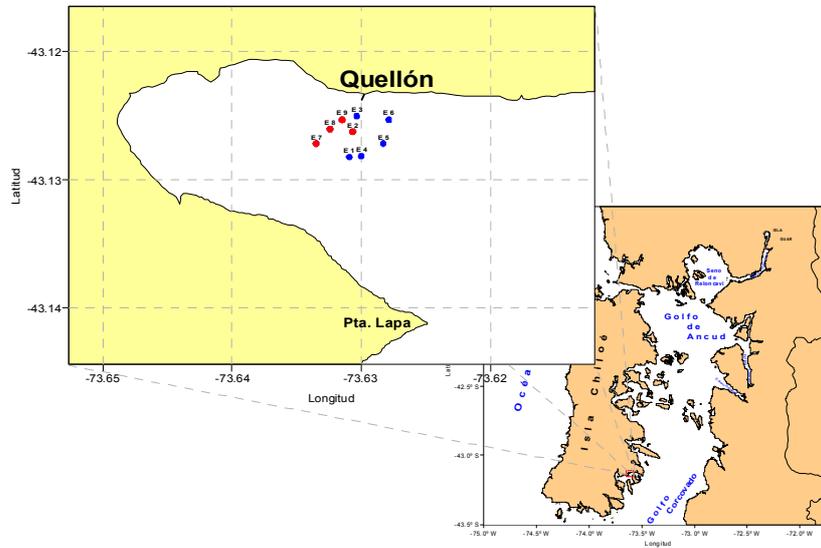


FIGURA 5: Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de descarga de efluentes tratados en Quellón. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

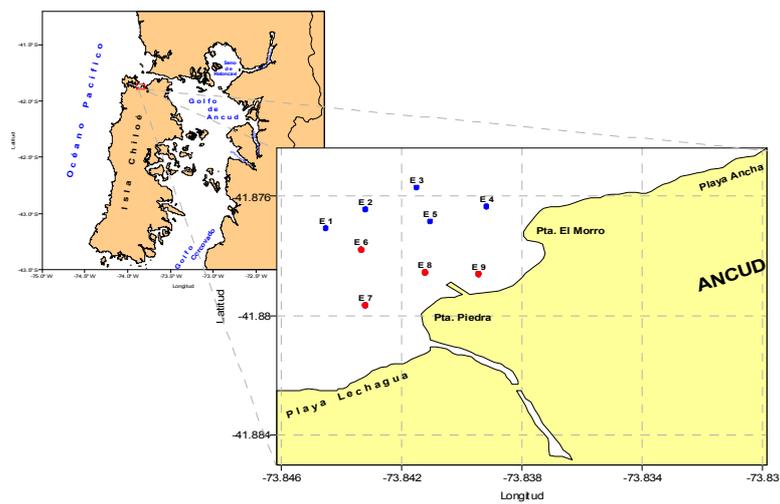


FIGURA 6: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Ancud. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

PUNTOS DE MUESTREO PERIODO VERANO

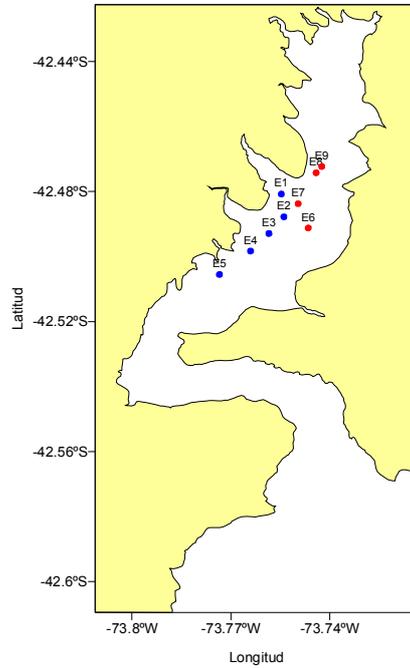


FIGURA 7: Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de descarga de efluentes tratados en Castro. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

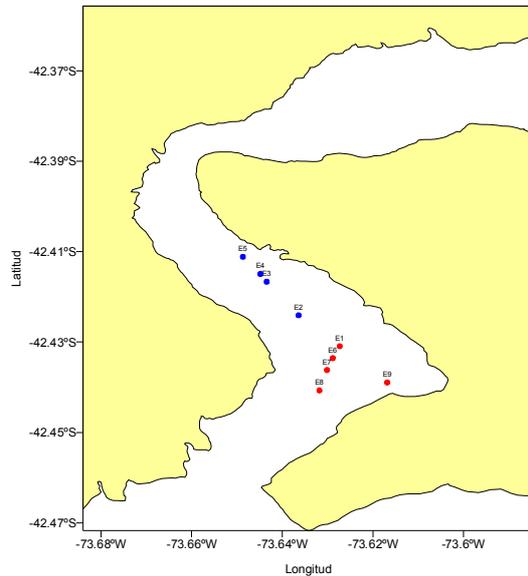


FIGURA 8: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Curaco de Velez. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

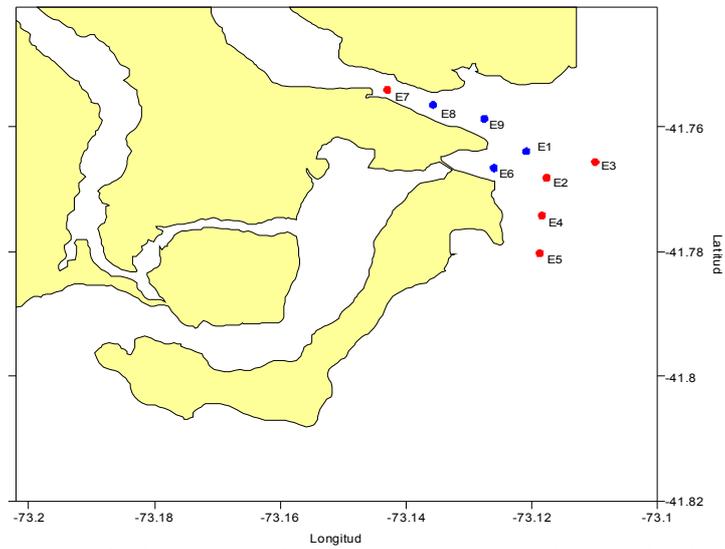


FIGURA 9: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Calbuco. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

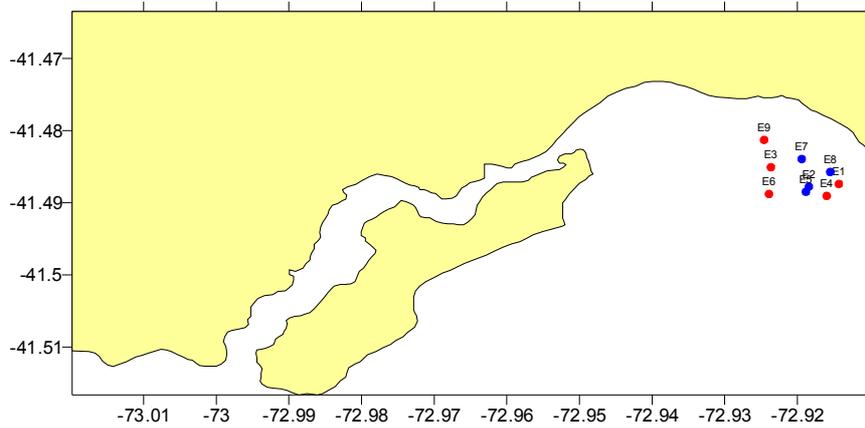


FIGURA 10: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Pto. Montt. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

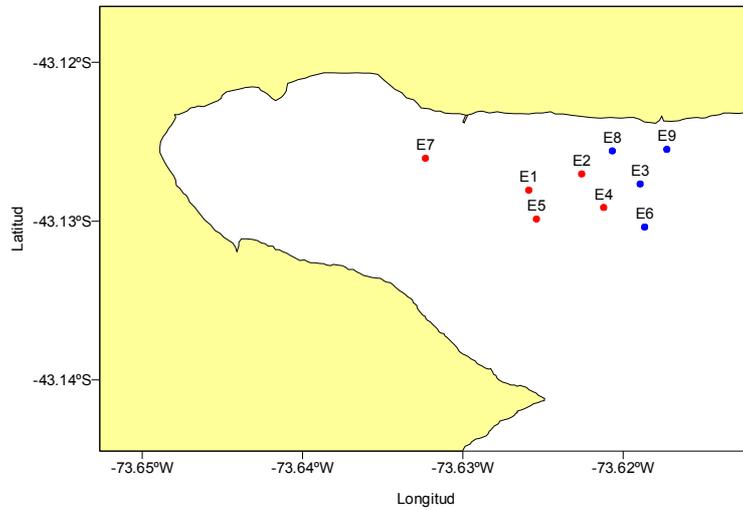


FIGURA 11: Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de descarga de efluentes tratados en Quellón. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

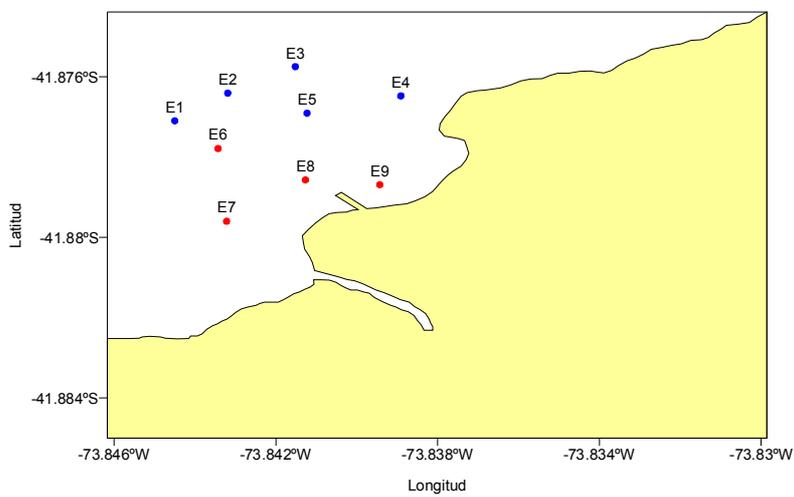


FIGURA 12: Ubicación de los puntos de muestreo próximos al emisario de residuos domésticos correspondientes a Ancud. Los puntos rojos corresponden a la fase de marea llenante y los puntos azules corresponden a la fase de marea vaciante.

ANEXO III

DESPLAZAMIENTO DE DERIVADORES

por zona geográfica y periodo de muestreo

**Programa de Correntometría Lagrangiana con
Derivadores**

I. ANCUD

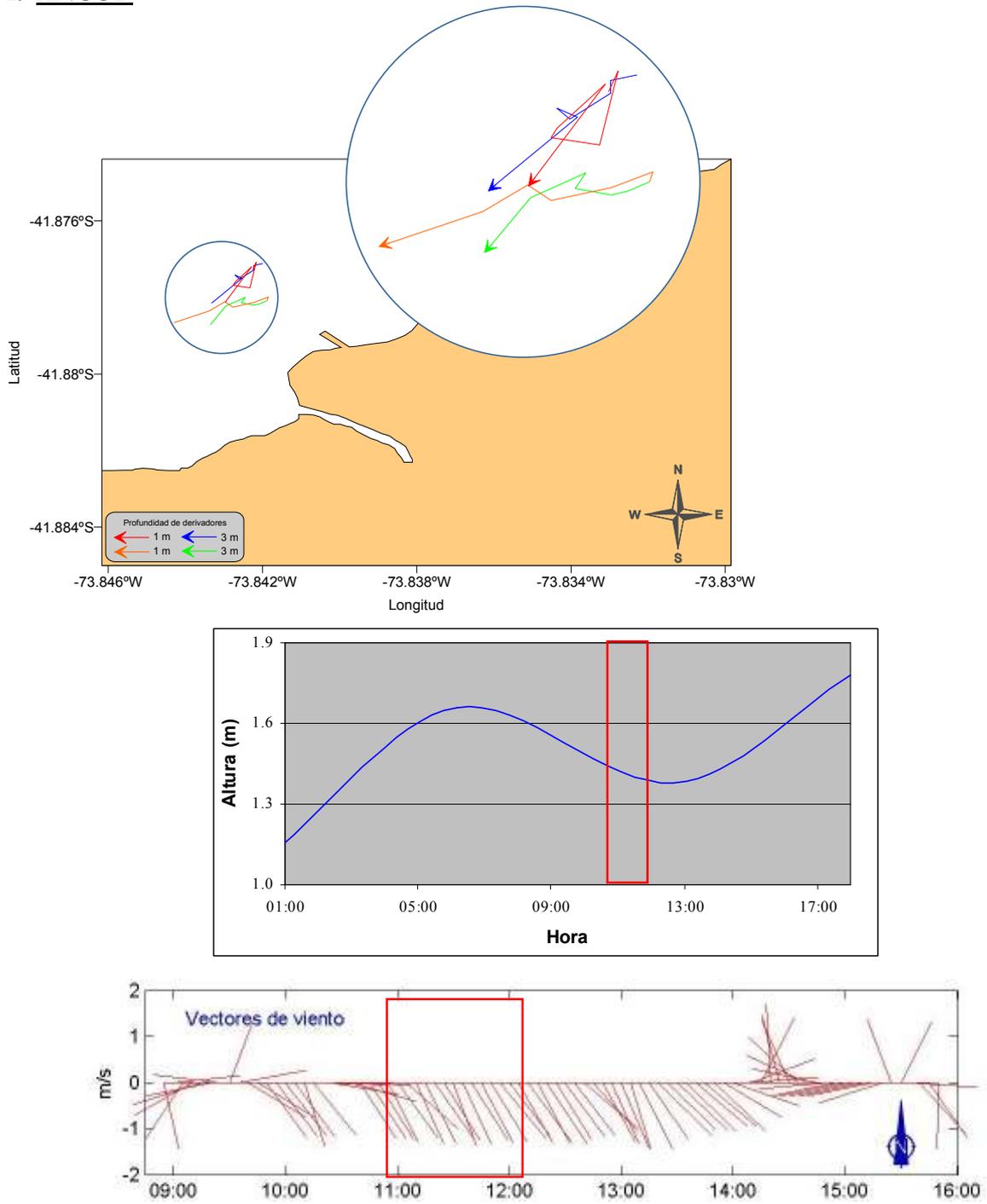


FIGURA 1: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vaciente) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Junio de 2005.

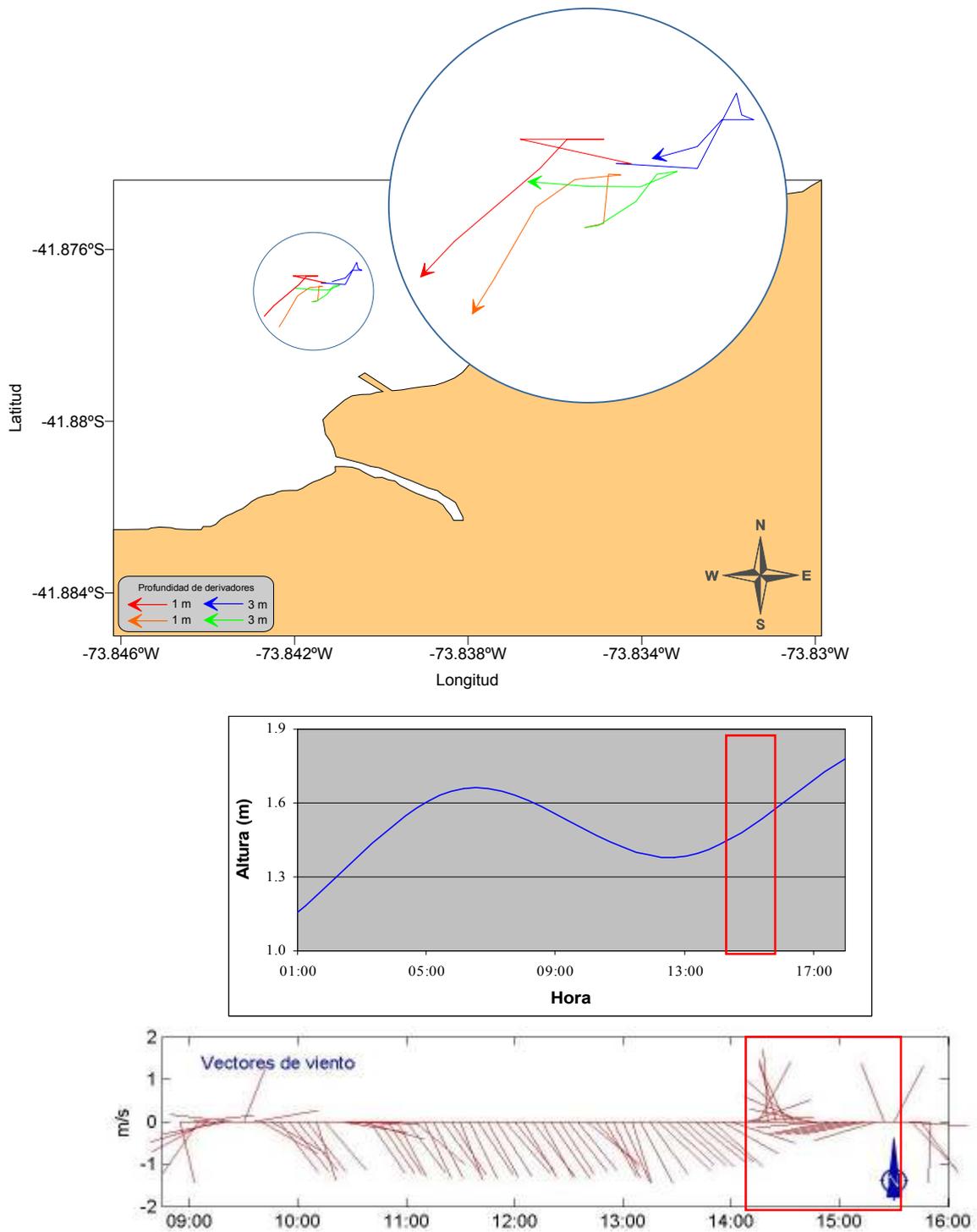


FIGURA 2: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Junio de 2005.

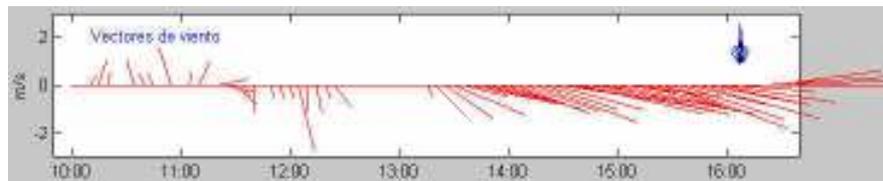
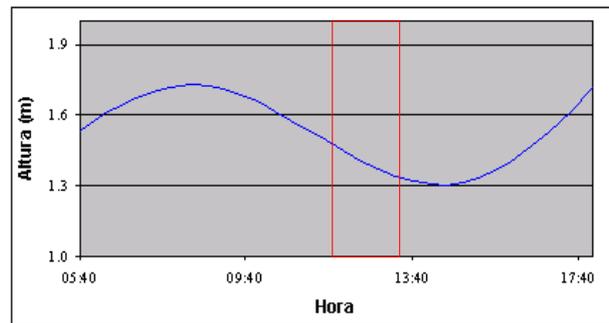
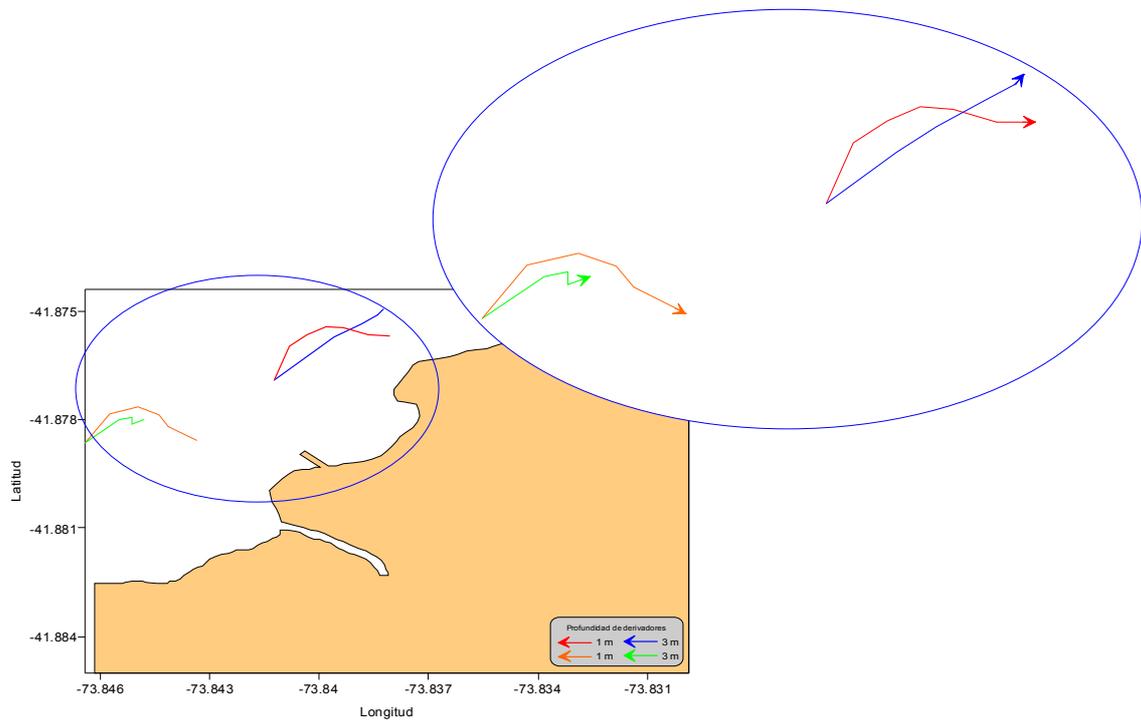


FIGURA 3: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vaciente) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Enero del 2006.

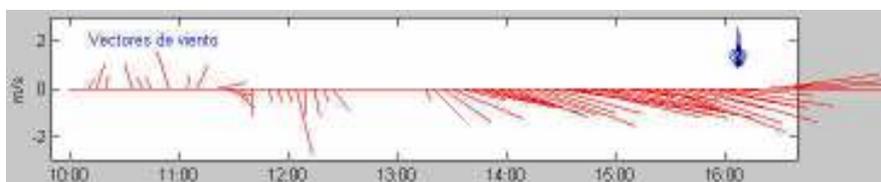
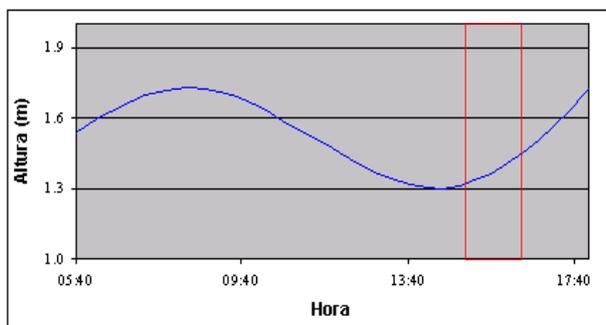
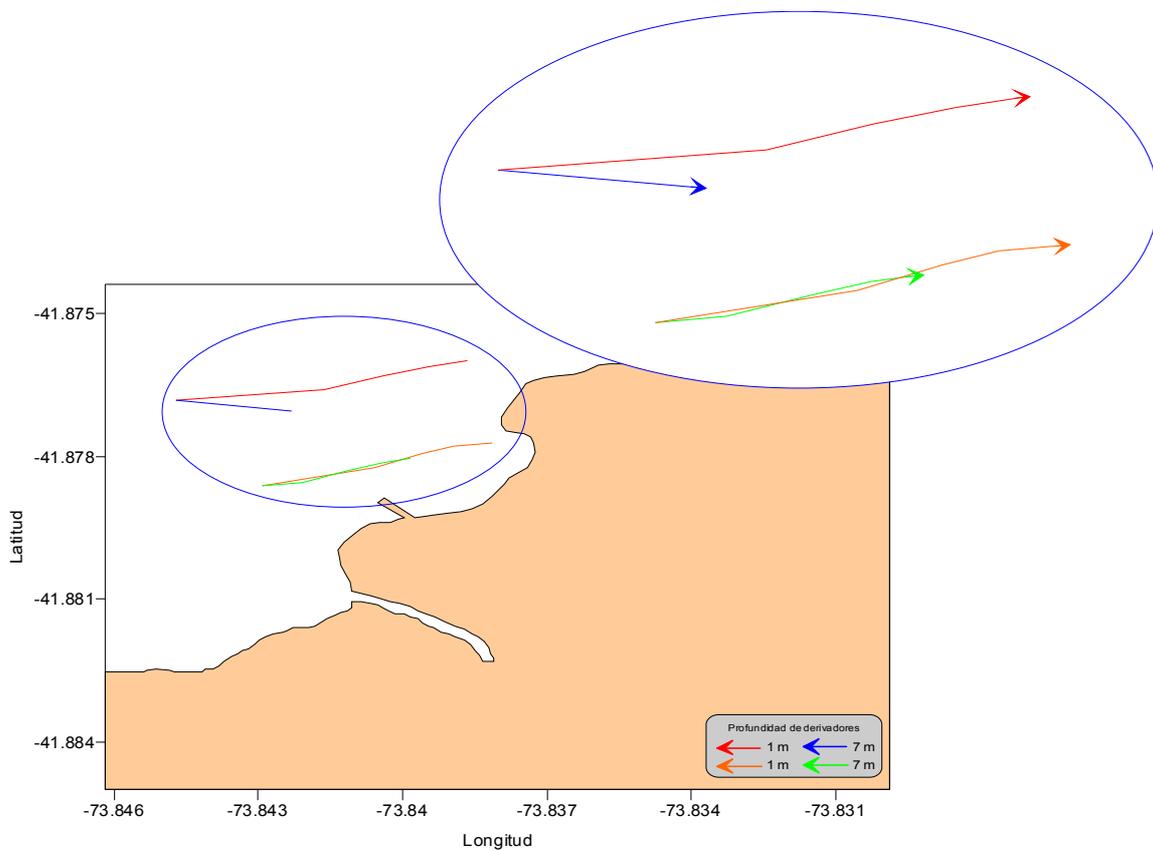


FIGURA 4: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Enero del 2006.

II. CASTRO

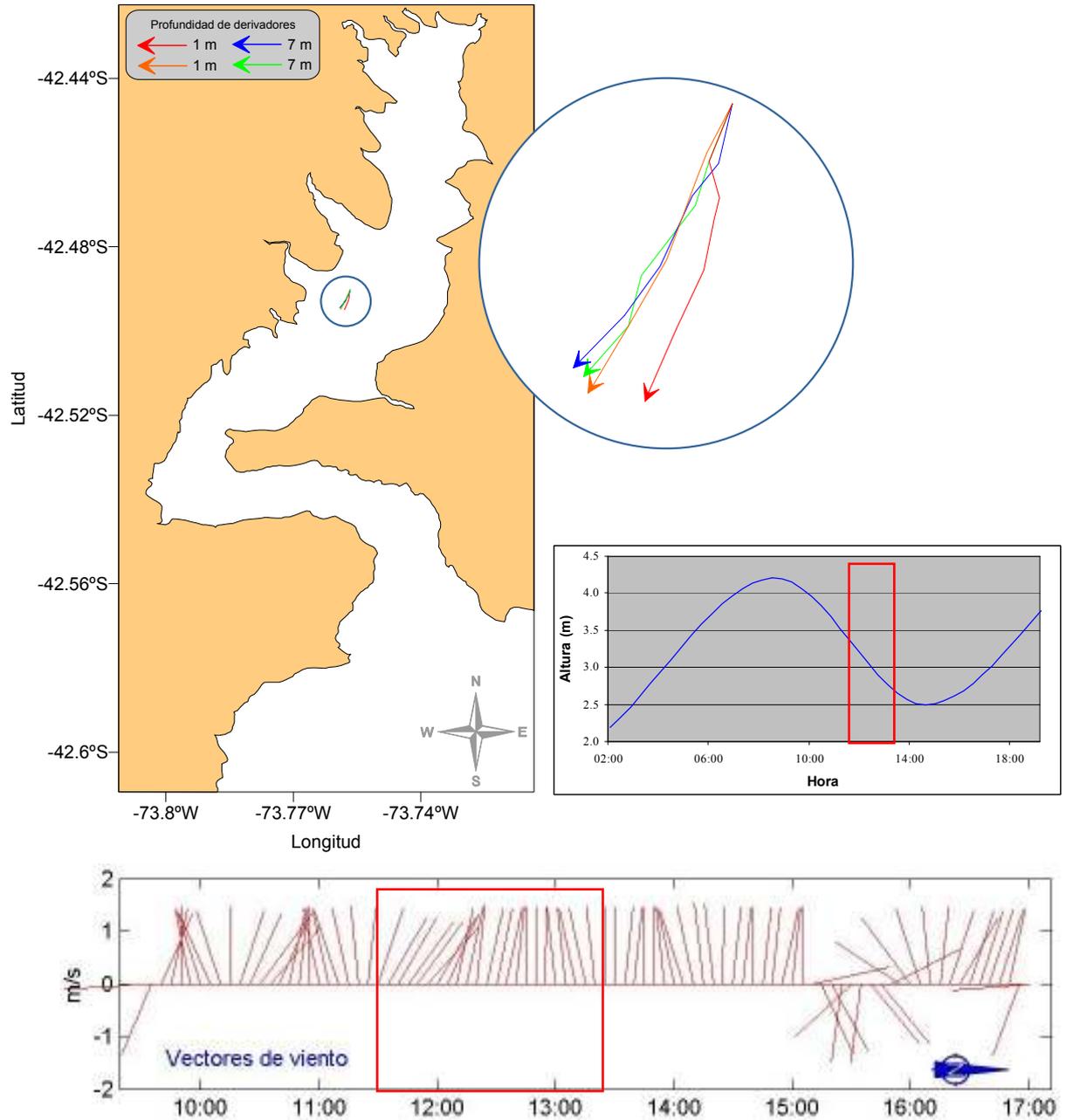


FIGURA 5: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vacante) y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Junio de 2005.

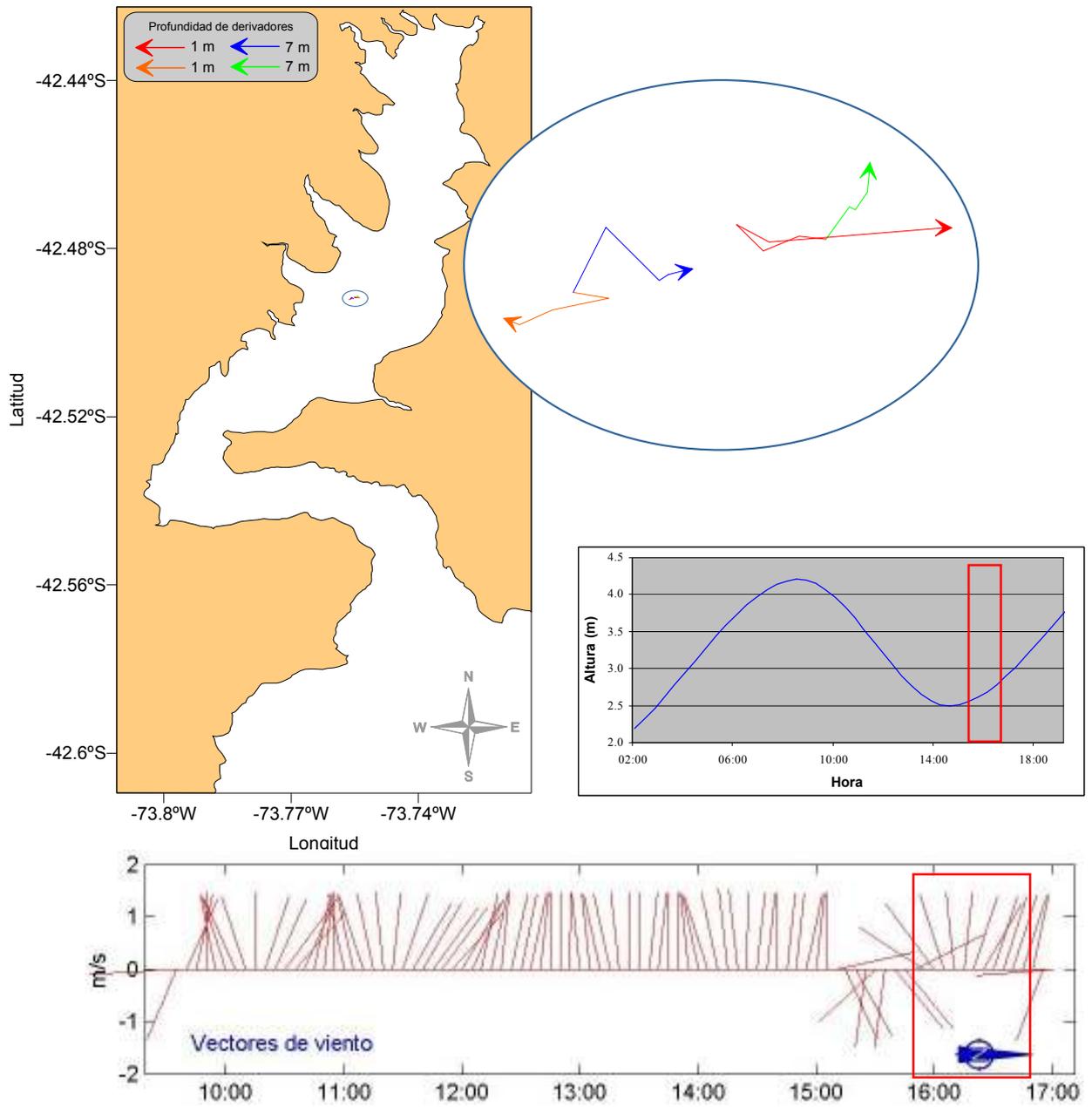


FIGURA 6: Desplazamiento de derivadores, período de marea y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Junio de 2005.

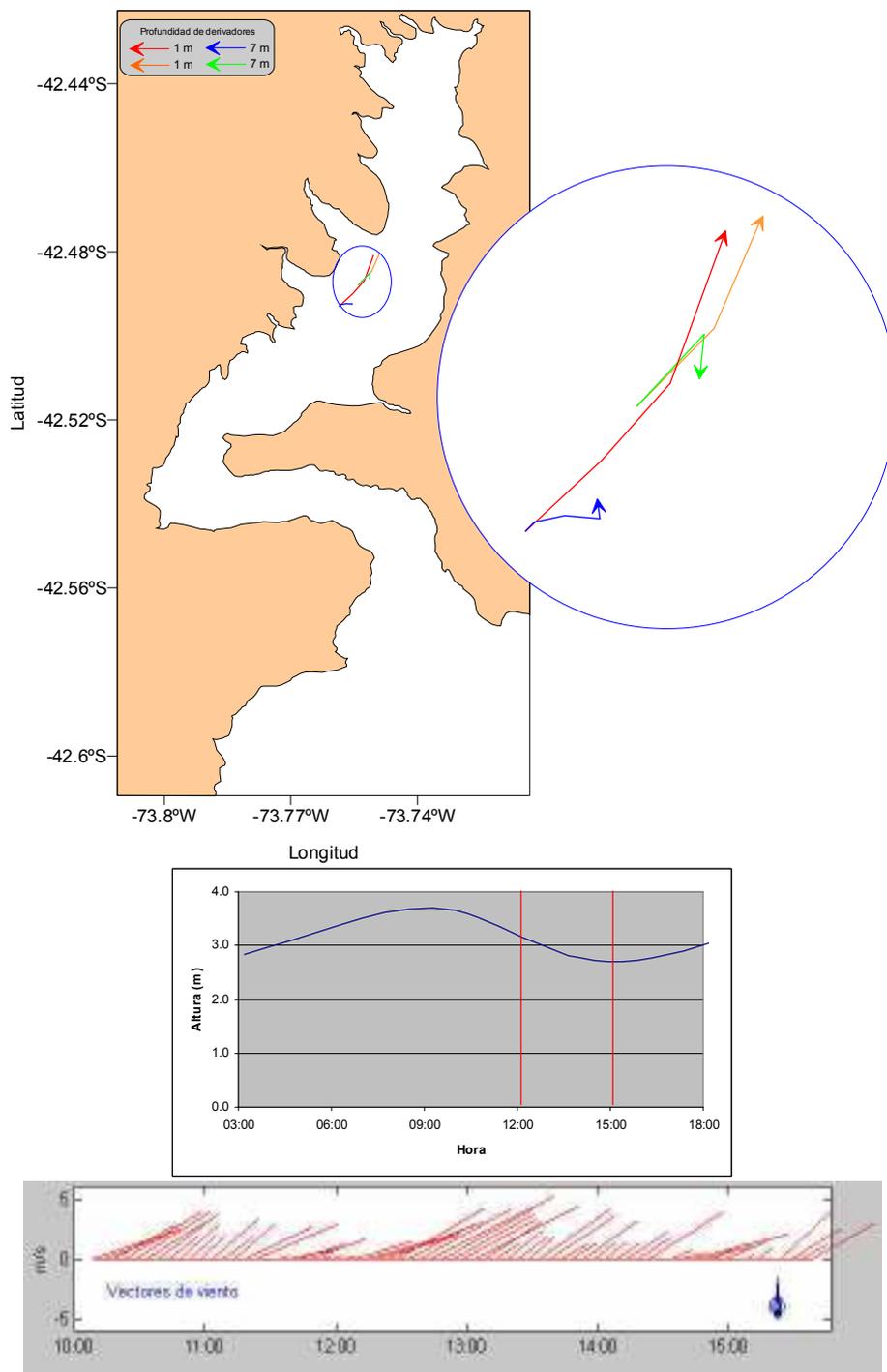


FIGURA 7: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vacante) y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Enero del 2006.

