



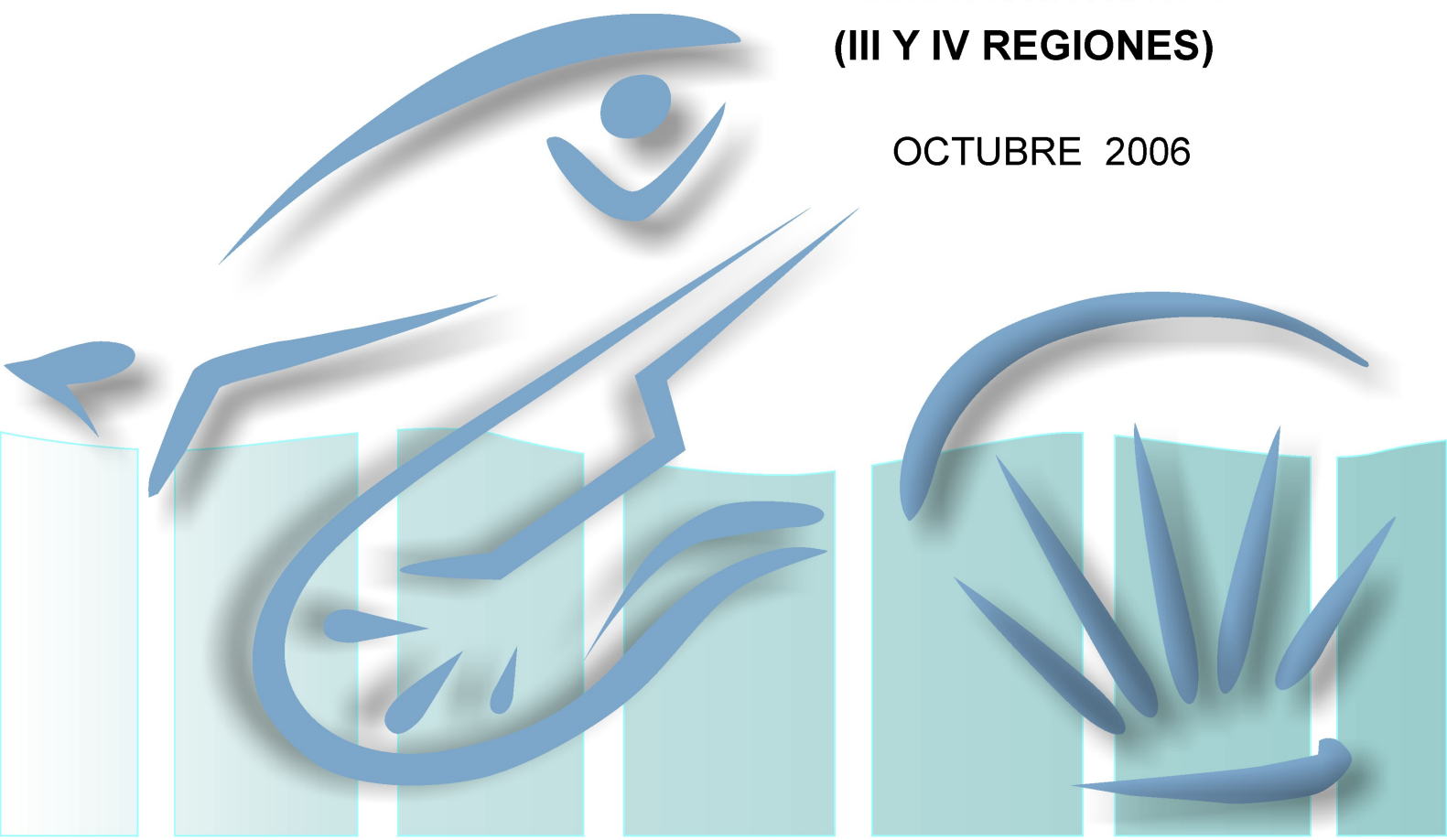
INFORME FINAL

FIP 2003-26

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA
ACTIVIDADES DE ACUACULTURA**

**EN LA ZONA NORTE
(III Y IV REGIONES)**

OCTUBRE 2006





INFORME FINAL

FIP N° 2003-26

Diagnóstico ambiental para
actividades de acuicultura
en la zona norte
(III y IV Regiones)

•OCTUBRE, 2006•



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP
Presidente del Consejo:
Carlos Hernández Salas

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación en Acuícola
Leonardo Guzmán Méndez

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes

•OCTUBRE, 2006 •



JEFE DE PROYECTO
Y AUTOR

GASTÓN VIDAL SANTANA

•OCTUBRE, 2006•



RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto tiene como objetivo general diagnosticar el status ambiental para las actividades de acuicultura que se desarrollan en la zona norte de Chile. Durante el estudio las áreas prospectadas fueron Bahía Calderilla, Bahía Inglesa, Bahía Guanaqueros y Bahía Tongoy. Dentro de cada bahía se prospectaron áreas destinadas al cultivo suspendido de bivalvos y áreas destinadas al cultivo de pelillo, especialmente en Bahía Calderilla. También se evaluaron los efluentes de hatcheries y de instalaciones para cultivos que se desarrollan en tierra. En las bahías, la prospección se realizó durante el mes de agosto del año 2004 sobre la base de transectas, las cuales se distribuyeron homogéneamente y en forma paralela a la costa entre los 5 y 45 m de profundidad. El número de transectas realizadas en cada bahía fue 2, 4, 1 y 3, respectivamente. Adicionalmente, durante noviembre y diciembre de 2004 se prospectó un área ubicada entre Bahía Calderilla y Bahía Inglesa y otra área ubicada entre Bahía Guanaqueros y Bahía Tongoy. En ambas se aplicó un trabajo de terreno similar con transectas perpendiculares a la línea de costa entre los 16 y 70 m de profundidad, con un número de 3 transectas en cada área.

El estudio estuvo dividido en dos fases, la primera, una búsqueda bibliográfica relacionada con la identificación del impacto ambiental asociado al recurso hidrobiológico cultivado en la zona del estudio, además de antecedentes respecto de los programas e instrumentos regulatorios para el control de estos impactos. Sobre la base de los resultados logrados se definieron las variables y parámetros a utilizar en el trabajo de terreno. En la segunda fase, se realizó una evaluación directa para determinar el estado de calidad de los sedimentos, del agua y de los efluentes de centros de acuicultura instaladas en tierra.



Las muestras de sedimento fueron obtenidas mediante draga y en ocasiones utilizando toma muestras cilíndrico (longitud = 30 cm; diámetro = 11 cm), sin embargo, en ambos casos para estimar el valor de las variables y parámetros considerados en este estudio solo se utilizaron los primeros 3 cm de la superficie del sustrato. Las muestras de agua fueron obtenidas a tres niveles de profundidad utilizando una botella Niskin, excepto las destinadas a cuantificar el fitoplancton, cuyas muestras integradas de 1 a 10 m fueron obtenidas utilizando una manguera especialmente acondicionada para estos fines.

Los resultados muestran que los sedimentos en las cuatro bahías están constituidos mayoritariamente por arena muy fina, en segundo lugar, por arena fina y un menor porcentaje, de arena media. El porcentaje de fango no superó el 2%, excepto en Bahía Guanaqueros que presentó un valor máximo de 4%. El contenido de materia orgánica fluctuó entre 0,71 a 4,67 %, excepto en Bahía Calderilla que presentó un valor máximo de 7,04 %. El estado de oxido reducción varió entre -35 a +197 mV, salvo en una estación de Bahía Calderilla, que presentó valores mínimos de -224 mV. El número de especies bentónicas varió entre 1 y 15, encontrándose mayor presencia del molusco gastrópodo *Turritella cingulata*.

En el agua de mar los resultados muestran que la concentración de sólidos totales suspendidos varió entre 28,1 y 42,4 mg/L, la concentración de oxígeno en los primeros 6 m de la superficie se encontró en valores superiores al 46 %. La concentración de amonio varió entre 0,003 y 0,251 mg/L. Los niveles de fosfato fluctuaron entre 0,022 y 0,877 mg/L, excepto en la Bahía Tongoy en que se observaron valores cercanos a 2,1 mg/L. La concentración de clorofila a varió entre 0,004 y 0,457 mg/L. El número de especies fitoplanctónicas variaron entre 1 y 6, encontrándose mayor presencia de *Thalassiosira cf. delicatula*.



En general, se observó que los sedimentos presentaban una baja carga orgánica y un estado de oxido reducción con valores mayoritariamente positivos, condiciones favorables para mantener la biodiversidad de las especies bentónicas, sin embargo, en algunos puntos de muestreo se observó un número de especies muy reducido ($s=1$). La situación en la columna de agua fue menos clara, se cuantificaron valores en la concentración de nutrientes suficientes para favorecer los procesos de producción primaria y, sin que haya limitaciones en el componente luminosidad, se encontró un escaso número de especies fitoplanctónicas.

Un aspecto importante lo constituye el abundante “fouling” que se incrusta en las linternas de cultivo y que ocasionan grandes pérdidas económicas, entre estos organismos figura *Cyonna intestinales*, el cual se adhiere a los sistemas de cultivo impidiendo el ingreso de agua y evitando que los ostiones se alimenten adecuadamente.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. ANTECEDENTES.....	3
4. METODOLOGÍA.....	6
4.1 Objetivo específico 4.1.....	6
4.1.1 Identificación de tipos de cultivos que se desarrollan en la zona de estudio.	6
4.1.2 Identificación del impacto producido por tipo de recurso hidrobiológico cultivado.	6
4.1.3 Ponderación del impacto ambiental por nivel de producción.....	7
4.2 Objetivo específico 4.2.....	10
4.2.1 Análisis de la experiencia nacional y extranjera en cuanto a antecedentes de los impactos ambientales producidos por los distintos tipos de cultivo presentes en la zona de estudio.....	10
4.2.2 Análisis de los instrumentos regulatorios internacionales para el control de los impactos ambientales.	10
4.2.3 Análisis de la normativa ambiental vigente.	11
4.2.4 Selección de variables y parámetros a utilizar en el protocolo de monitoreo ambiental.	13
4.3 Objetivo específico 4.3	15
4.3.1 Adquisición de equipos y materiales	15
4.3.2 Muestreo Preliminar	16
4.3.2.1 Preparación de muestreo	16
4.3.2.2 Muestreo preliminar.....	18
4.3.2.3 Análisis de muestras (Muestreo Preliminar).....	24



4.3.2.4	Procesamiento y análisis de datos.....	33
4.3.3	Muestreo (muestreo global).....	34
4.3.3.1	Preparación muestreo.....	34
4.3.3.2	Análisis de muestras.....	37
4.3.3.3	Procesamiento y análisis de datos.....	38
4.3.4	Diseño del protocolo de monitoreo ambiental global.....	39
4.3.4.1	Niveles jerárquicos de decisión y acceso al programa de Monitoreo.....	39
4.3.4.2	Modelo de monitoreo y sistema de inteligencia ambiental.....	40
4.3.4.3	Flujo de información en el sistema de monitoreo.....	41
4.3.4.4	Auditoria de la gestión del monitoreo.....	43
4.3.4.5	Periodicidad o frecuencia de monitoreo.....	43
4.3.4.6	Análisis de costos y factibilidad técnica de la infraestructura instalada en nuestro país para llevar a cabo el programa de monitoreo.....	43
4.4	Objetivo específico 4.4.....	45
4.4.1	Elaboración de base de datos.....	45
5.	RESULTADOS	50
5.1	Objetivo específico 4.1	50
5.1.1	Identificación de tipos de cultivos que se desarrollan en la zona de estudio	50
5.1.2	Identificación del impacto producido por tipo de recurso hidrobiológico cultivado.....	51
5.1.2.1	Ciclo de producción	51
5.1.2.2	Posibles riesgos ambientales.....	77
5.1.2.3	Ponderación del impacto ambiental por producción	97
5.2	Objetivo específico 4.2	133
5.2 1	Análisis de la experiencia nacional y extranjera en cuanto a antecedentes de los impactos ambientales producidos por los distintos tipos de cultivos presentes en la zona de estudio.....	133
5.2 2	Análisis de los instrumentos regulatorios internacionales para el control de los impactos ambientales.	143
5.2 3	Análisis de la normativa ambiental vigente.	158
5.2 4	Selección de variables y parámetros a utilizar en el	



protocolo de monitoreo ambiental.....	185
5.3 Objetivo específico 4.3.....	201
5.3.1 Muestreo preliminar.....	201
5.3.2 Muestreo global.....	228
5.3.3 Diseño del protocolo de monitoreo ambiental global.....	237
5.3.3.1 Niveles jerárquicos de monitoreo ambiental global	237
5.3.3.2 Modelo de monitoreo y sistema de inteligencia ambiental	237
5.3.3.2.1 Monitoreo de Estado de los recursos naturales	237
5.3.3.2.2 Monitoreo de Presión sobre los recursos ambientales por parte de las actividades de acuicultura.....	244
5.3.3.2.3 Monitoreo de respuesta y sus posibles impactos	255
5.3.3.2.4 Monitoreo de gestión del funcionamiento	267
5.3.4 Análisis de costos y factibilidad técnica de la infraestructura instalada en nuestro país para llevar a cabo el programa de monitoreo	268
5.4 Objetivo específico 4.4	271
5.4.1 Elaboración de base de datos.....	271
6. ACTIVIDADES GENERALES DEL PROYECTO	273
6.1 Taller de inicio	273
6.2 Taller de presentación de resultados finales.....	273
7. DISCUSIÓN	275
8. CONCLUSIONES	280
9. CARTA GANTT	283
10. PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (HH).....	284
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	288



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Criterios para la calificación de impactos ambientales.....	8
Cuadro 2.	Programas de monitoreo.....	44
Cuadro 3.	Base de datos relacional.....	46
Cuadro 4.	Tabla alfanumérica que compone la base de datos relacional.....	47
Cuadro 5.	Columnas que contiene el archivo shape.....	48
Cuadro 6.	Diagrama que relaciona el archivo de estaciones de muestreo con el campo sector.....	49
Cuadro 7.	Alimento consumido por los abalones de acuerdo a su edad.....	66
Cuadro 8.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Gracilaria chilensis</i>	79
Cuadro 9.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Argopecten purpuratus</i>	83
Cuadro 10.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Crassostrea gigas</i>	86
Cuadro 11.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Haliotis discus hannai</i>	88
Cuadro 12.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Haliotis rufescens</i>	91
Cuadro 13.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Cherax tenuimanus</i>	92
Cuadro 14.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Scophthalmus maximus</i>	94
Cuadro 15.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Loxechinus albus</i>	95
Cuadro 16.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Cryphiops caementarius</i>	96
Cuadro 17.	Síntesis: Identificación de impactos ambientales para el cultivo de <i>Paralichthys adpersus</i>	96
Cuadro 18.	Calificación de impactos: <i>Gracilaria chilensis</i>	97
Cuadro 19.	Calificación de impactos: <i>Argopecten purpuratus</i>	101
Cuadro 20.	Calificación de impactos: <i>Crassostrea gigas</i>	105
Cuadro 21.	Calificación de impactos: <i>Haliotis discus hannai</i> y <i>Haliotis rufescens</i>	109
Cuadro 22.	Calificación de impactos: <i>Cherax tenuimanus</i>	113
Cuadro 23.	Calificación de impactos: <i>Scophthalmus maximus</i>	117
Cuadro 24.	Calificación de impactos: <i>Loxechinus albus</i>	121
Cuadro 25.	Calificación de impactos: <i>Cryphiops caementarius</i>	125
Cuadro 26.	Calificación de impactos: <i>Paralichthys adpersus</i>	129
Cuadro 27.	Proyectos de cultivo de especies hidrobiológicas que deben ingresar Sistema de Impacto Ambiental (SEIA) de CONAMA.....	161



Cuadro 28.	Clasificación de centros de cultivo para declaración de INFA.....	163
Cuadro 29.	Elementos que debe contener una INFA.....	163
Cuadro 30.	Caracterización de aguas servidas domesticas correspondientes a 200 habitantes.....	169
Cuadro 31.	Flujograma programas sanitarios generales investigación oficial de enfermedades (Sernapesca; 2004).....	173
Cuadro 32.	Gradiente ambiental dominante asociado a los tipos de exposición y su relación con el tamaño de la partícula, materia orgánica, número de especies bentónicas y composición.....	195
Cuadro 33.	Efecto del potencial rédox por la concentración de oxígeno Disuelto.....	198
Cuadro 34.	Perfil vertical del potencial rédox (mV) en sedimentos.....	198
Cuadro 35.	Varianza total explicada por análisis de componentes principales para las 21 variables medidas	235
Cuadro 36.	Gráfico de componentes.....	235
Cuadro 37.	Matriz de componentes.....	236
Cuadro 38.	Costos de programa de monitoreo de estado de los recursos naturales.....	268
Cuadro 39.	Costos de programa monitoreo de presión sobre los recursos naturales por parte de las actividades de acuicultura.....	268
Cuadro 40.	Costos de programa de monitoreo de respuestas y sus posibles impactos.....	270
Cuadro 41.	Identificador de resultados.....	272



ANEXOS

ANEXO 1	ESTACIONES DE MUESTREO	1
ANEXO 2	TEMPERATURA DEL AGUA.....	9
ANEXO 3	pH y POTENCIAL REDOX EN AGUA.....	15
ANEXO 4	SÓLIDOS PARTICULADOS.....	49
ANEXO 5	OXÍGENO DISUELTO.....	65
ANEXO 6	CLOROFILA a.....	81
ANEXO 7	CONCENTRACIÓN DE NITRITOS.....	97
ANEXO 8	CONCENTRACIÓN DE NITRATOS.....	114
ANEXO 9	CONCENTRACIÓN DE AMONIO.....	118
ANEXO 10	CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS.....	133
ANEXO 11	FITOPLANCTON.....	148
ANEXO 12	GRANULOMETRÍA.....	157
ANEXO 13	POROSIDAD Y DENSIDAD APARENTE DE LOS SEDIMENTOS...	161
ANEXO 14	MATERIA ORGÁNICA EN LOS SEDIMENTOS.....	164
ANEXO 15	COMPOSICIÓN DEL AGUA INTERSTICIAL EN LOS SEDIMENTOS.....	171
ANEXO 16	MACROINFAUNA.....	186
ANEXO 17	CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	204
ANEXO 18	BATIMETRÍA.....	206
ANEXO 19	ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	211
ANEXO 20	REGULACIÓN.....	215
ANEXO 21	ZOOPLANCTON.....	219
ANEXO 22	SECTORES SELECCIONADOS MUESTREO.....	234
ANEXO 23	CONCESIONES DE ACUICULTURA EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO.....	245
ANEXO 23	ARCHIVOS DBF	



1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en Chile se ha desarrollado en forma exitosa en la zona sur del país, aunque sectores de la zona norte como Bahía Tongoy y Bahía Inglesa también han mostrado, aunque con menor intensidad un desarrollo promisorio. Esta actividad en la zona norte del país representa una importante fuente de ingresos, otorgando fuentes laborales a comunidades históricamente dedicadas a otros rubros, como la pesca artesanal y actividades mineras, las que constituyen un pilar importante para la economía regional.

El desarrollo actual y potencial de la acuicultura y las necesidades de protección del medio ambiente y patrimonio sanitario, así como las futuras exigencias que surgen de los acuerdos comerciales y la apertura de mercados internacionales, además del resguardo de la propia actividad de acuicultura, hacen aconsejable contar con un diagnóstico del estado ambiental, junto con implementar un sistema de monitoreo que de cuenta de los eventuales impactos individuales, aditivos y/o sinérgicos en los cuerpos de agua, posibilitando el despliegue de acciones correctivas que permitan un desarrollo sustentable de la actividad.

Dentro de este contexto, el Consejo de Investigación Pesquera consideró relevante licitar el presente estudio, tendiente a disponer un cuadro actualizado de la acuicultura y de esta forma, satisfacer y suplir las necesidades en diferentes ámbitos claves para lograr una planificación ordenada y sustentada de la acuicultura en las regiones de Atacama y Coquimbo.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- El objetivo general del proyecto es diagnosticar el *status* ambiental para las actividades de acuicultura que se desarrollan en la zona norte de Chile.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente en el área de estudio.
- Seleccionar las variables y parámetros técnicamente pertinentes para determinar el impacto ambiental producido por cada tipo de cultivo.
- Diseñar y aplicar un protocolo de monitoreo global que evalúe impactos ambientales aditivos y/o sinérgicos de las actividades de acuicultura.
- Diseñar y elaborar una base de datos generada para almacenar la información que se obtendrá de la ejecución de los monitoreos y que pueda ser analizada con un sistema de información geográfico.



3. ANTECEDENTES

Los primeros intentos para desarrollar una actividad de acuicultura a nivel comercial en las regiones de Atacama y Coquimbo se iniciaron en 1981 mediante la elaboración de un convenio entre el Servicio Nacional de Pesca y Overseas Fisheries Corporation Foundation de Japón para cultivar ostiones. Tras ese impulso, las empresas locales comenzaron a solicitar concesiones de acuicultura en Bahía Tongoy y luego en Bahía Inglesa y Bahía Calderilla, posteriormente, durante los próximos 10 años se desarrollaron diferentes programas de transferencia tecnológica a los pescadores artesanales con el propósito de incentivarlos a que desarrollen una actividad de acuicultura para los recursos ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*).

Luego, con la promulgación de la Ley General de Pesca y Acuicultura (1991) se estableció un concepto de ordenamiento territorial para las actividades de acuicultura denominado áreas autorizadas para la acuicultura que permitió simplificar la tramitación de solicitudes de acuicultura y aumentar considerablemente la certeza para los titulares de dichas solicitudes. De esta manera se dictaron los D.S (M) N° 612 de 1993, modificado por el D.S. (M) N° 261 de 2003 y D.S. (M) N° 41 de 1993, modificado por D.S. (M) N° 459 de 2002, que establecen las áreas autorizadas para la acuicultura en las regiones de Atacama y Coquimbo, respectivamente.

Con estos elementos, se otorgó un real impulso para el establecimiento de concesiones de acuicultura en la zona, las que hoy en día aportan a las exportaciones con 1.804 t netas de ostiones (2002) equivalente a ventas por US\$ 20,4 millones.



Otros recursos, como el turbot (*Scophthalmus maximus*), abalón (*Haliotis rufescens*, *Haliotis discus hannai*), ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*) y pelillo (*Gracilaria sp.*) también se han desarrollado con éxito, logrando exportaciones (2002) por US\$ 2,2 millones, US\$ 1,7 millones, US\$ 2,2 millones y US\$ 35 millones, respectivamente. El resto de organismos hidrobiológicos como el lenguado (*Paralichthys adspersus*), langosta australiana enana de agua dulce “marrón” (*Cherax tenuimanus*) y erizo rojo (*Loxechinus albus*) que se cultivan en las regiones de Atacama y Coquimbo se encuentran en un estado de desarrollo incipiente, en niveles de cultivos experimentales o en fase de transferencias.

Geográficamente, las actividades de acuicultura que se realizan en la región de Atacama se desarrollan principalmente en Bahía Inglesa (9.765.410 m²), Puerto Caldera (474.431 m²), Puerto Calderilla (733.847 m²), Caleta del Medio (1.292.024 m²), Caleta Herradura (440.036 m²), Puerto Carrizal Bajo (44.309 m²) y en Caleta Flamenco (155.230 m²), mientras que las actividades de acuicultura que se desarrollan en la región de Coquimbo se concentran en Bahía Tongoy (20.581.070 m²), Bahía Coquimbo (743.266 m²), Herradura de Guayacán (398.941 m²), Caleta Totoralillo (1.042.491 m²), Bahía Guanaqueros (4.959.358 m²) y Puerto Pichidangui (89.193 m²).

Respecto de las condiciones oceanográficas imperantes en la zona, existe consenso en que la dinámica productiva del ecosistema marino de las bahías en que se desarrolla el estudio es afectada por variaciones interanuales asociadas a la ocurrencia de eventos El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), sobre todo, en la profundización de la termoclina y de la oxiclina en el Sistema de Corrientes de Humbolt (Morales *et al*, 1996), cambios que serían responsables de una sustancial caída en la productividad del sistema durante los años con eventos ENOS. Durante fines de primavera e inicios de otoño aparecen las surgencias, eventos



en que ascienden a la superficie de la zona costera, agua de mayor salinidad asociada a aguas ecuatoriales subsuperficiales. En cambio, en el invierno las aguas son predominantemente de origen subantártico y los vientos intensos del norte transportan el agua hacia la costa y homogenizan la columna de agua. Finalmente, en las zonas comprendidas entre los 29 y 31 °S, se han definido dos focos de surgencias, uno al sur frente a los 30,5 °S, al sur de Punta Lengua de Vaca (Neshyba y Méndez, 1976; Fonseca y Farías, 1987) y otro al norte, frente a los 20 °S (Acuña *et al.*, 1989; Moraga, 1996).

Por último, el marco legal específico que establece las normas con las cuales debe operar esta industria está establecido en el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.892 de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. De ella, emanan las regulaciones relacionadas con el Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura, el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y el Reglamento sobre Medidas de Protección, Control y Erradicación de las Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas (RESA), que forman la base con la cual el estado regula la calidad ambiental y sanitaria de las bahías en que se desarrolla la acuicultura y por otro lado, ordena el desarrollo del borde costero.



4. METODOLOGÍA

4.1 Objetivo específico 4.1

Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente en el área de estudio.

4.1.1 Identificación de tipos de cultivo que se desarrollan en la zona de estudio.

Con el propósito de identificar los tipos de cultivo que se desarrollan en la zona de estudio se solicitó a la Subsecretaría de Pesca, que remita al Jefe de proyecto un listado de las concesiones, según el siguiente detalle:

- Vértices de cada concesión y la carta SHOA a la que está asociada.
- Nombre y RUT de quien corresponde la concesión.
- Resolución de la Subsecretaría de pesca (SSP) y Resolución de la subsecretaría de Marina (M) que otorgan la concesión.
- Comuna, sector y región en que se ubica la concesión.

4.1.2 Identificación del impacto producido por tipo de recurso hidrobiológico cultivado.

Se realizó una búsqueda bibliográfica destinada a identificar el impacto que produce cada una de las especies cultivadas en la zona de estudio y para ello se revisaron los siguientes documentos:



1. Reportes técnicos de ciencias pesqueras y acuícolas en Canadá, específicamente en los artículos: Hargrave *et al.* (1993) y Zitko (1994).
2. Waste Discharges: Burd *et al.* (1990); Burd (1996).
3. Informe Final del proyecto FONDEF “Capacidad de Carga, una forma de administrar áreas de cultivo”, Marcos Salamanca (1998). Instituciones responsables: Universidad de Concepción, Instituto de Fomento Pesquero, Universidad Católica de la Santísima Concepción.
4. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms (GEOHAB). Science plan. Patricia M. Gilbert & Grant Pitcher (2001).
5. Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters. Anderson *et al.* (2001).
6. Informe final proyecto FIP N° 93-28.
7. Publicación en el ámbito ambiental de trabajos realizados por IFREMER en biomasa de *Ulva* y flujo de nutrientes. Mercaron *et al.* (1999).

4.1.3 Ponderación del impacto ambiental por nivel de producción.

Las primeras actividades estuvieron vinculadas con la identificación de los cultivos que se desarrollan en el área del estudio y luego, se identificaron los elementos que pueden causar influencias sobre algún componente ambiental tales como sedimentos, columna de agua, playas y comunidad bentónica.

La calificación de impactos ambientales permitió establecer el carácter, la intensidad, el riesgo de ocurrencia, la extensión, la duración, el desarrollo, la reversibilidad y la calificación ambiental, en base a los parámetros y criterios detallados en el **Cuadro 1**.



Cuadro 1. Criterios para la calificación de impactos ambientales. Adaptada de “Metodología de evaluación de impacto ambiental para los proyectos consistentes en obras o actividades capaces de producir algún efecto negativo al medio ambiente del distrito de San Fernando Buenos Aires”.

Información recopilada del Anexo decreto reglamentario ordenanza N° 6463/97 de la Municipalidad de San Fernando. Madero 1218, San Fernando, Argentina. Proveniente de la Ley Ambiental (Ley N° 11.459/96) de la Provincia de Buenos Aires.

PARAMETRO	DESCRIPCIÓN	RANGO	CALIFICACIÓN
CARÁCTER (Ca)	Define las acciones o actividades de una actividad, como perjudicial o negativa, positiva, neutra o previsible.	Negativo	-1
		Positivo	+1
		Neutro	0
		Previsible	X
INTENSIDAD (I)	Expresa la importancia relativa de las consecuencias que incidirán en la alteración del factor considerado.	Muy alta	1,0
		Alta	0,7
		Mediana	0,4
		Baja	0,1
EXTENSION (E)	Define la magnitud del área afectada por el impacto, entendiéndose como la superficie relativa donde afecta el mismo.	Regional	0,8 – 1,0
		Local	0,4 – 0,7
		Puntual	0,1 – 0,3
DURACIÓN (Du)	Se refiere a la valoración temporal que permite estimar el periodo durante el cual las repercusiones serán detectadas en el factor afectado.	Permanentes (mas de 10 años)	0,8 – 1,0
		Larga (5 a 10 años)	0,5 – 0,7
		Media (3 a 4 años)	0,3 – 0,4
		Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2



DESARROLLO (De)	Califica el tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente, o sea la forma en que evoluciona el impacto, desde que se inicia y manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.	Muy rápido (<1 mes) Rápido (1 a 6 meses) Medio (6 a 12 meses) Lento (12 a 24 meses) Muy lento (>24 meses)	0,9 – 1,0 0,7 – 0,8 0,5 – 0,6 0,3 – 0,4 0,1 – 0,2
REVERSIBILIDAD (Re)	Evalúa la capacidad que tiene el factor afectado de revertir el efecto.	Irreversible Parcialmente reversible Reversible	0,8 – 1,0 0,4 – 0,7 0,1 – 0,3
RIESGO DE OCURRENCIA (Ro)	Califica la probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades del proyecto.	Cierto Muy probable Probable Poco probable	9 – 10 7 – 8 4 – 6 1 – 3
CALIFICACIÓN AMBIENTAL (CA)	Es la expresión numérica de la interacción de los parámetros o criterios. Se aplica según fórmula: $CA = Ca * (I + E + Du + De + Re) / 5 * Ro$	Impacto bajo Impacto medio Impacto alto	0 – 3 4 – 7 8 – 10



4.2 Objetivo específico 4.2

Seleccionar las variables y parámetros técnicamente pertinentes para determinar el impacto ambiental producido por cada tipo de cultivo.

4.2.1 Análisis de la experiencia nacional y extranjera en cuanto a los antecedentes de los impactos ambientales producidos por los distintos tipos de cultivo presentes en la zona de estudio.

Se realizó una búsqueda en la base de datos Elsevier de la bibliografía relacionada con los impactos ambientales producidos por los siguientes recursos biológicos: Ostión del norte, Ostra del pacífico, Pelillo, Abalón, Turbot, Lenguado, Langosta y Erizo rojo.

En la búsqueda bibliográfica se incluyeron estudios emanados del grupo de expertos sobre aspectos científicos de contaminación marina (GESAMP) y del Internacional Council for the Exploration of the Seas (ICES), además de iniciativas nacionales implementadas por pectinicultores, como Proyecto de Fomento Asociativo y Acuerdo de Producción Limpia.

4.2.2 Análisis de los instrumentos regulatorios internacionales para el control de los impactos ambientales.

En materia de legislación ambiental internacional se consideraron las recomendaciones de los siguientes organismos:



- The Environmental Change Network (ECN)
- Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP)
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
- National Status and Trends (NS&T) Programs
- National Water Quality Assessment (NAWQA)
- Comisión Europea. División de Medio Ambiente
- Agencia Europea de Medio Ambiente
- Institut For Environment and Sustainability

4.2.3 Análisis de la normativa ambiental vigente

Se analizó la normativa ambiental nacional atinente a las actividades de acuicultura, emanada de los siguientes servicios:

- Subsecretaría de Pesca
- Servicio Nacional de Pesca
- Comisión Nacional de Medio Ambiente
- Servicio de Salud
- Servicio Agrícola y Ganadero

Entre las normativas revisadas se consideraron los siguientes programas:

- **D.S. (MINECON) N° 320 de 2001**
- **Resolución (SUBPESCA) N° 404 de 2003**
- **D.S. (MINSEGPRES) N° 90 de 2000.**
- **D.S. (MOP) N° 609 de 1998, modificado por D.S. (MOP) N° 3.592 de 2000, y por el D.S. (MOP) N° 601 de 2004.**



- **D.S. (MINSEGPRES) N° 46 de 2002**
- **D.S. (MINECON) 319 de 2001**
- **Resolución (SERNAPESCA) N° 1804 de 2003. Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha para Moluscos (PCM).**
- **Resolución (MINECON) N° 1805 del 2003. Programa Sanitario General de Manejo de desechos de Moluscos (PDM).**
- **Resolución (MINECON) N° 1806 del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario General de Manejo de enfermedades de Moluscos (PEM).**
- **Resolución (MINECON) N° 1803 del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario General de Limpieza y Desinfección Aplicable a la Producción de Moluscos (LDEM).**
- **Resolución (MINECON) N° 68 del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario General de Manejo de Desechos (PSGD).**
- **Resolución (MINECON) N° 1.809 del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario Específico de Vigilancia Activa para Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) en Moluscos (PVM).**
- **SMB-NT1 Clasificación y monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos para Estados Unidos. Julio 2004.**
- **SMB-NT2 Clasificación y monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos para Unión Europea. Agosto 2005.**
- **SMB-NT3 Plan de contingencia para biotoxinas marinas y otras emergencias de contaminación. Agosto 2005.**



4.2.4 Selección de variables y parámetros a utilizar en el protocolo de monitoreo ambiental.

Para seleccionar estos criterios, se consideró los siguientes aspectos:

- Pertinencia del monitoreo de la variable o parámetro, considerando los ambientes en que operan los distintos centros de cultivo y la relevancia del impacto esperado.
- Factibilidad técnica y metodológica para determinar la variable o parámetro seleccionado, considerando las capacidades técnicas como; infraestructura, equipamiento y recursos humanos calificados, instalados en Chile para responder a los volúmenes probables de requerimientos de monitoreo y análisis.
- Determinación de costos asociados al monitoreo de la variable o parámetro, incluyendo los muestreos en terreno y el análisis de laboratorio.

Se consideró realizar muestreos en la columna de agua y en sedimentos, incorporando variables meteorológicas y de batimetría, según el siguiente detalle:

Columna de agua:

- Correntometría
- Temperatura del agua
- pH
- Salinidad/conductividad
- Sólidos particulados



- Oxígeno disuelto
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)
- Clorofila a
- Compuestos nitrogenados (Nitrito, nitrato y amonio)
- Fosfato
- Fitoplancton
- zooplancton

Sedimento:

- Granulometría
- Porosidad
- Densidad aparente
- Materia orgánica
- Sulfuro de hidrógeno
- Sulfato en agua intersticial
- Nitrito en agua intersticial
- Nitrato en agua intersticial
- Amonio en agua intersticial
- Fosfato en agua intersticial
- Macrofauna bentónica

Variables meteorológicas:

- Presión barométrica
- Velocidad y dirección del viento

Batimetría:

- Profundidad



4.3 Objetivo específico 4.3

Diseñar y aplicar un protocolo de monitoreo global que avalúe impactos ambientales aditivos y/o sinérgicos de las actividades de acuicultura.

4.3.1 Adquisición de equipos y materiales.

Se hizo una revisión de las metodologías a utilizar para la determinación de las variables y parámetros a considerar en los muestreos preliminar y global, con el propósito de chequear la disponibilidad de equipos, reactivos e insumos de muestreo necesarios para tal efecto.

- Equipos

No fue necesario comprar equipos con fondos del proyecto, ya que el equipamiento necesario para determinar el valor de cada una de las variables consideradas en este estudio, estaban disponibles en el instituto.

- Reactivos

Con fondos de este estudio se compró estándares para la calibración de equipos y todos los reactivos y soluciones necesarios para efectuar los distintos análisis comprometidos.

- Insumos de laboratorio

Con fondos del proyecto se compró electrodos de pH y electrodos ORP para la determinación de potencial redox, envases de vidrio y plástico para recolección de muestras y materiales necesarios para la instalación de correntómetros.



4.3.1.1 Muestreo preliminar

4.3.1.2 Preparación de muestreo

Gestión para autorizaciones de muestreo

- Se contactó con los representantes de las empresas establecidas en Bahía Inglesa, Bahía Calderilla, Bahía Guanaqueros y Bahía Tongoy, en especial, con los propietarios cuyos centros de cultivo se encontraban en la trayectoria de cada transecta de muestreo, para lograr las facilidades pertinentes en las oportunidades de muestreo.
- Las estaciones de muestreo fueron posicionadas con un sistema de posicionamiento global (GPS marca Garmin, modelo GPSMAP, precisión 3 metros) utilizando el datum WGS-84.

Preparación de soluciones para la fijación de muestras

- Solución de acetona:alcohol (1:3) para tratar las muestras destinadas al análisis de granulometría de los sedimentos.
- Etanol 70% para preservar las muestras de Macrofauna bentónica.
- Solución de fenol y nitroprusiato para fijar las muestras de amonio.
- Formalina al 9% para fijar las muestras de zooplancton.
- Lugol para fijar las muestras de fitoplancton.

Calibración de equipos:

- Para la batimetría, se chequeó el estado y funcionamiento del ecosonda GARMIN (modelo fishfinder) verificando mediante calibraciones de tipo estáticas y realizando mediciones en profundidades conocidas en un rango de 5 a 60 metros.



- Para la granulometría en los sedimentos, se chequeó el estado de los tamices y se verificó la abertura de la trama de cada uno, utilizando para ello una lupa con reglilla incorporada en uno de sus oculares del microscopio estereoscópico.
- Las balanzas fueron chequeadas utilizando masas patrones con el propósito de verificar la incertidumbre de las mediciones. Antes de iniciar la calibración, la balanza analítica se trasladó a un lugar libre de vibraciones, alejado de fuentes de calor, a una temperatura aproximada de 20°C y se procedió a realizar una limpieza acabada. Se utilizó masa patrón comercializada por Ohaus Corp. en el rango de 1 a 100 gramos y de 1 a 500 miligramos.
- El electrodo para la medición de potencial rédox, antes de cada salida a terreno se tuvo la precaución de verificar su limpieza, si el electrodo estaba envenenado o si el amplificador varió su ganancia de tiempo. Para ello, se utilizó una solución de quinhidrona (1 g/L) preparada en una solución tampón a pH 4,0 y otra solución de quinhidrona (1 g/L) preparada en una solución tampón a pH 7,0, y con ambas se confirmaron las mediciones de potencial rédox.
- La calibración del electrodo de pH consistió en introducir este artefacto en una solución 1M HCl por 10 minutos y en 1M NaOH por otros 10 minutos, luego fue lavado con abundante agua con el propósito de liberar de la membrana los restos de proteínas u otro material orgánico de mediciones anteriores y que pudieran causar distorsiones en las mediciones. Posteriormente, se cambió la solución de KCl y se niveló a la altura recomendada por el fabricante. Para la calibración se utilizó una solución tampón ajustada a pH 4,0 y una solución tampón ajustada a pH 10,0. Los valores medidos por el instrumento fueron confirmados con



tiras de papel pH. Este procedimiento fue repetido antes de cada salida a terreno.

- El electrodo para la medición de oxígeno en la columna de agua, se verificó antes de cada muestreo, la superficie activa del electrodo fue limpiada utilizando una solución que provee el fabricante a base de ácido acético, luego se limpió la membrana y cuando ésta presentaba deterioro por mediciones anteriores, fue sustituida. De igual forma, la solución de electrolito localizada en la cámara de medición era cambiada antes de cada salida a terreno. La sonda de medición se calibró al 100% de oxígeno logrado en ambiente húmedo, al interior de la cámara de calibración proporcionada por el proveedor.

4.3.1.3 Muestreo preliminar

El muestreo se realizó en agosto del 2004 y en cada una de las bahías, el trabajo de terreno fue coordinado con los propietarios de los centros de cultivo. De la misma manera que durante el muestreo preliminar, las estaciones de muestreo fueron posicionadas con un sistema de posicionamiento global (GPS marca Garmin, modelo GPSMAP, precisión 3 metros) utilizando el datum WGS-84.

o Sector Bahía Calderilla

Se establecieron 2 transectas, cada uno con 3 puntos de muestreo. Las transectas estuvieron separadas por aproximadamente 1 km y cada punto de muestreo estuvo equidistante en aproximadamente 500 m dentro de la misma transecta (**Anexo 1; Figura 1**).



o **Sector Bahía Inglesa**

En el lugar, se establecieron 4 transectas de muestreo, la primera y más cercana a la costa contenía 4 puntos de muestreo y las tres siguientes contenían 10 puntos de muestreo, cada una. Las transectas estaban separadas en aproximadamente 1 km y cada punto de muestreo se separaba en aproximadamente 500 m dentro de la misma transecta **(Anexo 1; Figura 1)**.

o **Sector Bahía Guanaqueros**

Se estableció 1 transecta, con 3 puntos de muestreo separados cada uno en aproximadamente 500 m **(Anexo 1; Figura 2)**.

o **Sector Bahía Tongoy**

En esta bahía se establecieron 3 transectas, cada uno con 10 puntos de muestreo. Las transectas estuvieron separadas en aproximadamente 1 km y cada punto de muestreo se separó en aproximadamente 500 m dentro de la misma transecta **(Anexo 1; Figura 2)**.

En la Bahía Tongoy se registraron la velocidad y dirección de las corrientes a dos niveles de profundidad, con un correntómetro ubicado a un metro sobre la superficie del fondo marino y otro ubicado a una distancia media entre la superficie del fondo marino y la superficie del mar. Idéntica metodología fue utilizada para registrar la velocidad y dirección de las corrientes de la Bahía Inglesa.



Antes de que el Correntómetro fuera instalado se verificaron cuatro características básicas en la operación del sistema: perfil de intensidad de la señal, nivel de ruido, reflexiones desde bordes y los datos seno/coseno. Finalmente, se procedió a la calibración del compás/inclinómetro.

Perfil de intensidad de la señal: Para este procedimiento se verificó que todos los haces tengan una visibilidad no obstruida y que no haya indicaciones de reflexiones desde objetos en su recorrido. Por otro lado, los haces activos debían ser similares en magnitud y en forma.

Nivel de ruido: El nivel de ruido de cada haz para el sistema fueron medidos directamente con un dispositivo ARGCHECK, teniendo los transductores fuera del agua. La salida debía mostrar un pico cercano a los transductores, el cual debía decaer inmediatamente a un nivel de ruido constante a través de todo el resto del perfil.

Reflexión desde un borde: En cada lugar, antes de su instalación se verificaron los tipos de borde dentro del rango de medición (superficie, fondo o estructuras sumergidas), este borde debía ser observado como un pico en el perfil de señal de retorno.

Datos seno/coseno: Esta información se recopilaba como un diagnóstico básico y típicamente se observa un nivel promedio de 125 counts a través de todo el perfil, con una pequeña variación en torno a ese valor. Sin embargo, la cantidad y naturaleza de la variación depende del ambiente. La única causa de preocupación hubiera sido si se observara una línea constante sin ninguna variación.



Calibración del compás: Las calibraciones se realizaron previo a cada instalación utilizando un software del Argonauta con el propósito de minimizar los efectos de los campos magnéticos ambientales en los datos del compás. Al principio, el programa en el modo monitoreo presenta una visualización gráfica de la orientación del compás. La visualización gráfica presenta tres perspectivas, a la derecha un compás indica la dirección donde apunta el eje X, a la izquierda se muestra el cabeceo y roleo, en forma tabular y gráfica, y en el centro se presenta un paralelepípedo en tres dimensiones con el símbolo X en el lado correspondiente al norte. Cuando este lado apunta hacia adentro de la pantalla, el eje X está apuntando al norte. Para empezar la calibración, el compás se coloca en el modo de calibración y el programa da instrucciones para iniciar la rotación del instrumento. Se rota el instrumento lentamente durante dos vueltas completas, variando el cabeceo y el roleo lo más que se pueda. Cada vuelta toma casi un minuto.

En Bahía Guanaqueros se registró la velocidad y dirección de las corrientes a un solo nivel, con un correntómetro ubicado a una distancia media entre la superficie del fondo marino y la superficie del mar.

Las muestras de agua para análisis de las variables y parámetros químicos y físicos fueron recolectadas en triplicado, utilizando una botella Niskin a las profundidades de 1m, 6m y a un metro sobre el fondo marino.

Las muestras de fitoplancton fueron recolectadas utilizando una malla con trama de 23 μ m mediante arrastre vertical y muestras integradas de 0-10m utilizando una manguera especialmente adaptada para estos fines.



Las muestras para zooplancton fueron recolectadas utilizando los procedimientos descritos por Smith y Richardson (1977). Se recolectó mediante arrastres oblicuos sobre la trayectoria de las transectas (Anexo 1; Figura 1, Figura 2), se utilizó una red de 61 cm de diámetro de boca, equipada con redes de 210 μ m de luz de malla, en total se realizó 30 arrastres en distintas estaciones de muestreo a una velocidad constante de 2 nudos. Después de cada arrastre, el material recolectado fue preservado con formalina al 4% neutralizado con borato de sodio.

Las muestras de sedimento fueron recolectadas usando una draga tipo Van Veen de 0,1 m² de mordida, considerando válido el lanzamiento sólo cuando la draga sube cerrada y sin pérdida de material. En la superficie, se procedió inmediatamente a medir pH utilizando un equipo multiparamétrico marca WTW (modelo pH 330i, resolución -2,00 + 16,00, precisión +/- 0,01 pH) con un electrodo de vidrio marca WTC (modelo Mettler) y potencial redox utilizando un equipo marca WTW (modelo Multiline P4, resolución -1250 +1250, precisión +/- 1mV) con un electrodo de vidrio marca WTC (modelo Pt 4800-MS-5), en los primeros 3 cm del sedimento.

Una vez que se obtuvo la información de pH y potencial redox en la muestra de sedimento, se procedió a recolectar aproximadamente 30 g del material desde los primeros 3 cm del sedimento utilizando un toma muestra cilíndrico. Este material fue utilizado para determinar sulfuro de hidrógeno.

Posteriormente, se recolectaron aproximadamente 100 g del sedimento tomando material de los 3 primeros centímetros del recolectado por la draga para estimar el contenido de materia orgánica. La muestra fue conservada en un envase plástico rotulado e introducida al interior de una caja tipo aislante con hielo en su interior,



para su traslado. En seguida, se procedió a recolectar aproximadamente otros 130 g de sedimento tomados sólo desde los 3 primeros centímetros del sedimento recolectado para determinar la granulometría de los sedimentos. Cuando se observó macrofauna acompañante en la muestra, esta fue retirada de inmediato y guardada para su posterior identificación, cuando se observó que la muestra contenía gran cantidad de materia orgánica, ésta fue fijada con una mezcla acetona-alcohol (1:3) y, en estos casos, la muestra debió permanecer durante 24 horas antes de ser analizada. La muestra fue recolectada en un frasco plástico rotulado e introducida al interior de una caja tipo aislante, con hielo en su interior, para su traslado.

El resto del material contenido en la draga fue vertido sobre un tamiz de 1 mm, para eliminar el material de menor tamaño ayudado con un aspersor de agua. Las piedras y trozos calcáreos de mayor tamaño también fueron eliminados y la macrofauna bentónica fue recolectada del tamiz e introducida al interior de un frasco plástico que contenía etanol al 70%.

Con una estación meteorológica ubicada en Caldera se registró la presión barométrica, temperatura del aire y la velocidad promedio y dirección de los vientos. Utilizando una nueva estación meteorológica ubicada en Tongoy se registraron la presión barométrica, humedad relativa del aire y velocidad máxima y dirección de los vientos.



4.3.1.4 Análisis de muestras (muestreo preliminar)

Columna de agua:

Correntometría:

La data obtenida del correntómetro fue analizada utilizando los soportes lógicos recomendados por el fabricante. Con ello, fue posible obtener la distribución de la frecuencia de direcciones y la distribución de la frecuencia de la velocidad.

Temperatura:

La data fue obtenida desde tres niveles de profundidad a un metro bajo la superficie del mar, a seis metros bajo la superficie del mar y a un metro sobre la superficie del fondo marino utilizando un equipo multiparamétrico dotado con un electrodo de temperatura ($\pm 0,1$).

pH:

La data fue obtenida desde tres niveles de profundidad; a un metro bajo la superficie del mar, a seis metros bajo la superficie del mar y a un metro sobre la superficie del fondo marino utilizando un equipo multiparamétrico dotado con un electrodo de vidrio modelo pH 330i ($\pm 0,01$).

Conductividad:

La data fue obtenida desde tres niveles de profundidad; a un metro bajo la superficie del mar, a seis metros bajo la superficie del mar y a un metro sobre la superficie del fondo marino utilizando un equipo multiparamétrico dotado con un electrodo de conductividad (0 a 19,99 mS).



Sólidos particulados:

Las muestras de agua fueron filtradas (0,7 μ m) en volumen de 50 ml y luego el residuo retenido en el filtro se seca a peso constante entre 103 y 105 °C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales particulados.

Oxígeno disuelto:

La determinación de oxígeno se realizó a la profundidad de 1m, 6m y a 1m sobre el fondo marino utilizando una botella Niskin. Una vez que la botella fue subida a la cubierta de la embarcación y el agua que traía en su interior fue vertida sobre las paredes de un matraz Erlenmeyer con capacidad de 125 ml, sin generar burbujas, se procedió a introducir el electrodo de oxígeno (0 a 20 mg/L) conectado a un equipo analizador de agua multiparamétrico.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

La variable fue determinada en la columna de agua de las bahías en estudio y en los efluentes de hatcheries que vierten su contenido en estas bahías. En Bahía Inglesa se realizaron dos determinaciones por transecto (total = 8 determinaciones). En Bahía Calderilla se realizó una determinación por transecto (total = 2 determinaciones). En Bahía Guanaqueros se realizaron 2 determinaciones por transecto (total = 2 determinaciones). En Bahía Tongoy se realizaron dos determinaciones por transecto (total = 6 determinaciones).

Las muestras fueron recolectadas a 6 m de profundidad desde la superficie del mar y luego analizadas con un sistema OXITOP.



Clorofila a:

Para el análisis de clorofila se filtró 500 ml de agua de mar en un filtro de fibra de vidrio con capacidad de retención de 0.7 μm , posteriormente los filtros se congelaron a -20 °C. La extracción de pigmentos fotosintéticos fue realizada mediante la metodología de Parson *et al.* (1984), utilizando espectrofotometría.

Nitrito:

Su determinación se basa en la formación de un compuesto azo coloreado mediante reacciones de diazotación y copulación respectivamente. Para la cuantificación se tomó una muestra de agua de mar a la que se agregó una solución de sulfanilamida y N-(1-naftil) etilendiamina, la que se dejó reaccionar por 10 minutos y se midió la densidad óptica a 540 nm en un espectrofotómetro utilizando celdas de 5 cm, de acuerdo a la metodología descrita por Strickland y Parsons (1968).

Nitrato:

Se filtró aproximadamente 50 ml de agua a través de filtros de fibra de vidrio (MFS GC75 o Whatman GF/F), y preservando las muestras con 1 μl de HCL 12 N por cada ml de muestra filtrada. Los nutrientes se analizaron de acuerdo a la técnica descrita en Parsons *et al.* (1984). Para ello, el nitrato fue reducido cuantitativamente por medio de cadmio metálico a nitrito. La muestra de agua se hizo pasar a través de una columna reductora de cadmio y el volumen colectado fue analizado de acuerdo a la metodología de nitritos.



Amonio:

El procedimiento se basa en la formación de un colorante (Azul de indofenol) en medio alcalino (pH 9.8-10.4), mediante la adición de fenol y dicloroisocianurato ácido de sodio (trione), actuando como catalizador el nitroprusiato de sodio. A un volumen de muestra de agua se agregó una solución de fenol, nitroprusiato y una solución oxidante que se dejó reaccionar durante 4 horas. La extinción se midió en celdas de 1 cm en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 630 nm, según Solórzano (1969).

Fosfato:

Se utilizó el método colorimétrico del ácido ascórbico (4500-PE Métodos Normalizados para análisis de aguas potables y residuales). Pero, antes se realizó una digestión con persulfato. La lectura de las muestras se realizó en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 880 nm.

Biota:

Las muestras para el análisis de fitoplancton fueron fijadas en lugol y posteriormente se realizó un recuento del número de especies y abundancia de las mismas usando el método de Utermöhl (1958). Las muestras de zooplancton fueron fijadas en formalina al 4% neutralizadas con bórax y luego contado por taxa.



Sedimento:

Granulometría:

Las muestras fueron ingresadas al laboratorio y procesadas de la siguiente manera. Se pesaron 100 g de sedimento y se colocaron sobre dos tamices finos de 3 y 4 phi, para eliminar las fracciones de limo y arcilla, junto con el agua de lavado. El material que quedó retenido en el tamiz de 3 phi fue secado y tamizado separadamente con tamices de -1 a 3 phi utilizando un vibrador mecánico marca Cisa (modelo RP 08). Cada una de las fracciones que resultó del tamizado fue secado y pesado en una balanza analítica marca AND (modelo GR-200, Max= 210 g, Min= 10 mg, e= 1mg, d= 0,1 mg).

Porosidad:

La porosidad fue evaluada midiendo los volúmenes de agua en sedimentos húmedos y el volumen de las partículas de sedimento, según Engelhardt (1977).

Densidad aparente:

La densidad aparente fue determinada pesando el sedimento y posteriormente expresándolo como unidad de volumen de sedimento húmedo.

Materia orgánica:

Las muestras para análisis de materia orgánica fueron trasladadas al laboratorio y procesadas de manera inmediata para evitar la degradación causada por las bacterias. En el laboratorio, al interior de un crisol de porcelana pesada y utilizando una balanza analítica marca AND (modelo GR-200, Máx= 210 g, Min=10 mg, e=1 mg, d=0,1 mg) se colocó una submuestra de 10 g. En seguida, las muestras fueron puestas en una estufa de secado y mantenidas a 60 °C hasta alcanzar peso constante, luego las muestras fueron puestas en una mufla marca termolyne



(modelo Furnace) y posteriormente fueron calcinadas a 450 °C durante 5 h. Las muestras calcinadas fueron pesadas y se calculó la pérdida de peso correspondiente a la materia orgánica.

Sulfuro de hidrógeno en agua intersticial:

La determinación de este gas se realizó en las cuatro bahías consideradas en el estudio. En Bahía Inglesa se realizó un total de diez determinaciones; en Bahía Calderilla, tres; en Bahía Guanaqueros dos determinaciones y finalmente, en Bahía Tongoy nueve determinaciones.

Durante el análisis a una muestra de agua intersticial se le agregó una solución de acetato de zinc y diamina reactiva, la que se dejó reaccionar por 20 minutos y posteriormente se midió la densidad óptica a 670 nm en un espectrofotómetro utilizando celdas de 1 cm, de acuerdo a Cline (1969).

Sulfato en agua intersticial:

La determinación de este ión se realizó en las cuatro bahías consideradas en el estudio. En Bahía Inglesa se realizó un total de diez determinaciones; en Bahía Calderilla tres; en Bahía Guanaqueros dos determinaciones y finalmente, en Bahía Tongoy nueve determinaciones.

Durante el análisis, a una muestra de agua intersticial se le agregó cloruro de bario y se llevó a 60°C por 40 minutos. Esta solución fue tratada utilizando un filtro de 0.45 µm y posteriormente secada a 40 °C por 10 minutos. Luego, se pesó el filtro y se determinó el peso del sulfato de bario. El peso de los sulfatos fue obtenido por diferencia de pesos.



Nitrito:

La determinación de este compuesto se realizó en las cuatro bahías consideradas en el estudio. En Bahía Inglesa se realizó un total de diez determinaciones; en Bahía Calderilla tres; en Bahía Guanaqueros dos determinaciones y finalmente, en Bahía Tongoy nueve determinaciones.

La determinación se basa en la formación de un compuesto azo coloreado mediante reacciones de diazotación y copulación respectivamente. Para la cuantificación se tomó una muestra de agua intersticial a la que se agregó una solución de sulfanilamida y N-(1-naftil) etilendiamina, la que se dejó reaccionar por 10 minutos y luego se midió la densidad óptica a 540 nm en un espectrofotómetro utilizando celdas de 5 cm, de acuerdo a Strickland y Parsons (1968).

Nitrato:

La determinación de este compuesto se realizó en las cuatro bahías consideradas en el estudio. En Bahía Inglesa se realizó un total de diez determinaciones; en Bahía Calderilla tres; en Bahía Guanaqueros dos determinaciones y finalmente, en Bahía Tongoy nueve determinaciones.

Durante el análisis se filtraron aproximadamente 3 ml de agua intersticial a través de filtros de fibra de vidrio (MFS GC75 o Whatman GF/F), y preservando las muestras con 1 µl de HCL 12 N por cada 1 ml de muestra filtrada. Los nutrientes se analizaron de acuerdo a la técnica descrita en Parson *et al* (1984). Para ello, el nitrato fue reducido cuantitativamente por medio de cadmio metálico a nitrito. La muestra de agua se hizo pasar a través de una columna reductora de cadmio y el volumen colectado fue analizado de acuerdo a la metodología de nitritos.



Amonio:

La determinación de este compuesto se realizó en las cuatro bahías consideradas en el estudio. En Bahía Inglesa se realizó un total de diez determinaciones; en Bahía Calderilla tres; en Bahía Guanaqueros dos determinaciones y finalmente, en Bahía Tongoy nueve determinaciones.

El procedimiento analítico se basa en la formación de un colorante (Azul de indofenol) en medio alcalino (pH 9.8-10.4), mediante la adición de fenol y dicloroisocianurato ácido de sodio (trione), actuando como catalizador el nitroprusiato de sodio. A un volumen de muestra de agua se agregó una solución de fenol, nitroprusiato y una solución oxidante que se dejó reaccionar durante 4 horas. La extinción se midió en celdas de 1 cm en un espectrofotómetro a 630 nm, según Solórzano (1969).

Fosfato:

La determinación de este compuesto se realizó en las cuatro bahías consideradas en el estudio. En Bahía Inglesa se realizó un total de diez determinaciones; en Bahía Calderilla tres determinaciones; en Bahía Guanaqueros dos determinaciones y finalmente, en Bahía Tongoy nueve determinaciones.

Se utilizó el método colorimétrico del ácido ascórbico (4500-PE Métodos Normalizados para análisis de aguas potables y residuales). Pero, antes se realizó una digestión con persulfato. La lectura de las muestras se realizó en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 880 nm.



Macrofauna bentónica:

Cada una de las muestras obtenidas durante el muestreo, fue observada bajo microscopio estereoscópico (Leica) para su identificación. En la medida que fue posible, cada organismo se identificó hasta nivel de especie.

Condiciones meteorológicas:

En Caldera se registraron la presión barométrica, temperatura del aire y la velocidad promedio y dirección de los vientos. En Tongoy se registraron la presión barométrica, humedad relativa del aire y velocidad máxima y dirección de los vientos.

Estudio batimétrico:

La batimetría fue determinada con un ecosonda (Marca Garmin, modelo fishfinder) y un sistema de posicionamiento global (GPS marca Garmin, modelo GPSMAP, precisión 3 metros) utilizando el datum WGS-84. El mapa batimétrico fue diagramado con un mínimo de 3 isobatas dentro del sector que presentaba mayor densidad de cultivos dentro de las bahías consideradas en este estudio.



4.3.1.5 Procesamiento y análisis de datos

La información de variables y parámetros ambientales recolectados durante el estudio, fue ordenada considerando: Bahía en estudio, Estación de muestreo y Nivel de Profundidad a la que se recolectó la muestra.

A los resultados se determinó la media y la desviación estándar. Los valores promedios de cada una de las variables fueron ingresados a una base de datos, luego tomadas desde el programa Surfer y finalmente, se confeccionó una gráfica que representa el comportamiento de la variable en la bahía.

La información biótica fue analizada por bahía, determinando el número de especies y el número de individuos, junto con la determinación de los índices de Gleason, según Gleason (1922) e índice de Menhinick, según Menhinick (1964).

Toda la información fue analizada en su conjunto utilizando un análisis de componentes principales, para describir de manera sintética, la estructura y las interrelaciones de las variables originales con el fenómeno estudiado, que es la vulnerabilidad del ambiente frente a las actividades de acuicultura que se desarrollan en el área de estudio, simplificando el problema ya que entrega unas pocas variables las cuales explicarían una proporción aceptable de la varianza global o inercia de la nube de puntos.



4.3.2 Muestreo (muestreo global)

4.3.3.1 Preparación muestreo

- Se contactó con los representantes de las empresas ubicadas en Bahía Inglesa, Bahía Calderilla, Bahía Guanaqueros y Bahía Tongoy, en especial, con los propietarios cuyos centros de cultivo se encontraban en las cercanías del área de muestreo, para lograr las facilidades pertinentes a la hora de realizar el muestreo.

Preparación de soluciones para la fijación de muestras:

- Solución de fenol y nitroprusiato para fijar las muestras de amonio.