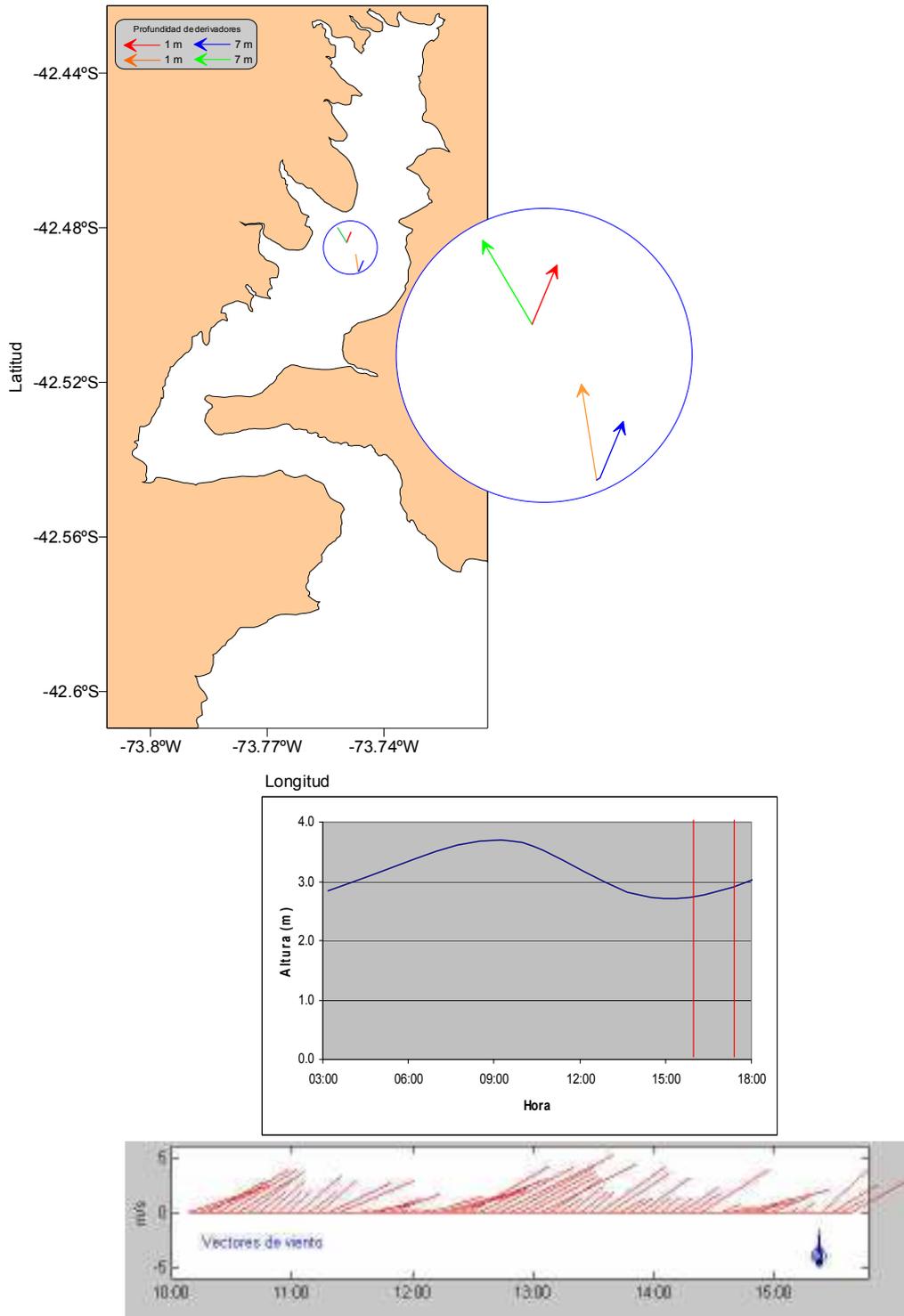


FIGURA 8: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Enero del 2006.

III. CURACO DE VELEZ

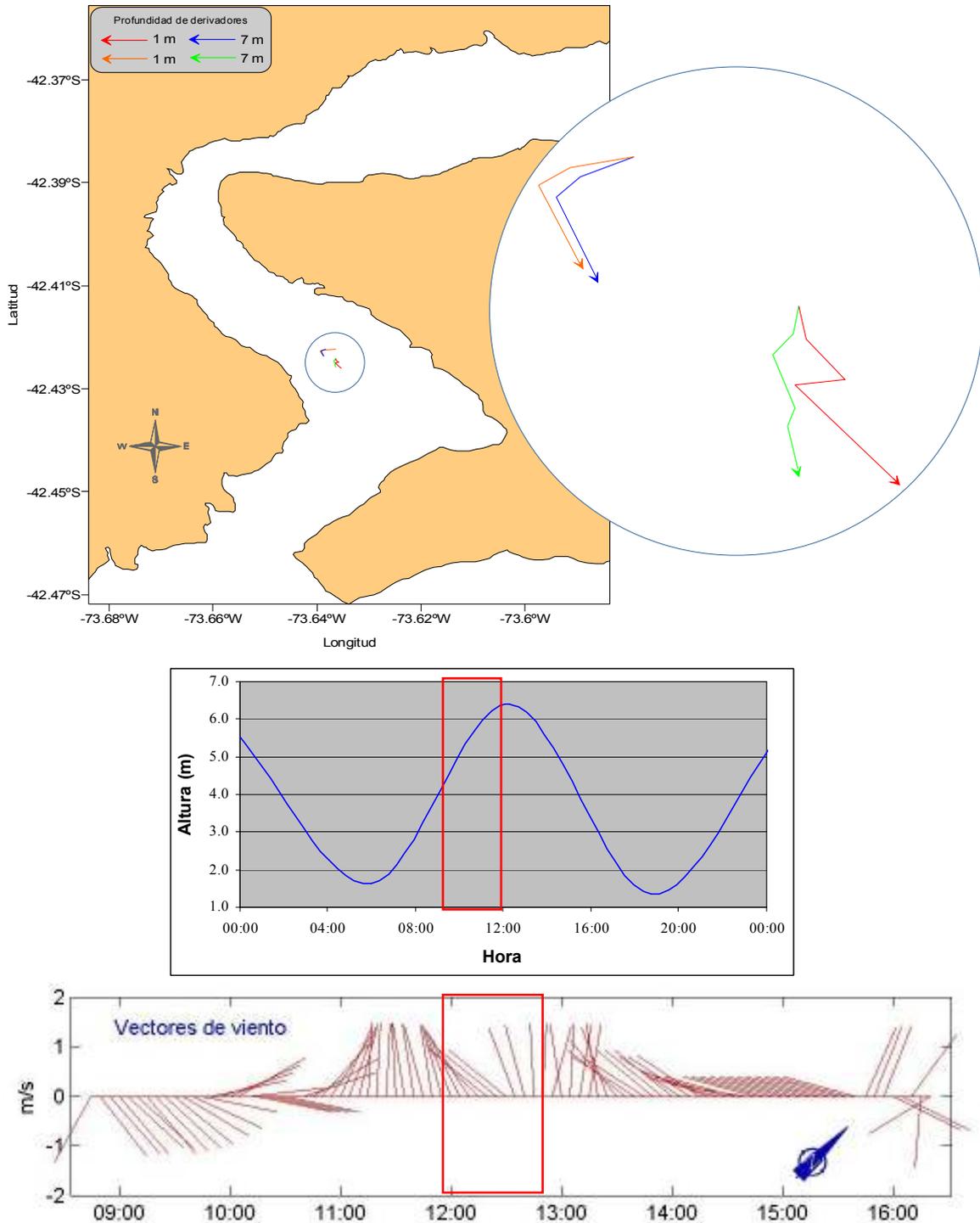


FIGURA 9: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Junio de 2005.

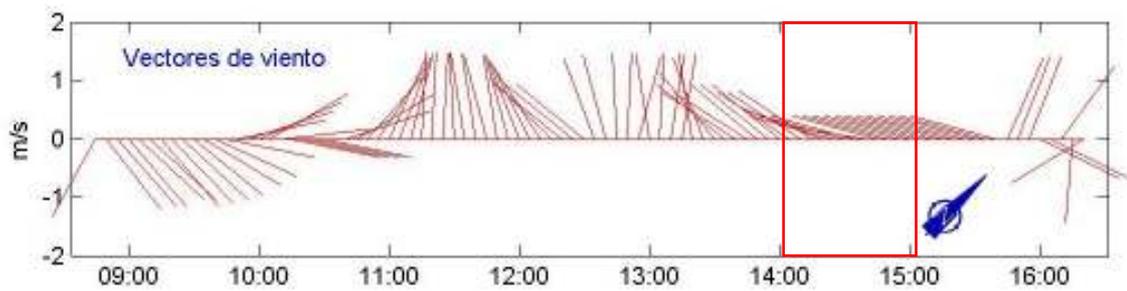
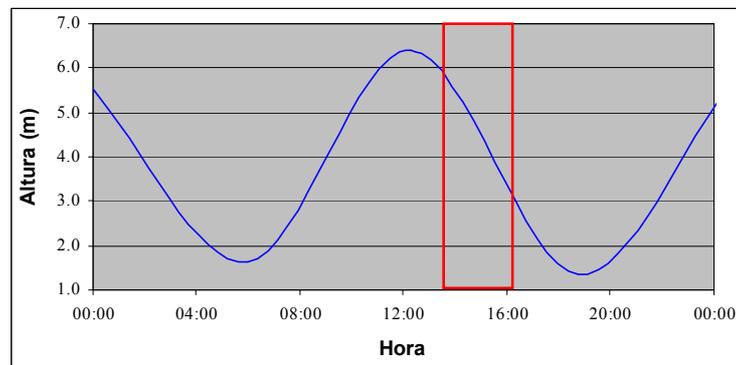
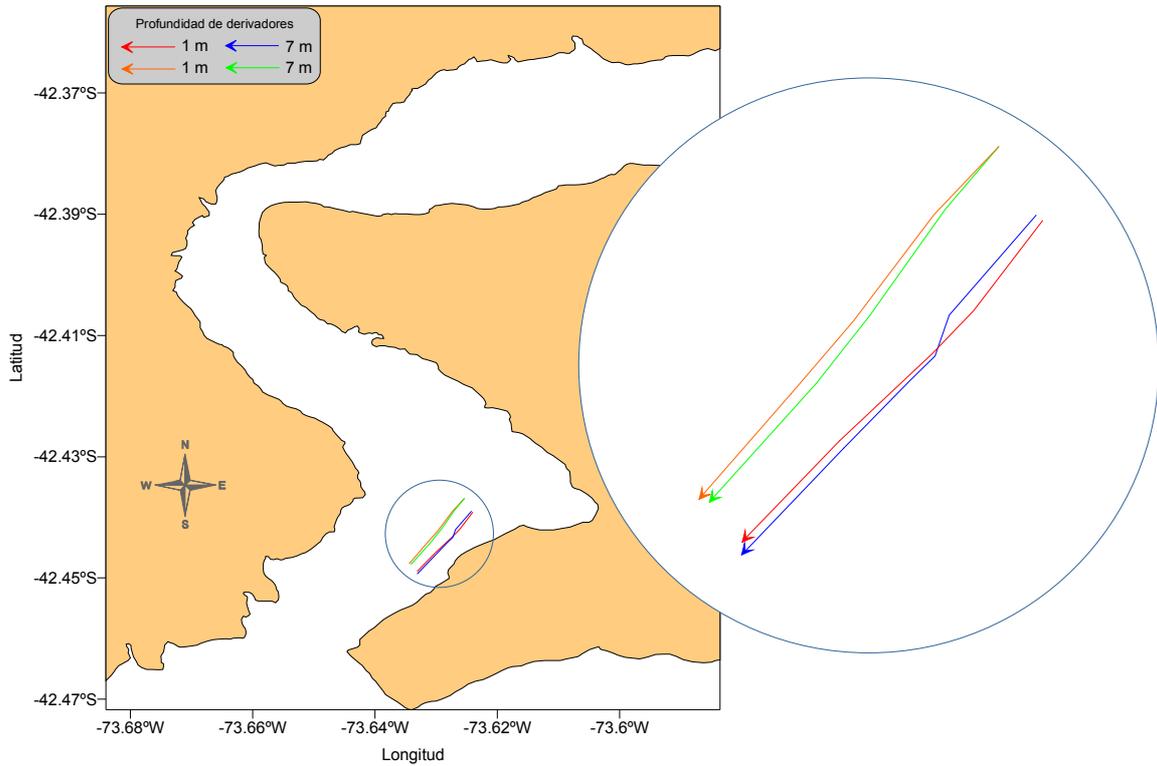


FIGURA 10: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Junio de 2005

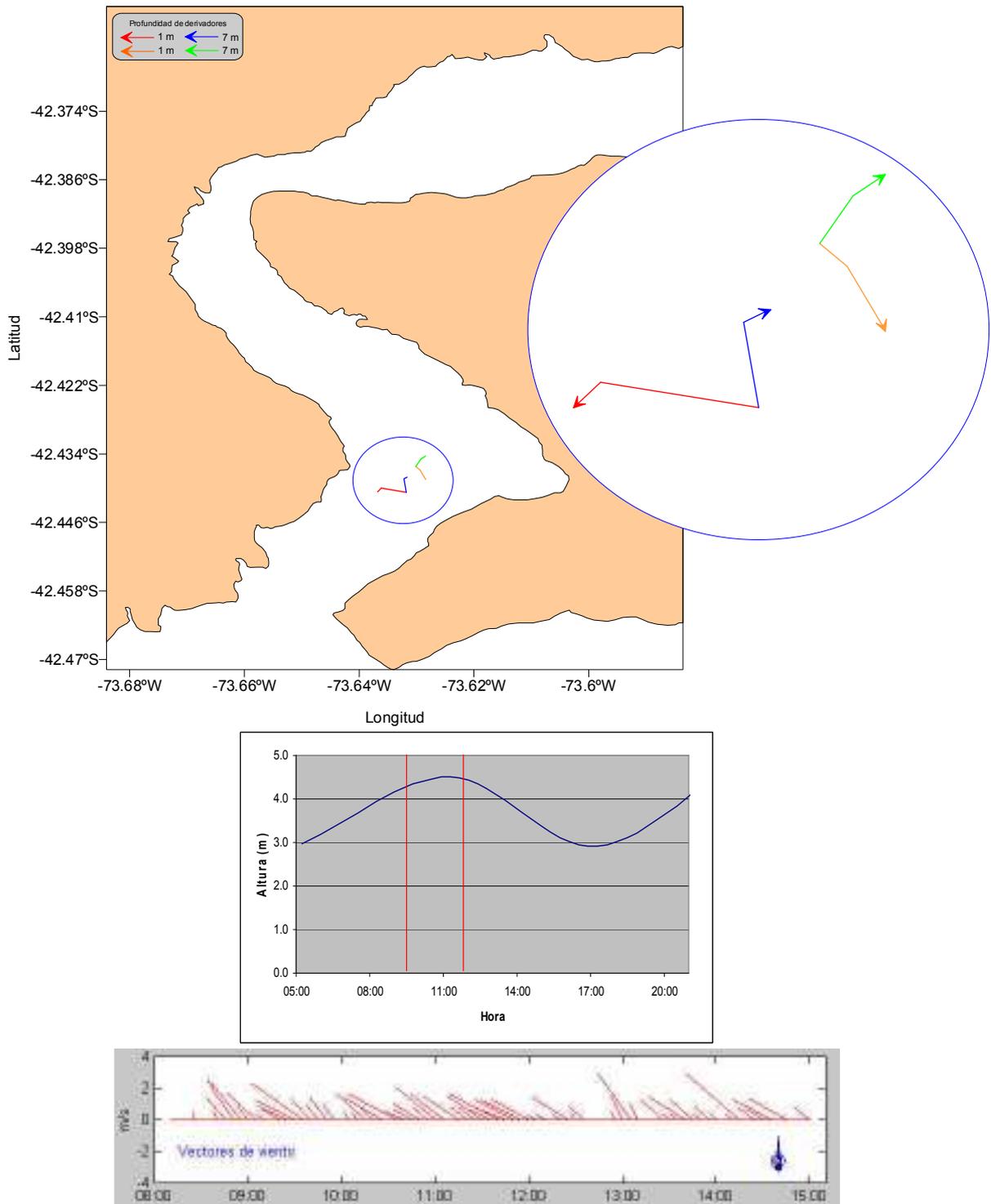


FIGURA 11: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Enero del 2006.

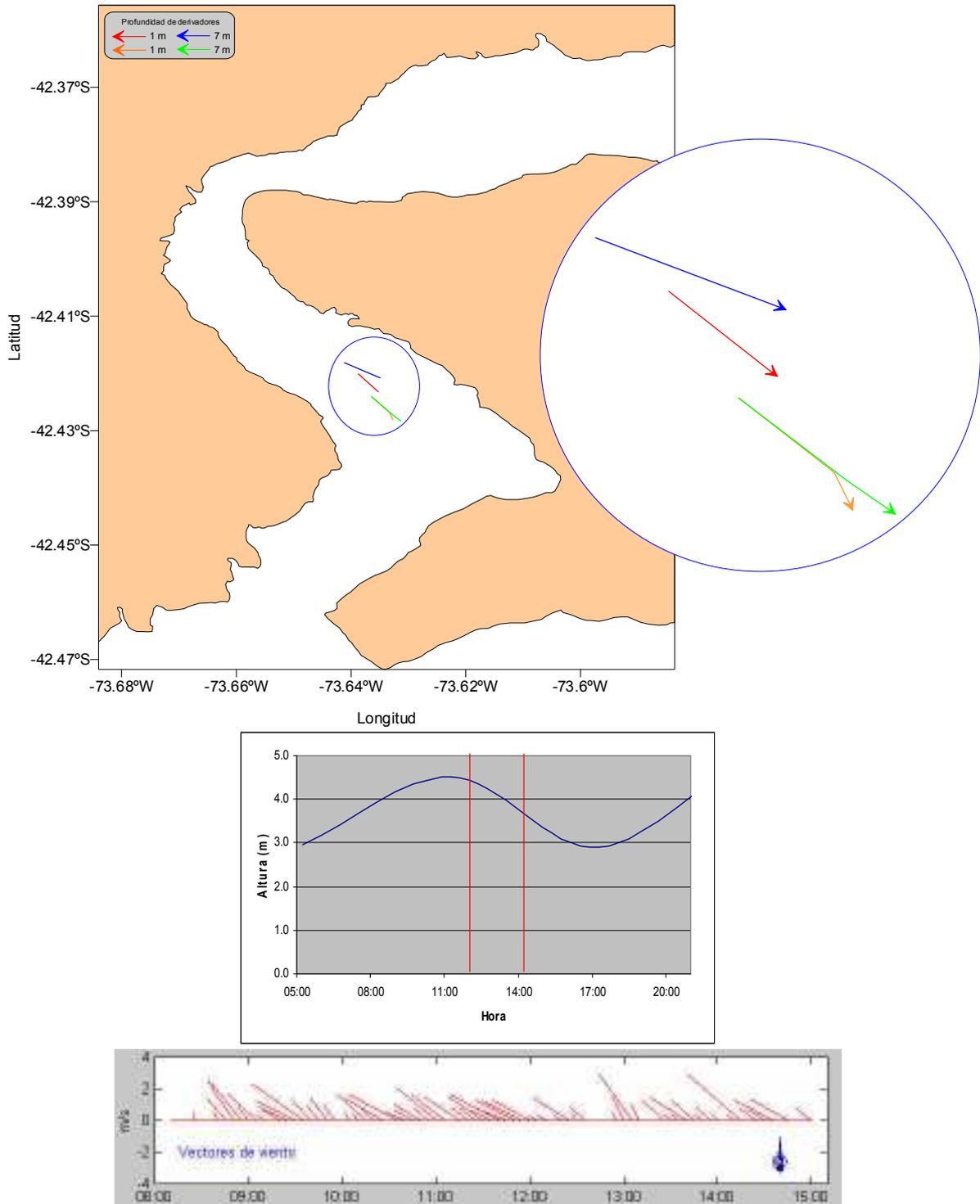


FIGURA 12: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Enero del 2006.

IV. QUELLON

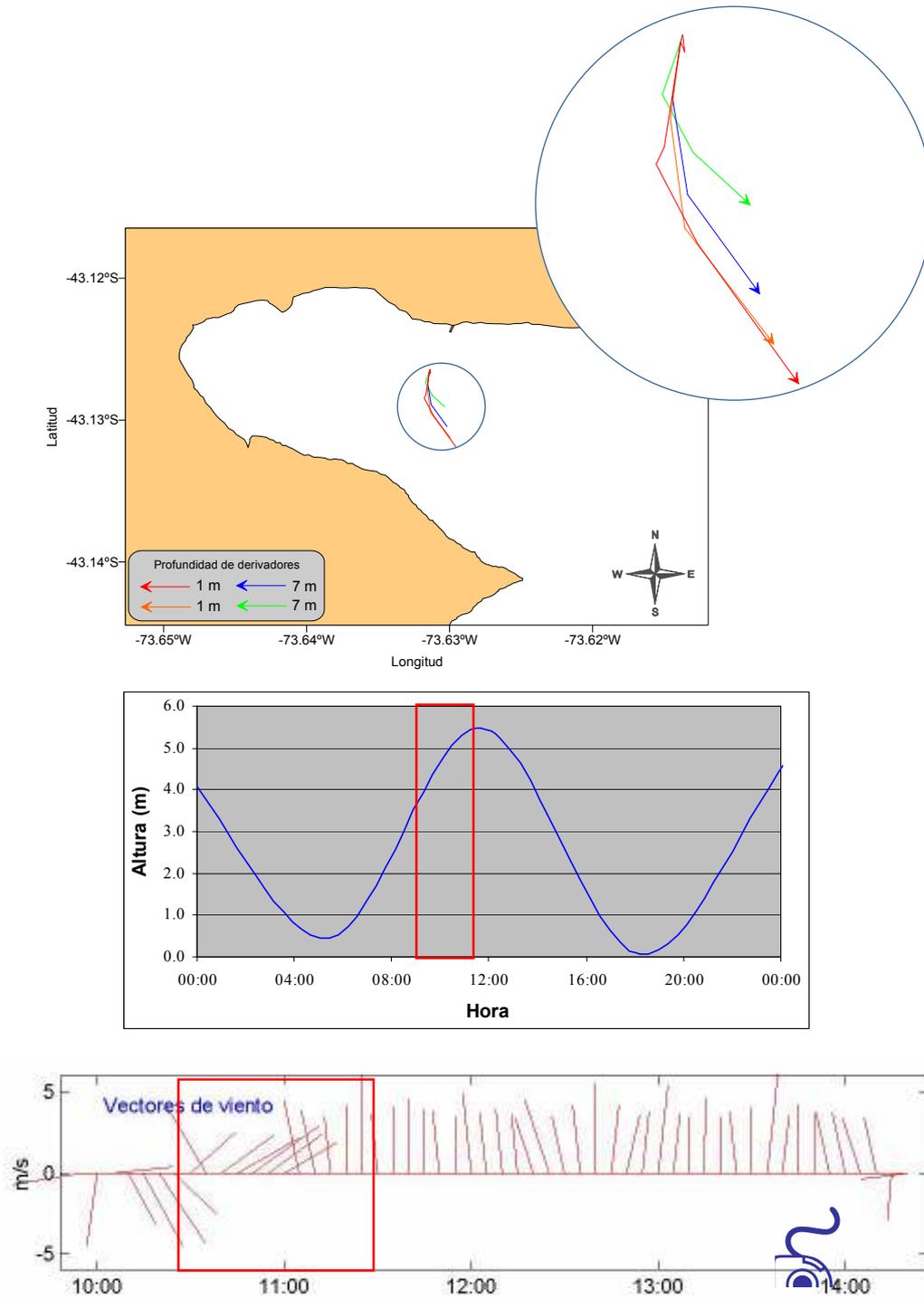


FIGURA 13: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Junio de 2005.

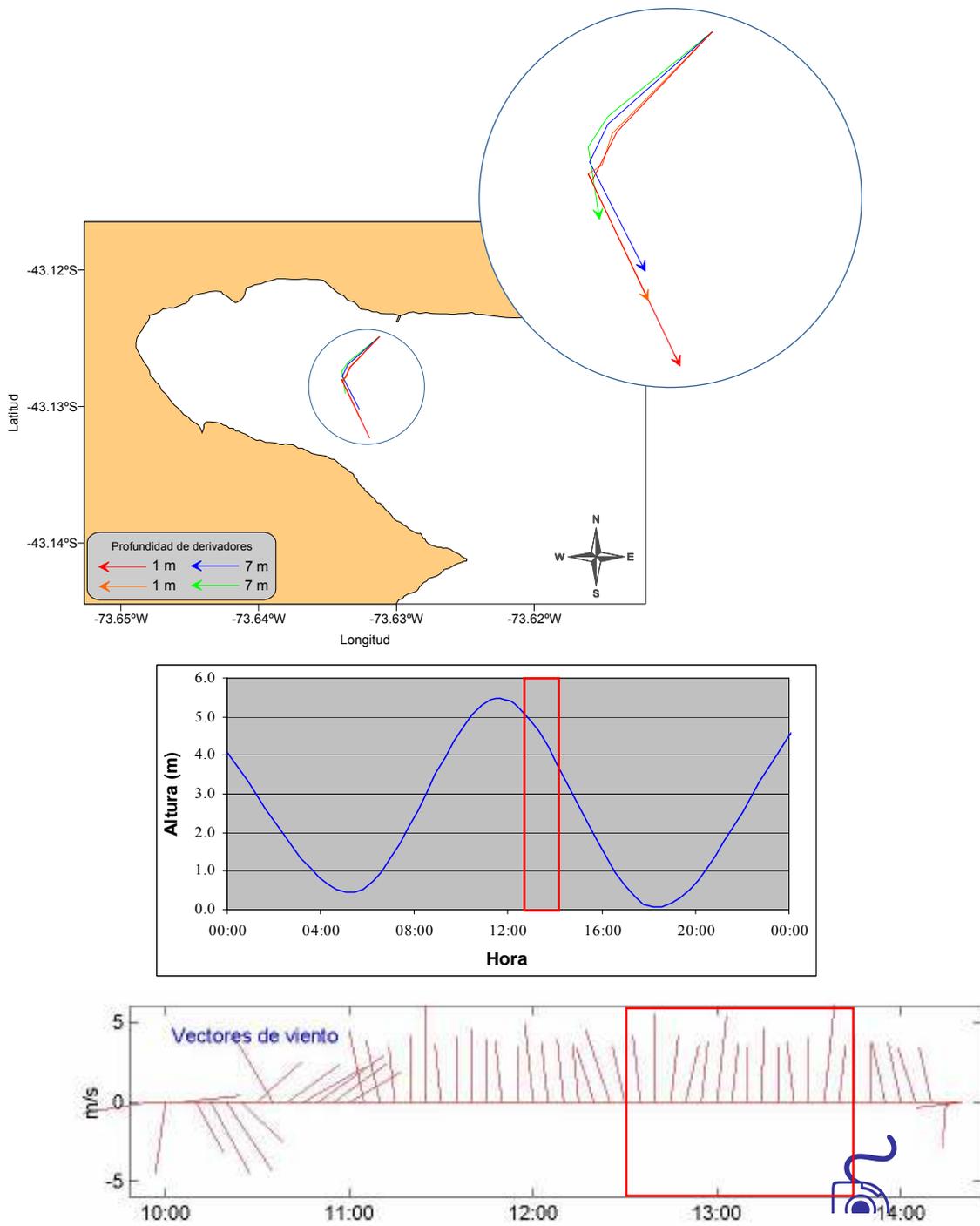


FIGURA 14: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Junio de 2005.

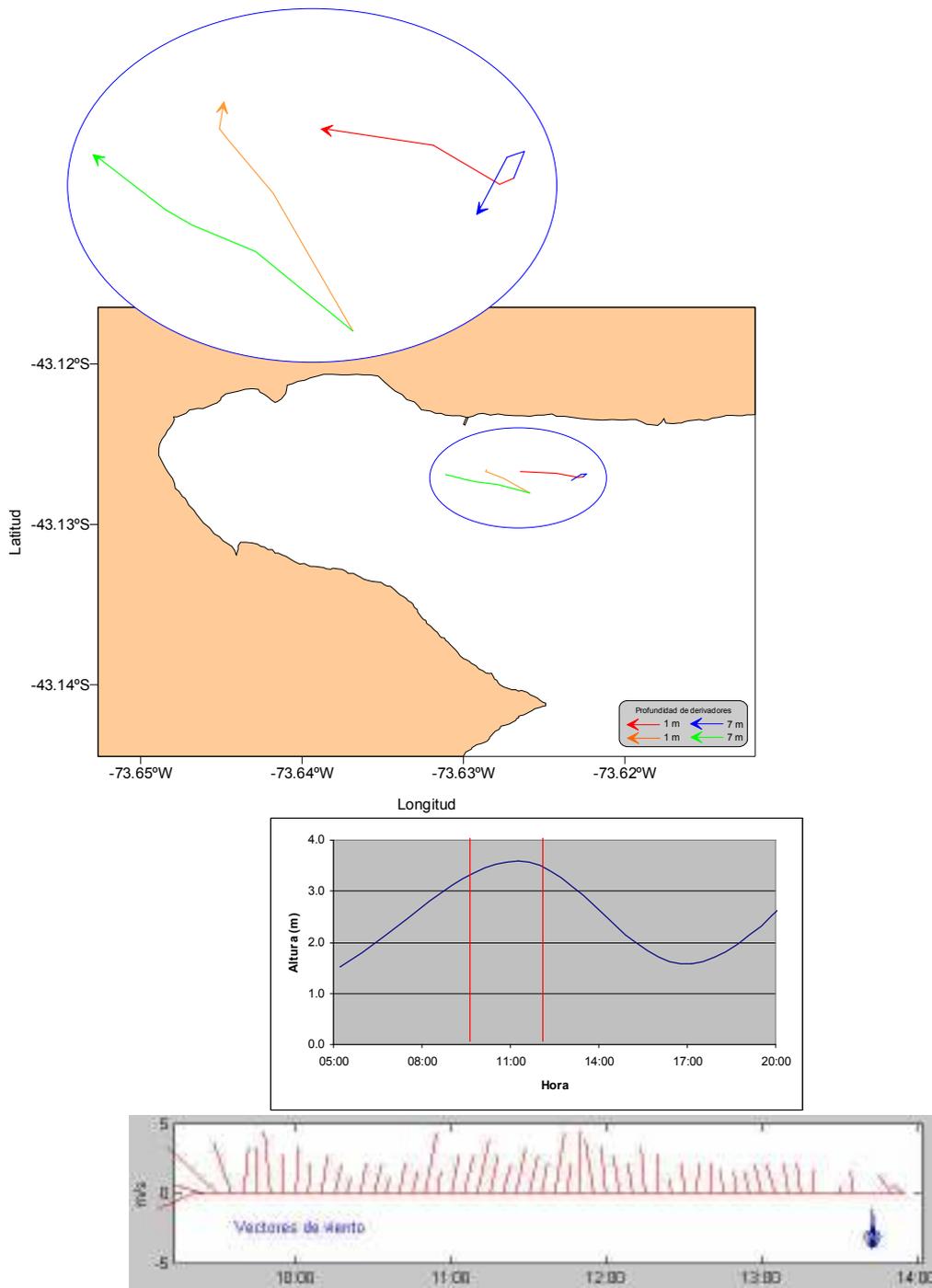


FIGURA 15: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Enero del 2006.

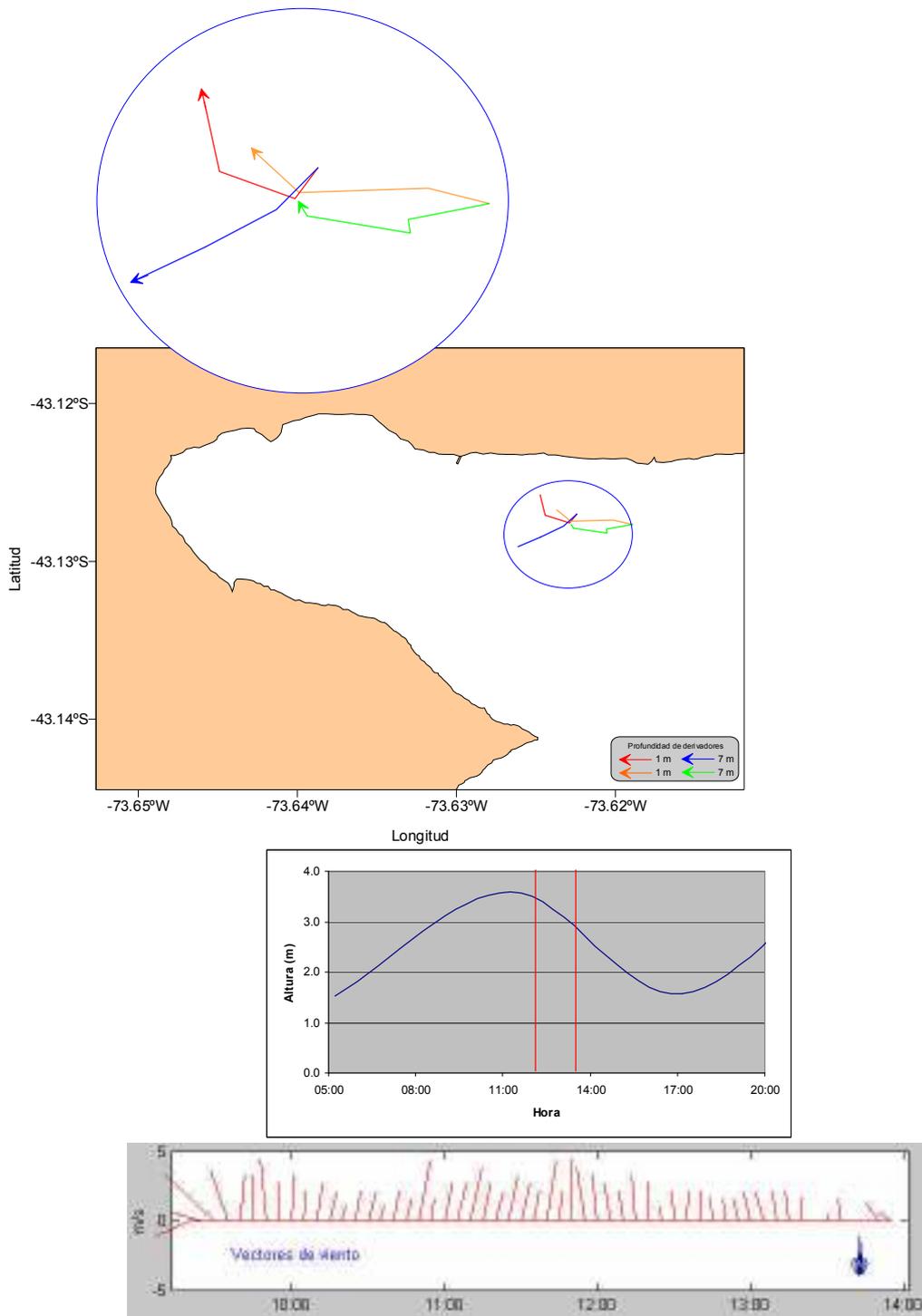


FIGURA 16: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vacante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Enero del 2006.

V. CALBUCO

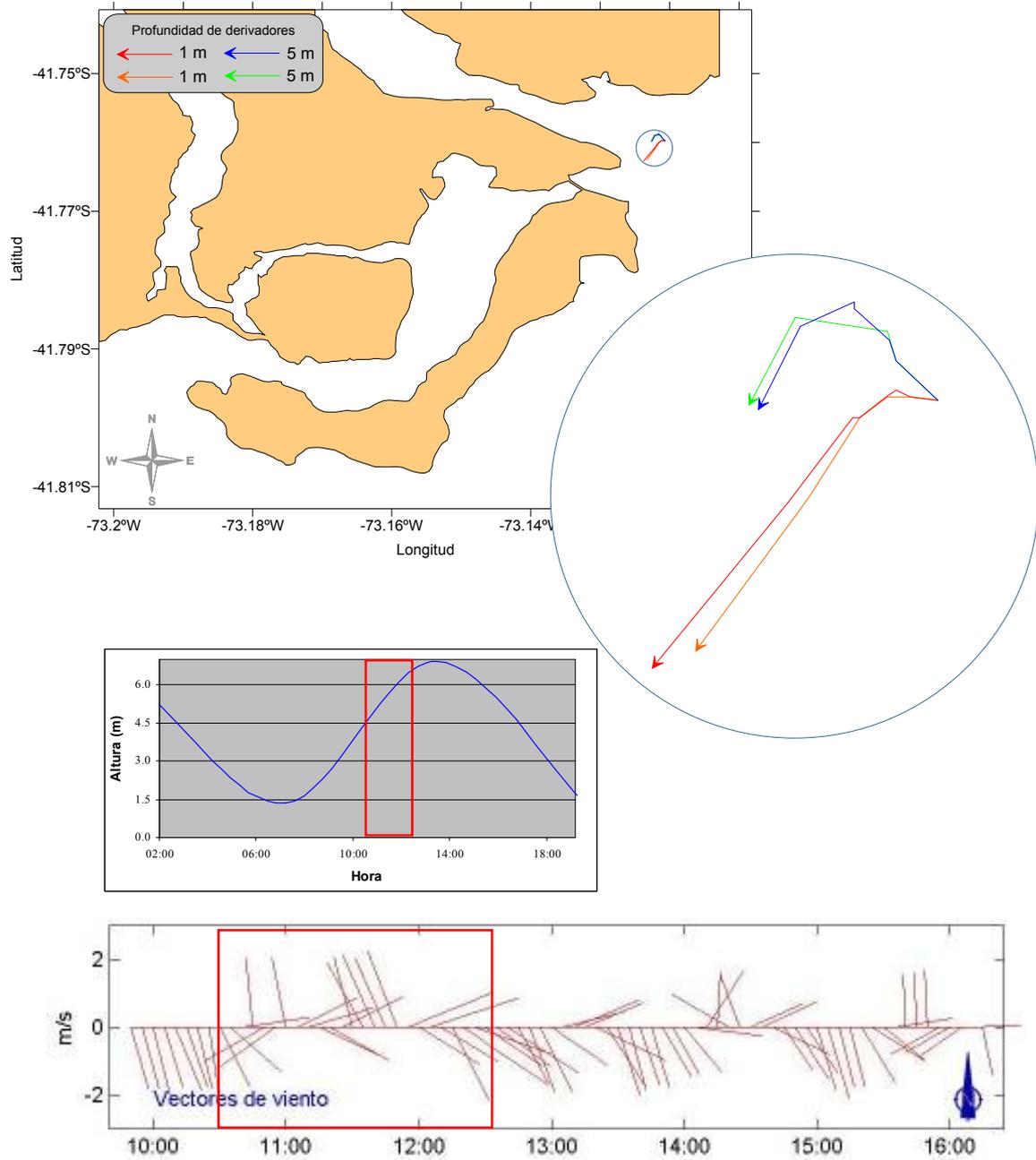


FIGURA 17: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Junio de 2005.

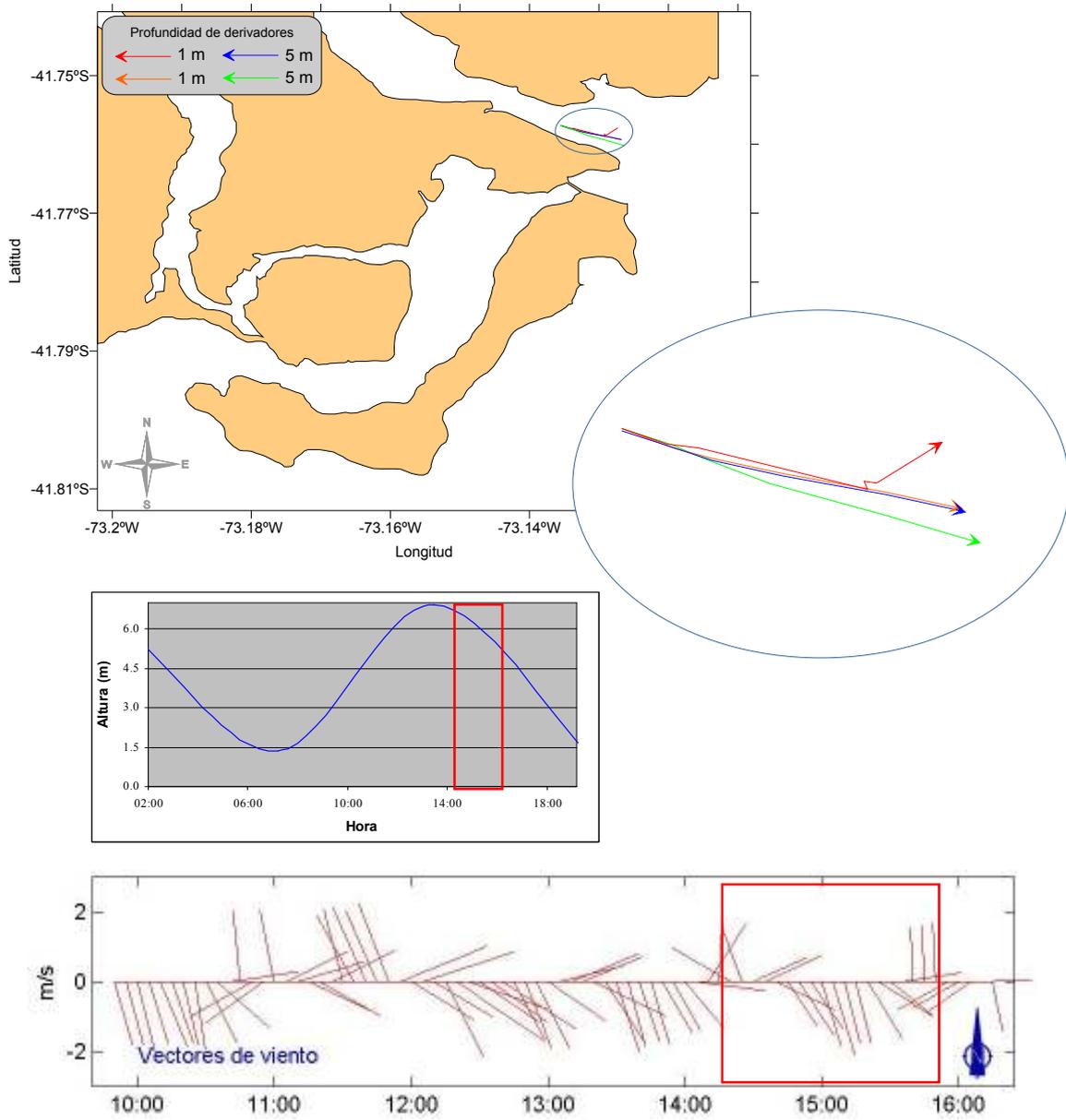


FIGURA 18: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vacante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Junio de 2005.

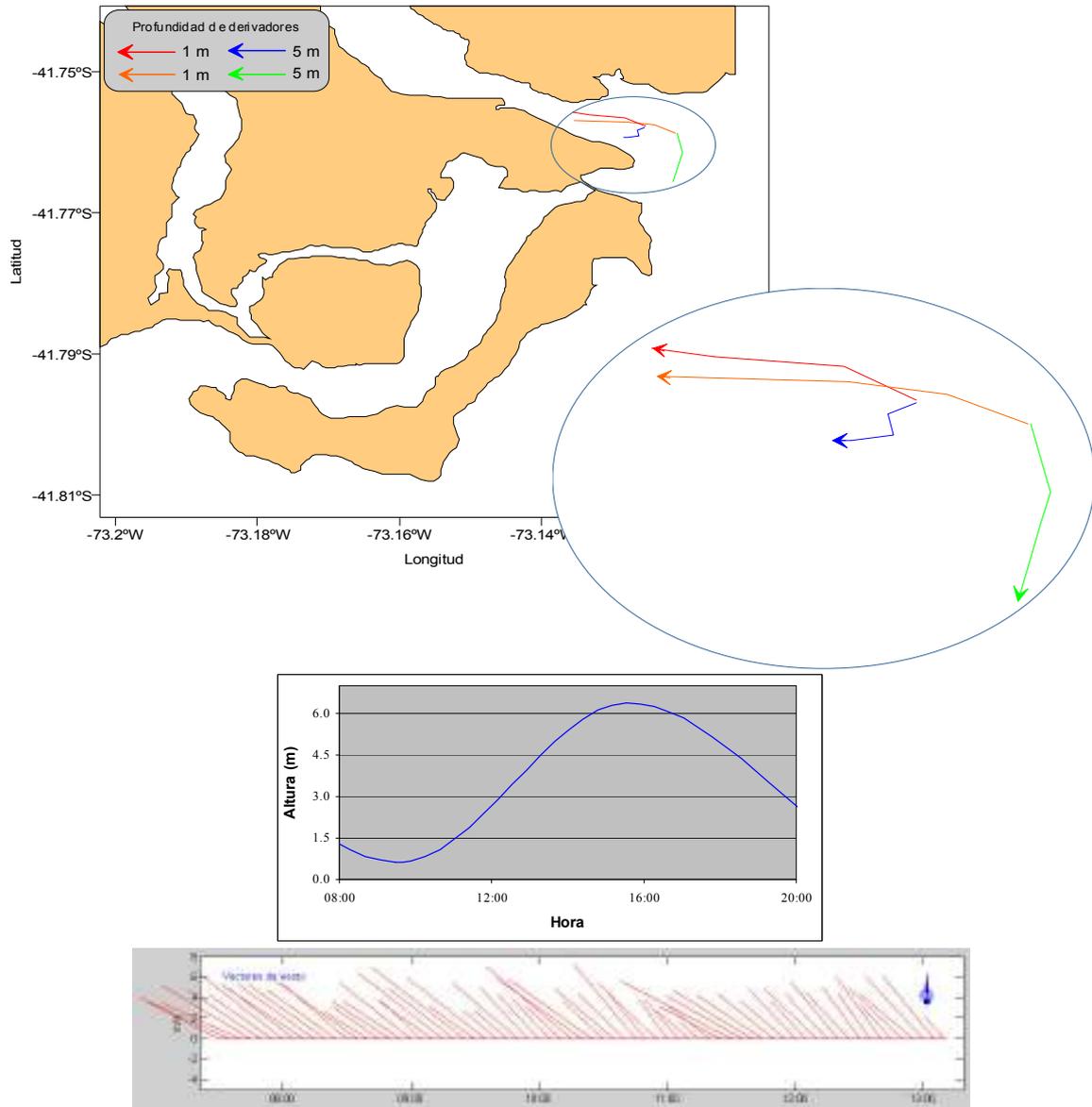


FIGURA 19: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Enero del 2006.

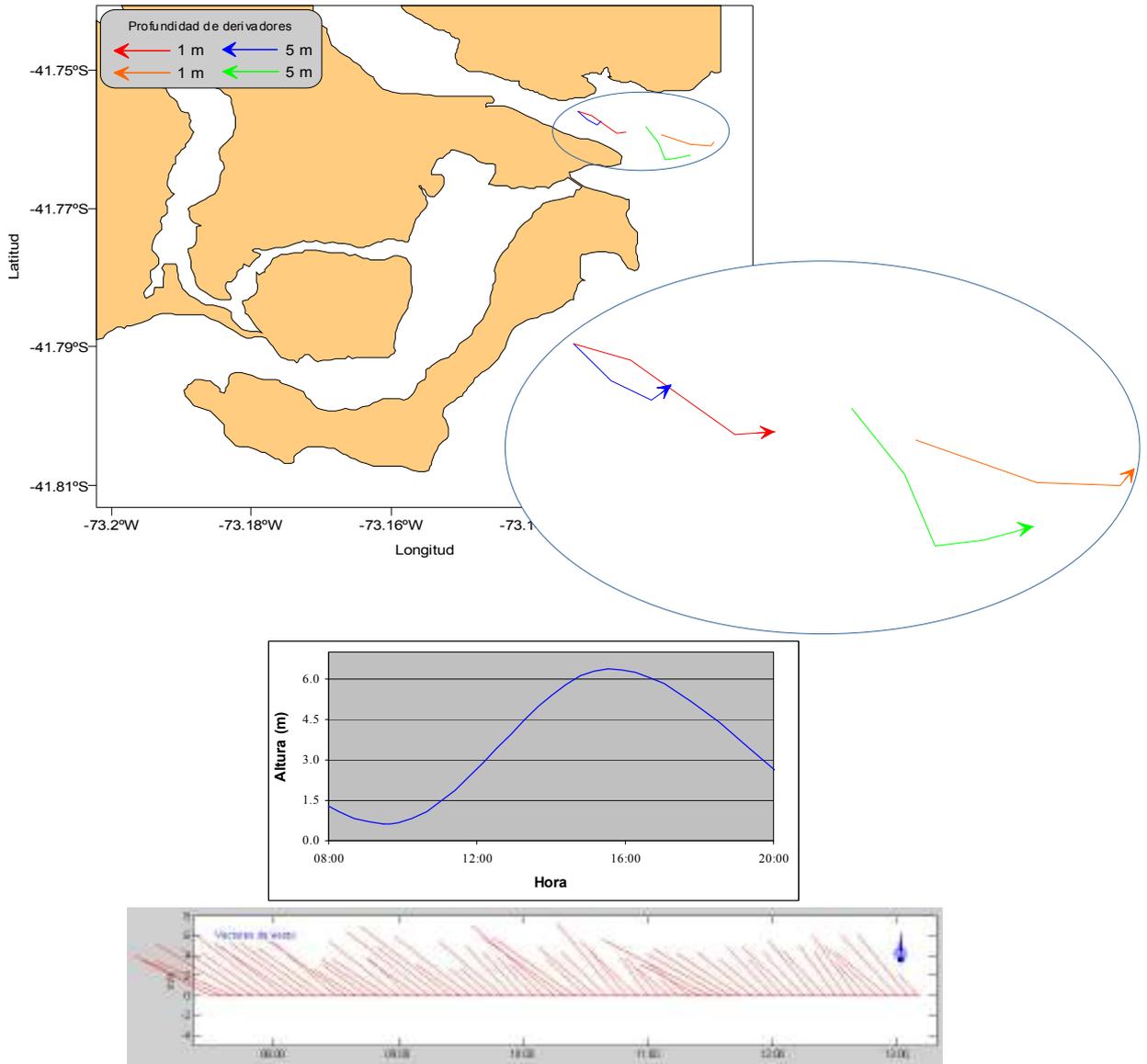


FIGURA 20: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vacante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Enero del 2006.

VI. PUERTO MONTT

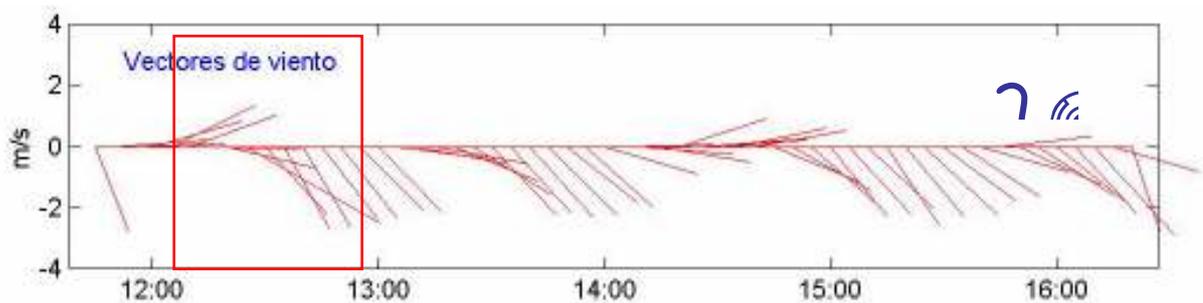
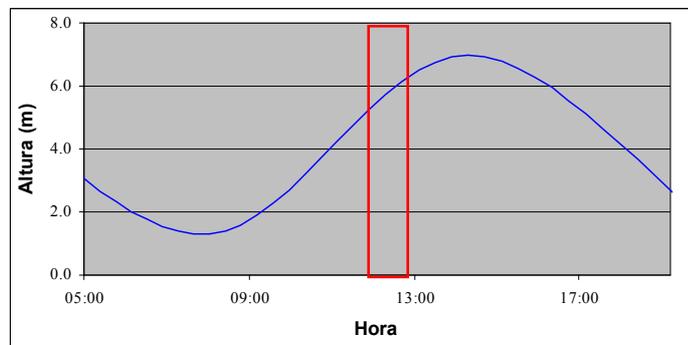
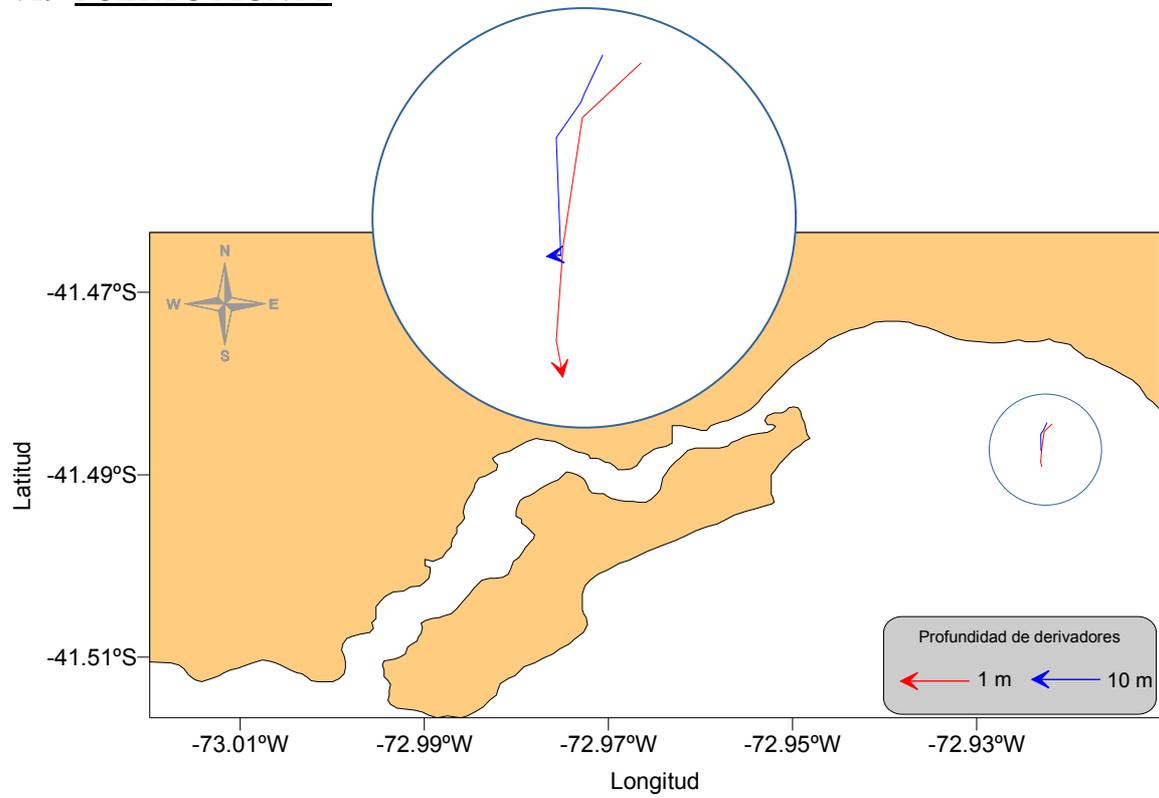


FIGURA 21: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Junio de 2005.

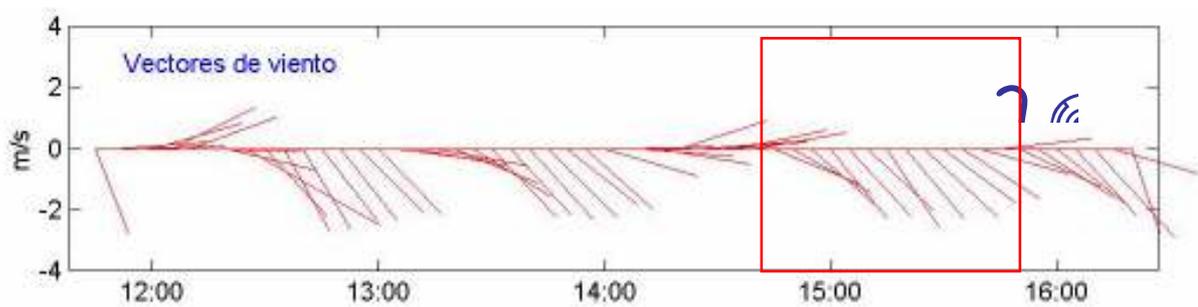
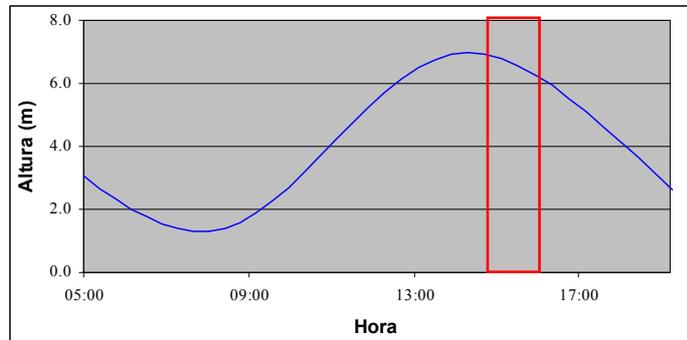
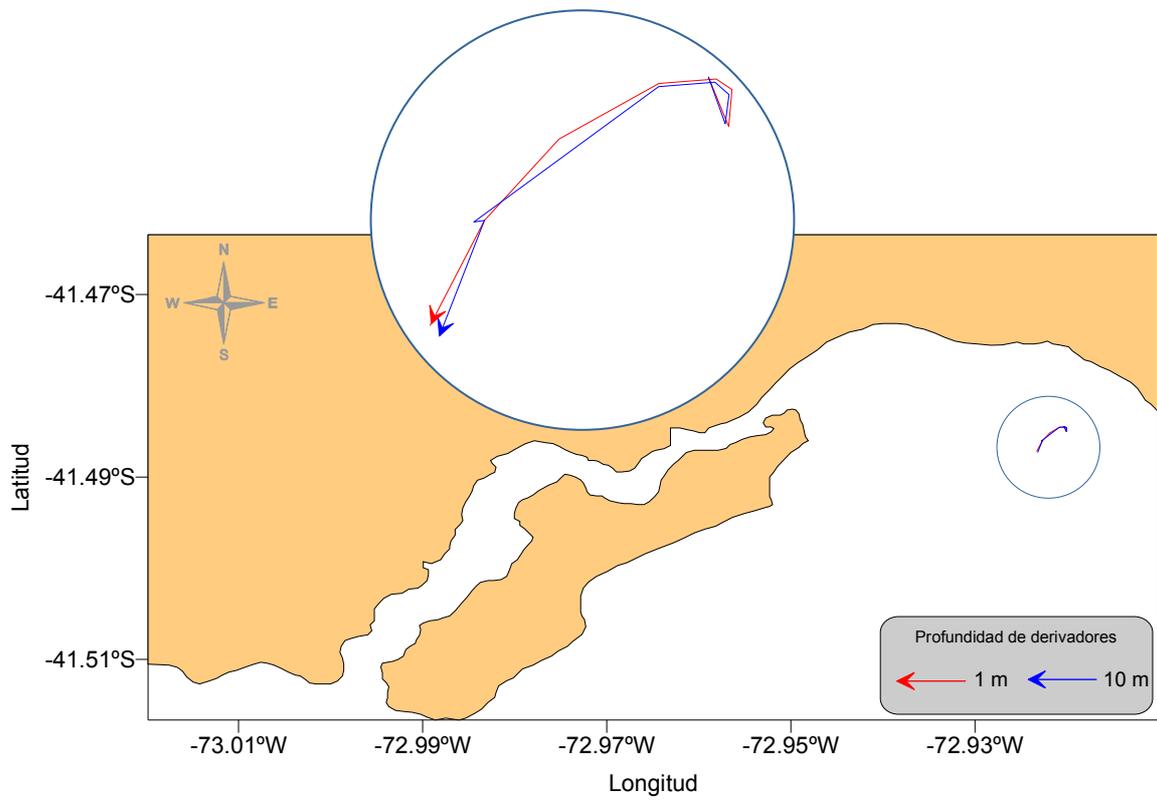


FIGURA 22: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vacante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Junio de 2005.

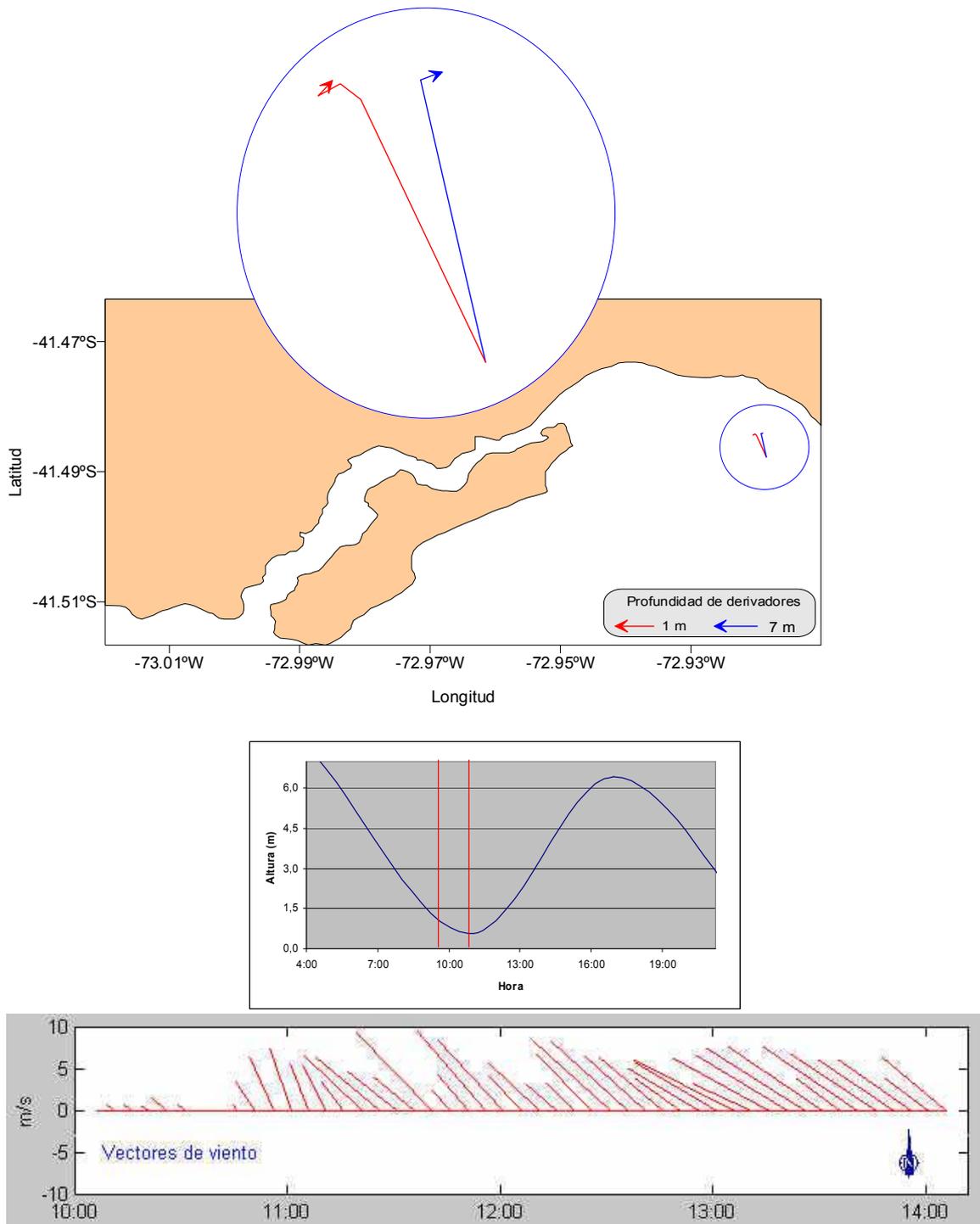


FIGURA 23: Desplazamiento de derivadores, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Febrero del 2006.

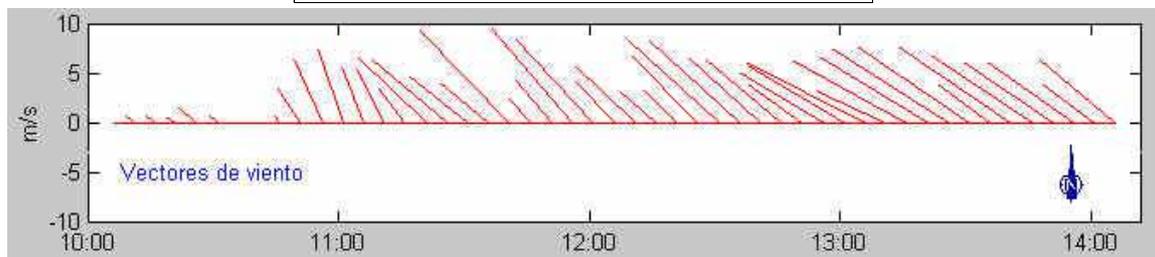
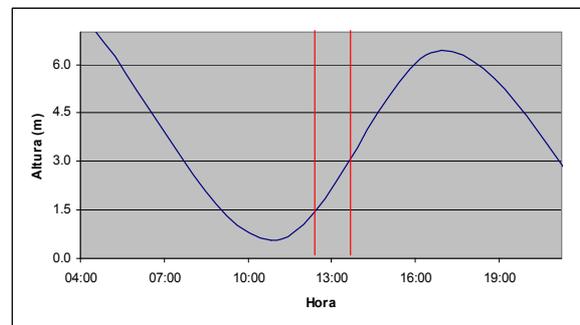
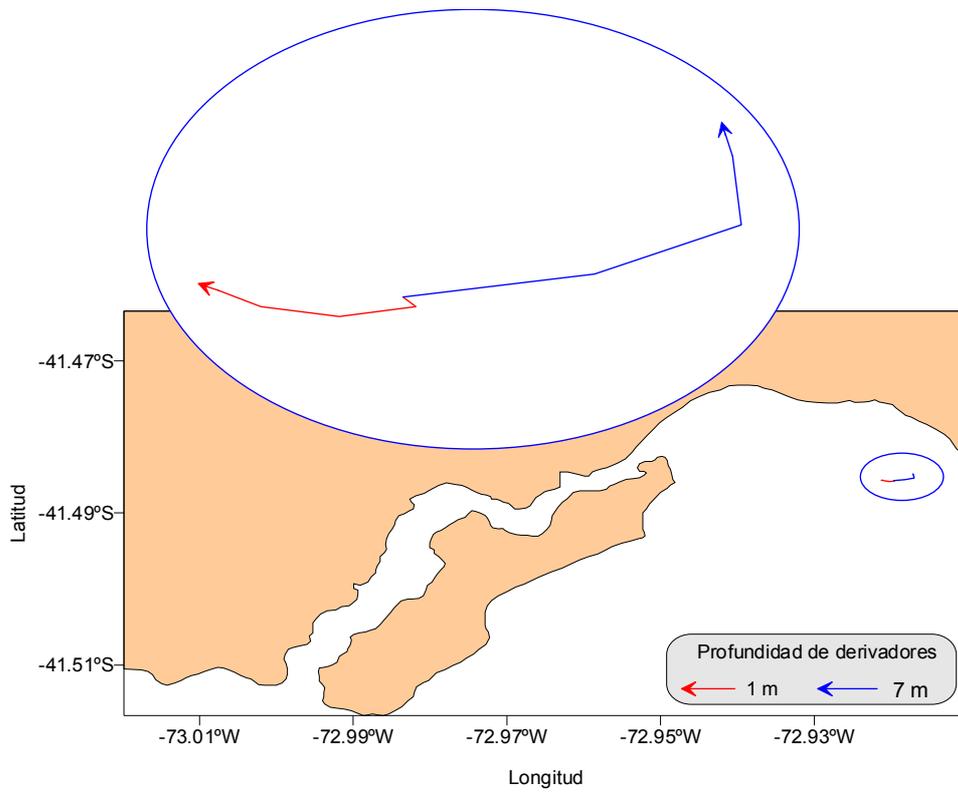


FIGURA 24: Desplazamiento de derivadores, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Febrero del 2006.

ANEXO IV

Trazado de los contornos de la mancha de rodamina

por zona de estudio y periodo de muestreo

I. ANCUD

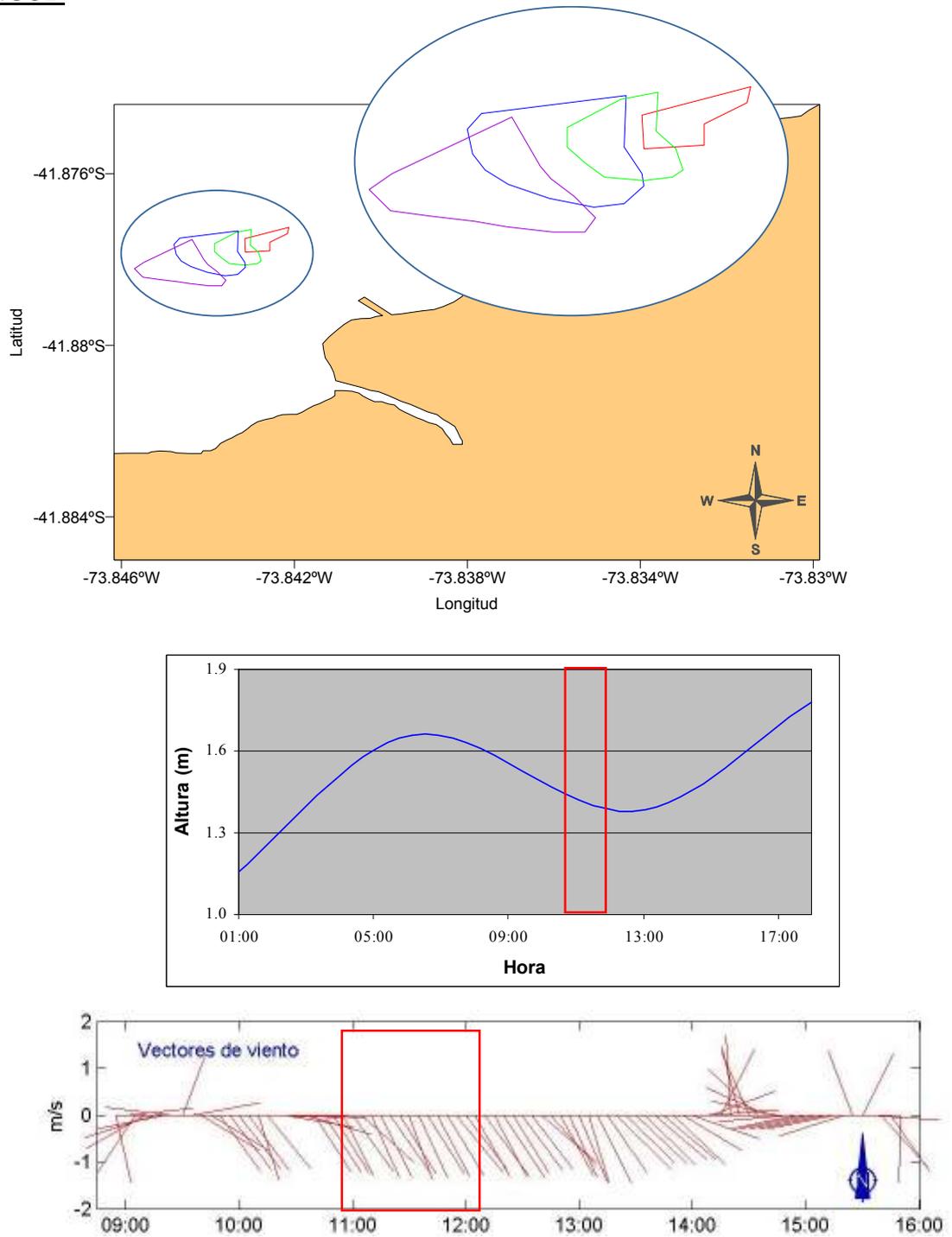


FIGURA 1: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Junio de 2005.

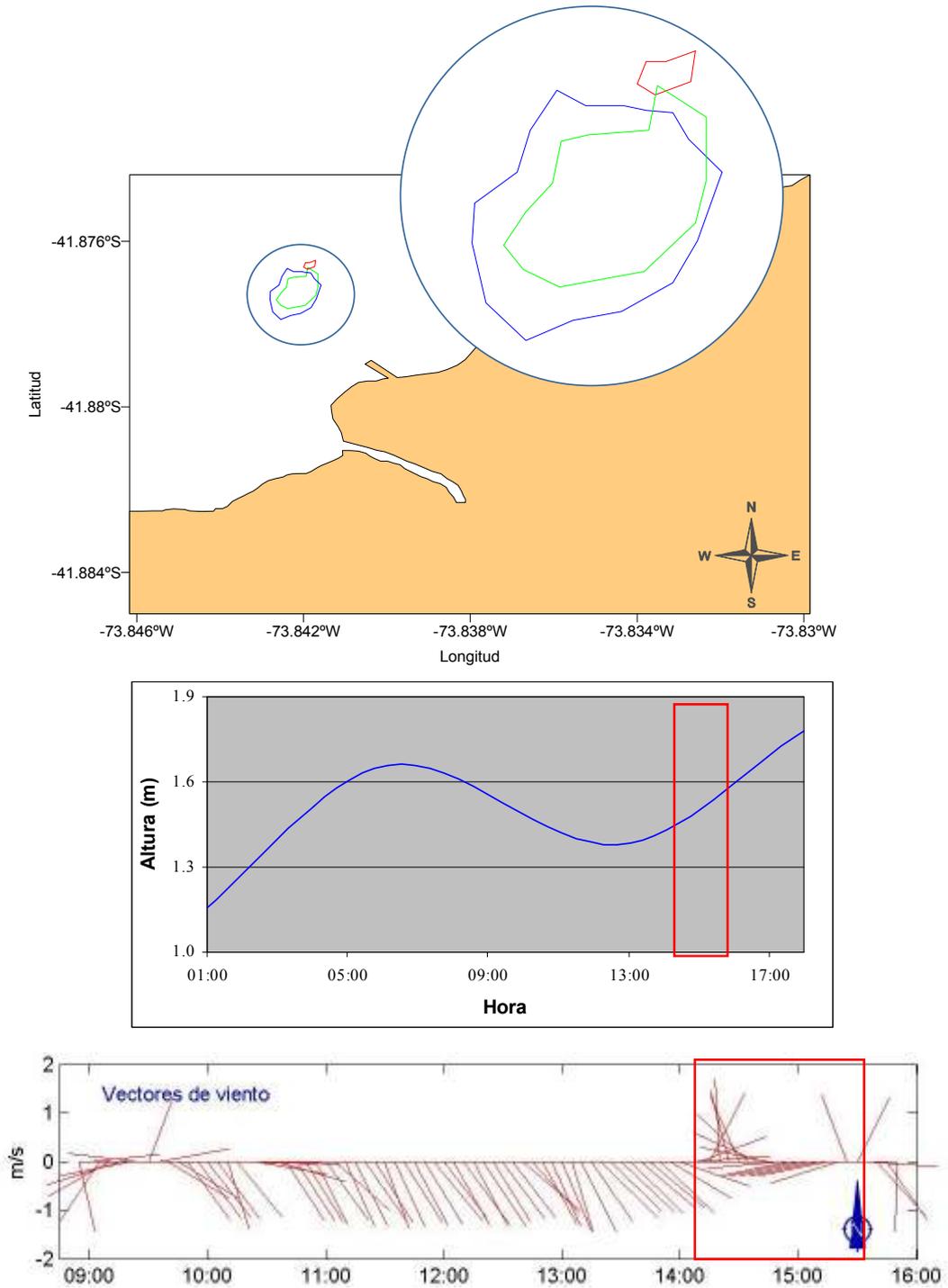


FIGURA 2: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Junio de 2005.