Calibración de equipos:

- Para la batimetría, se chequeó el estado y funcionamiento del ecosonda (Marca GARMIN modelo fishfinder) verificándolo mediante calibraciones de tipo estáticas, realizando mediciones en profundidades conocidas en un rango de 5 a 60 metros.
- El electrodo para la medición de oxígeno en la columna de agua, se verificaba antes de cada muestreo, la superficie activa del electrodo fue limpiada utilizando una solución que provee el fabricante a base de ácido acético, luego se limpió la membrana y cuando ésta presentaba deterioro por mediciones anteriores, fue sustituida. De igual forma, la solución de electrolito localizada en la cámara de medición era cambiada antes de cada



salida a terreno. La sonda de medición se calibró al 100% de oxígeno logrado en ambiente húmedo, al interior de la cámara de calibración proporcionada por el proveedor.

- El electrodo para la medición de potencial rédox, fue verificado antes de cada salida a terreno si la superficie activa se encontraba sucia, si el electrodo estaba envenenado o si el amplificador varió su ganancia de tiempo. Para ello, fue preparada una solución de quinhidrona (1 g/L) en una solución tampón a pH 4,0 y otra solución de quinhidrona (1 g/L) preparada en una solución tampón a pH 7,0, y en ambas se procedió a chequear las mediciones de potencial rédox.
- El electrodo para la medición de pH fue introducido en solución 1M HCl por 10 minutos y en 1M NaOH por otros 10 minutos, luego fue lavado con abundante agua con el propósito de liberar de la membrana los restos de proteínas u otro material orgánico de mediciones anteriores y que pudieran causar deficiencias en las mediciones. Posteriormente, se cambió la solución de KCl y se niveló a la altura recomendada por el fabricante. Para la calibración se utilizó una solución tampón ajustada a pH 4,0 y una solución tampón ajustada a pH 10,0. Los valores medidos por el instrumento fueron chequeados con tiras de papel pH. Este procedimiento fue repetido antes de cada salida a terreno.



Muestreo

El muestreo se realizó en noviembre del 2004 y en cada lugar, el trabajo de terreno fue coordinado con los propietarios de los centros de cultivo aledaños. La actividad tenía el propósito de establecer los efectos aditivos y/o sinérgicos entre las distintas bahías consideradas en el estudio.

o Sector Bahía Inglesa – Bahía Calderilla

Se establecieron 3 transectos, cada uno con 5 puntos de muestreo. Las transectas estuvieron separadas en aproximadamente 500 m y cada punto de muestreo estuvo equidistante en aproximadamente 500 m dentro de la misma transecta (**Anexo 1; Figura 1**).

o Sector Bahía Guanaqueros – Bahía Tongoy

Se establecieron 3 transectos, cada uno con 5 puntos de muestreo. Las transectas estuvieron separadas en aproximadamente 500 m y cada punto de muestreo estuvo equidistante en aproximadamente 500 m dentro de la misma transecta (**Anexo 1; Figura 2**).

Las muestras de agua para análisis de las variables y parámetros químicos fueron recolectadas en triplicado, utilizando una botella Niskin en las profundidades de 1m, 6m y a un metro sobre el fondo marino.



4.3.3.2 Análisis de muestras

Columna de agua:

pH:

La data fue obtenida desde tres niveles de profundidad; a un metro bajo la superficie del mar, a seis metros bajo la superficie del mar y a un metro sobre la superficie del fondo marino, utilizando un equipo multiparamétrico con un electrodo de vidrio modelo pH 330i ($\pm 0,01$).

Potencial rédox:

La data fue obtenida desde tres niveles de profundidad; a un metro bajo la superficie del mar, a seis metros bajo la superficie del mar y a un metro sobre la superficie del fondo marino, utilizando un equipo multiparamétrico con un electrodo de vidrio modelo Pt 4800-MS-67/80.

Sólidos totales:

Las muestras de agua fueron filtradas ($0,7 \mu\text{m}$) en volumen de 50 ml y luego el residuo retenido en el filtro se seca hasta lograr peso constante entre 103 y 105 °C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales particulados.

Oxígeno disuelto:

La determinación de oxígeno se realizó a la profundidad de 1m, 6m y a 1m sobre el fondo marino, utilizando una botella Niskin. Una vez que la botella fue subida a la cubierta de la embarcación y el agua que traía en su interior fue vertida sobre las paredes de un matraz Erlenmeyer con capacidad de 125 ml, sin generar burbujas, se procedió a introducir un electrodo apropiado para determinar los niveles de oxígeno (0 a 20 mg/L).



Clorofila a:

Para el análisis se filtró 500 ml de agua de mar en un filtro de fibra de vidrio con capacidad de retención de 0.7 μm , posteriormente los filtros se congelaron a una temperatura de -20 °C. La extracción de pigmentos fotosintéticos se realizaron mediante la metodología de Parson *et al.*, (1984), utilizando un método espectrofotométrico.

Amonio:

El procedimiento se basa en la formación de un colorante (Azul de indofenol) en medio alcalino (pH 9.8-10.4), mediante la adición de fenol y dicloroisocianurato ácido de sodio (trione), actuando como catalizador el nitroprusiato de sodio. A un volumen de muestra de agua se agregó una solución de fenol, nitroprusiato y una solución oxidante que se dejó reaccionar durante 4 horas. La extinción se midió en celdas de 1 cm en un espectrofotómetro a 630 nm, según Solórzano (1969).

Estudio batimétrico:

La batimetría fue determinada con un ecosonda (Marca Garmin, modelo fishfinder) y un sistema de posicionamiento global (GPS marca Garmin, modelo GPSMAP, precisión 3 metros) utilizando el datum WGS-84. El mapa batimétrico fue diagramado con un mínimo de 3 isobatas dentro del sector que presentaba mayor densidad de cultivos dentro de las bahías consideradas en este estudio.

4.3.3.3 Procesamiento y análisis de datos

La información de variables y parámetros ambientales recolectados durante el estudio, fue ordenada considerando: Área de estudio, Estación de muestreo y Nivel de Profundidad a la que se recolectó la muestra.



Con los valores obtenidos en las réplicas de cada punto de muestreo se determinó la media, como medida de tendencia central y la desviación estándar, como medidas de dispersión.

4.3.4 Diseño del protocolo de monitoreo ambiental global

La metodología del protocolo que sigue a continuación describe las partes del proceso de monitoreo ambiental global en detalle, cuya visión de conjunto, holísticamente integrada, se resumen en los siguientes apartados:

4.3.4.1 Niveles jerárquicos de decisión y acceso al programa de monitoreo

Este programa de monitoreo está diseñado de tal manera que los niveles jerárquicos en la toma de decisiones respondan para mantener o modificar tendencias o hechos detectados durante los monitoreos. El primer nivel de acceso (Nivel I) corresponderá a jerarquías que tienen atribuciones de decidir frente a conflictos de índole técnico y recaerá en el director del monitoreo, mientras que el segundo nivel de acceso (NIVEL II) corresponderá al director de SERNAPESCA.

Es necesario aclarar que el organismo que se haga cargo del monitoreo debe ser una institución independiente, que no tome parte de los intereses que se crean ya sea por las actividades de acuicultura o por la dependencia de contratos en la adjudicación del monitoreo. Principalmente, porque esta institución estará a cargo del monitoreo y análisis de la información de manera que entregue documentos con sugerencias al nivel de acceso superior (NIVEL II) para la toma de decisiones frente a determinados patrones o conductas del ambiente frente a las actividades de acuicultura.



4.3.4.2 Modelo de monitoreo y sistema de inteligencia ambiental

Ante la inabarcable complejidad de los ecosistemas marinos y las complicaciones adicionales que provoca la interacción de las actividades humanas con los ecosistemas, resulta obvio que existen limitaciones operativas, cognitivas y económicas para monitorear todos los indicadores que responden a las interacciones de acuicultura con el ambiente dentro del área de estudio. Por ello, en este protocolo se realizó un esfuerzo de síntesis de las variables a monitorear sostenido en dos pilares fundamentales: (1) los patrones, mecanismos y procesos naturales están estructurados jerárquicamente y (2) la naturaleza funciona como un conjunto de ecosistemas anidados uno dentro de otro (Monjeau et al., 1997), es decir, que los procesos en los sistemas dominantes, determinan procesos y patrones en los procesos subordinados. Esto nos permite identificar una colección de indicadores correlacionados según su jerarquía. Por otro lado, teniendo presente que tenemos objetivos que persiguen mantener el patrimonio ambiental y sanitario, los indicadores seleccionados han sido elegidos para asegurar el cumplimiento de las siguientes metas:

- Los procesos ecológicos críticos deben ser mantenidos
- Deben conservarse los procesos evolutivos
- Los niveles de oxigenación en los sedimentos deben ser mantenidos
- La riqueza de especies y la distribución de individuos por especie de la macrofauna bentónica debe ser mantenido



La definición del marco de referencia que permitirá organizar la información en función de las prioridades y los usuarios, será un modelo para monitorear los procesos ambientales y las interacciones sociedad-medio ambiente, que trata de clasificar los problemas ambientales en términos de causa-efecto (OCDE 1993).

De este modo, el modelo de monitoreo de indicadores ambientales que se propone tiene cuatro componentes: Estado, Presión, Respuesta/Impacto y Gestión. El primer componente es el monitoreo del estado de los recursos ambientales, segregados en categorías jerárquicas que incluyen factores climáticos, físicos, químicos y biológicos. El segundo componente es el monitoreo de la presión sobre los recursos ambientales por parte de las actividades de acuicultura como consecuencia de la interacción entre actividades humanas y la naturaleza (CIAT-CARDER, 1996). El tercer componente implica el monitoreo de las respuestas y sus posibles impactos. Para este caso, la respuesta cambiará de acuerdo a la sensibilidad del medio receptor y a la magnitud del impacto, de manera que, una combinación de alta sensibilidad y alta magnitud de impacto genera una respuesta mayor que cualquier otra combinación y determinará conflictos a resolver y las prioridades del monitoreo. El cuarto componente implica el monitoreo de gestión del funcionamiento del propio sistema en cuanto a la capacidad de mantener su flujo de funcionamiento y a la efectividad de la toma de decisiones en la mitigación de conflictos de uso de recursos ambientales.

4.3.4.3 Flujo de información en el sistema de monitoreo

Las fuentes de información procederán de base de datos de estudios científicos autorizados, de la toma y registro de datos de muestreadores calificados en base a transectas, métodos y variables definidas para cada una de las bahías consideradas en este protocolo de muestreo.



El encargado del monitoreo asignará tareas y las repartirá entre los distintos muestreadores según los instructivos provenientes del director del programa de monitoreo (Unidad central).

La información recogida en terreno, ya sea la estándar, planificada para el monitoreo o de una contingencia u observación que merece ser reportada será debidamente georeferenciada para su ingreso en la base de datos del monitoreo y su posterior integración con la cartografía digital.

Se designará a un encargado de monitoreo. Este encargado del monitoreo recibirá la información en un formato definido y lo incorporarán en archivos digitales siguiendo las instrucciones que ha recibido en una planilla que contiene transectos e indicadores a ser medidos en cada bahía. Luego compila la información en mapas, tablas y realiza las estadísticas elementales de tendencias en las variables según detalles que a continuación se describen:

(1) el encargado de monitoreo genera planillas de indicadores a ser medidos por cada muestreador en función de repartir tareas, (2) una vez determinados los roles, genera las planillas de campo, que son las que tendrá cada muestreador, (3) con esta planilla cada muestreador consignará el valor de la medición de cada variable, consignando la latitud y longitud de la observación con un GPS, (4) una vez realizado el muestreo y llenadas las planillas en un cuaderno de terreno le hace llegar la información al encargado del monitoreo, (5) éste, recibe, compila y convierte la información recibida en formato digital, (6) realiza un informe de monitoreo de todas las bahías en estudio y lo eleva al director del monitoreo.

En cuanto a la toma de decisiones, por un lado la información recolectada desde la línea base fluye desde el terreno “hacia arriba” en el sentido jerárquico encargado de monitoreo – director del monitoreo, por otro lado, las decisiones que



se toman como reacción a la información recibida fluye “hacia abajo” en el sentido jerárquico director de monitoreo-encargado de monitoreo.

4.3.4.4 Auditoria de la gestión del monitoreo

El objetivo de este procedimiento es auscultar el funcionamiento institucional, eficiencias, responsabilidades, fluidez del intercambio de información en ambos sentidos jerárquicos y revisión crítica de las metodologías de monitoreo, incluyendo variables y procedimientos. Si algo no resulta, la reacción implica la toma de decisiones al nivel que sea para aplicar medidas correctivas a las no conformidades encontradas.

4.3.4.5 Periodicidad o frecuencia de monitoreo

Las actividades de monitoreo tendrán una frecuencia anual, entre los meses de primavera y verano, cuando los valores de las variables se encuentran en la magnitud máxima.

4.3.4.6 Análisis de costos y factibilidad técnica de la infraestructura instalada en nuestro país para llevar a cabo el programa de monitoreo.

Una vez que fueron definidos los 4 niveles en que se aplicarán los protocolos de muestreo, que permiten evaluar los impactos ambientales de las actividades de acuicultura, fueron cuantificados y valorados para determinar el costo total de cada programa, según las características propias que define a las variables a medir para cada uno de ellos y que se definen a continuación **(Cuadro 2)**:



Cuadro 2 : Programas de Monitoreo

PROGRAMA DE MONITOREO DE ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES

1. Temperatura ambiente
2. Dirección y velocidad del viento
3. Batimetría
4. Geomorfología del litoral
5. Magnitud y dirección de la corriente costeras
6. Granulometría
7. Materia orgánica
8. Determinación de fosfatos
9. Determinación de nitratos
10. Material orgánico particulado
11. Concentración de oxígeno
12. Macrofauna bentónica
13. Zooplancton
14. Fitoplancton
15. Bacterias

PROGRAMA MONITOREO DE PRESIÓN SOBRE LOS RECURSOS NATURALES POR PARTE DE LAS ACTIVIDADES DE ACUICULTURA

1. Material orgánico particulado
2. Surfactantes
3. Antibióticos (quinolonas)
4. Análisis de quistes
5. Correntometría
6. Eliminación de organismos incrustantes
7. Eliminación de epibiontes
8. Eliminación de organismos de bajo crecimiento
9. Eliminación de organismos muertos

PROGRAMA DE MONITOREO DE RESPUESTAS Y SUS POSIBLES IMPACTOS

1. DBO₅
2. Concentración de nitritos
3. Determinación de fitoplancton
4. Índice de epibiontes
5. Densidad aparente del sedimento
6. Determinación de porosidad del sedimento
7. Determinación del potencial redox del sedimento
8. Determinación del sulfuro de hidrógeno en los sedimentos
9. Determinación de abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica



La valorización de cada uno de las variables descritas se estableció por medio de precios de mercado, obtenidos por cotizaciones, en donde todos los valores presentados no incluyen IVA.

4.4 Objetivo específico 4.4.

Diseñar y elaborar una base de datos generada para almacenar la información que se obtendrá de la ejecución de los monitoreos y que pueda se enlazada con un Sistema de Información Geográfico.

4.4.1 Elaboración de base de datos

El diseño y elaboración de la base de datos está en concordancia con el Sistema de Información Geográfico propuesto en el FIP 2003-30. Por conversaciones con don Rudy Allesch Villalobos (Ingeniero en Informática, Docente del Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso) participante del proyecto, se constató de los elementos propuestos para este S.I.G. y que el software utilizado correspondía a ArcGis 8.3.

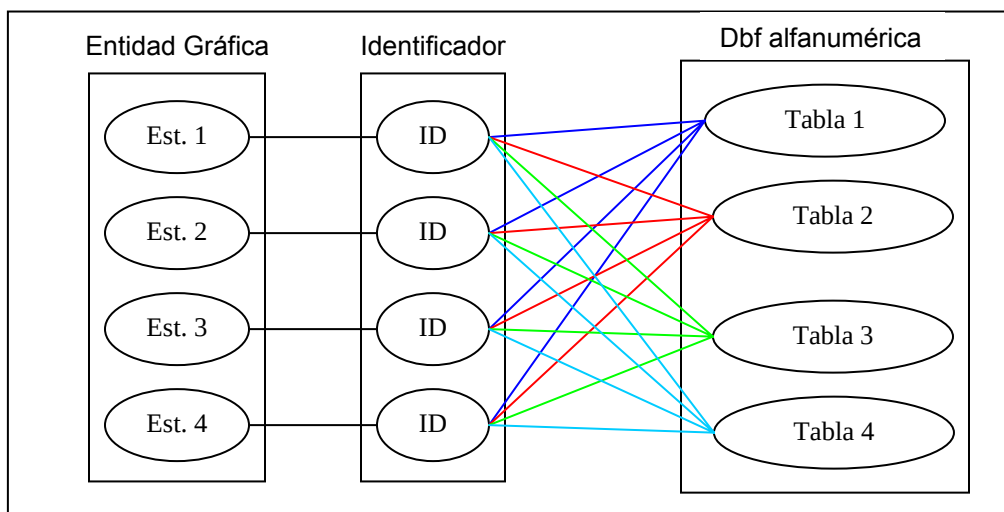
El software ArcGis 8.3 fue seleccionado por sobre otro sistema de información geográfico, ya que permite mediante sus herramientas, un análisis multivariado de los fenómenos que se representarán. Por otro lado, la operatividad que presenta y su interrelación con otras herramientas informáticas lo convierten en un poderoso sistema de análisis, hecho demostrado en la adecuada interrelación que se genera con la base de datos Access. De esta manera, se logra ver la relacionalidad de las variables, permitiéndonos apreciar muchos atributos de un mismo fenómeno.



En conocimiento de la herramienta S.I.G., se diseñó la base de datos relacional (DBMS) en formato .mdb (access), la cual mediante aplicaciones del sistema integra los datos gráficos existentes en el S.I.G., con la base de datos atributiva. El diseño de la base de datos presenta un modelo de enfoque relacional, el cual se adapta muy bien a la funcionalidad y necesidades del S.I.G propuesto, ya que por la estructura en la cual trabaja access, permite mayor información en los nombres de campos de cada tabla.

La DBMS esta formada por cuatro tablas (Dbf), las que comparte un código identificador único e irrepetible con las entidades graficas que representan las Estaciones de muestreo, esta relación de tipo compuesta entre una entidad gráfica y las tablas alfanuméricas operan como se muestra en el **cuadro 3**:

Cuadro 3: Base de datos relacional





Las tablas alfanuméricas que componen la DBMS son: Columna de agua, Sedimentos, Condiciones meteorológicas y Batimetría, las cuales a su vez están compuestas por los campos según se indica en **cuadro 4**.

Cuadro 4. Tabla alfanumérica que componen la base de datos relacional.

COLUMNA DE AGUA	SEDIMENTO	CONDICIONES METEOROLÓGICAS	BATIMETRÍA
Correntometría	Granulometría	Presión barométrica	Profundidad
Temperatura del agua	Porosidad	Velocidad y dirección de los vientos	
pH	Densidad aparente		
Salinidad/conductividad	Materia orgánica		
Sólidos particulados	Sulfuro de hidrógeno		
Oxígeno disuelto	Sulfato en agua intersticial		
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Nitrato en agua intersticial		
Clorofila a	Nitrato en agua intersticial		
Compuestos nitrogenados (nitrito, nitrato y amonio)	Amonio en agua intersticial		
Fosfato	Fosfato en agua intersticial		
Biota (fitoplancton y zooplancton)	Biota (macrofauna bentónica)		



Conformada la DBMS se genera el link al S.I.G. con un archivo .shp (shape) que es la representación gráfica de las Estaciones de muestreo y de la base de datos relacional (Modelo “Entidad/Relación”) el cual nos permite relacionar varios registros de distintas bases de datos a una misma entidad gráfica, por medio de la herramienta “Relates” de ArcGis. Este archivo shape está formado por 10 Columnas según se indica en **cuadro 5**.

Cuadro 5. Columnas que contiene el archivo shape.

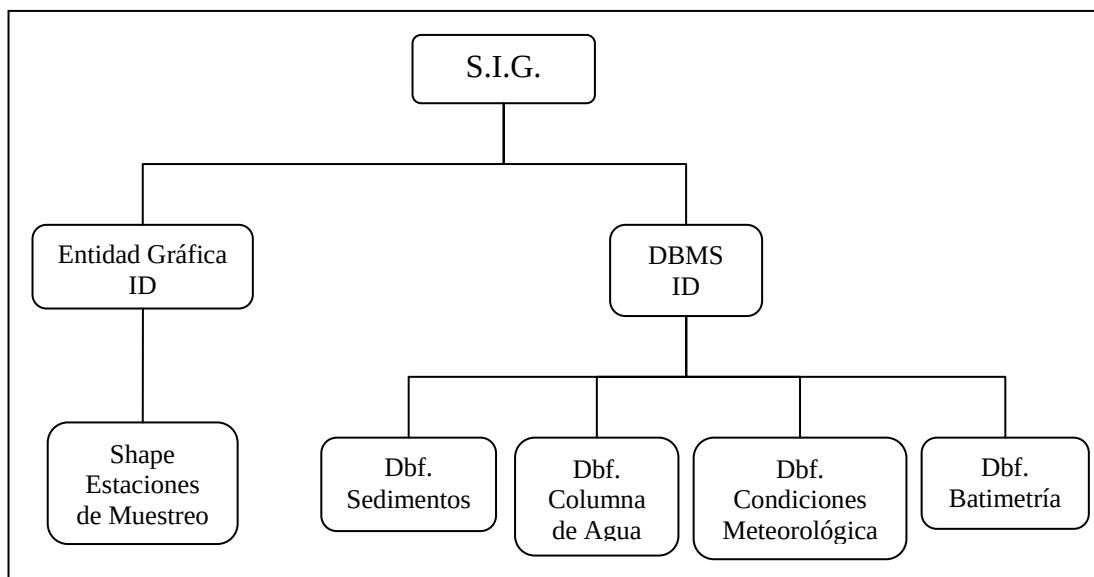
FID	Shape	ID_Est	Región	Estación	Sector	Tipo Muestra	Latitud	Longitud	Dátum
-----	-------	--------	--------	----------	--------	--------------	---------	----------	-------

- FID: Identificador interno del software
- Shape: Tipo de entidad gráfica
- ID_Est: Identificador relacionador con la DBMS
- Región: Región donde se ubica la estación de muestreo
- Estación: N° de estación de muestreo
- Sector: Nombre del sector donde se ubica la estación
- Tipo muestra: Si es de tipo específica o global
- Latitud: Coordenada Norte geográfica
- Longitud: Coordenada Este geográfica
- Dátum: Referencia geodésica del punto

El archivo Estaciones de muestreo (Est_Muestreo.shp) posee un campo que contiene un código (campo ID_Est) único e irrepetible para cada estación, que es la llave primaria para establecer la relación. Este código está formado por las iniciales del campo sector y el número de estación de muestreo, generando la relación, según se observa en el **cuadro 6**.



Cuadro 6. Diagrama que relaciona el archivo de estaciones de muestreo con el campo sector.





5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico 4.1

Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente en el área de estudio.

5.1.1 Identificación de tipos de cultivos que se desarrollan en la zona de estudio.

En la región de Atacama existen a lo menos 181 concesiones de acuicultura otorgadas mediante resoluciones de la Subsecretaría de Pesca, sin embargo, sólo 157 de ellas cuentan con resolución de la Subsecretaría de Marina. La superficie total aproximada que se utiliza para fines de acuicultura corresponde a 1.492,93 há, distribuidos por recurso según el siguiente detalle: ostión del norte (815,36 há), ostión del norte y pelillo (211,28 há), ostión del norte, ostra del Pacífico y mitílicos (236,68 há), ostión del norte, ostra del Pacífico y pelillo (35,35 há), ostión del norte y ostra del Pacífico (44,2 há), pelillo (142 há) y abalón rojo y abalón japonés (8,06 há).

Para la región de Coquimbo existen a lo menos 176 concesiones de acuicultura otorgadas por la Subsecretaría de Pesca, y solo 171 concesiones cuentan con resolución de la Subsecretaría de Marina. La superficie total aproximada que se utiliza para fines de acuicultura corresponde a 2.232,66 há, distribuidas por recurso como sigue: ostión del norte (1888,33 há), ostión del norte y ostra del Pacífico (171,77 há), ostión del norte, ostra del Pacífico y ostra chilena (17,79 há), pelillo (119,17 há), turbot y mitílicos (6,8 há) y erizo rojo (22 há).



5.1.2 Identificación del impacto producido por tipo de recurso hidrobiológico cultivado.

5.1.2.1 Ciclos de Producción

Gracilaria chilensis

El pelillo es la única macroalga que en Chile se cultiva comercialmente, obteniéndose los talos a través de la fragmentación de talos vegetativos y en forma secundaria mediante la inoculación de esporas en sustratos artificiales usando condiciones de laboratorio. En la III Región, existen condiciones de hábitat particularmente favorables para el crecimiento de estas plantas; sin embargo, no existen praderas naturales de importancia económica.

La importancia de estas plantas es por el contenido de agar agar, las cuales son exportadas casi en un 90% como materia prima.

Históricamente los cultivos de pelillo se han desarrollado mediante fragmentación de talos recogidos de praderas naturales o de centros de cultivo. Estos talos son cortados en fracciones de 35 – 40 cm de largo y son plantados directamente en el sustrato utilizando distintas formas de cultivo y sembrados a la densidad elegida por el productor.

La siembra se realiza mediante cultivo directo sobre el fondo y consiste en enterrar manojos de talos directamente en el sustrato. Esto puede lograrse haciendo un hoyo donde colocar la planta. Este sistema no utiliza materiales residuales que afecten posteriormente el cultivo.



La cosecha se realiza en forma mensual y la productividad es relativamente constante a través del año. Las condiciones climáticas permiten el secado del alga al aire libre. La cosecha es manual, en Caldera y Calderilla, en donde los cultivos son submareales, la cual se realiza en forma casi exclusivamente mediante buceo (hooka) asistido desde embarcaciones menores, equipadas con compresor de aire. En general, los buzos cortan el alga con las manos o la peinan con las manos raleando la pradera. Las algas son acumuladas en mallas con capacidad de 40 a 60 kg. En tierra, la producción es pesada y clasificada considerando la presencia de epífitos para determinar si va a resiembra o secado para venta a terceros. Además, se cosecha alga que se ha desprendido de los cultivos y se acumula en forma natural y se encuentra varada en la playa por efectos de las mareas. Un método distinto, utilizado por muy pocos productores para la obtención de talos es la inoculación de esporas en sustratos artificiales, implantando esporas, ya sea carpósporas o tetrásporas, en cuerdas plásticas, piedras y adcretos.

La comercialización se efectúa como alga seca, con un porcentaje de humedad que varía entre 14 y 20%, a plantas procesadoras o de exportación. En ocasiones, para aumentar la calidad del alga, se limpia de los epífitos en forma manual, antes de secarla. La clasificación se realiza de acuerdo al grado de humedad e impurezas. Para su venta, generalmente, se empaca en fardos de aproximadamente 50 a 80 kg, amarrados con alambre y cubiertos con aspillera u otro material que lo proteja.

❖ *Argopecten purpuratus*

El ostión del norte es un bivalvo cuya semilla proviene principalmente desde el medio natural, la cual es captada en colectores que son instalados en épocas de



asentamiento larval. Este proceso se prolonga entre dos a cuatro meses, ya que las semillas sólo serán cosechadas cuando alcancen una talla entre los 10 y 15 mm.

También existen centros productores de semilla en ambientes controlados, en los cuales se desarrolla el cultivo de microalgas para alimentar larvas, semillas y reproductores, además en ellos se realizan las actividades de acondicionamiento de reproductores (manejo de temperatura y alimentación), inducción del desove y fertilización de gametos, cultivo de larvas y post-larvas, además del cultivo de microalgas para alimentación.

Selección y acondicionamiento de reproductores:

Los criterios usados para la selección son subjetivos, eligiéndose los mejores individuos por su aspecto (activos, manto turgente, valvas sanas, tamaños y gónadas maduras, ausencia de deformidades, etc). El acondicionamiento consiste en acelerar el proceso de maduración de la gónada lo que se logra manteniendo los reproductores en condiciones de temperatura adecuada y abundante alimento. El proceso de acondicionamiento demora entre 2 y 5 semanas, dependiendo de la madurez de los reproductores al inicio de este proceso y de las condiciones en que se mantengan.

Desove y Fecundación:

En la mayoría de los moluscos la inducción a desove se logra sometiendo a los organismos maduros a estímulos físicos, químicos, eléctricos, estímulos combinados, etc. En el ostión del norte, el sistema que mejor resultado ha dado, ha sido el someter a los reproductores a un incremento de temperatura de unos 5°C en un período de 30 minutos, previa exposición al aire por unos 20 a 25 minutos, a temperatura ambiental de alrededor 20° C. Otras alternativas, son tratamientos con sulfato de serotonina, hidróxido de potasio o cloruro de potasio.



La dificultad detectada en este periodo consiste en que al determinar el grado de madurez de los ostiones, este no corresponde directamente con lo observado a nivel microscópico. La aplicación de un estímulo muy intenso sobre especímenes que no han completado aún su maduración, provoca el aborto de productos gonadales no adecuados para actividades de cultivo. Una vez iniciado el desove se separan machos de hembras obteniéndose soluciones separadas de gametos masculinos y femeninos.

El procedimiento posterior a la inducción es la fecundación de los gametos, para realizar este proceso la temperatura del agua no debe ser muy alta y la proporción entre óvulos y espermios debe mantenerse no superior a 1:10. Además, el tiempo no debe exceder los 20 minutos para evitar problemas de poliespermia, esto se logra lavando los huevos muy cuidadosamente para eliminar los espermios sobrenadantes, a continuación los huevos se vierten en estanques para el cultivo de larvas.

Cultivo larval:

Esta etapa considera el desarrollo desde huevo fecundado hasta larva competente para el asentamiento. Aproximadamente a las 12 horas de la fertilización aparecen las primeras trocóforas y entre 24 a 48 horas aparecen las primeras larvas D.

La mayoría de los estados larvales de moluscos se caracterizan por ser libres nadadores y planctotróficos. El período que toma la larva desde su aparición hasta la fijación depende de la especie y de las condiciones de cultivo en términos de alimentación y temperatura. Para el ostión del norte, este período tarda 20 días bajo condiciones de cultivo a 20°C, al final de este periodo se produce la metamorfosis.

En el proceso de larvas para obtener una alta sobrevivencia larvaria, además de una rigurosa asepsia, se requiere controlar la calidad y temperatura del agua, cantidad y calidad del alimento y la densidad del cultivo. La temperatura del agua debe ser



regulada dentro de estrechos márgenes. La calidad del agua se controla usando filtración y esterilización con luz ultravioleta, para eliminar el material particulado y los microorganismos.

La densidad de las larvas debe ser regulada a medida de que avanza su desarrollo, iniciándose con densidades de 30 a 50 huevos/ml hasta llegar al final con densidades de 1 a 2 larvas/ml. En relación con el alimento, se modifica la dieta y la cantidad suministrada a medida que las larvas crecen.

Otros factores importantes a considerar son la limpieza de los estanques, el recambio de agua y el control de asepsia en el cultivo de microalgas utilizado como alimento para evitar la aparición de mortalidades en el cultivo.

Metamorfosis y asentamiento larval:

La metamorfosis es el proceso por el cual la larva velífera nadadora, pierde su velo ciliado y comienza a secretar la concha definitiva, llegando a la etapa juvenil del individuo.

Esta etapa es crítica, pues aquí se verifican las mayores mortalidades en todo el cultivo larvario. Es necesario reconocer las características que indican que la larva está competente e inducirla a metamorfosis para obtener buenos resultados. Esta etapa puede ser inducida por neurotransmisores, que pueden ser elementos químicos como ácido gama-amino butírico (GABA), KOH, L-dopamina, epinefrina, o también por algas coralináceas. Luego de la metamorfosis se produce el asentamiento de las larvas, entrando a la fase de post-larvas o juveniles tempranos, los cuales en el medio productivo se denominan en forma arbitraria pre-semilla y semilla.



Cultivo de post-larvas:

Se denomina post-larva al estado que va desde la fijación hasta un tamaño tal que puede ser transferido al mar para su crecimiento hasta semilla. Para el ostión del norte esta etapa demora entre 2 y 3 meses lográndose al final de este período un juvenil de 4 mm como promedio. Los juveniles en este estadio de desarrollo presentan un comportamiento muy diferente a lo observado en su etapa de larva, pierden su capacidad de nadar y son capaces de adherirse y desprenderse del fondo y paredes de los estanques de cultivo, reptar y volver a adherirse, por medio de un bisco secretado por una glándula especial.

La post-larva se fija en colectores colocados directamente en los estanques de cultivo durante la metamorfosis. Generalmente, son mangas de PVC o de policarbonato, redes u otros sustratos. Estos colectores pueden ser llevados directamente al mar o pueden ser mantenidos por un período en estanques con adición diaria de alimento. Esta última alternativa tiene la ventaja de aumentar por una parte la sobrevivencia y por otra, la tasa de crecimiento de los juveniles.

Los requerimientos alimentarios son mayores y no es operativamente posible realizar los cambios de agua periódicos como en la etapa precedente, por lo que se deben adecuar y diseñar nuevas técnicas para mejorar los resultados.

Para el cultivo de ostión y de muchos otros organismos, la etapa de post-larva es la que presenta mayores problemas debido fundamentalmente a la ocurrencia de altas mortalidades provocadas por infecciones microbianas y por manejo. Hasta esta etapa, en todos los "Hatcheries" de bivalvos, el alimento para reproductores y larvas en cultivo lo constituyen generalmente las microalgas vivas y de buena calidad.



Cultivo de presemillas, semillas y engorda:

Se define como presemilla a los juveniles que son cultivados en sistemas suspendidos en el mar, hasta la talla de 1 centímetro.

Con las bolsas colectoras se confecciona una unidad llamada “cuelga”, la cual está integrada por un cabo con un peso en su parte terminal y bolsas de netlon y presemillas en su interior, atadas secuencialmente. Esta etapa tiene una duración aproximada de 60 días, hasta que la mayor parte de la semilla de la bolsa colectora (80%), ha alcanzado una talla superior a 5 mm y puede ser traspasada a los sistemas de cultivo de engorda.

El sistema de engorda más comúnmente usado es el conocido como linterna. Consiste en una armazón cilíndrica rodeada por malla y dividida en 10 partes iguales por medio de pisos, confeccionados con la misma malla. La trama de la malla de la linterna dependerá del tamaño en que se encuentre el ostión al momento de efectuar su manejo.

Se entiende por manejo, al trabajo realizado por los cultivadores orientado a entregar a la población de ostiones las mejores condiciones de cultivo, para obtener ostiones sanos, de buen calibre y elevada tasa de crecimiento. Este considera aspectos como: densidad de cultivo, limpieza de sistemas, extracción de mortalidad y morbilidad y extracción de predadores del interior de las linternas. El número de manejos que se realizan durante el cultivo de engorda (12-18 meses hasta la talla de 10 cm), puede ser función de las condiciones ambientales existentes o del programa de manejo implementado en el Centro. Estas condiciones, por separado y en combinación, influirán directamente en el tiempo que debiera transcurrir entre cada manejo.



❖ *Crassostrea gigas*

La ostra del pacífico habita en forma natural en bahías protegidas con fondos duros y corrientes de mareas moderadas. Se encuentra a una profundidad que va desde 1 a 10 m. Posee un amplio rango de tolerancia a la salinidad (12 a 35 psu) y a la temperatura (5 a 30°C).

Es originaria de Asia, pero actualmente, gracias a las características de resistencia y sobrevivencia a condiciones extremas, se encuentra distribuida ampliamente en el mundo (Estados Unidos, Canadá, México, Chile, Brasil, Perú, Ecuador, España, Francia, Portugal, Reino Unido, Holanda y Australia) (Fuente: Fundación Chile).

Los centros de cultivo se localizan por el norte, entre la I y IV Regiones y por el sur, entre la VIII y la X Regiones. Entre las empresas que realizan este cultivo, se encuentra: Cultivos Marinos Tongoy S.A., Universidad Católica del Norte, Fundación Chinquihue (poseen hatchery). Las empresas dedicadas a la engorda son Cultimar S.A., Cultivos Marinos del Pacífico, Pesquera Apiao y Hidrocultivos. El resto son pequeños cultivadores que se distribuyen a lo largo del país.

Existen dos modalidades para su cultivo:

- A partir de semillas individuales que pueden ser cultivadas en parrones intermareales o suspendidos en long-line dentro de linternas o cuelgas de malla.
- A partir de larvas fijadas remotamente, utilizando colectores que luego son desdoblados, finalizando el cultivo con cuelgas individuales que cuentan con una serie de sustratos, normalmente conchas de ostión, sobre los cuales crecen adheridas las ostras en cantidades variables. El período de cultivo varía dependiendo del tamaño de inicio y las características de temperatura y nutrientes del sitio empleado, pudiendo ir desde 1 año en el norte hasta 2,5 en el sur.



Para el cultivo de moluscos bivalvos, como la ostra del pacífico, es necesario contar con una sala de producción de microalgas (*Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana* y *Skeletonema costatum*)

Etapas de producción de semillas:

Las ostras adultas se añaden en bandejas a la piscina de reproducción. La temperatura se eleva paulatinamente hasta los 20° C. Se considera apropiada una tasa de reposición de unos 300 animales cada 15 días que son los que en principio deben añadirse en una sola piscina. La alimentación de las ostras madres se realiza con microalgas y se utiliza agua marina después de pasar por un simple filtro de arena sin ser necesario un filtrado más potente. Esta es la llamada agua cruda que es necesario renovar a una tasa de unos 5.000 litros/día. La alimentación exige una renovación de las microalgas de unas dos veces diarias a una tasa de 500 litros cada vez. Es necesario también vigilar que la tensión de O₂ en el agua sea la apropiada. Una vez que se realiza la puesta y eclosión, las larvas tienden a acumularse en la superficie por su escaso peso. Para la recogida de las semillas suele ser suficiente con un filtrado inicial para separar las impurezas y un filtrado mas fino para separar las semillas.

Etapas de Transporte a la sala de larvas:

Una vez que las larvas tienen ciertas dimensiones se deben trasladar a piscinas de acondicionamiento. Para ello, se debe proceder a un filtrado y posterior separación. En esta etapa se suele realizar un conteo al microscopio óptico por celdillas o por procedimientos electrónicos. Se considera normal una producción viable de 800.000 larvas por hembra y puesta.



En el proceso de separación de larvas generalmente se emplean estanques de poliéster de 500 litros a los que se añaden 500.000 larvas. La fijación de las larvas se suele producir poco después de que aparezca la mancha ocular u ojo. Esta etapa es la más crítica del ciclo de vida de la larva, ya que si la fijación no se produce la larva muere. Se ha comprobado que los sustratos naturales son los mejores para la fijación de las larvas. De manera particular se pueden usar los siguientes sustratos:

Fijación en teja: Se usan colectores de PVC de color oscuro que se incorporan al fondo de los estanques. Estos colectores se raspan diariamente y se pasan a estanques planos. Este sustrato no es muy aceptado y el raspado causa una gran mortalidad.

Fijación en arena: Generalmente se emplea arena de concha triturada. Las larvas fijadas se mantienen unos 20 días, después se pasan a la sala de larvas.

Fijación en conchas: Suelen utilizarse conchas de vieiras (*Pecten spp.*) que se perforan por el centro y se unen con un cordel. Esto forma una estructura muy apropiada para la fijación no sólo por maximizar la superficie, sino también porque el sustrato es natural.

Etapas Engorde de larvas:

Después de fijadas y transferidas a otros recintos las larvas deben alimentarse para su engorde. Es práctica general vigilar el desarrollo de patógenos por lo cual se suelen añadir antibióticos con cada cambio de agua.



En el engorde de larvas van a influir una serie de factores:

Temperatura: Los mejores resultados de desarrollo larvario se obtienen con $20 \pm 2^\circ \text{C}$. A mayor temperatura, parece que las microalgas del alimento tienden a agruparse formando grumos que impiden su consumo por las larvas de ostra. A temperaturas más bajas el crecimiento es demasiado lento.

Concentración de alimento: Como alimento suele utilizarse una mezcla de las microalgas *T. suecica*, *I. galbana* y *S. costatum* en una proporción de 25:5:25. Esta mezcla es una de las que rinden mejores resultados nutricionales.

Concentración de larvas: En los primeros 4 días de desarrollo la concentración larvaria no es un factor limitante, aunque después pasa a ser un factor relevante. Tanto es así, que llega a ser determinante en la aparición del ojo y en la tasa de crecimiento posterior. La susceptibilidad a la densidad es diferente según la procedencia de las larvas y las condiciones de manejo de los progenitores. Las larvas en concentraciones bajas en torno a las 1.000 larvas/litro suelen tener un crecimiento más rápido.

Limpieza de tanques: Generalmente los estanques de engorde se limpian dos veces por semana con detergente y raspando cuidadosamente la superficie para eliminar cualquier impureza. Mantener una adecuada limpieza va a garantizar la ausencia de patógenos.

❖ *Haliotis discus hannai*

El abalón verde es un gastrópodo herbívoro cuya semilla es obtenida casi en su totalidad desde hatcheries ubicados en las III y IV regiones, y que en forma natural se alimenta de macroalgas (Hahn, 1989). Sin embargo, se cree que para lograr un



crecimiento óptimo, se debe suministrar cantidades de proteína superiores a las contenidas por las macroalgas (Mai et al., 1995). Por ello se cree que estos organismos en medio natural se alimentan en gran medida de los epifitos de macroalgas.

Sala de acondicionamiento de reproductores:

Esta sala habitualmente se destina para la realización de las siguientes actividades: mantenimiento de los reproductores, aclimatación de reproductores a las condiciones requeridas para su reproducción, desoves controlados y mantenimiento de los ejemplares que están seleccionados como futuros reproductores. Se utiliza agua de mar filtrada y tratada con sistema de irradiación ultravioleta, un sistema de aireación y control de la temperatura.

Sala de desove (Obtención de gametos masculinos y femeninos):

La sala, en la mayoría de los casos, cuenta con un suministro de agua de mar microfiltrada (1 μm), esterilizada con un sistema UV y calentada a la temperatura adecuada para la inducción al desove. Debe contar con una red de aire que proporcionará aeración a cada estanque.

Tras estímulos térmicos los ejemplares desovan, liberando sus gametos femeninos y masculinos, los cuales serán dispuestos en recipientes en las proporciones adecuadas para lograr un máximo de fertilización. Proceso que debe ocurrir dentro de un lapso de 2 a 3 horas.

Sala de fijación de larvas:

Habitualmente es la sala que ocupa mayor espacio y requiere el mayor suministro de agua y aire. Luego de 99 horas, las larvas véliger completan su desarrollo y están próximas a la fijación, en placas de policarbonato. Este proceso de fijación,



es un proceso complejo para los individuos, debido a que ocurre su metamorfosis, pasando de un estadio de larva libre nadadora a un individuo que requiere un sustrato para desplazarse.

Posteriormente, las larvas son trasladadas a los colectores, constituidos por láminas de policarbonato corrugado, que permite proporcionar un sustrato para la fijación de las larvas.

Después de este periodo, se hace circular agua de mar con un flujo lento para permitir una adecuada oxigenación del agua al interior de los estanques. En esta etapa se realizan labores de mantenimiento de los sistemas de cultivo, desdobles de los ejemplares de acuerdo a su tamaño, tamizado, pesaje, medición de la talla de la semilla del abalón.

Área de estanques exteriores (mantenimiento de juveniles y engorda)

Normalmente ésta es el área que requiere mayor superficie. Para este efecto se utilizan habitualmente estanques de fibra de vidrio con dimensiones de 10m (largo), 1m (ancho) y 0,7m (alto), dispuestos en paralelo.

- a) Cultivo de juveniles de abalón sobre placas en estanques exteriores: Se realiza en estanques bajo condiciones de iluminación natural, aireación y agua circulante. El cultivo se prolonga hasta que los juveniles alcancen el rango de talla entre 15 a 20 mm, lo que se logra en aproximadamente 6 a 10 meses.
- b) Engorda de juveniles en canastos en estanques exteriores: Habitualmente, esta etapa de cultivo se divide en estanques de cultivo de juveniles, el cual comprende entre la talla inicial de 20 mm hasta 50 mm de longitud y estanques de engorda propiamente tal, el cual mantiene animales desde los 50 mm hasta la talla comercial de 80 mm.



Los estanques son similares y el cultivo se caracteriza por un suministro de agua con abundante flujo. La cantidad de alimento (macroalgas) que consumen, representa alrededor de un 10% diario del peso corporal, por lo que es necesario agregar a los estanques un 15% del alga fresca diariamente. Para ello, normalmente, se utilizan algas verdes (*Ulva sp*) y pelillo (*Gracilaria sp*), además, en ocasiones se suministra alimento formulado (pellet), el cual corresponde a un suministro del 1 a 3% del peso corporal diario. En estas condiciones, los abalones alcanzan su talla comercial en 3 años.

Tratamiento de efluentes:

El sistema de tratamiento de aguas efluentes del cultivo consiste en una aplicación primaria de decantación y filtración de sólidos en suspensión, luego pasan a un tratamiento secundario de tipo biofiltro aéreo para la remoción de productos nitrogenados provenientes de los desechos metabólicos de los abalones, para posteriormente conducir el agua ya tratada a pozos de infiltración y devueltas a la fuente de origen a través del subsuelo o en su defecto reutilizar el agua en los estanques de cultivo.

En general, cada estanque de cultivo está provisto en su descarga con mallas filtrantes de 500 micrones que impiden totalmente, el escape de los animales y que también actúan como mecanismo de detención de partículas en suspensión y decantables. El agua de descarga será conducida a la planta de tratamiento por tuberías o canales abiertos.

Normalmente, el recambio requerido para los abalones, es del 100% cada una hora, con aireación permanente a saturación, es decir el 80%.



Tratamiento primario:

Estanque decantador: Se basa en el supuesto que las partículas son esféricas y con diámetro homogéneo. Cuando una partícula comienza a decantar, ésta va acelerándose hasta que las fuerzas que provocan la decantación se equilibran con las fuerzas de fricción ofrecidas por el mismo fluido. Cuando se llega a este equilibrio, la partícula alcanza una velocidad de decantación constante, denominada velocidad final de decantación de la partícula.

Para partículas con peso específico 1,001; 1,01 y 2,65 (gr/cm³), donde este último valor corresponde a la arena típica, el líquido utilizado normalmente corresponde a agua de mar, con alto recambio, por lo que se considera un peso específico de 1,01 (gr/cm³), considerando sus propiedades a las temperaturas ambientales y con un diámetro de partículas decantables de 0,1 mm, debieran decantar todas las que posean un diámetro superior. Los decantadores cuentan con placas inclinadas a 60° con el propósito de aumentar la superficie de decantación y con ello la eficiencia de la misma.

Filtración Biológica (Biofiltro): Normalmente estos biofiltros están contruidos con bloques de cemento en su contorno y con grava y piedras de diferente diámetro en su interior, que actuarán como un filtro mecánico y biológico del agua proveniente del estanque decantador.

El agua a tratar ingresa al biofiltro por medio de aspersores, la cual humedece en forma permanente al medio sólido o sustratos bacterianos proporcionando humedad y oxigenación.

Luego del biofiltro, el agua ya tratada puede tener dos destinos, el primero es de recirculación en los sistemas de cultivo y la segunda opción es distribuir el



agua tratada hacia los pozos o canchas de infiltración, que en forma indirecta permiten devolver el agua al mar.

Alimentación de los abalones: Como se mencionó anteriormente, los abalones se alimentan hasta los 20 mm de longitud con microalgas bentónicas y entre los 20 y los 80 mm con macroalgas y alimento formulado (**Cuadro 7**).

Cuadro 7

Alimento consumido por los abalones de acuerdo a su edad. Relación entre edad y rango de talla (Maeda-Martínez et al., 1994; Guzmán del Prío, 1992)

Estado de desarrollo de los abalones	Rango de talla (mm)	Consumo de alimento por abalón (kg)
Abalón entre 0 y 1 año	0 - 20	0,036
Abalón entre 1 y 2 años	20 - 60	0,350
Abalón entre 2 y 3 años	60 - 100	2,000

Las primeras etapas del ciclo de vida (larva nadadora trocófora) se alimenta de microalgas (*Isochrysis galbana*, *Chaetoceros gracilis*). Mas tarde, la postlarva se alimenta activamente de diatomeas bentónicas (*Nitzschia sp* y *Navicula sp.*), esta es una de las etapas más costosas dependiendo de la calidad de las microalgas y dura entre 6 a 7 meses hasta que sean transferidos al régimen de alimentación con macroalgas o alimento balanceado. A esta edad, las postlarvas han llegado a los 6-8 mm y su rádula raspadora ha adquirido cierta dureza para raspar el alimento natural o balanceado.

Posteriormente, en la etapa de preengorda se puede alimentar con macroalgas (*Ulva sp*, y *Macrocystis sp.*). Una vez que las semillas han alcanzado una talla promedio de 10 mm son trasladadas a instalaciones de engorda ubicadas en tierra, condición necesaria para cultivar abalón en la zona norte del país. Aunque,



recientemente se ha autorizado el cultivo en el mar.

La macroalga *Ulva sp* o lechuga de mar se extrae habitualmente de la playa, recolectándola de forma manual sacudiendo el alga en la playa y luego almacenándola en chinguillos. De esta manera, se evita sacar arena de la playa y disminuir el sustrato para el asentamiento de esta alga, minimizando de esta manera los efectos provocados por las varazones en períodos estivales.

Respecto a la *Gracilaria sp* o pelillo éstas son compradas a los cultivadores, y normalmente, este tipo de alimento se conserva en un estanque especialmente acondicionado para el mantenimiento de algas frescas. Se mantienen con flujo de agua constante y aireación fuerte.

❖ ***Haliotis rufescens***

El abalón rojo tiene un ciclo de producción que considera cinco etapas:

- Acondicionamiento de reproductores: Consiste en mantener reproductores con variables ambientales controladas como temperatura del agua (18 °C constante para un flujo de 40 L/min) y fotoperíodo (12:12) con alimentación *ad libitum*. Habitualmente, para el control de la temperatura se utilizan calefactores con barra de titanio. Para el fotoperíodo, se utiliza un temporizador programable con luces fluorescentes de 40 W.
- Cultivo larval: Luego de fecundados los gametos y después de un día de incubación se produce la eclosión de las larvas trocóforas. Luego de siete días de cultivo con un recambio de agua diario se obtienen larvas velígeras aptas para su asentamiento. Los recambios de agua se realizan mediante vaciado/llenado de estanques usando una malla filtrante de 80 µm para evitar escapes de larvas.



- **Asentamiento:** Habitualmente el asentamiento se hace sobre estanques circulares de 1 m de diámetro por 25 cm de profundidad. Para esto, es necesario disponer previamente de microalgas monoespecíficas en el estanque de microalgas bentónicas, *Achnantes longipes*. Las larvas se asientan en el estanque estimuladas por factores químicos provocados por las microalgas. Luego de dos días comienzan a ramonear de las mismas diatomeas bentónicas dispuestas en los estanques. Durante esta etapa de cultivo y hasta su término, cuando los abalones han alcanzado una talla promedio >3 mm, se debe mantener en la pipa central de desagüe de cada estanque una malla de Nitex de 80 μ m para evitar escapes al sistema de desagüe central y al cuerpo de agua receptor del efluente.
- **Nursery:** Cuando los abalones presentan tallas promedios entre 3 y 8 mm y comienza el suministro de alimento constituido por macroalgas. Durante esta etapa se utiliza un filtro de Nitex en la pipa central del desagüe de 1 mm, además, se instala una trampa de 5 mm de luz entre el dosificador de cloro y el estanque de decantación, para evitar cualquier posibilidad de escape.
- **Preengorda:** Esta etapa considera el engorde de los animales y su habituación a las futuras condiciones de cultivo de engorda en el mar. Se utiliza una trampa de malla de 5 mm permitiendo evitar cualquier escape de abalones desde el área de cultivo. La alimentación se realiza con suministros de *Lessonia spp*, *Macrocystis integrifolia* y reducidas dosis de *Ulva spp* y *Gracilaria spp*,



❖ ***Cherax tenuimanus***

La langosta de agua dulce marrón corresponde a cultivos de tipo controlado en que todas sus etapas se desarrollan en estanques contruidos en tierra.

El ciclo productivo se desarrolla en un periodo de 18 meses, contados a partir del momento en que ocurre el apareamiento de los reproductores, de septiembre a diciembre. El apareamiento con una proporción de machos y hembras de 1:3 en los estanques y la fecundación de los huevos ocurre en estanques de reproducción, los cuales están diseñados especialmente para el mantenimiento de los reproductores. Una vez fecundados los huevos, la incubación dura entre 6 a 10 semanas, observándose la aparición de los primeros juveniles durante el mes de enero de cada año.

Durante la incubación de los huevos y hasta el primer mes de desarrollo de los juveniles, las hembras los portan en el abdomen a modo de racimos. A medida que los juveniles crecen, se separan de la hembra y comienzan a incursionar por los alrededores para alimentarse.

Tratamiento de aguas efluentes:

Sistema de decantación: Corresponde a un estanque decantador de sedimentos, que dispone de una entrada de agua superior proveniente del efluente de los estanques de cultivo. Estos estanques tienen un diseño que permite reducir la velocidad del flujo de agua y lo transforma a uno de tipo laminar. Para tales efectos se utiliza una serie de deflectores permitiendo que los sólidos decantables se depositen en el fondo. Además, poseen entre las placas deflectoras mallas filtrantes que irán tamizando partículas que quedarán adheridas a ellas. Estas mallas son desmontables para permitir su limpieza. El sedimento acumulado se retira cada



cierto tiempo y es secado al sol en una cancha especialmente preparada para ello, con piso cubierto de plástico y cubierta con malla en todo su perímetro y superficie. Finalmente, los lodos obtenidos de este proceso son analizados microbiológicamente para evaluar su condición. El sistema permite remover partículas de tamaño superior a 100 micrones, con una efectividad de 60%. En general, los análisis requeridos para los lodos corresponden a determinaciones de presencia de *Vibrio sp*, además de pH y concentración de fosfatos.

Sistema de tratamiento: Generalmente está a continuación del estanque de decantación y corresponde a un pozo excavado en el sustrato. Está provisto de capas sucesivas de bolones, grava y arena. En su parte superior está cubierto con malla raschel. El tratamiento aplicado corresponde a cal, la cual es utilizada para eliminar microorganismos que pudieran estar presentes en el agua.

Sistema de biofiltro: En algunos centros se ha implementado como una tercera etapa de tratamiento de las aguas efluentes del cultivo. Está construido de arena, grava y piedras de diferentes diámetros, que actuarán como filtro mecánico y biológico del agua proveniente del estanque decantador. Este biofiltro tiene una salida inferior hacia un pozo de recepción del agua filtrada. Esta agua puede ser evacuada a través de tuberías de infiltración hacia la tierra. Esta biofiltración del agua corresponde a una reacción aeróbica que se produce por la acción de bacterias nitrificantes del tipo *Nitrosomas* y *Nitrobacter* que transforman el amonio en nitrito y nitrato.

Alimento: En la primera etapa de desarrollo se deben preparar los estanques para la formación del suelo orgánico, lo que se denomina biologización de estanques, esto potencia la generación de alimento de forma natural, ya sea, microorganismos planctónicos y bentónicos después que permanecen en este estado entre 1 a 2 meses. Para acelerar este proceso, en ocasiones, incorporan por las orillas de los



estanques manojos de alfalfa o paja de trigo por periodos cortos, los que generalmente hacen proliferar microalgas y zooplancton.

Como suplemento alimenticio se entrega una vez al día pellet a base de proteína vegetal, especialmente formulado a una cantidad no superior del 0,4 a 0,6% de la biomasa de langostas existentes en los estanques. Ya en marzo, los ejemplares se desplazan libremente por el fondo del estanque, y es cuando los juveniles son separados de los reproductores y continúan la etapa de engorda por un periodo de 15 meses. Los reproductores son mantenidos en el mismo estanque hasta la próxima reproducción.

Las raciones de alimento se ajustan al crecimiento y época del año, y cuando los ejemplares han alcanzado los 70 g de peso, están listos para la cosecha y para ser comercializados.

❖ ***Scophthalmus maximus***

El turbot es un pez plano, de cuerpo asimétrico, romboide, donde el lado derecho es plano y el izquierdo convexo. Presenta hábitos carnívoros. Corresponde a ejemplares de hábitos bentónicos en su etapa adulta. Presentan sexos separados con fecundación externa. En nuestro país se cultiva en la zona central del país (IVª y Vª Región) en sistemas cerrados localizados en tierra. El cultivo se desarrolla en dos etapas; producción de juveniles (hatchery) y fase de engorda hasta tamaño comercial.



Hatchery.

- Los huevos son fecundados y transportados a estanques cónicos de incubación. Tras 5 días de incubación eclosiona una larva de aproximadamente 2,5 mm de largo.
- Estas larvas son sembradas en estanques para larvas donde se controla la temperatura. Al tercer día se inicia la alimentación artificial con rotíferos y *Artemia*.
- La alimentación con rotíferos y artemias continúa hasta el día 30, aunque ya en el día 25 se comienza a incorporar alimento inerte (micropellet).
- En el día 20 comienza la metamorfosis, este proceso corresponde a la migración del ojo derecho del pez a las proximidades del ojo izquierdo, lo que provocará el aplanamiento definitivo del juvenil y el paso del pez al fondo del estanque, comportamiento que lo acompañará por el resto de su vida.
- Desde el día 31 al 60 los peces son denominados juveniles. Son alimentados con micropellet y pesan alrededor de 2 g.
- Desde el día 60 al 90 los peces son alimentados con pellet de 0,1 mm a 2,4 mm y terminan con un peso de 5 a 7 g.

Proceso de engorda:

- Los juveniles son recibidos en preengorde, cuando tienen 7 g de peso. El agua se mantiene a temperatura ambiental y son alimentados con pellet de 2,4 a 9 mm. Cuando los peces tienen 100 a 150 g de peso son trasladados a la Fase de engorde 1.
- En el engorde 1 los peces son sembrados en estanques de 7,4 m de diámetro. La alimentación es a saciedad y consiste en alimento extruido de 9 a 13 mm. Los peces son mantenidos en estos estanques hasta que tienen 800 g.



- Finalmente y tras continuos graduaciones y desdobles los peces son trasladados a estanques de 9 m de diámetro, etapa denominada Engorde 2, donde permanecen hasta que alcanzan la talla comercial de 1.500 a 1.600 g. La alimentación continua siendo a saciedad con alimento extraído de 13 a 16 mm.

❖ ***Loxechinus albus***

El erizo rojo es un equinodermo, cuyos reproductores se obtienen generalmente desde el ambiente natural, mediante buceo semi-autónomo. Es posible también, obtener reproductores en acondicionamiento. Los tamaños utilizados son mayores a 70 mm de diámetro sin considerar espinas.

Para inducir al desove, a cada erizo se inyectan 3-5 ml de KCl (0.5 M) vía membrana peristomal hacia la cavidad celómica. Se posan sobre vasos plásticos transparentes dejando el polo aboral (poros genitales) en contacto con agua de mar filtrada (0.5 μ m), tratada con luz ultravioleta y a 15 °C. Si los erizos están maduros, la expulsión de gametos será inmediata, caracterizándose las hembras por el color amarillo-naranja de sus huevos y los machos por el color blanquecino de sus espermios. A las hembras se les permite desovar por aproximadamente 1 a 1.5 horas. En cambio, los machos, al ser identificados, son retirados y dejados en ambiente seco y fresco, hasta ser utilizados en la fertilización.

La fertilización se realiza en recipientes de 50 L con agua de mar filtrada (0.5 μ m), tratada con luz ultravioleta y a 17-18°C. Se agregan 30 ml de huevos concentrados (aprox. 4.5 millones) por recipiente y 10 ml de solución de espermios. La solución de espermios se prepara con 1 ml de espermios (concentrado), diluidos en 200 ml de agua de mar. En la fertilización se logra una proporción de 1



huevo por 100 espermios. Luego, de 30 - 40 minutos los huevos fecundados decantan y se renueva la mitad del recipiente con agua de mar fresca filtrada (0.5 μ m), tratada con luz ultravioleta. Los huevos fecundados permanecen en los recipientes y pasan por estado 2, 4, 8, 16, 32 células, mórula, eclosionando a las 20 horas como una blástula nadadora, que se ubican en el tercio superior de la columna de agua. Las blástulas permanecen por 24 horas a 17-18 °C. A las 30-36 horas se alcanza el estado gástrula y las 44-48 horas el estado larva prisma.

El cultivo larval comienza con el traslado de larvas prismas a los estanques de cultivo larval. El sistema de cultivo utilizado es con recambio parcial de agua, ya que permite trabajar con mayores volúmenes (2.000 o 5.000 L). El recambio es parcial y debe realizarse como mínimo cada dos días y debe permitir la renovación de la mitad del agua del estanque. La temperatura ideal es de 17 a 18 ° C y la salinidad de 30 a 35 psu. La aireación debe ser constante, de fondo y aumentar conforme avanza el cultivo. El suministro de alimento es directo al estanque de cultivo y una o dos veces al día. La dieta comúnmente suministrada es una mezcla 1:1 de *Chaetoceros gracilis* e *Isochrysis galbana* y su concentración varía según el estado larval, entre 30.000 y 40.000 cél/mL.

El cultivo está en condiciones de ser inducido a la metamorfosis, cuando al menos un 50-60 % de las larvas están en condiciones premetamórficas. Es decir, cuerpo larval un tanto reducido, esbozo equiniano superior a 250 μ m y fundamentalmente observación de pies ambulacrales libres o en movimiento dentro del esbozo.