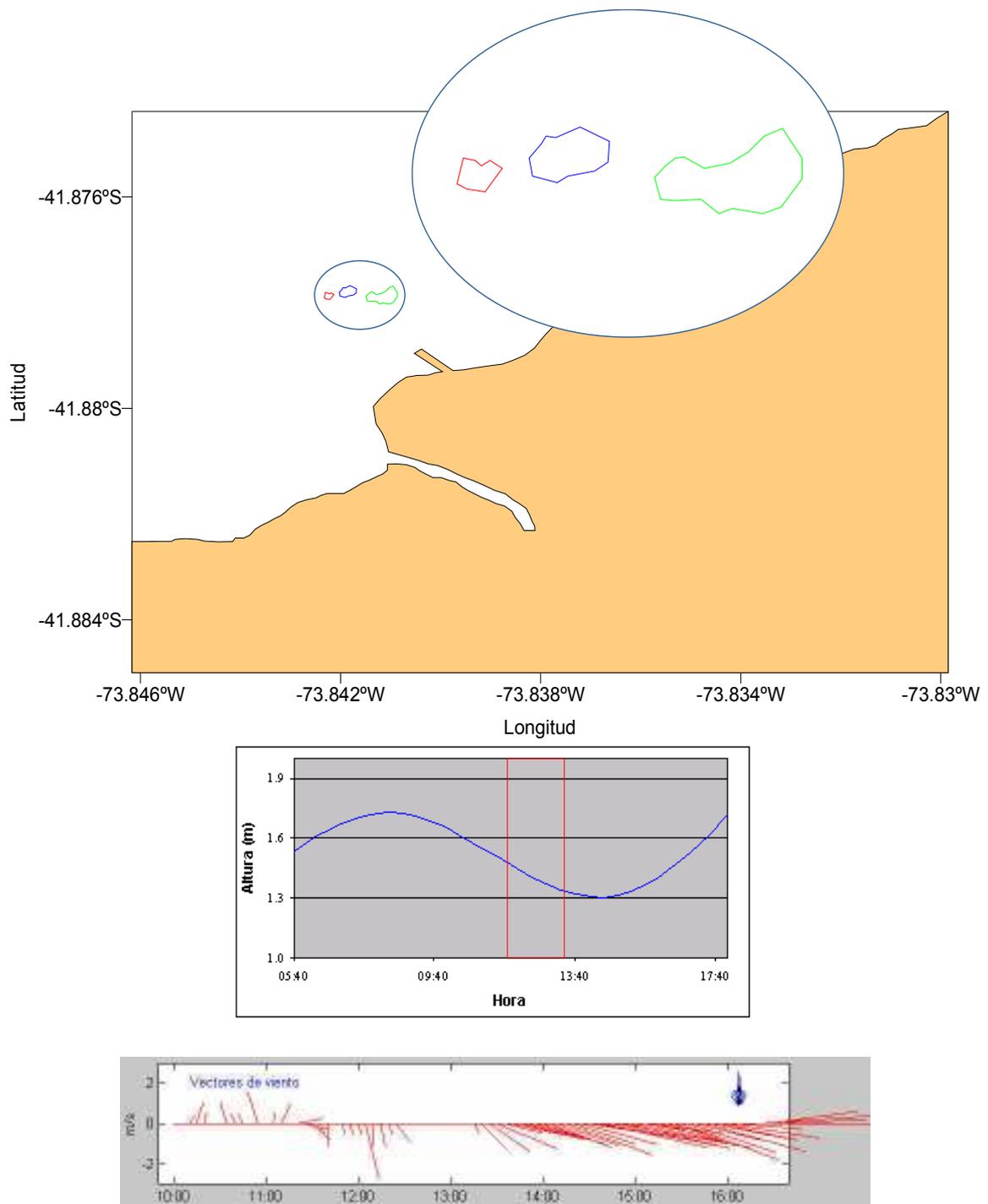


FIGURA 3: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (vaciente) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Enero del 2006.

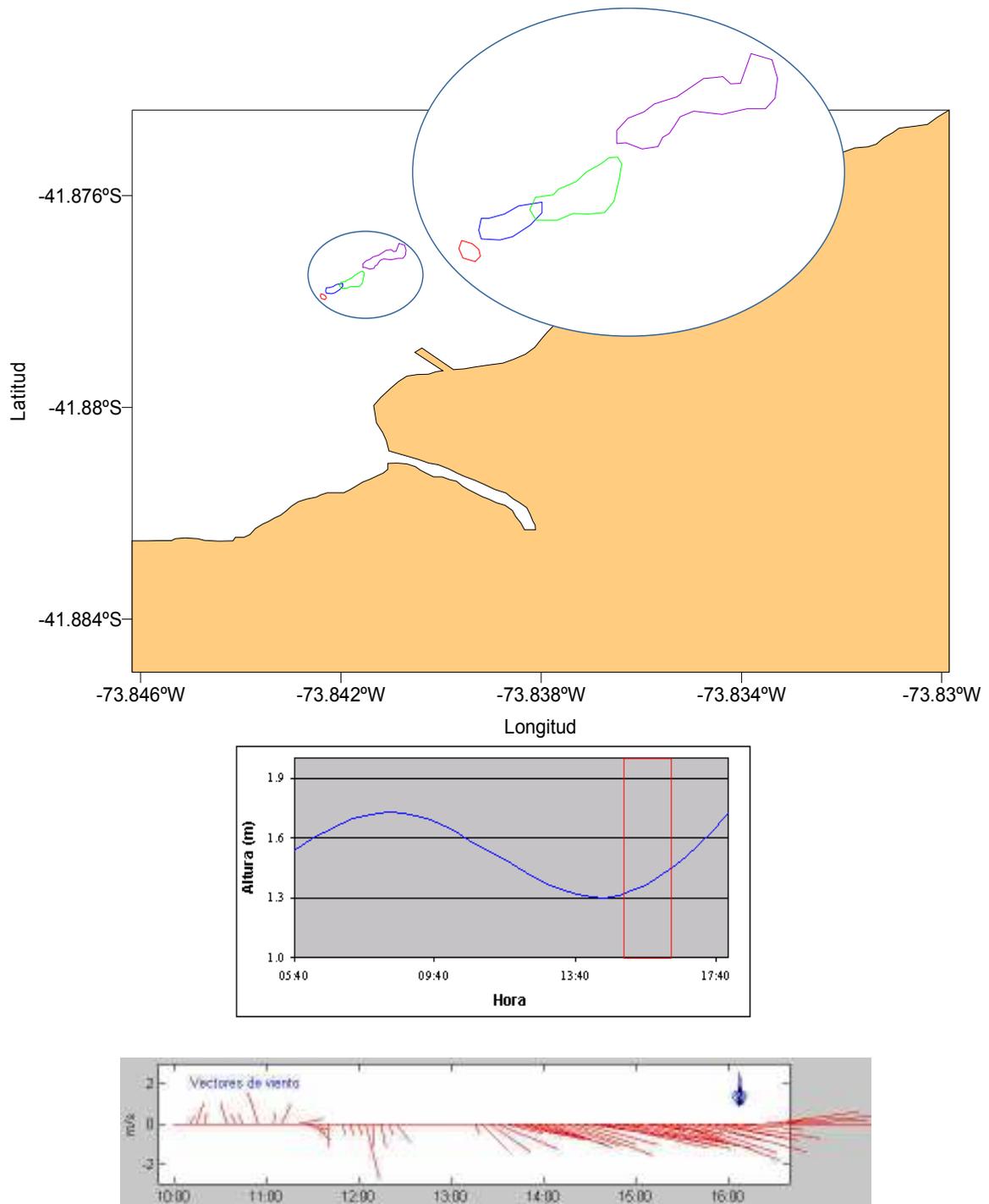


FIGURA 4: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Ancud, X Región. Enero del 2006.

II. CASTRO

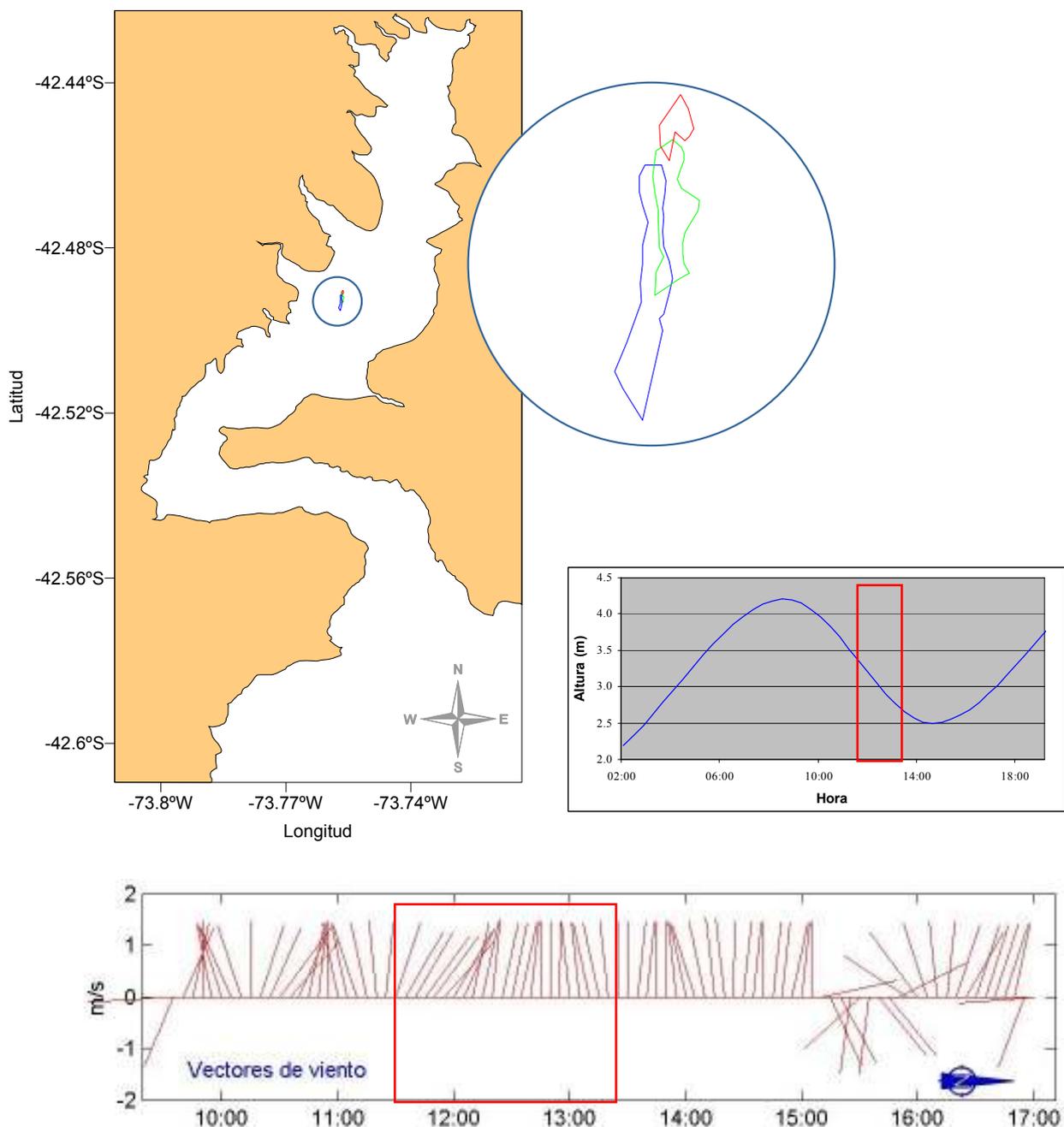


FIGURA 5: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Junio de 2005.

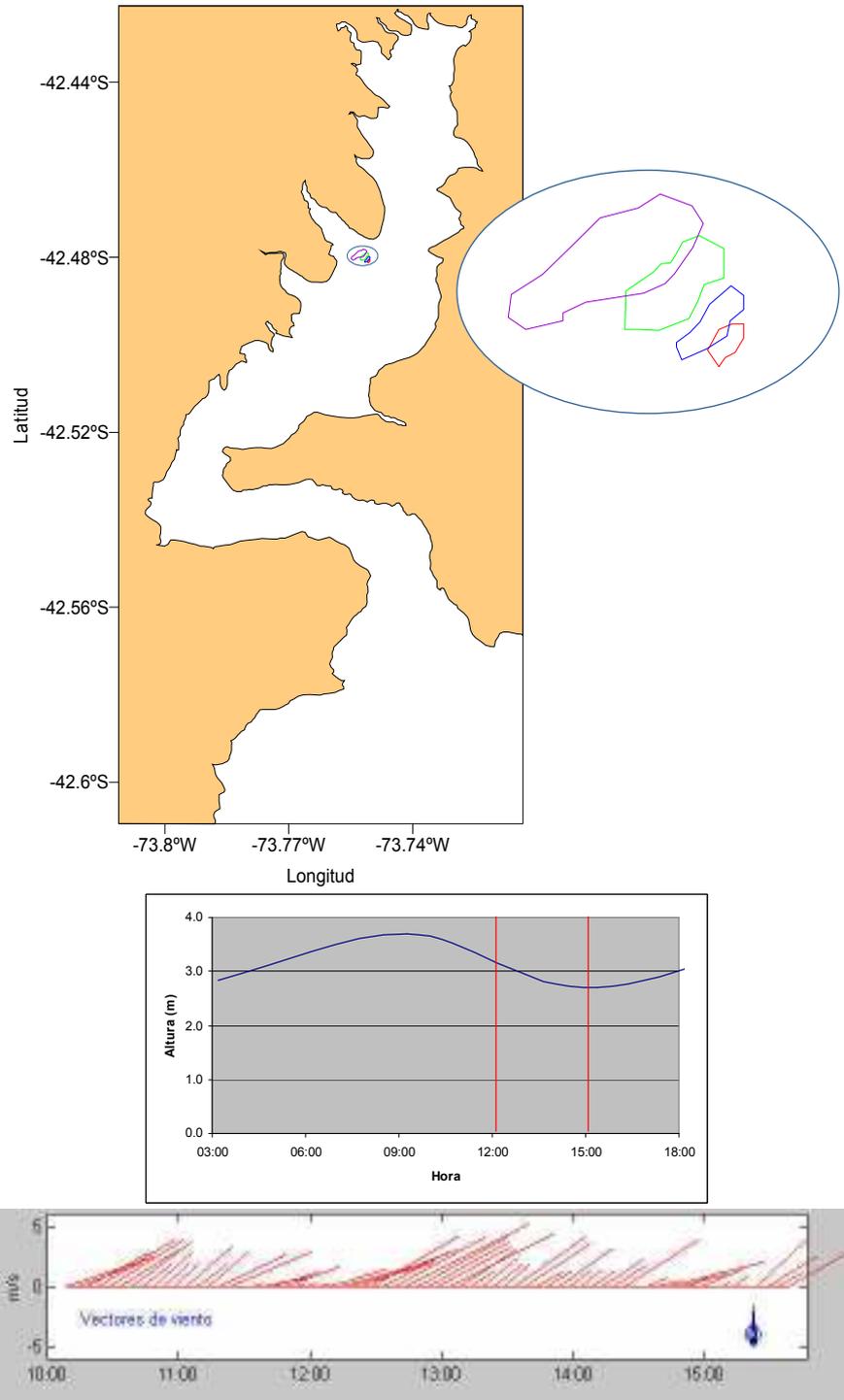


FIGURA 7: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Enero del 2006.

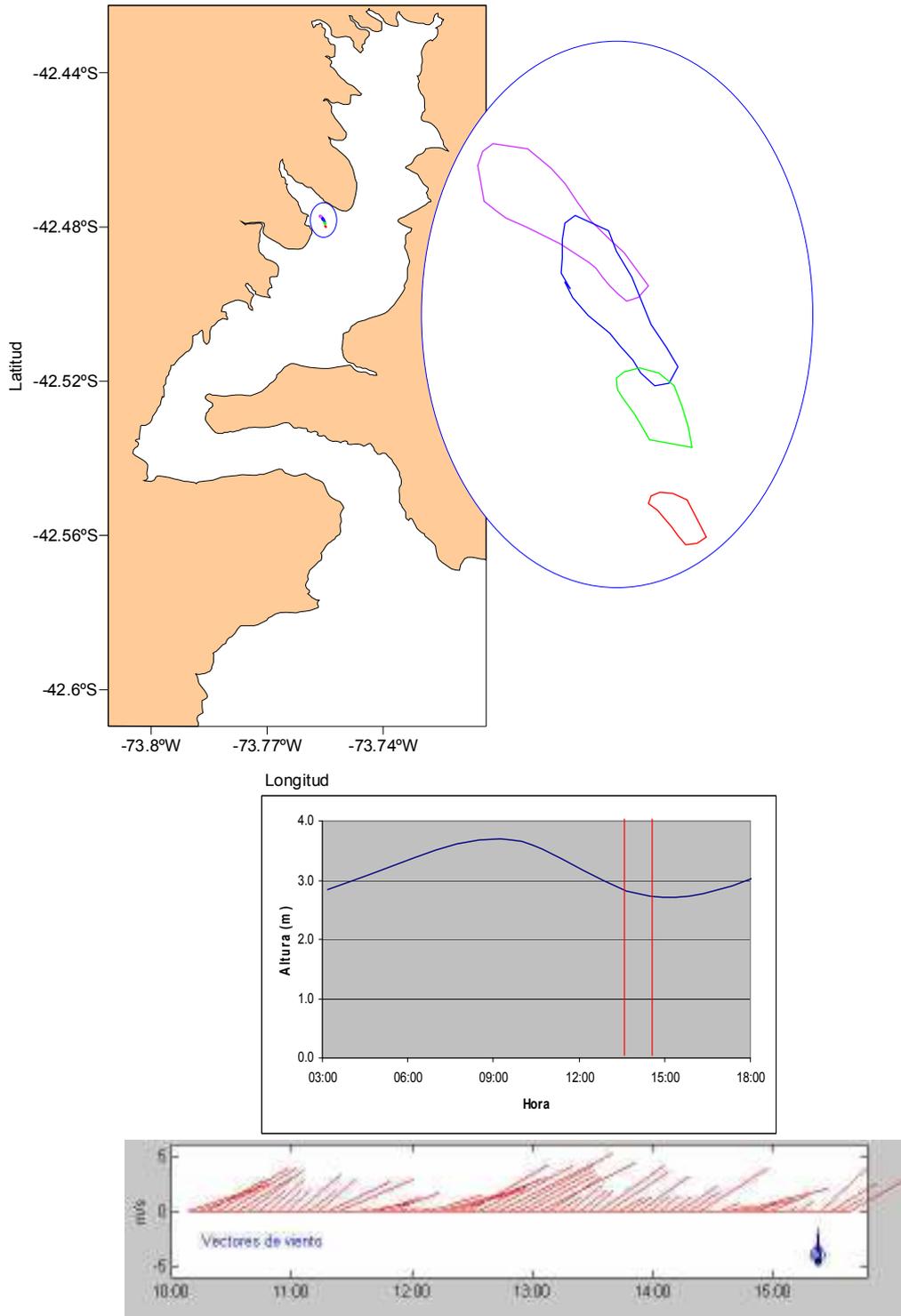


FIGURA 8: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Castro, X Región. Enero del 2006.

III. CURACO DE VELEZ

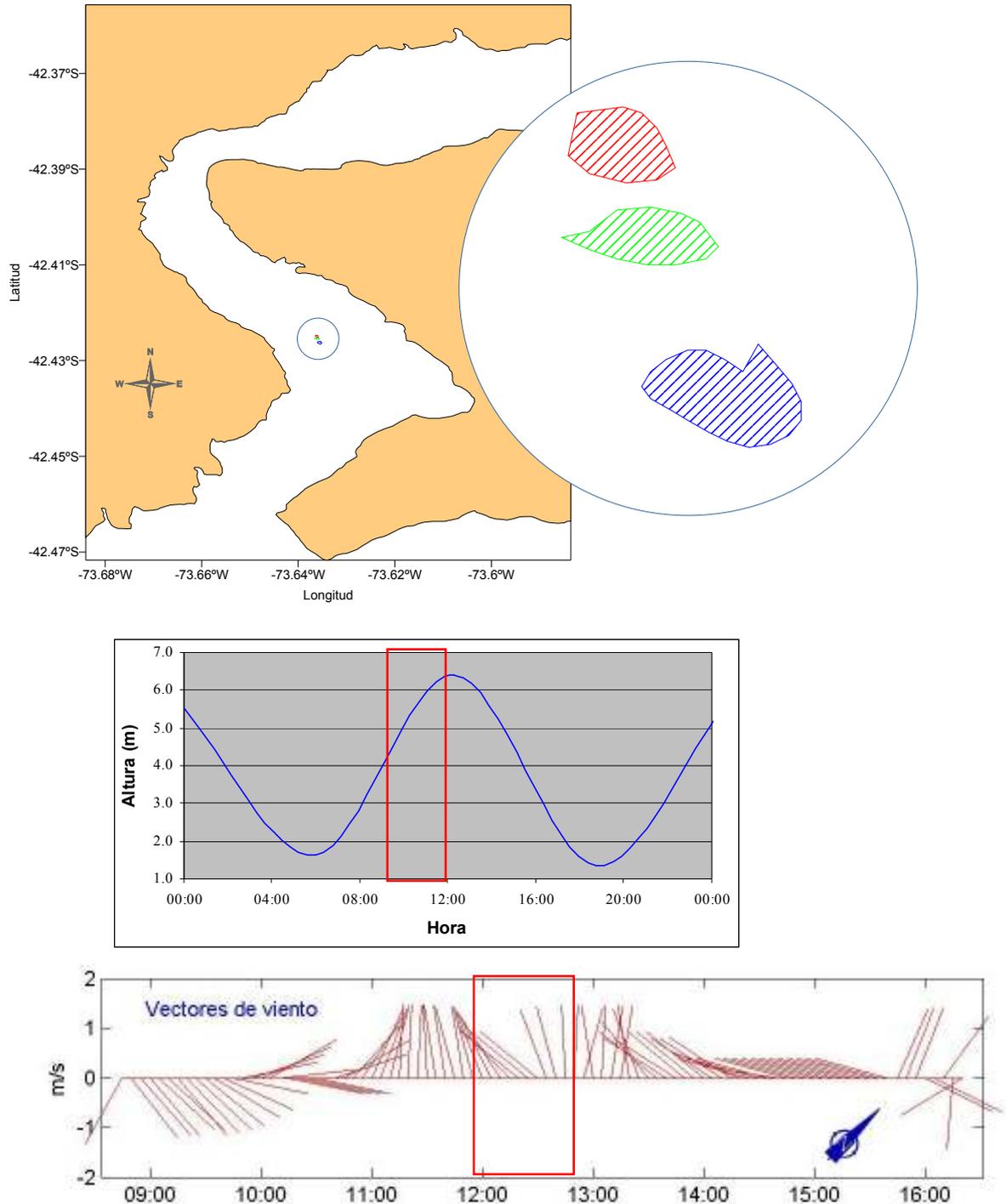


FIGURA 9: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Junio de 2005.

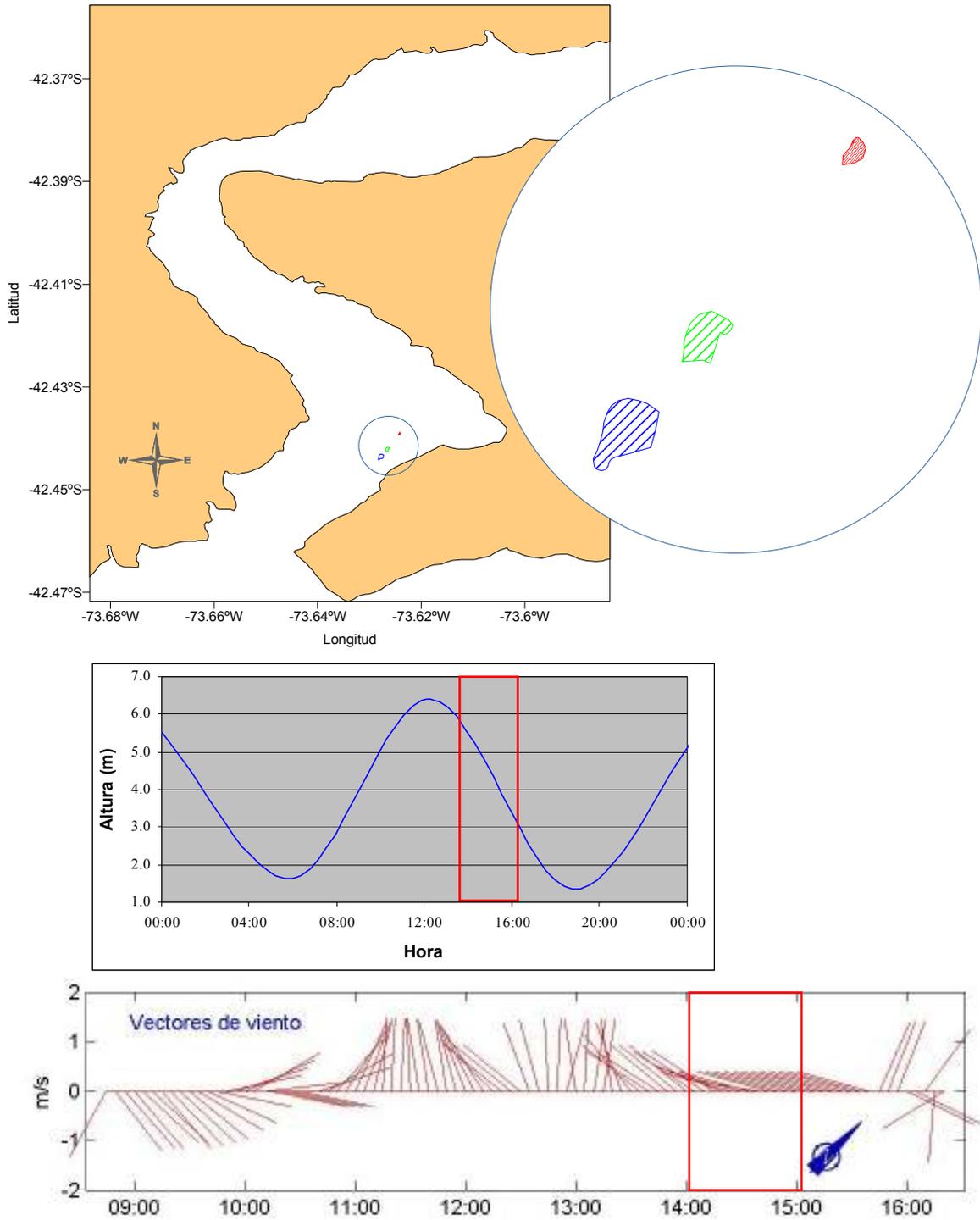


FIGURA 10: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Curacao de Velez, X Región. Junio de 2005.

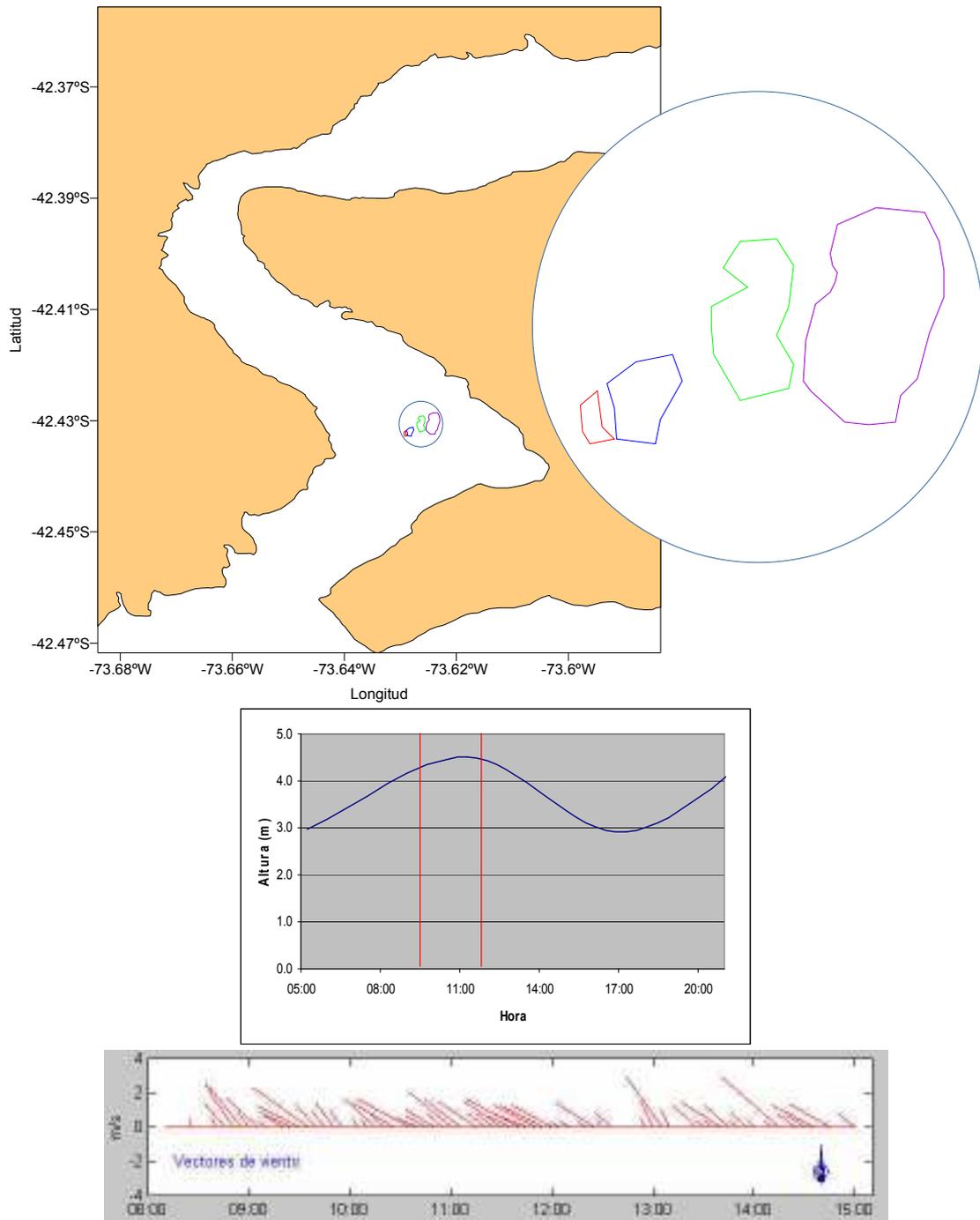


FIGURA 11: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Enero del 2006.

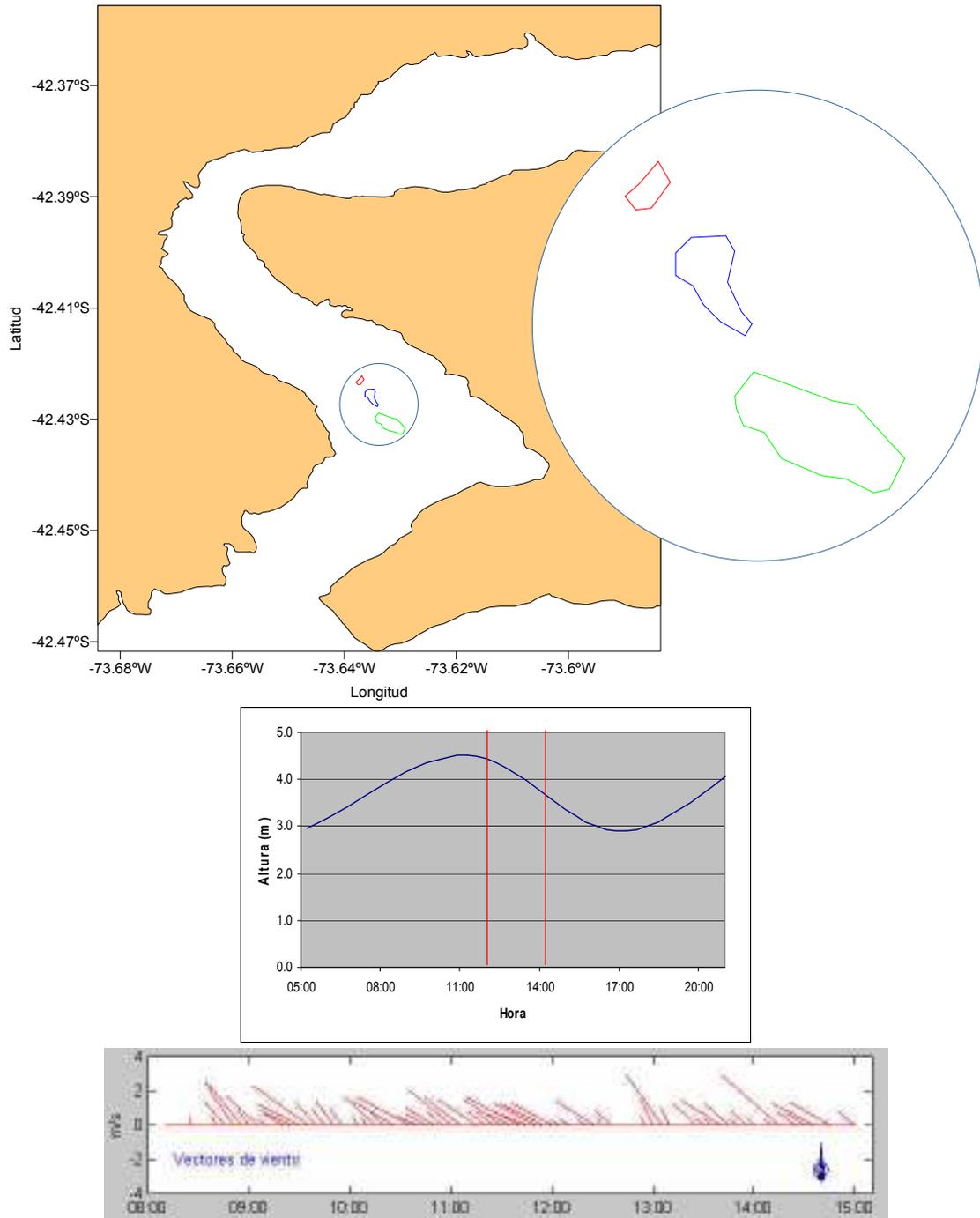


FIGURA 12: Trazado de de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Curaco de Velez, X Región. Enero del 2006.

IV. QUELLON

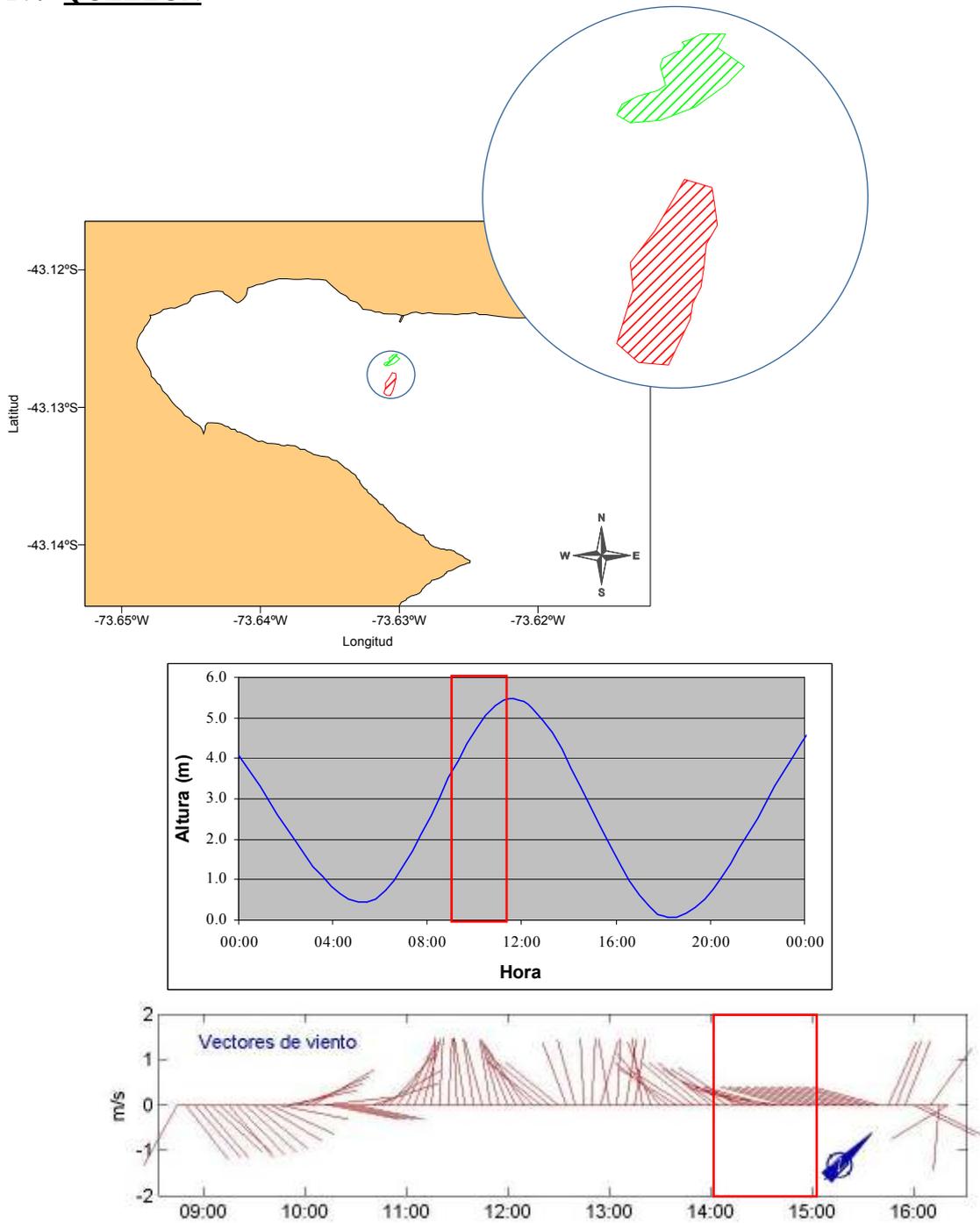


FIGURA 13: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Junio de 2005.

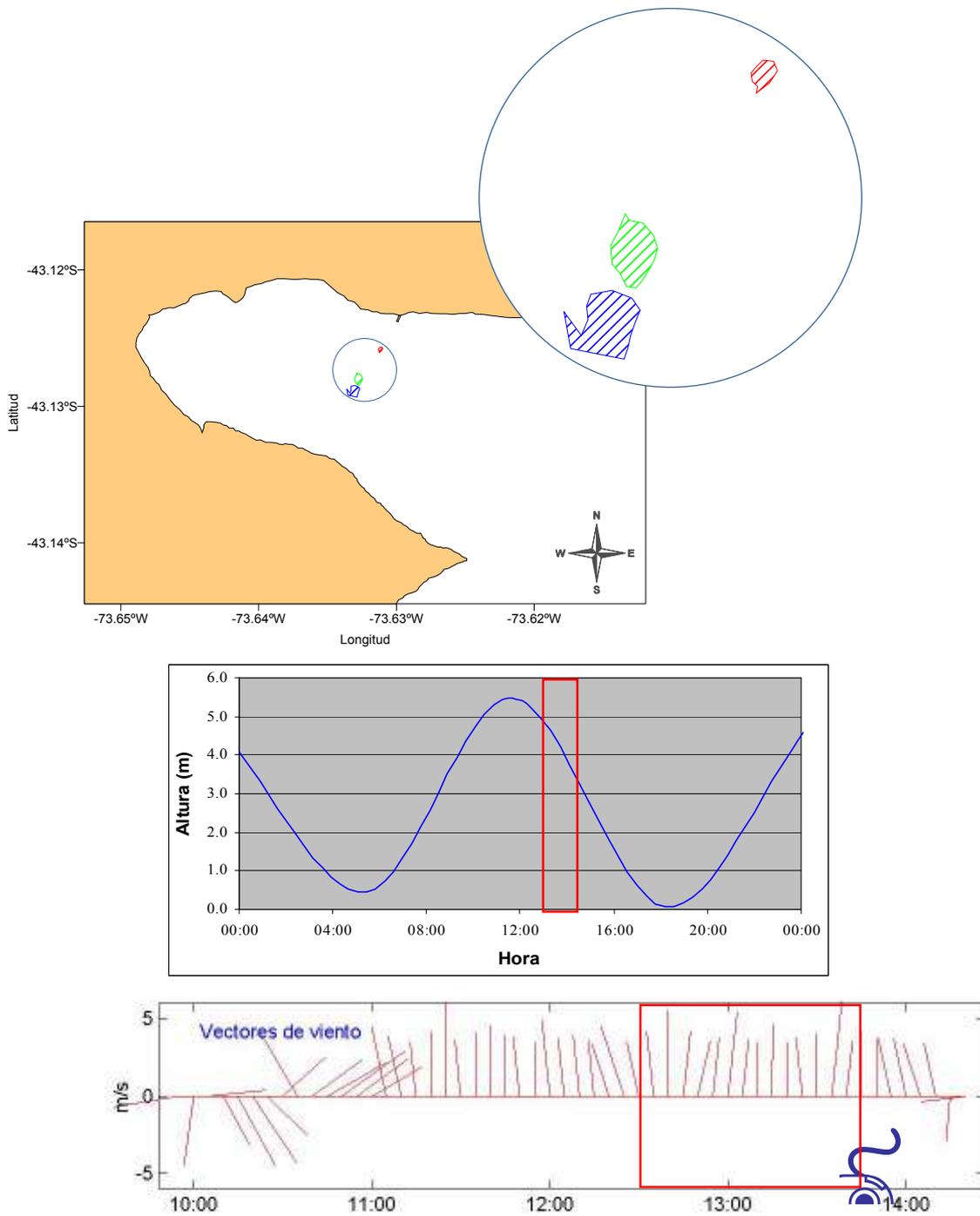


FIGURA 14: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Junio de 2005.

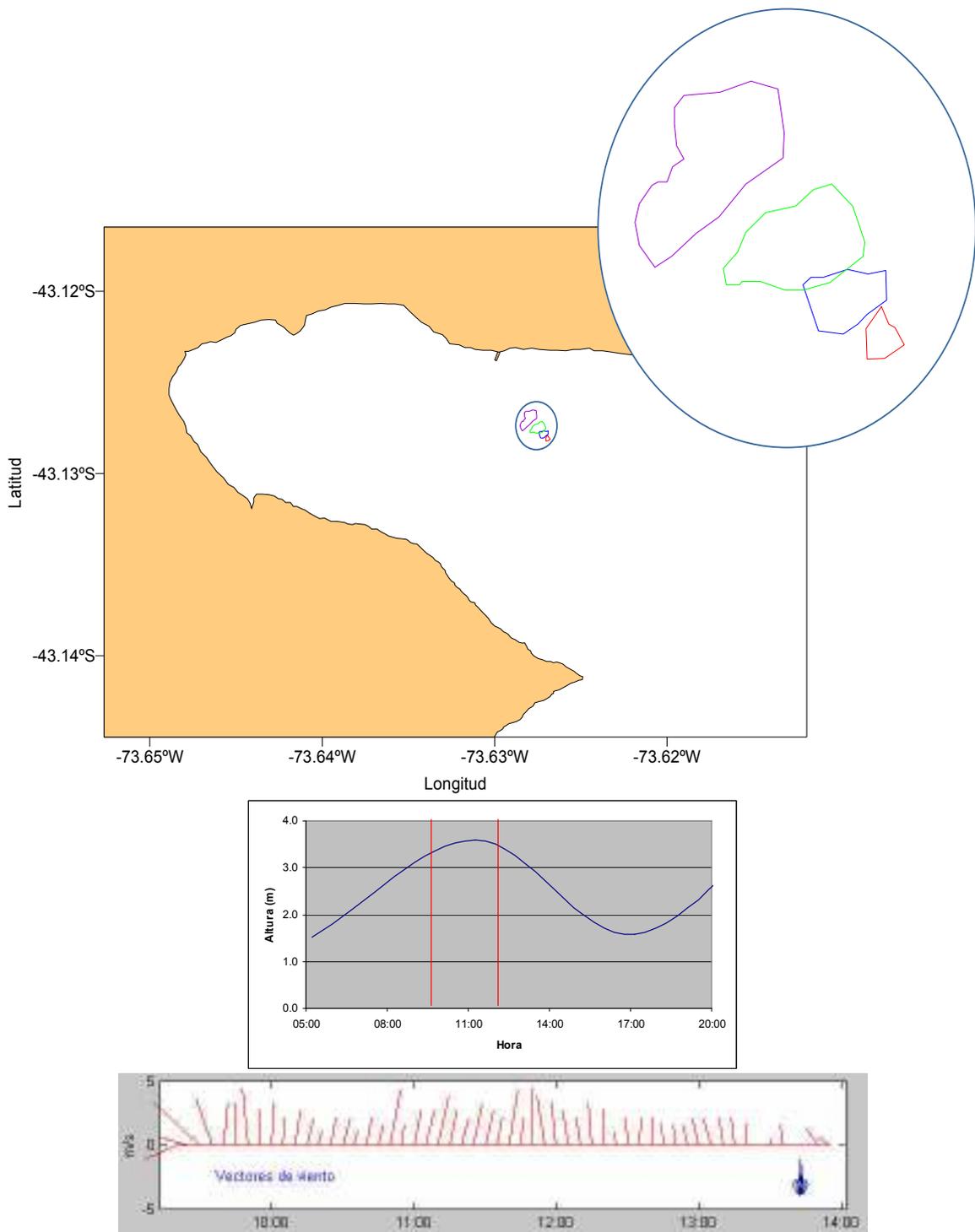


FIGURA 15: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Enero del 2006.

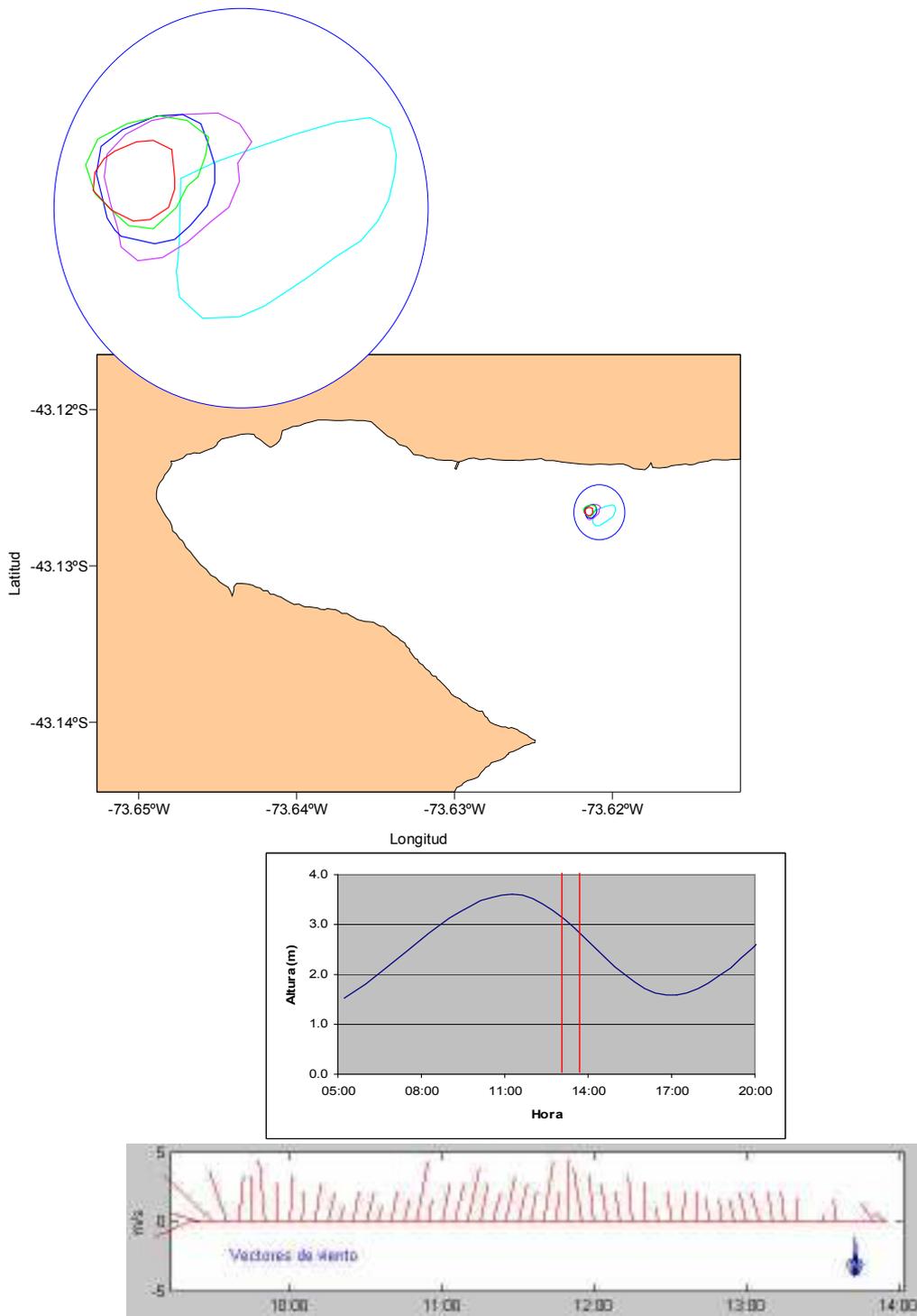


FIGURA 16: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Quellón, X Región. Enero del 2006.

V. CALBUCO

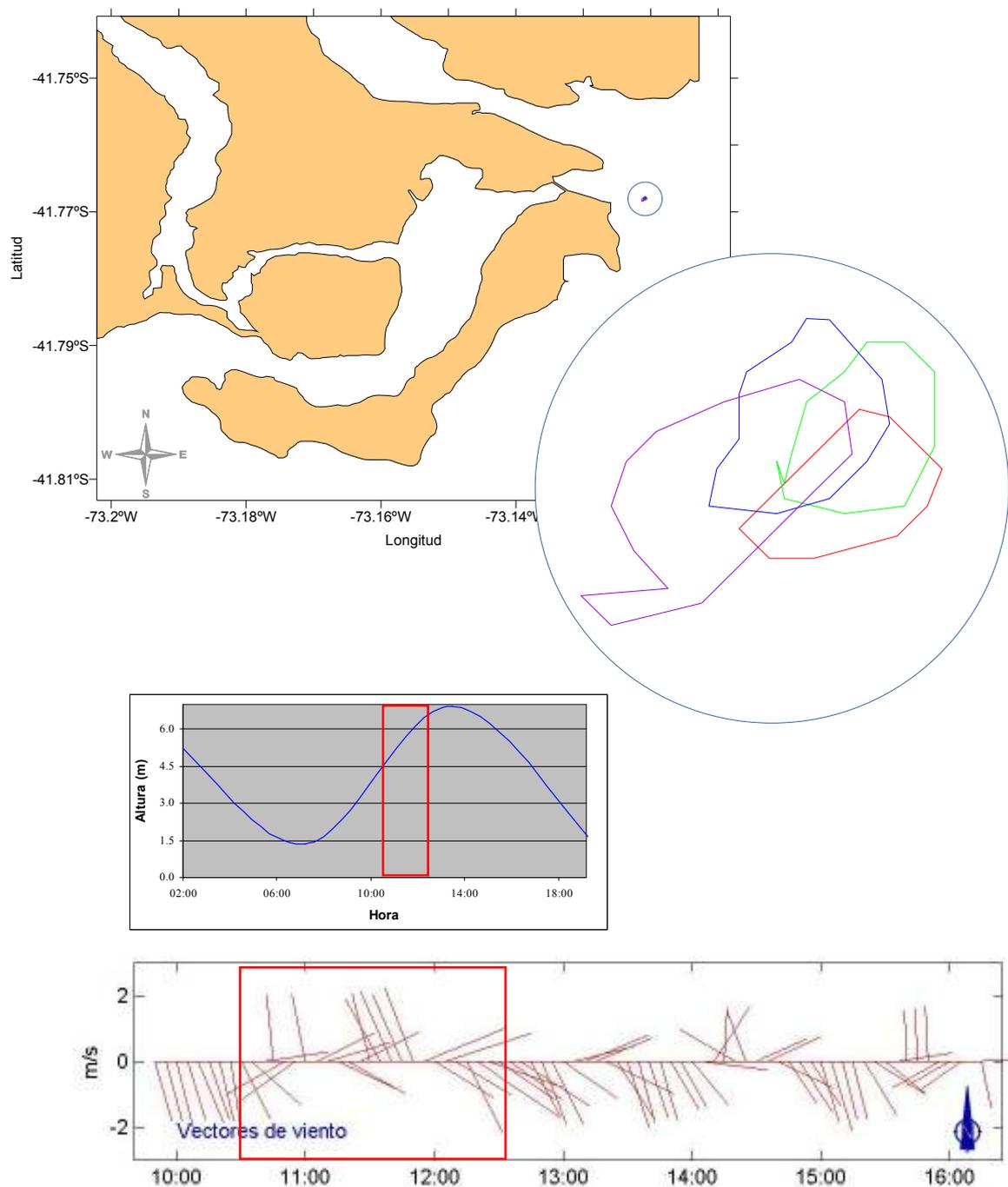


FIGURA 17: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Junio de 2005.

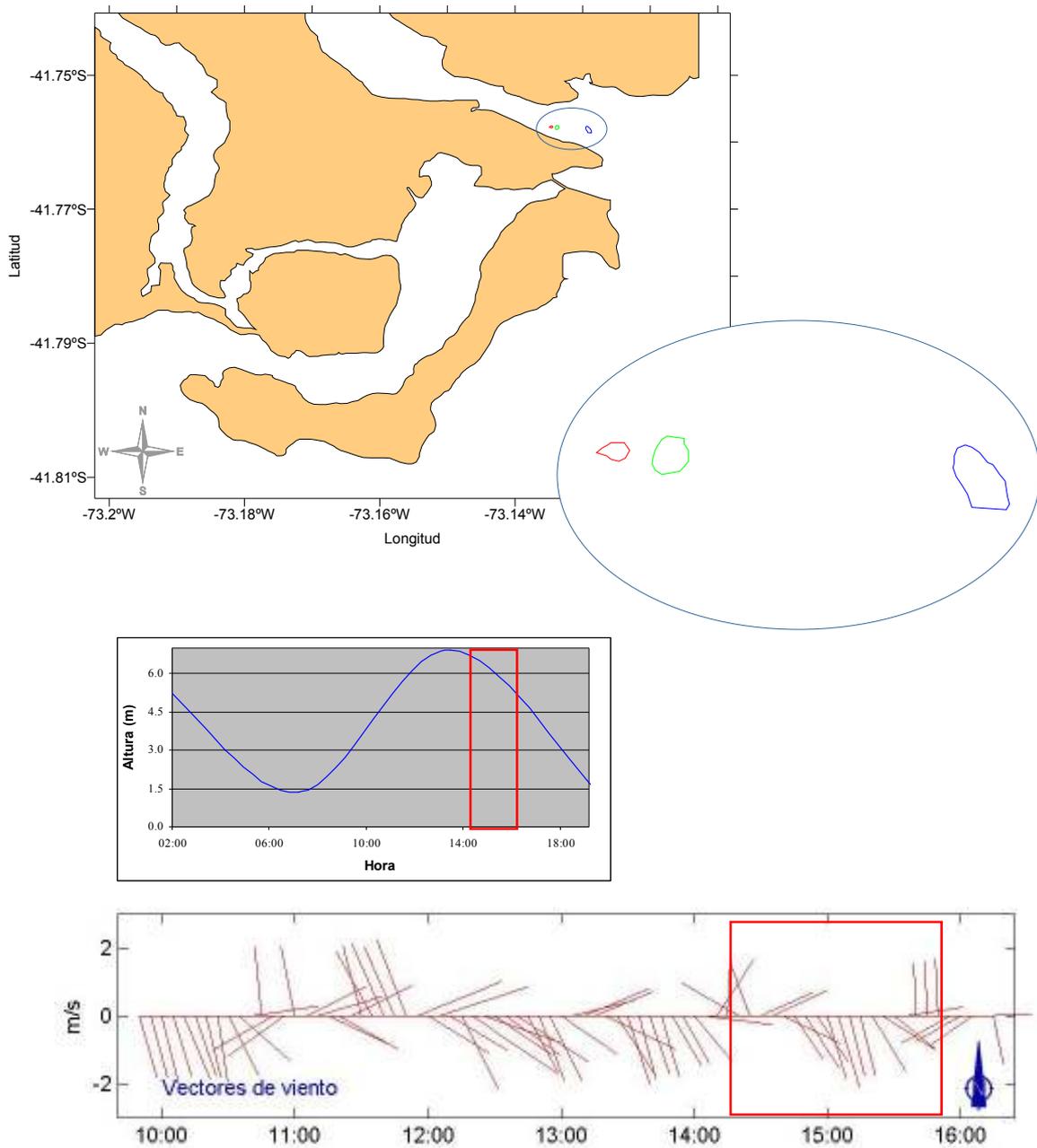


FIGURA 18: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Junio de 2005.

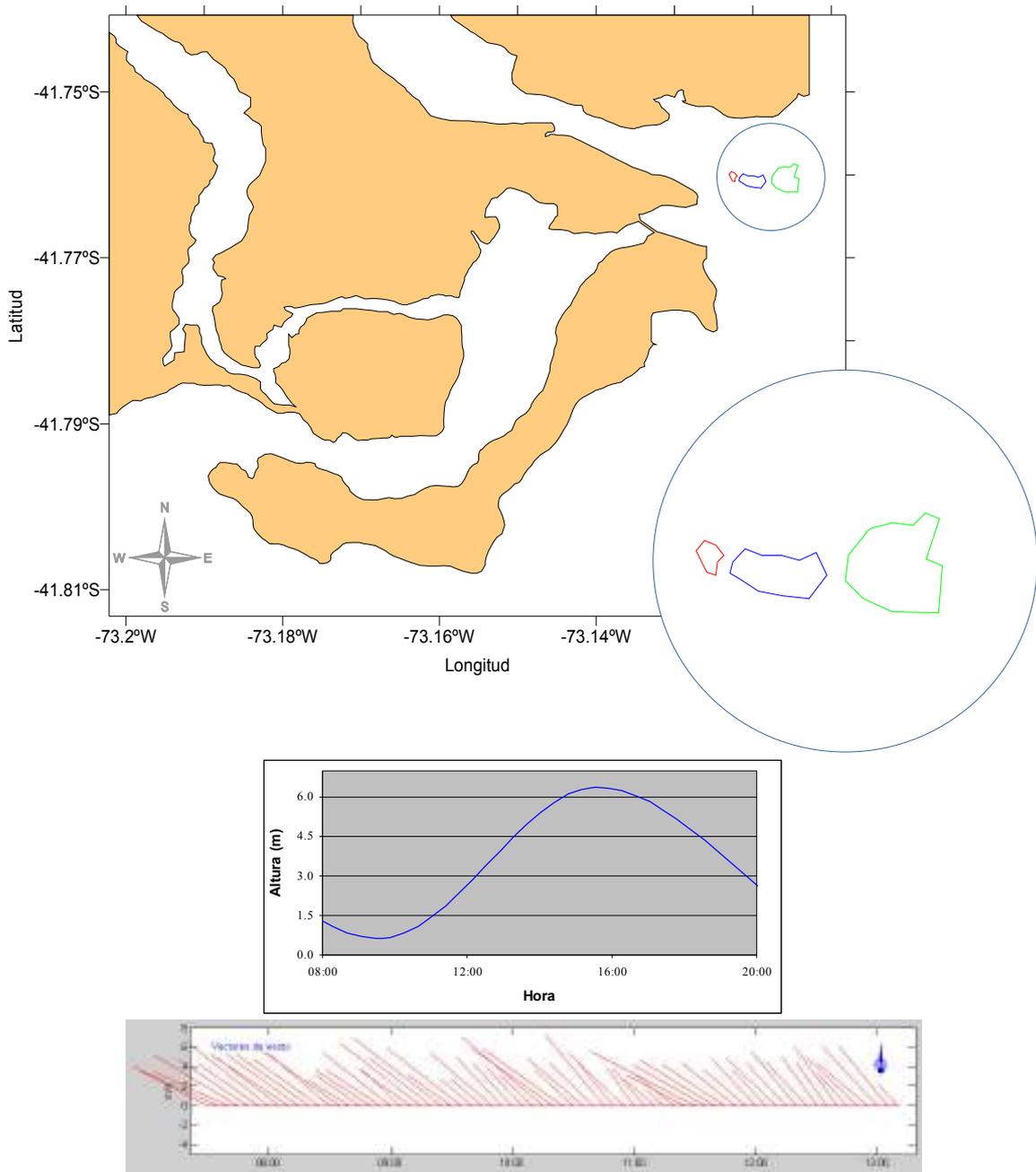


FIGURA 19: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (vaciente) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Enero del 2006.

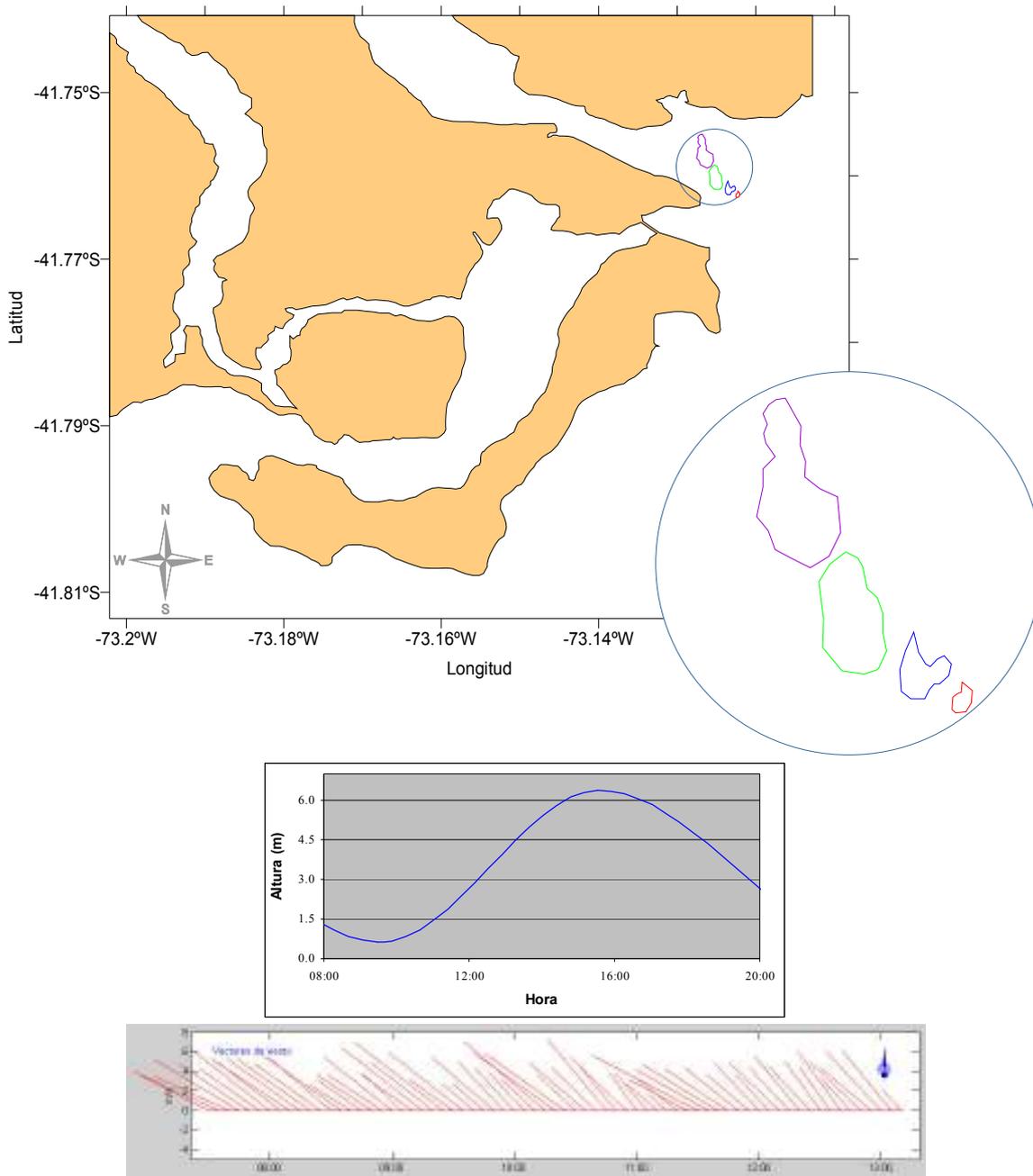


FIGURA 20: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Calbuco, X Región. Enero del 2006.

VI. PUERTO MONTT

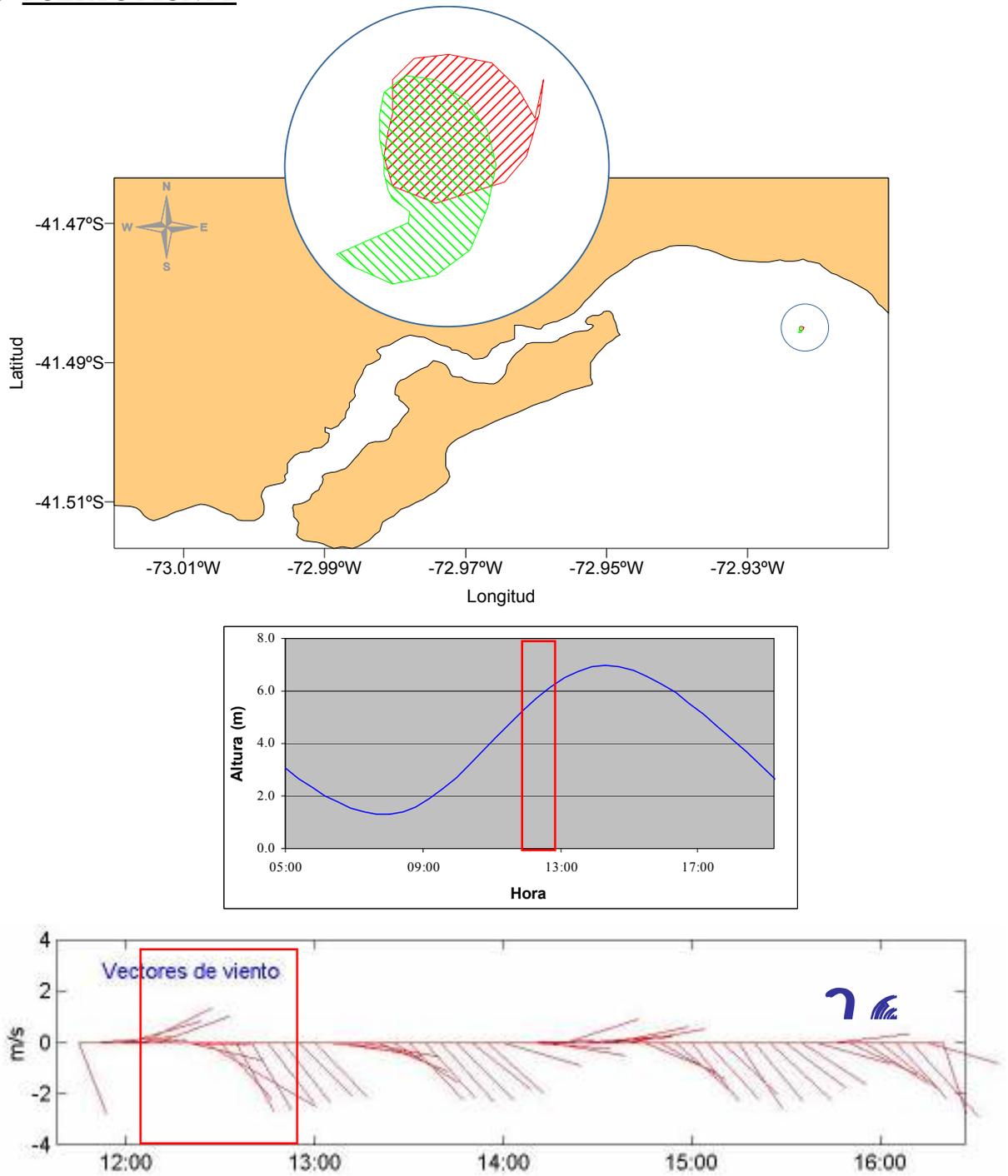


FIGURA 21: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Junio de 2005.

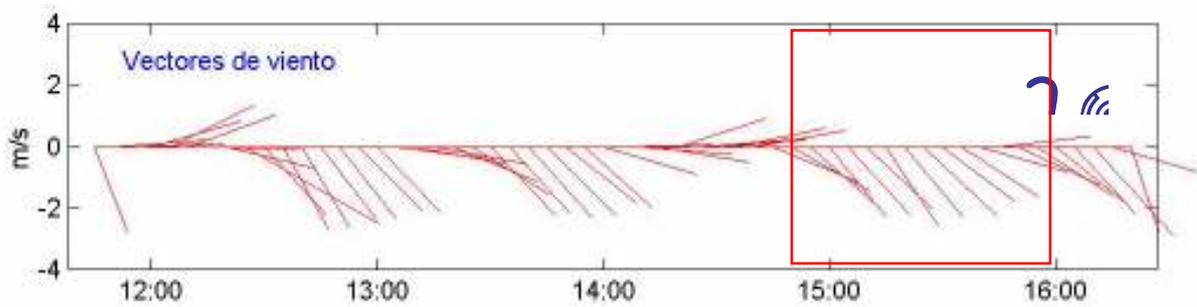
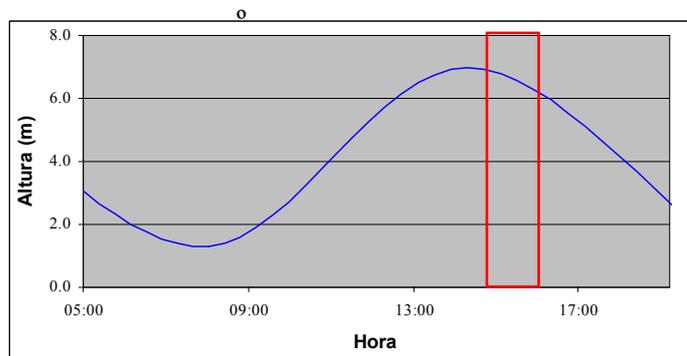
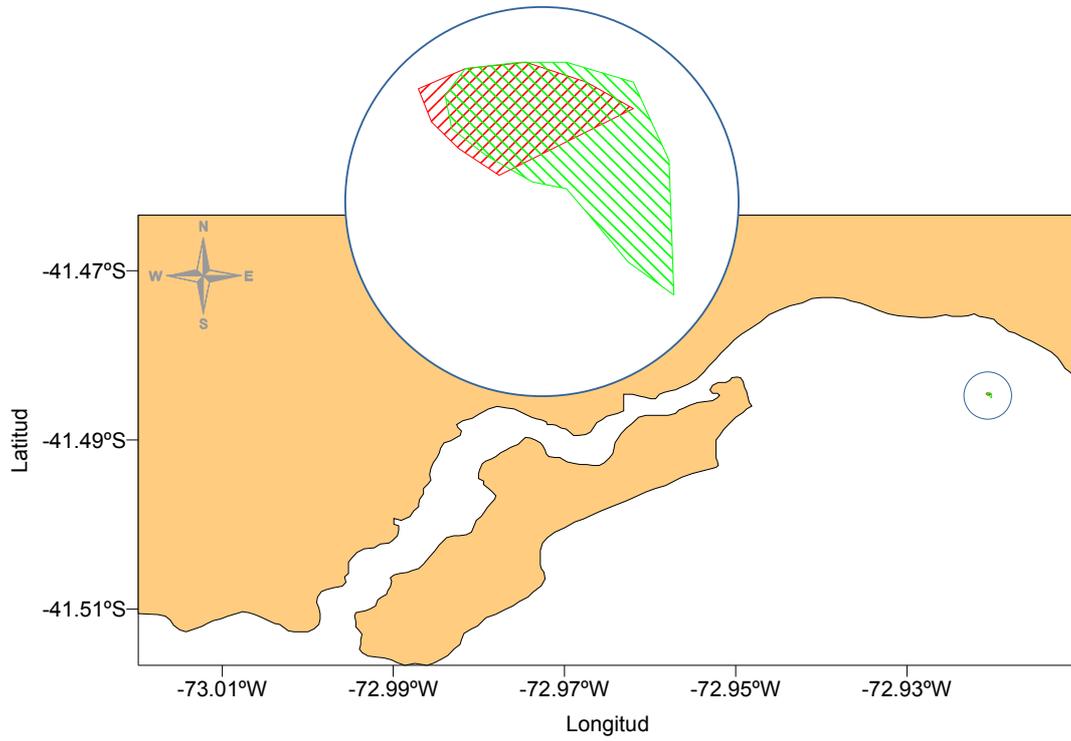


FIGURA 22: Trazado del contorno de la mancha de rodamina. Período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt. Junio de 2005.

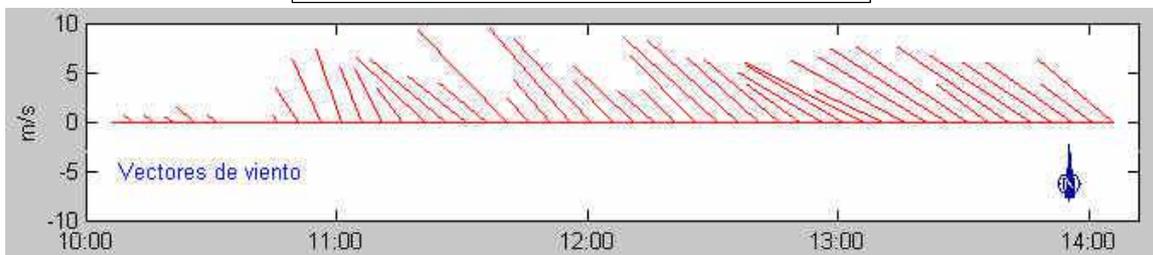
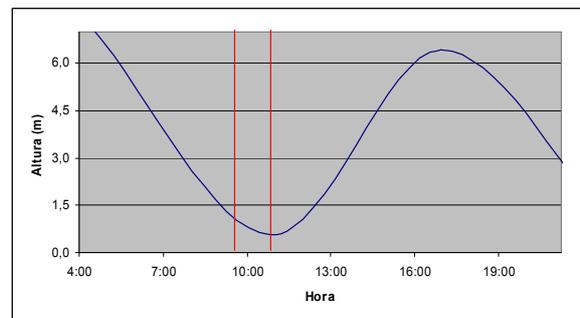
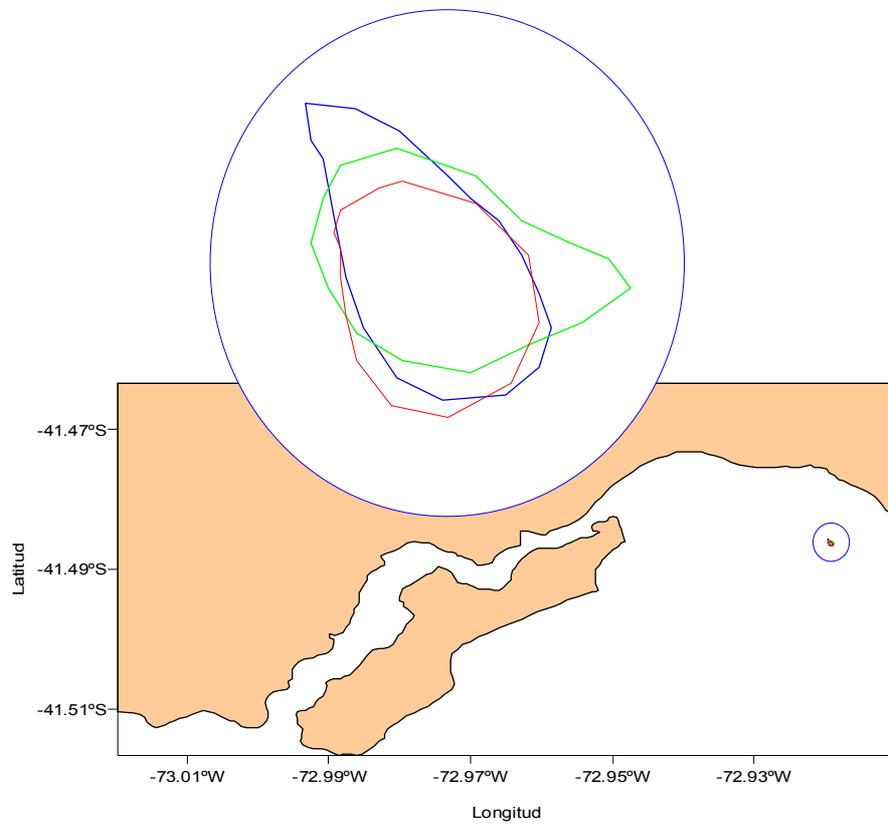


FIGURA 23: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (vaciante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Febrero del 2006.