El cultivo de juveniles de 0.5 - 5.0 mm: el sistema básico de fijación de larvas consta de un estanque rectangular de fibra de vidrio (5.2 x 1.3 x 0.65 m; aproximadamente 4.400 L), cada uno con 20 sets compuestos de placas de fibra de vidrio transparente ensambladas con tuberías de PVC. Cada set tiene 25



placas de 40 x 50 cm. Las larvas premetamórficas son trasladadas a los estanques de fijación larval y permanecen en ella hasta que los erizos alcancen una talla de 5 mm. Con tallas superiores la dieta consiste en la clorófica *Ulva sp.*, para luego ser mezclada con la feófica *Macrocystis pyrifera*.

❖ ***Cryphiops caementarius***

El camarón de río es un animal ovíparo, unisexual y su reproducción ocurre a lo largo de todo el año, con mayor frecuencia entre los meses de enero a marzo.

La fertilización es externa y se produce durante el pasaje de los óvulos junto a la masa de espermatozoides en su salida de los gonoporos. Inmediatamente después de la expulsión de los huevos, la hembra los recoge entre sus pleópodos. Los huevos permanecen en incubación adheridos mediante las setas de sus pleópodos y el mucílago de los huevos. Estos serán removidos diariamente para desechar los huevos muertos y proveer de ventilación por corrientes de agua a las ovas, evitando así la presencia de hongos y protozoarios parásitos.

Estadios larvarios:

- Primer estadio larvario: Edad de 1 a 3 días, longitud de 2 a 2,1 mm.
- Segundo estadio larvario: Edad de 4 a 16 días, longitud de 2,2 a 2,35 mm.
- Tercer estadio larval: Edad 16 a 21 días, longitud de 2,4 a 2,8 mm.
- Cuarto estadio larval: Edad 21 días, longitud de 2,8 a 3 mm.

Las hembras producen huevos desde los 6 meses de edad; después de la fecundación el embrión pasa por varias fases larvarias (zoeas), para lo cual requiere diferentes salinidades, las que se producen con la mezcla del agua dulce



del río y del agua de mar en el delta del río; posteriormente las post larvas remontan el río hasta alcanzar zonas altas, donde se incrementa la supervivencia. Muchas veces en estas etapas se producen mortalidades debido al régimen hidrológico de los ríos, se forman charcas donde las larvas se ven atrapadas y son predadas por aves y mamíferos. En estado adulto la especie es muy agresiva, llegando incluso al canibalismo, principalmente en época de muda.

Entre las técnicas y modalidades de cultivo, el camarón es factible de ser manejado en su propia cuenca, mediante traslados de post larvas desde la parte baja del río hasta zonas de mayor altura. También se pueden trasladar post larvas de camarón de un río hacia otro a repoblar. Esta técnica debe practicarse anualmente en los ríos donde se trasladen camarones, con lo cual se puede mantener su abundancia.

❖ ***Paralichthys adpersus***

El lenguado chileno en la etapa de larvicultura, durante la época de desove y en los estanques en donde se encuentran los reproductores, se colocan colectores insertados en sistemas de recirculación de agua de mar, para recolectar diariamente los huevos fecundados. Luego se los clasifica para descartar los huevos recolectados que no estén fecundados y de mala calidad. Finalmente, se los instala en incubadoras, para que eclosionen y luego traspasarlos a los tanques de cultivo larval.

Para larvas de lenguado habitualmente se utilizan tanques circulares de policarbonato de 1.000 L de capacidad, con flujo de agua variables, iluminados con fotoperíodo 12 horas y con aireación constante.



La alimentación de las larvas después de la reabsorción del vitelo se realiza con rotíferos. Dependiendo del tamaño de la larva, se comienza a suministrar nauplius de *Artemia salina*. Finalmente, los juveniles de lenguado son alimentados con alimento balanceado de diferente tamaño y elaborado a base de harina de pescado.

5.1.2.2 Posibles riesgos ambientales

Riesgos ambientales: Gracilaria chilensis

- Los cultivos de pelillo forman obstáculos para las corrientes de agua, favoreciendo modificaciones en la granulometría de los sedimentos, típicamente, éstos tienden a incrementar el porcentaje de arena fina afectando la porosidad y permeabilidad del sustrato. La porosidad es el espacio total de los poros o de su volumen en la arena, en cambio, la permeabilidad se refiere a la tasa de flujo o drenaje de agua a través de ella. La arena fina aunque mantiene más agua que la arena gruesa, tiene la más baja permeabilidad debido a sus tamaños de poro más pequeños. Relativo a estas dos variables se encuentra la penetrabilidad, de suma importancia para la macrofauna de los fondos blandos. En este tipo de sustrato tienden a desaparecer los equinodermos, crustáceos e isópodos, y tienden a aumentar los poliquetos y moluscos predadores excavadores.
- Los efectos sobre la velocidad de las corrientes que ocasiona este cultivo, favorecen la sedimentación del material particulado incrementando los niveles de materia orgánica. Aumentan el valor de esta variable las algas que son desprendidas durante marejadas y se descomponen sobre el fondo marino.



- Eventualmente ante fenómenos naturales (marejadas) y durante las actividades de siembra y cosecha se desprenden parte de las macroalgas varando en la playa, adicionalmente, durante las actividades de secado las playas son tapizadas con restos de algas formando basureros que afectan la estética del entorno.
- Las macroalgas corresponden a organismos autótrofos que utilizan la luz solar, agua y compuestos inorgánicos para sintetizar los tejidos que la componen, desde este punto de vista genera un impacto positivo sobre el ambiente al capturar el exceso de nutrientes disuelto en el agua. Estudios entre especies emisoras de nutrientes y algas (Buschmann *et al.*, 1994, 1996; Chopin & Yarish, 1998; Chopin *et al.*, 1999b; Cohen & Neori, 1991; Cuomo *et al.*, 1997; Neori & Sphigel, 1999, Neori *et al.*, 1991, 1996, 1998; Petrel & Alie, 1996; Jiménez del Río *et al.*, 1996; Troell *et al.*, 1999, Troell *et al.*, 1997). Cuomo *et al.* (1997) en un cultivo integrado en Mar Piccolo (Italia) entre *Mytilus galloprovincialis* y *Gracilaria verrucosa*, encontró una interacción positiva, pudiendo remover el productor primario volúmenes de 24,9 g de nitrógeno/m²/año y de 2,25 g de fósforo/m²/año.



Cuadro 8

Síntesis: identificaci3n de impactos ambientales para el cultivo de *Gracilaria chilensis*.

<i>Gracilaria chilensis</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapas de cultivo	Altera la granulometría (porosidad, permeabilidad y penetrabilidad) Incrementa la materia orgánica	Disminuye la velocidad de las corrientes Reduce los niveles de nutrientes disueltos	Acumulaci3n de basura	Altera la abundancia y biodiversidad
Etapas de Cosecha			Acumulaci3n de basura	

Riesgos ambientales: *Argopecten purpuratus*

Etapas de Producci3n de semillas:

- Durante las etapas de hatchery vinculadas con la inducci3n al desove e inducci3n a la metamorfosis se utilizan compuestos químicos como hidróxido de potasio, cloruro de potasio, sulfato de serotonina, GABA, L-dopamina y epinefrina. Los dos primeros elementos forman parte del agua de mar y se utiliza normalmente en estanques con capacidad de 100 a 500 L de agua en concentraciones cercanas a 0,1 N, de manera que sería inapropiado pensar que podría causar alg3n efecto sobre el medio ambiente. Por otro lado, los demás elementos señalados corresponden a neurotransmisores usados en muy bajas concentraciones (50 a 100 µM) y que naturalmente son producidos por sistemas neurosecretorios de los invertebrados y vertebrados superiores bajo estructuras muy semejantes, su funci3n en los moluscos est3 involucrada con la locomoci3n (Barrowes y Cols., 1983), en la termorregulaci3n (Kavaliers y Hirst, 1984), en la conducta alimenticia



(Kavaliers y Hirst, 1987) y en el sistema inmunológico (Sonetti y Cols., 1997). Las bajas concentraciones utilizadas en los procedimientos de cultivo se diluyen al ser vertidas en los efluentes, logrando concentraciones bajo el límite de detección de los instrumentos. Por otro lado, estos elementos son rápidamente oxidados al contacto con oxígeno formando un compuesto sin actividad biológica y pequeñas cantidades de peróxido que rápidamente se reducen a agua.

- Durante los cultivos larvales y producción de semillas en el hatchery se generan productos de excreción (nutrientes, fecas y pseudofecas) y restos de alimento (microalgas) que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo materiales disueltos y particulados a través de los efluentes. El material disuelto contiene compuestos inorgánicos que favorecen la proliferación del fitoplancton alterando su abundancia y biodiversidad. Por otro lado, el material particulado contiene materia orgánica que al sedimentar enriquece el fondo marino alterando negativamente la distribución, abundancia y biodiversidad del bentos.
- Habitualmente, durante la producción de larvas se utiliza antibióticos de la familia de las quinolonas para combatir bacterias del género *Vibrio* y *Pseudomonas* en dosis azarosas, lo que puede generar resistencias extracromosomales al antibiótico y las bacterias resistentes pueden transferir esta resistencia a bacterias que tienen impacto en la salud pública.

Etapas de engorda:

- El ostión se cultiva al interior de linternas de cultivo, en número de aproximadamente 400 a 500 ejemplares juveniles/linterna, los que están evacuando en forma permanente productos de excreción en forma disuelta



(compuestos nitrogenados, fosfatos) y en forma particulada (fecas y pseudofecas). Las primeras son utilizados por algas alterando su distribución, abundancia y biodiversidad y las segundas, sedimentan elevando el enriquecimiento orgánico de la superficie del fondo marino, cuya descomposición puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificación y la reducción del sulfato. Con estos cambios, se puede incrementar los fitopigmentos, la abundancia de bacterias y se modifica la estructura y biomasa de la comunidad de la meiofauna y se puede reducir en forma localizada la distribución, abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica.

- Las linternas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes facilitando la sedimentación del material particulado generado por los ostiones y de otros organismos cultivados en el entorno.
- Durante las actividades de cultivo se liberan al ambiente, materiales de laboreo como cabos, mallas, flotadores, restos de linternas de cultivo y plásticos los que varan en las playas afectando negativamente la estética del entorno.
- Durante las actividades de desdobles se eliminan organismos incrustantes (picorocos, piures, choritos, tunicados, etc) y organismos muertos que afectan negativamente la composición del bentos. Durante esta actividad también se descartan los ostiones de pequeño tamaño o de bajo crecimiento, los que pueden afectar negativamente el patrimonio genético de los bancos naturales, sobre todo en lugares como Bahía Tongoy y Bahía Guanaqueros.



Etapa de cosecha:

- Durante las actividades de cosecha que se desarrollan en balsas se eliminan organismos incrustantes (picorocos, piures, choritos, tunicados, etc) y organismos muertos que afectan negativamente la composición del bentos. Durante esta actividad también se descartan los ostiones de pequeño tamaño o de bajo crecimiento, los que pueden afectar negativamente el patrimonio genético de los bancos naturales, sobre todo en lugares como Bahía Tongoy y Bahía Guanaqueros. Cuando la actividad de cosecha se desarrolla en plantas de proceso ubicadas en tierra, los ostiones son trasladados hasta el lugar se proceso y los restos de organismos incrustantes, restos de conchas y restos de partes blandas del ostión (manto, hepatopaneas, etc) son trasladados a basurales municipales que sirven de acopio ocasionando fetidez y proliferación de moscas.



Cuadro 9
Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de *Argopecten purpuratus*.

<i>Argopecten purpuratus</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapa producción de semillas		Sólidos particulados Nutrientes		Resistencia bacteriana
Etapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado Nutrientes	Basura	Abundancia y biodiversidad Liberación de epibiontes Liberación de organismos de bajo crecimiento
Etapa de Cosecha	Materia orgánica		Basura	Abundancia y biodiversidad. Liberación de epibiontes Liberación de organismos enanos



Riesgos ambientales: *Crassostrea gigas*

Etapas de Producción de semillas:

- Al igual que los cultivos larvales del ostión del norte, anteriormente descrito, los cultivos de ostra del pacífico genera productos de excreción (nutrientes, fecas y pseudofecas) y restos de alimento (microalgas) que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo materiales disueltos y particulados por los efluentes. El material favorece la proliferación del fitoplancton alterando su abundancia y biodiversidad. Tiende a sedimentar, enriqueciendo el fondo marino y alterando negativamente la abundancia y biodiversidad del bentos.
- Durante las etapas de producción de semillas se instalan mallas en los efluentes con la finalidad de evitar escapes de individuos por esta vía, sin embargo, durante esta actividad pueden ocurrir escapes generando alteraciones en la estructura de la comunidad bentónica.
- El uso de antibióticos, principalmente de la familia de las quinolonas es una constante en los cultivos larvales de especies de importancia comercial. En ocasiones durante el cultivo de la ostra se utiliza este elemento para combatir bacterias del género *Vibrio* y *Pseudomonas* en dosis totalmente azarosas, lo que puede generar resistencias extracromosomales al antibiótico y las bacterias resistentes pueden transferir esta resistencia a bacterias que tienen impacto en la salud pública.



Etapa de engorda:

- La ostra se cultiva al interior de linternas de cultivo y al igual que los demás bivalvos, están evacuando material orgánico disuelto de manera permanente en la forma de compuestos nitrogenados y fosfatos, por otro lado también evacúan material en forma particulada (fecas y pseudofecas).
- Las estructuras formadas por linternas de cultivo tienen efectos sobre la velocidad y dirección de las corrientes facilitando la sedimentación del material particulado generado por las ostras y de otros organismos cultivados en el entorno.
- Al igual que para el cultivo de otros bivalvos, se liberan al ambiente materiales de laboreo como cabos, mallas, flotadores, restos de linternas de cultivo y plásticos los que varan en las playas afectando negativamente la belleza del entorno.

Etapa de cosecha:

- En ocasiones, durante las actividades de cosecha de ostras que se desarrollan en balsas se eliminan organismos incrustantes (picorocos, piures, choritos, tunicados, etc) y organismos muertos que afectan negativamente la composición del bentos. Por otro lado, cuando la actividad de cosecha se desarrolla en las instalaciones de las plantas de proceso ubicadas en tierra las ostras son trasladados hasta el lugar de proceso y los restos de conchas y organismos incrustantes son trasladados a basurales municipales que sirven de acopio, desechos que acarrearán fetidez y proliferación de moscas.



Cuadro 10
Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de
Crassostrea gigas:

<i>Crassostrea gigas</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapa producción de semillas		Sólidos particulados Nutrientes		Resistencia bacteriana
Etapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado Nutrientes	Basura	Abundancia y biodiversidad. Liberación de epibiontes
Etapa de Cosecha	Materia orgánica		Basura	Abundancia y biodiversidad. Liberación de epibiontes

Riesgos ambientales: *Haliotis discus hannai*

Etapa de Producción de semillas:

- Durante las actividades relacionadas con cultivos larvarios y producción de semillas en el hatchery de este gastrópodo se generan productos de excreción como nutrientes, fecas y pseudofecas, por otro lado, también se producen restos de alimentos (microalgas) que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo materiales disueltos y particulados por los efluentes. Este material disuelto contiene compuestos inorgánicos (nutrientes) que favorecen la proliferación del fitoplancton y en el corto plazo pueden alterar su abundancia



y biodiversidad. En cuanto al material particulado, éste contiene materia orgánica que al ser vertido por los efluentes pueden sedimentar y enriquecer el fondo marino con material en vías de descomposición pudiendo alterar negativamente la distribución, abundancia y biodiversidad del bentos.

- Durante las etapas de producción de semillas se instalan mallas en los efluentes con la finalidad de evitar escapes de individuos por esta vía, sin embargo, los escapes podrían ocurrir ocasionando efectos no cuantificados al ecosistema.
- En las instalaciones se generan residuos líquidos domiciliarios relacionados con servicios higiénicos, casinos y camarines, residuos que pueden ser retenidos de manera defectuosa por los sistemas de tratamiento y pueden ser vertidos a las bahías.
- Durante la producción de larvas, comúnmente, se utiliza antibióticos de la familia de las quinolonas u otros que tienen amplio espectro para combatir bacterias del género *Vibrio* y *Pseudomonas* en dosis totalmente azarosas, acción que puede generar resistencias extracromosomales al antibiótico y las bacterias resistentes pueden transferir esta resistencia a bacterias que tienen impacto en la salud pública.

Etapas de engorda:

- Durante el período de engorda en piletas se generan productos de excreción compuestos por nutrientes, fecas y pseudofecas, y restos de alimentos formados por restos de macroalgas que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo a medio ambiente compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos y particulados a través de los efluentes. El material disuelto contiene compuestos inorgánicos que favorecen la proliferación del fitoplancton



alterando su abundancia y biodiversidad. Por otro lado, el material particulado contiene materia orgánica que al sedimentar enriquece el fondo marino alterando negativamente la abundancia y biodiversidad del bentos.

- Se producen alteraciones a nivel ecológico debido a que este gastrópodo requiere una gran cantidad de macroalgas en muy buen estado para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Por otro lado, la utilización de macroalgas afecta los invertebrados que utilizan sus discos de fijación como áreas de reclutamiento, refugio y alimentación.
- Durante la etapa de engorda se instalan mallas en los efluentes con la finalidad de evitar escapes de individuos por esta vía, sin embargo, los escapes podrían ocurrir ocasionando efectos no cuantificados al ecosistema, por competencias con otros moluscos herbívoros nativos (lapas, chitones y erizos).

Cuadro 11

Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de *Haliotis discus hannai*:

<i>Haliotis discus hannai</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapa producción de semillas	Materia orgánica	Sólidos particulados		Resistencia bacteriana
		Nutrientes		Escapes
Etapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado	Basura	Abundancia y biodiversidad.
		Nutrientes		Escapes



Riesgos ambientales: *Haliotis rufescens*

Etapas de Producción de semillas:

- Durante los cultivos larvarios y producción de semillas en el hatchery se generan los mismos inconvenientes descritos para el cultivo del abalon verde, referidos a la eliminación de productos de excreción como nutrientes, fecas y pseudofecas, además de restos de alimentos como microalgas que en ocasiones pueden no ser adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, pudiendo verter materiales disueltos y particulados por los efluentes. El material disuelto contiene compuestos inorgánicos que favorecerían la proliferación del fitoplancton alterando su abundancia y biodiversidad. Por otro lado, el material particulado contiene materia orgánica que al sedimentar enriquecería el fondo marino alterando negativamente la abundancia y biodiversidad del bentos.
- Durante las etapas de producción de semillas existe especial preocupación en evitar los escapes de semillas, instalando para ello, mallas de diferentes tramas según los tamaños de los ejemplares que permanecen en cultivo. Cabe destacar, que el escape de ejemplares jóvenes por los efluentes en zonas con fondo duro podrían ser desastrosas ocasionando efectos no cuantificados al ecosistema.
- Al igual que en cualquier instalación de hatchery se generan residuos líquidos domiciliarios relacionados con los servicios higiénicos, casinos y camarines, residuos que pueden ser retenidos de manera defectuosa por los sistemas de tratamiento con el riesgo permanente de ser vertidos a las bahías.
- Durante la producción de larvas se utilizan antibióticos del tipo de las quinolonas u otros antibióticos de amplio espectro para combatir bacterias generalmente del género *Vibrio* y *Pseudomonas* en dosis totalmente



azarosas, acción que puede generar resistencias extracromosomales al antibiótico y las bacterias resistentes pueden transferir esta resistencia a bacterias que tienen impacto en la salud pública.

Etapas de engorda:

- En el período de engorda se generan productos de excreción como nutrientes, fecas y pseudofecas, y restos de alimentos como restos de frondas de macroalgas que en ocasiones no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamientos de agua, vertiendo materiales disueltos y particulados por los efluentes. El material disuelto contiene compuestos inorgánicos que favorecían la proliferación del fitoplancton pudiendo alterar su abundancia y biodiversidad. Por otro lado, el material particulado contiene materia orgánica que al sedimentar enriquece el fondo marino alterando negativamente la abundancia y biodiversidad del bentos.
- El cultivo de este gastrópodo puede producir alteraciones a nivel ecológico ya que requiere una gran cantidad de macroalgas en muy buen estado para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Además, la utilización de macroalgas afecta la abundancia de los invertebrados que utilizan sus discos de fijación como áreas de reclutamiento, refugio y alimentación.
- Durante el cultivo de esta especie, el riesgo de escapes es un problema serio, motivo por el cual los cultivadores instalan mallas en los efluentes con la finalidad de atrapar semillas que utilizan esta vía de escape. Pese a ello, los escapes podrían ocurrir ocasionando efectos no cuantificados al ecosistema, por competencias con otros moluscos herbívoros nativos como lapas, chitones y equinodermos como el erizo.



Cuadro 12

Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de *Haliotis rufescens*:

<i>Haliotis rufescens</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapas producción de semillas	Materia orgánica	Sólidos particulados Nutrientes		Resistencia bacteriana Escapes
tapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado Nutrientes	Basura	Abundancia y biodiversidad. Escapes

Riesgos ambientales: *Cherax tenuimanus*

- Se pueden generar efectos negativos con aguas servidas domiciliarias, producto de baños y operación del plantel vertidos en efluentes líquidos. En general, estos residuos son vertidos a pozos sépticos provistos de tapas de cemento herméticas y el tratamiento de estos residuos son, considerando su vida útil, la que señala la normativa nacional.
- Residuos sólidos correspondientes a los sólidos en suspensión y decantables retenidos en la planta de tratamiento de efluentes del cultivo, los cuales son retirados y secados al sol en una cancha de secado y cubierto por una malla tal como lo establece la normativa.



Cuadro 13

Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de
Cherax tenuimanus:

<i>Cherax tenuimanus</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapa producción de juveniles	Materia orgánica	Sólidos particulados Nutrientes		Resistencia bacteriana
Etapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado Nutrientes	Basura	Abundancia y biodiversidad.

Riesgos ambientales *Scophthalmus maximus*

- Residuos en las plantas de procesamiento, generados principalmente en la etapa de corte y eviscerado, constituidos por cabezas, colas y vísceras del pez. Parte de estos residuos son reutilizados como materia prima por las empresas productoras de harina de pescado y el resto se traslada a vertederos municipales en donde genera malos olores y proliferación de moscas.
- Residuos generados en el proceso de envasado y corresponde a bolsas de papel o plástico, cajas de cartón que contienen pigmentos, restos de pigmento en polvo, envases de pintura con defectos de fabricación, bolsas de envasado, filtros usados, borras endurecidas de producto concentrado y, en algunos casos lodos de tratamiento y borras de destilación de solventes. Uno de los problemas más grandes relacionado a este tipo de residuos, es que al efectuarse el aseo en las zonas de operación, ellos son acumulados y mezclados en algún tipo de recipiente, para enviarlos, finalmente, al vertedero municipal.
- Los residuos líquidos están principalmente compuestos por materia orgánica con un alto contenido en proteínas, grasas y sólidos suspendidos. En general, los flujos de líquido son altos, debido a la gran cantidad de agua que se



requiere para los procesos. Los compuestos que conforman los efluentes de las aguas de lavado, drenado y dosificaci3n son, por lo general, evacuadas en el sistema de alcantarillado con alg3n grado de tratamiento previo referido a la retenci3n de s3lidos.

- Eventos de escape de larvas o juveniles desde los hatcheries y que 3stos tengan la posibilidad de crear una poblaci3n, desconoci3ndose los da3os ecol3gicos que esta situaci3n podr3a provocar sobre los recursos biol3gicos nativos. Sin embargo, se debe tener presente que para que una especie introducida o nativa pueda formar una poblaci3n en un ambiente cualquiera, se tiene que cumplir con al menos cuatro siguientes aspectos (Tsukamoto, 1993):
 1. H3bitat en que ocurra el escape: Debe ser lo m3s semejante al lugar en que se desarrolla el alevinaje de la especie, ya que esto ser3 determinante para la supervivencia, dispersi3n y crecimiento de la especie.
 2. 3poca en que ocurra el escape: Esta debe coincidir con el periodo de mayor crecimiento anual, puesto que facilitar3a la adaptaci3n al nuevo medio, al ser 3ste m3s favorable. En especies migratorias, ser3 trascendental si el escape ocurre en fechas en que la tendencia natural sea la migraci3n inmediata.
 3. Tama3o del pez cuando ocurra un escape: Los tama3os m3s grandes tienden a estar asociados a mayores supervivencias. Se debe tener presente que algunas especies tienen migraciones reproductivas y migraciones tr3ficas.
 4. Habilidad de los peces para sobrevivir al nuevo medio: Es importante la calidad de la larva o del juvenil al momento que se genera el escape. Las condiciones de estr3s, alimenticias y su capacidad antipredatoria ser3 fundamentales para sobrevivir en este nuevo medio.



Cuadro 14

Síntesis: identificaci3n de impactos ambientales para el cultivo de
Scophthalmus maximus:

<i>Scophthalmus maximus</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapa de hatchery	Materia orgánica	S3lidos particulados		Resistencia bacteriana
		Nutrientes		Abundancia y biodiversidad
Etapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado	Basura	Abundancia y biodiversidad
		Nutrientes		

Riesgos ambientales: *Loxechinus albus*

- Se generan efluentes con residuos líquidos cargados con material particulado, restos de microalgas y nutrientes provenientes de agua de mar utilizada en los estanques de cultivo.
- Se producen alteraciones a nivel ecol3gico debido a que este equinodermo requiere una gran cantidad de macroalgas en muy buen estado para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Por otro lado, la utilizaci3n de macroalgas afecta a los invertebrados que utilizan sus discos de fijaci3n como áreas de reclutamiento, refugio y alimentaci3n.
- Se produce liberaci3n de heces y pequeños trozos de algas al medio cuando no son adecuadamente retenidos por los sistemas de tratamiento de riles, los que sedimentan a orillas del mar ocasionando olores desagradables producto de la descomposici3n anaer3bica.



Cuadro 15

Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de *Loxechinus albus*:

<i>Loxechinus albus</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Etapa de hatchery	Materia orgánica	Sólidos particulados		Resistencia bacteriana
		Nutrientes		Abundancia y biodiversidad
Etapa de engorda	Materia orgánica	Material particulado	Basura	Abundancia y biodiversidad
		Nutrientes		

Riesgos ambientales: *Cryphiops caementarius*

- Se generan efluentes con residuos líquidos cargados con material particulado y nutrientes provenientes de los arroyos.
- Perturbaciones del hábitat debido a la cualidad de refugiarse en el interior de las cuevas que construye con limo entre las piedras, huecos y hiervas.
- Podría generar perturbaciones ecológicas debido a los requerimientos dietarios, en caso de tratarse de cultivos masivos.
- Las técnicas de cosecha utilizadas podrían alterar el fondo de los arroyos liberando material particulado que afectaría la sobrevivencia de los demás organismos que comparten el hábitat.



Cuadro 16

Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de
Cryphiops caementarius:

<i>Cryphiops caementarius</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Ciclo de producción	Materia orgánica	Sólidos particulados Nutrientes	Basura	Abundancia y biodiversidad

Riesgos ambientales: *Paralichthys adpersus*

- Se generan efluentes con residuos líquidos cargados con material particulado, restos de microalgas y nutrientes provenientes de agua de mar utilizada en los estanques de cultivo.

Cuadro 17

Síntesis: identificación de impactos ambientales para el cultivo de
Paralichthys adpersus:

<i>Paralichthys adpersus</i>	Sedimentos	Columna de agua	Playas	Bentos
Ciclo de producción	Materia orgánica	Sólidos particulados Nutrientes	Basura	Abundancia y biodiversidad



5.1.2.3 Ponderación del impacto ambiental por producción

Cuadro 18
Calificación de impactos: *Gracilaria chilensis*

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	En las áreas en que se cultiva pelillo aumenta la resistencia al flujo de las corrientes y con ello, se altera la granulometría del sector afectando la porosidad, permeabilidad y penetrabilidad de los sedimentos alterando la abundancia y biodiversidad del bentos. También se modifica la dinámica de sedimentación ocasionando enriquecimiento orgánico puntual.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La intensidad de los efectos será dependiente de la extensión ocupada por los cultivos, sin embargo, es bajo por tratarse de bahías sujetas a continuas marejadas que reducen los efectos descritos.	Baja	0,1
Extensión (E)	Tiene efecto puntual, causando alteraciones solo sobre la superficie cultivada por la macroalga.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de la macroalga es cierto.	Cierto	9-10



Calificación ambiental (CA) = $(-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 10 = -2,2$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto bajo.

➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	El pelillo es una macroalga autótrofa que captura el exceso de nutrientes del agua y con ello evita florecimientos del fitoplancton que pueden ser dañinos para el ecosistema.	Positivo	+1
Intensidad (I)	La magnitud del fenómeno para <i>G. verrucosa</i> es de 24,9 g de nitrógeno/m ² /año y de 2,25 g de fósforo/m ² /año, generando una baja intensidad de captura de nutrientes.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será rápido.	Rápido (1 a 6 meses)	0,7 – 0,8
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de la macroalga es cierto.	Cierto	9-10

Calificación ambiental (CA) = $(+1) * ((0,1+0,7+0,2+0,8+0,3)/5) * 10 = 4,2$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería positivo con impacto medio.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	El pelillo en todas sus etapas de su ciclo productivo, inclusive las etapas posteriores como el secado del alga en playas ocasiona la acumulación de basura en las playas, generando un efecto negativo sobre el entorno.	Negativo	-1
Intensidad (I)	Durante las actividades de secado del alga, las playas permanecen completamente ocupadas por la faena. Por otro lado, los varamientos son permanentes y la cantidad de alga que llega a las playas depende de las marejadas y de faenas de siembra y cosecha. La intensidad es alta.	Alta	0,7
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será rápido.	Rápido (1 a 6 meses)	0,7 – 0,8
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de la macroalga es cierto.	Cierto	9-10

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,7+0,7+0,2+0,8+0,3)/5) * 10 = -5,4$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto medio.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	El pelillo durante su ciclo de producción genera alteraciones en la granulometría de los sedimentos, los cuales afectan negativamente la abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La intensidad del efecto es baja considerando que existen marejadas las que pueden restablecer la granulometría original y evitar mayores alteraciones en el bentos.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de la macroalga es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto bajo.



Cuadro 19
Calificación de impactos: *Argopecten purpuratus*

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	El cultivo de esta especie incrementa el material particulado en suspensión (fecas y pseudofecas) las cuales sedimentan aumentando la concentración de materia orgánica en los sedimentos, cuya descomposición puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificación y la reducción del sulfato.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de los sedimentos por esta vía es muy alta. Para tener una aproximación, 500 cuerdas de mitílidos de 8 m con sus epibiontes producen 150 a 260 ton de materia orgánica por año.	Muy alta	1
Extensión (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo entre 3 a 4 años.	Media (3 a 4 años)	0,3 – 0,4
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será lento.	Lento (12 a 24 meses)	0,3 – 0,4
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían parcialmente reversibles.	Parcialmente reversible	0,4 – 0,7
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo del ostión del norte es cierto.	Cierto	9-10

Calificación ambiental (CA) = $(-1) * ((1+0,7+0,4+0,4+0,7)/5) * 10 = -4,4$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto,



el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto medio.

➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado en suspensión (fecas y pseudofecas) y en forma disuelta (compuestos nitrogenados y fosfatos). En los efluentes de los hatcheries es posible encontrar microalgas.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la columna de agua por esta vía es muy alta. Para tener una aproximación, 500 cuerdas de mitílidos de 8 m con sus epibiontes producen 660 kg de amonio por año.	Muy alta	1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 3 a 4 años.	Media (3 a 4 años)	0,3 – 0,4
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será rápido.	Rápido (1 a 6 meses)	0,7 – 0,8
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de ostión del norte es cierto.	Cierto	9-10

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (+1) * ((1+0,7+0,4+0,8+0,3)/5) * 10 = -6,4$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto medio.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Los cultivos de ostiones en sus etapas de producción de semillas, engorda y cosecha provocan la acumulación de basura en las playas y borde costero, ocasionando un efecto negativo sobre el entorno.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la playa o borde costero por esta vía sería mediana.	Mediana	0,4
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será lento.	Lento (12 a 24 meses)	0,3 – 0,4
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo del ostión del norte es muy probable.	Muy probable	7-8

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,4+0,7+0,2+0,4+0,3)/5) * 8 = -3,2$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto medio.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Los cultivos de ostión del norte en su etapa de engorda y cosecha afectan negativamente al bentos. El enriquecimiento orgánico incrementa la abundancia de bacterias, modifica la estructura y biomasa de la comunidad de la meiofauna y se puede reducir en forma localizada la abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica. Durante los desdobles se libera al mar organismos muertos y epibiontes los que afectan la organización del bentos. Durante los desdobles se libera al mar ostiones pequeños que corresponden a organismos de bajo crecimiento los cuales afectan negativamente el patrimonio genético de los bancos naturales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración del bentos por esta vía sería muy alta.	Muy alta	1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo entre los 5 a 10 años.	Larga (entre 5 a 10 años)	0,5 – 0,7
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían parcialmente reversibles.	Parcialmente reversible	0,4 – 0,7
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades cierto.	Cierto	9-10

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((1+0,7+0,7+0,2+0,7)/5) * 10 = -6,6$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto medio.



Cuadro 20
Calificaci3n de impactos: *Crassostrea gigas*

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	El cultivo de esta especie incrementa el material particulado en suspensi3n (fecas y pseudofecas) las cuales sedimentan aumentando la concentraci3n de materia orgánica en los sedimentos, cuya descomposici3n puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificaci3n y la reducci3n del sulfato.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de los sedimentos por esta vía es muy alta. Para tener una aproximaci3n, 500 cuerdas de mitílidos de 8 m con sus epibiontes producen 150 a 260 ton de materia orgánica por ańo.	Muy alta	1
Extensi3n (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo entre 3 a 4 ańos.	Media (3 a 4 ańos)	0,3 – 0,4
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será lento.	Lento (12 a 24 meses)	0,3 – 0,4
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían parcialmente reversibles.	Parcialmente reversible	0,4 – 0,7
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades de cultivo de la ostra del pacífico es cierto.	Cierto	9-10

Calificaci3n ambiental (CA) = (-1) * ((1+0,7+0,4+0,4+0,7)/5) * 10 = -4,4

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto medio.



➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado en suspensión (fecas y pseudofecas) y en forma disuelta (compuestos nitrogenados y fosfatos). En los efluentes de los hatcheries es posible encontrar microalgas.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la columna de agua por esta vía es muy alta. Para tener una aproximación, 500 cuerdas de mitílidos de 8 m con sus epibiontes producen 660 kg de amonio por año.	Muy alta	1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 3 a 4 años.	Media (3 a 4 años)	0,3 – 0,4
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será rápido.	Rápido (1 a 6 meses)	0,7 – 0,8
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de la ostra del pacífico es cierto.	Cierto	9-10

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (+1) * ((1+0,7+0,4+0,8+0,3)/5) * 10 = -6,4$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto medio.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Los cultivos de ostiones en sus etapas de producción de semillas, engorda y cosecha provocan la acumulación de basura en las playas y borde costero, ocasionando un efecto negativo sobre el entorno.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la playa o borde costero por esta vía sería mediana.	Mediana	0,4
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será lento.	Lento (12 a 24 meses)	0,3 – 0,4
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo de la ostra del pacífico es muy probable.	Muy probable	7-8

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,4+0,7+0,2+0,4+0,3)/5) * 8 = -3,2$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Los cultivos de ostión del norte en su etapa de engorda y cosecha afectan negativamente al bentos. El enriquecimiento orgánico incrementa la abundancia de bacterias, modifica la estructura y biomasa de la comunidad de la meiofauna y se puede reducir en forma localizada la abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica. Durante los desdobles se libera al mar organismos muertos y epibiontes los que afectan la organización del bentos.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración del bentos por esta vía sería muy alta.	Muy alta	1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo entre los 5 a 10 años.	Larga (entre 5 a 10 años)	0,5 – 0,7
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían parcialmente reversibles.	Parcialmente reversible	0,4 – 0,7
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades cierto.	Cierto	9-10

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((1+0,7+0,7+0,2+0,7)/5) * 10 = -6,6$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto medio.



Cuadro 21

Calificación de impactos: *Haliotis discus hannai* y *Haliotis rufescens*.

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	El cultivo de esta especie incrementa el material particulado en suspensión (fecas, pseudofecas y restos de alimento) las cuales son vertidos en los efluentes aumentando la concentración de materia orgánica en los sedimentos cercanos a los efluentes, cuya descomposición puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificación y la reducción del sulfato.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de los sedimentos por esta vía es baja debido a que los sistemas de tratamientos de efluentes retienen casi la totalidad de estos elementos.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades sería probable.	Probable	4-6



$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto bajo.

➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado, restos de macroalgas y nutrientes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la columna de agua por esta vía es baja.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo corto hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es poco probable.	Poco probable	1-3

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (+1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,66$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Durante las actividades de cultivo se generan desechos que en ocasiones se constituyen en basurales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la playa o borde costero por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades de cultivo es probable.	Probable	4-6

Calificaci3n ambiental (CA) = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Durante el ciclo de producción se utilizan antibióticos los cuales pueden producir resistencias bacterianas. Se producen alteraciones a nivel ecológico debido a que este gastrópodo requiere una gran cantidad de macroalgas en muy buen estado para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Por otro lado, la utilización de macroalgas afecta a los invertebrados que utilizan sus discos de fijación como áreas de reclutamiento, refugio y alimentación. Adicionalmente, se pueden producir escapes cuyos ejemplares se pueden constituir como competidores de moluscos herbívoros nativos.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración del bentos por esta vía sería muy alta.	Muy alta	1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel regional debido a la necesidad de recolectar macroalgas para su alimentación.	Regional	0,8 – 1,0
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo entre los 5 a 10 años.	Larga (entre 5 a 10 años)	0,5 – 0,7
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían parcialmente reversibles.	Parcialmente reversible	0,4 – 0,7
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es cierto.	Cierto	9-10

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((1+1+0,7+0,2+0,7)/5) * 10 = -7,2$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 4 y 7, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto medio.

**Cuadro 22**Calificación de impactos: *Cherax tenuimanus*.**➤ Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	El cultivo de esta especie incrementa el material particulado en suspensión (fecas, pseudofecas y restos de alimento) las cuales son vertidos en los efluentes aumentando la concentración de materia orgánica en los sedimentos cercanos a los efluentes, cuya descomposición puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificación y la reducción del sulfato.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de los sedimentos por esta vía es baja debido a que los sistemas de tratamientos de efluentes retienen casi la totalidad de estos elementos.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades sería probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado y nutrientes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la columna de agua por esta vía es baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo corto hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades es poco probable.	Poco probable	1-3

Calificaci3n ambiental (CA) = (+1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,66

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Durante las actividades de cultivo se generan desechos que en ocasiones se constituyen en basurales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la playa o borde costero por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades de cultivo es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificaci3n ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Durante su ciclo de producción se incuban bacterias las que son vertidas en los efluentes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración del bentos por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es probable.	Probable	1-3

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,9$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto bajo.



Cuadro 23
Calificaci3n de impactos: *Scophthalmus maximus*.

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	El cultivo de esta especie incrementa el material particulado en suspensi3n (fecas, pseudofecas y restos de alimento) las cuales son vertidos al mar aumentando la concentraci3n de materia orgánica en los sedimentos cercanos a los cultivos, cuya descomposici3n puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueva la amonificaci3n y la reducci3n del sulfato.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de los sedimentos por esta vía es baja debido a que los sistemas de tratamientos de efluentes retienen casi la totalidad de estos elementos.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades sería probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificaci3n ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado y nutrientes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la columna de agua por esta vía es baja.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo corto hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es poco probable.	Poco probable	1-3

Calificación ambiental (CA) = (+1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,66

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Durante las actividades de cultivo se generan desechos que en ocasiones se constituyen en basurales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la playa o borde costero por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades de cultivo es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificaci3n ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Existe la posibilidad de escapes de larvas o juveniles y que éstos tengan la posibilidad de crear una población, desconociéndose el daño ecológico que esta situación podría provocar sobre los recursos biológicos nativos.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración del bentos por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel regional.	Regional	0,8 – 1,0
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es probable.	Probable	4-6

Calificación ambiental (CA) = $(-1) * ((0,1+1+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -2,1$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto bajo.



Cuadro 24
Calificación de impactos: *Loxechinus albus*.

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	En la etapa de desarrollo larval se generan residuos (fecas y microalgas), los que son vertidos por los efluentes y pueden llegar a formar parte del material sedimentario. En la etapa de engorda se generan residuos (fecas, restos de microalga y restos de alimento artificial) los que sedimentan en el fondo marino elevando el enriquecimiento orgánico de los sedimentos, cuya descomposición puede incrementar la demanda de oxígeno y generar un ambiente anaeróbico que promueven la amonificación y la reducción del sulfato.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de los sedimentos por la vía de los efluentes es baja debido a que los sistemas de tratamientos de efluentes que retienen casi la totalidad de estos elementos. Los impactos generados en la etapa de engorda serán considerable dependiendo de la magnitud del cultivo. Para la región en estudio, estos cultivos son insipientes, por ello, la intensidad del efecto es mediana.	Mediana	0,4
Extensión (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades sería probable.	Probable	4-6



Calificaci3n ambiental (CA) = (-1) * ((0,4+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -2,1

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos ser3a negativo con impacto bajo.

➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Par3metro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Car3cter (Ca)	Estos organismos producen material particulado y nutrientes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la columna de agua por esta v3a es baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del 3rea alterada por el impacto afecta el 3rea a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo corto hasta 2 a3os.	Corta (hasta 2 a3os)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardar3a en desarrollarse o que evoluciona completamente ser3a muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua ser3an reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades es poco probable.	Poco probable	1-3

Calificaci3n ambiental (CA) = (+1) * ((0,1+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,9

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua ser3a negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Durante las actividades de cultivo se generan desechos (restos de jaulas de cultivo, mallas, cabos, restos de testa e intestinos de erizo) que en ocasiones se constituyen en basurales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la playa o borde costero por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades de cultivo es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificaci3n ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Este equinodermo es un animal herbívoro, que en su etapa de engorda consume grandes cantidades de macroalgas fresca (0,5 g/erizo/día) y de alimento artificial (0,3 g/erizo/día con 70 % de alga seca). Por otro lado afecta localmente la abundancia y diversidad del bentos al generar restos de alimento y fecas que se acumulan en el fondo marino y enriquecen con materia orgánica los sedimentos bajo las instalaciones de cultivo.	Negativo	-1
Intensidad (I)	Dependiendo de la envergadura de los cultivos, la alteración del bentos por esta vía sería mediana a muy alta.	Mediana	0,4
Extensión (E)	Dependiendo de la envergadura de los cultivos, la magnitud del área alterada por el impacto afectaría el área a nivel local hasta un nivel regional.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,4+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -2,1$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto bajo.



Cuadro 25
Calificaci3n de impactos: *Cryphiops caementarius*.

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Durante la etapa de desarrollo larval se generan residuos líquidos cargados con material particulado (microalgas y fecas) que sedimentan e incentivan el enriquecimiento orgánico. En la etapa de engorda, los ejemplares ocasionan perturbaciones al hábitat debido a su cualidad de refugiarse en el interior de cuevas que construyen con limo entre las piedras, huecos y hiervas.	Negativo	-1
Intensidad (I)	Los impactos generados en ambas etapas serán considerables dependiendo de la magnitud del cultivo. Para la regi3n en estudio, estos cultivos son insipientes, por ello, la intensidad del efecto es baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades sería probable.	Probable	4-6

Calificaci3n ambiental (CA) = (-1) * ((0,1+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,8

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado y nutrientes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la columna de agua por esta vía es baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo corto hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades es poco probable.	Poco probable	1-3

$$\text{Calificaci3n ambiental (CA)} = (+1) * ((0,1+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,9$$

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Durante las actividades de cultivo se generan desechos (restos de estanques, cabos y mangueras) que en ocasiones se constituyen en basurales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la playa o borde costero por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades de cultivo es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificaci3n ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Se trata de un crustáceo que se alimenta de zooplankton y otros organismos del bentos, acción que dependiendo de la magnitud en que se desarrolle puede generar perturbaciones ecológicas sobre el ecosistema. Por otro lado, las técnicas de cosecha utilizadas podrían alterar el fondo de los arroyos liberando material particulado que afectaría la sobrevivencia de los demás organismos del bentos.	Negativo	-1
Intensidad (I)	Dependiendo de la envergadura de los cultivos, la alteración del bentos por esta vía sería mediana a alta.	Mediana	0,4
Extensión (E)	Dependiendo de la envergadura de los cultivos, la magnitud del área alterada por el impacto afectaría el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,4+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -2,1$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto bajo.



Cuadro 26
Calificación de impactos: *Paralichthys adpersus*.

➤ **Efecto sobre los sedimentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)		Negativo	-1
Intensidad (I)	Los impactos generados en ambas etapas serán considerables dependiendo de la magnitud del cultivo. Para la región en estudio, estos cultivos son insipientes, por ello, la intensidad del efecto es baja.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área afectada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el sedimento serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades sería probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,8$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre los sedimentos sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la columna de agua.**

Parámetro	Descripci3n	Rango	Calificaci3n
Carácter (Ca)	Estos organismos producen material particulado y nutrientes.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteraci3n de la columna de agua por esta vía es baja.	Baja	0,1
Extensi3n (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duraci3n (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo corto hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la columna de agua serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecuci3n de las actividades es poco probable.	Poco probable	1-3

Calificaci3n ambiental (CA) = (+1) * ((0,1+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 3 = -0,9

La calificaci3n ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la columna de agua sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre la playa y borde costero.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Durante las actividades de cultivo se generan desechos (restos de estanques, cabos y mangueras) que en ocasiones se constituyen en basurales.	Negativo	-1
Intensidad (I)	La alteración de la playa o borde costero por esta vía sería baja.	Baja	0,1
Extensión (E)	La magnitud del área alterada por el impacto afecta el área a nivel puntual.	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo menor a los 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre la playa o borde costero serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades de cultivo es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,1+0,3+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -1,3$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre la playa o borde costero sería negativo con impacto bajo.



➤ **Efecto sobre el bentos.**

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
Carácter (Ca)	Se trata de un crustáceo que se alimenta de zooplancton y otros organismos del bentos, acción que dependiendo de la magnitud en que se desarrolle puede generar perturbaciones ecológicas sobre el ecosistema. Por otro lado, las técnicas de cosecha utilizadas podrían alterar el fondo de los arroyos liberando material particulado que afectaría la sobrevivencia de los demás organismos del bentos.	Negativo	-1
Intensidad (I)	Dependiendo de la envergadura de los cultivos, la alteración del bentos por esta vía sería mediana a alta.	Mediana	0,4
Extensión (E)	Dependiendo de la envergadura de los cultivos, la magnitud del área alterada por el impacto afectaría el área a nivel local.	Local	0,4 – 0,7
Duración (Du)	Las repercusiones causadas por el impacto se pueden valorar en un tiempo hasta 2 años.	Corta (hasta 2 años)	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	El tiempo en que el impacto tardará en desarrollarse o que evoluciona completamente será muy lento.	Muy lento (> 24 meses)	0,1 – 0,2
Reversibilidad (Re)	Los efectos que causan los impactos sobre el bentos serían reversibles.	Reversible	0,1 – 0,3
Riesgo de ocurrencia (Ro)	La probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades es probable.	Probable	4-6

$$\text{Calificación ambiental (CA)} = (-1) * ((0,4+0,7+0,2+0,2+0,3)/5) * 6 = -2,1$$

La calificación ambiental se encuentra entre los valores enteros 0 y 3, por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre el bentos sería negativo con impacto bajo.



5.2 Objetivo específico 4.2

Seleccionar las variables y parámetros técnicamente pertinentes para determinar el impacto ambiental producido por cada tipo de cultivo.

5.2.1 Análisis de la experiencia nacional y extranjera en cuanto a antecedentes de los impactos ambientales producidos por los distintos tipos de cultivos presentes en la zona de estudio.

Un tema particularmente importante de riesgo ambiental y que puede afectar la biodiversidad de los ecosistemas naturales, lo constituye la introducción de especies. Esta situación ha sido fuertemente abordada en el código de conducta para la pesca responsable de la FAO, donde se afirma que las principales razones por las que se efectúan introducciones deliberadas son, entre otras, la producción de proteínas, el empleo, la generación de divisas, el control biológico y las actividades deportivas. También, se ha introducido especies como consecuencia de algunas actividades relacionadas con el transporte (aguas lastre o las incrustaciones que se forman en el fondo de los buques), el comercio de organismos vivos, en particular las especies de acuario, la acuicultura y las pesquerías (pesca comercial, deportiva, fomento de poblaciones y peces de cebo).

Entre los posibles efectos de algunas introducciones en el sector pesquero cabe señalar los cambios en la distribución y abundancia de los recursos como consecuencia de enfermedades, cambios en la relación depredador-presa, nuevas formas de competencia, mezcla de genes mal adaptados y modificaciones del hábitat. Puede haber también cambios de segundo y tercer orden que influyen a su vez en el ecosistema. Los cambios climáticos pueden tener importantes consecuencias y modificar el entorno, haciéndolo más idóneo para la introducción de



especies útiles o nocivas. Pese a que el uso de especies introducidas, con inclusión de organismos genéticamente modificados y seleccionados, puede permitir mantener o aumentar la producción de algunos hábitat que han sufrido alteraciones o degradaciones hasta el punto de que las pesquerías naturales han dejado de ser viables. Sin embargo, la recomendación de la FAO, es que la productividad conseguida gracias a la introducción de nuevas especies no puede servir de pretexto para ejercer mayor presión sobre el hábitat o para retrasar su restauración.

En el código de prácticas del CIEM se describen las siguientes actividades de investigación que deberán llevarse a cabo antes de una introducción:

- Evaluación teórica de los elementos biológicos y ecológicos de la introducción prevista.
- Preparación de una evaluación de riesgos (análisis detallado de los posibles efectos ambientales).
- Examen de la especie dentro de su radio de distribución original.

En caso de introducciones voluntarias, los organismos que integran la Unión Europea, recomiendan que quienes deciden la introducción deben aplicar el código de prácticas del CIEM u otro semejante y actuar con cautela preparando una propuesta en que se incluyan los siguientes aspectos:

- La finalidad y objetivos de la introducción antes de proceder a ésta.
- Todos los datos biológicos, ecológicos y genéticos pertinentes relacionados con las especies de la zona que se verá probablemente afectada.
- Análisis de los posibles efectos en el lugar de introducción, en particular las posibles consecuencias genéticas y ecológicas y las transmisiones de enfermedades como consecuencia de su difusión.
- Una evaluación de riesgo cualitativa y si fuera posible, una cuantitativa.



De aprobarse la propuesta de introducción, el organismo indica que se debe adoptar las siguientes medidas:

- Establecer una población de reproductores en un lugar de cuarentena adecuado.
- Esterilizar debidamente todos los efluentes de la instalación.
- Liberar los ejemplares aislados sanos de la primera generación en pequeños números en un espacio natural.
- Proseguir los estudios sobre la introducción en el entorno.
- Se debería disponer de un plan de urgencia para el caso en que se presenten efectos negativos que requieran una intervención.

Este documento, también recomienda, que de realizarse la introducción se debe adoptar medidas necesarias para garantizar que la población introducida tenga una base de recursos genéticos suficiente, es decir, diversidad genética, bajo nivel de cosanguinidad, etc. De esta manera se puede reducir la necesidad de introducciones adicionales, que en caso contrario sería necesaria para aumentar la base de recursos genéticos. Además, se debería examinar la posibilidad de utilización de gametos, por ejemplo, huevos y esperma crioconservados, en cuanto material de importación en lugar de organismos enteros, a fin de reducir el riesgo de introducir enfermedades u organismos no deseados.

Respecto de las orientaciones técnicas para la pesca responsable en el desarrollo de la acuicultura, un documento de la FAO, promueve el desarrollo de una acuicultura ecológicamente beneficiosa y sustentable. En estos documentos hace mención a los efectos genéticos que pueden producirse como consecuencia de la interacción de las especies cultivadas con las especies silvestres o como resultado de la utilización



de especies introducidas y por la acción de especies que han sido genéticamente modificadas por un programa de mejoramiento genético u otras tecnologías. Entre los efectos genéticos nocivos cabe señalar los siguientes:

- La contaminación del patrimonio genético autóctono mediante la hibridación interespecífica.
- La degradación de las especies autóctonas mediante el flujo de genes exóticos que son menos aptos, sea mediante la hibridación o, hipotéticamente, por transferencia de genes.
- La pérdida de especies autóctonas, o cambio en la composición de especies, como consecuencia de la competencia, depredación o degradación del hábitat.

La evaluación previa de los efectos genéticos debe incluir, según la recomendación, una evaluación del riesgo que se examinen los siguientes aspectos:

- La probabilidad de una fuga desde el sistema de cultivo.
- La supervivencia del organismo si se produce la fuga.
- La capacidad reproductora del organismo en condiciones naturales, tanto con la misma especie como con otras.
- La capacidad de los genes específicos de la especie de transferirse a las especies autóctonas.

Este documento, indica que debe efectuarse una evaluación del posible daño y, en definitiva, plantearse la cuestión esencial de si el organismo representa un peligro para el ecosistema o para una especie importante dentro de esas zonas. En relación con las tecnologías genéticas y el riesgo, lo que debe evaluarse es el cambio que la tecnología representa para el organismo, mas que la tecnología misma. Si algunas



tecnologías, como es la transferencia de genes, entrañan gran incertidumbre sobre su efecto en el organismo o en el ambiente, habría que efectuar más pruebas y adoptar un sistema de reglamento y vigilancia más estricto.

El código sobre prácticas en la introducción y transferencias de organismos marinos emitido por el Internacional Council for the Exploration of de Sea (ICES) enuncian que estas prácticas conllevan riesgos no solo de introducir pestes y agentes infecciosos sino también la introducción de otras especies, por tanto, recomiendan procedimientos antes de tomar la decisión de realizar una introducción.

- Para la introducción de especies se recomienda que a una etapa temprana del proceso se presente a un comité un documento detallado sobre el propósito de la introducción para evaluación y comentarios.
- El documento deberá incluir el propósito y objetivos de la introducción, la etapa dentro del ciclo de vida propuesto para la introducción, el área de origen y el área blanco de liberación y un resumen de la biología y ecología de las especies que participan en la introducción (requerimientos físicos, químicos y biológicos para la reproducción y crecimiento, y mecanismos de dispersión mediados por la naturaleza y por el hombre).
- El documento debe incluir un análisis detallado de los potenciales impactos sobre el ecosistema acuático de la introducción propuesta. Este análisis debe incluir los siguientes elementos:
 1. Impactos ecológicos, genéticos y sanitarios relacionados con la introducción propuesta en sus rangos naturales y ambientales.
 2. Potenciales impactos ecológicos, genéticos y sanitarios relacionados con los sitios y ambientes en que se propone la introducción. Este aspecto debe incluir los siguientes elementos:



- Potencial del hábitat para su reproducción.
- Potencial para alterar sus dietas y estrategias de alimentación.
- Predadores.
- Competidores.
- Potencial de hibridización y cambios en cualquier otro atributo genético.
- Su rol con los agentes infecciosos, organismos asociados y epibiontes.
- El documento debe concluir con un análisis completo de los problemas beneficios asociados con la introducción propuesta, además de un análisis de riesgo cuantitativo.
- Luego, el comité debe considerar la posibilidad de concretar la introducción propuesta y avisar sobre la decisión de aceptabilidad elegida.

Otro aspecto importante, tiene que ver con la tendencia registrada de muchos países hacia el uso de sistemas de acuicultura más intensivos y de especies de más valor, en muchas ocasiones en zonas costeras vulnerables, podrían aumentar las posibilidades de daño ambiental y representar una presión adicional para la estructura socioeconómica de las comunidades locales, si no se adoptan planteamientos basados en el desarrollo sostenible. Por ello, es imprescindible que el sector de la acuicultura y todas las partes interesadas adopten un fuerte compromiso en pro de la cooperación y de la autorregulación. Las organizaciones de acuicultura de la Unión Europea, ven como los principales beneficios que pueden derivarse de la asociación de las organizaciones de productores y el establecimiento de códigos voluntarios de prácticas y de directrices, a los siguientes enunciados:

- Los acuicultores, asociados en virtud de acuerdos sobre normas y objetivos comunes, se encuentran en mejores condiciones para defender sus intereses y negociar sus derechos y privilegios frente a otros competidores.



- La imagen pública del sector de la acuicultura puede mejorar mediante el cumplimiento de las normas establecidas y autorregulación adecuada.
- Se llegará a una mejor comprensión común y a un acuerdo sobre las medidas específicas que pueden o deben aplicarse para conseguir el desarrollo sostenible de la acuicultura.
- Pueden identificarse y negociarse las funciones y responsabilidades de las personas, los grupos de interés o las instituciones públicas o privadas, para garantizar y confirmar su compromiso y aporte al desarrollo sostenible de la acuicultura.
- En el contexto de la ordenación geográfica integrada, la acuicultura responsable reconoce su interacción con otros sectores en la conservación y aprovechamiento eficiente de los recursos y, por ello, puede solicitar que esos sectores no pongan en peligro la disponibilidad de los recursos necesarios para el aprovechamiento de la acuicultura y de la pesca, tanto en lo que se refiere a su cantidad como a su calidad.

El grupo de expertos sobre aspectos científicos de contaminación marina (GESAMP) con el propósito de utilizar los recursos marinos de una manera sostenible, recomiendan que los seres humanos deberían mantener la seguridad de los ambientes marinos, entendiéndose con ello, no dañar ni arriesgar la seguridad por un largo tiempo, sin menoscabar el buen estado y salud que el ambiente tenga hasta ese momento. El grupo de expertos señala que para atender la seguridad del ambiente marino se debe realizar las siguientes acciones:



- Actuar antes de que los efectos ocurran (Santillo *et al*, 1998). Lo que implica reivindicar el concepto de “dosis-efecto” y escapar del concepto “efecto-orientado” para la administración del ambiente marino.
- Analizar los efectos acumulativos, indirectos y de largo plazo sobre el ambiente marino, entendiendo que los riesgos pueden existir aunque perezcan obvios.
- Desarrollar métodos de análisis de riesgo apropiado para ambientes marinos con el propósito de predecir estados futuros del ambiente marino.
- Utilizar análisis ambiental estratégico para asegurar que los fiscalizadores, planes y programas estén relacionados con el ambiente marino.
- Utilizar el principio de precaución para la toma de decisiones en la administración del ambiente marino.

En Chile, el crecimiento de la población y el mayor desarrollo económico del país se ha traducido en un aumento de la demanda por agua y, por consiguiente, en una mayor competencia intersectorial por los recursos hídricos. En el ámbito de efluentes industriales, cabe señalar que, en la primera mitad de la década de los noventa, la contaminación de borde costero estaba fuertemente influida por la descarga sin mayor control de esos residuos líquidos. Además, no se contaba siquiera con normas ambientales obligatorias para la calidad de dichos efluentes no menos con mecanismos de fiscalización. Es así que, a partir de la entrada en vigencia de la ley 19.300, se inició un ambicioso programa para definir un conjunto de normas cuyo objeto es controlar las emisiones y la calidad de cada uno de los cuerpos o cursos de agua del país. Las normas de emisión de residuos líquidos a cuerpos de agua superficiales, alcantarillados y aguas subterráneas, son obligatorias para todos los proyectos nuevos que se deseen instalar en cualquier parte de Chile y establecen un cronograma para el cumplimiento de las instalaciones preexistentes.



En relación a las políticas de conservación del agua, éstas están contenidas explícitamente en la Política Nacional del Recurso Hídrico formulada por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, y en la Ley N° 19.300 o Ley General de Bases del Medio Ambiente.

Por otro lado, a raíz del deterioro sostenido de determinados cuerpos de agua, se ha reforzado la idea de proteger la biodiversidad acuática. Por ello, el concepto de biodiversidad acuática engloba tres conceptos fundamentales: la diversidad taxonómica de especies, la diversidad genética de especies y la diversidad de ecosistemas. El primer concepto incluye a todas las especies, y en algunos casos las subespecies y variedades, que habitan un determinado territorio. El segundo concepto incluye la diversidad del pool de genes que se encuentra entre las distintas poblaciones que constituyen una determinada especie. El tercer concepto incluye la diversidad de sistemas autosustentables en función del flujo de materia y energía regidos por la primera y segunda ley de la termodinámica que se encuentra en la naturaleza, en los cuales la diversidad de funciones ecológicas de las especies y de las interacciones entre ellas y el medio que las circunda son factores claves para asegurar el funcionamiento del conjunto de ecosistemas.

Por otra parte, el sector cultivadores de ostión de la zona norte han suscrito al Acuerdo de Producción Limpia (APL) desde el año 2003, que constituye un avance a través de la generación de economías de escala, en la solución de determinados problemas ambientales, seguridad, higiene laboral y productivos, elementos que constituyen un paso previo para que las empresas puedan obtener la certificación de Normas tales como ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000. Los principales aspectos abordados por el APL comprenden (1) uso eficiente de recursos naturales, (2) valorización de residuos, (3) manejo y tratamiento adecuado de residuos sólidos y líquidos (4) control de vectores y olores, (5) sustitución de insumos tóxicos e (6) implementación de buenas prácticas.