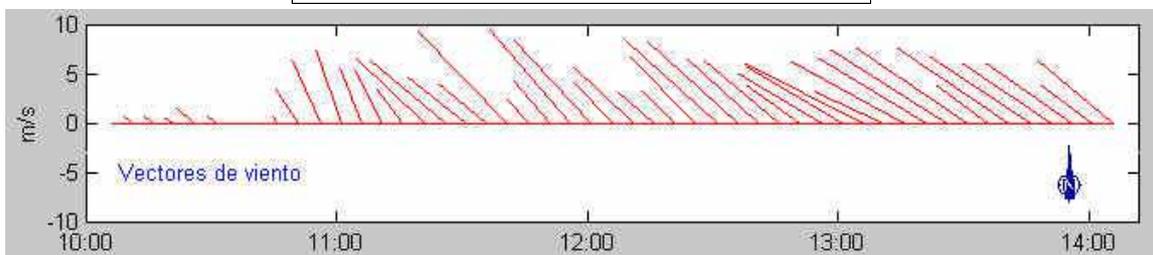
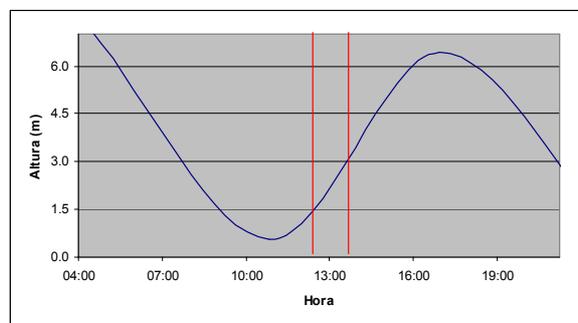
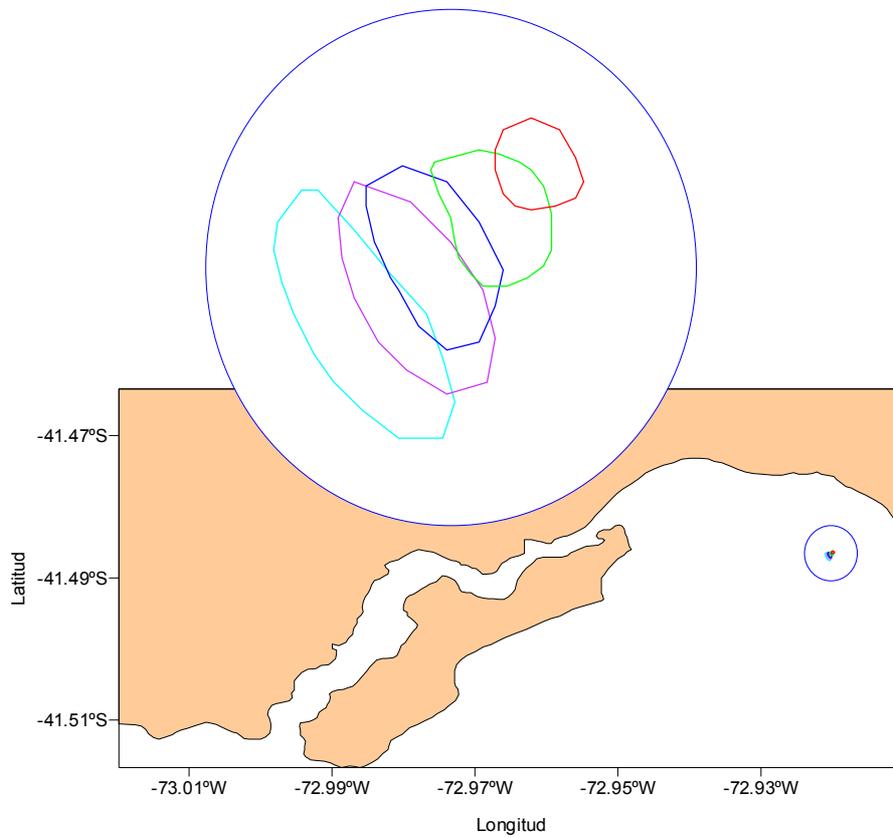


FIGURA 24: Trazado de los contornos de la mancha de rodamina, período de marea (llenante) y vientos predominantes registrados en Puerto Montt, X Región. Febrero del 2006.

ANEXO V

CARACTERIZACION DE LA COLUMNA DE AGUA

INVIERNO

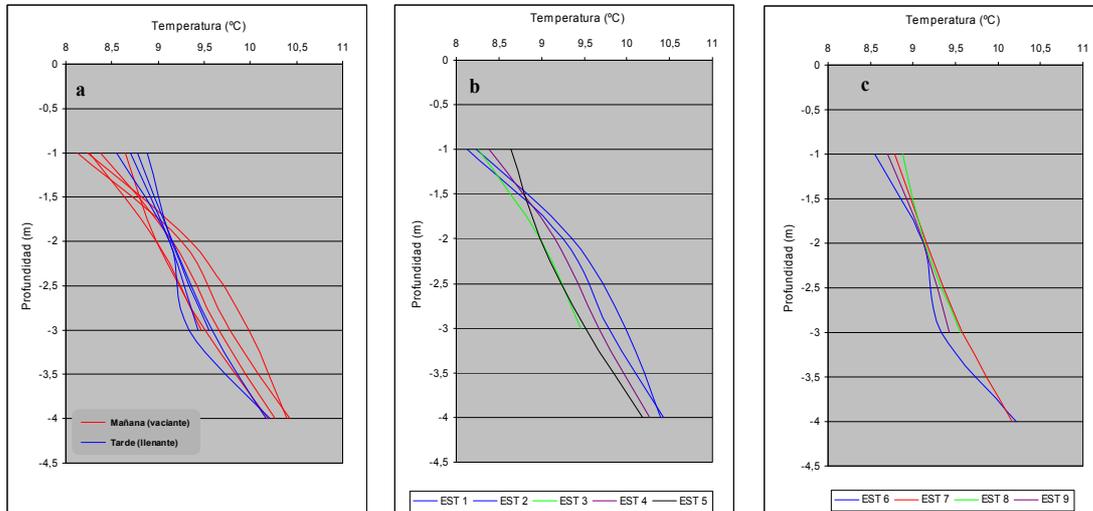


FIGURA 1: Distribución vertical de temperatura en Ancud, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 15 de junio, 2005.

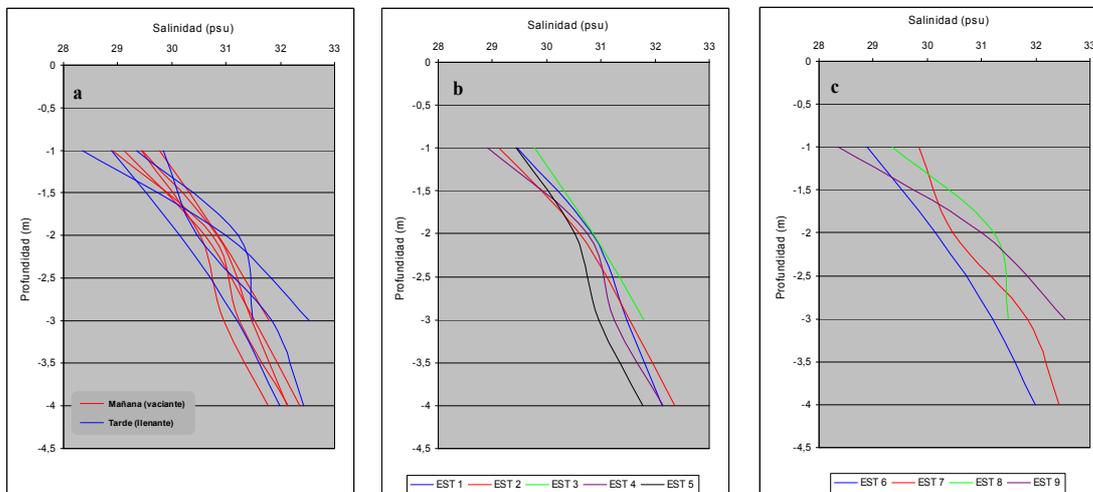


FIGURA 2: Distribución vertical de salinidad en Ancud, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 15 de junio, 2005.

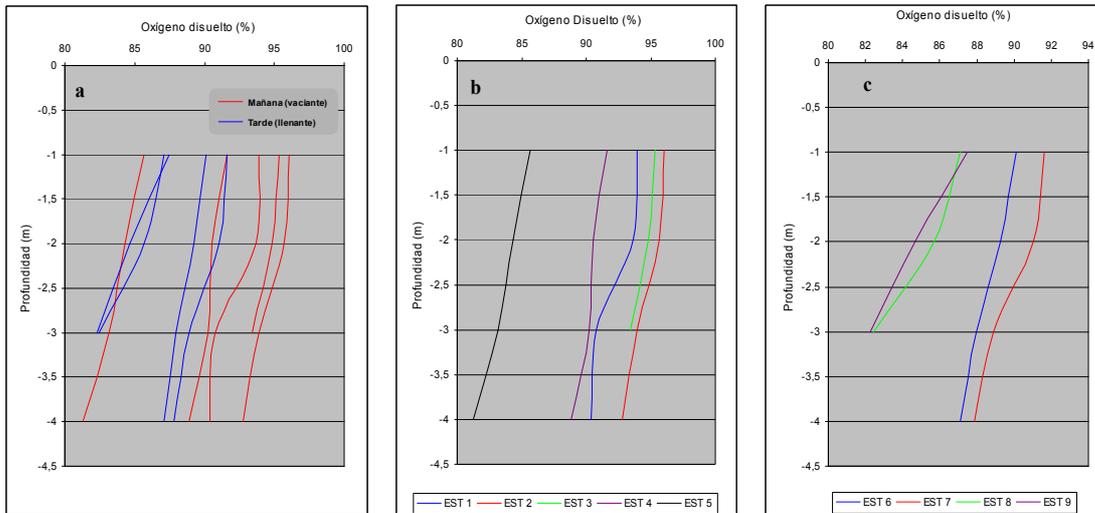


FIGURA 3: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Ancud, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 15 de junio, 2005.

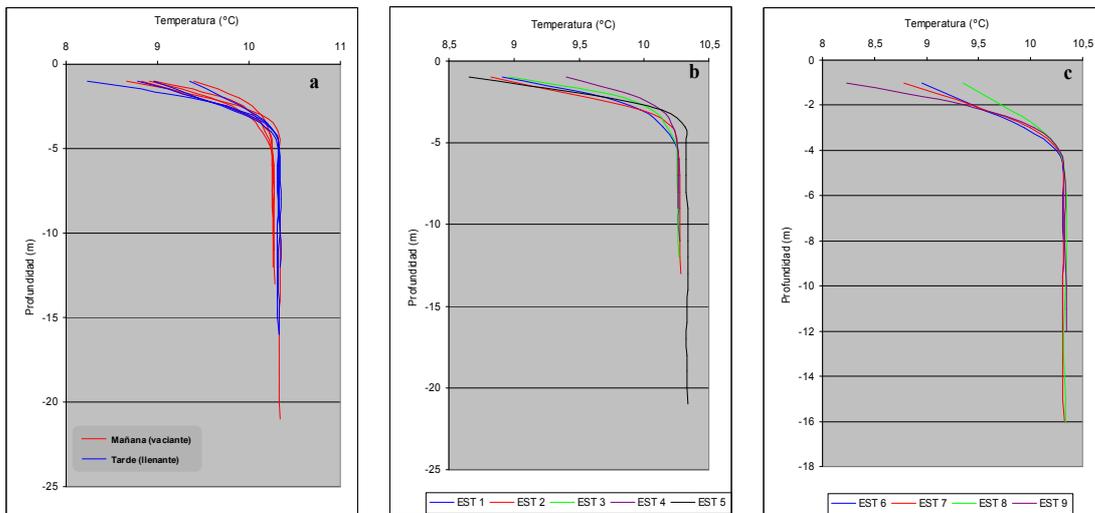


FIGURA 4: Distribución vertical de temperatura en Castro, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 16 de junio, 2005.

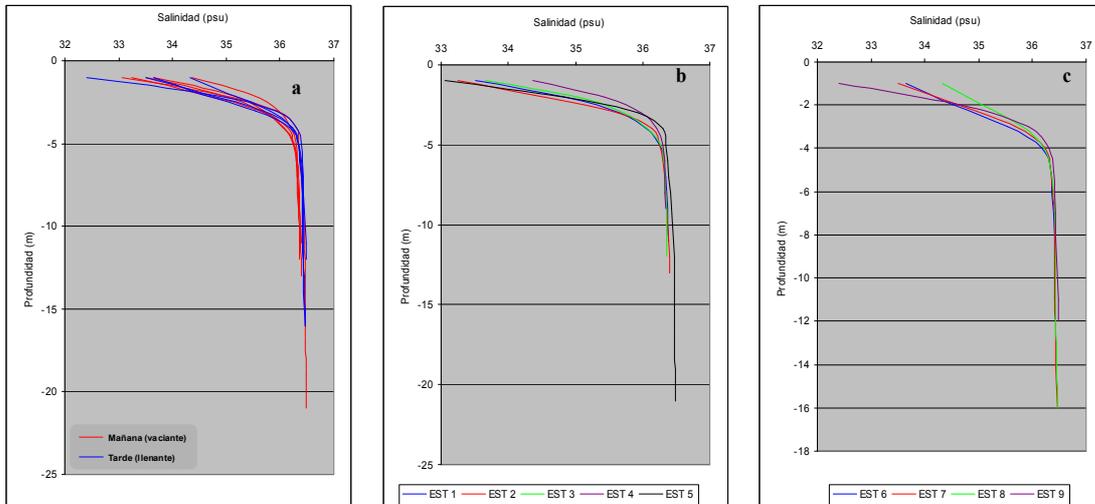


FIGURA 5: Distribución vertical de salinidad en Castro, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 16 de junio, 2005.

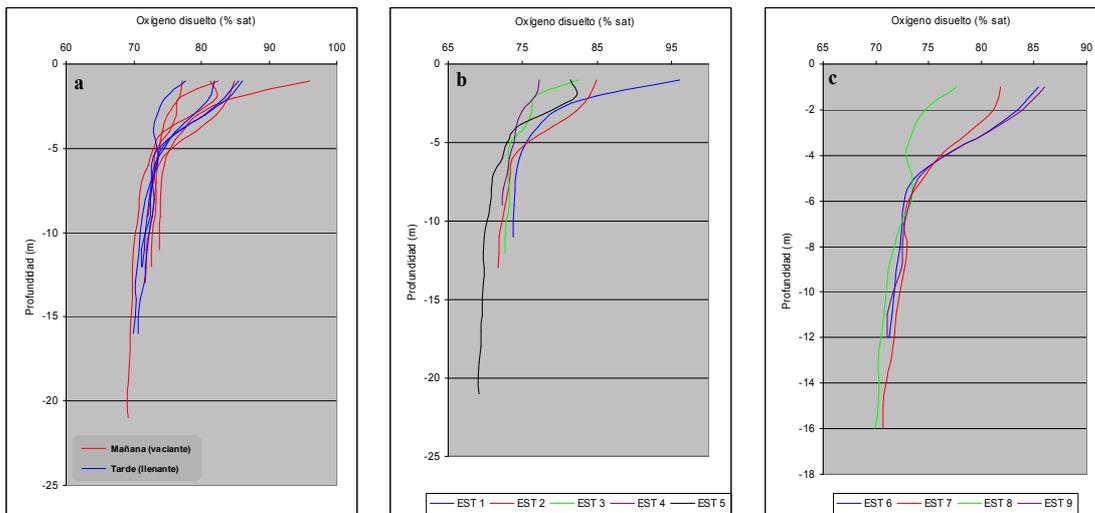


FIGURA 6: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Castro, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 16 de junio, 2005.

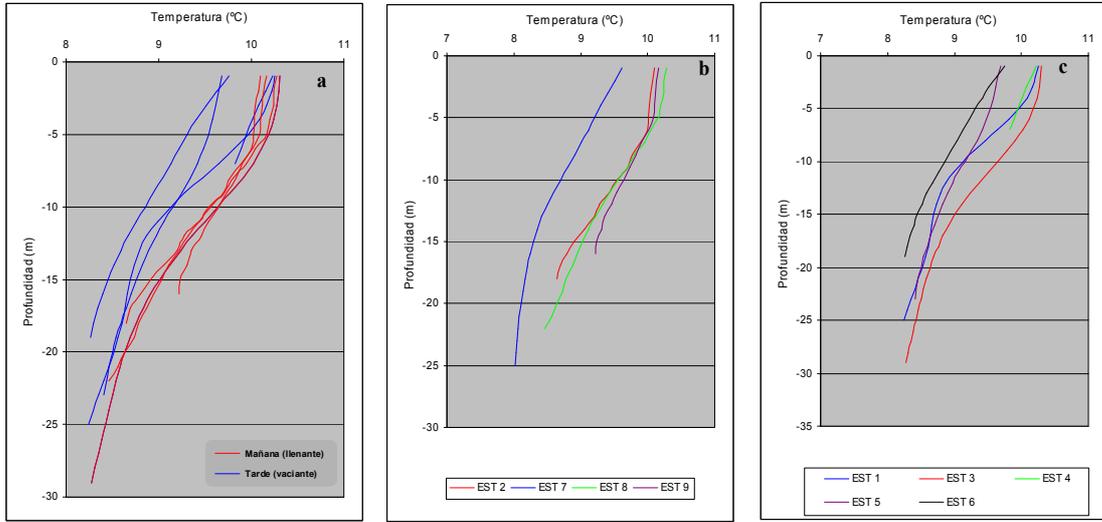


FIGURA 7: Distribución vertical de temperatura en Quellón, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 21 de junio, 2005.

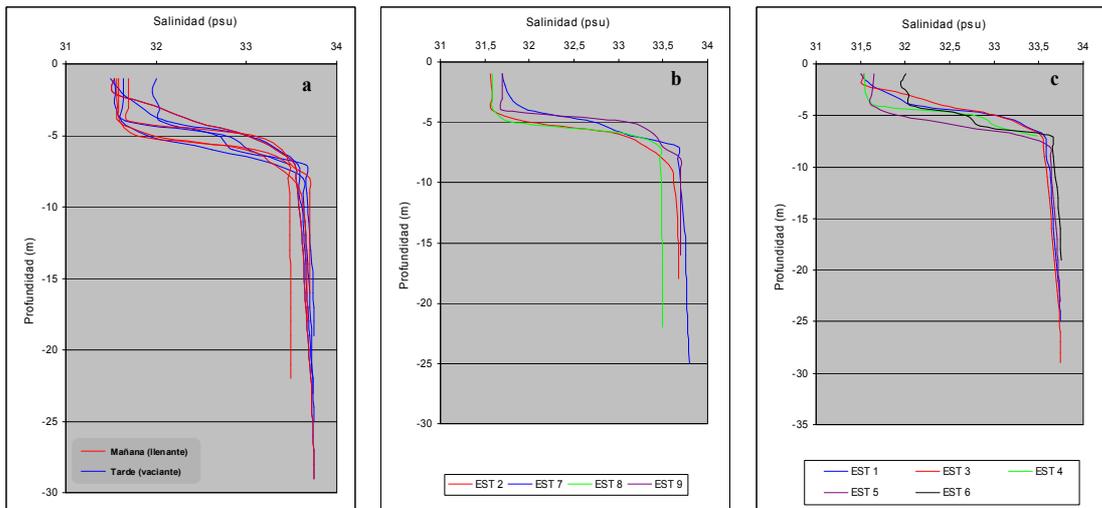


FIGURA 8: Distribución vertical de salinidad en Quellón, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 21 de junio, 2005.

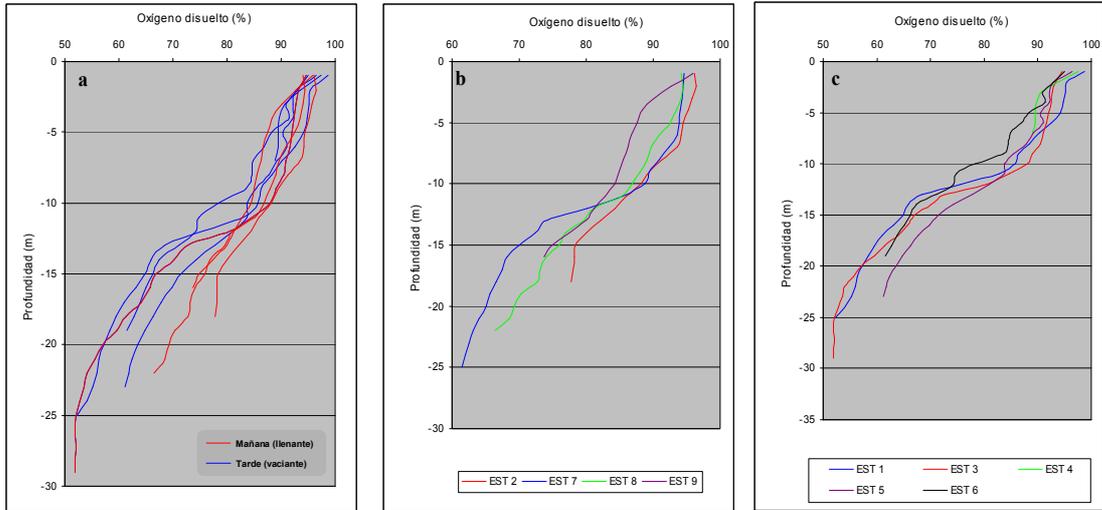


FIGURA 9: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Quellón, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 21 de junio, 2005.

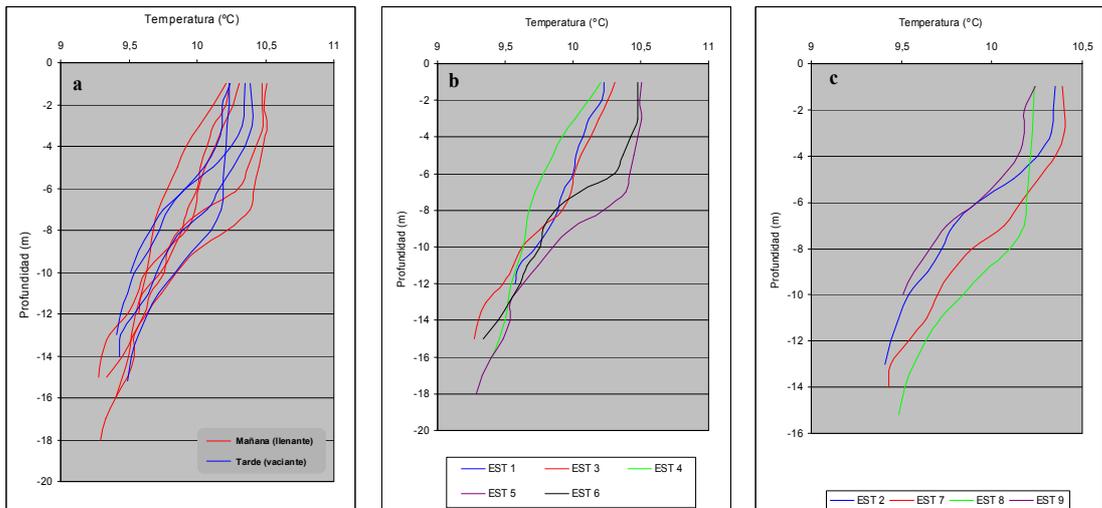


FIGURA 10: Distribución vertical de temperatura en Calbuco, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 22 de junio, 2005.

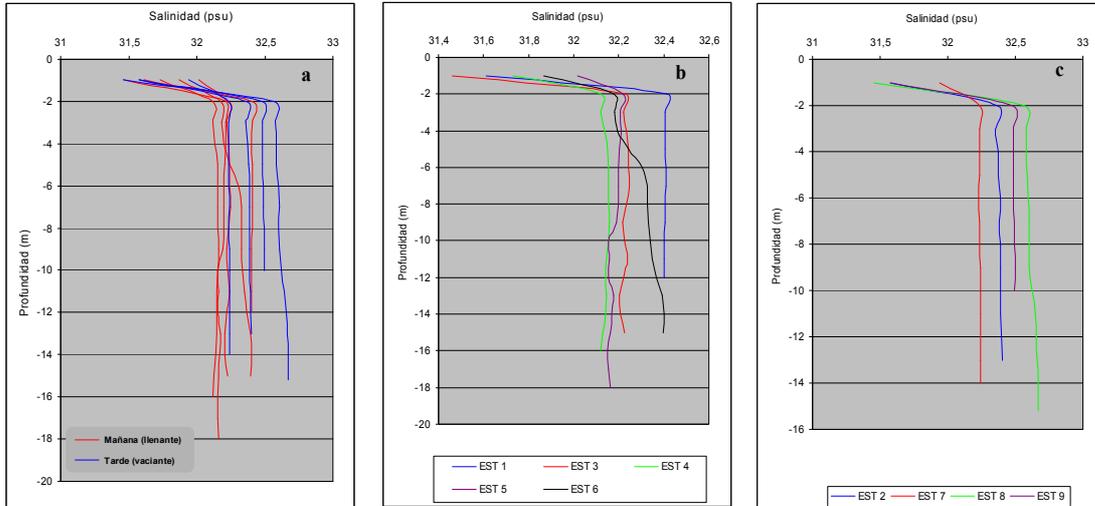


FIGURA 11: Distribución vertical de salinidad en Calbuco, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 22 de junio,, 2005.

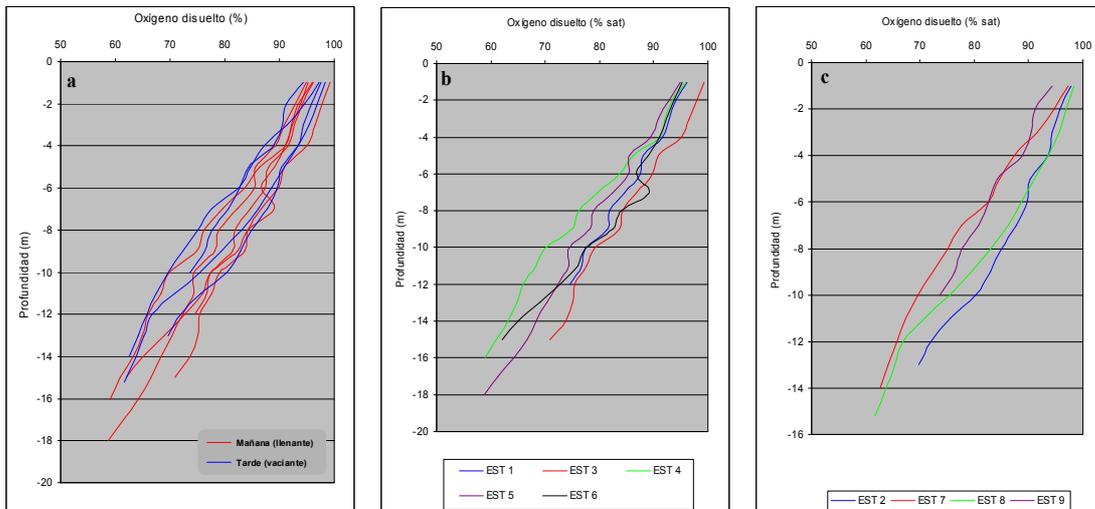


FIGURA 12: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Calbuco, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 22 de junio, 2005.

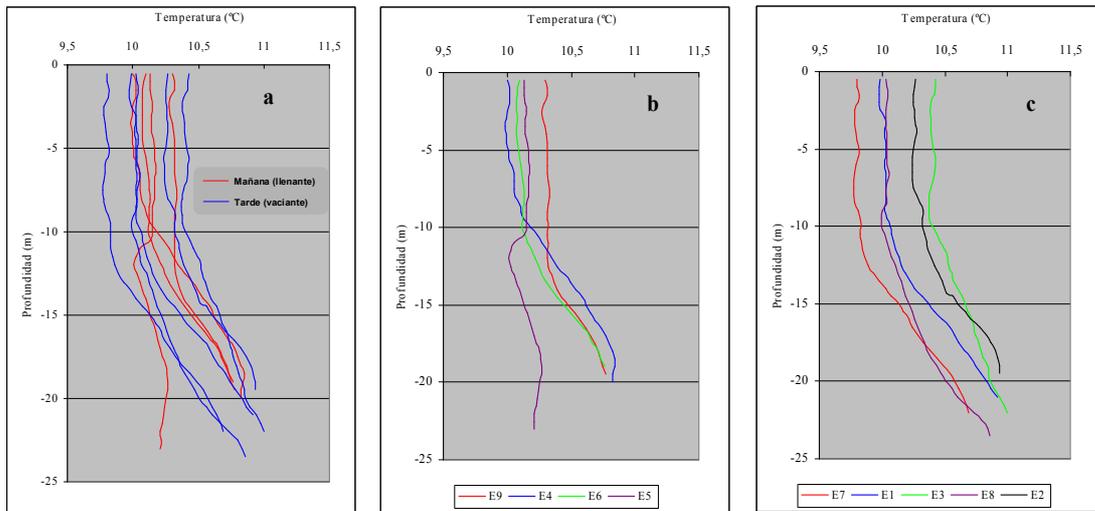


FIGURA 13: Distribución vertical de temperatura en Puerto Montt, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 23 de junio, 2005.

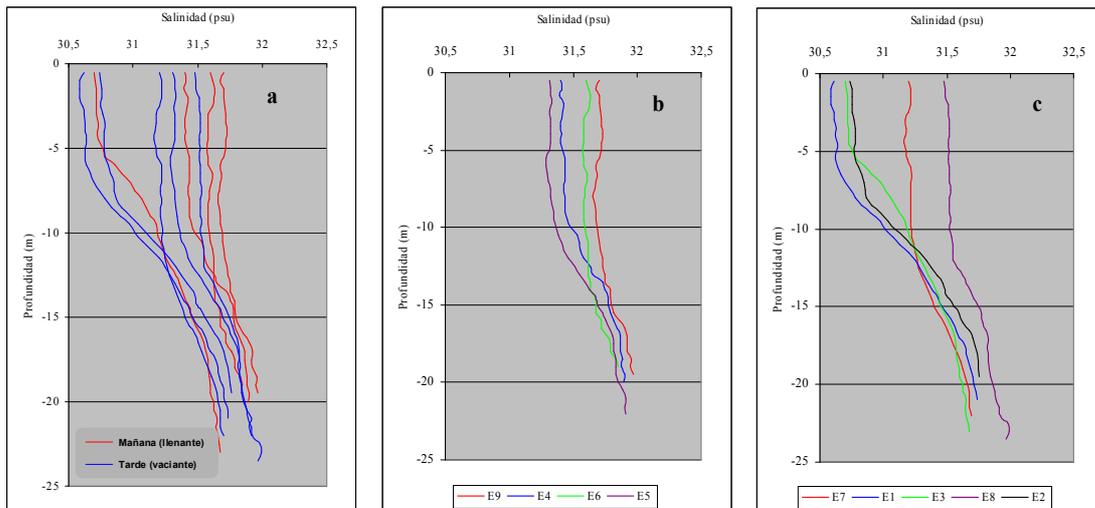


FIGURA 14: Distribución vertical de salinidad en Puerto Montt, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 23 de junio, 2005.

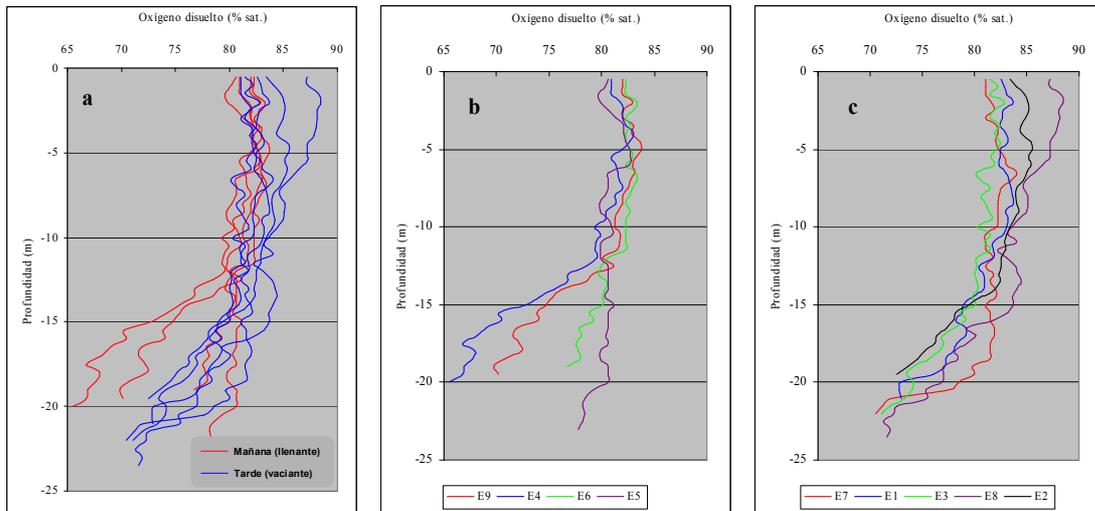


FIGURA 15: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Puerto Montt, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 23 de junio, 2005.

VERANO

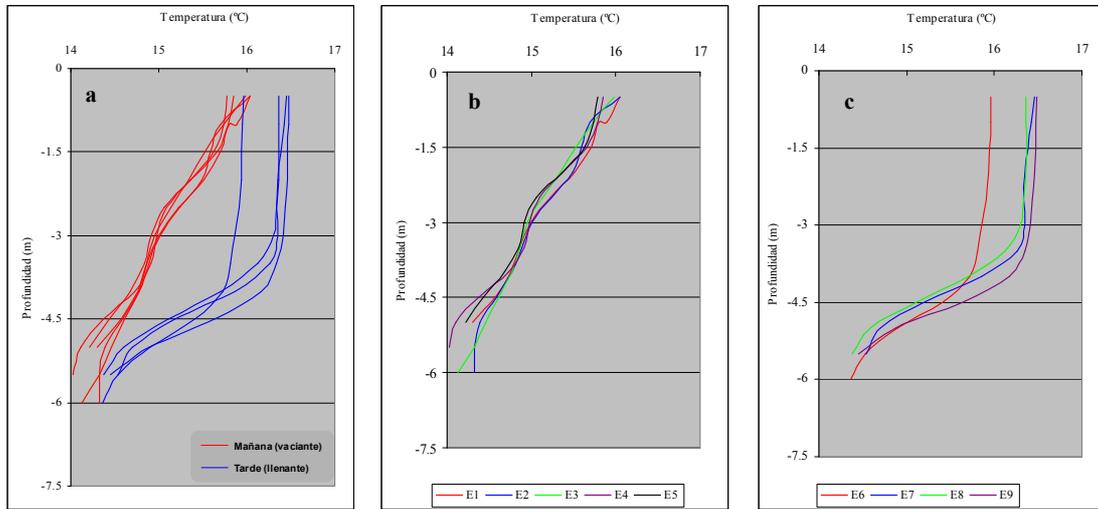


FIGURA 16: Distribución vertical de temperatura en Ancud, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 23 de enero, 2006.

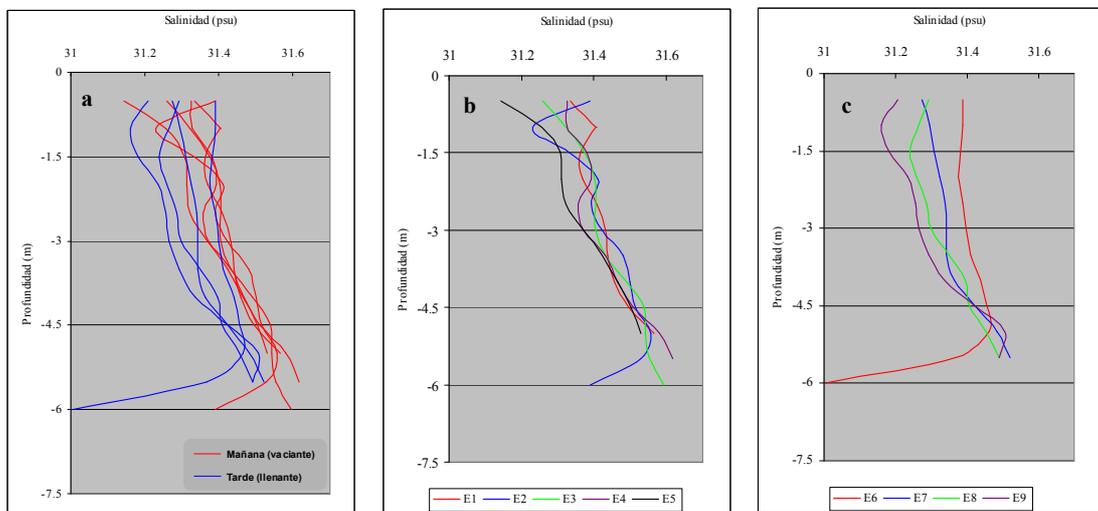


FIGURA 17: Distribución vertical de salinidad en Ancud, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 23 de enero, 2006.

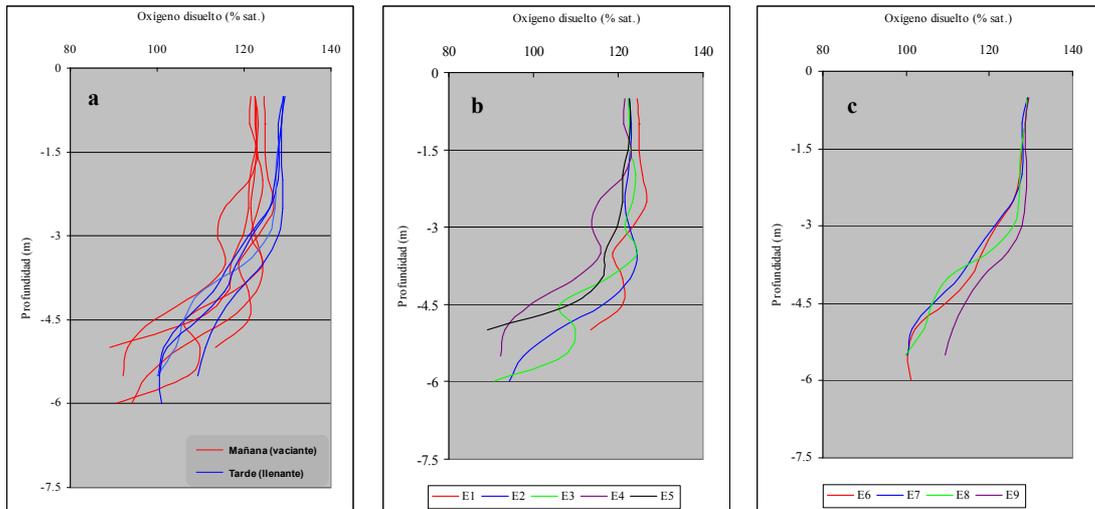


FIGURA 18: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Ancud, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 23 de enero, 2006.

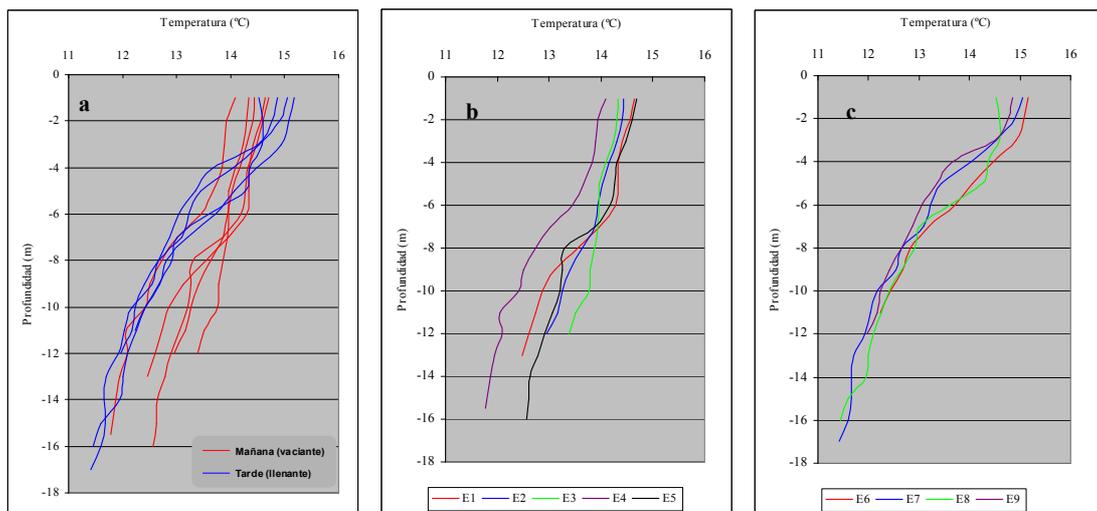


FIGURA 19: Distribución vertical de temperatura en Castro, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 24 de enero, 2006.

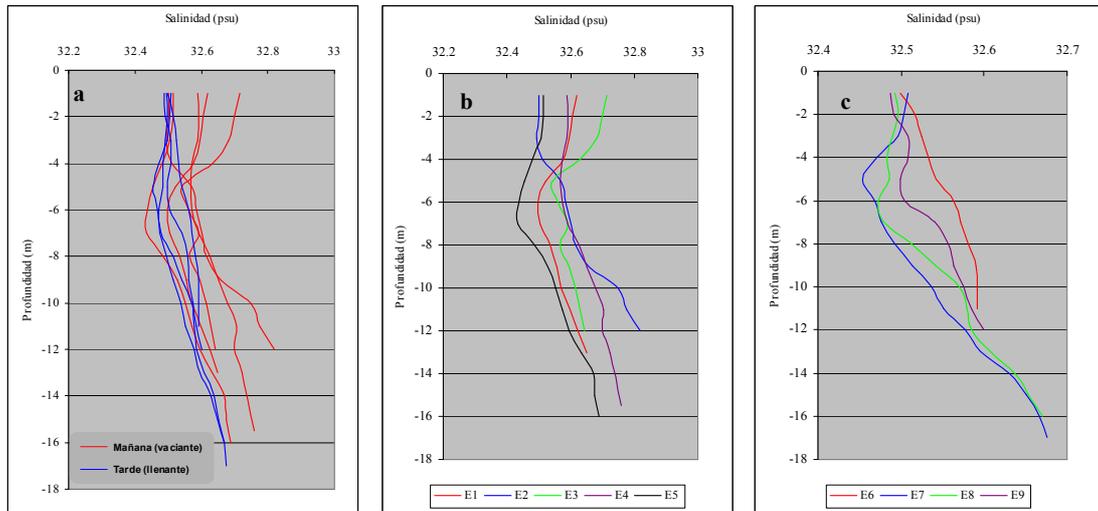


FIGURA 20: Distribución vertical de salinidad en Castro, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 24 de enero, 2006.

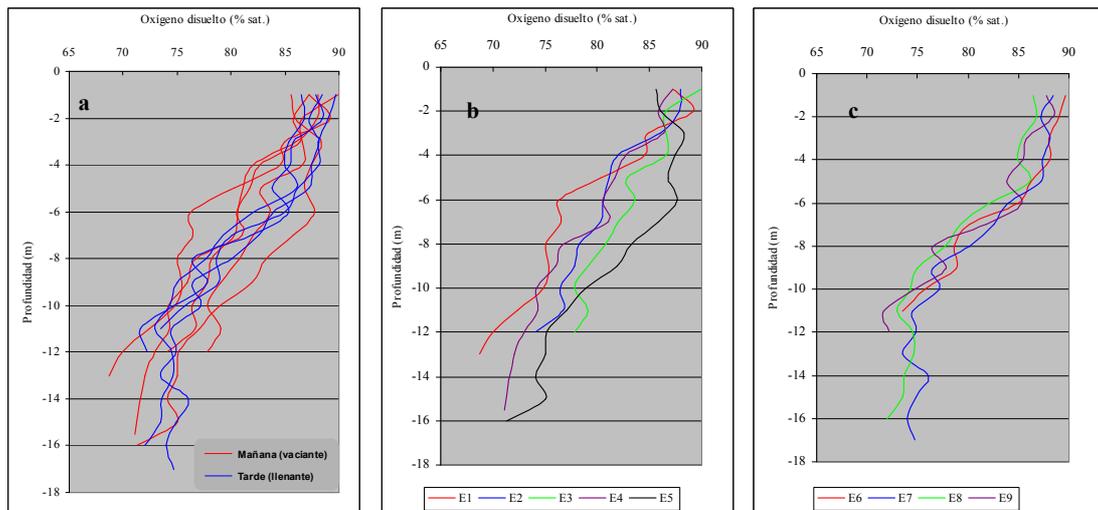


FIGURA 21: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Castro, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 24 de enero, 2006.

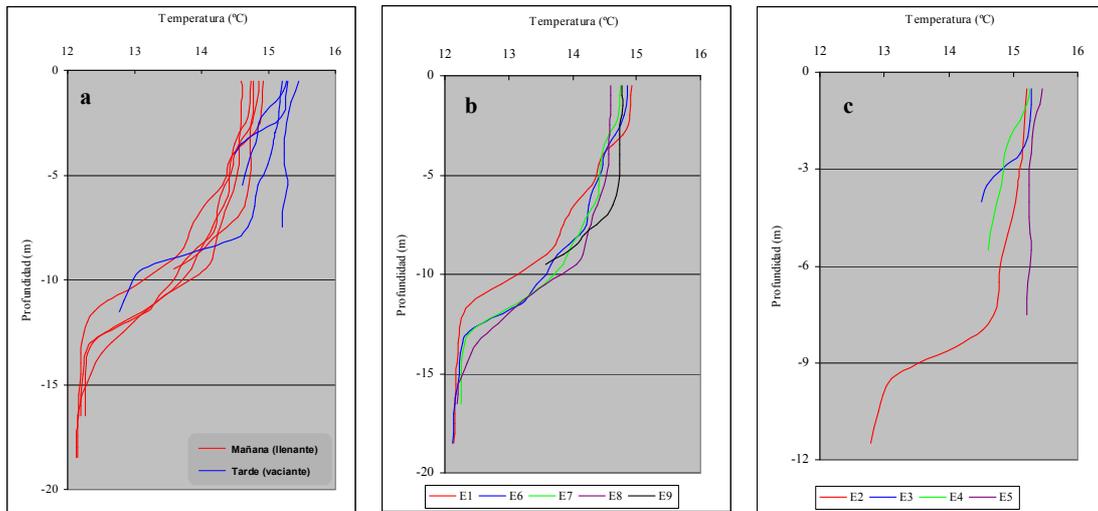


FIGURA 22: Distribución vertical de temperatura en Curaco de Velez, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 25 de enero, 2006.

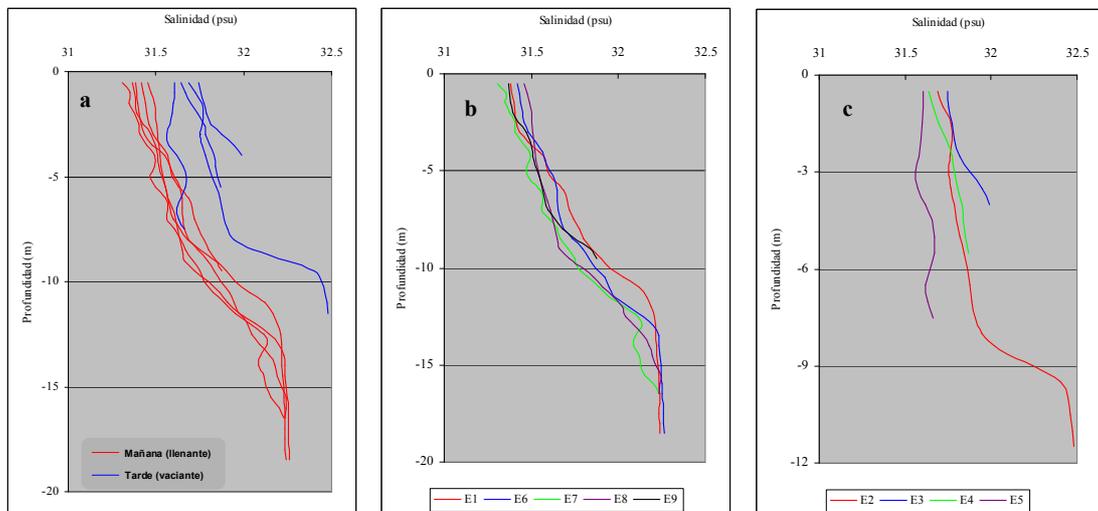


FIGURA 23: Distribución vertical de salinidad en Curaco de Velez, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 25 de enero, 2006.

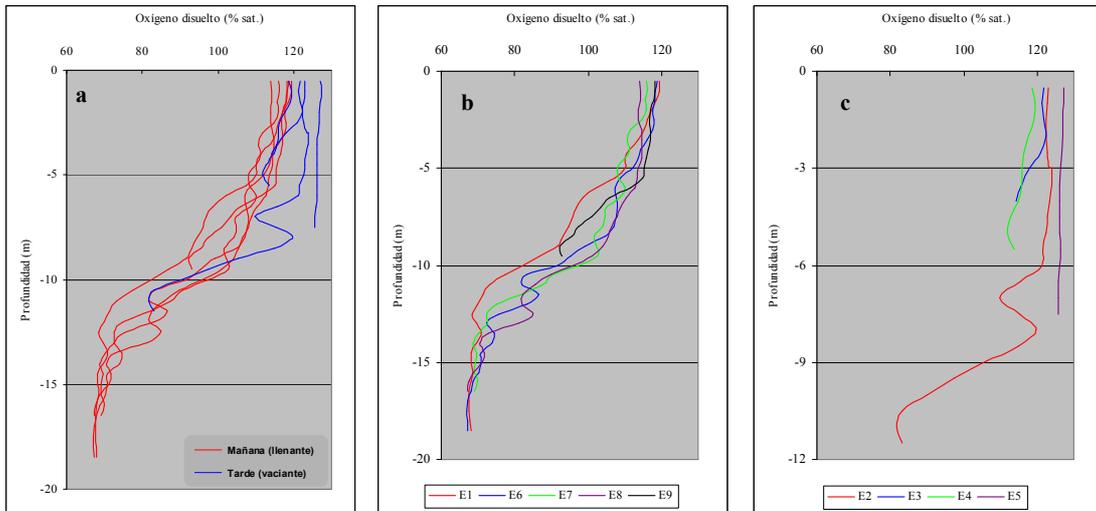


FIGURA 24: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Curaco de Velez, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 25 de enero, 2006.

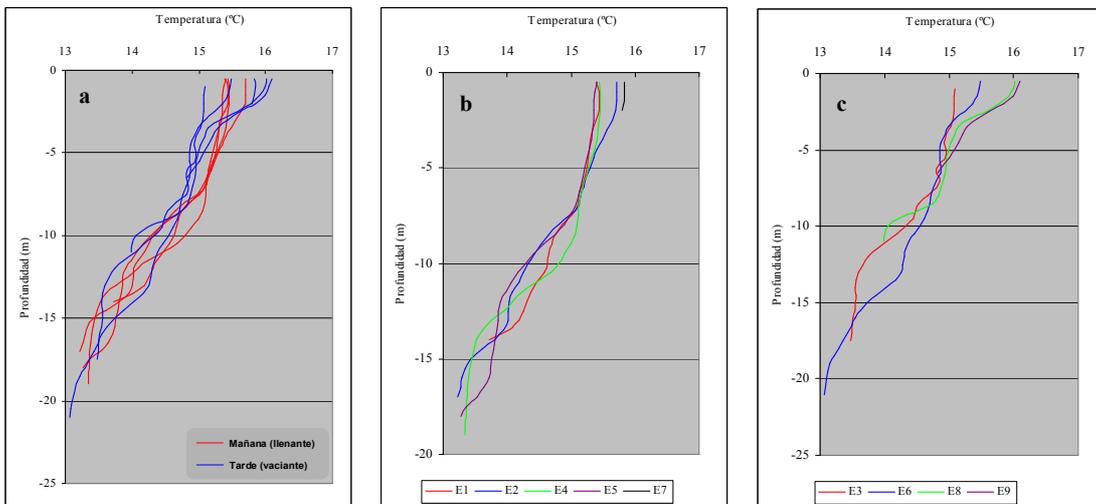


FIGURA 25: Distribución vertical de temperatura en Quellón, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 26 de enero, 2006.

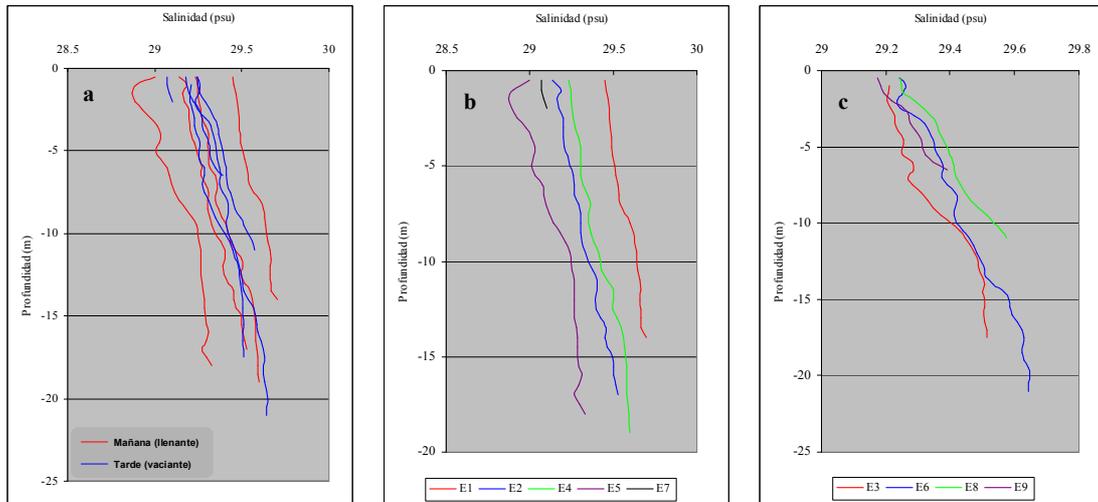


FIGURA 26: Distribución vertical de salinidad en Quellón, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 26 de enero, 2006.

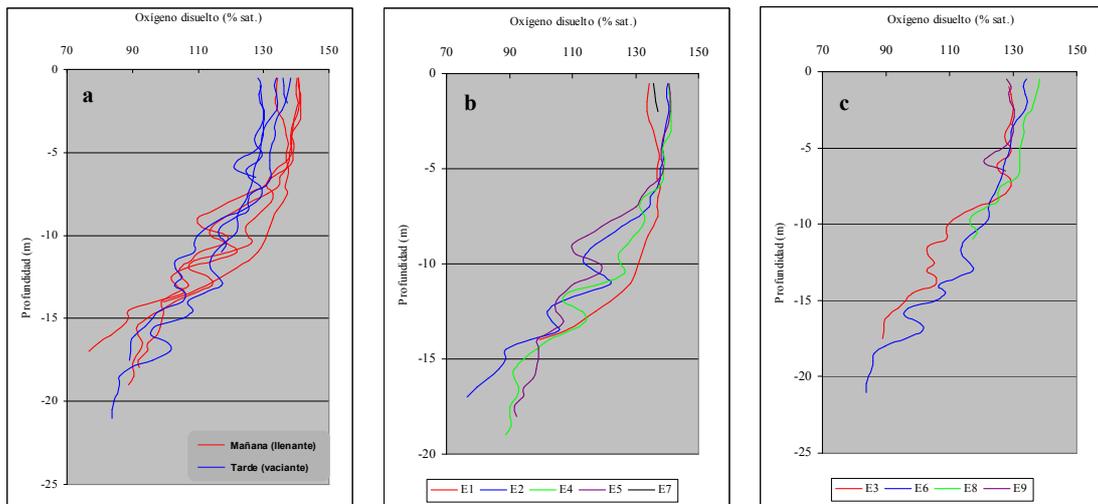


FIGURA 27: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Quellón, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante. 26 de enero, 2006.

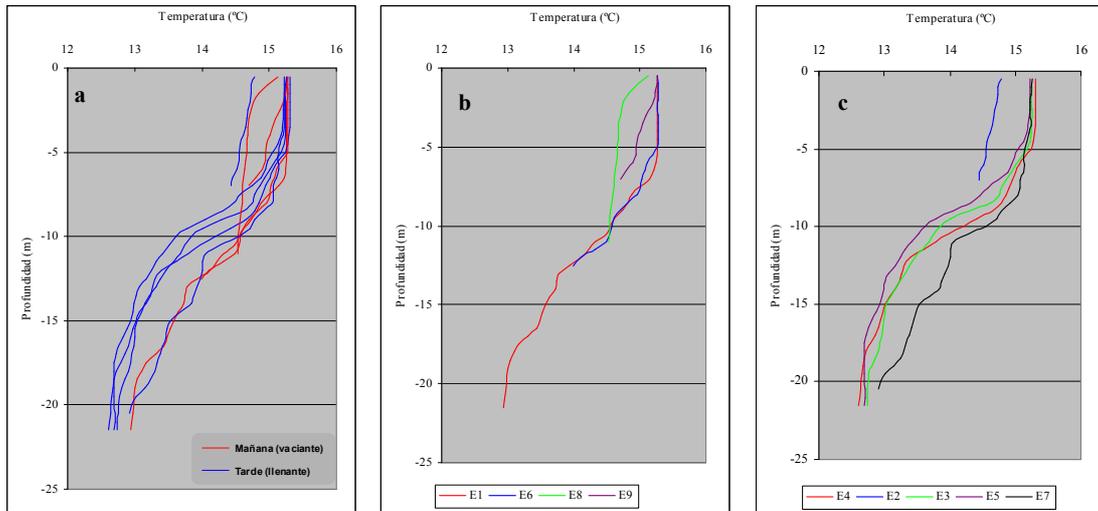


FIGURA 28: Distribución vertical de temperatura en Calbuco, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 30 de enero, 2006.

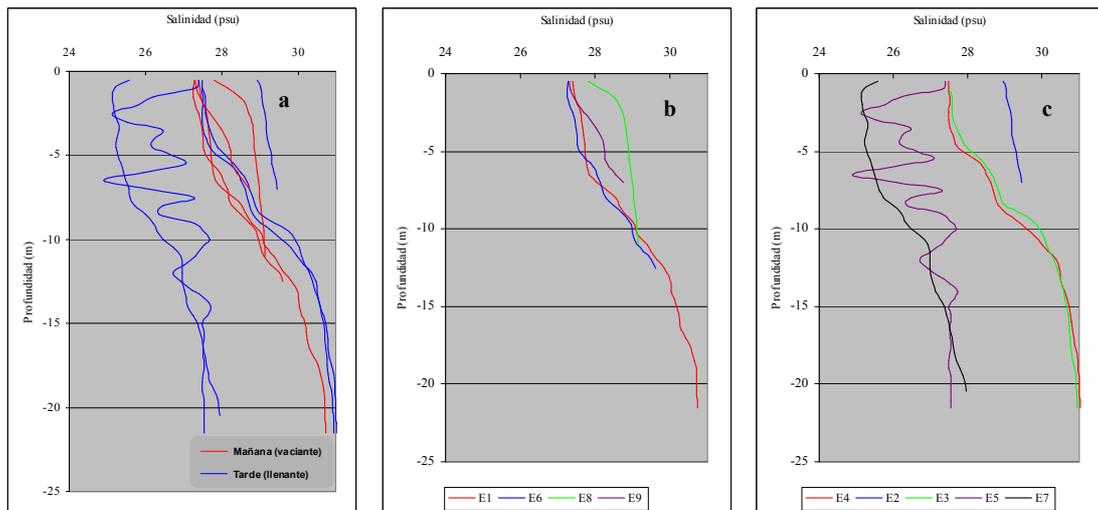


FIGURA 29: Distribución vertical de salinidad en Calbuco, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 30 de enero, 2006.

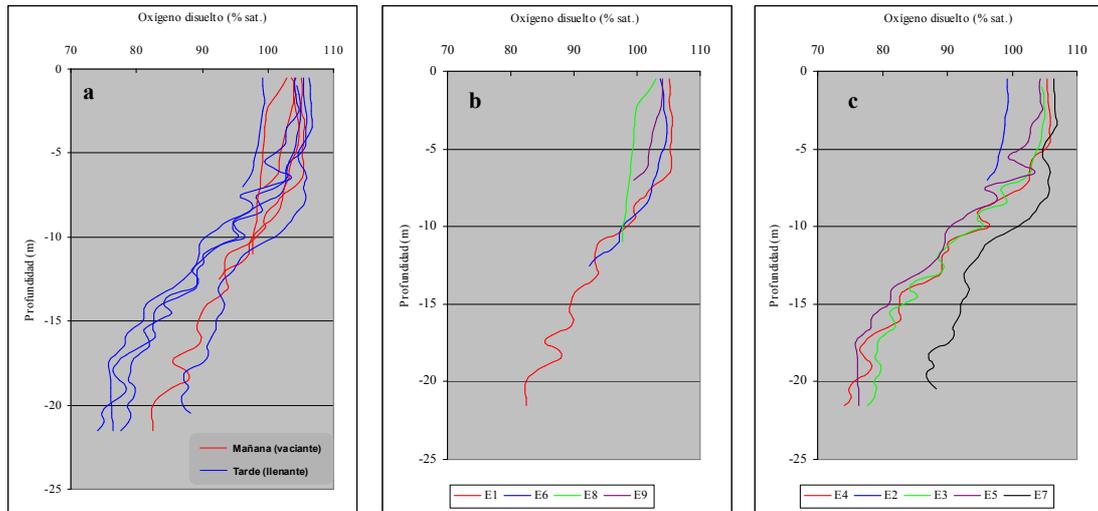


FIGURA 30: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Calbuco, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 30 de enero, 2006.

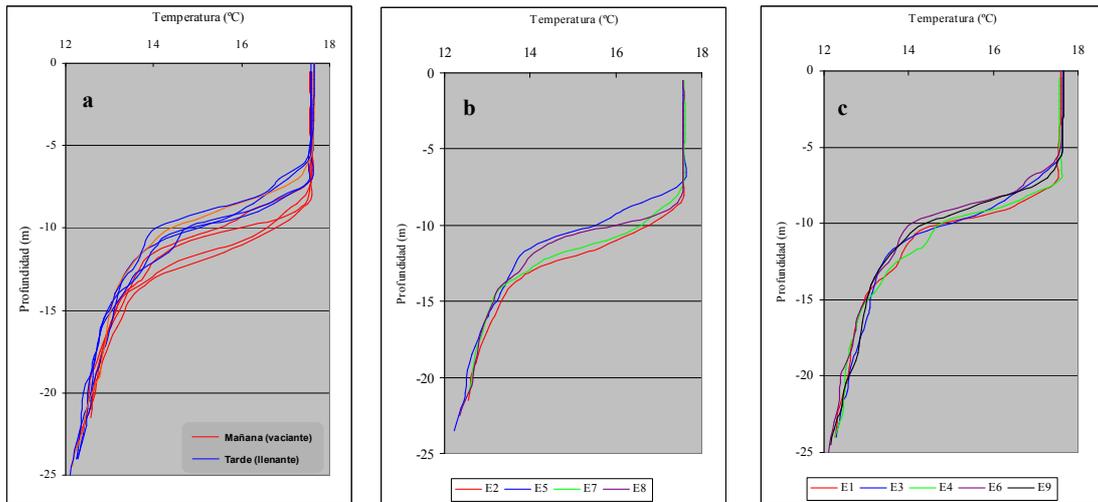


FIGURA 31: Distribución vertical de temperatura en Puerto Montt, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 1 de febrero, 2006.

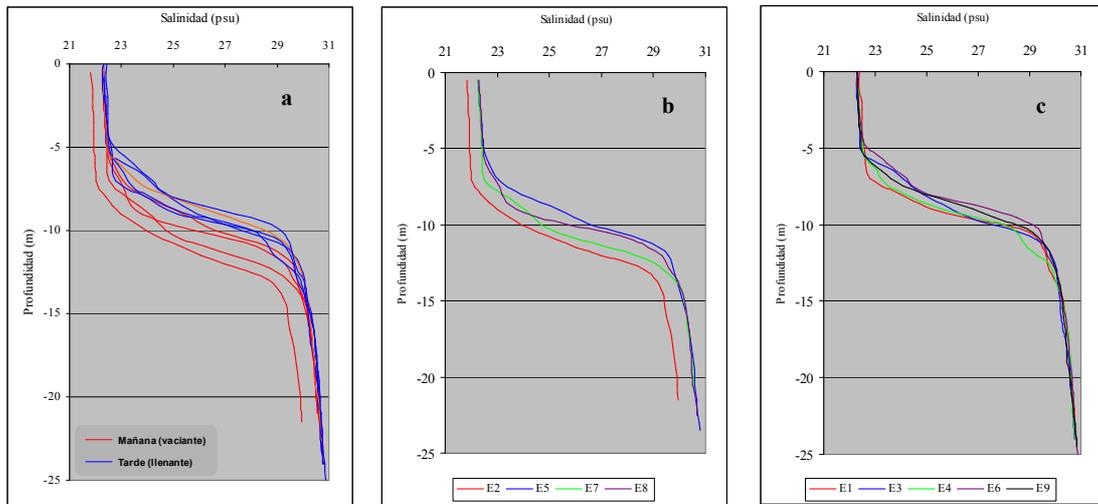


FIGURA 32: Distribución vertical de salinidad en Puerto Montt, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 1 de febrero, 2006.

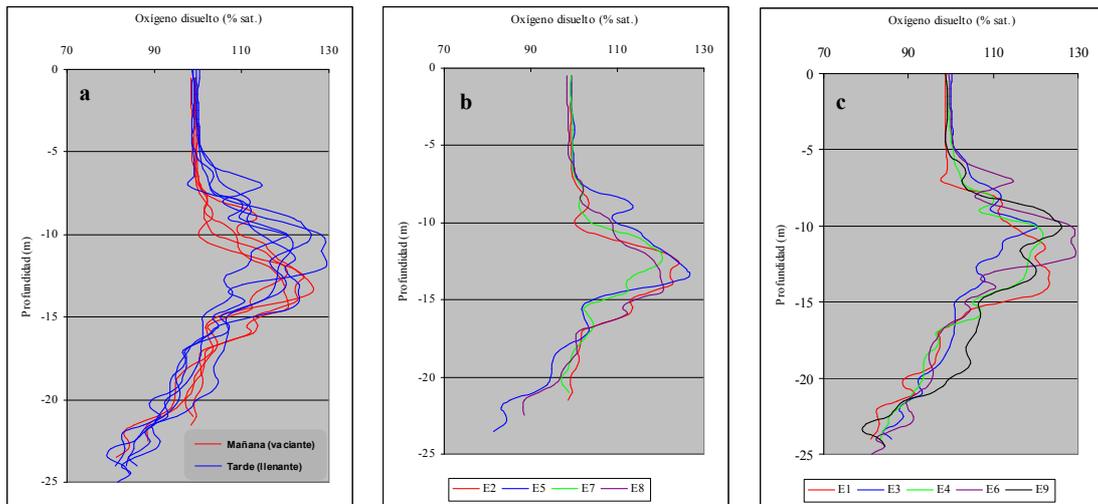


FIGURA 33: Distribución vertical de oxígeno disuelto en Puerto Montt, X Región. a) perfiles de las 9 estaciones; b) perfiles de estaciones efectuadas en marea vaciante; c) perfiles de estaciones efectuadas en marea llenante. 1 de enero, 2006.

ANEXO VI

ENCUESTA PESCADORES ARTESANALES

ANEXO VII

Carta Invitación Taller de Discusión

Valparaíso, Junio de 2006

Señor(a)
Mirna Rosas L
Sociedad Acuícola y Pesquera
MANA LTDA.
PRESENTE

Ref.: Taller de Discusión FIP 2004-53

De nuestra mayor consideración:

La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso tiene el agrado de invitar a Ud. al Taller de Discusión denominado "**Bacterias Patógenas Humanas en Moluscos de Consumo**" a realizarse los días 5 y 6 de Julio del presente año, en la ciudad de Puerto Montt.

Este evento ha sido programado dentro del marco del proyecto FIP 2004-53 "*Determinación de la presencia de bacterias patógenas en las aguas de la X Región, que afectan la exportación de moluscos bivalvos*". Esta actividad contará con la participación de destacados expertos nacionales, además de profesionales del sector público y privado, quienes nos ayudarán a discutir temas relacionados con la normativa, variables ambientales asociada a la presencia de microorganismos, epidemiología del *Vibrio parahaemolyticus*, zonas vulnerables y medidas de prevención, control y mitigación de bacterias patógenas.

Adjunto a esta carta encontrará el programa de esta actividad para que Ud. conozca los diferentes temas a tratar.

Esperando contar con su participación, y agradeciendo una vez más su colaboración, le saluda atentamente.

Mariel Campalans B.
Jefe de Proyecto
Pont. Universidad Católica de Valparaíso

ANEXO VIII

Programa Taller de Discusión

PROGRAMA TALLER DE DISCUSIÓN

Bacterias Patógenas Humanas en Moluscos de Consumo
Puerto Montt, Chile

Lugar: GRAN HOTEL DON VICENTE
Salón Costanera I
Av. Diego Portales 450, Puerto Montt

Fecha: 5 y 6 de Julio de 2006

Objetivos: Discutir temas relacionados con la normativa, variables ambientales asociadas a la presencia de microorganismos, epidemiología del *Vibrio parahaemolyticus*, zonas vulnerables y medidas de prevención, control y mitigación de bacterias patógenas.

Miércoles 5 de Julio

Sesión 1: Introducción

- 09:00 – 09:30 : Inscripción
- 09:45 – 10:30 : a) Bienvenida e Inauguración
Mariel Campalans Barnier
Ingeniero Pesquero
Jefe de Proyecto FIP 2004-53
- 10:30 – 11:15 : Marco Proyecto FIP 2004-53 “*Determinación de la presencia de bacterias patógenas en cuerpos de agua de la X Región que afectan la exportación y consumo de moluscos bivalvos*”.
Mariel Campalans Barnier
Ingeniero Pesquero
Jefe Proyecto
- 11:15 – 12:00 : Servicios Sanitarios y tratamiento de aguas servidas en la X Región.
Sr. Sergio Fuentes
ESSAL S.A.

- 12:00 – 12:15 : Receso y café
- 12:15 – 13:00 : Variables ambientales asociadas a la presencia de microorganismos patógenos humanos en cuerpos de agua.
Enrique Rocha
Oceanógrafo
Investigador Proyecto FIP 2004-53
- 13:00 – 14:30 : Receso y almuerzo

A.

B. Sesión 2: Análisis de la situación en Chile

- 14:30 – 15:15 : Presencia y concentración de patógenos humanos asociados al consumo de moluscos en Chile. Epidemiología de *Vibrio parahaemolyticus* y medidas de contingencia.
Dra. Viviana Cachicas
Bioquímico
Instituto de Salud Pública
- 15:15 – 15:30 : Receso y café
- 15:30 – 16:15 : Variables asociadas al desarrollo de presencia de bacterias Patógenas en moluscos bivalvos
Mariel Campalans Barnier
Ingeniero Pesquero
Jefe Proyecto FIP
- 16:00 – 16:30 : Impacto de las bacterias patógenas en la industrial pesquera de mariscos de exportación.
Sr. Eugenio Yokota
Ingeniero Pesquero

Jueves 6 de Julio

- 09:30 – 10:30 : Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos: Control de *Vibrio Parahaemolyticus*.
Claudia Rozas Araya
Departamento Sanidad Pesquera
Servicio Nacional de Pesca
- 10:30 – 11:00 : Medidas propuestas para mitigar el riesgo de contaminación bacteriana en moluscos de consumo
Dra. Jacqueline Campalans B.
Investigador Proyecto FIP 2004-53
- 11:00 – 11:15 : Receso y café
- 11:15 – 12:30 : Mesa redonda
Coordinación Investigadores Proyecto FIP 2004-53
- 12:30 – 12:45 : Conclusiones
- 12:45 – 13:00 : Cocktail Clausura

ANEXO IX

Personal participante por actividad

Las actividades desarrolladas durante esta etapa del proyecto, en especial la recopilación de información bibliográfica relacionada con la presencia de bacterias patógenas en Chile y el extranjero y sus aspectos sanitarios y medioambientales, así como también sobre especies vulnerables, procesos de depuración y transformación se llevaron a cabo según lo descrito en la Carta Gantt de la propuesta técnica de este proyecto, y contaron con la participación de todos los profesionales y técnicos del equipo de trabajo.

I. MONITOREO CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES

Una de las actividades de mayor relevancia para este proyecto es el Plan de Monitoreo y Muestreo desarrollado en moluscos bivalvos provenientes de centros de cultivo y bancos naturales, así como también en los cuerpos de agua de las zonas determinadas como críticas en la X Región, actividad que se detalla a continuación.

a) MONITOREO OTOÑO-INVIERNO

El primer monitoreo de las condiciones sanitarias y ambientales de la X Región se llevó a cabo entre los días 14 y 23 de junio de 2005. Los detalles de las zonas geográficas muestreadas se detallan en el siguiente cuadro:

Resumen información monitoreo Otoño - Invierno

Fecha	Zona	Especie	Procedencia	Comuna
14/06/2005	Hueihue	Chorito	Centro de Cultivo	Ancud
14/06/2005	Ancud	Almeja	Banco Natural	Ancud
16/06/2005	Yutuy	Chorito	Centro de Cultivo	Castro
16/06/2005	Estero Castro (Chañigüe)	Chorito	Centro de Cultivo	Castro
16/06/2005	Curaco de Velez	Chorito	Centro de Cultivo	Curaco de Velez
20/06/2005	Islas Desertores	Almejas	Banco Natural	Quellón
21/06/2005	Quellón	Chorito	Centro de Cultivo	Quellón
22/06/2005	Calbuco	Chorito	Centro de Cultivo	Calbuco
22/06/2005	Chauquear	Chorito	Centro de Cultivo	Calbuco
23/06/2005	Cochamó	Chorito	Banco Natural	Pto. Montt

Esta actividad tuvo un periodo de preparación de aproximadamente dos meses y medio, que incluyó el contacto, sensibilización y obtención de las muestras desde los centros de cultivos, además del contacto y contratación de embarcaciones y buzos profesionales para la obtención de las muestras oceanográficas y microbiológicas programadas.