En cuanto al cultivo, manipulación e introducción de especies marinas en los ambientes naturales de la costa de Chile han llegado a ser prácticas frecuentes y cada vez mas extendidas geográficamente, y su impacto ecológico particular y conjunto no ha sido suficientemente evaluado. Entre las especies de moluscos exóticos cultivados en zona norte de Chile regularmente se encuentran los abalones (*Haliotis spp.*) que presentan un caso interesante por ser voraces consumidores de macroalgas. La normativa actual en Chile para la zona norte permite cultivar abalón rojo o californiano (*Haliotis rufescens*) y abalón verde o japonés (*Haliotis discus hannai*) para cultivo en circuitos abiertos y semicerrados en la zona de aguas marítimas comprendidas entre el límite norte de la III región y el límite sur de la Bahía Tongoy en la IV Región, entre las limitaciones impuestas por la autoridad tienen relación con permitir el cultivo de ejemplares de un solo sexo por bahía o área geográfica, la determinación de sexo de los ejemplares deberá realizarse previo a su ingreso al mar y solo se podrá cultivar abalones en concesiones de acuicultura de agua y fondo que posea exclusivamente sustratos blandos. El tamaño de un abalón puede alcanzar un calibre de 28 cm en longitud y 1700 g en peso y en estado juvenil pueden consumir hasta el 30% de su peso corporal en algas cada día (Pizarro, 2003). Por ello, un eventual escape de individuos hacia el ambiente natural y su eventual éxito en formar una población viable, constituye un riesgo potencial en cuanto a su posible efecto sobre la vegetación y la trama de relaciones ecológicas que esta desarrolla con otros organismos. Sin embargo, aunque esto se transformara en un impacto existen otros efectos inmediatos y directos derivados de la necesidad de proveer alimento para los cultivos. Las algas mas utilizadas como alimento son especies de *Gracilaria*, *Lessonia*, *Macrocystis* y *Ulva*. Si bien existen cultivos experimentales de algunas algas con este objetivo aún están lejos de ser una alternativa, y el costo y la dificultad de utilizar alimento artificial, mas la preferencia del mercado por abalones alimentados con dieta natural (Guzmán, 2003), generan una demanda de algas frescas que pueden alcanzar niveles críticos.



Sobre el particular, las algas pardas (*Macrocystis* y *Lessonia*) son extraídas en grandes volúmenes para utilizar solo sus frondas, descartando el resto de la planta que representa el 60% de su biomasa, y un solo centro de cultivo puede requerir hasta 90 ton de frondas por mes, cantidad que además aumentaría en 10% por mes, como consecuencia, desde la perspectiva biológica la sobreexplotación de praderas naturales o la introducción de algas en lugares en donde no están presentes naturalmente puede implicar cambios no solo en abundancia sino también en la misma estructura geográfica de las poblaciones. Por otro lado, las grandes algas como *Macrocystis* y *Lessonia* son organismos estructuradores en sus respectivas comunidades (Santelices, 1981; Vásquez *et al*, 2001) a los que se asocia una alta diversidad de organismos y su sola presencia genera condiciones particulares en la hidrodinámica y productividad del ambiente local. Por ello, tanto su remoción como su implantación por vías no naturales podrían generar cambios significativos en la comunidad local afectada, ya sea en la composición taxonómica o en los patrones de interacción y uso de hábitat de las especies residentes.

5.2.2. Análisis de los instrumentos regulatorios internacionales para el control de los impactos ambientales.

Para Canadá, uno de los países cuya producción de productos provenientes de la acuicultura no superaba el 0,3 % de la producción mundial para antes del año 2000. Ahora ha incrementado su producción y por esta razón se ha comprometido con los aspectos que se relacionan con la seguridad ambiental y alimenticia. Esto lo ha realizado gracias a la coordinación entre CAA (Administrador de asuntos ambientales), BVD (Regula el uso de drogas), PMRA (Regula el control de pestes), EC (Regula las técnicas analíticas relacionadas con la determinación de compuestos en el agua de mar) y todas ellas son coordinadas por HC (Organismo de fiscalización de la salud). Europa, por otro lado, ha creado un código de



conducta para una acuicultura sustentable que fue creado por la federación de productores acuícolas de Europa, este código fue creado para promover un desarrollo y manejo responsable de la acuicultura en Europa con el propósito de crear altos estándares de calidad en la producción de alimentos. En Japón la regulación de las actividades de acuicultura es un proceso único, después que la ley de pesquerías dio la legislación nacional del manejo pesquero y acuícola, muchas de las regulaciones que existen vienen de las prefecturas o gobiernos locales. Una 'Aquaculture right' protege la acuicultura costera conducida en aguas públicas. El Gobernador de la prefectura está a cargo de la administración de estos 'rights' ayudado por un comité de 15 miembros, de los cuales 9 son pescadores, 4 miembros con conocimientos y experiencia en temas pesqueros y 2 dos personas relacionadas con cargos públicos.

La información ambiental y en general, el estado de la acuicultura y el grado de compatibilidad con las características del entorno, según el nivel de contaminación e interferencias con las demás actividades que se desarrollan en el borde costero, son recopiladas mediante diversos programas, que a continuación se describen en cuanto al desarrollo de sus actividades como de sus obligaciones.

The Environmental Change Network (ECN)

El programa de monitoreo se localiza en los países del Reino Unido y está diseñado para coleccionar, almacenar, analizar e interpretar la información en profundidad de las variables meteorológicas, atmosféricas, variables químicas del agua, fitoplancton y zooplancton, entre otras, basado en claves físicas, químicas y biológicas, las cuales se manejan y responden a cambios ambientales en sitios terrestres y acuáticos.



Los objetivos del ECN son los siguientes:

- Establecer y mantener una red de sitios seleccionados dentro del Reino Unido desde la cual obtener información que pueda ser comparable mediante monitoreos de un rango de variables identificadas como de mayor importancia.
- Para proveer la integración y análisis de los datos, como para identificar cambios ambientales naturales o producidos por el hombre y que mejore el entendimiento de la causa del cambio.
- Distinguir fluctuaciones temporales de los grandes cambios naturales y predecir cambios futuros.
- Proveer, para propósitos de investigación, un rango de sitios representativos con información ambiental obtenida con adecuados instrumentos para que la información sea creíble y utilizados como una plataforma ambiental.

La base de datos de ECN almacena toda la información que se colecta en la red de sitios de monitoreo y los cruza con datos recogidos por satélite en un sistema SIG. La red de monitoreo abarca aguas continentales, se extiende desde ríos, y lagos hasta zonas terrestres. ECN ha elaborado protocolos de muestreo que se han revisado y han sido de utilidad para este proyecto:

- Descarga de aguas superficiales
- Procedimientos de prueba recomendados para la química del agua
- Variables físicas y químicas
- Fitoplancton
- Crustáceos zooplancton
- Macroinvertebrados
- Localización y demarcación de sitios



- Estación metereológica automática
- Observaciones metereológicas estandar
- Calidad y química de aguas superficiales
- Sólidos
- Manejo inicial de aguas
- Pautas analíticas para pruebas de aguas

Environmental Monitoring And Assessment Program (EMAP)

Es un programa de investigación de los Estados Unidos de Norte América que tiene como objetivo desarrollar herramientas de monitoreo y de esta forma poder asegurar el estado actual y las tendencias de los recursos ecológicos nacionales. La meta de EMAP es: monitorear la condición de los recursos ecológicos de la Nación para evaluar la gestión de las actuales políticas y programas, e identificar problemas emergentes antes que estos se hagan más extensivos o irreversibles.

Los objetivos son:

Incrementar el conocimiento científico relacionado con el monitoreo ecológico y la evaluación de riesgo ambiental, orientar el monitoreo a nivel nacional sustentado en un adecuado crecimiento científico relativo al monitoreo ecológico y a la evaluación de riesgo ambiental, orientar el monitoreo a nivel nacional sustentado en un adecuado conocimiento científico sobre la integridad y dinámica de los ecosistemas, y demostrar la utilidad de la estructura conceptual del Committee on Environment and Natural Resources mediante la implementación de grandes proyectos regionales.

EMAP ejecuta un programa de monitoreo de las condiciones ambientales de las costas de Estados Unidos para diagnosticar el estado ambiental de estas. En las



expediciones se recogen datos para establecer una escala basada en la combinación de 5 componentes indicadores: índice de calidad de agua, índice de calidad de sedimentos, índice bentónico, índice de calidad costera e índice de contaminantes en tejidos de peces. Estos datos se complementan con información de turbidez, oxígeno disuelto, nitrógeno inorgánico disuelto, fósforo inorgánico disuelto, clorofila a, contaminantes en sedimentos, toxicidad en sedimentos. Esta forma de trabajar y los parámetros analizados fueron revisados para el desarrollo de este proyecto.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Este organismo está ubicado en Estados Unidos de Norte América y su organización está de acuerdo a las siguientes cinco tipos de misiones estratégicas y metas de éxito:

- i. Monitorear y observar la tierra, mar, atmósfera y el espacio para coleccionar información mundial relacionada con los cambios en el sistema terrestre.
- ii. Entender y describir como se relacionan los sistemas naturales a través de la investigación y de la interpretación de la información.
- iii. Calcular y predecir los cambios en los sistemas naturales y proveer información del futuro.
- iv. Avisar e informar en forma individual a la autoridad, a la comunidad y a industriales para facilitar el flujo de la información, asegurar la coordinación y cooperación, y proveer asistencia en el uso, evaluación y aplicación de la información.
- v. Manejar los recursos costeros y oceánicos para optimizar beneficios al ambiente, economía y seguridad pública.



La Office of Response and Restoration de la División de NOAA's National Ocean Service se encarga de la protección y recuperación de las aguas costeras contaminadas. Esta oficina ha desarrollado un programa de soporte para la toma de decisiones de protección y recuperación de costas contaminadas, cuya estructura combina el uso de una base de datos de terreno con una base de datos de mapas en un sistema SIG. Los primeros tipos de datos incluyen: química de los sedimentos, toxicidad de los sedimentos, química de los tejidos de los recursos. Los segundos tipos de datos incluyen: geomorfología, características de hábitat y la información del uso de los suelos aledaños. Para el desarrollo de este proyecto se han revisado los principios y los parámetros que considera este programa.

National Status and Trends (NS&T) Programs

Este organismo se ubica en Estados Unidos de Norte América y su actividad corresponde a un programa iniciado por el NOAA para determinar el estado actual y determinar cambios en la calidad ambiental de las aguas costeras y estuarinas de Estados Unidos. Los objetivos que persigue el programa son los siguientes:

- i. Conduce monitoreos de largo plazo de sustancias contaminantes y de otras condiciones ambientales en más de 350 sitios a lo largo de la costa de Estados Unidos.
- ii. Estudia en forma intensiva los efectos sobre la biota en más de 25 ecosistemas costeros.
- iii. Participa con otras agencias en una variedad de actividades ambientales.
- iv. Informa y participa en proyectos de índole local, regional, nacional e internacional relativos a evaluación y monitoreo.



El programa incluye los siguientes proyectos dentro de su organización:

- Benthic surveillance project
- Mussel watch project
- Sediment coring project
- Sediment toxicity surveys
- Biomarkers
- Radionuclide monitoring

El programa de NS&T ha determinado los niveles y las tendencias temporales de los contaminantes (elementos tóxicos, pesticidas, PAHs, y productos químicos industriales tratados con cloro) para el sedimento y la biota (mejillones, pescado demersal). El programa también ha descrito la distribución y la escala espacial de la contaminación de radionucleos en el sedimento superficial y la biota, incluyendo las especies de peces que se cosechan para el consumo doméstico.

National Water Quality Assessment (NAWQA)

Se trata de un programa diseñado para conocer la situación del estado y la tendencia que exhibe la calidad de los recursos hídricos superficiales de este país, fluviales y acuíferos de Estados Unidos.

Los objetivos que contempla este programa están orientados a evaluar las condiciones de la calidad del agua, actual y futura de las cuencas y aportar los antecedentes sobre factores humanos y naturales que afectan la calidad de los recursos acuáticos.

Las evaluaciones ambientales las realizan utilizando software capaces de modelar y que llegan a tener la capacidad de predecir el principal impacto ambiental de las



actividades de acuicultura donde quiera que se encuentren ubicadas. El grado de precisión de la predicción normalmente es contrastado con los resultados que arroja el programa de monitoreo con el propósito de aceptar o rechazar los pronósticos del software de modelamiento.

La aplicación de este modelo, llamado Modelling Ongrowing fish faros Monitoring (MOM) incluye los siguientes elementos:

- Modelo informático, que corresponde a una descripción matemática de la relación existente entre la cantidad y tipo de materias residuales generados desde la piscicultura y su consecuente impacto en el sitio de cultivo.
- Programa de monitoreo, el que corresponde a mediciones rutinarias de variables estándares que describen el impacto de una piscicultura sobre su entorno. Involucra distintos enfoques de investigación cuya elaboración y exactitud son de complejidad creciente.
- Estándares de calidad ambiental, los que corresponden a un grupo de valores límites establecidos para las variables del programa de monitoreo y para el modelo informático.
- Grado de explotación, corresponde a una relación entre el impacto de la piscicultura y la capacidad de carga del lugar.
- Nivel de monitoreo, corresponde a la frecuencia en la ejecución del programa de monitoreo. Para lugares con mayor grado de sobreexplotación el modelo informático exigirá un monitoreo de mayor complejidad.

Con el mayor entendimiento de los factores que afectan la calidad del agua se estableció un nexo entre las fuentes de contaminación y otras situaciones que degradan la calidad del agua, transporte de contaminantes a través del sistema



hidrológico, y los efectos potenciales de los contaminantes sobre el hombre y los sistemas acuáticos. La información que genera este programa de monitoreo mejora las bases científicas para tomar la decisión de implementar estrategias de administración en áreas geográficas específicas que mejore la seguridad en la calidad de los ecosistemas acuáticos.

El National Water Quality Assessment (NAWQA) elabora informes periódicos de los monitoreos de agua que realiza en importantes cuerpos de agua de Estados Unidos que se utilizan como base científica para la toma de las dediciones oportunas para la protección de los ecosistemas acuáticos y el manejo de los recursos. Como referentes en estudios científicos, NAWQA ha publicado numerosos protocolos de muestreos biológicos, de hábitat, de laboratorio y análisis de laboratorio, en particular se han revisado para este estudio los criterios descritos en los siguientes temas:

- Métodos para recoger muestras de invertebrados bentónicos
- Recolección de datos de calidad acuática
- Frecuencia y distribución de las condiciones de la calidad del agua
- Recolección y proceso de muestras de corriente de agua
- Recolección y proceso de muestras de elementos traza en sedimentos

Comisión Europea. División de Medio Ambiente

La Dirección General de Medio Ambiente es una de las 36 Direcciones Generales (DG) y servicios especializados que integran la Comisión Europea. Su tarea principal es elaborar y definir la nueva normativa de medio ambiente y cerciorarse de que los Estados miembros pongan realmente en práctica las medidas acordadas. La Dirección General de Medio Ambiente tiene su sede en Bruselas y cuenta aproximadamente con 550 trabajadores. El accionar de esta



división, se basa en el “Programa Comunitario de Acción en materia de Medio Ambiente”, el cual tiene vigencia hasta diciembre del 2010. Los objetivos generales de este programa son:

- Facilitar la integración de las exigencias del medio ambiente en otras políticas comunitarias, de tal forma que las medidas adoptadas tomen en cuenta los objetivos de las dimensiones sociales y económicas del desarrollo sostenible y que estas exigencias se basen en un diálogo amplio y bases científicas sólidas.
- Estabilizar la concentración atmosférica de gases invernadero, a niveles que no causen variación en el clima terrestre, de tal forma que a largo plazo estas emisiones se reduzcan en un 70% en relación a los niveles de 1990.
- Proteger y restaurar el funcionamiento de los sistemas naturales para detener la pérdida de biodiversidad, tanto en la Unión Europea como en el resto del mundo.
- Conseguir un medio ambiente en el que los niveles de contaminantes de origen humano no tengan efectos significativos en la salud.
- Lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos y una mejor gestión de residuos y recursos.
- Fomentar la adopción de políticas y estrategias que permitan el desarrollo sustentable en los países candidatos.
- Incentivar la creación de formas de asociación a escala mundial con fines medioambientales que contribuyan al desarrollo sustentable.
- Garantizar que la elaboración de la política ambiental de la Comunidad, se lleve a cabo de manera integrada, basándose en el diálogo ampliado con los interesados, la participación ciudadana, en el análisis de la relación



entre costo y eficacia y en información de datos científicos sólidos, teniendo en cuenta la investigación y el desarrollo tecnológico reciente.

Para llevar a cabo los objetivos, se han establecido dentro del programa cuatro áreas prioritarias:

- Cambio Climático
- Naturaleza y Biodiversidad
- Medio Ambiente y Salud
- Uso sostenible de recursos naturales y residuos.

La política de investigación ambiental de la Comisión Europea ha desarrollado diversos programas en distintas áreas de investigación, de ellos se han revisado principalmente los proyectos relacionados con la contaminación marina, principalmente el proyecto DISMAR y el proyecto i-MARQ dedicados a monitorear y pronosticar la calidad del agua, las floraciones algales y la contaminación, trabajando con datos en tiempo real en un sistema SIG que considera entre otros a los parámetros: turbidez, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitrito, clorofila y *Escherichia coli*.

Agencia Europea de Medio Ambiente

La Agencia Europea de Medio Ambiente se creó formalmente mediante el Reglamento (CEE) N° 1210/90, de 1990 (modificado por el Reglamento (CE) N°. 933/1999 y el Reglamento (CE) N° 1641/2003). La decisión de establecer su sede en Copenhague se tomó en 1993 y la Agencia se encuentra operativa desde 1994.



La Agencia Europea de Medio Ambiente es el principal organismo público europeo dedicado a suministrar información oportuna, específica, relevante y fiable a los políticos y a los ciudadanos, con el fin de apoyar un desarrollo sostenible y contribuir a la adquisición de mejoras significativas y cuantificables para el medio ambiente de Europa.

Esta agencia tiene como propósito principal suministrar información actualizada, específica, relevante y fidedigna a la clase política y al ciudadano, destinada a cimentar el desarrollo y aplicación de políticas medioambientales sólidas en la Unión Europea y otros Estados miembros de la AEMA.

El trabajo de la Agencia abarca la coordinación de Eionet (sistema de información) y se encarga de la recolección y análisis de los datos medioambientales que comparten los servicios de la Comisión Europea, los países miembros de la AEMA, las organizaciones internacionales. Se encarga de los convenios y acuerdos, así como del asesoramiento relevante desde un punto de vista de las políticas y la difusión amplia de estas y otras informaciones.

Miembros

Además de los miembros de la UE, otros países también pueden pertenecer a la AEMA. En la actualidad la AEMA cuenta con 31 Estados miembros: los 25 de la Unión Europea además de Bulgaria, Islandia, Liechtenstein, Noruega, Rumanía y Turquía. Suiza será el próximo Estado en incorporarse a la AEMA. Albania, Bosnia-Herzegovina, Croacia, la A.R.Y. de Macedonia, y Serbia y Montenegro también han solicitado su incorporación a la AEMA.

La estrategia de la AEMA se corresponde con el 6º Programa de acción medioambiental. La Agencia trabaja en cuatro grandes ámbitos temáticos: la lucha



contra el cambio clim3tico, la lucha contra la perdida de biodiversidad/comprensi3n del cambio espacial, la protecci3n de la salud y la calidad de vida humanas, la utilizaci3n y gesti3n de los recursos naturales y los residuos. Cada uno de ellos est3 sujeto a la influencia de diversos procesos sociales y sectoriales. Durante los pr3ximos cinco a1os la AEMA va a llevar a cabo una serie de evaluaciones acerca de la relaci3n entre estas cuestiones y los impactos intersectoriales sobre el medio ambiente. Se utilizar3 un conjunto limitado de indicadores b3sicos para elaborar informes acerca de los impactos de los diferentes sectores sobre las tendencias medioambientales y la salud de los ecosistemas.

Ambiente Marino

Apoyar la consecuci3n de una calidad y cantidad del agua subterr3nea y superficial que no d3 lugar a impactos y riesgos considerables para la salud humana y el medio ambiente. Este objetivo se perseguir3, en buena medida, a trav3s del apoyo a la aplicaci3n de la estrategia comunitaria en el 3mbito del mar, en cooperaci3n con los convenios marinos a trav3s de la evaluaci3n de la salud del ecosistema en los ocho grandes ecosistemas marinos que rodean a Europa. Se prestar3 especial atenci3n a las tendencias, en particular, al funcionamiento del ecosistema, la eutrofizaci3n, la contaminaci3n, el cumplimiento de la legislaci3n medioambiental, la gobernabilidad y el an3lisis socioecon3mico de la utilizaci3n sostenible de los recursos marinos. Entre los resultados concretos figurar3n:

1. Evaluaciones de la distancia a los objetivos
2. Evaluaciones de la salud de los grandes ecosistemas marinos europeos, basadas en un sistema de informaci3n espacial integrado que examine las tendencias de los sistemas naturales y los efectos de la contaminaci3n de origen terrestre



3. Desarrollo de flujos de información para la estrategia marina con ayuda de Reportnet y otras herramientas disponibles

La AEMA publica periódicamente informes con los resultados que obtiene de investigaciones realizadas en Europa. De ellos, se revisó el informe “Estado y presiones del Medio Ambiente Marino y del litoral del Mediterráneo”: Este informe describe la dispersión y destino de los contaminantes, las normas adoptadas y el estado de contaminación de las aguas mediterráneas, poniendo especial interés en los resultados de la producción de residuos provenientes del cultivo de peces con mediciones de oxígeno, sedimentación con enriquecimiento béntico, hipernutrición y eutrofización.

Institut For Environment and Sustainability

Está localizado en Ispra, Italia, el Instituto para el Medio Ambiente y Sustentabilidad es uno de los siete institutos que constituyen el Centro de Investigaciones Conjunto de la Comisión Europea y es una Dirección General de la Comisión. Su trabajo es realizar investigaciones que provean las bases para la toma implementación de políticas ambientales en Europa.

El Instituto fue creado en el año 2001 y surge de los anteriores Instituto Ambiental e Instituto de Aplicaciones Espaciales dando origen a un nuevo instituto dedicado por completo a las ciencias ambientales, con particular énfasis en estudios del suelo.



El objetivo principal del Instituto es proveer de soporte científico y técnico a las estrategias de la Unión Europea para la protección del medio ambiente, contribuyendo a un desarrollo sustentable de Europa, para esto se requiere de un correcto equilibrio entre los servicios ofrecidos a la Comunidad y el desarrollo constante de conocimiento científico.

El accionar del instituto se centra en cinco áreas principales:

Cambio Global: provee de información precisa de los cambios en la composición química de la atmósfera afectando al cambio climático y a las extensiones de bosques del planeta y también sus efectos ambientales a nivel regional y global.

Emisiones, Calidad del Aire y Salud: centra sus actividades en las áreas de emisiones desde fuentes móviles y estacionarias, calidad del aire, exposición a contaminantes sus efectos en la salud y monitoreo de la radioactividad.

Aguas: provee de soporte científico y técnico a la Unión Europea para implementar estrategias de protección y sustentabilidad de islas, costas y aguas oceánicas. Su actividad se centra en estudios ecológicos para la determinación de la calidad del agua, mantención integrada de la zona costera y ribera de los ríos, determinación de sustancias químicas nocivas en el agua potable, impacto de las aguas servidas y el desarrollo de herramientas moleculares químicas para la detección de agentes patógenos y microbiológicos.

Recursos Terrestres y Naturales: conducen sus estudios para la toma de decisiones de la Unión Europea en cuanto a la regulación, caracterización espacial del territorio europeo, recursos terrestres y biodiversidad, riesgos para la naturaleza, el impacto ambiental de las estrategias del manejo de los desechos y la protección de los suelos.



Energías Renovables: provee las bases científicas y técnicas en fuentes de energía renovables y para el desarrollo de la optimización de las tecnologías que no interfieran negativamente con el medio ambiente, principalmente en el campo de la electricidad solar fotovoltaica.

IES desarrolla su que hacer a través de una serie de actividades de investigación, entre ellas tiene una línea que estudia las aguas interiores y marinas, que ha logrado avances en la determinación de agentes contaminadores químicos en el ambiente acuático. Este trabajo monitorea, establece niveles críticos, procesos de transporte y bioacumulación de contaminantes químicos y post niveles de tolerancia del ambiente.

5.2.3 Análisis de la normativa ambiental vigente

A continuación se describe las principales normativas ambientales y sanitarias aplicables a las actividades de acuicultura en nuestro país;

- **D.S. (MINECON) N° 320 de 2001.**

Corresponde al cuerpo legal que regula los aspectos ambientales de las actividades de acuicultura y en ella se enfatiza respecto de las siguientes disposiciones:

- Prohíbe la liberación de ejemplares a los cuerpos de agua sin la debida autorización.
- Dispone que los diversos desechos provenientes de las actividades acuícolas, deben disponerse con los respectivos permisos o autorizaciones de los organismos del Estado correspondientes en cada caso. Además, dispone que el lavado de redes debe realizarse de igual forma en establecimientos autorizados.



- Limita el uso de productos químicos farmacéuticos, anti incrustantes y desinfectantes en estas actividades.
- Exige planes de contingencia ante diversos eventos relacionados con el desarrollo de esta actividad, tales como mortalidades y escapes o desprendimientos masivos en los centros de cultivo y las pérdidas accidentales de alimento u otras sustancias o materiales.
- Regula las distancias mínimas que deben mantenerse entre centros de producción intensivos (2.778 m), así como entre un centro de producción intensivo y otro extensivo (400 m).

Establece, además que en los centros de cultivo ubicados en tierra, las exigencias ambientales se basan en el cumplimiento de las normas de emisión correspondientes. Dependiendo del lugar donde se realice la emisión de contaminantes, éste cuerpo legal hará cumplir una de las siguientes normas de emisión vigentes:

- i) D.S. (MINSEGPRES) N° 90 de 2000 que “Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”.
- ii) D.S. (MOP) N° 609 de 1998, “Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de RILES a sistemas de alcantarillado”. (Modificado por D.S. (MOP) N° 3.592 de 2000).
- iii) D.S. (MINSEGPRES) N° 46 de 2003, “Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas”.

Desde el punto de vista de la exigencia en la entrega de información por parte de los titulares de los proyectos de acuicultura, el RAMA hace mención a aquellos proyectos nuevos que deban ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de



la Ley 19.300, proyectos que deben presentar una **Caracterización Preliminar del Sitio (CPS)** cuya actividad se define como la *“determinación de los parámetros y variables físicas, biológicas y químicas del área en que se pretende desarrollar acuicultura”*, documento que formará parte integrante de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA), según corresponda, y será presentará a la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) para que los respectivos organismos del Estado emitan los Permisos Ambientales Sectoriales necesarios para la ejecución de cada proyecto en particular.

Según lo establecido en el artículo 3, letra n) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. (MINSEGPRES) N° 95 de 2001), los proyectos referidos a actividades de acuicultura que deben ingresar al SEIA, corresponden a aquellos que consideren el cultivo de los distintos recursos hidrobiológicos (**Cuadro 27**), tomando como parámetros las producciones proyectadas anualmente, así como la superficie que abarcará este cultivo.

**Cuadro 27**

Proyectos de cultivo de especies hidrobiológicas que deben ingresar al Sistema de Impacto Ambiental (SEIA) de CONAMA.

Especie en cultivo	Producción (ton/año)	Superficie de cultivo (m²)
Pelillo.	≥500	≥100.000
Otras microalgas.	≥250	≥50.000
Moluscos filtradores.	≥300	≥60.000
Otras especies filtradoras (sistema de producción extensivo).	≥40	---
Equinodermos, crustáceos y moluscos no filtradores, peces y otras especies (sistema de producción intensivo).	≥35	---
Cultivo en ríos navegables en la zona no afecta a marea.	≥15	---
Cultivo en ríos no navegables o en lagos.	Cualquiera	---
Engorda de peces.	≥8	---
Microalgas y juveniles de recursos que requieran suministro y/o evacuación de aguas terrestres, marinas o estuarinas.	Cualquiera	---

Por otro lado, a todos los centros de cultivo ya existentes a la fecha de promulgación de la Resolución (SEBPESCA) N° 404/03, se les exige anualmente la presentación de Información Ambiental (INFA), que se define como los “antecedentes del estado ambiental del centro de cultivo en un momento determinado, basados en la medición de las condiciones del agua, del área de sedimentación y del área circundante a la misma”. Esta INFA deberá considerar el sistema de producción utilizado, así como las producciones anuales proyectadas en la época del año de máxima biomasa de cultivo.

Para los efectos del RAMA, se debe entender que se supera la capacidad de un cuerpo de agua cuando el área de sedimentación presenta condiciones anaeróbicas, situación que indica la ausencia de oxígeno en el agua intersticial de los primeros 3 cm del sedimento. Si se presentan estas condiciones durante dos años consecutivos en un sistema de producción intensivo, éste deberá reducir su



nivel de producción en un 30% (número de ejemplares a cultivar), tomando como base el número de ejemplares que ingresó al centro de cultivo el año anterior, así mismo, si se presentaren estas condiciones en un sistema de producción extensivo, se debe disminuir en un 30% la biomasa inicial de ejemplares o algas a cultivar. El reglamento indica que esta situación se aplicará de manera sucesiva mientras no se restablezcan las condiciones aeróbicas.

- **Resolución (SUBPESCA) N° 404, de 2003**

Se aplica para los solicitantes de concesiones y autorizaciones de acuicultura en sectores de agua y fondo, que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), los contenidos y metodologías para realizar la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y la Información Ambiental (INFA). Entendiéndose por CPS “la determinación de los parámetros y variables físicas, biológicas y químicas del área en que se pretende desarrollar acuicultura” y por INFA “los antecedentes del estado ambiental del centro de cultivo en un momento determinado, basados en la medición de las condiciones del agua, del área de sedimentación y del área circundante a la misma”.

Para ello, clasifica a los centros de cultivo en 5 categorías (Cuadro 28) según tipos de producción, máximas producciones proyectadas, tipos de fondo y profundidad de los sitios utilizados o solicitados. Por otro lado, para cada una de las categorías se establece los requerimientos de muestreo (Cuadro 29).



Cuadro 28

Clasificación de centros de cultivo para declaración de INFA.

CATEGORIA	TIPO	PRODUCCION MAX. (ton/año)	TIPO DE FONDO	PROF. (m)
1	Extensivo de fondo	---	---	---
	Extensivo suspendido	≤ 300	Blando	≤ 60
2	Extensivo suspendido	301-750	Blando	≤ 60
	Intensivo	≤50	Blando	≤ 60
3	En cuerpo de agua terrestre	---	Blando	≤ 60
	Extensivo suspendido	>750	---	≤ 60
	Intensivo	>50	Blando	< 60
4	Intensivo	---	Duros/Semiduros	≤ 60
5	--- a	---	---	>60

Cuadro 29

Elementos que debe contener una INFA.

Categoría 1	Batimetría, * Materia orgánica de los sedimentos.
Categoría 2	Batimetría, * Materia orgánica de los sedimentos, Granulometría de los sedimentos, Macrofauna bentónica.
Categoría 3	Batimetría,* Estudio de corrientes euleriano,* Materia orgánica de los sedimentos, Granulometría de los sedimentos, Macrofauna bentónica, pH, potencial redox, Perfil de oxígeno disuelto en la columna de agua.
Categoría 4	Batimetría,* Estudio de corrientes euleriano,* Registro visual.
Categoría 5	Batimetría,* Estudio de corrientes euleriano,* Perfil de oxígeno disuelto en la columna de agua.

*registrar solamente una vez por cada centro



Respecto de las estaciones de muestreo, el documento señala que para la INFA se debe considerar 3 estaciones de muestreo, con tres réplicas cada una, las cuales estarán ubicadas en el área de sedimentación correspondientes a los módulos de cultivo con máxima biomasa, mas dos estaciones de referencia, con tres réplicas cada una. Para la CPS, el área deberá dividirse en cuadrantes de 1 hectárea, en donde cada vértice representará una estación de muestreo.

Establece que los centros clasificados en categoría 1 serán aquellos con cultivos extensivos de fondo o extensivos suspendidos que poseen fondo blando, profundidad igual o inferior a los 60 m y con niveles de producción máxima igual o inferiores a las 300 t por año. Para estos centros de cultivo la autoridad exige que la CPS debe contener un estudio de correntometría, batimetría y materia orgánica, mientras que la INFA solo debe contener un estudio de materia orgánica.

Los centros clasificados en categoría 2 serán aquellos con cultivos suspendidos extensivos con niveles de producción entre 301 y 750 t por año y cultivos intensivos con niveles de producción igual o inferior a 50 t por año, que presenten fondo blanco y una profundidad igual o inferior a los 60 m. Para estos centros de cultivo la autoridad exige que la CPS debe contener un estudio de correntometría, batimetría, materia orgánica en los sedimentos, granulometría en los sedimentos y las estimaciones de macrofauna bentónica, mientras que la INFA solo debe contener un estudio de materia orgánica en los sedimentos, granulometría de los sedimentos y macrofauna bentónica.

Los centros clasificados en categoría 3 serán aquellos con cultivos ubicados en cuerpos de agua terrestres que poseen fondo blando con una profundidad igual o inferior a 60 m, en cultivos extensivos suspendidos con niveles de producción mayores a las 750 t por año con una profundidad igual o inferior a 60 m y para



cultivos intensivos con niveles de producción mayores a 50 t, que poseen fondo blanco y que están ubicados a una profundidad inferior a 60 m. Para estos centros de cultivo la autoridad exige que la CPS debe contener un estudio de correntometría, batimetría, materia orgánica en los sedimentos, granulometría en los sedimentos y las estimaciones de macrofauna bentónica, pH en los sedimentos, potencial redox en los sedimentos y perfil de oxígeno en la columna de agua, mientras que la INFA solo debe contener un estudio de materia orgánica en los sedimentos, granulometría de los sedimentos, macrofauna bentónica, pH en los sedimentos, potencial redox en los sedimentos y perfil de oxígeno en la columna de agua.

Los centros clasificados en categoría 4 serán aquellos cultivos intensivos que poseen fondos duros o semiduros con profundidades igual o superior a los 60 m. Para estos centros de cultivo la autoridad exige que la CPS debe contener un estudio de correntometría, batimetría y registro visual, mientras que la INFA debe contener solo un registro visual del fondo marino.

Finalmente, los centros de cultivo clasificados en categoría 5 serán aquellos cuyas profundidades estén sobre los 60 m. Para estos centros de cultivo la autoridad exige que la CPS debe contener un estudio de correntometría, batimetría y perfil de oxígeno en la columna de agua, mientras que la INFA debe contener solamente un estudio que indique el perfil de oxígeno en la columna de agua.



- **D.S. (MINSEGPRES) N° 90 de 2000.**

Este documento establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales y tiene como objetivo de protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores. Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

Establece una zona de protección litoral (ZPL), que es un ámbito territorial de aplicación de la presente norma y que corresponde a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a ésta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua, fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

El usuario en su evaluación de impacto deberá proponer un ancho de ZPL tal, que asegure que el punto de descarga se ubique a una profundidad que permita una dilución inicial en superficie (S_o) de al menos 10 veces la concentración inicial. Ello se logra aplicando alguna fórmula de dilución inicial (modelo de Brooks, etc.) usando como datos de entrada la caracterización del residuo líquido, la pendiente del fondo y las condiciones del lugar.



Estableces prohibiciones de descargar en:

- o Lagunas costeras.
- o Humedales marinos con carácter de área protegida.
- o Balnearios.
- o Loberas.
- o Parques o Reservas marinas.
- o Cuerpos de agua con restringida circulación o escasa capacidad de renovación de sus aguas.

También establece limitaciones y condiciones para descargar, desde nuevas fuentes de emisión:

- o El ducto deberá contar con una Concesión marítima.
- o El ducto deberá estar cubierto de arena, rocas o áridos en su trayecto por la playa o terreno de playa.
- o La tubería no deberá ir ni descargar por vía aérea, ni dificultar el paso en terreno de playa.
- o La boca o salida del ducto o emisario, deberá permanecer totalmente cubierto por agua, aún en bajamar de sicigia (esto es 5 m bajo el Nivel de Reducción de Sonda).
- o Cumplir con los límites de emisión, establecidos en D.S. (MINSEGPRES) N°90 de 2000.



- **D.S. (MOP) N° 609 de 1998, modificado por D.S. (MOP) N° 3.592 de 2000, y por el D.S. (MOP) N° 601 de 2004.**

Este documento establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de RILES a sistemas de alcantarillado, determinando la cantidad máxima de contaminantes permitida para los residuos industriales líquidos, descargados por los establecimientos industriales en los servicios públicos de recolección de aguas servidas de tipo separado o unitario. La presente norma es aplicable a todos aquellos establecimientos industriales, talleres artesanales y pequeñas industrias que descarguen sus efluentes con una carga media diaria, medida antes de toda forma de tratamiento, superior al equivalente a:

Si descarga a una red de alcantarillado correspondiente a un servicio sanitario que abastece a una población igual o inferior a 100.000 habitantes: Cuando sus descargas de efluentes líquidos tienen una carga media diaria superior al equivalente a las aguas servidas de una población de 200 personas para los parámetros orgánicos y una población de 100 personas para el resto de los parámetros, en uno o más de los parámetros señalados (**Cuadro 30**) en el presente Decreto Supremo.

Para el cumplimiento, el proponente debe acompañar los siguientes antecedentes:

- o Identificación de la red pública de alcantarillado a la que se conectará.
- o Certificado de factibilidad de descarga emitido por la empresa sanitaria correspondiente.
- o Caudal y composición del residuo líquido previo al tratamiento.
- o Carga media diaria para todos los parámetros regulados en el presente Decreto Supremo.
- o Descripción del sistema de tratamiento, indicando etapa y operaciones unitarias.



- o Características y dimensionamiento de las unidades de tratamiento y/o equipos a usar. Procesos involucrados en cada unidad, señalando la eficiencia y tiempo de retención.
- o Balance de masas.
- o Composición físico-química del residuo líquido tratado.
- o Descripción de la instalación habitada para el muestreo (cámara u otra).

Cuadro 30

Caracterización de aguas servidas domesticas correspondientes a 200 habitantes.

Parámetros	Valor Característico	Carga Contaminante
Aceites y grasas	60 (mg/L)	960 (g/día)
Arsénico	0,05 (mg/L)	0,8 (g/día)
Cadmio	0,01 (mg/L)	0,16 (g/día)
Cianuro	0,2 (mg/L)	3,2 (g/día)
Cobre	1 (mg/L)	16 (g/día)
Cromo total	0,1 (mg/L)	1,6 (g/día)
Cromo hexavalente	0,05 (mg/L)	0,8 (g/día)
DBO ₅	250 (mg/L)	8.000 (g/día)
Fósforo	5 (mg/L)	160 (g/día)
Hidrocarburos totales	10 (mg/L)	160 (g/día)
Mercurio	0,001 (mg/L)	0,02 (g/día)
Niquel	0,1 (mg/L)	1,6 (g/día)
Nitrógeno amoniacal	50 (mg/L)	1.600 (g/día)
pH	6 - 8	6 - 8
Plomo	0,2 (mg/L)	3,2 (g/día)
Sólidos sedimentables	6 mL/L 1h	6 mL/L 1 h (**)
Sólidos suspendidos totales	220 (mg/L)	7.040 (g/día)
Sulfatos (disueltos)	300 (mg/L)	4.800 (g/día)
Sulfuro	3 (mg/L)	48 (g/día)
Temperatura	20 °C	20 °C (**)
Zinc	1 (mg/L)	16 (g/día)

(**) Se considera una dotación de agua potable de 200 L/hab/día y un coeficiente de recuperación de 0,8.



- **D.S. (MINSEGPRES) N° 46 de 2002.**

Este documento establece la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas y determina las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo. Se aplica a todo el territorio nacional pero no es aplicable a labores de riego, a los depósitos de relaves y a la inyección de las aguas de formación a los pozos de producción en los yacimientos de hidrocarburos.

- **D.S. (MINECON) 319 de 2001.**

El cuerpo legal de este decreto se refiere a las medidas de protección y control para evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies Hidrobiológicas, sea que provengan de la actividad de cultivo con cualquier finalidad o en su estado silvestre, aislar su presencia en caso de que éstas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación.

El reglamento clasifica las enfermedades en dos grupos, Lista 1 y Lista 2, considerando: virulencia, prevalencia y nivel de diseminación o impacto económico para el país.

Lista 1: enfermedad de alto riesgo que se clasifica como tal por encontrarse en el listado de enfermedades de declaración obligatoria ante la O.I.E., o por no haber sido detectadas anteriormente en el territorio nacional o porque su distribución geográfica está restringida a zonas delimitadas en el país. **(Anexo 20)**



Lista 2: enfermedad de alto riesgo que se clasifica como tal por no estar en ninguna de las situaciones señaladas para la Lista 1 y encontrarse en el listado de otras enfermedades importantes para la O.I.E., o por tener una distribución geográfica amplia en el territorio nacional. **(Anexo 20)**

En forma anual, en Mayo, la Subpesca dicta una resolución que contiene la clasificación de las enfermedades de alto riesgo que forman parte de la Lista 1 y Lista 2.

El alcance de esta norma trasciende a:

- o Centros de cultivo de especies hidrobiológicas.
- o Centros de experimentación.
- o Transporte.
- o Repoblamiento.
- o Producción de ovas.
- o Plantas procesadoras
- o Laboratorios de diagnóstico.

Es responsabilidad de los dueños de centros de cultivo, excepto los Productores de Pequeña Escala, efectuar:

- o Programa Vigilancia Activa.
- o Screening Individual de sus reproductores.

Además estos deben mantener ciertos documentos de respaldo como; registros de ingresos y egresos de especies vivas o muertas, registros históricos de traslados, mantener manuales sanitarios (Programas Sanitarios Generales).y registros sanitarios de:



- o Enfermedades presentadas
- o Signos clínicos asociados
- o Diagnósticos de laboratorio efectuados
- o Mortalidades
- o Tratamientos profilácticos y terapéuticos
- o Copia prescripciones veterinarias

En el caso de existir alguna sospecha respecto de enfermedad de la lista 1, se debe proceder como sigue: **(Cuadro N°31)**

- o Realizar investigación oficial para descartar o confirmar el evento.
- o Toma de muestra.
- o Análisis de datos.
- o Determinación de riesgo.
- o Prohibición de traslado (vigilancia).
- o Medidas de desinfección.
- o Sistema de vigilancia.
- o Determinar procedimientos de manejo y cosecha.



Cuadro N° 31: Flujograma programas sanitarios generales investigación oficial de enfermedades (Sernapesca; 2004)



- **Resolución (SERNAPESCA) N° 1804, de 2003. Programa Sanitario General de Procedimientos de Cosecha para Moluscos (PCM).**

Este documento establece las condiciones sanitarias aplicables a la cosecha de moluscos susceptibles a enfermedades de alto riesgo. Entre los procedimientos se estipulan las siguientes disposiciones:

- o Los centros deberán mantener un sistema de registros, disponibles a la inspección del Servicio Nacional de Pesca, que permita documentar las cosechas realizadas y hacer el seguimiento de los ejemplares hasta sus respectivos destinos.
 - o Los equipos y materiales utilizados en la cosecha deberán ser adecuadamente aseados y/o desinfectados después de su uso.
 - o Tanto la cosecha como los procedimientos de limpieza y desinfección que se apliquen, deben considerar buenas prácticas operacionales tendientes a evitar posibles contaminaciones con patógenos causales de enfermedades de alto riesgo.
 - o En caso de presentarse una enfermedad de alto riesgo, la cosecha en los centros afectados solo se podrá realizar previa autorización del Servicio Nacional de Pesca, observando al efecto los procedimientos y requisitos que se describa en los Programas Sanitarios Específicos correspondientes, si los hubiera.
-
- **Resolución (MINECON) N° 1805, del 2003. Programa Sanitario General de Manejo de desechos de Moluscos (PDM).**

Este programa tiene por objetivo establecer las condiciones sanitarias aplicables al manejo de desechos, incluidas las mortalidades, tendientes a prevenir la



diseminación de agentes causales de enfermedades de alto riesgo en centros de cultivo de moluscos susceptibles a éstas enfermedades. Los procedimientos estipulados en este documento son los siguientes:

- o Los centros de cultivo de moluscos deberán mantener un manual de procedimientos en el cual se describan los tipos de desechos que se generan en sus instalaciones, su manejo, disposición final y el personal responsable de la aplicación de los procedimientos correspondientes.
 - o Los desechos deberán ser dispuestos en contenedores que permitan un adecuado acopio y transporte. Su disposición final debe ser sanitariamente eficaz, para evitar la diseminación de agentes patógenos. El traslado a lugares autorizados para el depósito de tales materiales se deberá realizar evitando derrames.
 - o Los contenedores utilizados para el acopio y traslado de desechos fuera del centro deberán ser desinfectados antes de reingresar a éste.
 - o Los procedimientos de limpieza y desinfección de los recipientes y equipos utilizados para la recolección de los desechos deberán ser realizados de conformidad con los criterios establecidos en el Programa Sanitario General de Limpieza y Desinfección de Moluscos (PLDM).
 - o En el caso de presentarse una enfermedad de alto riesgo, los centros de cultivo deberán aplicar los procedimientos de manejo de desechos establecidos en ellos.
- **Resolución (MINECON) N° 1806, del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario General de Manejo de enfermedades de Moluscos (PEM).**

Este programa tiene como objetivo establecer los procedimientos generales aplicables a centros de cultivo de moluscos susceptibles de enfermedades de alto



riesgo para el adecuado manejo de esas enfermedades. Los procedimientos que de este documento emanan son las siguientes:

- o Los registros sanitarios deberán consignar la siguiente información: (1) producto utilizado para el tratamiento o prevención de enfermedad, (2) principio activo, (3) fecha o periodo de tratamiento, (4) dosis utilizada y (5) módulos de cultivo tratados.
 - o Los tratamientos sólo podrán utilizar productos cuyos principios activos están permitidos para su uso en especies destinadas al consumo humano.
 - o En caso de presentarse una enfermedad de etiología desconocida o una sospecha de enfermedad de alto riesgo deberá procederse conforme a lo previsto en el Programa Sanitario General de Investigación Oficial de Enfermedades de Moluscos.
- **Resolución (MINECON) N° 1803, del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario General de Limpieza y Desinfección Aplicable a la Producción de Moluscos (LDEM).**

El programa tiene como objetivo establecer las condiciones de organización y aplicación de los procedimientos de limpieza y desinfección en los centros de cultivo de moluscos susceptibles a enfermedades de alto riesgo. El contenido del documento establece las siguientes acciones:

- o Cada hatchery y centro de cultivo en tierra deberá contar con un manual de limpieza y desinfección el cual deberá ser elaborado con el fin de prevenir la transmisión y diseminación de agentes patógenos causales de enfermedades de alto riesgo a través de vectores, ya sea al interior del centro, desde o hacia otros centros de cultivo, o al medio. Los procedimientos que este Manual indique deben ser conocidos por el



personal involucrado en las faenas de limpieza y desinfección.

- o El manual de limpieza y desinfección deberá consignar los recintos, implementos, equipos, infraestructuras y vehículos que deberán ser lavados y/o desinfectados, así como el responsable de la ejecución, los procedimientos de limpieza y desinfección, y las oportunidades en que tales actividades se realizarán. Con todo, el manual deberá considerar la limpieza y/o desinfección de, al menos, los siguientes equipos, vehículos, indumentarias y estructuras: (1) estanques y tuberías de hatcheries, (2) material para realizar manejos tales como desdobles, calibraciones, limpiezas, cosechas, etc, (3) superficies que estén en contacto con los moluscos durante su transporte, (4) contenedores destinados al depósito y transporte de moluscos, (5) calzado y vestuario del personal que trabaja en las zonas de cultivo, (6) superficies de trabajo, (7) contenedores destinados al depósito de desechos y (8) recintos: paredes, pisos y cielos.
- o El manual describirá de forma detallada los productos detergentes y desinfectantes que se utilizarán, los procedimientos que se emplearán para lavar y desinfectar los diferentes implementos, equipos, vehículos, estructuras, personas, vestuario, calzado y recintos del centro. Estos productos deberán estar autorizados para su comercialización en el país.
- o La definición, tanto de los productos como los procedimientos que se utilizarán tendrán en consideración, para su elección, los siguientes aspectos: (1) eficacia de los productos detergentes y desinfectantes frente a los diversos tipos de materiales y superficies sobre los que actuarán, (2) recomendaciones del fabricante del detergente y/o desinfectante, (3) otras variables que puedan ser relevantes para



discriminar el tipo y nivel de contaminaci3n de la superficie a desinfectar.

- o El manual de limpieza y desinfecci3n deber3 consignar el principio activo, concentraci3n, frecuencia de recambio, forma, periodicidad y forma de monitoreo que se aplicar3 a maniluvios, pediluvios, rodiluvios y soluciones desinfectantes que se preparen para uso rutinario.
- o En el manual de limpieza y desinfecci3n del centro deber3 consignarse el procedimiento de monitoreo que se aplicar3 en cada caso, el cual deber3 indicar la frecuencia y forma en que se vigilar3 los procedimientos, condiciones y resultados previstos en el manual.
- o El manual deber3 consignar las acciones correctivas que deber3n aplicarse en el caso que, con motivo de un monitoreo u otra circunstancia, se constate una discrepancia entre los procedimientos o resultados visualizados y los previstos en el manual.
- o El centro de cultivo deber3 mantener en adecuadas condiciones de almacenamiento los productos desinfectantes, cuyos envases deber3n permanecer adecuadamente rotulados y debidamente cerrados mientras no son usados.
- o Se deber3 mantener archivada la ficha t3cnica de los detergentes y desinfectantes en uso, tanto para consulta del personal t3cnico de la empresa como de funcionarios del Servicio que inspeccionen el centro.



- **Resolución (MINECON) N° 68, del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario General de Manejo de Desechos (PSGD).**

El programa tiene por objeto establecer las condiciones sanitarias aplicables al manejo de desechos. El documento establece los siguientes procedimientos:

- o Los centros de cultivo de peces deberán mantener un manual de procedimientos en el cual se describa el tipo de desechos que se generan en sus instalaciones (sólidos, líquidos, orgánicos o inorgánicos), el manejo y disposición final de cada uno de ellos, y el personal responsable de la aplicación de los procedimientos correspondientes.
- o Los centros de cultivo deberán disponer de un sistema de registros que permita documentar los procedimientos aplicados a los eventuales destinos de los desechos.
- o Los desechos generados deberán ser dispuestos en contenedores que permitan un adecuado acopio y transporte. El traslado a lugares autorizados para el depósito de tales materiales se deberá realizar evitando derrames.
- o Los contenedores utilizados para el acopio y traslado de desechos fuera del centro deberán ser desinfectados antes de reingresar a éste.
- o Los procedimientos de limpieza y desinfección de los recipientes y equipos utilizados para la recolección de los desechos deberán ser realizados de conformidad con los criterios establecidos en el Programa Sanitario General de Limpieza y Desinfección (PSGL)
- o En caso de presentarse una enfermedad de alto riesgo, los centros de cultivo deberán aplicar los procedimientos de manejo de desechos establecidos en los PSEC correspondiente.



- **Resolución (MINECON) N° 1.809, del 2003, Servicio Nacional de Pesca. Programa Sanitario Específico de Vigilancia Activa para Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) en Moluscos (PVM).**

El presente Programa tiene por objeto establecer los procedimientos y escenarios para obtener información sobre el estado sanitario de los moluscos. Además, establece los procedimientos que se deberán aplicar en caso de aparición de Enfermedades de Alto Riesgo o sus agentes causales. Entre los procedimientos de inspección y muestreo, están los siguientes aspectos:

- o Las visitas sanitarias anuales a que se refiere la letra d) del numeral 1, deberán efectuarse una en otoño y otra en primavera-verano de cada año.
- o El muestreo individual de centros de cultivo de ostras y abalones deberá efectuarse conforme a lo indicado en el anexo del presente programa no obstante, como norma general, debe aplicarse un muestreo que otorgue un 95% de confianza con prevalencias asumidas del 10%.
- o El muestreo de una zona deberá efectuarse conforme al plan de muestreo que el Servicio establezca para ella, previo estudio de los centros, áreas de poblaciones naturales, especies, densidad de poblaciones, estadios de desarrollo y otros aspectos relevantes de la zona que pudieran ser de interés para la determinación de la muestra.
- o En el muestreo se privilegiará la obtención de especímenes que presentan anomalías tales como crecimiento anormal, valvas entreabiertas, excrecencias anómalas y mortalidades elevadas.
- o El transporte de las muestras deberá realizarse en condiciones que garanticen su integridad, embaladas de modo que cualquier contaminación hacia y desde el exterior resulte imposible, efectuándose



en recipientes sólidos y perfectamente sellados, cajas o contenedores protectores sólidos y perfectamente cerrados, con material absorbente en cantidad suficiente. En el caso que el muestreo corresponda a una zona, la etiqueta de los depósitos que contengan las muestras deberán identificar los puntos de muestreo, indicando los códigos de centros y/o zonas, fecha de muestreo y números o códigos que identifiquen los grupos muestreados.

- o Las muestras deben llegar vivas al laboratorio y deben ser procesadas tan pronto como sea posible.
- o El análisis de las muestras se efectuará conforme a los métodos previstos en el Manual de Técnicas Diagnósticas para Animales Acuáticos de la Oficina Internacional de Epizootias en su última versión oficial. En el caso de aquellas enfermedades cuyo método de diagnóstico no esté descrito por la OIE, el método será definido mediante Resolución por el Servicio.

- **SMB-NT1 Clasificación y monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos para Estados Unidos. Julio 2004.**

Este documento establece los requisitos para la clasificación de áreas de extracción de moluscos bivalvos, considerando el análisis sistemático de la calidad sanitaria de las aguas donde crece o se cultiva el recurso, acompañado de una evaluación de las fuentes de contaminación que afectan o pueden afectar dichas zonas.



Los requisitos para la clasificación de áreas de extracción son los siguientes:

- a) Inspección Sanitaria del área
 - o Inspección de la línea de la costa, con ella se debe identificar y evaluar todas las fuentes actuales y potenciales de contaminación que pueden afectar el área de crecimiento; determinar la distancia de la fuente de contaminación a la zona de crecimiento y el impacto de cada fuente sobre el área; evaluar la seguridad y efectividad de los sistemas de tratamiento de aguas servidas; establecer si afectan al área de crecimiento venenos y sustancias deletéreas y; considerar la presencia de animales domésticos, animales silvestres o residentes y poblaciones de aves migratoria y su posible efecto adverso sobre el área de crecimiento.
 - o Efectos de las características meteorológicas, hidrodinámicas y geográficas, con ella, se pretende determinar aquellas características hidrográficas y meteorológicas que puedan afectar la distribución de los contaminantes, como la amplitud y tipo de marea, los patrones de circulación de las aguas, profundidad, salinidad, estratificación, patrones de lluvia e intensidad y vientos predominantes.
 - o Inspección de la calidad bacteriológica del agua, aplicando como estándares de clasificación los criterios microbiológicos de coniformes fecales y coniformes totales. Un área aprobada o condicionalmente aprobada, debe cumplir con los siguientes criterios microbiológicos: (1) la mediana de los NMP para coniformes totales en agua no debe exceder 70/100 ml, y no mas del 10% de las muestras excederán un NMP de 230/100 ml en un test de dilución decimal de 5 tubos y (2) la mediana de los NMP para coniformes fecales en agua no deberá exceder 14/100ml y no más del 10% de las muestras excederán un



NMP de 43/100ml en un test de dilución decimal de 5 tubos. En cuanto al número de muestras, se requiere extraer un mínimo de 30 muestras por estación de muestreo, tomadas bajo condiciones ambientales variadas, en un año calendario, y 15 de las 30 muestras deberán ser tomadas en las condiciones mas desfavorables.

- b) Control de biotoxinas, cada área deberá contar con un historial de toxinas marinas con el propósito de establecer si esa zona se encuentra influenciada por toxina paralizante (PSP), diarreica (DSP) o amnésica (ASP).
 - c) Clasificación de las áreas de extracción, cada área de crecimiento deberá ser designada se acuerdo a la siguiente clasificación: Aprobada, Condicionalmente Aprobada, Restringida, Condicionalmente Restringida o Prohibida.
- **SMB-NT2 Clasificación y monitoreo de las áreas de extracción de moluscos bivalvos para Unión Europea. Agosto 2005.**

Las zonas de producción deberán ser clasificadas con el propósito de establecer la condición sanitaria del área y con ello el uso tecnológico que se puede dar al recurso extraído desde esa zona en particular.

La clasificación comprende un periodo mínimo de 4 meses durante el cual deberán remitirse: 16 muestras para análisis microbiológico; 4 muestras para análisis de VPM y VDM; 8 muestras para análisis de VAM; 4 muestras para análisis de fitoplancton; 1 muestra para análisis de metales pesados; y, 1 muestra para análisis de pesticidas por cada área que clasifique.



Según este documento, las zonas de producción podrán ser clasificadas en una de las 3 categorías siguientes:

Tipo A: Para consumo directo

Tipo B: Para depuración, reinstalación o aplicación de tratamientos térmicos aprobados.

Tipo C: Para reinstalación por periodos largos de tiempo o aplicación de tratamientos térmicos aprobados.

Una vez que el área ha sido clasificada, se establece un programa mensual de monitoreo con el propósito de vigilar la condición sanitaria del área. El programa de monitoreo anual de un área considera la realización de análisis que dependen de la condición sanitaria de la región de extracción de los recursos. Es así que para la III y IV Regiones del Programa considera el siguiente análisis:

- o Análisis microbiológico de 12 muestras de carne por estación o lugar de muestreo (1 mensual).
- o Análisis toxicológico de 12 muestras de carne por estación o lugar de muestreo para VPM y para VDM (1 mensual).
- o Análisis toxicológico de 24 muestras de carne por estación o lugar de muestreo para VAM (1 muestra quincenal).
- o Análisis de 2 muestras de carne por estación o lugar de muestreo para metales pesados (Cd, Hg y Pb) (1 muestra semestral).
- o Análisis de 2 muestras de carne por estación o lugar de muestreo para pesticidas organohalogenados (1 muestra semestral).
- o Análisis de fitoplancton de 24 muestras de agua por estación o lugar de muestreo (1 muestra quincenal) revisar el número.
- o Análisis de pH y T° en 4 muestras de agua por estación o lugar de muestreo (1 muestra trimestral).



- o Análisis de oxígeno disuelto y salinidad en 12 muestras de agua por estación o lugar de muestreo (1 muestra mensual).
- **SMB-NT3 Plan de contingencia para biotoxinas marinas y otras emergencias de contaminación. Agosto 2005.**

Este documento entrega una guía práctica para la adopción de procedimientos estandarizados frente a situaciones de contaminación. El documento entrega procedimientos para los siguientes casos:

- Marea Roja
 - o Veneno paralítico de los moluscos
 - o Veneno amnésico de los moluscos
 - o Grupo de toxinas lipofílicas
- Contaminación microbiológica o química

5.2.4 Selección de variables y parámetros a utilizar en el protocolo de monitoreo ambiental.

Las variables ambientales fueron agrupadas en 3 categorías de indicadores, como son; condición de hábitat, condición de exposición y condición biótica. Las razones de esta decisión se relacionan con el ordenamiento de la información para entender de mejor manera la apreciación de un determinado fenómeno ambiental y del mismo modo, simplificar los procedimientos de comunicación del resultado al usuario.



Columna de agua:

Correntometría:

Los incrementos en la velocidad y dirección de las olas y de las corrientes producen una remoción de la arena, afectando la extensión y pendientes de las playas. En zonas que están muy expuestas a la sucesión de periodos de erosión y acreción se producen cambios en la estructura granulométrica de los sedimentos y en sus propiedades físicas asociadas, con los consiguientes efectos sobre la biota. De este modo, alteraciones en la correntometría probocado por la instalación de estructuras como colectores de semillas, linternas de cultivo, muertos de anclaje y muelles pueden actuar como factores limitantes para los organismos que allí viven.

Temperatura del agua:

El incremento de la temperatura del agua está asociada a la transferencia de calor desde la interfase Aire – Agua, utilizando tres procesos; la radiación solar, la evaporación y la conducción. Esta transferencia de calor está sujeta a la ubicación geográfica del cuerpo de agua, a la estación del año, al régimen horario y a las condiciones meteorológicas. Estas variaciones influyen sobre los procesos fisiológicos de los organismos, tales como respiración, alimentación, metabolismo, crecimiento, comportamiento, reproducción, tasas de bioacumulación, tasas de excreción y tasas de detoxificación. Por otro lado, ésta variable está asociada con los niveles de oxígeno disuelto en el agua ya que aumentos en la temperatura favorecen el incremento en la velocidad de degradación de materia orgánica por los organismos.



pH:

Corresponde a la concentración de H^+ y se representa como su logaritmo negativo. La concentración de protones está controlada por el equilibrio de los compuestos químicos disueltos en el sistema y cuando ocurren modificaciones en su concentración se puede alterar el estado iónico de los aminoácidos que conforman las enzimas, pudiendo producir las siguientes alteraciones:

1. Modificación del sitio alostérico de algunos complejos enzimáticos, alterando con ello, la regulación de los ciclos metabólicos relacionados con el desarrollo del organismo.
2. Modificación del sitio activo de las enzimas alterando con ello la unión sustrato – enzima, lo que genera bloqueos metabólicos por la inhibición de determinadas rutas metabólicas.
3. Modificaciones en los procesos de intercambio iónico y polarización de membranas.

También, ocurren modificaciones en cuanto al equilibrio iónico de determinadas compuestos nitrogenados, por ejemplo, el ión amonio altera su estructura transformándose a amoniaco, compuesto 100 veces más tóxico que el ión amonio. También, se puede generar lixiviación de metales, reducción de fósforo inorgánico y dióxido de carbono disponible para la fotosíntesis del fitoplancton.

Salinidad/conductividad:

Esta relacionado con la capacidad que posee el agua para conducir una corriente eléctrica, considerando la concentración total de iones inorgánicos. El término salinidad se expresa en psu (unidad de partes salinas) y se utiliza para indicar la concentración total de iones (Na^+ , Cl^- , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , CO_3^{-2} y SO_4^{-2} , en cambio, el término conductividad se refiere a la conductividad eléctrica empleada para medir la concentración de iones en aguas dulces y salobres, la cual se expresa en $\mu S/cm$.



La salinidad afecta la distribución de los bivalvos en la costa e influencia muchos de los procesos fisiológicos. Afecta las propiedades estructurales y funcionales de los animales a través de cambios en (1) concentración osmótica total, (2) proporción relativa de solutos, (3) coeficientes de absorción y saturación de gases disueltos y (4) densidad y viscosidad (Kinne, 1964). La interacción de los factores, temperatura y salinidad, con los procesos de los bivalvos pueden condicionar el hábitat potencial de un animal, considerando que la respuesta fisiológica a los parámetros es diferente para las larvas de la misma especie.

Sólidos particulados:

Está relacionada con la presencia de material particulado y coloidal suspendido en la columna de agua, cuyo origen se debe a la presencia de sedimentos de granulometría fina generalmente de limos y arcillas. Cambios en la turbidez puede afectar el régimen de luz y afectar en forma significativa la dinámica del ecosistema. La presencia de los sólidos suspendidos en la matriz acuosa puede perturbar la condición ambiental, ya que los metales pesados, nutrientes y compuestos orgánicos en general son transportados adheridos a este material.

Los efectos que causan son diversos, uno de ellos se relaciona con alteraciones del hábitat, obstruyendo los intersticios del sustrato y modificando la anoxia de los fondos debido al incremento en la demanda de oxígeno por sólidos sedimentables con alto contenido de materia orgánica.

Oxígeno disuelto:

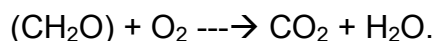
La cantidad de oxígeno disuelto superficial en el agua de mar oscila entre 1,0 ml/L y 8,5 ml/L, si bien esa cantidad máxima puede ser sobrepasada en ocasiones, llevándose a un estado de sobresaturación en zona de muy baja temperatura o zonas en las que haya una intensa actividad fotosintética. Los factores que regulan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua son:



- Temperatura y salinidad del agua.
- Actividad biol3gica.
- Procesos de mezcla debido a los movimientos el agua de mar.

La solubilidad del ox3geno en el mar decrece al aumentar la temperatura y la salinidad. A temperatura de 0 °C la solubilidad de ox3geno puede llegar a 14,74 mg/L mientras que a 35 °C la solubilidad de ox3geno puede llegar a 7,03 mg/L.

Los microorganismos pueden degradar 7,8 mg de materia org3nica consumiendo 8,3 mg de ox3geno en un litro de agua en equilibrio con la atm3sfera a 25 °C utilizando un c3lculo estequiom3trico basado en la siguiente ecuaci3n:



DBO₅:

La mayor3a de la materia org3nica que contamina el agua procede de desechos de alimentos, de aguas negras dom3sticas y de f3bricas, y es descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Ese proceso de descomposici3n ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones qu3micas que requieren ox3geno para transformar sustancias ricas en energ3a en sustancias pobres en energ3a. El ox3geno disuelto en el agua puede ser consumido por la fauna acu3tica a una velocidad mayor a la que es reemplazado desde la atm3sfera, lo que ocasiona que los organismos acu3ticos compitan por el ox3geno y en consecuencia se vea afectada la distribuci3n de la vida acu3tica. Una medida cuantitativa de la contaminaci3n del agua por materia org3nica es la determinaci3n de la rapidez con que la materia org3nica nutritiva consume ox3geno por la descomposici3n bacteriana y se le denomina Demanda Bioqu3mica de Ox3geno (DBO). La DBO es afectada por la temperatura del medio, por las clases de microorganismos presentes, por la cantidad y tipo de elementos



nutritivos presentes. Si estos factores son constantes, la velocidad de oxidación de la materia orgánica se puede expresar en términos del tiempo de vida media (tiempo en que descompone la mitad de la cantidad inicial de materia orgánica) del elemento nutritivo.

La DBO de una muestra de agua expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua, que se utiliza conforme se consumen los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. La demanda bioquímica de oxígeno se determina midiendo el proceso de reducción del oxígeno disuelto en la muestra de agua manteniendo la temperatura a 20 °C en un periodo de 5 días. Una DBO grande indica que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua. De manera que se produce un agotamiento desmedido del oxígeno con la consecuente mortalidad de los organismos que ahí habitan.

Clorofila a:

Corresponde a una estructura química que se ubica en los tilacoides de los cloroplastos en las células vegetales, y tienen la capacidad para capturar parte de la radiación solar para realizar los procesos que ocurren durante la fotosíntesis. Su concentración se emplea como un indicador de la biomasa fitoplanctónica y sus mediciones permiten tener una leve estimación de la productividad primaria. Desde un punto de vista ambiental, un incremento en las concentraciones de fitoplancton aumenta la turbidez del agua, disminuyendo los procesos fotosintéticos. Respecto de una consideración sanitaria, ciertas microalgas producen toxinas que habitualmente se acumulan en los tejidos de los organismos filtradores ocasionando graves consecuencias para la salud humana.



Compuestos nitrogenados (Nitrato, Nitrito, Amonio):

Los compuestos derivados del metabolismo del nitrógeno, ingresarían como amonio al cuerpo de agua, proveniente desde dos fuentes: la amonificación de la materia orgánica (talos de algas, organismos incrustantes) por bacterias heterotróficas, y por transaminación y desaminación de productos catabólicos de nitrógeno orgánico ingerido y asimilado por organismos en cultivo (Armstrong, 1979). En un sistema acuoso, el amonio puede presentarse en la forma de amoniaco en equilibrio con ion amonio e iones hidróxido. La forma no ionizada es usualmente tóxica, debido a que posee una alta solubilidad en lípidos que lo capacita para difundir muy rápidamente y cruzar las membranas celulares. El amonio es oxidado por acción bacteriana y transformado a nitrito y finalmente a nitrato (Sharma and Ahlert, 1977). El amonio y sus productos intermedios de oxidación, nitrito, son los compuestos tóxicos más comunes en los sistemas de cultivo, resultando tóxicos para peces, moluscos y crustáceos (Colt and Armstrong, 1981). El nitrato por sí solo no es tóxico, sin embargo su impacto al medio ambiente puede establecerse al contribuir en la fertilización del ambiente con el riesgo de favorecer la proliferación de microalgas nocivas. Además, se debe tener presente que este compuesto constituye un precursor de nitrito.

Fosfato:

El fósforo es uno de los elementos esenciales en organismos vivos y juega un rol fundamental en los procesos metabólicos de transferencia de energía como respiración y fotosíntesis. En ambientes marinos, este elemento es encontrado en los organismos vivos, en la columna de agua como ortofosfato, como fósforo orgánico disuelto y como fósforo particulado y en sedimentos está en equilibrio de adsorción – desorción interactuando con ferro-oxihidróxidos en el agua intersticial (Sundby *et al*, 1992).



La forma de ortofosfato se asimila directamente por las algas y una concentración de 10 $\mu\text{g/L}$ es capaz de sostener una comunidad planctónica, al contrario concentraciones de 30 a 100 $\mu\text{g/L}$ ya pueden desencadenar eventos de bloom. De todos modos, una alta concentración de fosfato no siempre indica una producción planctónica sostenida ya que puede ser limitada por el nitrógeno. Su disponibilidad en el ambiente, está relacionado con los depósitos de minerales como la fosforita y por la descomposición de compuestos orgánicos favorecidos por el pH.

Fitoplancton:

Dentro del ambiente pelágico existe un grupo ecológico llamado plancton y que corresponden a organismos que viven suspendidos en el agua e independientes del fondo. Estos organismos por su débil capacidad de natación, no pueden superar los movimientos de la corriente, de manera que son transportadas pasivamente por ellas, a la deriva. Al incorporar el factor nutritivo, el fitoplancton se distingue de los demás organismos del plancton, porque son capaces de sintetizar su propio alimento, al igual que la mayoría de las plantas pueden fijar carbono por medio del proceso de fotosíntesis a partir de agua, gas carbónico y energía luminosa. Su importancia se debe a que el 95 % de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton, elemento que constituye la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino. Uno de los criterios de clasificación de estos organismos unicelulares se basa en el tamaño, distinguiéndose cuatro categorías que agrupan a la mayor parte de los elementos del fitoplancton: Picoplancton ($<2 \mu\text{m}$), Ultraplancton ($2-5 \mu\text{m}$), Nanoplancton ($5 - 50 \mu\text{m}$) y Microplancton ($50 - 500 \mu\text{m}$). En cuanto a su distribución, por requerir de la luz solar para su actividad fotosintética, el fitoplancton está limitado al estrato superficial, ya que los rayos solo penetran en estas capas, en donde, a medida que las plantas crecen aumentan en número. Para su crecimiento, además, requieren nutrientes, temperatura y salinidad en niveles óptimos. Por ello, son



buenos indicadores de cambios ambientales, pudiendo aumentar en número o disminuir, dependiendo de las condiciones ambientales que imperan en el ambiente.

Zooplankton:

Estos organismos pertenecen al segundo nivel trófico de la trama alimenticia en los océanos y están formados por organismos herbívoros relativamente pequeños (0,5 a 2 mm), en su mayoría por copépodos del género *Calanus*. Los copépodos consumen diariamente la mitad de su propio peso, en términos cuantitativos un solo copépodo puede comer hasta 120.000 diatomeas por día, es habitual que se alimenten de organismos que miden entre 10 y 40 μm , sin embargo, en ocasiones los individuos adultos de *Calanus* capturan y comen algunos de los animales planctónicos e incluso estados juveniles de otros copépodos. Los procesos reproductivos están íntimamente ligados a la nutrición, cuando la alimentación es bien balanceada, las hembras del grupo de los *Calanus* expulsa sus huevos en puestas de 50 por día y con intervalos de 10 a 14 días entre cada puesta, llegando a producir un total de 200 a 300 huevos. Dado el nivel trófico intermedio que representa la comunidad zooplanctónica entre los productores primarios y los consumidores de zooplancton (normalmente peces), su valor indicador de las condiciones ambientales es menor que el del fitoplancton. No obstante, su estudio permite obtener una visión más integradora y representativa del estado real de las aguas con las particulares condiciones ambientales en las que se desarrolla.



Sedimento:

Granulometría:

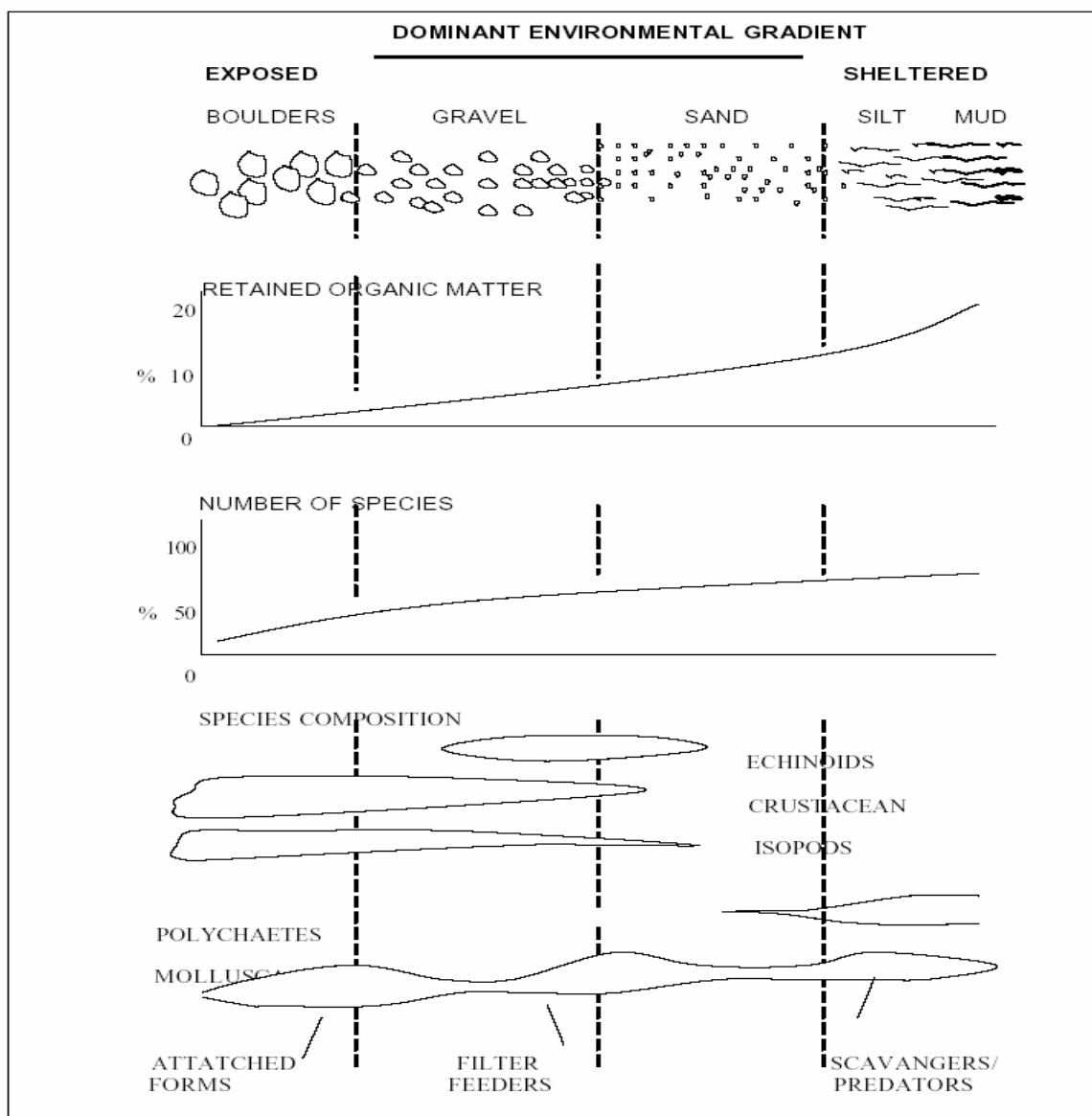
Está relacionada con el tamaño de las partículas orgánicas e inorgánicas encontradas en el sedimento marino. El origen de éstas proviene de fuentes terrígenas, biógenas, piroclásticas, autógenas o cósmicas. La fracción sedimentaria, ya sea, grava (4 - 2 mm), arena muy gruesa (2 - 1 mm), arena gruesa (1 - 0,5 mm), arena media (0,5 - 0,25 mm), arena fina (0,25 - 0,125 mm), arena muy fina (0,125 - 0,062 mm) y limo - arcilla (< 0,062 mm) de un determinado sedimento marino condicionará el grado de vulnerabilidad frente a la distribución de la comunidad bentónica y frente a adsorción de algunos contaminantes (**Cuadro 32**).

Porosidad:

La porosidad es el volumen de espacio libre en la arena y está en estrecha relación con la penetrabilidad de los sedimentos, de suma importancia para la macrofauna de los sustratos arenosos, así como para todas las especies que son capaces de excavar en un sustrato.

Densidad aparente (ρ_a):

Definida como la relación de la masa del sustrato y el volumen total de partículas mas el espacio entre ellas ($\rho_a = m_s/V_t$). Se utiliza principalmente para calcular la porosidad total del sustrato y por ende se puede utilizar como un índice de penetrabilidad de la macrofauna o de macroalgas al sustrato.



Cuadro 32. Gradiente ambiental dominante asociado a los tipos de exposici3n, y su relaci3n con el tama1o de la partícula, materia orgánica, n1mero de especies y de composici3n.



Materia orgánica:

El contenido de materia orgánica en los sedimentos marinos varía típicamente en el rango 0,1 a 30%, lo cual constituye un indicador de la cantidad de alimento disponible para especies marinas. El contenido orgánico de los sedimentos es variable, en ambientes oxidados donde los niveles de oxígeno disuelto en el agua suprayacente son superiores a 1 mg/L, mientras que en ambientes reducidos el contenido de carbono orgánico es significativamente amplio y alto, desde 1% hasta 20% y más.

Gases en el sedimento (Sulfuro – Metano):

Parte de la materia orgánica que se acumula en la interfase sedimento-agua es degradada por organismos bentónicos (Volkman *et al.*, 1980) y a la vez estimula la actividad microbiológica. Si en este ambiente el consumo de oxígeno excede al suministrado, los microorganismos comenzarán a utilizar otros aceptores de electrones. Normalmente el oxígeno desaparece a los pocos milímetros bajo la superficie del sedimento, a profundidades mayores en el sedimento sólo se encontrará un ambiente anóxico (Revsbench *et al.*, 1980; Reimers and Smith, 1986; Sorensen and Jorgensen, 1987). En la zona anóxica del sedimento se utilizará los aceptores de electrones, generalmente, en orden decreciente de potencial redox. El oxígeno es el preferido, pero al no existir se utiliza al nitrato y en orden decreciente de preferencia a Fe(III), Mn(IV), sulfato y finalmente al dióxido de carbono (Froelich *et al.*, 1979; Sorensen *et al.*, 1979, Nealson, 1997).

Bajo condiciones anóxicas la materia orgánica es degradada paso a paso mediante una compleja comunidad microbiológica dirigida bajo el régimen energético (Pfennig & Widdel, 1982; Schink, 1989; Nealson, 1997). En estos sistemas, el sulfato es el aceptor de electrones más importante siendo responsable de sobre el 50% de la mineralización de la materia orgánica (Jorgensen, 1982; Skyring, 1987).



Producto de estos procesos, se generan gases tales como el sulfuro de hidrógeno y el metano, cuya presencia se asocia a efectos negativos sobre los organismos en cultivo y sobre las comunidades naturales del sector.

El sulfuro de hidrógeno puede contribuir a los siguientes efectos:

1. El gas puede ser directamente tóxico para los organismos acuáticos.
2. La precipitación del gas con metales limita la disponibilidad de azufre en la forma de sulfato y por otra parte puede limitar la disponibilidad de metales traza útiles para procesos biológicos.

Este efecto se ve reflejado en la transformación de sulfato a ión sulfuro en la matriz sedimentos, y el alto contenido de este gas se percibe en primera instancia por los valores negativos que se registran al realizar mediciones de potencial redox y, posteriormente, después de un tiempo comienza a desaparecer la abundancia y diversidad de los organismos que conforman la macroinfauna.

Composición de agua intersticial (Potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato, sulfato):

Las aguas intersticiales son indicadores muy sensitivos de cambios diagénicos incipientes en sedimentos, uno de los cambios ocurre en el potencial rédox que genera cambios en el estado rédox de varios nutrientes esenciales (**Cuadro 33**). Según baja el potencial rédox en aguas y sedimentos, se observa una disminución en la concentración de oxígeno disuelto y la reducción de iones y moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior.

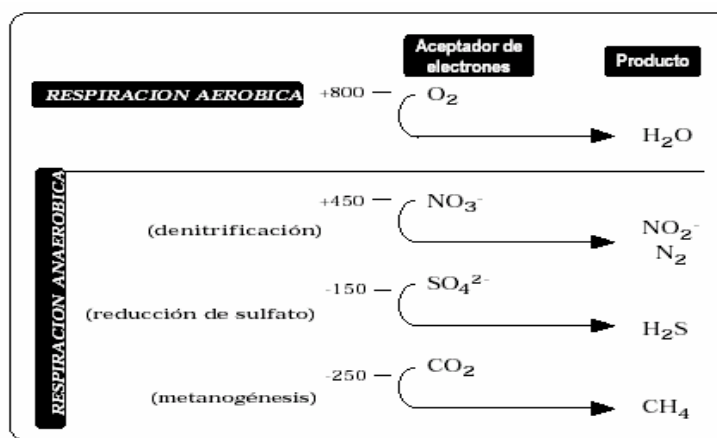
**Cuadro 33**

Efecto del potencial redox por la concentración de oxígeno disuelto. Datos tomados de Atlas y Bartha (1993); Lynch y Poole (1979).

Parejas rédox	Eh a pH 7.0 (milivoltios)	Oxígeno disuelto (mg/L)
$\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^-$	+450 a +400	4.0
$\text{NO}_2^- - \text{NH}_3$	+400 a +350	0.4
$\text{Fe}^{3+} - \text{Fe}^{2+}$	+300 a +200	0.1
$\text{SO}_4^{2-} - \text{S}^{2-}$	-150 a -200	0.0
$\text{CO}_2 - \text{CH}_4$	-250 a -300	0.0

Cuadro 34

Perfil vertical del potencial redox (mV) en sedimentos.



* Modificada de Lynch y Poole (1979).

Macrofauna:

El fondo marino está habitado por una variedad de especies con distintas formas de reproducción, hábitos alimenticios y tolerancias fisiológicas a las condiciones ambientales. Muchos de estos organismos bentónicos viven en la interfase agua-sedimento o a una profundidad del sedimento no superior a los 20 cm, su movilidad es muy limitada impidiéndole evitar la exposición a sustancias contaminantes, a diferencia de otros organismos como peces que poseen una mayor capacidad de movimiento, es por ello que los organismos que habitan en el



bentos se han convertido en buenos indicadores frente a la presencia de diversos agentes contaminantes.

Bajo condiciones de enriquecimiento orgánico, la macroinfauna responde con un patrón de distribución espacial característico asociado con el gradiente orgánico. Bajo condiciones extremas, la macroinfauna desaparece completamente debido a las condiciones fuertemente reductoras que caracterizan a estos ambientes (compuestos sulfurados y metano).

Lo más importante de la presencia de estas comunidades indicadores es que representan un componente vital para mantener la estructura y función del ecosistema, ya que ellos sirven como alimento para la fauna demersal y participan en los niveles tróficos superiores e inferiores. Por otro lado, participan activamente en la transferencia de carbono manteniendo la dinámica energética de los sistemas marinos y como agentes de bioturbación de los fondos y regeneración de nutrientes.

Coliformes:

Las bacterias coliformes son microorganismos que residen en el intestino grueso del hombre y abundan en la materia fecal. Forman parte de los desechos de las aguas negras, de manera que un recuento de las bacterias coliformes constituye un indicio del grado de contaminación de esas aguas.

Se considera que el número de microorganismos portadores de enfermedad en el agua es proporcional al número total de microorganismos y que una cantidad total baja representa un menor riesgo de contraer una enfermedad.



El agua contaminada puede estar sucia, mal oliente, ser corrosiva, de mal sabor o poco apta para lavar la ropa con ella. Sin embargo, para el hombre el efecto más perjudicial del agua contaminada ha sido la transmisión de enfermedades por microorganismos que pueden habitar en ella. Por ejemplo, la fiebre tifoidea causada por la bacteria *Salmonella typhi* y el cólera causada por la bacteria *Vibrio cholerae*.

Condiciones meteorológicas:

Constituyen un forzante que en ocasiones puede modificar la estructura del ecosistema. La temperatura ambiente influye sobre la temperatura del agua y por ende sobre la concentración de oxígeno disuelto. Por otro lado, la luminosidad fomenta la fotosíntesis favoreciendo la producción primaria y por último la velocidad y dirección de los vientos influye sobre la dinámica de las corrientes afectando la granulometría del fondo marino y con ello, alteraciones en el ecosistema.

Batimetría:

La pendiente de una playa es función de la granulometría y del carácter de las olas. Shepard (1948) determinó que los tamaños de partículas de 64-4 mm, 4-2 mm, 1-0,5 mm y 0,25-0,125 mm corresponden a una pendiente de playa de 12°, 8°, 4° y 2° respectivamente. Como consecuencia, en las playas de arenas gruesas las olas y el movimiento turbulento de las aguas que las acompañan separan las partículas de mayor tamaño y las mueven hacia la porción superior de la playa y las corrientes cuando retroceden tienen menor energía y transportan partículas mas ligeras en dirección al mar, como resultado de esta acción, la zona intermareal tiende a estar formada por arenas de granos medios y pequeños con una pendiente suave. Esta dinámica se vincula con la capacidad de retención de materia orgánica y la composición de la macrofauna bentónica de los sedimentos (**Cuadro 30**).



5.3 Objetivo específico 4.3

Diseñar y aplicar un protocolo de monitoreo global que avalúe impactos ambientales aditivos y/o sinérgicos de las actividades de acuicultura.

5.3.1 Muestreo preliminar

Columna de agua:

- **Correntometría**

Las corrientes observadas en Bahía Inglesa a 1 m sobre el fondo marino presentaron un predominio de las direcciones asociadas al Sur y las mayores ocurrencias se registraron en las direcciones S, SW, SE y E (40,9%, 18%, 15,3% y 12%). En general, la mayoría de las magnitudes medidas presentaron valores que se encontraron en el rango de 10,1 a 30,0 cm/s con un porcentaje de 59,4%, seguido del rango sobre 30,1 cm/s con un 28%.

En Bahía Guanaqueros las corrientes medidas a 1 m sobre el fondo marino presentaron un predominio de las direcciones asociadas al Sur y las mayores ocurrencias se registraron en las direcciones S, SE y NE (23,9%, 19,8% y 14%). En general, la mayoría de las magnitudes medidas presentaron valores que se encontraron en el rango de 3,1 a 10 cm/s con un 60%, seguido del rango entre 1,5 a 3,0 cm/s con un 19,4%.



En Bahía Tongoy la dirección de las corrientes registradas a 1 m sobre el fondo marino presentaron marcadas diferencias respecto de las registradas a una profundidad de 10 m. A 1 m sobre el fondo marino las corrientes se mostraron asociadas preferentemente en las direcciones SW, W y S (23,8%, 19,9% y 18,4%), mientras que a los 10 m de profundidad las corrientes se agruparon de manera preferente en las direcciones NW, N, SE y W (18,9%, 18,0%, 15,5% y 12,1%). La magnitud de las corrientes registradas a 1 m sobre el fondo marino presentaron valores que se encontraron en el rango de 3,1 a 5,0 cm/s con un 48,1%, seguido del rango entre 1,5 a 5,0 cm/s con un 23,6%, mientras que las magnitudes registradas a 10 m de profundidad presentaron valores que se encontraron en el rango de 1,5 a 5,0 cm/s con un 56,7%, seguido el rango 5,1 a 10,0 cm/s con un 32,2%.

- **Temperatura del agua**

Las temperaturas del agua en Bahía Calderilla durante el invierno se presentaron homogéneas, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 14,8 y 15,4°C, con un promedio de $14,9 \pm 0,22$ desv. estándar (N = 6) °C; en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 14,6 y 15,3 °C, con un promedio de $15 \pm 0,22$ desv. estándar (N = 6) °C y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 14,7 y 15,4 °C, con un promedio de $15 \pm 0,36$ desv. estándar (N = 3) °C.

En Bahía Inglesa la temperatura del agua durante el invierno no registró mayores diferencias entre los distintos estratos, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 13,1 y 16,7 °C, con un promedio de $14,58 \pm 1,05$ desv. estándar (N = 34) °C, en el estrato medio a 6 m de profundidad



varió entre 13,2 y 17,4 °C, con un promedio de $14,34 \pm 0,92$ desv. estándar (N = 34) °C y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 12,9 y 16,8 °C, con un promedio de $14,28 \pm 0,99$ desv. estándar (N = 30) °C.

En Bahía Guanaqueros la temperatura del agua durante el invierno algo heterogénea entre los distintos estratos en que fue registrada, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 11,0 y 15,0 °C, con un promedio de $12,83 \pm 2,02$ desv. estándar (N = 3) °C, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 11,7 y 15,9 °C, con un promedio de $13,30 \pm 2,27$ desv. estándar (N = 3) °C y en estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 11,1 y 12,4 °C, con un promedio de $11,87 \pm 0,68$ desv. estándar (N = 3) °C.

Finalmente, en Bahía Tongoy la temperatura del agua durante el invierno se presentó algo homogénea entre los estratos en que fue registrada, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 13,2 y 15,0 °C, con un promedio de $14,11 \pm 0,55$ desv. estándar (N = 30) °C, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 13,2 y 14,9 °C, con un promedio de $13,95 \pm 0,36$ desv. estándar (N = 30) °C y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 13,1 y 15,0 °C, con un promedio de $13,84 \pm 0,50$ desv. estándar (N = 30) °C (**Anexo 2; Tabla 2.1, 2.2, 2.3, 2.4**).



- **pH**

Los valores de pH registrados en la columna de agua de Bahía Calderilla durante el invierno se presentaron en el rango de neutralidad, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 7,84 y 8,88, con un promedio de $8,02 \pm 0,15$ desv. estándar ($N = 18$), en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 7,72 y 8,84, con un promedio de $7,90 \pm 0,09$ desv. estándar ($N = 18$) y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 7,74 y 7,96, con un promedio de $7,85 \pm 0,11$ desv. estándar ($N = 9$). Mientras que los valores de potencial rédox en la misma matriz durante el invierno se presentaron con valores positivos, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 33 y 90 mV, con un promedio de $81 \pm 23,15$ desv. estándar ($N = 12$) mV, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 19 y 84 mV, con un promedio de $59 \pm 27,36$ desv. estándar ($N = 12$) mV y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 9 y 55 mV, con un promedio de $36,83 \pm 23,46$ desv. estándar ($N = 6$) mV.

En Bahía Inglesa los valores de pH en el agua durante el invierno se presentaron en el rango de la neutralidad, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 7,72 y 7,86, con un promedio de $7,78 \pm 0,03$ desv. estándar ($N = 102$), en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 7,71 y 7,88, con un promedio de $7,78 \pm 0,05$ desv. estándar ($N = 102$) y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 7,67 y 8,18, con un promedio de $7,78 \pm 0,09$ desv. estándar ($N = 89$). Mientras que los valores de potencial rédox en la misma matriz durante el invierno se presentaron con valores positivos, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 39 y 176 mV, con un promedio de $105,56 \pm 36,22$



desv. estándar (N = 102) mV, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 34 y 167 mV, con un promedio de $95,86 \pm 34,65$ desv. estándar (N = 102) mV y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 28 y 134 mV, con un promedio de $85,13 \pm 33,23$ desv. estándar (N = 89) mV.

En Bahía Guanaqueros los valores de pH en la columna de agua durante el invierno se presentaron en el rango de neutralidad, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 7,83 y 7,91, con un promedio de $7,86 \pm 0,03$ desv. estándar (9), en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 7,90 y 7,96, con un promedio de $7,94 \pm 0,03$ desv. estándar (N = 9) y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 7,91 y 8,84, con un promedio de $8,02 \pm 0,31$ desv. estándar (N = 9). Mientras que los valores de potencial redox en la misma matriz durante el invierno se presentaron con valores positivos, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 98 y 141 mV, con un promedio de $122,89 \pm 13,49$ desv. estándar (N = 9) mV, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 24 y 204 mV, con un promedio de $125,0 \pm 72,4$ desv. estándar (N = 9) mV y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 26 y 56 mV, con un promedio de $37,56 \pm 9,66$ desv. estándar (N = 9) mV.

Finalmente, en Bahía Tongoy los valores de pH en el agua de mar durante el invierno se presentaron homogéneos en el rango de la neutralidad, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 7,73 y 7,99, con un promedio de $7,89 \pm 0,08$ desv. estándar (N = 90), en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 5,88 y 8,00, con un promedio de $7,82 \pm 0,36$ desv. estándar (N = 90) y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino



varió entre 7,71 y 7,79, con un promedio de $7,83 \pm 0,07$ desv. estándar ($N = 90$). Mientras que los valores de potencial rédox en la misma matriz registrada durante el invierno presentaron valores positivos, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 120 y 256 mV, con un promedio de $174,9 \pm 25,38$ desv. estándar ($N = 90$) mV, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 86 y 151 mV, con un promedio de $114,4 \pm 16,4$ desv. estándar ($N = 90$) mV y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 39 y 96 mV, con un promedio de $75,6 \pm 11,93$ desv. estándar ($N = 90$) mV (**Anexo 3; Tabla 3.1, 3.2, 3.3, 3.4; Figuras 3.1, a la 3.24**).

- **Salinidad**

Los valores de salinidad registrados en Bahía Calderilla durante el invierno se presentaron homogéneos en todos los estratos de la columna de agua con un valor promedio de $33 \pm 0,3$ desv. estándar ($N = 15$) psu. En Bahía Inglesa los valores de salinidad se presentaron homogéneos en todos los estratos de la columna de agua con un valor promedio de $33 \pm 0,4$ desv. estándar ($N = 102$) psu. La situación fue similar para Bahía Guanaqueros donde se presentaron valores con un promedio de $33 \pm 0,4$ desv. estándar ($N = 9$) psu. Finalmente, en Bahía Tongoy los valores de salinidad se presentaron homogéneos en todos los estratos de la columna de agua con un valor promedio de $33 \pm 0,5$ desv. estándar ($N = 90$) psu.



- **Sólidos particulados**

La concentración de sólidos totales registrados en Bahía Calderilla durante el invierno se presentaron homogéneos en los distintos estratos, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 37,7 y 40,2 mg/L, con un promedio de $38,9 \pm 0,96$ desv. estándar (N = 18) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 37,0 y 40,8 mg/L, con un promedio de $38,4 \pm 1,23$ desv. estándar (N = 18) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 38,5 y 40,8 mg/L, con un promedio de $39,5 \pm 1,01$ desv. estándar (N = 9) mg/L.

En Bahía Inglesa la concentración de sólidos totales registrados en la columna agua durante el invierno presentaron valores homogéneos en los distintos estratos, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 35,5 y 40,2 mg/L, con un promedio de $37,93 \pm 1,12$ desv. estándar (N = 102) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 28,1 y 40,3 mg/L, con un promedio de $37,56 \pm 1,77$ desv. estándar (N = 102) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 35,4 y 40,5 mg/L, con un promedio de $38,22 \pm 1,46$ desv. estándar (N = 102) mg/L.

En Bahía Guanaqueros la concentración de sólidos totales registrados en la agua durante el invierno se presentaron muy homogéneos en los estratos superiores y menos homogéneo en el estrato inferior, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 40,1 y 41,9 mg/L, con un promedio de $41,0 \pm 0,62$ desv. estándar (N = 9) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 41,3 y 42,4 mg/L, con un promedio de $41,87 \pm 0,39$ desv. estándar (N = 9) mg/L y en el estrato inferior a 1 m



sobre el fondo marino varió entre 36,7 y 40,3 mg/L, con un promedio de $38,76 \pm 1,74$ desv. estándar (N = 9) mg/L.

Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de sólidos totales registrados en la columna de agua se presentaron homogéneos excepto en el estrato medio en que se presentaron concentraciones menores, en la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 35,1 y 40,6 mg/L, con un promedio de $37,91 \pm 1,44$ desv. estándar (N = 90) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 28,1 y 39,9 mg/L, con un promedio de $37,48 \pm 1,81$ desv. estándar (N = 90) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 34,5 y 40,5 mg/L, con un promedio de $38,11 \pm 1,39$ desv. estándar (N = 90) mg/L (Anexo 4; Tabla 4.1, 4.2, 4.3, 4.4; Figuras 4.1 a la 4.12).

- **Oxígeno disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua registrada en Bahía Calderilla durante el invierno se presentaron homogéneos en el estrato superior y medio, observándose un descenso en su concentración en el estrato inferior. La capa superior a 1 m de profundidad varió entre 68,5 y 79,2 %, con un promedio de $72,3 \pm 4,13$ desv. estándar (N = 6) %, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 61,5 y 86,2 %, con un promedio de $73,6 \pm 8,27$ desv. estándar (N = 6) % y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 47,1 y 87,7 %, con un promedio de $67,0 \pm 20,3$ desv. estándar (N = 3) %.



Los niveles de oxígeno en la columna de agua registrados durante el invierno en Bahía Inglesa presentaron valores homogéneos en el estrato superior y medio, observándose un descenso en su concentración en el estrato inferior. En la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 46,4 y 86,3 %, con un promedio de $63,7 \pm 7,27$ desv. estándar (N = 34) %, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 50,1 y 79,3 %, con un promedio de $61,0 \pm 5,66$ desv. estándar (N = 34) % y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 28,5 y 73,5 %, con un promedio de $51,9 \pm 68,5$ desv. estándar (N = 29) %.

En Bahía Guanaqueros los niveles de oxígeno en la columna de agua registrados durante el invierno presentaron valores homogéneos entre el estrato superior y el medio, observándose un descenso en su concentración en el estrato inferior. En la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 62,2 y 65,1 %, con un promedio de $63,5 \pm 1,46$ desv. estándar (N = 3) %, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 60,2 y 64,8 %, con un promedio de $62,3 \pm 2,33$ desv. estándar (N = 3) % y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 57,3 y 58,3 %, con un promedio de $57,8 \pm 0,50$ desv. estándar (N = 3) %.

Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua registrada durante el invierno presentó valores homogéneos en el estrato superior y medio, observándose un descenso en la concentración de oxígeno en el estrato inferior. En la capa superior a 1 m de profundidad varió entre 62,6 y 96,1 %, con un promedio de $78,3 \pm 8,18$ desv. estándar (N = 30) %, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 53,0 y 87,8 %, con un promedio de $73,4 \pm 7,66$ desv.



estándar (N = 30) % y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 48,8 y 82,4 %, con un promedio de $64,4 \pm 9,07$ desv. estándar (N = 30) % (**Anexo 5; Tabla 5.1, 5.2, 5.3, 5.4; Figuras 5.1 a la 5.12**).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)**

Los niveles de DBO₅ registrados durante el invierno en la columna de agua presentaron valores bajos y homogéneos entre las bahías. En el estrato medio de la columna de agua de Bahía Calderilla se encontraron valores con un promedio de 2 ± 1 desv. estándar (N = 4) mg/L. En Bahía Inglesa el valor promedio registrado en el estrato medio fue de 2 ± 1 desv. estándar (N = 8) mg/L. En Bahía Guanaqueros el valor promedio registrado en el estrato medio fue de $1 \pm 0,5$ desv. estándar (N = 3) mg/L. Finalmente, en Bahía Tongoy el valor promedio registrado en el estrato medio fue de $2 \pm 0,5$ desv. estándar (N = 9) mg/L.

En los efluentes de algunas instalaciones los valores registrados durante el verano se presentaron bajo los niveles que exige la norma que regula la descarga de riles. Los valores registrados en los efluentes de las instalaciones de la empresa Cultivos Marinos San Cristóbal presentaron valores de 15 mg/L. Los efluentes de las instalaciones de la empresa Hidrocultivos S.A presentó valores de 10 mg/L y los valores que presentó las instalaciones de ostiones de don Jorge Sanhueza fue de 13 mg/L.



- **Clorofila a**

Los niveles de clorofila a registrados durante el invierno se presentaron en concentraciones bajas y relativamente homogéneas entre las bahías. En Bahía Calderilla los valores de esta variable en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,004 y 0,201 mg/L, con un promedio de $0,08 \pm 0,082$ desv. estándar (N = 18) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,016 y 0,236 mg/L, con un promedio de $0,08 \pm 0,084$ desv. estándar (N = 18) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,004 y 0,253 mg/L, con un promedio de $0,014 \pm 0,119$ desv. estándar (N = 9) mg/L .

En Bahía Inglesa la concentración de clorofila a registrados durante el invierno en la columna de agua, en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 0,031 y 0,408 mg/L, con un promedio de $0,08 \pm 0,064$ desv. estándar (N = 102) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,021 y 0,408 mg/L, con un promedio de $0,08 \pm 0,064$ desv. estándar (N = 102) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,017 y 0,138 mg/L, con un promedio de $0,08 \pm 0,027$ desv. estándar (N = 84) mg/L.

En Bahía Guanaqueros la concentración de clorofila a registrada durante el invierno en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,001 y 0,102 mg/L, con un promedio de $0,04 \pm 0,044$ desv. estándar (N = 9) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,005 y 0,035 mg/L, con un promedio de $0,02 \pm 0,015$ desv. estándar (N = 6) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,041 y 0,197 mg/L, con un promedio de $0,11 \pm 0,069$ desv. estándar (N = 9) mg/L.



Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de clorofila *a* registrada durante el invierno en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,009 y 0,457 mg/L, con un promedio de $0,15 \pm 0,108$ desv. estándar ($N = 90$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,013 y 0,298 mg/L, con un promedio de $0,13 \pm 0,076$ desv. estándar ($N = 90$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,011 y 0,268 mg/L, con un promedio de $0,12 \pm 0,071$ desv. estándar ($N = 90$) mg/L (**Anexo 6; Tabla 6.1, 6.2, 6.3, 6.4; Figuras 6.1 a la 6.11**).

- **Nitrito**

La concentración de nitrito registrada durante el invierno presentó valores bajos y se distribuyó en forma homogénea entre las bahías y entre los distintos estratos de la columna de agua.

En Bahía Calderilla la concentración de la variable registrada en la capa superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,003 y 0,022 mg/L, con un promedio de $0,012 \pm 0,005$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,003 y 0,027 mg/L, con un promedio de $0,014 \pm 0,006$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,005 y 0,020 mg/L, con un promedio de $0,012 \pm 0,005$ desv. estándar ($N = 6$) mg/L.

En Bahía Inglesa el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 0,002 y 0,046 mg/L, con un promedio de $0,02 \pm 0,02$ desv. estándar ($N = 102$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,002 y 0,059 mg/L, con un promedio de $0,02 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 102$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,002 y 0,045 mg/L,



con un promedio de $0,02 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 84$) mg/L.

En Bahía Guanaqueros el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 0,049 y 0,071 mg/L, con un promedio de $0,06 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,033 y 0,057 mg/L, con un promedio de $0,05 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,035 y 0,054 mg/L, con un promedio de $0,04 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L.

Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de la variable registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,015 y 0,048 mg/L, con un promedio de $0,03 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 87$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,008 y 0,051 mg/L, con un promedio de $0,03 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 90$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,002 y 0,045 mg/L, con un promedio de $0,03 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 90$) mg/L (**Anexo 7; Tabla 7.1, 7.2, 7.3, 7.4; Figuras 7.1 a la 7.12**).

- **Nitrato**

La concentración de nitrato registrada durante el invierno presentó valores normales para el lugar y se distribuyó en forma homogénea entre las bahías y entre los distintos estratos de la columna de agua.

En Bahía Calderilla la concentración de la variable en el estrato superior registrado a 1 m de profundidad varió entre 0,26 y 0,32 mg/L, con un promedio de $0,291 \pm 0,02$ desv. estándar ($N = 6$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,28 y 0,32 mg/L, con un promedio de $0,31 \pm 0,2$ desv. estándar ($N = 6$) mg/L y en el estrato inferior



a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,30 y 0,32 mg/L, con un promedio de $0,32 \pm 0,02$ desv. estándar (N = 3) mg/L

En Bahía Inglesa la concentración de la variable registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,28 y 0,33 mg/L, con un promedio de $0,31 \pm 0,02$ desv. estándar (N = 34) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,28 y 0,33 mg/L, con un promedio de $0,31 \pm 0,01$ desv. estándar (N = 34) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,28 y 0,32 mg/L, con un promedio de $0,30 \pm 0,01$ desv. estándar (N = 29) mg/L.

En Bahía Guanaqueros la concentración de la variable registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,29 y 0,33 mg/L, con un promedio de $0,31 \pm 0,02$ desv. estándar (N = 3) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,28 y 0,30 mg/L, con un promedio de $0,29 \pm 0,01$ desv. estándar (N = 3) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,31 y 0,32 mg/L, con un promedio de $0,31 \pm 0,01$ desv. estándar (N = 3) mg/L.

Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de nitrato registrada en el estrato superior de la columna de agua del agua a 1 m de profundidad varió entre 0,29 y 0,34 mg/L, con un promedio de $0,32 \pm 0,01$ desv. estándar (N = 30) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,28 y 0,35 mg/L, con un promedio de $0,32 \pm 0,02$ desv. estándar (N = 30) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,28 y 0,35 mg/L, con un promedio de $0,32 \pm 0,02$ desv. estándar (N = 30) mg/L (**Anexo 8; Tablas 8.1, 8.2, 8.3, 8.4**).



- **Amonio**

La concentración de amonio registrada durante el invierno presentó valores bajos y se distribuyó de manera homogénea entre las bahías y entre los distintos estratos de la columna de agua.

En Bahía Calderilla la concentración de la variable registrada en la capa superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,006 y 0,201 mg/L, con un promedio de $0,078 \pm 0,088$ desv. estándar (N = 6) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,016 y 0,246 mg/L, con un promedio de $0,090 \pm 0,089$ (N = 6) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino tubo un promedio de $0,251 \pm 0,000$ desv. estándar (N = 3) mg/L.

En Bahía Inglesa la concentración de amonio registrada en la capa superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,016 y 0,158 mg/L, con un promedio de $0,06 \pm 0,04$ desv. estándar (N = 34) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,012 y 0,162 mg/L, con un promedio de $0,06 \pm 0,04$ desv. estándar (N = 34) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,018 y 0,168 mg/L, con un promedio de $0,05 \pm 0,04$ desv. estándar (N = 28) mg/L.

En Bahía Guanaqueros la concentración de la variable registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,021 y 0,026 mg/L, con un promedio de $0,023 \pm 0,003$ desv. estándar (N = 3) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,017 y 0,021 mg/L, con un promedio de $0,019 \pm 0,002$ desv. estándar (N = 3) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,018



y 0,023 mg/L, con un promedio de $0,021 \pm 0,003$ desv. estándar (N = 3) mg/L.

Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de amonio registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,012 y 0,134 mg/L, con un promedio de $0,061 \pm 0,03$ desv. estándar (N = 30) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,009 y 0,157 mg/L, con un promedio de $0,058 \pm 0,03$ desv. estándar (N = 30) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,015 y 0,135 mg/L, con un promedio de $0,065 \pm 0,034$ desv. estándar (N = 30) mg/L (**Anexo 9; Tabla 9.1, 9.2, 9.3, 9.4; Figuras 9.1 a la 9.12**).

- **Fosfato**

La concentración de fosfato registrada durante el invierno presentó valores normales para el lugar y se distribuyó en forma homogénea entre las bahías y entre los distintos estratos de la columna de agua.

En Bahía Calderilla la concentración de la variable registrada en la capa superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,425 y 0,562 mg/L, con un promedio de $0,498 \pm 0,04$ desv. estándar (N = 18) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,425 y 0,555 mg/L, con un promedio de $0,475 \pm 0,04$ desv. estándar (N = 18) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,470 y 0,499 mg/L, con un promedio de $0,476 \pm 0,01$ desv. estándar (N = 9) mg/L.

En Bahía Inglesa la concentración de fosfatos en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,065 y 0,697 mg/L,



con un promedio de $0,33 \pm 0,12$ desv. estándar ($N = 102$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,022 y 0,611 mg/L, con un promedio de $0,36 \pm 0,14$ desv. estándar ($N = 99$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,201 y 0,633 mg/L, con un promedio de $0,37 \pm 0,09$ desv. estándar ($N = 102$) mg/L.

En Bahía Guanaqueros la concentración de fosfatos registrados en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,644 y 0,697 mg/L, con un promedio de $0,060 \pm 0,21$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,701 y 0,749 mg/L, con un promedio de $0,72 \pm 0,02$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,724 y 0,877 mg/L, con un promedio de $0,77 \pm 0,08$ desv. estándar ($N = 9$) mg/L.

Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de fosfatos registrados en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,198 y 2,100 mg/L, con un promedio de $0,600 \pm 0,32$ desv. estándar ($N = 27$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,442 y 1,766 mg/L, con un promedio de $0,700 \pm 0,33$ desv. estándar ($N = 27$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,351 y 0,916 mg/L, con un promedio de $0,680 \pm 0,12$ desv. estándar ($N = 30$) mg/L (**Anexo 10; Tabla 10.1, 10.2, 10.3, 10.4; Figuras 10.1 a la 10.12**).



- **Fitoplancton**

El fitoplancton registrado durante el invierno estuvo dominado por la microalga *Thalassiosira cf. delicatula*, presentando un bajo número de especies y muy pobre en abundancia.

En Bahía Calderilla el número de especies varió entre 3 y 4, con un promedio de $3 \pm 0,5$ desv. estándar ($N = 4$) y el número de individuos varió entre 6400 y 8100 células/ml, con un promedio de $7575 \pm 788,98$ desv. estándar ($N = 4$) células/ml, entre las especies fitoplanctónicas se distingue a *Thalassiosira cf. delicatula* (59,7%), *Thalasionema* 22,4%) y *Dinophysis acuminata* (8,9%).

En Bahía Inglesa el número de especies de fitoplancton varió entre 2 y 5, con un promedio de $3,3 \pm 1,16$ desv. estándar ($N = 19$) y en número de individuos varió entre 600 y 12100 células/ml, con un promedio de 5600 ± 3162 desv. estándar ($N = 19$) células/ml, entre las especies fitoplanctónicas se distingue a *Thalassiosira cf. delicatula* (75,2%), *Chaetoceros debilis* (4,41%) y *Dinophysis acuminata* (2,16%).

En Bahía Guanaqueros el número de especies de fitoplancton varió entre 2 y 3, con un promedio de $2,33 \pm 0,57$ desv. estándar ($N = 3$) y en número de individuos varió entre 1200 y 11000 células/ml, con un promedio de 7533 ± 5493 desv. estándar ($N = 3$) células/ml, entre las especies fitoplanctónicas se distingue a *Thalassiosira cf. delicatula* (71,6%) y *Dinophysis acuminata* (5,3%).



Finalmente, en Bahía Tongoy el número de especies de fitoplancton varió entre 1 y 6, con un promedio de $3,28 \pm 1,49$ desv. estándar ($N = 19$) y en número de individuos varió entre 800 y 81200 células/ml, con un promedio de $20438,9 \pm 28210,08$ desv. estándar ($N = 19$) células/ml, entre las especies fitoplanctónicas se distingue a *Thalassiosira cf. delicatula* (93,6%) y *Dinophysis acuminata* (1,9%) (**Anexo 11; Tablas 11.1, 11.2, 11.3 y 11.4**).

- **Zooplankton**

El zooplankton registrado durante el invierno estuvo dominado por organismos del phylum Arthropoda S.C. *Copepoda*.

En Bahía Inglesa el número de taxas varió entre 1 y 13, con un promedio de $7,3 \pm 3,2$ desv. estándar ($N = 18$) y el número de individuos varió entre 2 y 3519 organismos/100 m³, con un promedio de $1657,1 \pm 1006$ desv. estándar ($N = 18$) organismos/100 m³, entre los organismos mas abundantes se distingue S.C. *Copepoda* del phylum arthropoda (93%) y S.C. *Cirripedia* del phylum arthropoda (1%).

En Bahía Tongoy el número de taxas varió entre 4 y 12, con un promedio de $7,7 \pm 2,6$ desv. estándar ($N = 9$) y el número de individuos varió entre 66 y 944 organismos/100 m³, con un promedio de $470,1 \pm 308$ desv. estándar ($N = 9$) organismos/100 m³, entre los organismos mas abundantes se distingue S.C. *Copepoda* del phylum arthropoda (34%), C. *Hidromedusae* (22%) y S.C. *Cirripedia* del phylum arthropoda (1%).



Sedimento:

- **Granulometría**

La granulometría de los primeros 3 cm en los sedimentos en Bahía Calderilla, Bahía Inglesa y Bahía Guanaqueros estuvo dominada por arenas muy finas, seguido por arenas finas, mientras que en Bahía Tongoy la capa superior de los sedimentos estuvo dominada por arenas finas, seguido por arenas muy finas.

En Bahía Calderilla la granulometría en la capa superior de los sedimentos se encuentra conformada en un 24,2 % de arena muy fina, 19,9 % de arena fina, 15,2% de arena media y sólo un 1,9 % de limo arcilla.

En Bahía Inglesa la granulometría en la capa superior de los sedimentos se encuentra conformada en un 52 % de arena muy fina, 24,4 % de arena fina, 15,4 % de arena media y solo un 1,5 % de limo arcilla.

En Bahía Guanaqueros la granulometría en la capa superior de los sedimentos se encuentra conformada en un 45,3 % de arena muy fina, 33,4 % de arena fina, 26,9% de arena gruesa y 4,0 % de limo arcilla.

Finalmente, en Bahía Tongoy la granulometría en la capa superior de los sedimentos se encuentra conformada en un 43,4 % de arena fina, 24,8 % de arena muy fina, 20,8 % de arena media y 1,21 % de limo arcilla **(Anexo 12; Tablas 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4).**



- **Porosidad**

La porosidad en los primeros 3 cm de los sedimentos se presentó de manera homogénea y concuerda con la granulometría predominante en las cuatro bahías consideradas durante el estudio.

En Bahía Calderilla la porosidad de los sedimentos se presentó en un 65 ± 3 desv. estándar (N = 6) %. En Bahía Inglesa la porosidad se presentó en 69 ± 4 desv. estándar (N = 11) %. En Bahía Guanaqueros la porosidad se presentó en 74 ± 4 desv. estándar (N = 3) %. Finalmente, en Bahía Tongoy la porosidad se presentó en 67 ± 3 desv. estándar (N = 9) % **(Anexo 13; Tablas 13.1, 13.2, 13.3 y 13.4).**

- **Densidad aparente**

La densidad aparente en los primeros 3 cm de los sedimentos se presentó de manera homogénea y concuerda con el nivel de porosidad registrada en las cuatro bahías consideradas durante el estudio.

En Bahía Calderilla la densidad aparente registrada en los primeros 3 cm del sedimento se encuentra entre 2,2 y 2,8 (N = 6) g/cm³. En Bahía Inglesa la variable se presentó entre 2,3 y 3,0 (N = 11) g/cm³. En Bahía Guanaqueros se presentó entre 2,0 y 2,6 (N = 3) g/cm³. Finalmente, en Bahía Tongoy la densidad aparente se presentó entre 2,0 y 2,9 (N = 9) g/cm³ **(Anexo 13; Tablas 13.1, 13.2, 13.3 y 13.4).**



- **Materia orgánica**

La concentración de materia orgánica registrada durante el invierno en los primeros 3 cm del sedimento presentó valores elevados en algunas de las estaciones de Bahía Calderilla y de Bahía Tongoy, mientras que en Bahía Guanaqueros y Bahía Inglesa las concentraciones de materia orgánica presentaron valores bajos.

En Bahía Calderilla el contenido de materia orgánica varió entre 0,94 % y 7,04 %, con un promedio de $2,39 \pm 2,01$ desv. estándar (N = 18) %, encontrándose los valores más elevados en la estación 6 cuyo promedio fue $6,38 \pm 0,57$ desv. estándar (N = 3) %.

En Bahía Inglesa el contenido de materia orgánica varió entre 0,71 % y 3,41 %, con un promedio de $1,58 \pm 0,57$ desv. estándar (N = 102) %.

En Bahía Guanaqueros el contenido de materia orgánica varió entre 1,32 % y 1,52%, con un promedio de $1,42 \pm 0,09$ desv. estándar (N = 9) %.

Finalmente, en Bahía Tongoy el contenido de materia orgánica varió entre 1,10 % y 4,67 %, con un promedio de $2,20 \pm 1,01$ desv. estándar (N = 90) % (**Anexo 14; Tablas 14.1, 14.2, 14.3 y 14.4; Figuras 14.1, 14.2, 14.3 y 14.4**).

- **Sulfuro de hidrógeno**

La concentración de sulfuro de hidrógeno registrado durante el invierno se presentó en niveles bajos y estaba distribuido de manera homogénea entre las bahías en estudio.



En Bahía Calderilla la concentración de Sulfuro presentó valores de $<0,1$ mg/L, ubicada en el límite de detección del método utilizado. En Bahía Inglesa la concentración de Sulfuro presentó valores de $<0,1$ mg/L. En Bahía Guanaqueros la concentración de Sulfuro presentó valores de $<0,1$ mg/L. Finalmente, en Bahía Tongoy la concentración de Sulfuro presentó valores de $<0,1$ mg/L.

- **Composición de agua intersticial (pH, potencial redox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato)**

Los valores de pH registrados durante el invierno en el agua intersticial de los primeros 3 cm de la columna de sedimento se presentó en el rango de la neutralidad para las cuatro bahías en estudio, mientras que los valores de potencial redox se presentaron negativos en algunas estaciones de Bahía Calderilla y de Bahía Guanaqueros, y positivos para la totalidad de las estaciones registradas en Bahía Inglesa y Bahía Tongoy. Respecto de la concentración de compuestos inorgánicos como nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato se presentaron en valores normales y distribuidos de manera homogénea entre las cuatro bahías.

En Bahía Calderilla el valor de pH varió entre 7,61 y 7,89, con un promedio de $7,77 \pm 0,09$ desv estándar (N = 18). Mientras que el potencial redox en la misma matriz varió entre -224 y 197 mV, con un promedio de $69,56 \pm 142,2$ desv estándar (N = 18) mV. Los únicos valores negativos fueron registrados en la estación 4, cuyo promedio fue de -214 ± 14 desv. estándar (N = 3). Los demás elementos presentaron una concentración promedio de 60 ± 22 desv. estándar (N = 3) μ M de nitrato,



10 $\pm$ 5 desv. estándar (N = 3) μ M de nitrito, 131 $\pm$ 30 desv. estándar (N = 3) μ M de amonio, 20 $\pm$ 5 desv. estándar (N = 3) μ M de fosfato y 56 $\pm$ 27 desv. estándar (N = 3) μ M de sulfato.

En Bahía Inglesa el valor de pH varió entre 7,63 y 7,89, con un promedio de 7,73 $\pm$ 0,12 desv. estándar (N = 102). Mientras que el potencial rédox en la misma matriz varió entre 40 y 184 mV, con un promedio de 106,12 $\pm$ 36,78 desv. estándar (N = 102) mV. Los demás elementos presentaron una concentración promedio 80 $\pm$ 11 desv. estándar (N = 10) μ M de nitrato, 8 $\pm$ 4 desv. estándar (N = 10) μ M de nitrito, 204 $\pm$ 24 desv. estándar (N = 10) μ M de amonio, 13 $\pm$ 6 desv. estándar (N = 10) μ M de fosfato y 80 $\pm$ 17 desv. estándar (N = 10) μ M de sulfato.

En Bahía Guanaqueros el valor de pH varió entre 7,28 y 7,46, con un promedio de 7,38 $\pm$ 0,09 desv. estándar (N = 9). Mientras que el potencial rédox en la misma matriz varió entre -35,1 y 104,2 mV, con un promedio de 55,78 $\pm$ 59,59 desv. estándar (N = 9) mV. Los demás elementos presentaron una concentración promedio 50 $\pm$ 3 desv. estándar (N = 10) μ M de nitrato, 11 $\pm$ 4 desv. estándar (N = 10) μ M de nitrito, 78 $\pm$ 11 desv. estándar (N = 10) μ M de amonio, 15 $\pm$ 2 desv. estándar (N = 10) μ M de fosfato y 45 $\pm$ 12 desv. estándar (N = 10) μ M de sulfato.

Finalmente, en Bahía Tongoy el valor de pH en los sedimentos varió entre 7,39 y 7,79, con un promedio de 7,62 $\pm$ 0,16 desv. estándar (N = 90). Mientras que el potencial rédox en la misma matriz varió entre 12 y 139 mV, con un promedio de 57,33 $\pm$ 29,36 desv. estándar (N = 90) mV. Los demás elementos presentaron una concentración promedio 43 $\pm$ 7 desv. estándar (N = 10) μ M de nitrato, 21 $\pm$ 4 desv. estándar (N = 10) μ M de



nitrito, 215 ± 16 desv. estándar ($N = 10$) μM de amonio, 21 ± 4 desv. estándar ($N = 10$) μM de fosfato y 55 ± 5 desv. estándar ($N = 10$) μM de sulfato (**Anexo 15; Tablas 15.1, 15.2, 15.3 y 15.4**).

- **Macrofauna**

La macrofauna bentónica registrada durante el invierno en los primeros 3 cm del sedimento estuvo dominado por la especie *Turritella cingulata*, presentando un bajo número de especies y una abundancia que varió entre 1 y 218 individuos.

En Bahía Calderilla el número de especies de bentónicas varió entre 1 y 6, con un promedio de $2,5 \pm 2,07$ desv. estándar ($N = 6$) y en número de individuos varió entre 1 y 54 Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, con un promedio de $22 \pm 23,77$ desv. estándar ($N = 6$) Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, entre las especies bentónicas se distingue a *Turritella cingulata* (82,7%) y *Nassarius gayii* 9 %). El índice de Gleason presentó valores entre 0 y 3,95 y el índice de Menhinick presentó valores entre 0,037 y 1,0.