Las actividades en terreno estuvieron a cargo directo de la Jefa de Proyecto, quien estuvo acompañada, además, de un profesional oceanográfico y dos muestreadores

Profesionales y/o técnicos muestreadores en terreno

Nombre	Cargo	Actividad
Mariel Campalans Barnier	Jefe de Proyecto	Muestreo Moluscos Bivalvos
Enrique Rocha	Investigador Proyecto	Muestreo Oceanográfico
Ma. Isabel Medina	Muestreador	Muestreo Moluscos Bivalvos
Pedro Apablaza	Muestreador	Muestreo Oceanográfico

Las horas empleadas para el desarrollo de ambas actividades correspondió a un total de 6 horas aproximadas diarias en terreno.

b) MONITOREO VERANO

Al igual que el periodo Otoño-Invierno, el segundo monitoreo de las condiciones sanitarias y ambientales de la X Región se llevó a cabo entre los días 16 de enero y 1 de febrero de 2006. Los detalles de las zonas geográficas muestreadas se detallan en el siguiente cuadro:

Resumen información monitoreo Verano

Fecha	Zona	Especie	Procedencia	Comuna
16/01/2006	Tutil	Chorito	Centro de Cultivo	Castro
16/01/2006	Chañigüé	Chorito	Centro de Cultivo	Castro
16/01/2006	Curahue	Chorito	Centro de Cultivo	Castro
17/01/2006	Molulco	Chorito	Centro de Cultivo	Quellón
17/01/2006	Curanué	Chorito	Centro de Cultivo	Quellón

Fecha	Zona	Especie	Procedencia	Comuna
17/01/2006	Cailín	Almeja	Banco Natural	Quellón
18/01/2006	Quenu	Almeja	Banco Natural	Calbuco
18/01/2006	Estero Huito	Chorito	Centro de Cultivo	Calbuco
18/01/2006	Cochamó	Chorito	Centro de Cultivo	Puerto Montt
19/01/2006	Seño Reloncaví	Chorito	Centro de Cultivo	Puerto Montt
19/01/2006	Isla Puluqui	Chorito	Centro de Cultivo	Calbuco
19/01/2006	Caicaen	Chorito	Centro de Cultivo	Calbuco
23/01/2006	Hueihue	Chorito	Centro de Cultivo	Ancud
26/01/2006	Changuitad	Chorito	Centro de Cultivo	Curaco de Velez
26/01/2006	Huenao	Chorito	Centro de Cultivo	Curaco de Velez

Al igual que en el monitoreo anterior, la actividad tuvo un periodo de preparación de aproximado de dos meses y medio, que incluyó el contacto y obtención de las muestras desde los centros de cultivos, además del contacto y contratación de embarcaciones y buzos profesionales para la obtención de las muestras oceanográficas y microbiológicas programadas.

Las actividades en terreno estuvieron a cargo directo de la Jefa de Proyecto, quien estuvo acompañada, además, de un profesional oceanográfico, dos muestreadores y dos encuestadores a cargo de las actividades relacionadas con las plantas de proceso y pescadores artesanales.

Profesionales y/o técnicos muestreadores en terreno

Nombre	Cargo	Actividad
Mariel Campalans Barnier	Jefe de Proyecto	Muestreo Moluscos Bivalvos
Enrique Rocha	Investigador Proyecto	Muestreo Oceanográfico
Ma. Isabel Medina	Muestreador	Muestreo Moluscos Bivalvos
Pedro Apablaza	Muestreador	Muestreo Oceanográfico
Paola Riquelme	Encuestador	Encuesta a plantas de proceso
Jaime Aguilera	Encuestador	Encuesta a pescadores artesanales

Las horas empleadas para el desarrollo de las actividades correspondió a un total de 8 horas aproximadas diarias en terreno.

II. TALLER DE DISCUSION

Tal como se detalla en el Objetivo Específico 4.4. del presente documento, el Taller de Discusión “*Bacterias Patógenas Humanas en Moluscos de Consumo*” se llevó a cabo los días 5 y 6 de Julio de 2006 en la ciudad de Pto. Montt.

Las horas empleadas para la organización de este Taller correspondió a un total de 4 horas aproximadas diarias, durante un periodo de 45 días, dentro de los cuales se procedió a contactar los expertos que expondrán en este taller, enviar las invitaciones a los participantes, definir la locación y contratar los servicios necesarios para esta actividad. Esta etapa contó con la participación de todos los investigadores y personal técnico asociado a este proyecto.

La realización del evento implicó el traslado a la ciudad de Pto. Montt de 4 de los participantes del equipo de trabajo, tres de ellos investigadores y un integrante a cargo de la organización y programación del evento. Las horas empleadas en terreno para el desarrollo de esta actividad correspondió a un promedio de 6 horas diarias, por un periodo total de 4 días.

Profesionales y/o técnicos participantes en el Taller de Discusión

Nombre	Cargo	Actividad
Mariel Campalans Barnier	Jefe de Proyecto	Expositor
Jacqueline Campalans B.	Investigador Proyecto	Expositor
Enrique Rocha	Investigador Proyecto	Expositor
Ma. Isabel Medina	Técnico	Organización

ANEXO X

OBSERVACIONES A LA PROPUESTA

A continuación se presentan las respuestas a las observaciones realizadas por el evaluador a la Propuesta Técnica del Proyecto FIP 2004-53 *"Determinación de la presencia de bacterias patógenas en las aguas de la X Región, que afectan la exportación y consumo de moluscos bivalvos"*.

1. OBJETIVO GENERAL

- 1. El consultor deberá estrechar vínculos con los servicios de Salud y Sernapesca, considerando los monitoreos que dichos servicios mantienen actualmente en la zona, de manera de complementar la información existente y no duplicar esfuerzos.***

Se contempla contactar al Servicio de Salud y a Sernapesca Regional mediante una carta informativa señalando los objetivos de este proyecto y solicitando la cooperación relativa a los programas actualmente en curso. Eventualmente, esto permitirá indagar sobre las técnicas y metodologías empleadas en el programa de monitoreo, de manera de complementar la información que se obtendrá mediante los muestreos durante la ejecución del proyecto y no duplicar los esfuerzos.

- 2. Para evitar confusión de procedimientos se solicita no utilizar la nomenclatura de clasificación de áreas de extracción del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos de Sernapesca ya que las frecuencias de clasificación y monitoreo de las áreas en el citado programa no guardan relación con la propuesta.***

Se pondrá especial cuidado para no utilizar la nomenclatura del Programa de Sanidad de Moluscos para la clasificación y monitoreo de las áreas que se establezcan en el presente proyecto.

- 3. Considerar que la toma de muestras coincida con procesos normales de cosecha de manera de observar en terreno las condiciones en que son manipulados los recursos, factores que pueden influir considerablemente en los recuentos microbiológicos totales de los productos.**

Basado en los Términos Básicos de Referencia, dentro del diseño de la propuesta técnica, se contemplan dos muestreos en el año (Invierno y Verano). Ambas actividades tienen una preparación previa que involucran tareas estrechamente relacionadas entre sí, por lo que es posible que en algunas ocasiones la toma de muestras no coincida con los periodos de cosecha. No obstante, y en la medida de lo posible, se tratará de hacerlos coincidir.

- 4. Definir aproximadamente el número de establecimientos de depuración y transformación que participarán en este estudio**

Respecto al número de establecimientos de depuración y transformación que participarán en el estudio, se considerará lo siguiente:

Se estima que el universo total de plantas depuradoras y/o transformadoras, se se puede categorizar en dos estratos:

a) Industriales

- Exportan
- No exportan

b) Artesanales

Se procederá a contactar a las empresas depuradoras y transformadoras que se identifiquen en este estudio, tratando que la mayoría de ellas accedan a participar. Se intentará en lo posible contar con la participación de al menos una planta en cada categoría por zona de estudio. A pesar que hasta el momento no se han identificado las localidades, se espera que la cantidad de plantas no sea menor a tres. De esta forma, se podrá contar

con un total de nueve plantas para la descripción de los procesos de transformación y/o depuración, si se estudian tres estratos en cada una de las zonas.

5. Considerar dentro de la búsqueda de información nacional sobre bacterias humanas patógenas y moluscos bivalvos vectores, datos de los últimos cinco años, no solo dos.

Acogiendo la observación, se incluirán datos de los últimos 5 años en la búsqueda de información nacional sobre las bacterias humanas patógenas y moluscos bivalvos vectores.

6. Dar mayor detalle en cuanto a las fuentes de información a utilizar para obtener información relacionada con la descripción de procesos de depuración y transformación (nacionales e internacionales).

Para obtener información relacionada con la descripción de procesos de depuración y transformación, tanto nacionales como internacionales, se realizará una revisión de los estudios que hayan sido desarrollados por instituciones relacionadas con el área y que se encuentren disponibles como informes técnicos de distribución restringida. También se incluirá los trabajos de tesis e investigación de universidades con carreras afines y presentaciones a congresos y seminarios.

Para este fin, se han determinado las siguientes formas de búsqueda de información:

- Búsqueda de documentos virtuales disponibles en internet:
 - Resúmenes de trabajos de investigación de fondos concursables, nacionales e internacionales.
 - Bibliotecas universitarias.
 - Normas de la Unión Europea.
 - Normas y publicaciones FAO.
 - Normas y publicaciones de FDA.
 - Servicio de Salud

- Búsqueda en bibliotecas de universidades con carreras afines.

Para este fin se analizarán los Centros de Estudio y Universidades existentes en el país que desarrollen investigación en el área de interés. En las bibliotecas de estas instituciones se revisarán las tesis de grado o memorias de titulación.

- Consulta a la base de datos de publicaciones especializadas disponibles en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Base de Datos de buscadores de revistas científicas disponibles en la biblioteca de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Servicio de la Biblioteca Virtual	Detalle
First Search OCLC	80 bases de datos referenciales. Abarca todas las áreas del conocimiento y almacena más de 250.000.000 registros.
SCIELO	Colección de revistas científicas de Latinoamérica y España (Proyecto Conycit).
Inside British Library	Acceso a publicaciones periódicas y conferencias disponibles en bibliotecas británicas. Abarca todas las áreas del conocimiento.
ISI Web of Sciences	
Journal online	Base de datos que contiene una amplia gama de revistas científicas.
PUBMED	Base de datos de revistas médicas (Acceso a técnicas de diagnóstico).
Science Direct de Elsevier	Base de Datos que contiene una amplia gama de literatura científica, técnica y médica.
ProQuest	Servicio online con acceso a miles de revistas y diarios.
Science Magazine	
Papers de Investigación	Servicio electrónico que contiene publicaciones en física, matemáticas, ciencias e informática, perteneciente a Cornell University.

2. OBJETIVO 1

1. Especificar la frecuencia de los muestreos

Los muestreos de las especies se realizarán en conjunto con los muestreos para las mediciones semestrales de la información oceanográfica especificado en el objetivo 4.2 del presente proyecto.

2. Considerar además del chorito, a otras especies de moluscos bivalvos de importancia comercial dentro de las especies vulnerables.

En la propuesta técnica del proyecto, específicamente en el punto referente a la selección de especies vulnerables, se establece un procedimiento para seleccionar la(s) especie(s) que será(n) objeto de este estudio y no está explícitamente definida la consideración del chorito. Además, en este mismo punto, se indica que la selección de la(s) especie(s) a monitorear se realizará de acuerdo a un plan de monitoreo económicamente viable, por lo que dentro del desarrollo del proyecto se determinará las especies de interés representativas de las zonas.

3. Considerar además de las normas chilenas de Instituto de Salud Pública, las normas técnicas del programa de sanidad de moluscos bivalvos del Servicio Nacional de Pesca, autoridad encargada de la exportación de productos acuícolas

En la propuesta técnica, específicamente en los Cuadros N°10 y 11, se presentan las normas chilenas del Instituto de Salud Pública, las cuales acogiendo la observación, serán complementadas con las normas de Sernapesca que se presentan en el siguiente cuadro:

Normas técnicas del programa de sanidad de moluscos bivalvos del Servicio Nacional de Pesca

SMB/MP1/Agosto 2000	Moluscos Bivalvos	Manual de Procedimientos-Sección 1 Procedimientos Operativos del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Estados Unidos (Sernapesca)
SMB/MP2/Marzo 2000	Moluscos Bivalvos	Manual de Procedimientos Sección 2 Procedimiento Operativo del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Unión Europea (Sernapesca)
SMB-NT2/Septiembre 2004	Moluscos Bivalvos	Norma Técnica-Sección 2 Clasificación y Monitoreo de las áreas de extracción de Moluscos Bivalvos Unión Europea
SMB-NT1/Julio 2004	Moluscos Bivalvos	Clasificación y Monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos Estados Unidos. Julio 2004
SMB-NT3/Noviembre 2004	Moluscos Bivalvos	Plan de Contingencia para Biotoxinas, normas y otras emergencias de contaminación.
HPB/MP3/Marzo 2000	Moluscos Bivalvos	Programa de Habilitación de Plantas y Buques Factoría Manual de Procedimientos –Sección 3 Habilitación de Centros de Expedición o de Depuración del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Unión Europea
HPB/NT3/Agosto 2004	Moluscos Bivalvos	Programa de Habilitación de Plantas y Buques Factoría Norma Técnica –Sección 3 Condiciones Sanitarias de los Centros de Expedición, Cosecha y Depuración del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Unión Europea. Agosto 2004
HPB/NT4/Junio 2004	Moluscos Bivalvos	Programa de Habilitación de Plantas y Buques Factoría Norma Técnica –Sección 3 Condiciones Sanitarias aplicables a los establecimientos del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Estados Unidos. Junio 2004.

FUENTE: Servicio Nacional de Pesca (www.sernapesca.cl)

4. Considerar incluir el análisis individual específico de *V. cholerae*, *E. coli* y *Salmonella sp.* en vez de utilizar una especie indicadora de estos patógenos.

En la propuesta técnica del presente proyecto se estableció los coliformes fecales como especie indicadora, tomando en cuenta lo exigido en los programas sanitarios internacionales de Estados Unidos y la Comunidad Europea, donde se exige la determinación de Coliformes Totales y Fecales y la determinación de Coliformes Fecales y *Salmonella sp.*, respectivamente. Además, se indica que se deberá realizar la determinación de *V. parahaemolyticus* si al momento del muestreo el agua tiene una temperatura mayor a los 16°C (en la X Región continental e insular). Asimismo, se tomó en cuenta lo establecido en las Bases Técnicas (5.3, letra e), donde se establece que es factible utilizar una especie patógena indicadora, además del *V. parahaemolyticus*.

Por otra parte, también se consideró la relevancia de la determinación del *V. parahaemolyticus* por sobre el *V. cholerae*, ya que éste se encuentra presente en aguas residuales y reviste mayor peligro cuando éstas se utilizan para el riego de vegetales, mientras que *V. parahaemolyticus* es más importante en agua de mar porque es más halofílico y se ha detectado en aguas costeras y en productos marinos.

No obstante, atendiendo la observación y considerando que es factible realizar un análisis individual específico a partir de una muestra, se estudiará su viabilidad económica y de no alterar el presupuesto destinado para el desarrollo de este punto, se realizará la identificación de los tres patógenos.

5. Sería adecuado contar con a información sobre tipo de análisis de riesgo a aplicar.

En relación a este punto, el análisis de riesgo evaluará cuantitativamente el destino final de los moluscos, sean estos para el consumo humano en fresco o bien a través de procesos industriales de transformación del producto.

Con este fin, se asignará una diferente ponderación a los productos tomando en cuenta que:

- a) sean para consumo directo de la población local.
- b) provengan de sectores con diferentes grados de riesgo sanitario y de acuerdo a la forma de manejo del recurso (apozamiento) antes de ser comercializados en la población.
- c) sean destinados a la comercialización directa en otras ciudades fuera de la X Región y que deban viajar en condiciones de refrigeración (fase de letargo o de latencia del riesgo de enfermedad). En este caso se asignará un riesgo de 3 a 10% de latente.
- d) la menor ponderación será asignada a los productos destinados a procesos de industrialización, aún cuando se evaluará previamente y en forma cualitativa el riesgo por manipulación y apozamiento del producto.

El desarrollo metodológico de este análisis de riesgo considera también el empleo de dos matrices de impacto que pondera, para cada lugar geográfico, el riesgo presente y el latente del sector, asociado a las características físicas, químicas y microbiológicas del cuerpo de agua y del molusco.

Para el aspecto físico geográfico, se considera el detalle de la costa, el tipo de playa, el tipo de emisario, su caudal, la población que sirve, la distancia a la costa desde donde descarga, la distancia al nivel de la más baja marea, entre otras características.

La información oceanográfica evaluará y ponderará la presencia de oleaje, corrientes, vientos y capacidades de dispersión y dilución del cuerpo, de transparencia de cuerpo de agua, de insolación de capacidad de producción planctónica (histórica), entre otras.

La tabla de calificación será:

- Aceptación evidente y sin reparo
- Aceptación con condicionantes
- Aceptación con condicionantes restrictivas
- Rechazo absoluto

A continuación se presenta un ejemplo de matriz de riesgo, la cual ha sido adaptada del modelo presentado en la propuesta técnica del MOPTT sobre un puerto comercial en la VII Región (2001). En esta matriz se incorporarán las zonas identificadas y las variables ambientales correspondientes.

**MATRIZ DE RIESGO
SELECCIÓN DEL SITIO**

ZONAS GEOGRÁFICAS												
VARIABLE AMBIENTAL	Llanquihue				Chiloé				Palena			
	Categoría de Juicio				Categoría de Juicio				Categoría de Juicio			
	AC	RE	LA	CD	AC	RE	LA	CD	AC	RE	LA	CD
1. Presencia <i>V. parahaemolyticus</i>				X				X	X			
2. Presencia Coliformes fecales	X					X					X	
3. Orientación geográfica		X					X		X			
4. Emisarios		X					X					X
5. Efecto de curso de agua		X				X			X			
6. Bancos naturales	X					X			X			
7. Centros de Cultivo	X				X					X		
8. Actividad turística	X					X			X			X
9. Condición sanitaria (emisario)	X				X							
10. Velocidad corriente		X					X		X			
11. Corriente Litoral		X					X		X			
12. Mezcla y dispersión	X				X						X	
SUMATORIA	5	5	1	1	3	4	4	1	7	1	2	2

MATRIZ DE RIESGO
RESUMEN DE SELECCIÓN DEL SITIO

SITIOS PRESELECCIONADOS			
Juicio	Llanquihue	Chiloé	Palena
Aceptación	5	3	7
Rechazo	5	4	1
Aceptación con condiciones (Acond)	1	4	2
Aceptación con condiciones restrictivas (Arest)	1	1	2

3. OBJETIVO 2

1. *Considerar las variables ambientales a muestrear: el pH y oxígeno disuelto.*

Dentro de las variables ambientales descritas en el Objetivo 4.2 de la propuesta técnica está considerada la medición del oxígeno disuelto, específicamente dentro de las condiciones meteorológicas y oceanográficas físicas, químicas y biológicas, donde se establece que se analizará la distribución de salinidad y contenido de oxígeno disuelto en determinados niveles de profundidad.

Por otra parte, se desestimó la medición del pH tomando en cuenta que el agua de mar funciona como tampón natural y que es muy difícil evaluar el pH de la capa superficial.

2. Falta detallar como se establecerán las correlaciones ambientales - presencia de crecimiento bacteriano

Para establecer la relación entre las condiciones ambientales y el crecimiento bacteriano en lugares preseleccionados se aplicará una matriz de Leopold modificada para la evaluación de impacto que puede provocar el desarrollo y crecimiento de los microorganismos marinos sobre el medio receptor. Esta matriz ha sido desarrollada por el Laboratorio de Impacto Ambiental de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y se está aplicando en las obras de mejoramiento para los pescadores artesanales y de la infraestructura portuaria en la X Región.

La matriz modificada evaluará el grado de sensibilidad ambiental para cada variable en cada uno de los sitios de observación, empleando una escala de ordenamiento cualitativo y cuantitativo.

La información histórica de la línea de base ambiental con los registros meteorológicos, oceanográficos y sanitarios de cada sector de estudio y complementada con las mediciones actualizadas de la capacidad de dispersión y dilución del cuerpo de agua, así como de las condiciones ambientales de las corrientes y mezcla, será incorporada y procesada de acuerdo a modelo que califica y valoriza los efectos causados por las acciones contaminantes sobre los componentes ambientales y la carga microbiológica del cuerpo de agua. Sus resultados configuran las diferentes zonas de riesgo para cada una de las zonas propuestas en el estudio.

Los factores ambientales considerados relevantes en esta evaluación ambiental para las zonas de riesgo, se han agrupado en las siguientes dos categorías:

- **Componentes ambientales**
- **Calificadores ambientales**

El desarrollo metodológico, dividido en tres partes, sigue la siguiente secuencia explicativa para evaluar los niveles de Sensibilidad Ambiental. La primera indicará los lugares de riesgo que se detectarán en este estudio, explicando el comportamiento ambiental que tienen las variables y los criterios calificadores empleados en la evaluación de la sensibilidad ambiental, con las respectivas escalas calificadoras. La segunda parte describe en forma resumida el estado de referencia ambiental en que se encuentra cada uno de los ámbitos de riesgo en el momento de la evaluación. Finalmente, la tercera parte considera el ordenamiento matricial de los factores ambientales, explicando el procedimiento de cálculo y la escala de valores que se aplica.

Se definirán como **componentes ambientales** los elementos del medio ambiente físico, químico y microbiológico que es posible de caracterizar en el área de influencia del proyecto (zona comprendida entre Puerto Montt y Palena) y que dan origen a las diferentes zonas de riesgo o mapa de riesgo que existirá en cada zona.

Las acciones ambientales y sus componentes ambientales emplearon cinco criterios de calificación de carácter cualitativo que fueron definidos con un indicador numérico, estimado para cada elemento calificador. La estimación se realizará en base a criterios referenciales y cuantitativos para cada uno de ellos, según las características generales de la zona de estudio y de los riesgos involucrados con el crecimiento de organismos patógenos.

Los criterios calificadores fueron:

- (X₁) Carácter del impacto y su sentido de cambio**
- (X₂) Intensidad del impacto**
- (X₃) Certidumbre del impacto**
- (X₄) Desarrollo y/o reversibilidad del impacto**
- (X₅) Extensión o vulnerabilidad del impacto**

El conjunto de estos cinco calificadores entrega una idea de la sensibilidad ambiental.

El **criterio Carácter del Impacto** y su sentido de cambio se define con un signo (+), positivo; (-)negativo y (0) neutro. En el caso que la respuesta favorezca al medio ambiente, ésta tendrá un signo positivo; por el contrario, si lo perjudica notablemente, el ambiente será neutro.

El **criterio Intensidad del Impacto** define la importancia del sentido de cambio sobre el ambiente y podrá ser calificado como:

- *Nivel muy alto, (Nivel 4)*, se define cuando el valor medido en la zona impacto supera el 100% del valor promedio de la variable seleccionada.
- *Nivel alto (nivel 3)*, se define cuando el valor promedio de la variable en la zona de impacto fluctúa entre 50 y 99% del valor promedio de la variable.
- *Nivel moderado (nivel 2)* se define cuando el valor promedio medido en la zona de impacto fluctúa entre 10 y 49% del valor promedio de la variable seleccionada.
- *Nivel bajo (Nivel 1)* Se define cuando el valor promedio en la zona de impacto fluctúa entre 1 y 9% del valor promedio
- *Nivel sin importancia (Nivel 0)*.Se define cuando el valor medido en la zona de impacto es inferior al 1% del valor promedio.

El criterio **Certidumbre del Impacto** evalúa a priori la posibilidad (nivel de seguridad) que se desarrolle el impacto sobre la variable en estudio. No es una medición directa sino que representa la opinión del grupo de expertos que evalúa el impacto directamente en el medio marino. Este criterio comprende los siguientes niveles:

- *Nivel muy cierto (Nivel 3)*
- *Nivel cierto (nivel 2)*
- *Nivel incierto(nivel 1)*
- *Nivel presunción (Nivel 0)*

El criterio **desarrollo del impacto** evalúa el tiempo en que tarda en desarrollarse totalmente el impacto desde que se inicia y manifiesta hasta cuando se hace presente con todas las consecuencias sobre el usuario. El impacto se mide en escala 1 a 4. La escala de calificación se establecerá de acuerdo a los resultados obtenidos en las mediciones de terreno.

El criterio **Reversibilidad del impacto** se define como la capacidad del componente ambiental afectado por el contaminante de recuperar su estado original en un período de tiempo definido, que puede ser establecido en función de los años o de los meses que tarde en volver el ambiente afectado a su condición natural.

El criterio **Exención del impacto** se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno, de acuerdo a la siguiente escala:

- *Carácter Puntual (nivel 1)*, el impacto es muy localizado y el área esta circunscrita a una superficie que se emplaza a menos de 1000m del punto de impacto.
- *Carácter Parcial (nivel 2)*, el área impactada se puede extender entre 2 y 5 Km.
- *Carácter extenso (nivel 3)*, el área impactada ocupa entre 50 y 90% del área impactada.
- *Carácter Total (nivel 4)*. El efecto del impacto ocupa el 100% del área de estudio y se extiende por mas de 20 Km. del punto de impacto.

Ordenamiento matricial de los factores ambientales

Con el objeto de facilitar la aplicación e interpretación de los criterios indicados, se han ordenado los factores ambientales en matrices que relacionan los componentes ambientales en las filas, con los calificadores de impacto en las columnas, para cada acción que se evaluará.

La calificación final o índice de sensibilidad ambiental (ISA) de un subcomponente ambiental resulta del producto entre la intensidad del impacto y la suma de los factores de

certidumbre, desarrollo del impacto y extensión o reversibilidad del impacto. El producto de esta multiplicación lleva el signo del impacto (carácter del impacto).

Es decir $ISA = [X_1] [X_2] * [X_3 + X_4 + X_5]$.

A continuación se presenta un ejemplo de este modelo:

Ejemplo de Matriz de Leopold modificada para la evaluación de impacto

Tabla - Índice de sensibilidad ambiental por contaminación						
Análisis microbiológico de coliformes fecales y Vibrio parahemolítico en moluscos y agua de Mar						
Localidad	Carácter (X ₁)	Intensidad (X ₂)	Certidumbre (X ₃)	Extensión (X ₄)	Reversibilidad (X ₅)	ISA
1^{er} Sector: Llanquihue						
Isla Tenglo						
Reloncaví						
Calbuco						
2^o Sector: Isla Chiloé						
Ancud						
Linao						
Quetalco						
Dalcahue						
Curaco de Vélez						
3^{er} Sector: Chiloé Sur						
Curaco de Vélez						
Chonchi						
Quellón						
4^o Sector: Palena						
Puerto Escondido						
Rada Palena						

FUENTE: Informe TEBAL Ltda., 2003

4. OBJETIVO 3

- 1. Se debe evaluar el uso de la categorización de zonas especificadas en la norma técnica del Servicio Nacional de Pesca SMB/NT2. Esta norma se aplica sólo para los moluscos bivalvos que tienen destino el mercado de la Unión Europea y el presente proyecto abarca en general los productos de consumo y exportación.*

Se acoge la observación y se evaluará la utilización de otras formas de categorización de las zonas.

- 2. Falta describir la metodología estadística que permitirá la correlación de variables y también un método que permita reunir las dos áreas de interés consideradas en una, que permitiría luego de manera más simple obtener conclusiones.*

La información obtenida en los monitoreos será analizada estadísticamente, de acuerdo a los procedimientos que se describen a continuación.

Análisis de la información

Una vez realizado el monitoreo de las variables ambientales y microbiológicas en las zonas de extracción y centros de cultivo, con la información obtenida, se construirá una matriz de datos de tal forma que cada fila de la matriz contenga los valores de las variables obtenidos desde una zona de extracción y/o cultivo y de su correspondiente cuerpo de agua.

Esta matriz de información será sometida a diversos análisis de tipo multivariado. A través de un Análisis de Regresión se tratará de encontrar un modelo que permita representar la intensidad de la presencia de bacterias patógenas en función de las variables ambientales y/o TSM. Con este análisis también se podrá detectar la fuerza con que se correlacionan las distintas variables.

Paralelamente, se estudiará la posibilidad de realizar un Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis). Esta técnica multivariada permite clasificar los puntos de observación en grupos homogéneos.

Clasificación de las Zonas

Con la caracterización de los posibles grupos formados a través del Cluster Analysis, se podría identificar los grupos más vulnerables a la contaminación bacteriana. Para determinar el nivel de vulnerabilidad de cada grupo, se propone considerar ponderadamente por una parte las variables que, a través de un análisis de riesgo, se identifiquen como influyentes para la presencia y/o desarrollo de bacterias patógenas y, por otra, el contenido de microorganismos en la(s) especie(s) bajo estudio.

Toda esta información permitirá lograr la identificación de las zonas críticas de cultivo y extracción de moluscos bivalvos más vulnerables a la contaminación bacteriana y que representen un riesgo para la salud pública.

- 3. Considerar de manera muy importante el apoyo de un sistema de referenciación gráfico que permita una sistematización de datos, esto permitirá utilizarlo para búsquedas rápidas y visualización espacial para toma de decisiones. Se recomienda el uso de un sistema SIG.***

Para la visualización y consulta espacial sobre zonas críticas para la extracción y cultivo de moluscos bivalvos, se considera el uso del SIG IDRISI32, descrito en el Objetivo General de la Propuesta Técnica, el cual permitirá:

- Importar y generar polígonos (centro de cultivo o área de extracción) georreferenciados de las zonas muestreadas.
- Despliegue gráfico por cada polígono muestreado de las medidas obtenidas de variables ambientales y contenido de microorganismos.

- Despliegue gráfico y generación de un mapa que contiene los polígonos indicando la clasificación o categorización de la zona de producción de acuerdo a su nivel de riesgo.

5. OBJETIVO 4

1. Detallar la metodología para realizar la evaluación socio-económica que permita evaluar la factibilidad de implementación y relación costo-beneficio de ésta.

La evaluación socio-económica que permita evaluar la aplicación de medidas de mitigación constará de tres etapas fundamentales.

La primera etapa consiste en evaluar el estado de la situación actual del sistema y tiene como objetivo reflejar tanto procedimientos de extracción, mantención, transporte o proceso de los organismos (producto), como determinar la pérdida de producto explotado como consecuencia de la mala calidad de este, ya sea por rechazo de las plantas al no cumplir con los estándares sanitarios necesarios para su procesamiento o por requisamiento del mismo por parte de la autoridad sanitaria.

En una primera etapa, lo anterior se logrará recopilando la información disponible del grado de pérdida de producto por los problemas señalados. Esto se obtendrá de los registros que posea el Servicio de Salud Pública, el Servicio Nacional de Pesca y las autoridades del sector.

Luego y en terreno, se efectuará un “Informe de Procedimiento” de los centros visitados, mediante una planilla a llenar que contenga información básica del tipo de manipulación que sufren los organismos extraídos. El resultado de dicho estudio será determinante para plantear y decidir las medidas de mitigación más idóneas para cada caso, verificando su factibilidad desde el punto de vista de las condiciones del sistema.

La segunda etapa corresponde a la evaluación cuantitativa de las medidas planteadas. Se realizará una categorización de las mismas de acuerdo a sus posibles beneficios y a sus costos sobre la base de esta evaluación.

La evaluación cuantitativa se basará en el análisis costo-beneficio. Se definirán los efectos de las medidas en cuestión (situación con proyecto), en relación con una situación actual (situación sin proyecto), obteniendo por diferencia entre ambas, los beneficios y costos “diferenciales”. De la comparación entre beneficios y costos diferenciales surgirá la conveniencia o no de adoptar la decisión de llevar adelante el cambio que se evalúa. Para esto, se entenderá por beneficios, la generación de efectos que produzcan una mejora en el bienestar de la economía. Los beneficios en este caso son básicamente la liberación de recursos, ya que la mejora del sistema permitirá obtener un incremento de los rendimientos, disminución de pérdidas y aumento de la eficiencia. Además, se consideran costos todos los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación que impliquen un mayor uso de recursos o procedimientos que disminuyan el rendimiento.

Una vez identificados los costos y beneficios en términos materiales o físicos, será necesario expresarlos en términos de sus valores económicos. Para esto último se efectuará un análisis económico de carácter general, que permita evaluar los costos de cada medida propuesta. Conjuntamente, se estimarán cuantitativamente los beneficios que traerá consigo cada medida, en términos de disminución de cantidad de producto perdido en el tiempo.

Según los resultados de la evaluación cuantitativa, las medidas de mitigación se ordenarán en un ranking dependiente de la relación costo/beneficio evaluada.

Finalmente, la tercera etapa consiste en una evaluación cualitativa, que permite una priorización de las medidas de mitigación planteadas dentro de cada categoría definida según la etapa anterior. Los proyectos pueden permitir obtener beneficios que no se incluyen en la evaluación cuantitativa por la dificultad de expresarlos en términos económicos, pero que deben ser tenidos en cuenta, ya que en buena medida constituyen los objetivos centrales del proyecto. Estos beneficios pueden ser el “derrame” de los beneficios del proyecto dentro y fuera del sector; apertura de nuevos mercados, mejoramiento de la imagen (certificación de origen de la materia prima), mantención de actual nivel de empleo, generación de nuevo empleo (directo e indirecto), participación de Pymes como beneficiarias directas, fortalecimiento de la relación con organismos de investigación, etc.

Se aplicará un modelo de múltiple criterio, en el que a cada una de las variables cualitativas antes mencionadas se le otorgará un peso (ponderación) de acuerdo a su grado de inferencia en los beneficios, para luego asignarles puntajes (notas) de “1” a “7”, dependiendo de si la modificación propuesta tiene o no efectos positivos, y si los tiene, en que grado se presentan. Posteriormente, se ponderarán los valores asignados para finalmente sumar los puntajes obtenidos, logrando como resultado una puntuación cualitativa que varía entre un mínimo de “1” (las variables no muestran beneficio) y un máximo de “7” (todas las variables son altamente positivas). Esta evaluación cualitativa afectará directamente la priorización dentro de cada categoría y por lo tanto es determinante en el caso de existir restricción de fondos.

A continuación se presenta una matriz tipo para el modelo de múltiple criterio planteado para la priorización de las medidas de mitigación resultantes de la evaluación biológica-ambiental.

Matriz tipo para el modelo de múltiple criterio

Medida de mitigación:		Desplazar lugar de apozamiento	
Variable	Peso	Puntuación	Ponderación
VAR 1	0,4	5,0	2,0
VAR 2	0,2	6,0	1,2
VAR 3	0,1	6,0	0,6
VAR 4	0,3	4,0	1,2
TOTAL	1		5,0

6. OBJETIVO 5

- 1. Considerar dentro de las plantas de productos pesqueros aquellas que no exportan sino entregan productos para consumo nacional y también las plantas de tipo artesanal.*

Tal como se establece en las respuestas al punto 4 de las observaciones al Objetivo General del presente documento, se incluirán las plantas depuradoras y/o de transformación, considerando las plantas industriales que exportan y las que no exportan, así como también una tercera categoría que incluirá las plantas transformadoras de tipo artesanal.

7. PLAN DE ACTIVIDADES

- 1. Respecto al objetivo 5, y considerando que el pre informe final debe contener la totalidad de los resultados, el consultor deberá adelantar las actividades para su ejecución, de manera que se pueda contar con estos resultados en el pre informe final.*

La propuesta original consideró realizar esas actividades en verano de manera de maximizar las posibilidades de detección de patógenos objeto de nuestro estudio. Sin embargo, acogiendo la observación, aunque no siendo la situación ideal, se hará lo posible para adelantar el muestreo para la primavera del 2005 (Noviembre), mes 11 en la Carta Gantt, de manera de incluir los resultados en el informe Pre-final.

2. *Especificar la información que se incluirá en el primer informe de avance, que permitan saber si en este informe se incluirán datos sobre los primeros muestreos. Considerar el adelantar y concretar lo que respecta a búsqueda de información bibliográfica de manera de contar con estos antecedentes completos ojalá dentro de los dos a 3 meses, lo anterior puede permitir, como se dijo anteriormente, poder incluir información de muestreos en este primer informe.*

El informe de avance incluirá la siguiente información:

- **Objetivo General**
 - revisión bibliográfica

- **Objetivo 4.1**
 - Elaboración de mapas
 - Determinación de especies vulnerables
 - Diseño del método de análisis de riesgo
 - Diseño del plan de monitoreo
 - Acta de la Reunión con SSP y FIP
 - Revisión de procedimientos de toma de muestras estandarizadas
 - Selección de laboratorio acreditado en la X región y su respectivo contrato
 - Elaboración de guías de procedimientos de toma de muestras
 - Planificación y ejecución del muestreo de invierno (ambiental y carne de moluscos)
 - Resultados microbiológicos parciales del muestreo de invierno

- **Objetivo 4.2**
 - Tablas informativas de antecedentes meteorológicos
 - Tablas informativas de ubicación de emisarios
 - Tabla con resultados de medición ambiental del muestreo de invierno

- **Objetivo 4.5**
 - Catastro de plantas depuradoras y transformadoras de la X región
 - Caracterización de las plantas
 - Diseño de formulario para aplicar a plantas artesanales
 - Diseño de muestreo para ver eficacia