En Bahía Inglesa el número de especies de bentónicas varió entre 1 y 15, con un promedio de $6,0 \pm 3,00$ desv. estándar ($N = 34$) y en número de individuos varió entre 1 y 218 Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, con un promedio de $37,8 \pm 50,28$ desv. estándar ($N = 34$) Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, entre las especies bentónicas se distingue a *Turritella cingulata* (27,6%), *Nucula pisum* (27,6%) y *Spiophanes bombix* (9,3 %). El índice de Gleason presentó valores entre 0 y 7,96 y el índice de Menhinick presentó valores entre 0,017 y 1,0.



En Bahía Guanaqueros el número de especies de bentónicas varió entre 5 y 8, con un promedio de $6,6 \pm 1,52$ desv. estándar ($N = 3$) y en número de individuos varió entre 17 y 34 Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, con un promedio de $24,6 \pm 8,62$ desv. estándar ($N = 3$) Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, entre las especies bentónicas se distingue a *Turritella cingulata* (17,5%), *Nemertino* (16,2%) y *Spiophanes bombix* (14,8 %). El índice de Gleason presentó valores entre 4,06 y 5,22 y el índice de Menhinick presentó valores entre 0,235 y 0,304.

Finalmente, en Bahía Tongoy el número de especies de bentónicas varió entre 3 y 8, con un promedio de $4,7 \pm 1,22$ desv. estándar ($N = 30$) y en número de individuos varió entre 5 y 27 Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, con un promedio de $17,2 \pm 10,28$ desv. estándar ($N = 30$) Individuos/ $0,25 \text{ m}^2$, entre las especies bentónicas se distingue a *Turritella cingulata* (25,2%) y *Spiophanes bombix* (19,3%). El índice de Gleason presentó valores entre 2,62 y 6,00 y el índice de Menhinick presentó valores entre 0,094 y 0,600 (**Anexo 16; Tablas 16.1, 16.2, 16.3 y 16.4**).

Comunidades bacterianas

Los niveles de coliformes registrados durante el invierno en la columna de agua presentaron valores bajos y relativamente homogéneos entre las bahías consideradas en el estudio.

En Bahía Calderilla los valores promedio fueron de $2 \pm 0,5$ desv. estándar ($N = 4$) NMP/100mL. En Bahía Inglesa fueron de $2 \pm 0,6$ desv. estándar ($N = 8$) NMP/100mL. En Bahía Guanaqueros los valores fueron de $2 \pm 0,3$



desv. estándar (N = 3) NMP/100mL. Finalmente, en Bahía Tongoy el valor promedio fue de 3 ± 1 desv. estándar N = 9) NMP/100mL.

En los efluentes de algunas instalaciones los valores registrados durante el verano se presentaron bajo los niveles que exige la norma que regula la descarga de riles. Los valores registrados en los efluentes de las instalaciones de la empresa Cultivos Marinos San Cristóbal presentó coliformes fecales en un nivel de 10 NMP/100mL. Los efluentes de las instalaciones de la empresa Hidrocultivos S.A. presentó coliformes fecales en un nivel de 24 NMP/100mL y las instalaciones para el cultivo de ostiones de don Jorge Sanhueza presentó coliformes fecales en un nivel de 21 NMP/100mL.

Condiciones meteorológicas

La condición del viento registrada en bahía Caldera desde octubre del 2004 hasta mayo del 2005 se presentó de manera predominante en dirección SW en una magnitud entre 6,0 y 7,5 nudos. Mientras que la temperatura ambiental media mensual fluctuó entre 15,9 y 19,85 °C y la presión barométrica al nivel del mar fluctuó entre 1010 y 1013 hpa.

La condición del viento registrada en bahía Coquimbo desde octubre del 2004 hasta mayo del 2005 se presentó de manera predominante en dirección SW y NW en una magnitud de vientos máximos entre 10 y 18 nudos. Mientras que la temperatura ambiental media mensual fluctuó entre 12,7 y 14,0 °C y la presión barométrica al nivel del mar fluctuó entre 1013,4 a 1017 hpa (**Anexo 17; Tabla 17.1**).



Batimetría

Las profundidades máximas registradas durante el estudio en las estaciones de muestreo para Bahía Inglesa, Bahía Guanaqueros y Bahía Tongoy variaron entre 40 y 45 m, mientras que la profundidad máxima registrada en Bahía Calderilla estuvo en 23 m.

Específicamente, en Bahía Calderilla las dos transectas paralelas a la costa variaron en profundidad entre los 6 y 23 m. Para Bahía Inglesa las cuatro transectas paralelas a la costa variaron en profundidad entre los 6 y los 40 m. En tanto, la única transecta que se consideró en este estudio para Bahía Guanaqueros varió en profundidad entre los 15 y los 45 m. Finalmente, en Bahía Tongoy las tres transectas de muestreo paralelas a la costa variaron en profundidad entre los 10 y los 44 m (**Anexo 18: Figuras 18.1, 18.2, 18.2 y 18.4**).

5.3.2 Muestreo Global

Columna de agua:

- **pH**

Los valores de pH registrados en los diferentes estratos de la columna de agua durante el verano se presentaron en el rango de la neutralidad y su valor estuvo distribuido de manera homogénea entre las dos áreas de muestreo.



Para el sector que separa Bahía Calderilla con Bahía Inglesa el valor de pH en el agua de mar registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 7,97 y 8,26, con un promedio de $8,15 \pm 0,07$ desv. estándar (N = 15), en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 7,61 y 8,05 con un promedio de $7,72 \pm 0,13$ desv. estándar (N = 15) y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 7,60 y 7,78 con un promedio de $7,67 \pm 0,05$ desv. estándar (N = 15).

Para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy el valor de pH en el agua de mar registrada en el estrato superior a 1 m de profundidad varió entre 7,45 y 7,69, con un promedio de $7,60 \pm 0,08$ desv. estándar (N = 15), en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 7,44 y 7,71, con un promedio de $7,51 \pm 0,23$ desv. estándar (N = 15) y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 7,43 y 7,77 con un promedio de $7,60 \pm 0,11$ desv. estándar (N = 15) (**Anexo 3; Tablas 3.5 y, 3.6**).

- **Potencial rédox**

Los valores de potencial rédox registrados en los diferentes estratos de la columna de agua durante el verano se presentaron con valores positivos y su valor estuvo distribuido de manera homogénea entre las dos áreas de muestreo.

Para el sector que separa Bahía Calderilla con Bahía Inglesa el valor de potencial rédox registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 118 y 142 mV, con un promedio de 129,27



$\pm 7,69$ desv. estándar ($N = 15$) mV, en el estrato medio a 6m de profundidad varió entre 119 y 141 mV con un promedio de $128,47 \pm 6,25$ desv. estándar ($N = 15$) mV y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 118 y 138 mV con un promedio de $124,53 \pm 5,87$ desv. estándar ($N = 15$) mV.

Mientras que para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy el valor de potencial rédox registrada en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 98 y 127 mV con un promedio de $112,60 \pm 7,4$ desv. estándar ($N = 15$) mV, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 95 y 124 mV con un promedio de $108,67 \pm 7,58$ desv. estándar ($N = 15$) mV y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 91 y 118 mV con un promedio de $104,33 \pm 7,55$ desv. estándar ($N = 15$) mV (**Anexo 3; Tablas 3.5 y 3.6**).

- Sólidos totales

La concentración de sólidos totales registrados en los diferentes estratos de la columna de agua durante el verano se presentaron distribuidos de manera homogénea.

Para el sector que separa Bahía Calderilla de Bahía Inglesa la concentración de sólidos totales en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 38,4 y 40,2 mg/L con un promedio de $38,98 \pm 0,57$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 37,9 y 39,7 mg/L con un promedio de $38,77 \pm 0,58$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 38,1 y 39,4 mg/L, con un promedio de $38,73 \pm$



0,36 desv. estándar (N = 15) mg/L (**Anexo 14; Tabla 14.5**).

Mientras que para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy la concentración de sólidos totales en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 36,2 y 39,6 mg/L con un promedio de $38,07 \pm 1,0$ desv. estándar (N = 15) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 37,3 y 39,5 mg/L con un promedio de $38,37 \pm 0,76$ desv. estándar (N = 15) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 37,2 y 39,6 mg/L con un promedio de $38,45 \pm 0,66$ desv. estándar (N = 15) mg/L (**Anexo 4; Tablas 4.5 y 4.6**).

- **Oxígeno disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto registrado durante el verano se distribuyó de manera homogénea entre los distintos estratos de la columna de agua y presentó niveles de saturación entre las dos áreas de muestreo.

Para el sector que separa Bahía Calderilla de Bahía Inglesa la concentración de oxígeno registrado en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 56,3 y 60,1 % con un promedio de $58,2 \pm 1,1$ desv. estándar (N = 15) %, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 56,7 y 58,7 % con un promedio de $57,8 \pm 0,6$ desv. estándar (N = 15) % y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 55,4 y 59,3 % con un promedio de $57,5 \pm 1,0$ desv. estándar (N = 15) %.

Mientras que para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy la concentración de oxígeno en el estrato superior de la columna



de agua a 1 m de profundidad vari3 entre 53,2 y 57,2 % con un promedio de $54,9 \pm 1,2$ desv. est3ndar ($N = 15$) %, en la profundidad media a 6 m de profundidad vari3 entre 52,7 y 56,9 % con un promedio de $54,1 \pm 1,1$ desv. est3ndar ($N = 15$) % y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino vari3 entre 51,0 y 55,7 % con un promedio de $54,3 \pm 1,1$ desv. est3ndar ($N = 15$) % (**Anexo 5; Tabla 5.5 y 5.6**).

- Clorofila a

La concentraci3n de clorofila a registrado durante el verano se distribuy3 de manera homog3nea entre los distintos estratos de la columna de agua y present3 niveles de concentraci3n semejantes entre las dos 3reas de muestreo.

Para el sector que separa Bahía Calderilla de Bahía Inglesa la concentraci3n de clorofila a en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad vari3 entre 0,009 y 0,021 mg/L con un promedio de $0,013 \pm 0,004$ desv. est3ndar ($N = 15$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad vari3 entre 0,010 y 0,021 mg/L con un promedio de $0,014 \pm 0,004$ desv. est3ndar ($N = 15$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino vari3 entre 0,007 y 0,098 mg/L con un promedio de $0,017 \pm 0,023$ desv. est3ndar ($N = 15$) mg/L.

Mientras que para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy la concentraci3n de clorofila a en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad vari3 entre 0,008 y 0,023 mg/L con un promedio de $0,016 \pm 0,005$ desv. est3ndar ($N = 15$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad vari3 entre 0,009 y 0,025 mg/L con un



promedio de $0,016 \pm 0,005$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,009 y 0,029 mg/L con un promedio de $0,017 \pm 0,006$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L (**Anexo 6; Tabla 6.5 y 6.6**).

- Amonio

La concentración de amonio registrado durante el verano se distribuyó de manera homogénea entre los distintos estratos de la columna de agua y presentó niveles de concentración semejantes entre las dos áreas de muestreo.

Para el sector que separa Bahía Calderilla de Bahía Inglesa la concentración de amonio en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,11 y 0,18 mg/L con un promedio de $0,14 \pm 0,02$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,11 y 0,18 mg/L con un promedio de $0,15 \pm 0,02$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,12 y 0,17 mg/L con un promedio de $0,15 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L.

Mientras que para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy la concentración de amonio registrado en el estrato superior de la columna de agua a 1 m de profundidad varió entre 0,15 y 0,19 mg/L con un promedio de $0,17 \pm 0,01$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L, en el estrato medio a 6 m de profundidad varió entre 0,11 y 0,18 mg/L con un promedio de $0,16 \pm 0,02$ desv. estándar ($N = 15$) mg/L y en el estrato inferior a 1 m sobre el fondo marino varió entre 0,15 y 0,17 mg/L con un promedio de $0,16 \pm 0,01$



desv. estándar (N = 15) mg/L (**Anexo 9; Tablas 9.5 y 9.6**).

- **Batimetría**

La profundidad máxima registrada en el área de muestreo del sector que separa Bahía Calderilla de Bahía Inglesa varió entre 16 y 70 m. Mientras que para el sector que separa Bahía Guanaqueros de Bahía Tongoy las profundidades variaron entre 20 y 73 m (**Anexo 17; figura 17.5, 17.6**).

Análisis de la información

Aplicando un análisis de componentes principales sin rotación sobre 21 variables medidas y considerando todos los sitios de muestreo en conjunto, se aprecia que la varianza total resume el 71,7% de la variabilidad total en 8 componentes (**Cuadro 35 y Cuadro 36**), de los cuales, los tres primeros componentes explican el 38,6% de la variabilidad.

La matriz de componentes (**Cuadro 37**) muestra claramente que al primer componente se asocian las siguientes variables: Arena fina, Potencial rédox en sedimento, pH en sedimento, Fosfatos, N° de organismos bentónicos, N° de especies del bentos, Temperatura y Materia orgánica medida en los sedimentos. Al segundo componente se asocian las siguientes variables: Arena muy gruesa, Arena gruesa, Clorofila a, Materia orgánica en sedimentos, Potencial rédox medido en la columna de agua y la cantidad de grava medida en los sedimentos. Al tercer componente se asocian N° de especies bentónicas, Sólidos totales, Cantidad de fango en los sedimentos, Amonio, Clorofila a, Potencial redox medido en la columna de agua y pH medido en los sedimentos.



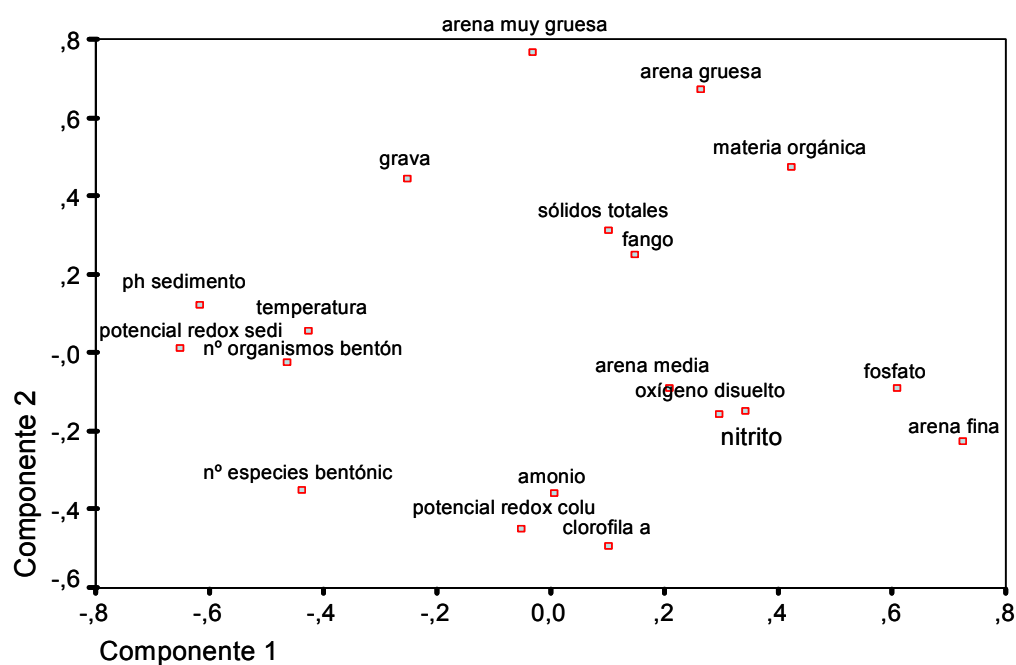
Cuadro 35

Varianza total explicada por análisis de componentes principales para las 21 variables medidas.

Componente	Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	Varianza (%)	Acumulado (%)
1	2,9	15,2	15,2
2	2,4	12,8	28,1
3	1,9	10,5	38,6
4	1,5	8,3	47,0
5	1,3	7,0	54,0
6	1,2	6,6	60,6
7	1,0	5,7	66,4
8	1,0	5,2	71,7

Cuadro 36

Grafico de componentes





Cuadro 37
Matriz de componentes

	COMPONENTE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura	-0,42700	0,05659	-0,17300	0,35400	-0,30100	0,26000	-0,45800	-0,00814
Potencial rédox	-0,05145	-0,44800	0,40600	0,29800	0,42300	0,09343	-0,22800	0,06253
Fosfato	0,60900	-0,09218	0,00803	0,13600	0,25300	0,28800	0,25700	0,03952
Amonio	0,00469	-0,35800	-0,44300	0,48400	-0,18200	-0,25700	0,26200	0,25800
Nitrato	0,34200	-0,15000	0,30400	-0,17300	0,07919	0,21800	-0,49200	0,29900
Oxígeno disuelto	0,29500	-0,15800	-0,19700	0,54000	-0,04688	0,42300	-0,05468	0,08088
Sólidos totales	0,10100	0,31300	0,44800	0,36800	0,14800	-0,56400	0,07376	-0,21900
Clorofila a	0,10200	-0,49300	-0,43800	0,13100	0,32600	-0,06186	0,23100	0,29000
Grava	-0,25300	0,44500	-0,17400	0,16000	0,32100	0,36200	0,14900	-0,38700
Arena muy gruesa	-0,03176	0,76600	-0,23600	0,03941	0,26200	0,08202	0,05896	0,27400
Arena gruesa	0,26400	0,67200	0,23900	0,21100	0,26900	0,13100	-0,07543	0,21600
Arena media	0,20800	-0,08912	-0,34100	-0,40300	0,45800	-0,34600	-0,29900	0,03786
Arena fina	0,72600	-0,22700	0,11300	-0,21500	-0,17700	0,20400	0,05974	-0,15400
Fango (Limo-Arcilla)	0,14700	0,25100	0,44400	0,24000	-0,46800	-0,16000	0,03585	0,28000
Materia orgánica	0,42200	0,47200	-0,16100	-0,22800	-0,13400	-0,06592	0,08340	0,40400
pH sedimento	-0,61700	0,12100	-0,40300	-0,22800	-0,13100	0,05415	-0,15800	0,17500
Potencial rédox sedimento	-0,65300	0,01144	0,12800	0,22700	0,27400	-0,09210	-0,00056	0,18000
Nº especies bentónicas	-0,43700	-0,35200	0,55400	-0,12300	0,13200	0,04207	0,12100	0,28800
Nº organismos bentónicos	-0,46500	-0,02372	0,31900	-0,36800	-0,02663	0,36100	0,47100	0,13100

La comunalidad de las variables después de la extracción de los componentes indica que las variables que mayor aporte hacen, para representar el impacto ambiental en la zona de estudio, son las siguientes: Sólidos totales (0,838), Nº organismos bentónicos (0,823), Arena muy gruesa (0,798), Amonio (0,793), Arena gruesa (0,764), Nº de especies bentónicas (0,753), Arena media (0,750), Arena fina (0,738), Grava (0,724), Temperatura (0,709 y Clorofila a (0,709) (**Anexo 19; Figuras 19.1 a la 19.6**).



5.3.3 Diseño del protocolo de monitoreo ambiental global

El protocolo que sigue a continuación describe las partes del proceso de monitoreo ambiental global en detalle, cuya visión de conjunto, holísticamente integrada, se resumen en los siguientes apartados:

5.3.3.1 Niveles jerárquicos de decisión y acceso al programa de monitoreo.

Cada operador, mediante un password debe tener acceso a la información del programa que corresponda a su nivel de decisión:

Nivel -I de acceso corresponde a director del monitoreo.

Nivel -II de acceso corresponde a director de SERNAPESCA.

5.3.3.2 Modelo de monitoreo y sistema de inteligencia ambiental

El presente modelo de monitoreo que se propone está construido en base a cuatro componentes: Estado, Presión, Respuesta/Impacto y Gestión.

5.3.3.2.1 Monitoreo de Estado de los recursos naturales:

- Variables climáticas

Obtenidas desde dos estaciones meteorológicas de propiedad de la Armada, una ubicada en Puerto Caldera y la otra ubicada en Coquimbo.

Temperatura ambiente: Promedios diarios

Dirección y velocidad del viento: Promedios diarios



Justificación:

Temperatura ambiente: La temperatura ambiente produce cambios en la temperatura del aire ejerciendo dominio sobre la velocidad y dirección de los vientos, el cual tiene influencias sobre la formación de olas.

- Variables de geomorfología (topología del fondo marino y morfología litoral)

Batimetría: Información obtenida de toda el área que actualmente está ocupada por actividades de acuicultura, en las siguientes bahías: Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totalillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidangui y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura **(Anexo 22)**.

Justificación:

Geomorfología litoral: La geomorfología litoral influye en la dirección y velocidad de las corrientes costeras, teniendo una marcada influencia en cuanto al carácter de las olas.



- Variables físicas de la columna de agua

Determinación de la magnitud y dirección predominante de las corrientes costeras: Información recolectada a un metro sobre el fondo marino en un área fuera de la influencia de las actividades de cultivo (líneas de cultivo) durante la cuadratura por un periodo mínimo de cuatro días de las siguientes bahías: Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidangui y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 22**).

Justificación: Las velocidades de las corrientes marinas costeras determinan la sensibilidad de un área para ejercer actividades de acuicultura, de manera que velocidades de corrientes inferiores a 3 cm/s indican que el área es sensible a los impactos generados por la acuicultura, mientras que velocidades entre 10 y 25 cm/s corresponde a áreas no sensibles a los impactos generados por actividades de acuicultura (Velvin, 1999).

- Variables físicas en el sedimento

Determinación de granulometría: Información obtenida en triplicado de dos estaciones de monitoreo ubicadas fuera del área de influencia de las instalaciones de cultivo de las siguientes bahías; Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidangui y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 22**).



Justificación: La granulometría representa una variable subordinada a la velocidad de las corrientes y a la presencia y magnitud de las olas, por otro lado, mayor presencia de arenas muy fina y limo arcilla favorecen la asimilación de materia orgánica por parte de los sedimentos, esta situación favorece la presencia de una fracción de organismos del bentos llamados poliquetos.

- Variables químicas en el sedimento

Información obtenida en triplicado de dos estaciones de monitoreo ubicadas fuera del área de influencia de las instalaciones de cultivo de las siguientes bahías; Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidangui y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 22**).

Justificación: La materia orgánica representa una variable subordinada a la velocidad de las corrientes y al tipo de sustrato, sirve de alimento a los organismos que conforman el bentos y las concentraciones óptimas se encuentran entre 1 y 3%, mientras que concentraciones superiores al 12% son perjudiciales para el ecosistema (Demaision y Moore, 1980).

- Variables químicas de la columna de agua
 - Determinación de fosfatos
 - Determinación de nitratos
 - Determinación de material orgánico particulado
 - Determinación de la concentración de oxígeno



Información obtenida en triplicado de dos estaciones de monitoreo a dos profundidades (1m y 6m) ubicadas fuera del área de influencia de las instalaciones de cultivo de las siguientes bahías; Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidangui y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (Anexo 22).

Justificación:

Los fosfatos y nitratos: Son elementos químicos que se encuentran presentes en la columna de agua y en los sedimentos, son utilizadas por organismos del compartimiento pelágico, como el fitoplancton, para formar macromoléculas complejas que en su conjunto son fuente primaria de alimento para el resto de los organismos pelágicos.

El material orgánico particulado: Es una variable subordinada de la velocidad de las corrientes y en términos generales influye sobre el dominio pelágico y bentónico. En el dominio pelágico sirve de alimento al zooplancton y a bacterias que conforman el plancton, por otro lado, al sedimentar se incorpora en el sedimento como materia orgánica y sirve de alimento a los organismos del bentos.

Concentración de oxígeno: Es una variable dependiente de los procesos de mezcla del agua de mar, de factores físicos como la densidad y temperatura del agua. Su concentración también está subordinada a reacciones de oxidación que sufren los compuestos químicos y de reacciones metabólicas que ocurren en microorganismos producto de la degradación de la materia orgánica.



- Variables biológicas de los dominio pelágico y bentónico
 - Macrofauna bentónica
 - Zooplancton
 - Fitoplancton
 - Bacterias

Macrofauna bentónica (infrabentos, epibentos y suprabentos): Información obtenida en triplicado de dos estaciones de monitoreo ubicadas fuera del área de influencia de las instalaciones de cultivo de las siguientes bahías; Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidangui y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 20**).

Zooplancton: Información obtenida mediante dos arrastres horizontales con una malla de zooplancton con flujómetro incorporado, desde las estaciones de muestreo identificadas para determinar macrofauna bentónica.

Fitoplancton: Información obtenida desde las mismas estaciones de muestreo identificadas para las variables anteriores. Para el análisis cualitativo del fitoplancton se utilizó una malla con trama de 23 μm , mediante arrastre (3 veces) vertical. Para el análisis cuantitativo del fitoplancton se muestreó la columna de agua entre los 20 m de profundidad y superficie, utilizando una manguera de 2,5 cm de diámetro, fraccionando la columna de agua entre superficie y 10 m y entre 10 m y 20 m.



Bacterias: Información obtenida en triplicado de dos estaciones de monitoreo ubicadas fuera del área de influencia de las instalaciones de cultivo de las bahías mencionadas.

Justificación: Los componentes de la macrofauna bentónica (infrabentos, epibentos y suprabentos), son indicadores subordinados de las variables consideradas en los tres componentes descritos anteriormente, por lo tanto, el número de especies y de individuos bentónicos entregará una visión de la armonía en que se presentan las variables climáticas, físicas y químicas en la zona del estudio.

El zooplancton representa el nivel trófico intermedio de entre los productores primarios y los consumidores de zooplancton (normalmente peces), su valor indicador de las condiciones ambientales es menor que el del fitoplancton. No obstante, su estudio permite obtener una visión más integradora y representativa del estado real de las aguas con las particulares condiciones ambientales en las que se desarrolla.

El fitoplancton corresponde al 95 % de la productividad primaria en el mar y conforma la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino. Para su crecimiento, además, requieren nutrientes, temperatura y salinidad en niveles óptimos. Por ello, son buenos indicadores de cambios ambientales, pudiendo aumentar en número o disminuir, dependiendo de las condiciones ambientales que imperan en el ambiente.

Las bacterias, sobretodo, la fracción de microorganismos representada por coliformes fecales son incompatibles con las actividades de acuicultura que comprende la producción de moluscos bivalvos y gastrópodos, ya que constituyen



fuentes de infección por consumo de mariscos extraídos desde zonas que presentan niveles que superan la norma para estas bacterias.

5.3.3.2.2 Monitoreo de Presión sobre los recursos ambientales por parte de las actividades de acuicultura:

- Sistemas de producción en hatchery
 - Material orgánico particulado
 - Surfactantes
 - Antibióticos (quinolonas)

Variables determinadas en triplicado con una periodicidad mensual desde todos los efluentes.

Justificación:

Material orgánico particulado: Está relacionada con la presencia de material particulado y coloidal suspendido en la columna de agua, cuyo origen se debe a la presencia de sedimentos de granulometría fina generalmente de limos y arcillas. Cambios en la turbidez puede afectar el régimen de luz y afectar en forma significativa la dinámica del ecosistema. La presencia de los sólidos suspendidos en la matriz acuosa puede perturbar la condición ambiental, ya que los metales pesados, nutrientes y compuestos orgánicos en general son transportados adheridos a este material.

Los efectos que causan son diversos, uno de ellos se relaciona con alteraciones del hábitat, obstruyendo los intersticios del sustrato modificando la anoxia de los fondos debido al incremento en la demanda de oxígeno por sólidos sedimentables



con alto contenido de materia orgánica.

Surfactantes: Con excepción del poder bactericida de ciertos surfactantes, fenómeno del cual no hay una explicación absolutamente segura, se puede decir que todas las propiedades y usos de los surfactantes provienen de dos propiedades fundamentales de estas sustancias; de una parte, su capacidad de adsorberse a las interfases y de otra parte su tendencia a asociarse para formar estructuras organizadas. Estas propiedades le confieren cierta incompatibilidad con los sistemas fisiológicos que presentan los organismos que habitan en el dominio pelágico y bentónico.

Antibióticos (quinolonas): Pueden generar fenómenos de resistencia bacteriana debido al extenso uso que han tenido los antibióticos en medicina veterinaria como promotores del crecimiento (donde se administran a dosis subterapéuticas) o como profilácticos para la prevención de enfermedades (después del transporte, etc.). Terapéuticamente se utilizan para el tratamiento de infecciones y, dado el alto coste que supone el desarrollo de nuevos antibióticos, éstos se han estado utilizando en veterinaria tras ser usados en humanos.

- Sistemas de captación de semillas

Para semillas trasladadas desde zonas ubicadas en el sur de Chile se debe realizar análisis de quistes de *A. catenella*, mientras que para semillas que son trasladadas entre bahías de las regiones de Atacama y Coquimbo solo se requiere determinar la concentración de *Pseudomonas* y *V. parahaemolyticus*.

Justificación: El análisis de *Pseudomonas* y *V. Parahaemolyticus* en las semillas que sean trasladadas, debe efectuarse para evitar la diseminación de dichos organismos y evitar una amplificación de infecciones entre regiones.



- Sistemas de engorda en agua de mar

Correntometría: Información recolectada a un metro sobre el fondo marino ubicado dentro del área de influencia de las actividades de cultivo (líneas de cultivo) durante la cuadratura por un periodo mínimo de cuatro días en las siguientes bahías: Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal, Puerto Pichidanguí y Punta Carrizal Bajo, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 22**).

Justificación:

Correntometría consiste en medir los incrementos en la velocidad y dirección de las olas y de las corrientes, ya que ellos producen una remoción de la arena, afectando la extensión y pendientes de las playas, zonas que están muy expuestas a la sucesión de periodos de erosión y acreción produce cambios en la estructura granulométrica de los sedimentos y en sus propiedades físicas asociadas, con los consiguientes efectos sobre la biota. Pudiendo estas actuar como factores limitantes para los organismos que allí viven

Concentración de material particulado: Información recolectada por bahías según se indica:

- Puerto Pichidanguí: 3 estaciones de muestro en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: Esta variable (material orgánico particulado) está relacionada a sedimentos de granulometría fina (limo - arcillas) asociado a material particulado y coloidal suspendido en la columna de agua. La presencia de éste material causa cambios en la turbidez disminuyendo la luminosidad, lo que puede afectar significativamente la dinámica del ecosistema. Además de perturbar la condición ambiental, ya que los metales pesados, nutrientes y compuestos orgánicos en general son transportados adheridos a este material.

Concentración de amonio: Información recolectada por bahías según se indica:

- Puerto Pichidangui: 3 estaciones de muestro en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: Los compuestos nitrogenados (Nitrato, Nitrito, Amonio) son derivados del metabolismo del nitrógeno, ellos ingresarían como amonio al cuerpo de agua, proveniente desde dos fuentes: la amonificación de la materia orgánica (talos de algas, organismos incrustantes) por bacterias heterotróficas, y por transaminación y desaminación de productos catabólicos de nitrógeno orgánico ingerido y asimilado por organismos en cultivo. En un sistema acuoso, el amonio puede presentarse en la forma de amoniaco en equilibrio con ion amonio e iones hidróxido. La forma no ionizada es usualmente tóxica, debido a que posee una alta solubilidad en lípidos que lo capacita para difundir muy rápidamente y cruzar las membranas celulares. El amonio es oxidado por acción bacteriana y transformado a nitrito y finalmente a nitrato. El amonio y sus productos intermedios de oxidación, nitrito, son los compuestos tóxicos más comunes en los sistemas de cultivo, resultando tóxicos para peces, moluscos y crustáceos. El nitrato por sí no es tóxico, sin embargo su impacto al medio ambiente puede establecerse al contribuir en la fertilización del ambiente con el riesgo de favorecer la proliferación de microalgas nocivas. Además, se debe tener presente que este compuesto constituye un precursor de nitrito.

Concentración de clorofila: Información recolectada por bahías según se indica:

- Puerto Pichidanguí: 3 estaciones de muestro en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado a dos niveles de profundidad (1 y 6 metros) ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: La clorofila *a* corresponde a una estructura química que se ubica en los tilacoides de los cloroplastos en las células vegetales, y tienen la capacidad para capturar parte de la radiación solar para realizar los procesos que ocurren durante la fotosíntesis. Su concentración se emplea como un indicador de la biomasa fitoplanctónica y sus mediciones permiten tener una leve estimación de la productividad primaria. Desde un punto de vista ambiental, un incremento en las concentraciones de fitoplancton aumenta la turbidez del agua, disminuyendo los procesos fotosintéticos. Respecto de una consideración sanitaria, ciertas microalgas producen toxinas que habitualmente se acumulan en los tejidos de los organismos filtradores ocasionando graves consecuencias para la salud humana.

Concentración de materia orgánica en sedimentos: Información recolectada por bahías según se indica:

- Puerto Pichidangui: 3 estaciones de muestro en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: El contenido de materia orgánica en los sedimentos marinos varía típicamente en el rango 0,1 a 30%, lo cual constituye un indicador de la cantidad de alimento disponible para especies marinas. El contenido orgánico de los sedimentos es variable, en ambientes oxidados donde los niveles de oxígeno disuelto en el agua suprayacente son superiores a 1 mg/L, mientras que en ambientes reducidos el contenido de carbono orgánico es significativamente amplio y alto, desde 1% hasta 20% y más.

- Faenas de desdobles (manejo) y cosecha
 - Eliminación de organismos incrustantes
 - Eliminación de epibiontes
 - Eliminación de organismos de bajo crecimiento
 - Eliminación de organismos muertos

Muestreos flexibles, adaptándose a la movilidad que tengas las actividades de desdobles y cosecha.



Justificación: Las faenas de desdoble y cosecha generan problemas al cultivo, cuando los organismos incrustantes, epibiontes, organismos de bajo tamaño y muertos son eliminados bajo los sistemas de cultivo, causando consecuencias negativas en la genética de las especies cultivadas (organismos de bajo crecimiento), y la persistencia de organismos epibiontes e incrustantes en la zona de cultivo.

5.3.3.2.3 Monitoreo de respuesta y sus posibles impactos:

Demanda bioquímica de oxígeno: Información determinada a una profundidad media de 6 metros con un total de 6 muestras por cada una de las siguientes bahías consideradas en el estudio: Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal y Puerto Pichidanguí, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura **(Anexo 22)**.

Justificación: La DBO_5 de una muestra de agua expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua, que se utiliza conforme se consumen los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. La demanda bioquímica de oxígeno se determina midiendo el proceso de reducción del oxígeno disuelto en la muestra de agua manteniendo la temperatura a 20 °C en un periodo de 5 días. Una DBO_5 grande indica que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua. De manera que se produce un agotamiento desmedido del oxígeno con la consecuente mortalidad de los organismos que ahí habitan.



Concentración de nitritos: Información determinada a una profundidad media de 6 metros con un total de 6 muestras por cada una de las siguientes bahías consideradas en el estudio: Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal y Puerto Pichidanguí, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 22**).

Justificación: El nitrito es un producto intermedio de la oxidación del amonio, es un compuesto común en los sistemas de cultivo, resultando tóxicos para peces, moluscos y crustáceos. El nitrato por sí no es tóxico, sin embargo su impacto al medio ambiente puede establecerse al contribuir en la fertilización del ambiente con el riesgo de favorecer la proliferación de microalgas nocivas. Además, se debe tener presente que este compuesto constituye un precursor de nitrito.

Determinación de fitoplancton: Información determinada de manera cualitativa mediante arrastres verticales utilizando una malla de 23 μm y de manera cuantitativa sacando agua con una manguera de 20 metros separadas en tramos de 10 metros desde 6 estaciones de muestreo de las siguientes bahías: Ba. Coquimbo, Herradura de Guayacán, Ba. Guanaqueros, Ba. Tongoy, Caleta Totoralillo, Puerto Caldera, Puerto Calderilla, Ba. Inglesa, Caleta Flamenco, Caleta del Medio, Caleta Herradura de Carrizal y Puerto Pichidanguí, todas zonas en que se desarrolla la acuicultura (**Anexo 22**).

Justificación:

Fitoplancton: Dentro del ambiente pelágico existe un grupo ecológico llamado plancton y que corresponden a organismos que viven suspendidos en el agua e independientes del fondo. Estos organismos por su débil capacidad de natación, no pueden superar los movimientos de la corriente, de manera que son



transportadas pasivamente por ellas, a la deriva. Al incorporar el factor nutritivo, el fitoplancton se distingue de los demás organismos del plancton, porque son capaces de sintetizar su propio alimento, al igual que la mayoría de las plantas pueden fijar carbono por medio del proceso de fotosíntesis a partir de agua, gas carbónico y energía luminosa. Su importancia se debe a que el 95 % de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton, elemento que constituye la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino. Uno de los criterios de clasificación de estos organismos unicelulares se basa en el tamaño, distinguiéndose cuatro categorías que agrupan a la mayor parte de los elementos del fitoplancton: Picoplancton ($<2\ \mu\text{m}$), Ultraplancton ($2\text{--}5\ \mu\text{m}$), Nanoplancton ($5\text{--}50\ \mu\text{m}$) y Microplancton ($50\text{--}500\ \mu\text{m}$). En cuanto a su distribución, por requerir de la luz solar para su actividad fotosintética, el fitoplancton está limitado al estrato superficial, ya que los rayos solo penetran en estas capas, en donde, a medida que las plantas crecen aumentan en número. Para su crecimiento, además, requieren nutrientes, temperatura y salinidad en niveles óptimos. Por ello, son buenos indicadores de cambios ambientales, pudiendo aumentar en número o disminuir, dependiendo de las condiciones ambientales que imperan en el ambiente.

Determinación de índice de epibiontes: Información determinada de manera estimativa mediante la instalación de trampas que sirvan de sustrato para que se adhieran estos organismos y luego de un periodo será estimada su número y el peso total.

Justificación: Epibiontes son causantes de grandes mortalidades en los cultivos de nuestro país, ya que ellos compiten por el alimento, el sustrato y causan demoras en el crecimiento de los organismos, porque dificultan la circulación del agua en los sistemas de cultivo.



Densidad aparente del sedimento:

- Puerto Pichidanguí: 3 estaciones de muestro en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: Está relacionada con el tamaño de las partículas orgánicas e inorgánicas encontradas en el sedimento marino. El origen de éstas proviene de fuentes terrígenas, biógenas, piroclásticas, autógenas o cósmicas. La fracción sedimentaria, ya sea, grava (4 – 2 mm), arena muy gruesa (2 – 1 mm), arena gruesa (1 – 0,5 mm), arena media (0,5 – 0,25 mm), arena fina (0,25 – 0,125 mm), arena muy fina (0,125 – 0,062 mm) y limo-arcilla (< 0,062 mm) de un determinado sedimento marino condicionará el grado de vulnerabilidad frente a la distribución de la comunidad bentónica y frente a adsorción de algunos contaminantes



Determinación de porosidad del sedimento:

- Puerto Pichidanguí: 3 estaciones de muestro en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: La porosidad es el volumen de espacio libre en la arena y está en estrecha relación con la penetrabilidad de los sedimentos, de suma importancia para la macrofauna de los sustratos arenosos, así como para todas las especies que son capaces de excavar en un sustrato

Determinación de potencial rédox del sedimento:

- Puerto Pichidangui: 3 estaciones de muestro en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: Las aguas intersticiales son indicadores muy sensitivos de cambios diagénicos incipientes en sedimentos, uno de los cambios ocurre en el potencial rédox que genera cambios en el estado rédox de varios nutrientes esenciales. Según baja el potencial rédox en aguas y sedimentos, se observa una disminución en la concentración de oxígeno disuelto y la reducción de iones y moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior.

Determinación de sulfuro de hidrógeno en los sedimentos:

- Puerto Pichidanguí: 3 estaciones de muestro en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totalillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



Justificación: Bajo condiciones anóxicas la materia orgánica es degradada paso a paso mediante una compleja comunidad microbológica dirigida bajo el régimen energético. En estos sistemas, el sulfato es el aceptor de electrones más importante siendo responsable de sobre el 50% de la mineralización de la materia orgánica. Producto de estos procesos, se generan gases tales como el sulfuro de hidrógeno cuya presencia se asocia a efectos negativos sobre los organismos en cultivo y sobre las comunidades naturales del sector: (1) El gas puede ser directamente tóxico para los organismos acuáticos y (2) La precipitación del gas con metales limita la disponibilidad de azufre en la forma de sulfato y por otra parte puede limitar la disponibilidad de metales traza útiles para procesos biológicos.

Determinación de abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica:

- Puerto Pichidangui: 3 estaciones de muestro en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba Tongoy: 15 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Punta Bandurrias: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Guanaqueros: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Coquimbo: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.



- Herradura de Guayacán: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Totoralillo: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Herradura de Carrizal: 5 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta del medio: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Caldera: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Puerto Calderilla: 6 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Ba. Inglesa: 20 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.
- Caleta Flamenco: 3 estaciones de muestreo en triplicado ubicadas dentro del área de sedimentación de las líneas de cultivo que cuenta con la máxima biomasa.

Justificación: El fondo marino está habitado por una variedad de organismos que viven en la interfase agua-sedimento o a una profundidad del sedimento no superior a los 20 cm, su movilidad es muy limitada impidiéndole evitar la



exposición a sustancias contaminantes, es por ello que los organismos que habitan en el bentos se han convertido en buenos indicadores frente a la presencia de diversos agentes contaminantes.

Bajo condiciones de enriquecimiento orgánico, la macronfauna responde con un patrón de distribución espacial característico asociado con el gradiente orgánico. Bajo condiciones extremas, la macroinfauna desaparece completamente debido a las condiciones fuertemente reductoras que caracterizan a estos ambientes (compuestos sulfurados y metano).

Lo más importante de la presencia de estas comunidades indicadores es que representan un componente vital para mantener la estructura y función del ecosistema, ya que ellos sirven como alimento para la fauna demersal y participan en los niveles tróficos superiores e inferiores. Por otro lado, participan activamente en la transferencia de carbono manteniendo la dinámica energética de los sistemas marinos y como agentes de bioturbación de los fondos y regeneración de nutrientes.

5.3.3.2.4 Monitoreo de gestión del funcionamiento:

Cumplimiento del monitoreo: La eficiencia del monitoreo está dada en términos de cumplimiento con las actividades comprometidas y en las fechas indicadas.

Control del estado de las variables: Identificación de un umbral y un rango de gestión para cada variable, con énfasis a la precisión y exactitud de cada una, acción que será evaluada mediante la incorporación de muestras de valor conocida (material de referencia) de algunas de las variables a monitorear.



5.3.4 Análisis de costos y factibilidad técnica de la infraestructura instalada en nuestro país para llevar a cabo el programa de monitoreo.

Los costos determinados se presentan en las siguientes tablas y consideran los costos de evaluar ambientalmente un sitio.

Cuadro 38

PROGRAMA DE MONITOREO DE ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES	
VARIABLES	COSTO TOTAL (\$)
Temperatura ambiente	-
Dirección y velocidad del viento	-
Batimetría	126.420
Geomorfología del litoral	126.420
Magnitud y dirección de la corriente costera	240.840
Granulometría	205.742
Materia orgánica	95.818
Determinación de fosfatos	97.060
Determinación de nitratos	66.863
Material orgánico particulado	95.818
Concentración de oxígeno	148.920
Macrofauna bentónica	324.950
Zooplankton	132.000
Fitoplankton	132.000
Bacterias	90.000
Costo total estimado	1.882.852



Cuadro 39

PROGRAMA DE MONITOREO DE PRESIÓN SOBRE LOS RECURSOS NATURALES POR PARTE DE LAS ACTIVIDADES DE ACUICULTURA	
VARIABLES	COSTO TOTAL (\$)
Material orgánico particulado	229.964
Surfactantes	647.064
Antibióticos (quinolonas)	2.264.724
Análisis de quistes	841.183
Correntometría	240.840
Eliminación de organismos incrustantes	125.000
Eliminación de epibiontes	125.000
Eliminación de organismos de bajo crecimiento	125.000
Eliminación de organismos muertos	125.000
Costo total estimado	4.723.775



Cuadro 40

PROGRAMA DE MONITOREO DE RESPUESTAS Y SUS POSIBLES IMPACTOS	
Variables	Costo total (\$)
DBO ₅	53.992
Concentración de nitritos	66.863
Determinación de fitoplancton	132.000
Indice de epibiontes	48.000
Densidad aparente del sedimento	205.742
Determinación de porosidad del sedimento	205.742
Determinación del potencial rédox del sedimento	94.578
Determinación de sulfuro de hidrógeno en los sedimentos	165.003
Determinación de abundancia y biodiversidad de la macrofauna bentónica	324.950
Costo Total Estimado	1.296.801



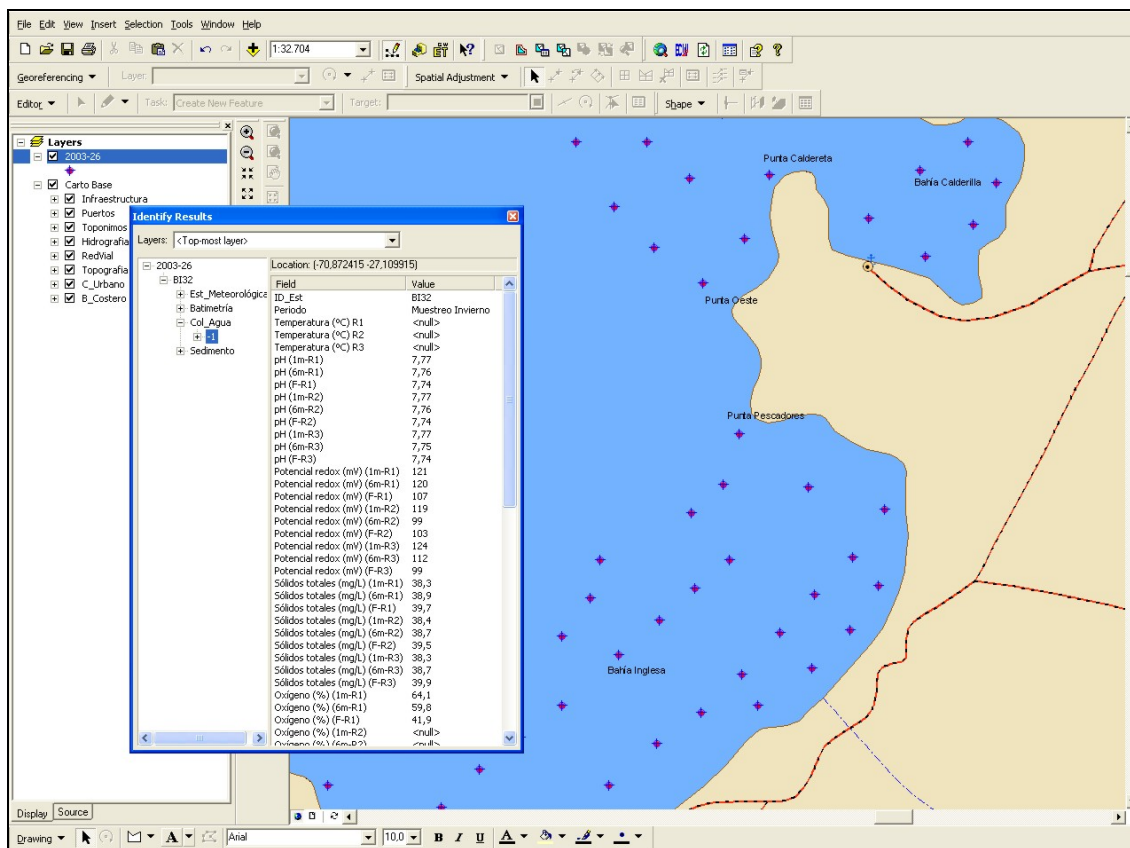
Objetivo específico 4.4.

Diseñar y elaborar una base de datos generada para almacenar la información que se obtendrá de la ejecución de los monitoreos y que pueda se enlazada con un Sistema de Información Geográfico.

5.3.1 Elaboración de base de datos

La imagen despliega una consulta realizada en el Shape. El recuadro Identify Results muestra como se relaciona la DBMS con el Shape, en la ventana aparece una estación de Bahía Calderilla, bajo esta las dbf relacionadas y cada dbf despliega la información contenida cuando se pincha sobre ella, como en el ejemplo la información desplegada corresponde a la dbf Columna de Agua, cuando un registro no presenta información se despliega en su lugar el siguiente texto "<null>", lo que presenta la ventaja de no asociar un valor cero, que ocasionaría ruido en la información:

Cuadro 41. Identificador de resultados





6. ACTIVIDADES GENERALES DEL PROYECTO

6.1 Taller de inicio

Al comienzo del proyecto se realizó un taller de difusión, en que se dio a conocer el diseño metodológico a utilizar durante la ejecución de las actividades de muestreo preliminar y muestreo global destinadas a alcanzar los resultados comprometidos en esta propuesta. El taller se realizó durante el mes de enero del 2003, en un salón del Instituto de Fomento Pesquero ubicado en Valparaíso y contó con la presencia de cultivadores de la III y IV Regiones, representantes gremiales de cultivadores de ostión, investigadores del área acuícola, representantes de la Armada de Chile y representantes de los servicios públicos, entre ellos, SUBPESCA, SERNAPESCA y CONAMA.

6.2 Taller de presentación de resultados finales

Con fecha 28 de noviembre del 2005 se realizó un taller de difusión en dependencias del Instituto de Fomento Pesquero ubicado en la ciudad de Coquimbo, en que se dio a conocer los resultados finales del estudio. En la ocasión participaron representantes de la Armada, representantes de SERNAPESCA, representantes de la asociación de cultivadores de ostiones y empresarios vinculados a las actividades de acuicultura de la región de Coquimbo.

En general, los resultados del estudio estuvieron evaluados de manera favorable, sin críticas en cuanto al diagnóstico del estado ambiental de las bahías en estudio. Entre las consultas y observaciones del estudio está la necesidad que tiene el sector acuicultor de implementar un sistema de monitoreo global que de cuenta de



los efectos causados por las actividades de acuicultura como una manera de prevenir con acciones que tiendan a mitigar los impactos.



7 DISCUSIÓN

La acuicultura en el área de estudio está representada por organismos filtradores (*Argopecten purpuratus* y *Crassostrea gigas*), productores primarios (*Gracilaria chilensis*), gastrópodos herbívoros (*Haliotis rufescens* y *Haliotis discus hannai*) y en menor grado, por peces (*Scophthalmus maximus* y *Paralichthys adpersus*), equinodermos (*Loxechinus albus*) y crustáceos de agua dulce (*Cherax tenuimanus* y *Cryphiops caementarius*).

El principal recurso biológico cultivable es el ostión del norte (*A. purpuratus*), con mayor presencia en Bahía Inglesa y Bahía Tongoy, cuyo nivel de producción se sustenta en la obtención de semillas desde el medio natural y una pequeña fracción que se surte mediante cultivos controlados en hatchery. Los métodos de cultivo que mayoritariamente utilizan los cultivadores son linternas de 10 pisos colgadas desde sistemas long line de 200 metros separadas entre 20 y 25 metros. El segundo recurso biológico en importancia es el pelillo (*G. chilensis*), con mayor presencia en Bahía Calderilla y cuyas características de profundidad, tipo de fondo y protección frente a marejadas le son favorables para el desarrollo de este cultivo. Los demás recursos biológicos, se encuentran en un nivel de producción menor, la mayoría, corresponde a especies de alto valor comercial las que han sido introducidas como un intento de diversificar las actividades de acuicultura en la zona. Uno de ellos es el abalón rojo (*Haliotis rufescens*), especie herbívora, capaz de reproducirse a temperaturas entre 15 y 19 °C normales en la III y IV Región, pudiendo constituirse como un posible competidor en el alimento de organismos herbívoros nativos (básicamente erizos negros). Otra especie, es la langosta de agua dulce (*Cherax tenuimanus*). La ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), también introducida, se cultiva en muchos de los centros de cultivo ubicados en la zona de



estudio, siendo incapaz de reproducirse a temperaturas entre 15 y 19 °C, normales del litoral Centro – Norte de Chile.

El impacto ambiental que generan las actividades de acuicultura, se pueden analizar desde dos puntos de vista. El primero, tiene relación con el impacto que generan las actividades que se desarrollan en instalaciones ubicadas en tierra representadas por los recursos abalón, langosta y turbot, que deben ajustarse a la normativa nacional (D.S. (MINSEGPRES) N° 90 de 2000, D.S. (MOP) N° 609 de 1998, modificado por el D.S. (MOP) N° 3.592 de 2000, y por el D.S. (MOP) N° 601 de 2004 y finalmente, el D.S. (MINSEGPRES) N° 46 de 2002) que contempla el tratamiento de sus efluentes de riles, del tratamiento y traslado de la basura y del destino de los residuos líquidos y sólidos de instalaciones de baños. Al respecto, se constató que las instalaciones visitadas cuentan con los requisitos exigidos por la normativa (DBO₅, coliformes, pH, sólidos suspendidos) y por ello el impacto sobre el ambiente sería bajo a medio. Sin embargo, existe un riesgo permanente de que se produzcan escapes de organismos, como el turbot y el abalón, aún cuando, dadas las condiciones azarosas en que se pudieran producir es cuestionable la probabilidad de supervivencia.

El segundo punto de vista, tiene relación con el impacto ambiental que pueda ocasionar los sistemas de cultivo extensivo que se desarrollan en la columna de agua, representados por los recursos pelillo, ostión y ostra. Respecto de los cultivos de pelillo en Bahía Calderilla, no se observó un incremento sustancial en el contenido de materia orgánica en los sedimentos, contrario a lo que habitualmente señala la bibliografía para el cultivo de este recurso. El mayor impacto observado se relaciona con el depósito de basura en las playas, ocasionado tanto por varazones de algas y materiales utilizados como artes para el cultivo, en periodo de ocurrencia de marejadas y, por actividades de secado de



algas sobre las playas del sector. Por tanto son impactos que pueden ser revertidos si se logran los cambios de conductas de los usuarios de este tipo de cultivo. En cuanto a la acuicultura que se desarrolla como cultivo extensivo, incluye al ostión como el principal recurso biológico cultivado, el que según la bibliografía sería el cultivo que produciría el mayor impacto ambiental a través de la liberación de fecas y pseudofecas directamente al medio ambiente.

Por otro lado, las linternas representan un obstáculo a las corrientes, reduciendo su velocidad y con ello, favorecerían la sedimentación de los productos de excreción del ostión. Pese a la gran biomasa de ostiones que se mantienen en cultivo en estas bahías, los resultados mostraron sedimentos con valores de potencial rédox mayoritariamente positivos y una baja carga de materia orgánica. Otro impacto no cuantificable en el corto plazo tiene que ver con efectos genotípicos ocasionados por el desprendimiento accidental de ostiones de pequeño tamaño que se entremezclan con ejemplares de los bancos naturales ubicados en la zona (selección negativa).

Existe abundante conocimiento nacional y extranjero respecto de los recursos biológicos cultivados en la zona de estudio, concerniente a los ciclos biológicos y sus relaciones ecológicas. En Chile, con financiamiento del FDI, FONDEF, FIP y FIA, se ha desarrollado una enorme variedad de estudios relacionados con el recurso ostión y pelillo, abordando básicamente temas genéticos, fisiológicos, bioquímicos, ecológicos y reproductivos, tendientes a determinar las capacidades de carga, el estatus de los bancos naturales y de praderas para el caso de las algas, fortalecimiento de las actividades de acuicultura y estudios ambientales relativos al impacto que estos recursos ocasionarían sobre el ambiente. En menor grado se ha estudiado el abalón, pero el financiamiento para estudios relacionados con este recurso se ha incrementado de manera sistemática en el último tiempo, a medida que



aumenta el interés y las posibilidades de que se desarrolle una industria de real importancia.

Gracias a estos estudios y a la colaboración de expertos internacionales, sobre todo en el desarrollo de los cultivos más incipientes, se han desarrollado normativas y se han emitido resoluciones destinadas a cautelar el estado sanitario, ambiental, genético y ecológico, siempre como una forma de privilegiar la real aptitud de las áreas localizadas en el borde costero. Evidencias de lo señalado corresponden la elaboración de la resolución (Subpesca) N° 404 de 2003, la normativa relativa a las plagas (en trámite), norma de RIL para aguas superficiales (marinas) y la zonificación del borde costero que se encuentra en implementación, prácticamente en todas las regiones del país.

Durante el estudio, los resultados del trabajo de terreno mostraron que los sedimentos de las bahías están caracterizados por fondos arenosos con bajo contenido de materia orgánica y valores de óxido reducción positivos. En cuanto a la columna de agua, corresponden a aguas muy oxigenadas con niveles de nutrientes relativamente altos, sin embargo, la abundancia del fitoplancton se encontraba en niveles bajos, considerando que en la zona no existe limitación por luminosidad. Con los datos disponibles, no es posible asociar la abundancia de fitoplancton con la cantidad de ejemplares en cultivo, ya que este es un aspecto que debe ser estudiado sobre la base de al menos un periodo anual y que permita dar debida cuenta de que fracción de la producción primaria está siendo canalizada hacia los cultivos de ostión a fin de determinar el balance de masa C:N para cada compartimento del cuerpo de agua. Evidencia de ello, es que los datos propios obtenidos durante el muestreo no se ajustaron adecuadamente al análisis de componentes principales cuya medida de adecuación de los datos según el criterio estadístico de Kaiser – Meyer – Olkin fue de 0,540, alejado de la unidad indicando una baja adecuación de la muestra a este



análisis, pese a que la prueba de esfericidad de Bartlett's dio un nivel de significancia $p=0,000$ lo que indica una buena adecuación de la muestra.

Un aspecto importante lo constituye la abundante adherencia viva (fouling) que se fija en las linternas de cultivo y que ocasionan grandes pérdidas económicas, entre estos organismos figura el tunicado *Cyonna intestinales*, organismos que se adhieren a los sistemas de cultivo, impidiendo el ingreso de agua y evitando que los ostiones se alimenten adecuadamente. Otra causa de mortalidad es el poliqueto *Polidora sp* el cual perfora la concha, debilitándola y facilitando su ruptura o rotura.



8. CONCLUSIONES

- El impacto sobre el medio ambiente causado por los hatcheries destinados a la producción de semillas de ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y para los centros de cultivo ubicados en tierra para abalón (*Haliotis rufescens* y *Haliotis discus hannai*) y turbot (*Scophthalmus maximus*) que se desarrollan en la zona de estudio estarían entre bajo y medio, y en la medida que cumplan con las exigencias contenidas en los decretos supremos, D.S. (MINSEGPRES) N° 90 de 2000, D.S. (MOP) N° 609 de 1998, modificado por el D.S. (MOP) N° 3.592 de 2000, y por el D.S. (MOP) N° 601 de 2004 y D.S. (MINSEGPRES) N° 46 de 2002 no existiría riesgo de verter agentes contaminantes sobre las bahías.
- La producción de semillas de abalón y turbot se desarrolla en hatcheries tomando estrictas medidas de seguridad para evitar el escape de estos ejemplares. Sin embargo, en caso de ocurrencia de accidentes que ocasionen escapes, éstos presentarían un real impacto si las condiciones de tamaño y de alimentación de los ejemplares escapados son apropiados para sobrevivir en la zona en que se produce tal escape.
- El cultivo de abalón (*Haliotis rufescens* y *Haliotis discus hannai*), y langosta de agua dulce (*Cherax tenuimanus*) son cultivos que hasta el momento se han desarrollado en tierra, mientras que el cultivo del turbot (*Scophthalmus maximus*) se ha desarrollado en tierra y en agua de mar, sin embargo, los niveles de producción son menores respecto del ostión y de la ostra, por lo tanto, el impacto que generan al medio ambiente es muy bajo.



- El cultivo de pelillo (*Gracilaria chilensis*) se desarrolla fuertemente en Bahía Calderilla y a un nivel de producción menor en Bahía Tongoy y Bahía Inglesa. Pese a los elevados niveles de producción, en este estudio no se observó efectos ambientales sobre el sedimento ocasionados por este tipo de cultivo, sin embargo, se observó un gran deterioro de las playas producto de las actividades propias de cosecha y secado de este material.
- Las ostras (*Crassostrea gigas*) y ostiones (*Argopecten purpuratus*) son los recursos más cultivados y que ocupan una mayor extensión por área en la zona de estudio, principalmente en la Bahía Tongoy y en Bahía Inglesa.
- Las actividades de cultivo extensivas que se desarrollan en la zona del estudio ofrecen una enorme cantidad de sustrato que favorece la fijación de organismos incrustantes los que continuamente se desprenden durante las actividades de desdoble y cosecha y se acumulan en el fondo marino ocasionando daños al ecosistema.
- La zona en estudio produce sobre 1.800 t de ostiones, organismos que durante su ciclo de producción producen grandes cantidades de fecas y pseudofecas las que sedimentan en el fondo marino. Sin embargo, durante el estudio se observó un buen estado de oxido reducción en los sustratos muestrados, tal vez debido a la actividad detritívora de los organismos del bentos sumado a una elevada dilución que presentarían estas bahías.
- Durante el estudio se observó que el fitoplancton estuvo dominado por la especie *Thalassiosira cf. Delicatula*. En general, el número de especies varió entre 1 y 6 y en número de individuos varió entre 600 y 81.000 cél/mL, representando una baja concentración de alimento para los organismos que



se mantienen en cultivo.

- La macrofauna bentónica estuvo dominada por la especie *Turritella cingulata*. En general, el número de especies varió entre 1 y 15, mientras que el número de individuos varió entre 1 y 218 individuos/0,25 m²
- El zooplancton registrado en invierno estuvo dominado por organismos del phylum Arthropoda S.C. *Copepoda*. En general, el número de individuos varió entre 1 y 13, mientras que el número de individuos varió entre 2 y 3519 organismos/100 m³
- La granulometría en Bahía Inglesa, Bahía Calderilla y Bahía Guanaqueros estuvo dominada por arenas muy finas, seguido por arenas finas, mientras que Bahía Tongoy estuvo dominada por arenas finas, seguido por arenas muy finas.
- La materia orgánica en Bahía Calderilla varió entre 0,94 y 7,04 %, mientras que en las demás bahías varió entre 0,71 y 4,67%, encontrándose en un valor aceptable para los niveles de producción al que estas bahías están sometidas.
- En general, las bahías sometidas a este monitoreo presentaron una buena condición ambiental reflejado por valores de oxido-reducción positivos, niveles de materia organica bajos, alevada oxigenación, baja concentración de gases y nutrientes disueltos en el liquido intersticial de los sedimentos.



9. CARTA GANTT

Actividades por Objetivo	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Objetivo 4.1												
Identificación de tipos de cultivos que se desarrollan en la zona de estudio	x	x										
Identificación del impacto producido por tipo de recurso hidrobiológico cultivado		x	x									
Ponderación del impacto ambiental por producción			x	x								
Objetivo 4.2												
Análisis de experiencia nacional y extranjera de los impactos ambientales		x	x									
Análisis de instrumentos regulatorios internacionales para control de impactos ambientales		x	x									
Análisis de la normativa ambiental vigente		x	x									
Selección de variables y parámetros a utilizar			x	x								
Objetivo 4.3												
Adquisición de equipos y materiales		x	x									
Preparación de muestreo preliminar				x								
Muestreo preliminar					x	x						
Análisis de muestras (muestreo preliminar)					x	x						
Procesamiento y análisis de datos (muestreo preliminar)						x						
Preparación de muestreo global							x					
Muestreo global								x	x			
Análisis de muestras (muestreo global)								x	x			
Procesamiento y análisis de datos (muestreo global)									x	x		
Objetivo 4.4												
Reunión de coordinación con Jefe proyecto FIP 2003 – 30				x								
Elaboración de la base de datos									x	x		
Actividades Generales del Proyecto												
Talleres												
Taller de inicio del proyecto	x											
Taller de difusión de los resultados										x		
Entrega de Informes												
Entrega de Primer Informe de avance						x						
Entrega de Segundo Informe de avance								x				
Entrega de Pre-Informe Final											x	
Entrega de Informe Final												x



10. PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (HH)

10.1 Objetivo general

PERSONAL	OBJETIVO				Actividades generales	TOTAL
	1	2	3	4		
Gastón Vidal	45	55	240	20	70	430
María Soledad Toledo	60	60	180	20	60	380
Álvaro Wilson	180	0	170	0	0	350
Enrique Lara	20	0	20	0	60	100
Arturo Candia	20	0	20	0	60	100
César Alarcón	0	0	110	0	40	150
Carlos Cortés	0	0	300	0	0	300
TOTAL	325	115	1.040	40	290	1.810

10.2 Objetivo específico 1. Identificar y evaluar los principales efectos ambientales producidos por cada tipo de cultivo existente en el área de estudio.

PERSONAL	ACTIVIDAD			TOTAL
	Identificación de tipos de cultivos	Identificación impacto por tipo de cultivo	Ponderación impacto ambiental	
Gastón Vidal	15	15	15	45
María Soledad Toledo	20	20	20	60
Álvaro Wilson	90	90	0	180
Enrique Lara	0	10	10	20
Arturo Candia	0	10	10	20
TOTAL	125	145	55	325



10.3 Objetivo específico 2. Seleccionar las variables y parámetros técnicamente pertinentes para determinar el impacto ambiental producido por cada tipo de cultivo.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Experiencia nacional y extranjera de impactos	Instrumentos regulatorios internacionales	Normativa ambiental vigente	Selección de variables y parámetros	
Gastón Vidal	15	15	10	15	55
María Soledad Toledo	15	15	20	10	60
TOTAL	30	30	30	25	115



10.4 Objetivo específico 3. Diseñar y aplicar un protocolo de monitoreo global que evalúe impactos ambientales aditivos y/o sinérgicos de las actividades de acuicultura.

PERSONAL	ACTIVIDAD									TOTAL
	Compra equipos	Preparación muestreo preliminar	Muestreo preliminar	Análisis muestras (preliminar)	Proc. y análisis de datos (preliminar)	Preparación muestreo global	Muestreo global	Análisis de muestras (global)	Proc. y análisis de datos (global)	
Gastón Vidal	10	15	30	40	30	15	30	40	30	240
María Soledad Toledo	0	10	30	30	20	10	30	30	20	180
Álvaro Wilson	0	20	45	20	0	20	45	20	0	170
Enrique Lara	0	0	0	0	10	0	0	0	10	20
Arturo Candia	0	0	0	0	10	0	0	0	10	20
César Alarcón	0	0	0	30	25	0	0	30	25	110
Carlos Cortés	0	75	75	0	0	75	75	0	0	300
TOTAL	10	120	180	120	95	120	180	120	95	1040



10.5 Objetivo específico 4. Diseñar y elaborar una base de datos generada para almacenar la información que se obtendrá de la ejecución de los monitoreos y que pueda ser enlazada con un Sistema de Información Geográfico.

PERSONAL	ACTIVIDAD		TOTAL
	Reunión de coordinación	Elaboración base de datos	
Gastón Vidal	10	10	20
Maria Soledad Toledo	10	10	20
TOTAL	20	20	40

10.6 Actividades generales del proyecto

Realización de talleres y elaboración de informes.

PERSONAL	ACTIVIDAD						Total
	Taller inicio	Taller de difusión	Primer Informe avance	Segundo Informe avance	Pre-informe final	informe final	
Gastón Vidal	5	5	15	15	20	10	70
María Soledad Toledo	10	10	10	10	10	10	60
Enrique Lara	5	5	15	15	10	10	60
Arturo Candia	5	5	15	15	10	10	60
César Alarcón	0	0	10	10	10	10	40
TOTAL	25	25	65	65	60	50	290



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acuña, E., J. Moraga & E. Uribe. 1989. La zona de Coquimbo: un sistema nerítico de surgencia de alta productividad. Rev. Pacífico Sur (Número Especial): 145-157.
2. Anderson, D.M., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen, and J.E. Rensel. 2001. Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters, APEC #201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No.59, Paris.
3. Armstrong, D.A. 1979. Nitrogen toxicity to Crustacea and aspects of its dynamics in culture systems. In: D. Lewis and J. Liang (editors), 2nd Biennial Crustacean Health Workshop. Texas A & M Sea Grant, TAMM-SE-79-114, Texas, pp 329-360.
4. Atlas R.M. e Bartha R. 1993. Microbial Ecology - fundamentals and applications. 3a. ed. The Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc., Redwood City - CA, EUA, 563p.
5. Burrowes, W. R., Assanah, P. yStefano, G. B. 1983. Behavioral effects of opiates on the land snail *Helix aspersa*. Life Sci., Vol. 33, suppl. 1, 381-384.
6. Burd, B.J., Nemec, A. C. And Brinkhurst, R.O. 1990. The development and application of analytical methods in benthic marine infaunal studies. Adv. Mar. Biol. 26: 169-247.



7. Burd, B.J. 1996. Environmental impacts in Burrard Inlet: An integrated interpretation of available data. Phase II: Objectives and monitoring protocol analysis. Report to the BIEAP committee, Environment Canada, Vancouver, British Columbia.
8. Buschmann, A.H., Mora, O.R., Gómez, A., Böttger, M., Buitano, S., Retamales, C., Vergara, P.A. & Gutiérrez, A. 1994. *Gracilaria chilensis* outdoor tank cultivation in Chile: use of land-based salmon culture effluents. *Aquaculture Engineering* 13: 283-300.
9. Buschmann, A.H., Troell, M., Kautsky, N., Kautsky, L. 1996. Integrated tank cultivation of salmonids and *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 326/327: 75-82.
10. CIAT-CARDER, 1996. Indicadores ambientales. Documento de trabajo N° 160. 57p.
11. Cline, J.D., 1969. Spectrophotometric determination of hydrogen sulfide in natural waters. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 454-458.
12. Cohen, I. & Neori, A. 1991. *Ulva lactuca* biofilters for marine fish pond effluent. *Bot. Mar.* 34:475-482.
13. Colt J.E. and Armstrong, D.A. 1981. Nitrogen toxicity to crustaceans, fish, and mollusks. In: I.J. Allen and E. C. Kinney (Editors), proceedings of the bio-engineering symposium for fish culture. Fish culture section, American Fisheries Society, Northeast Society of Conservation Engineers, Bethesda, M. D., pp 34-47.



14. Cuomo, V., Merrill, J., Palomba, I., de Maio, L., Garguilo, M., Cuomo, A. & Sebastio, C. 1997. Mariculture with seaweed and mussel for marine environmental restoration and sources production. Intern. J. Environmental Studies 52: 297-310.
15. Chopin, T. & Yarish, C. 1998. Nutrients or not nutrients? That is the question in seaweed aquaculture and the answer depends on the type and purpose of the aquaculture system. World Aquaculture 29(4): 31-3, 60-1.
16. Chopin, T., Yarish, C., Yarish, R., Wilkes, E., Belyea, S., Lu and A. Mathieson. 1999. Developing Porphyra/salmon integrated aquaculture for bioremediation and diversification of the aquaculture industry. J. Appl. Phycol 11: 463-472.
17. Demaison G.J and Moore G.T. 1980. Anoxic environments and oil source bed genesis. Org. Geochem. 2,
18. Engelhardt, W. V. 1977. The origin of sediments and sedimentary rocks (Halstead Press: New York.) 395 pp.
19. Fonseca, T., & M. Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Investigaciones Pesqueras (Chile) 34: 3346.
20. Franson, Mary Ann H. ed. lit. 1992. "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales", Ed. Díaz de Santos , Madrid.



21. Froelich, P. N.; Klinkhammer, G. P.; Bender, M. L.; Luedtke, N. A.; Heath, G. R.; Cullen, D.; Dauphin, P.; Hammond, D.; Hartman, B.; Maynard, V. 1979. Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlantic: suboxic diagenesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1075-7090.
22. Gilbert, P.M., and G. Pitcher. 2001. GEOHAB: Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms.
23. Gleason, H. A. 1922. On the relation between species and area. *Ecology* 3: 158-162.
24. Guzman, C. 2003. Aquanoticias (Marzo).
www.aqua.cl/articulos/abalones.pdf.
25. Guzmán del Próo, S.A. 1989. Una revisión sobre la biología y pesquería del abulón (*Haliotis* spp.) en México. Res. I Symp. Intern. Abulón. Biología, Pesquerías y Cultivo. La Paz, B.C.S., México.
26. Hahn, Kirk. 1989. Handbook of culture of abalone and other marine gastropods. CRC Press Ed. 135-153 pp.
27. Hargrave, B.T., D.E. Duplissa, E. Pfeiffer and D.J. Wildish. 1993. Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 96: 249-257.



- 28.** Jiménez del Río, M., Ramazanov., Z. & Gracia-Reina, G. 1996. *Ulva rigida* (Ulvales, Chlorophyta) tank culture as biofilter for dissolved inorganic nitrogen from fishpond effluents. *Hydrobiologia* 326/327: 61-66.
- 29.** Jorgensen, B., Bak, F. 1982. Pathways and microbiology of thiosulfate transformations and reduction in a marine sediment (Kattegat, Denmark). *Applied and Environmental Microbiology* 57, 847-856.
- 30.** Kavaliers, M. y Hirst, M. 1984. The presence of an opioid system mediating behavioral thermoregulation in the terrestrial snail *Cepaea nemoralis*. *Neuropharmacology*, Vol. 23, 1285-1289.
- 31.** Kavaliers, M. y Hirst, M. (1987). Slugs and snails opiate tales: opioids and feeding behavior in invertebrates. *Feed. Proc.*, Vol. 46, 168-172.
- 32.** Kinne, O. 1964. The effects of temperature and salinity on marine and beackin water animals, II. Salinity and temperature salinity combinations, *Annu. Rev. Oceanogr. Mar. Biol.*, 2, 281-339.
- 33.** Lynch, J. M., and N. J. Poole. 1979. *Microbial Ecology: A Conceptual Approach*. John Wiley & Sons. New York. 266 pp.
- 34.** Maeda-Martínez A., F. Magallón-Barajas, M.C. Rodríguez-Jaramillo, A. Pérez-Serrano, H. León-Castro y M. Ramade-Villanueva. 1994. Desarrollo científico y tecnológico del cultivo del abulón. Convenio SEPESCA-CIBNOR. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, México. 77 pp.



- 35.** Mai, K., Mercer, J.P., Donlon, J. 1995b. Comparative studies on nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. And *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. *Aquaculture* 136: 165-180.
- 36.** Menhinick, E. P. 1964. A comparison of some species-individual diversity indices applies to samples of field insects. *Ecology* 45:859-861.
- 37.** Mercaron M., Coïc, D., and Talec, P. 1999. Biomasses d'ulves et flux de nutriments en baie de Douarnenez. IFREMER Pollutions diffuses.
- 38.** Monjeau J, R Sikes, E Birney, N Guthmann & C Phillips .1997. Small mammal community composition within the major landscape divisions of Patagonia, Southern Argentina. *Mastozoología Neotropical* 4: 113-127.
- 39.** Moraga, J. 1996. Capa límite marina en la zona costera frente a Chile en los 29,5 °S. *Estudios Oceanográficos (Chile)* 15: 17-28.
- 40.** Morales, C. E., J.L. Blanco, M. Braun, H. Reyes & N. Silva. 1996. Chlorophyll –a distribution and associated oceanographic conditions in the upwelling region of northern Chile during the winter spring 1993. *Deep –Sea Research* 43: 267-289.
- 41.** Nealson, K.H. 1997. Sediment bacteria: Who's there, what are they doing, and what's new? *Annual Reviews in Earth and Planetary Science* 25, 403-434.
- 42.** Neori, A. & Shpigel, M. 1999. Algae treat effluents and feed invertebrates in sustainable integrated mariculture. *World Aquaculture* 30: 46-9, 51.



43. Neori, A., Cohen, I & Gordin, H. 1991. *Ulva lactuca* biofilters for marine fish-pond effluents. II. Growth rate, yield and C:N ratio. *Bot. Mar.* 34:483-489.
44. Neori, A., Krom, M.D., Ellner, S. P., Boyd, C.E., Popper, D., Rabinovitch, R., Davison, P.J., Dvir, O., Zuber, D., Ucko, M., Angel, D. & Gordin, H. 1996. Seaweed biofilters as regulators of water quality in integrated fish-seaweed culture units. *Aquaculture* 141:183-199.
45. Neori, A., Ragg, N.L.C. & Shpigel, M. 1998. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land-based system. II. Performance and nitrogen partitioning within an abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae culture system. *Aquacult. Eng.* 15: 215-239.
46. Neshyba, S., y R. Méndez. 1976. Análisis de temperaturas superficiales del mar como indicadores de movimientos de aguas superficiales en el Pacífico Sur-Este. *Rev. Pacífico Sur.* 5: 129 – 137.
47. OCDE. 1993. *Migrations et coopération internationale: les enjeux pour les pays de l'OCDE. Les défis du développement: ses liens avec la coopération et les migrations* (Paris: OCDE)
48. Parson, T., M. Takahashi & B. Hargrave. 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, New York, 330 pp.
49. Petrell, R.J. & Alie, S.Y. 1996. Integrated cultivation of salmonids and seaweeds in open system. *Hydrobiologia* 326/327:67-73.



50. Pfenning, N; Widdel, F. 1982. The bacteria of the sulphur cycle. Philosophical Transaction of the Royal Society Serie B - Biological Sciences 298. 433-441.
51. Pizarro, C. 2003. Evaluación de una técnica de ensilado para el alga *Macrocystis pyrifera* y observación de su consumo por parte de abalón rojo (*Haliotis rufescens*). Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Chile. 50 pp
52. Reimers, C.E. and Smith, K. L. 1986. Reconciling measured and predicted fluxes of oxygen across the deep sea sediment-water interface. Limnology and Oceanography 31, 305-318.
53. Revsbench, N.P; Jorgensen, B.B; Blackburn, T.H. 1980. Oxygen in the sea bottom measured with a microelectrode. Science 207, 1355-1356.
54. Salamanca, M. 1998. Informe final proyecto FONDEF "Capacidad de Carga, una forma de administrar áreas de cultivo"
55. Santelices, B., S. Montalva & P. Oliger. 1981. Competitive algal community organization in exposed intertidal habitats from Central Chile. Marine Ecology, Progress Series 6: 267-276.
56. Santillo, D., R. L. Stringer, O. A. Johnston & J. Tickner. 1998. The precautionary principle: Protecting against failures of scientific method and risk assessment. Marine Pollution Bulletin, 36 (12): 939-950.
57. Schink, B. 1989. Mikrobielle Lebensgemeinschaften in Gewässersedimenten Naturwissenschaften 76, 364-372.



- 58.** Sharma, B. And Ahlert, R.C. 1977. Nitrification and nitrogen removal. Water Res., 11:879-925.
- 59.** Shepard, F. 1948. Submarine Geology. Third edition. Harper & Row. Publishers. 571 pp.
- 60.** Skyring, G.W. 1987. Sulfate reduction in coastal ecosystems. Geomicrobiology Journal 5, 295-374.
- 61.** Smith, P. E., and Richardson, S. L. 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larval surveys. FAO Fish Tech Pap 175. FAO. ROME. 100 pp.
- 62.** Solórzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenol-hypochlorite method, Limnology Oceanography. 799:801.
- 63.** Sonetti, D., Ottaviani, E. y Stefano, G. B. 1997. Opiate signaling regulates microglia activities in the invertebrate nervous system. Gen Pharmacols., Vol. 29:1, 39-47.
- 64.** Sorensen, J; Jorgensen, B,B; Revsbech, N, P. 1979. A comparasion of oxygen, nitrate and sulfate respiration in coastal marine sediments. Microbial Ecology 5, 105-115.
- 65.** Sorensen, J; Jorgensen, B,B. 1987. Early diagenesis in sediments from Danish coastal water: microbial activity and Mn-Fe-S geochemistry. Geachimica et Cosmochimica Acta 51, 1583-1590.



66. Strickland, J. D. & T. R. Parsons. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada. 311p. (Bulletin, 167).
67. Sundby, B., Gobeil, C., Silberberg, N. And Mucci, A. 1992. The phosphorus cycle in coastal marine sediments. *Limnol. Oceanogr.* 37, 1129-1145.
68. Troell, M., Halling, C., Nilsson, A., Buschmann, A.H., Kautsky, N & Kautsky, L. 1997. Integrated marine cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economics output. *Aquaculture* 156: 45-61.
69. Troell, M., Rönnbäck, P., Halling, C., Kautsky, N & Buschmann, A.H. 1999. Ecological engineering in aquaculture: Use of seaweeds for removing nutrients from intense aquaculture. *J. Appl. Phycol.* 11:89-97.
70. Tsukamoto. 1993. Marine Fisheries Enhancement in Japan and the quality of fish for release. EAS Special Publication N° 19: 556.
71. Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton. Methodik. *Mitt. int. Verein. Theor. angew. Limnol.* 9, 38 p.
72. Vásquez, J. A., E. Fonck & M. A. Vega. 2001. Comunidades submareales rocosas dominadas por macroalgas en el norte de Chile: diversidad, abundancia y variabilidad temporal. En: Alveal K & T Antezana (eds) *Sustentabilidad de la biodiversidad*: 351-366. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile.



- 73.** Velvin, R. 1999. Environmental effects from Fish farming. In: Poppe, T. (Ed.), Textbook of Fish Health and Fish Diseases. Universitetsforlaget, Oslo, Norway, pp. 340– 347.
- 74.** Volkman, J.K; Corner, E.D.S; Eglinton, G. 1980. Transformations of biolipids in the marine food web and in underlying bottom sediments, Vol. 293. Colloques Internationaux du C.N.R.S. pp. 185-197.
- 75.** Zitko, V. 1994. Chemicals in aquaculture (an overview), p. 97-106. In A. Ervik, P. Kupa Hansen and V. Wennevik (eds.). Proceedings of the Canada-Norway Workshops on the Environmental Impacts of Aquaculture. Fiskeriharvet 13.

A N E X O S



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 ESTACIONES DE MUESTREO 1

Tablas

Tabla 1.1.	Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Calderilla.....	2
Tabla 1.2.	Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Inglesa	2
Tabla 1.3.	Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Guanaqueros	3
Tabla 1.4.	Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Tongoy	3
Tabla 1.5.	Coordenadas de muestreo global en Bahía Inglesa – Bahía Calderilla	5
Tabla 1.6.	Coordenadas de muestreo global en Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros	5

Figuras

Figura 1.	Estaciones de muestreo Bahía Calderilla y Bahía Inglesa.....	7
Figura 2.	Estaciones de muestreo Bahía Guanaqueros y Bahía Tongoy	8

ANEXO 2 TEMPERATURA DEL AGUA..... 9

Tablas

Tabla 2.1.	Temperatura del agua (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).....	10
Tabla 2.2.	Temperatura del agua (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).....	10
Tabla 2.3.	Temperatura del agua (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)....	12
Tabla 2.4.	Temperatura del agua (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).....	12

ANEXO 3 pH y POTENCIAL RÉDOX DEL AGUA 15

Tablas

Tabla 3.1.	pH y Potencial rédox en el agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	16
Tabla 3.2.	pH y Potencial rédox en el agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	16



Tabla 3.3.	pH y Potencial rédox en el agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	19
Tabla 3.4.	pH y Potencial rédox en el agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	19
Tabla 3.5.	pH y Potencial rédox en el agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano).....	22
Tabla 3.6.	pH y Potencial rédox en el agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros - Muestreo verano).....	23

Figuras

Figura 3.1.	pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)..	25
Figura 3.2.	pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)..	26
Figura 3.3.	pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)..	27
Figura 3.4.	pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)..	28
Figura 3.5.	pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	29
Figura 3.6.	pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)..	30
Figura 3.7.	pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)..	31
Figura 3.8.	pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)..	32
Figura 3.9.	pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	33
Figura 3.10.	pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	34
Figura 3.11.	pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	35
Figura 3.12.	pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).	36
Figura 3.13.	Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).....	37
Figura 3.14.	Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	38
Figura 3.15.	Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	39
Figura 3.16.	Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	40
Figura 3.17.	Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	41



Figura 3.18.	Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	42
Figura 3.19.	Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	43
Figura 3.20.	Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	44
Figura 3.21.	Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	45
Figura 3.22.	Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	46
Figura 3.23.	Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	47
Figura 3.24.	Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	48

ANEXO 4 SÓLIDOS PARTICULADOS 49

Tablas

Tabla 4.1.	Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	50
Tabla 4.2.	Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	50
Tabla 4.3.	Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	51
Tabla 4.4.	Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).	51
Tabla 4.5.	Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano)	52
Tabla 4.6.	Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano)	52

Figuras

Figura 4.1.	Sólidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)..	53
Figura 4.2.	Sólidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)..	54
Figura 4.3.	Sólidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).....	55
Figura 4.4.	Sólidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	56
Figura 4.5.	Sólidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	57



Figura 4.6.	Sólidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	58
Figura 4.7.	Sólidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	59
Figura 4.8.	Sólidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	60
Figura 4.9.	Sólidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	61
Figura 4.10.	Sólidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	62
Figura 4.11.	Sólidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	63
Figura 4.12.	Sólidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	64

ANEXO 5 OXÍGENO DISUELTO 65

Tablas

Tabla 5.1.	Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	66
Tabla 5.2.	Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).	66
Tabla 5.3.	Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).	67
Tabla 5.4.	Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).	67
Tabla 5.5.	Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano)	68
Tabla 5.6.	Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano)	68

Figuras

Figura 5.1.	Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	69
Figura 5.2.	Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	70
Figura 5.3.	Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	71
Figura 5.4.	Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).	72



Figura 5.5.	Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	73
Figura 5.6.	Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	74
Figura 5.7.	Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	75
Figura 5.8.	Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	76
Figura 5.9.	Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	77
Figura 5.10.	Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	78
Figura 5.11.	Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	79
Figura 5.12.	Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	80

ANEXO 6 CLOROFILA a 81

Tablas

Tabla 6.1.	Clorofila en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).....	82
Tabla 6.2.	Clorofila en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).....	82
Tabla 6.3.	Clorofila en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).	84
Tabla 6.4.	Clorofila en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).....	84
Tabla 6.5.	Clorofila en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano).	85
Tabla 6.6.	Clorofila en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano).	85

Figuras

Figura 6.1.	Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	86
Figura 6.2.	Clorofila a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	87
Figura 6.3.	Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	88
Figura 6.4.	Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).	89
Figura 6.5.	Clorofila a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	90



Figura 6.6.	Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	91
Figura 6.7.	Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	92
Figura 6.8.	Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	93
Figura 6.9.	Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	94
Figura 6.10.	Clorofila a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	95
Figura 6.11.	Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	96

ANEXO 7 CONCENTRACIÓN DE NITRITOS 97

Tablas

Tabla 7.1.	Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	98
Tabla 7.2.	Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	98
Tabla 7.3.	Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	100
Tabla 7.4.	Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	100

Figuras

Figura 7.1.	Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	101
Figura 7.2.	Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	102
Figura 7.3.	Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	103
Figura 7.4.	Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	104
Figura 7.5.	Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	105
Figura 7.6.	Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	106
Figura 7.7.	Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	107



Figura 7.8.	Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	108
Figura 7.9.	Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	109
Figura 7.10.	Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	110
Figura 7.11.	Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	111
Figura 7.12.	Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	112

ANEXO 8 CONCENTRACIÓN DE NITRATOS 113

Tablas

Tabla 8.1.	Nitrato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	114
Tabla 8.2.	Nitrato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	114
Tabla 8.3.	Nitrato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	115
Tabla 8.4.	Nitrato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	115
Tabla 8.5.	Nitrato en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano)	116
Tabla 8.6.	Nitrato en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano)	116

ANEXO 9 CONCENTRACIÓN DE AMONIO 117

Tablas

Tabla 9.1.	Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	118
Tabla 9.2.	Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	118
Tabla 9.3.	Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	119
Tabla 9.4.	Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	119



Figuras

Figura 9.1.	Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	120
Figura 9.2.	Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	121
Figura 9.3.	Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	122
Figura 9.4.	Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	123
Figura 9.5.	Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	124
Figura 9.6.	Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	125
Figura 9.7.	Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	126
Figura 9.8.	Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	127
Figura 9.9.	Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	128
Figura 9.10.	Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	129
Figura 9.11.	Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	130
Figura 9.12.	Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	131

ANEXO 10 CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS 132

Tablas

Tabla 10.1.	Fosfatos en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	133
Tabla 10.2.	Fosfatos en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	133
Tabla 10.3.	Fosfatos en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	134
Tabla 10.4.	Fosfatos en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	134

Figuras

Figura 10.1.	Fosfato a 1 m de profundidad en agua demar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	135
Figura 10.2.	Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	136



Figura 10.3.	Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	137
Figura 10.4.	Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	138
Figura 10.5.	Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	139
Figura 10.6.	Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	140
Figura 10.7.	Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	141
Figura 10.8.	Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	142
Figura 10.9.	Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	143
Figura 10.10.	Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	144
Figura 10.11.	Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	145
Figura 10.12.	Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	146

ANEXO 11 FITOPLANCTON 147

Tablas

Tabla 11.1.	Fitoplancton (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	148
Tabla 11.2.	Fitoplancton (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	149
Tabla 11.3.	Fitoplancton (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	152
Tabla 11.4.	Fitoplancton (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	152

ANEXO 12 GRANULOMETRÍA 156

Tablas

Tabla 12.1.	Granulometría de los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	157
Tabla 12.2.	Granulometría de los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	157
Tabla 12.3.	Granulometría de los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	158
Tabla 12.4.	Granulometría de los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	159



ANEXO 13 POROSIDAD Y DENSIDAD APARENTE DE LOS SEDIMENTOS 160

Tablas

Tabla 13.1.	Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	161
Tabla 13.2.	Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	161
Tabla 13.3.	Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	162
Tabla 13.4.	Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	162

ANEXO 14 MATERIA ORGÁNICA EN LOS SEDIMENTOS 163

Tablas

Tabla 14.1.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).	164
Tabla 14.2.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	164
Tabla 14.3.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	165
Tabla 14.4.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	165

Figuras

Figura 14.1.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	166
Figura 14.2.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	167
Figura 14.3.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	168
Figura 14.4.	Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	169



ANEXO 15 COMPOSICIÓN DEL AGUA INTERSTICIAL EN LOS SEDIMENTOS 170

Tablas

Tabla 15.1.	pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	171
Tabla 15.2.	pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	172
Tabla 15.3.	pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	174
Tabla 15.4.	pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	175

Figuras

Figura 15.1.	pH en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	177
Figura 15.2.	pH en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).....	178
Figura 15.3.	pH en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).....	179
Figura 15.4.	pH en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	180
Figura 15.5.	Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	181
Figura 15.6.	Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	182
Figura 15.7.	Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)	183
Figura 15.8.	Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	184

ANEXO 16 MACROINFAUNA 185

Tablas

Tabla 16.1.	Macrofauna bentónica (Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	186
Tabla 16.2.	Macrofauna bentónica (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).....	187
Tabla 16.3.	Macrofauna bentónica (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno)....	195
Tabla 16.4.	Macrofauna bentónica (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	196

ANEXO 17 CONDICIONES METEOROLÓGICAS 203

Tablas

Tabla 17.1.	Condición meteorológica en las regiones de Copiapó y Coquimbo...	204
--------------------	--	-----



ANEXO 18 BATIMETRÍA 205

Figuras

Figura 18.1.	Batimetría Bahía Calderilla	206
Figura 18.2.	Batimetría Bahía Inglesa	207
Figura 18.3.	Batimetría Bahía Guanaqueros	208
Figura 18.4.	Batimetría Bahía Tongoy	209

ANEXO 19 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES 210

Figuras

Figura 19.1.	Análisis de componentes principales (Sedimento - Muestreo preliminar - Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	211
Figura 19.2.	Análisis de componentes principales (Sedimento - Muestreo preliminar - Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	211
Figura 19.3.	Análisis de componentes principales (Sedimento - Muestreo preliminar - Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	212
Figura 19.4.	Análisis de componentes principales (Agua de mar - Muestreo preliminar - Bahía Calderilla – Muestreo invierno)	212
Figura 19.5.	Análisis de componentes principales (Agua de mar - Muestreo preliminar - Bahía Inglesa – Muestreo invierno)	213
Figura 19.6.	Análisis de componentes principales (Agua de mar - Muestreo preliminar - Bahía Tongoy – Muestreo invierno)	213

ANEXO 20 REGULACIÓN 214

ANEXO 21 ZOOPLANCTON 218

Tablas

Tabla 21.1.	Zooplankton Bahía Inglesa, Muestreo invierno	219
Tabla 21.2.	Zooplankton Bahía Tongoy, Muestreo invierno	228



ANEXO 22 SECTORES SELECCIONADOS PARA MUESTREO..... 233

Figuras

Figura 22.1.	Sector Caleta Flamenco.....	234
Figura 22.2.	Sector Puerto Caldera.....	235
Figura 22.3.	Sector Caleta del Medio.....	236
Figura 22.4.	Sector Puerto Carrizal Bajo.....	237
Figura 22.5.	Sector Bahía Herradura.....	238
Figura 22.6.	Sector Caleta Totalillo.....	239
Figura 22.7.	Sector Bahía Coquimbo.....	240
Figura 22.8.	Sector Bahía Guanaqueros.....	241
Figura 22.9.	Sector Bahía Tongoy.....	242
Figura 22.10.	Sector Pichidangui.....	243

ANEXO 23 CONCESIONES DE ACUICULTURA EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO 244

Tablas

Tabla 23.1.	Concesiones de Acuicultura de la III Región.....	245
Tabla 23.2.	Concesiones de Acuicultura de la IV Región.....	256



ANEXO 1

ESTACIONES DE MUESTREO



Tabla 1.1

Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Calderilla. La ubicación de las estaciones de muestreo fueron realizadas con GPS utilizando el dátum WGS-84.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
1	27° 04' 52" S	70° 50' 44" W	5
2	27° 05' 05" S	70° 50' 51" W	7
3	27° 05' 15" S	70° 51' 06" W	5
4	27° 05' 03" S	70° 51' 24" W	10
5	27° 04' 48" S	70° 51' 08" W	23
6	27° 04' 39" S	70° 50' 51" W	9

Tabla 1.2

Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Inglesa. La ubicación de las estaciones de muestreo fueron realizadas con GPS utilizando el dátum WGS-84.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
1	27° 06' 59" S	70° 51' 21" W	8
2	27° 07' 13" S	70° 51' 30" W	8
3	27° 07' 25" S	70° 51' 42" W	8
4	27° 07' 37" S	70° 51' 59" W	10
5	27° 08' 21" S	70° 53' 13" W	7
6	27° 08' 12" S	70° 52' 56" W	10
7	27° 08' 02" S	70° 52' 46" W	12
8	27° 07' 49" S	70° 52' 31" W	13
9	27° 07' 39" S	70° 52' 17" W	12
10	27° 07' 27" S	70° 52' 04" W	13
11	27° 07' 14" S	70° 51' 52" W	12
12	27° 07' 02" S	70° 51' 41" W	14
13	27° 06' 50" S	70° 51' 29" W	12
14	27° 06' 35" S	70° 51' 19" W	8
15	27° 08' 21" S	70° 53' 56" W	7
16	27° 08' 09" S	70° 53' 39" W	14
17	27° 07' 57" S	70° 53' 27" W	27
18	27° 07' 47" S	70° 53' 14" W	27
19	27° 07' 37" S	70° 53' 01" W	27
20	27° 07' 21" S	70° 52' 43" W	29
21	27° 07' 10" S	70° 52' 30" W	26
22	27° 07' 00" S	70° 52' 19" W	26
23	27° 06' 51" S	70° 52' 08" W	24
24	27° 06' 28" S	70° 51' 43" W	13



Continuación tabla 1.2			
25	27° 08' 02" S	70° 54' 15" W	14
26	27° 07' 42" S	70° 53' 44" W	>35
27	27° 07' 33" S	70° 53' 27" W	>35
28	27° 07' 25" S	70° 53' 16" W	>35
29	27° 07' 15" S	70° 53' 01" W	34
30	27° 07' 03" S	70° 52' 52" W	34
31	27° 06' 51" S	70° 52' 49" W	33
32	27° 06' 36" S	70° 52' 20" W	32
33	27° 06' 27" S	70° 52' 10" W	30
34	27° 06' 11" S	70° 52' 05" W	20

Tabla 1.3

Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Guanaqueros. La ubicación de las estaciones de muestreo fueron realizadas con GPS utilizando el dátum WGS-84.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
1	30°11'04"S	71°24'53"W	33
2	30°10'57"S	71°24'17"W	28
3	30°10'28"S	71°23'59"W	33

Tabla 1.4

Coordenadas de muestreo preliminar en Bahía Tongoy. La ubicación de las estaciones de muestreo fueron realizadas con GPS utilizando el dátum WGS-84.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
1	30° 17' 39" S	71° 33' 57" W	9
2	30° 17' 34" S	71° 33' 38" W	10
3	30° 17' 28" S	71° 33' 20" W	11
4	30° 17' 23" S	71° 33' 05" W	10
5	30° 17' 18" S	71° 32' 46" W	12
6	30° 17' 12" S	71° 32' 27" W	12
7	30° 17' 04" S	71° 32' 10" W	12
8	30° 16' 58" S	71° 31' 55" W	14
9	30° 16' 50" S	71° 31' 37" W	14
10	30° 16' 40" S	71° 31' 21" W	13
11	30° 17' 13" S	71° 33' 55" W	15



Continuación tabla 1.4			
12	30° 17' 11" S	71° 33' 35" W	16
13	30° 17' 04" S	71° 33' 20" W	16
14	30° 16' 58" S	71° 33' 02" W	16
15	30° 16' 52" S	71° 32' 44" W	16
16	30° 16' 43" S	71° 32' 28" W	16
17	30° 16' 35" S	71° 32' 12" W	17
18	30° 16' 28" S	71° 31' 54" W	18
19	30° 16' 24" S	71° 31' 36" W	16
20	30° 16' 14" S	71° 31' 09" W	15
21	30° 16' 06" S	71° 33' 51" W	>38
22	30° 15' 53" S	71° 33' 14" W	>38
23	30° 15' 47" S	71° 32' 53" W	>38
24	30° 15' 41" S	71° 32' 37" W	>38
25	30° 15' 38" S	71° 32' 21" W	>38
26	30° 15' 34" S	71° 32' 02" W	35
27	30° 15' 30" S	71° 31' 44" W	34
28	30° 15' 26" S	71° 31' 26" W	32
29	30° 15' 23" S	71° 31' 09" W	29
30	30° 15' 16" S	71° 30' 49" W	24



Tabla 1.5

Coordenadas de muestreo global en Bahía Inglesa – Bahía Calderilla. La ubicación de las estaciones de muestreo fueron realizadas con GPS utilizando el dátum WGS-84.

Estación	Latitud	Longitud
1	27° 04' 49" S	70° 51' 55" W
2	27° 04' 30" S	70° 52' 10" W
3	27° 04' 15" S	70° 52' 24" W
4	27° 04' 04" S	70° 52' 38" W
5	27° 03' 49" S	70° 52' 54" W
6	27° 04' 06" S	70° 53' 07" W
7	27° 04' 25" S	70° 52' 43" W
8	27° 04' 38" S	70° 52' 34" W
9	27° 04' 50" S	70° 52' 20" W
10	27° 05' 09" S	70° 52' 03" W
11	27° 05' 23" S	70° 52' 16" W
12	27° 05' 12" S	70° 52' 31" W
13	27° 04' 59" S	70° 52' 44" W
14	27° 04' 39" S	70° 52' 56" W
15	27° 04' 20" S	70° 53' 12" W

Tabla 1.6

Coordenadas de muestreo global en Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros. La ubicación de las estaciones de muestreo fueron realizadas con GPS utilizando el dátum WGS-84.

Estación	Latitud	Longitud
1	30° 14' 52" S	71° 30' 22" W
2	30° 14' 49" S	71° 30' 51" W
3	30° 14' 39" S	71° 31' 16" W
4	30° 14' 38" S	71° 31' 56" W
5	30° 14' 21" S	71° 32' 23" W
6	30° 11' 43" S	71° 28' 32" W
7	30° 11' 44" S	71° 28' 68" W
8	30° 11' 34" S	71° 29' 28" W
9	30° 11' 34" S	71° 29' 55" W
10	30° 11' 23" S	71° 30' 28" W



Continuación de tabla 1.6.		
11	30° 09' 85" S	71° 27' 36" W
12	30° 10' 11" S	71° 27' 69" W
13	30° 10' 00" S	71° 27' 92" W
14	30° 10' 00" S	71° 28' 28" W
15	30° 09' 43" S	71° 28' 57" W

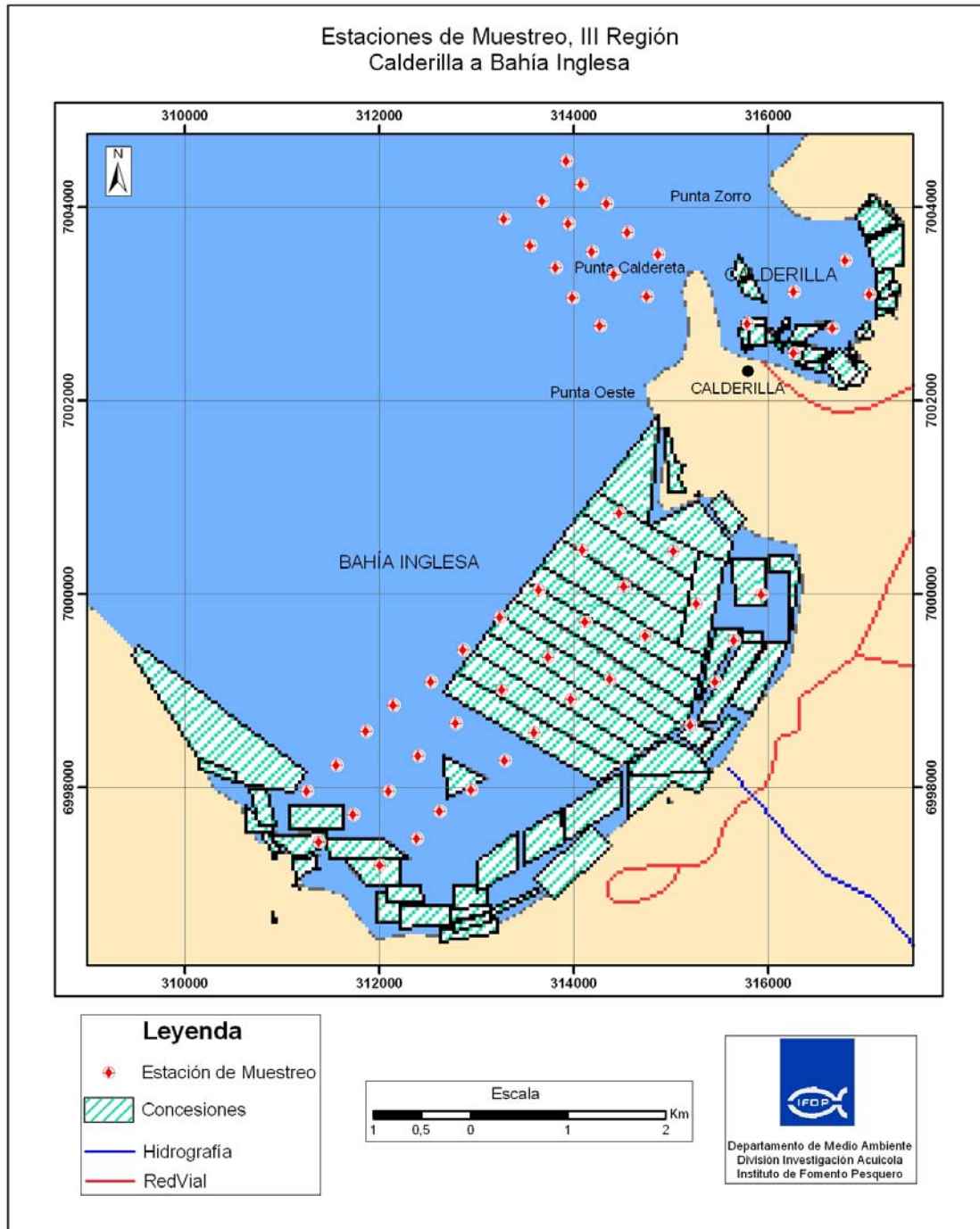


Figura 1. Estaciones de muestreo Bahía Calderilla y Bahía Inglesa.

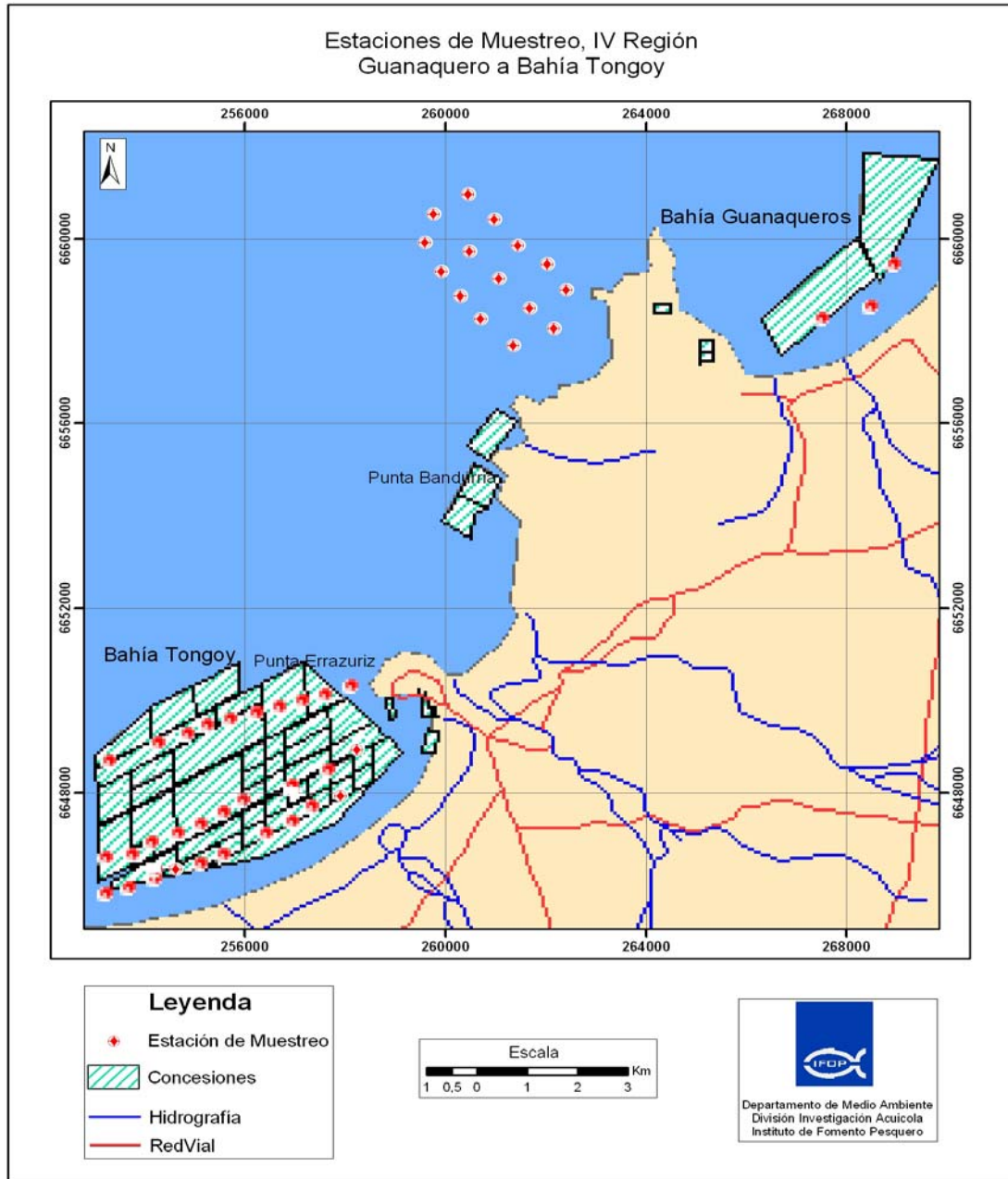


Figura 2. Estaciones de muestreo Bahía Guaqueros y Bahía Tongoy.



ANEXO 2

TEMPERATURA DEL AGUA



Tabla 2.1.
Temperatura del agua (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Profundidad (m)	Temperatura (°C)
1	1	15,1
1	6	15,0
2	1	15,0
2	6	14,9
3	1	14,6
3	6	14,8
4	1	15,0
4	6	14,9
4	Fondo marino	14,9
5	1	15,0
5	6	14,8
5	Fondo marino	14,7
6	1	15,3
6	6	15,4
6	Fondo marino	15,4

Tabla 2.2.
Temperatura del agua (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Profundidad (m)	Temperatura (°C)
1	1	14,4
1	6	14,8
2	1	14,3
2	6	14,5
3	1	14,7
3	6	14,3
4	1	15,3
4	6	16,0
5	1	15,7
5	6	14,8
5	Fondo marino	15,1
6	1	15,0
6	6	15,4
6	Fondo marino	14,8
7	1	15,4
7	6	14,8
7	Fondo marino	15,1
8	1	15,5
8	6	14,8
8	Fondo marino	16,5
9	1	16,7
9	6	17,4
9	Fondo marino	15,5
10	1	14,7



Continuación tabla 2.2

10	6	14,5
10	Fondo marino	14,9
11	1	15,0
11	6	14,5
11	Fondo marino	14,8
12	1	16,8
12	6	15,2
12	Fondo marino	16,8
13	1	16,5
13	6	14,5
13	Fondo marino	15,2
14	1	15,2
14	6	16,2
15	1	16,4
15	6	14,9
15	Fondo marino	14,6
16	1	14,9
16	6	14,1
16	Fondo marino	14,1
17	1	14,9
17	6	14,1
17	Fondo marino	15,1
18	1	15,5
18	6	14,3
18	Fondo marino	14,0
19	1	14,4
19	6	14,0
19	Fondo marino	13,8
20	1	14,2
20	6	14,1
20	Fondo marino	14,5
21	1	14,0
21	6	14,1
21	Fondo marino	14,0
22	1	13,7
22	6	13,7
22	Fondo marino	13,7
23	1	13,6
23	6	13,6
23	Fondo marino	13,6
24	1	14,0
24	6	14,0
25	1	13,6
25	6	13,4
25	Fondo marino	13,3
26	1	13,5
26	6	13,5
26	Fondo marino	13,6
27	1	13,5
27	6	14,5
27	Fondo marino	14,8



Continuación tabla 2.2

28	1	16,8
28	6	15,2
28	Fondo marino	16,8
29	1	16,5
29	6	14,5
29	Fondo marino	15,2
30	1	15,2
30	6	16,2
31	1	15,3
31	6	16,0
32	1	14,7
32	6	14,3
33	1	14,4
33	6	14,5
34	1	14,4
34	6	14,8

Tabla 2.3.

Temperatura del agua (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Profundidad (m)	Temperatura (°C)
1	1	12,5
1	6	12,3
1	Fondo marino	12,1
2	1	15,0
2	6	15,9
2	Fondo marino	12,4
3	1	11,0
3	6	11,7
3	Fondo marino	11,1

Tabla 2.4.

Temperatura del agua (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Profundidad (m)	Temperatura (°C)
1	1	13,6
1	6	13,8
1	Fondo marino	13,2
2	1	13,4
2	6	13,3
2	Fondo marino	13,2
3	1	13,7
3	6	13,5
3	Fondo marino	13,4
4	1	13,4
4	6	13,2
4	Fondo marino	13,5
5	1	13,4
5	6	13,7
5	Fondo marino	13,5
6	1	13,2
6	6	13,6



Continuación tabla 2.4		
6	Fondo marino	13,6
7	1	13,2
7	6	13,6
7	Fondo marino	13,9
8	1	13,4
8	6	13,6
8	Fondo marino	13,8
9	1	13,7
9	6	13,5
9	Fondo marino	13,4
10	1	13,5
10	6	13,7
10	Fondo marino	13,5
11	1	14,1
11	6	14,2
11	Fondo marino	14,2
12	1	14,6
12	6	14,2
12	Fondo marino	15,0
13	1	15,0
13	6	13,9
13	Fondo marino	14,4
14	1	14,5
14	6	14,2
14	Fondo marino	14,6
15	1	14,6
15	6	13,9
15	Fondo marino	14,7
16	1	14,9
16	6	14,0
16	Fondo marino	14,2
17	1	14,9
17	6	14,1
17	Fondo marino	14,6
18	1	14,3
18	6	14,1
18	Fondo marino	14,0
19	1	14,1
19	6	13,9
19	Fondo marino	13,7
20	1	13,7
20	6	13,8
20	Fondo marino	13,3
21	1	14,5
21	6	14,4
21	Fondo marino	14,1
22	1	14,4
22	6	13,9
22	Fondo marino	13,8
23	1	14,5
23	6	14,2
23	Fondo marino	13,7
24	1	14,7
24	6	14,9



Continuación tabla 2.4		
24	Fondo marino	14,1
25	1	14,5
25	6	14,4
25	Fondo marino	13,5
26	1	14,1
26	6	14,0
26	Fondo marino	13,6
27	1	14,3
27	6	14,1
27	Fondo marino	13,6
28	1	14,4
28	6	14,3
28	Fondo marino	13,1
29	1	14,3
29	6	14,1
29	Fondo marino	13,5
30	1	14,4
30	6	14,3
30	Fondo marino	14,6



ANEXO 3

pH y POTENCIAL RÉDOX DEL AGUA

**Tabla 3.1.**

pH y potencial rédox en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno). La información de pH fue recolectada a tres profundidades con tres réplicas cada una, mientras que la información de potencial rédox fue recolectada a tres profundidades con dos réplicas cada una.

Estación de Muestreo	pH (réplica 1)	pH (réplica 2)	pH (réplica 3)	Potencial rédox (mV) (réplica 1)	Potencial rédox (mV) (réplica 2)
Profundidad = 1 metro					
1	7,95	7,96	7,95	89	84
2	7,93	7,92	7,92	90	98
3	8,02	8,03	8,02	92	90
4	7,87	8,88	7,87	89	92
5	7,87	7,86	8,85	90	90
6	7,84	7,84	7,85	35	33
Profundidad = 6 metros					
1	8,01	8,04	8,03	29	27
2	7,91	7,92	7,91	77	75
3	7,98	7,96	7,96	67	81
4	7,84	7,85	7,84	72	77
5	7,82	7,81	7,72	84	79
6	7,85	7,84	7,84	21	19
Profundidad = Fondo marino					
4	7,96	7,96	7,95	55	52
5	7,74	7,74	7,75	48	46
6	7,85	7,84	7,85	09	11

Tabla 3.2.

pH y potencial rédox en agua de mar (Bahía Inglesa). La información de pH fue recolectada a tres profundidades con tres réplicas cada una, mientras que la información de potencial rédox fue recolectada a tres profundidades con dos réplicas cada una.

Estación de Muestreo	pH (réplica 1)	pH (réplica 2)	pH (réplica 3)	Potencial rédox (mV) (réplica 1)	Potencial rédox (mV) (réplica 2)	Potencial rédox (mV) (réplica 3)
Profundidad = 1 metro						
1	7,86	7,860	7,85	176	175	177
2	7,83	7,83	7,84	104	102	107
3	7,83	7,83	7,83	90	99	82
4	7,82	7,82	7,83	114	116	112
5	7,8	7,8	7,80	151	154	148
6	7,78	7,78	7,78	63	62	65
7	7,81	7,81	7,82	127	125	129
8	7,76	7,76	7,77	140	135	145



Continuación tabla 3.2						
9	7,78	7,78	7,78	110	112	108
10	7,72	7,72	7,73	40	42	39
11	7,75	7,75	7,75	80	79	81
12	7,76	7,76	7,76	50	52	49
13	7,74	7,74	7,75	135	137	134
14	7,82	7,82	7,83	150	152	149
15	7,79	7,79	7,78	55	57	54
16	7,75	7,75	7,76	126	125	128
17	7,76	7,76	7,75	98	99	97
18	7,77	7,77	7,76	120	123	117
19	7,74	7,74	7,75	116	114	118
20	7,77	7,77	7,78	78	76	80
21	7,75	7,75	7,75	138	136	140
22	7,76	7,76	7,75	131	129	133
23	7,76	7,76	7,76	143	140	146
24	7,75	7,75	7,76	137	135	139
25	7,79	7,79	7,79	55	52	57
26	7,78	7,78	7,78	56	58	54
27	7,82	7,82	7,78	57	55	59
28	7,79	7,79	7,78	45	47	42
29	7,75	7,75	7,78	98	98	97
30	7,77	7,77	7,78	107	104	109
31	7,77	7,77	7,77	112	114	110
32	7,77	7,77	7,77	121	119	124
33	7,77	7,77	7,77	106	103	109
34	7,74	7,74	7,75	158	157	159
Profundidad = 6 metros						
1	7,88	7,88	7,88	167	155	167
2	7,88	7,88	7,88	98	97	98
3	7,83	7,83	7,83	84	85	78
4	7,81	7,81	7,81	106	101	102
5	7,9	7,9	7,90	145	144	137
6	7,8	7,8	7,80	58	55	57
7	7,78	7,78	7,78	121	117	118
8	7,79	7,79	7,79	132	112	128
9	7,81	7,81	7,81	103	104	99
10	7,76	7,76	7,76	35	37	34
11	7,75	7,75	7,76	71	68	72
12	7,78	7,78	7,79	43	45	37
13	7,78	7,78	7,78	123	121	120
14	7,8	7,8	7,80	143	133	121
15	7,77	7,77	7,78	43	48	49
16	7,77	7,77	7,78	114	112	117
17	7,75	7,75	7,76	89	88	89
18	7,77	7,77	7,76	105	113	105
19	7,78	7,78	7,77	106	104	112
20	7,75	7,75	7,75	71	69	71
21	7,71	7,71	7,71	122	127	128



Continuación tabla 3.2						
22	7,71	7,71	7,71	126	121	123
23	7,73	7,73	7,73	131	133	133
24	7,73	7,73	7,73	126	124	129
25	7,79	7,79	7,79	46	43	41
26	7,78	7,78	7,78	48	47	47
27	7,89	7,89	7,89	48	49	52
28	7,84	7,84	7,84	41	43	38
29	7,7	7,7	7,76	89	78	88
30	7,76	7,76	7,75	89	98	95
31	7,75	7,75	7,76	112	103	101
32	7,76	7,76	7,75	120	99	112
33	7,74	7,74	7,75	101	102	110
34	7,71	7,71	7,72	147	143	149
Profundidad = Fondo marino						
1	No	No	No	No	No	No
2	No	No	No	No	No	No
3	No	No	No	No	No	No
4	No	No	No	No	No	No
5	No	No	No	No	No	No
6	7,8	7,8	7,8	34	31	28
7	7,81	7,81	7,81	98	87	85
8	7,81	7,81	7,81	102	112	101
9	7,84	7,84	7,84	98	99	104
10	7,8	7,8	7,8	45	36	28
11	7,79	7,79	7,79	76	65	69
12	7,82	7,83	7,82	37	43	39
13	7,85	7,86	7,85	127	119	125
14	7,79	7,79	7,79	134	133	129
15	7,67	7,76	7,59	44	34	36
16	7,78	7,77	7,79	111	113	103
17	7,76	7,76	7,76	89	76	77
18	7,77	7,77	7,77	99	102	115
19	7,8	7,8	7,8	111	113	123
20	7,74	7,74	7,74	78	65	57
21	7,73	7,73	7,73	113	111	119
22	7,72	7,72	7,72	121	118	112
23	7,73	7,73	7,73	133	123	125
24	7,76	7,77	7,76	111	115	119
25	7,79	7,78	7,79	43	45	47
26	7,78	7,78	7,78	47	44	42
27	8,18	8,18	8,18	37	34	36
28	7,87	7,87	7,87	41	39	37
29	7,71	7,71	7,71	87	88	85
30	7,74	7,74	7,74	101	95	88
31	7,74	7,74	7,74	99	101	89
32	7,74	7,74	7,74	107	103	99
33	7,71	7,71	7,71	86	78	77
34	7,7	7,6	7,7	131	124	126

**Tabla 3.3.**

pH y potencial rédox en agua de mar (Bahía Guanaqueros). La información de pH fue recolectada a tres profundidades con tres réplicas cada una, mientras que la información de potencial rédox fue recolectada a tres profundidades con dos réplicas cada una.

Estación de Muestreo	pH (Rréplica 1)	pH (réplica 2)	pH (réplica 3)	Potencial rédox (mV) (réplica 1)	Potencial rédox (mV) (réplica 2)	Potencial rédox (mV) (réplica 3)
Profundidad = 1 metro						
1	7,91	7,89	7,91	135	136	141
2	7,85	7,84	7,85	123	119	126
3	7,83	7,83	7,84	112	98	116
Profundidad = 6 metros						
1	7,96	7,95	7,96	143	165	204
2	7,96	7,95	7,95	134	200	178
3	7,90	7,90	7,90	45	32	24
Profundidad = Fondo						
1	7,95	7,95	7,97	37	28	41
2	7,91	7,92	7,93	56	46	34
3	7,85	7,85	8,84	26	29	41

Tabla 3.4.

pH y potencial rédox en agua de mar (Bahía Tongoy). La información de pH fue recolectada a tres profundidades con tres réplicas cada una, mientras que la información de potencial rédox fue recolectada a tres profundidades con dos réplicas cada una.

Estación de Muestreo	pH (R1)	pH (R2)	pH (R3)	Potencial rédox (mV) (R1)	Potencial rédox (mV) (R2)	Potencial rédox (mV) (R3)
Profundidad = 1 metro						
1	7,76	7,73	7,78	256	254	245
2	7,79	7,76	7,81	198	201	206
3	7,84	7,81	7,86	203	209	211
4	7,81	7,78	7,83	189	193	194
5	7,79	7,76	7,81	187	188	193
6	7,87	7,84	7,89	156	153	151
7	7,78	7,75	7,80	189	192	195
8	7,76	7,73	7,78	168	194	148
9	7,76	7,73	7,78	177	178	194
10	7,79	7,76	7,81	199	203	231
11	7,94	7,91	7,96	169	177	170
12	7,93	7,90	7,95	179	177	173
13	7,94	7,91	7,96	153	136	139
14	7,95	7,92	7,97	149	145	120
15	7,96	7,93	7,98	185	187	189
16	7,96	7,93	7,98	178	178	181



Continuación tabla 3.4						
17	7,95	7,92	7,97	156	146	141
18	7,97	7,94	7,99	177	178	187
19	7,99	7,96	8,01	171	179	178
20	7,89	7,86	7,91	167	165	156
21	7,92	7,89	7,94	187	169	180
22	7,91	7,88	7,93	156	144	154
23	7,92	7,89	7,94	142	156	151
24	7,91	7,88	7,93	134	136	131
25	7,94	7,91	7,96	165	168	168
26	7,95	7,92	7,97	159	155	153
27	7,96	7,93	7,98	167	169	177
28	7,92	7,89	7,94	181	188	189
29	7,95	7,92	7,97	178	179	201
30	7,95	7,92	7,97	156	158	153
Profundidad = 6 metros						
1	7,79	7,76	7,81	123	104	120
2	7,82	7,79	7,84	127	108	107
3	7,88	7,85	7,90	109	110	113
4	7,82	7,79	7,84	101	121	128
5	7,82	7,79	7,84	134	135	132
6	7,89	7,86	7,91	117	114	112
7	7,79	7,76	7,81	129	141	134
8	7,76	7,73	7,78	121	113	117
9	7,79	7,76	7,81	116	119	112
10	7,78	7,75	7,80	124	123	117
11	7,93	7,90	7,95	123	114	118
12	7,90	7,87	7,92	102	109	104
13	7,92	7,89	7,94	98	97	67
14	7,93	7,90	7,95	87	89	88
15	7,96	7,93	7,98	98	78	89
16	7,96	7,93	7,98	102	90	103
17	7,97	7,94	7,99	111	99	105
18	7,96	7,93	7,98	142	145	145
19	7,98	7,95	8,00	127	119	117
20	7,98	7,95	8,00	121	123	119
21	7,86	7,83	7,88	101	97	89
22	7,88	7,85	7,90	88	86	89
23	7,86	7,83	7,88	123	134	121
24	7,88	7,85	7,90	124	142	115
25	7,90	7,87	7,92	136	134	109
26	7,91	7,88	7,93	107	104	105
27	7,93	7,90	7,95	112	120	119
28	7,91	7,88	7,93	131	130	119
29	5,91	5,88	5,93	103	112	114
30	7,96	7,93	7,98	151	139	133
Profundidad = fondo						
1	7,74	7,71	7,76	78	75	79
2	7,80	7,77	7,82	67	78	75
3	7,86	7,83	7,88	79	78	72



Continuación tabla 3.4						
4	7,81	7,78	7,83	67	69	93
5	7,76	7,73	7,78	89	93	91
6	7,86	7,83	7,88	71	50	51
7	7,75	7,72	7,77	74	73	79
8	7,78	7,75	7,80	67	68	72
9	7,74	7,71	7,76	87	79	88
10	7,75	7,72	7,77	79	75	80
11	7,90	7,87	7,92	81	88	80
12	7,86	7,83	7,88	67	67	68
13	7,87	7,84	7,89	77	68	77
14	7,85	7,82	7,87	89	89	89
15	7,91	7,88	7,93	76	73	74
16	7,90	7,87	7,92	46	39	50
17	7,93	7,90	7,95	51	53	50
18	7,94	7,91	7,96	71	77	73
19	7,96	7,93	7,98	69	72	77
20	7,97	7,94	7,99	89	93	94
21	7,73	7,70	7,75	82	81	78
22	7,79	7,76	7,81	75	77	71
23	7,75	7,72	7,77	74	74	78
24	7,77	7,74	7,79	81	88	80
25	7,79	7,76	7,81	68	71	70
26	7,81	7,78	7,83	90	88	96
27	7,83	7,80	7,85	78	90	91
28	7,80	7,77	7,82	79	66	65
29	7,87	7,84	7,89	65	64	65
30	7,87	7,84	7,89	91	90	95



Tabla 3.5.
pH y potencial rédox en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla).

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)
Superficie		
1	8,11	122
2	8,09	134
3	8,22	128
4	8,26	142
5	8,20	118
6	8,11	123
7	8,14	142
8	8,14	126
9	8,14	131
10	8,22	134
11	7,97	119
12	8,12	122
13	8,17	129
14	8,17	132
15	8,20	137
Profundidad Media		
1	7,90	125
2	7,66	131
3	7,67	127
4	7,64	141
5	7,66	119
6	8,05	127
7	7,72	140
8	7,64	122
9	7,64	129
10	7,64	130
11	7,95	121
12	7,68	125
13	7,66	126
14	7,74	133
15	7,61	131
Fondo		
1	7,78	118
2	7,64	125
3	7,65	123
4	7,66	135
5	7,66	116
6	7,71	123
7	7,64	135
8	7,64	119
9	7,64	126
10	7,65	127
11	7,74	119
12	7,66	119
13	7,60	125
14	7,68	130
15	7,64	128



Tabla 3.6.
pH y potencial rédox en agua de mar (Bahía
Tongoy – Bahía Guanaqueros).

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)
Superficie		
1	7,63	109
2	7,67	112
3	7,68	117
4	7,61	106
5	7,54	98
6	7,59	112
7	7,69	105
8	7,49	121
9	7,51	127
10	7,55	118
11	7,68	115
12	7,67	108
13	7,63	111
14	7,57	121
15	7,45	109
Profundidad Media		
1	7,64	107
2	7,49	109
3	7,57	114
4	7,44	101
5	7,59	95
6	7,57	107
7	7,62	101
8	7,63	116
9	6,71	124
10	7,46	115
11	7,49	111
12	7,51	106
13	7,56	104
14	7,66	117
15	7,65	103
Fondo		
1	7,45	103
2	7,43	104
3	7,48	109
4	7,56	99
5	7,61	91
6	7,64	103
7	7,49	97
8	7,77	113
9	7,58	118



Continuación tabla 3.6		
10	7,67	112
11	7,73	107
12	7,66	101
13	7,74	99
14	7,61	113
15	7,58	96

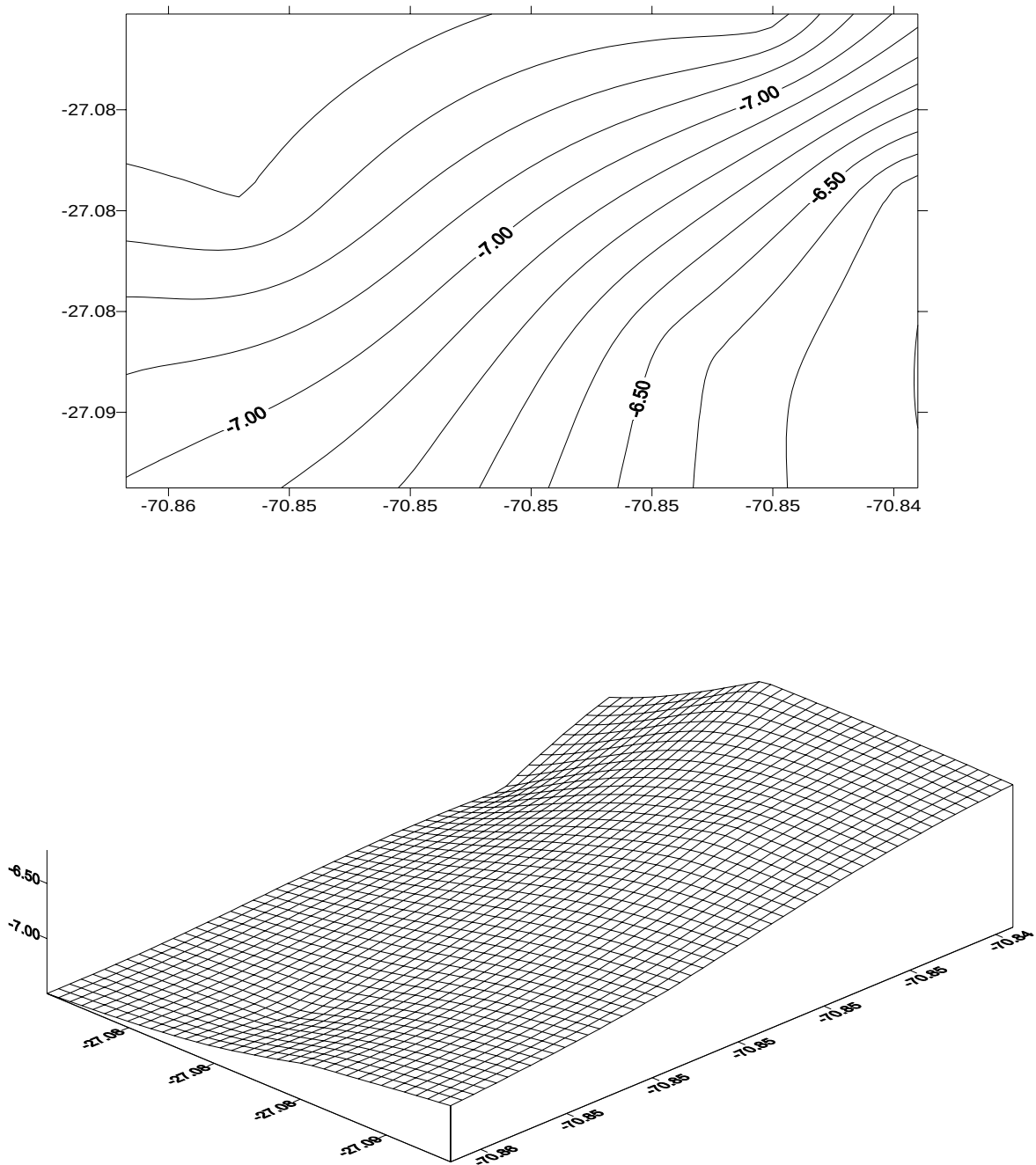


Figura 3.1. pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

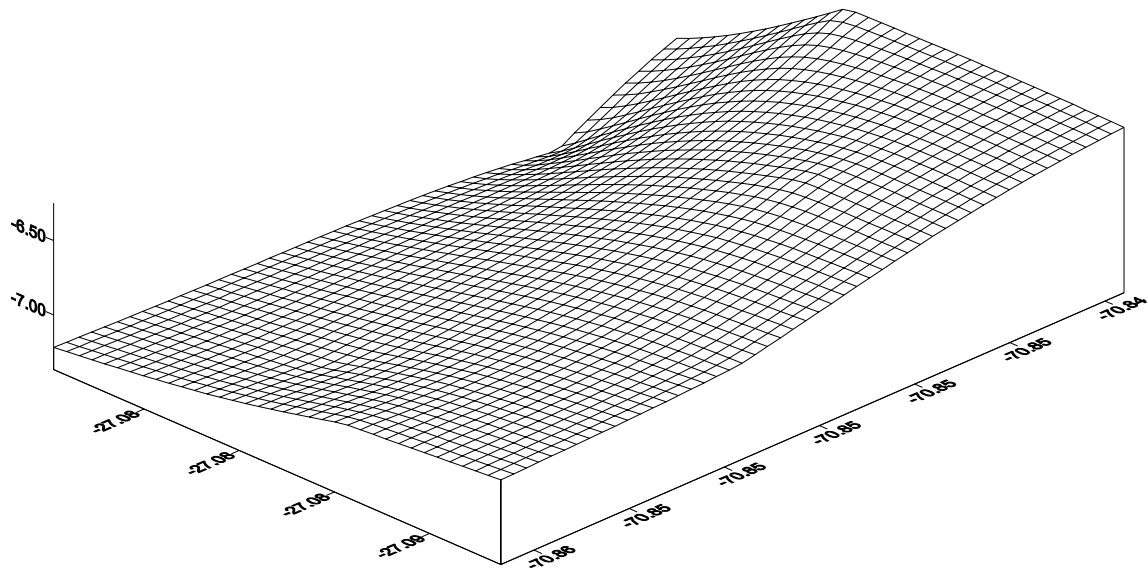
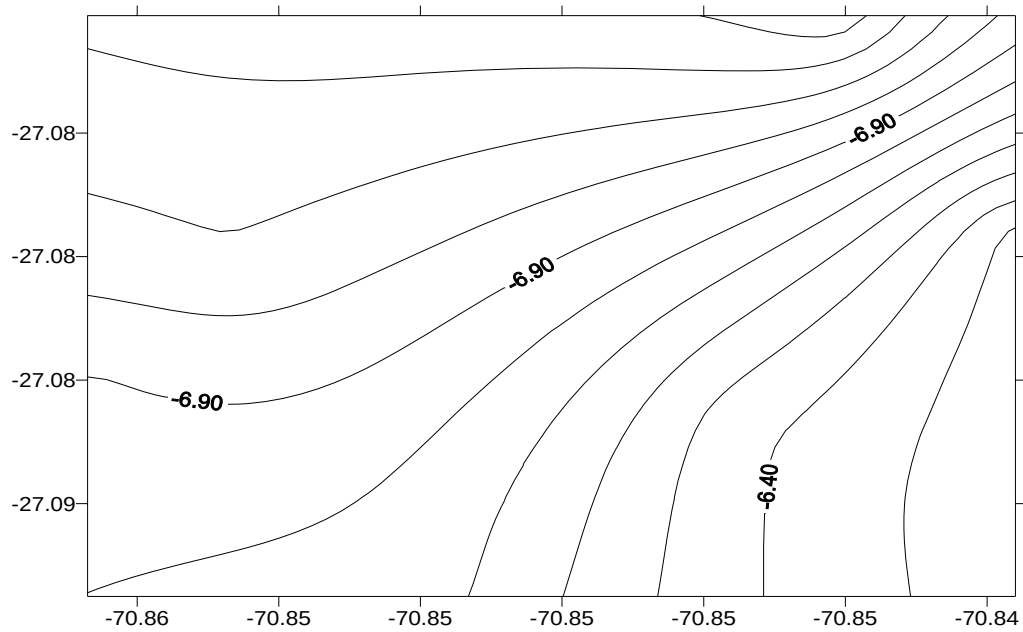


Figura 3.2. pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

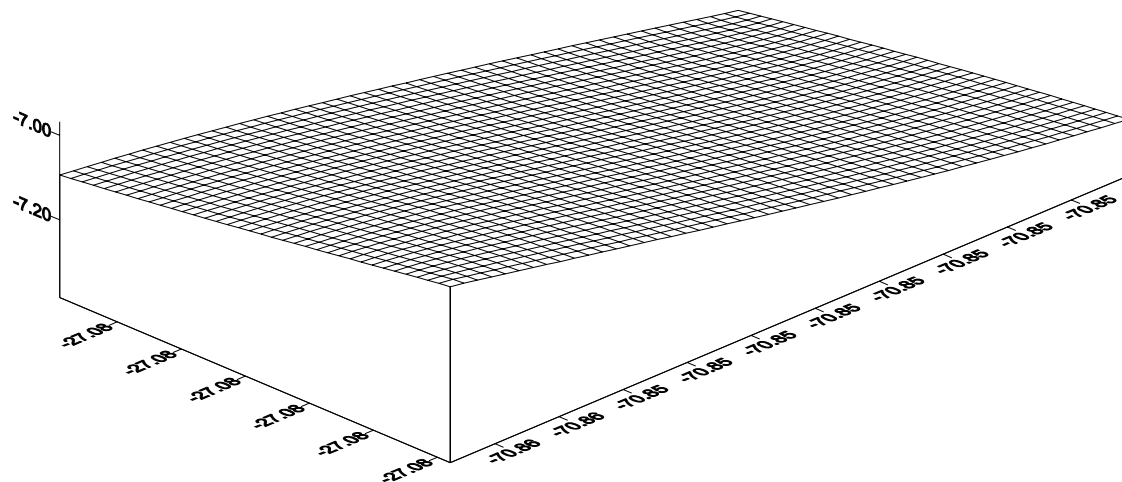
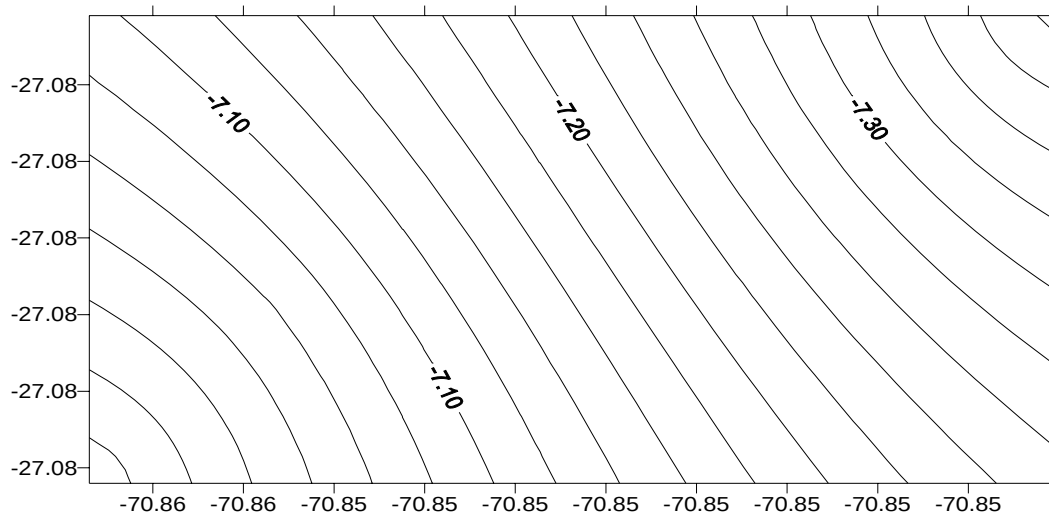


Figura 3.3. pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

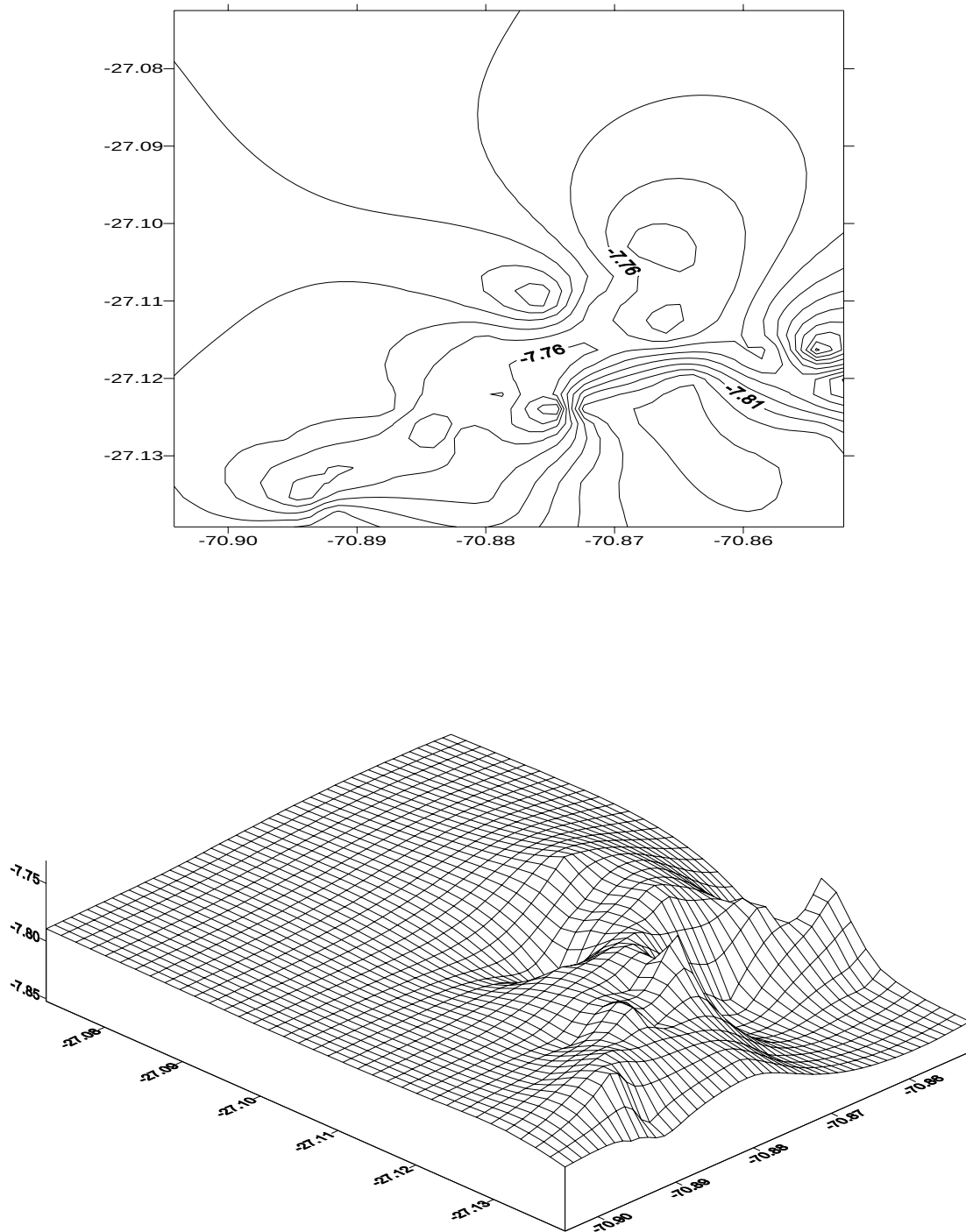


Figura 3.4. pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

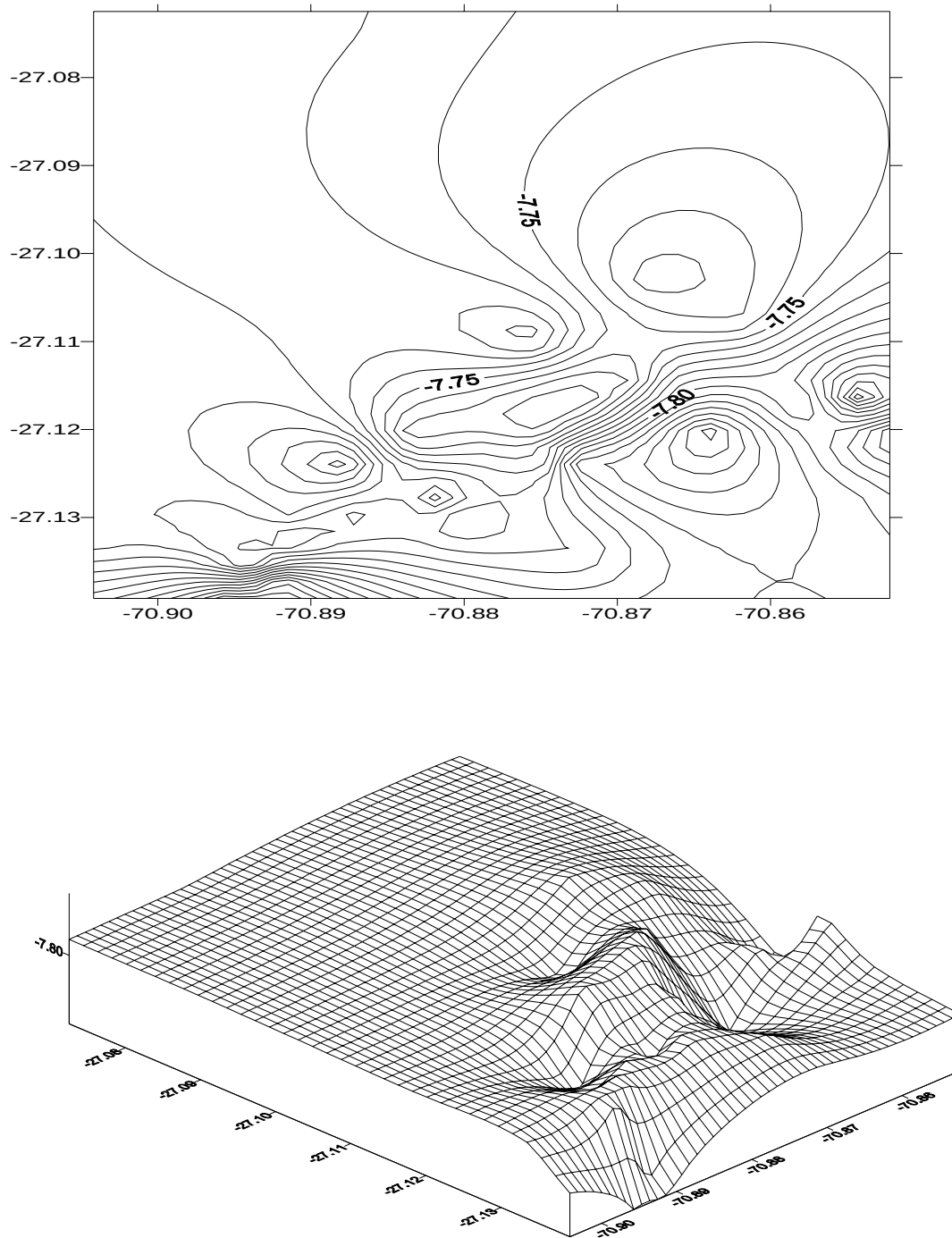


Figura 3.5. pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

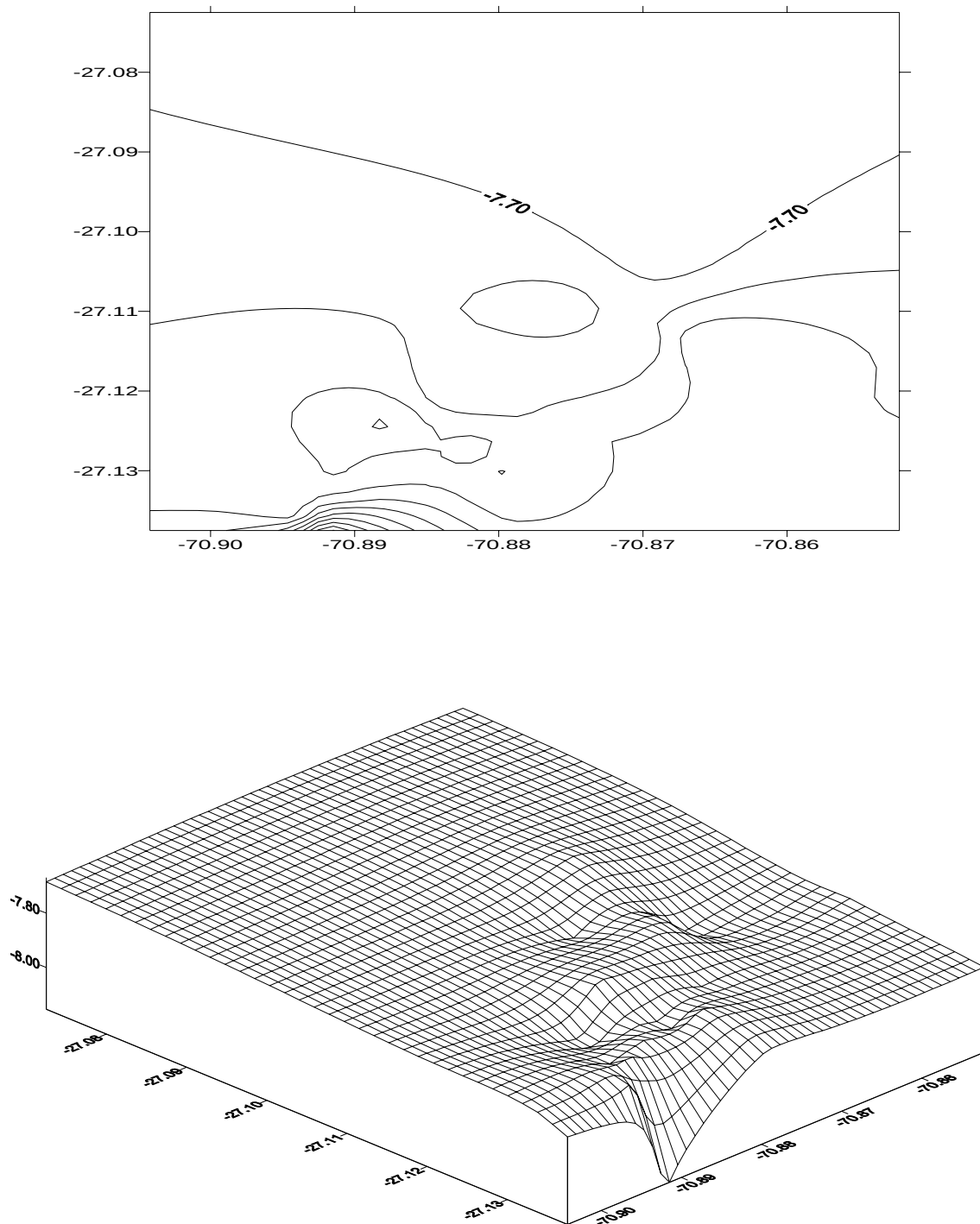


Figura 3.6. pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

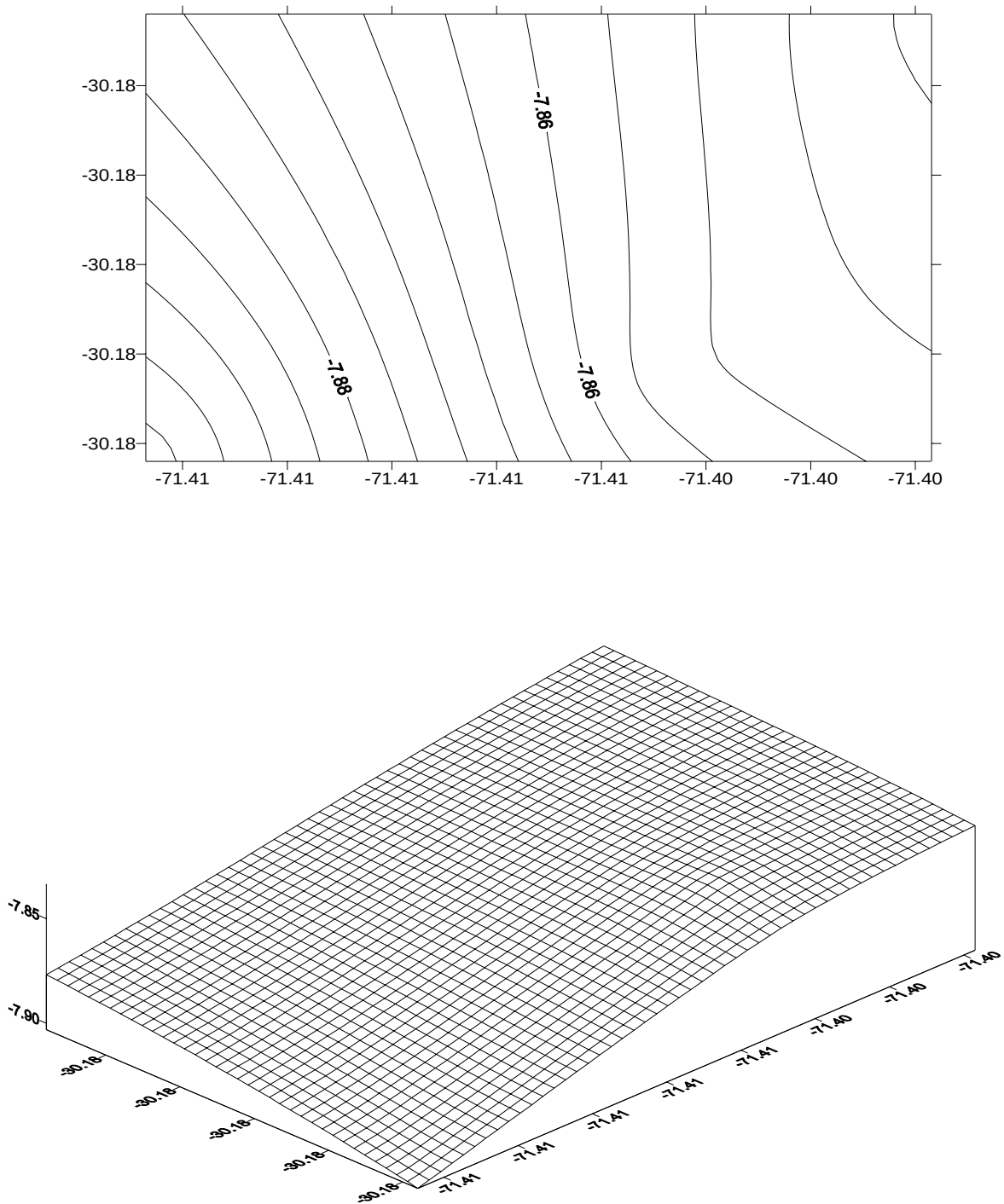


Figura 3.7. pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

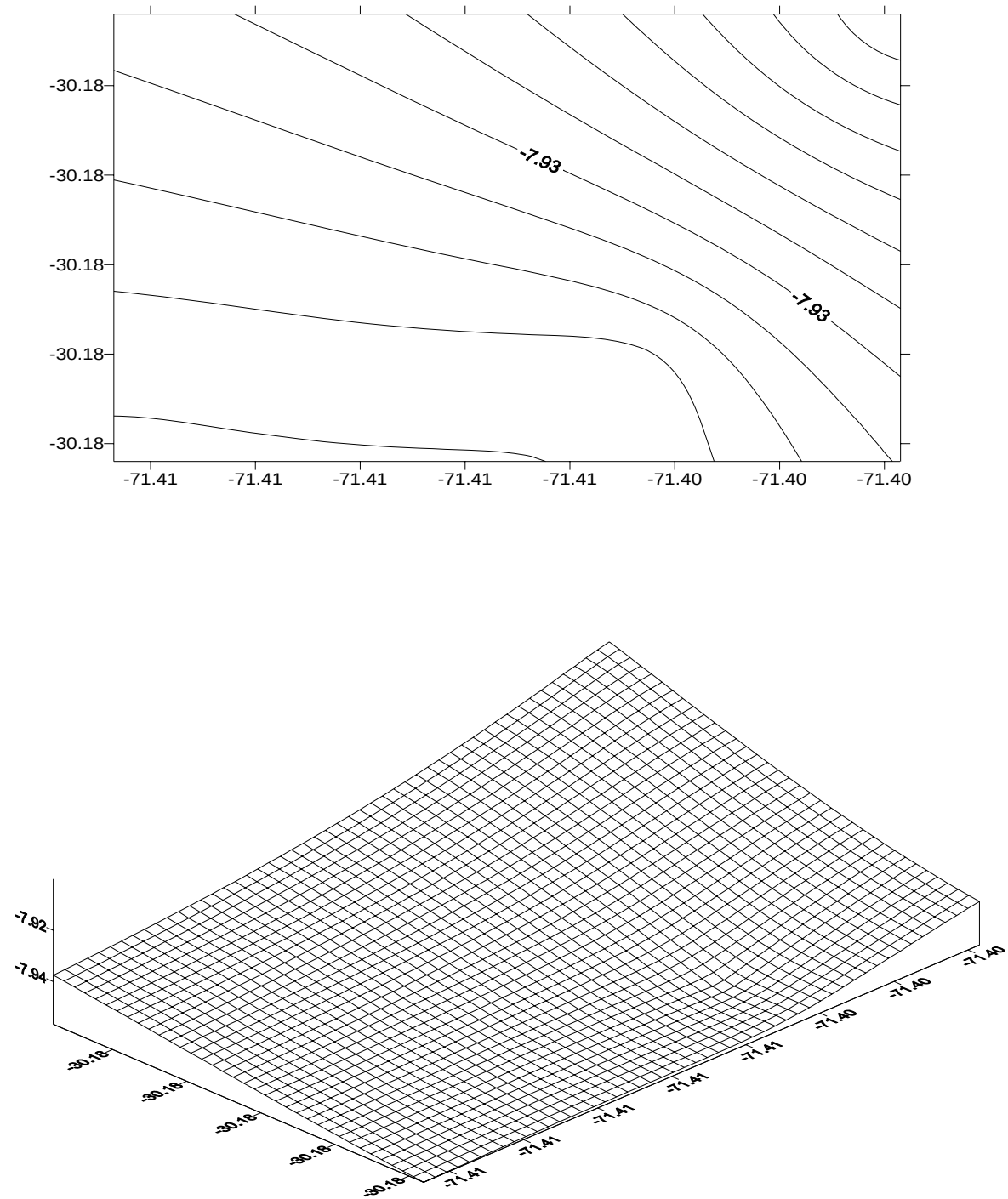


Figura 3.8. pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

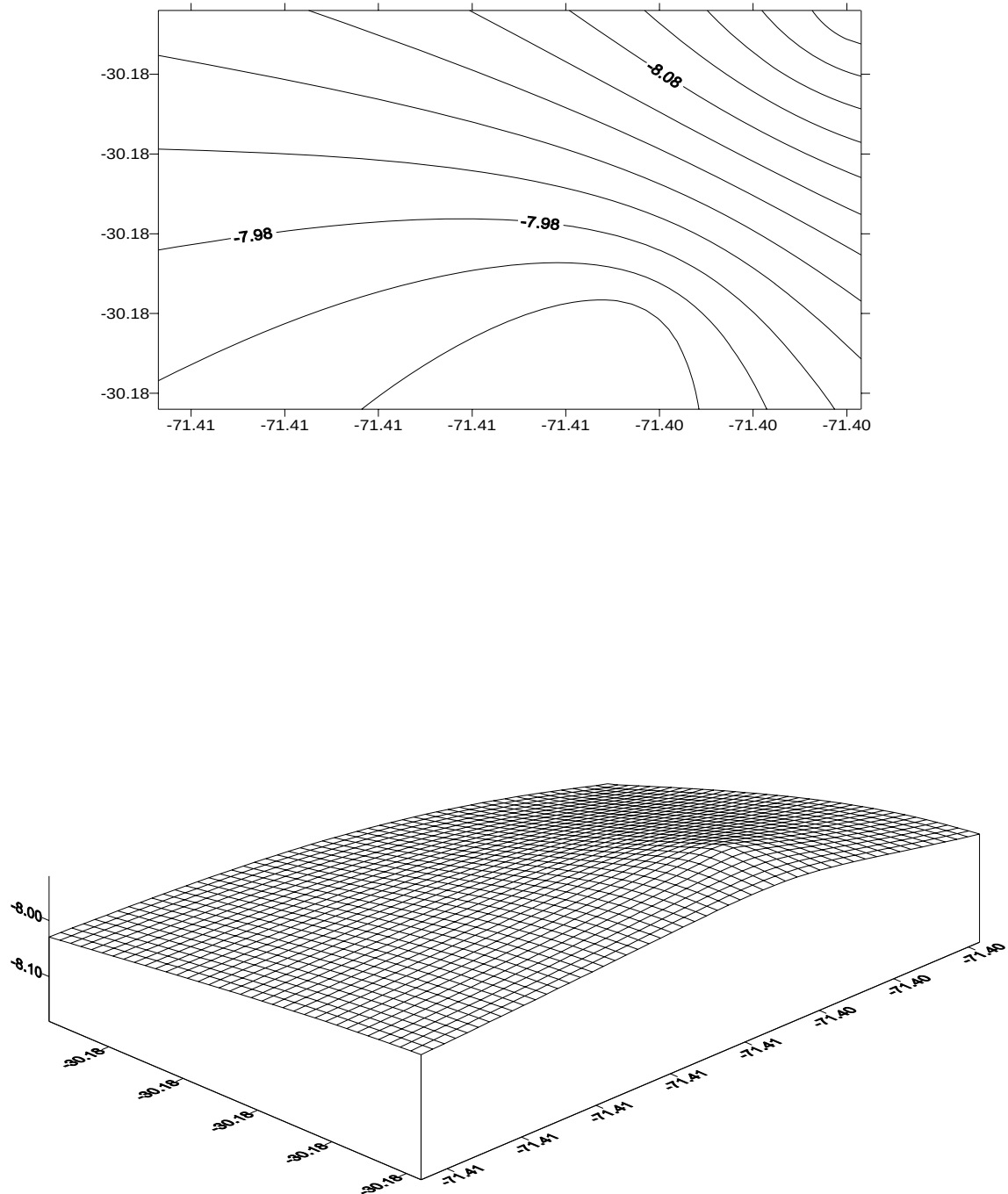


Figura 3.9. pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

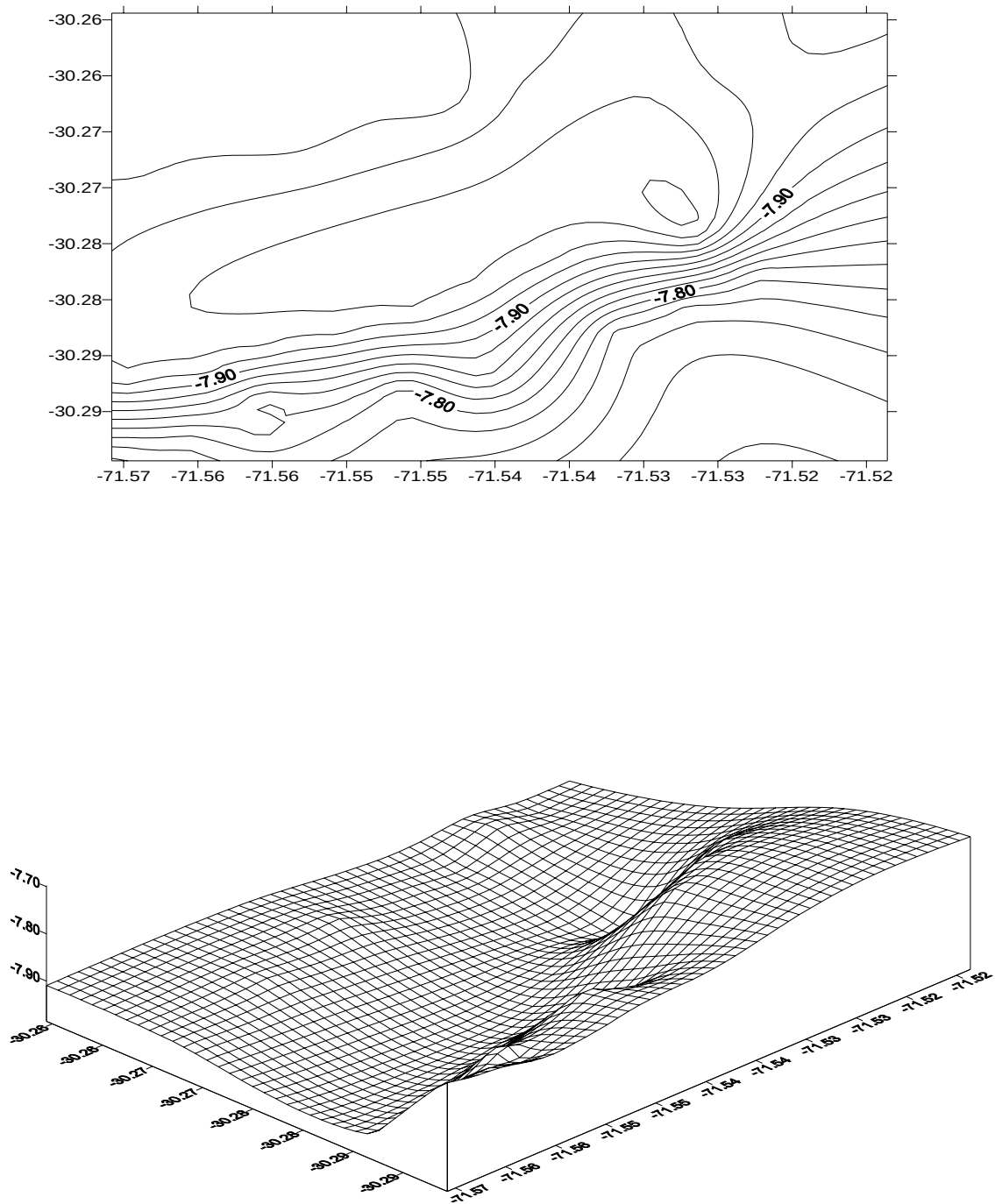


Figura 3.10. pH a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

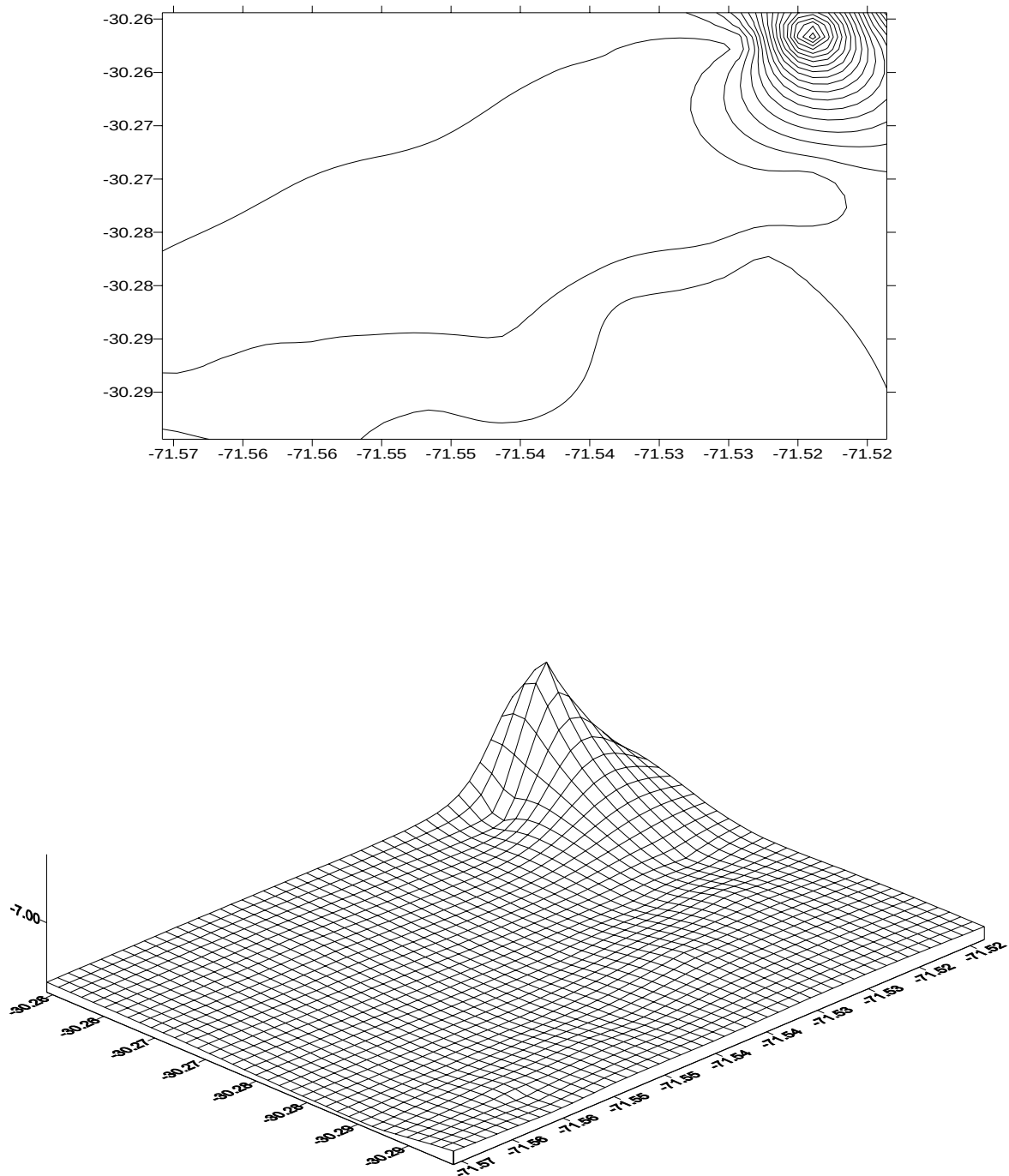


Figura 3.11. pH a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

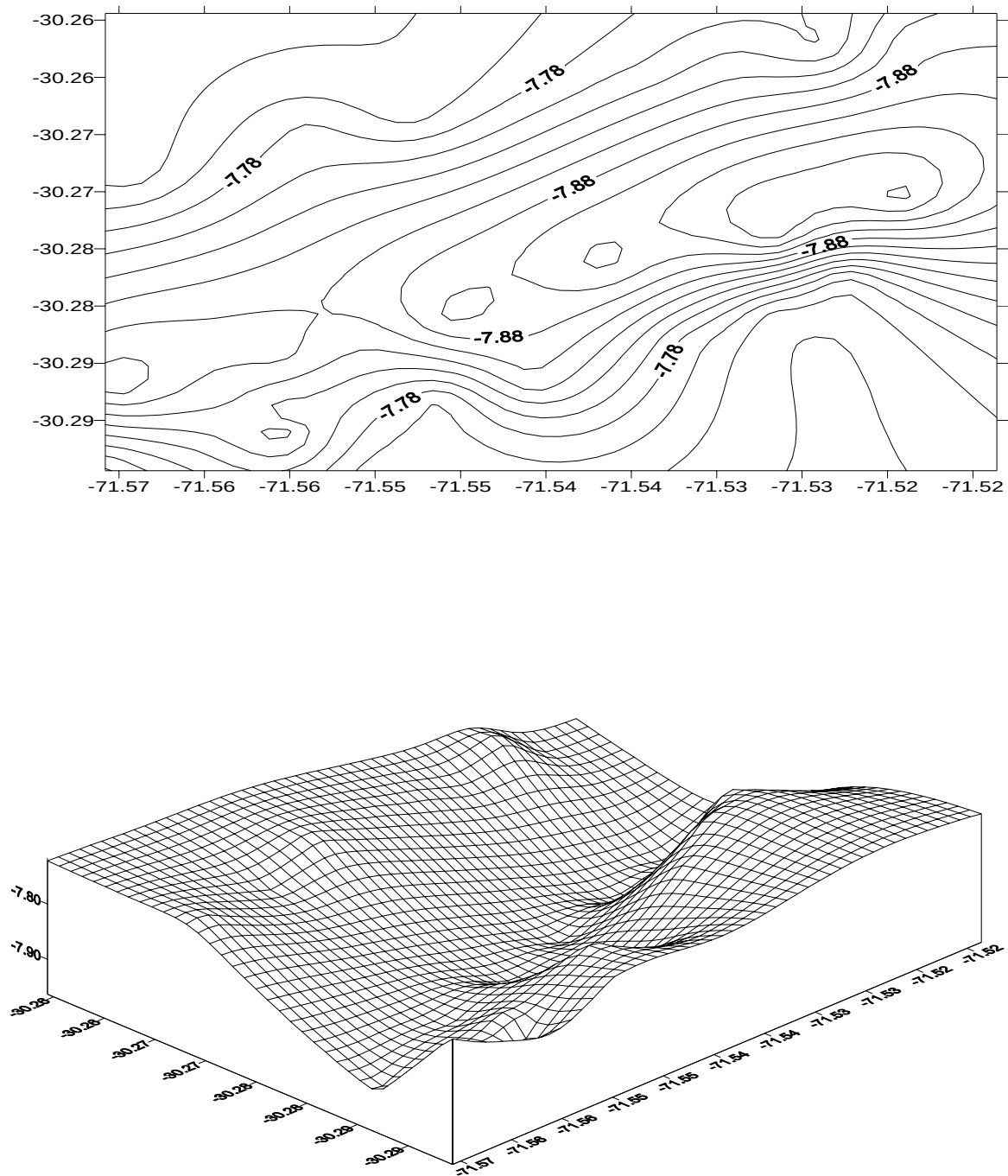


Figura 3.12. pH a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

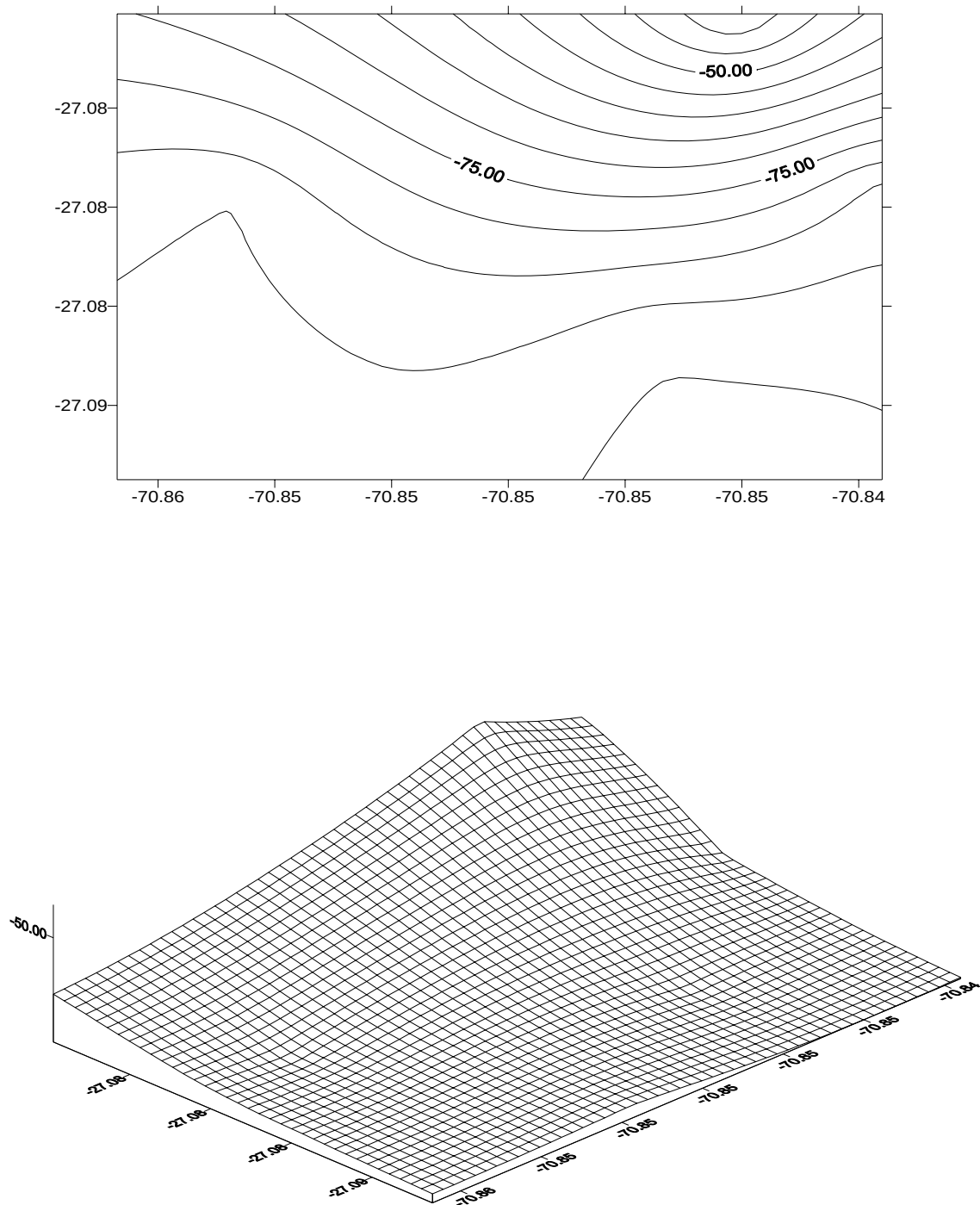


Figura 3.13. Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

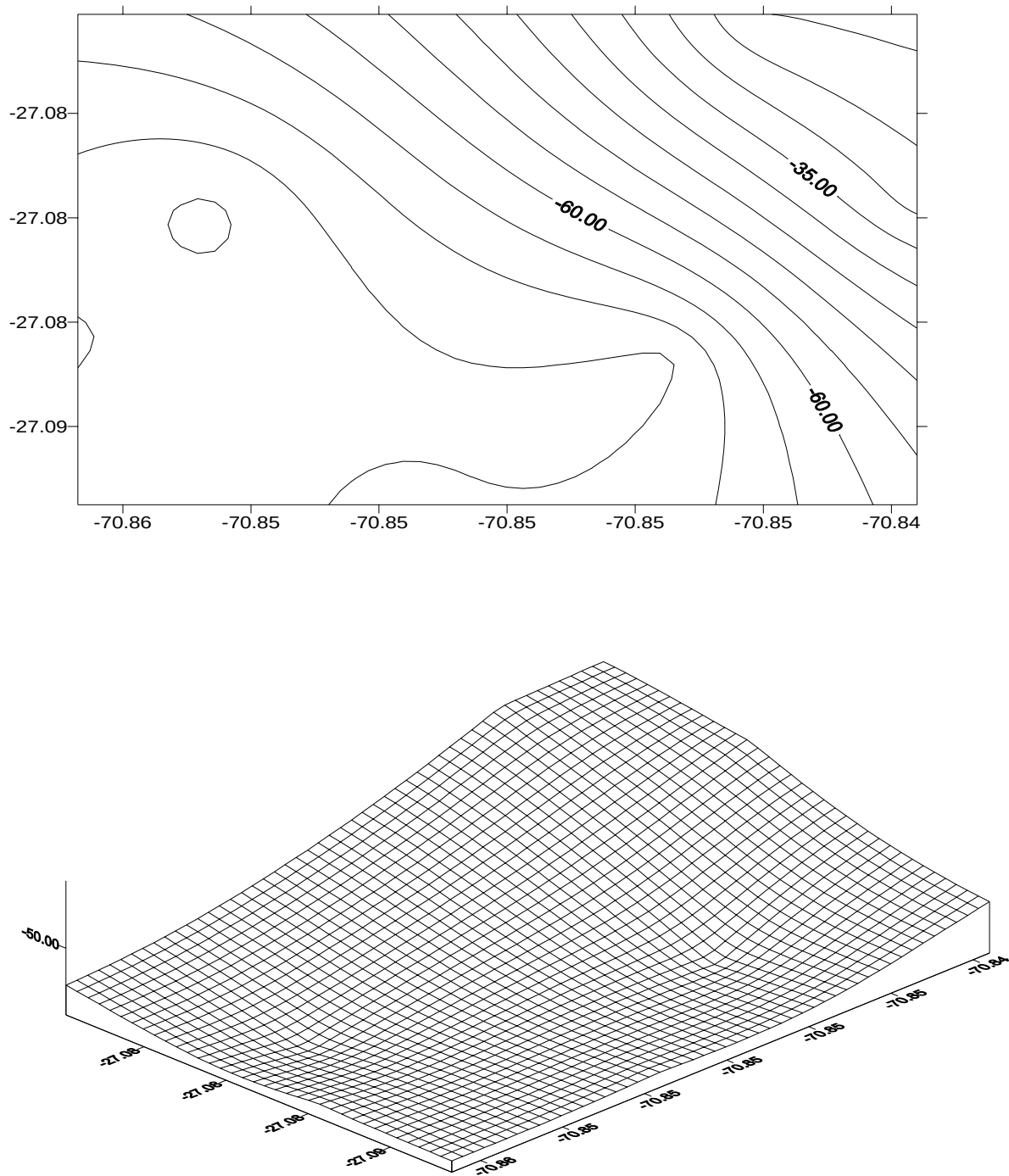


Figura 3.14. Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

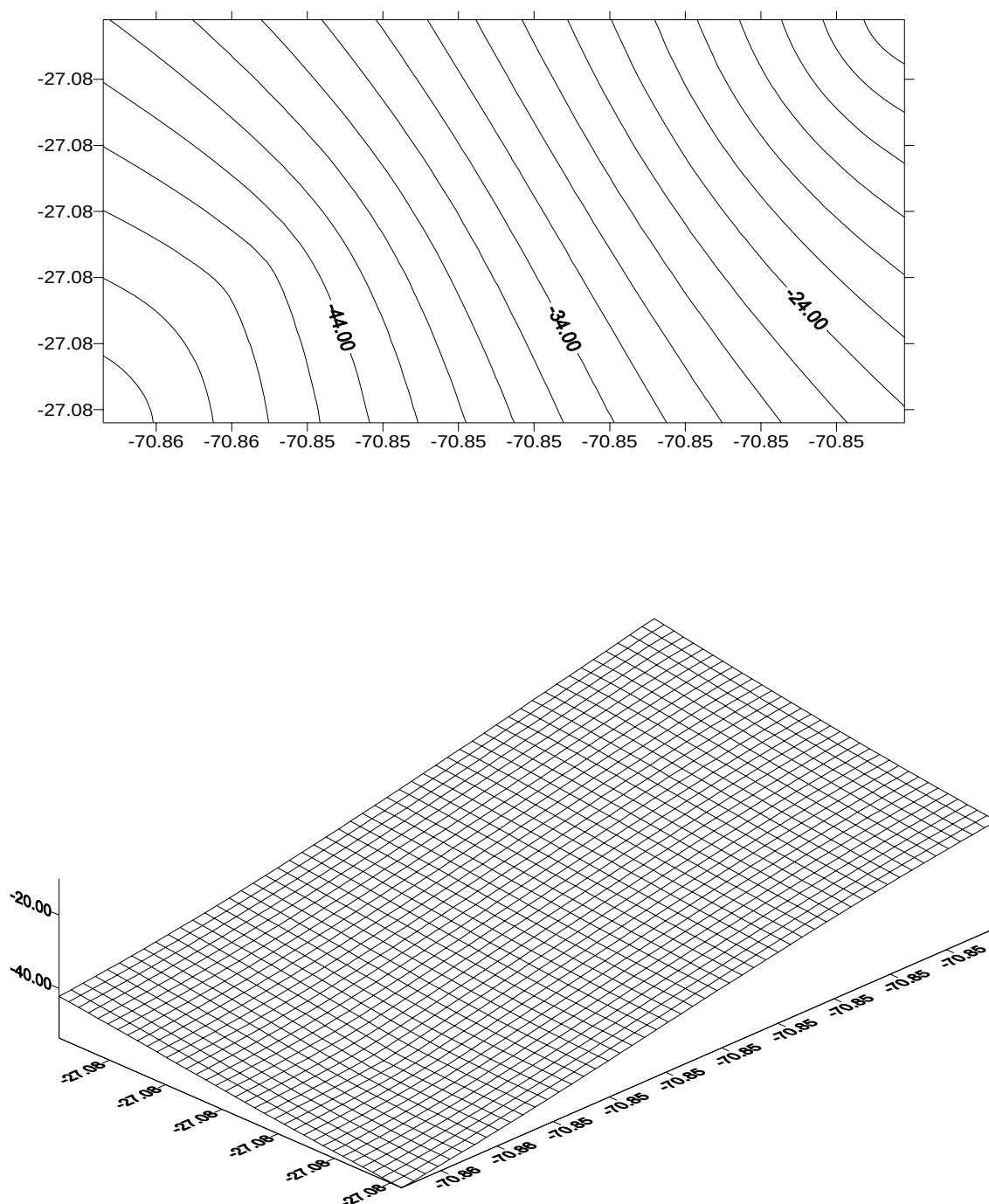


Figura 3.15. Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

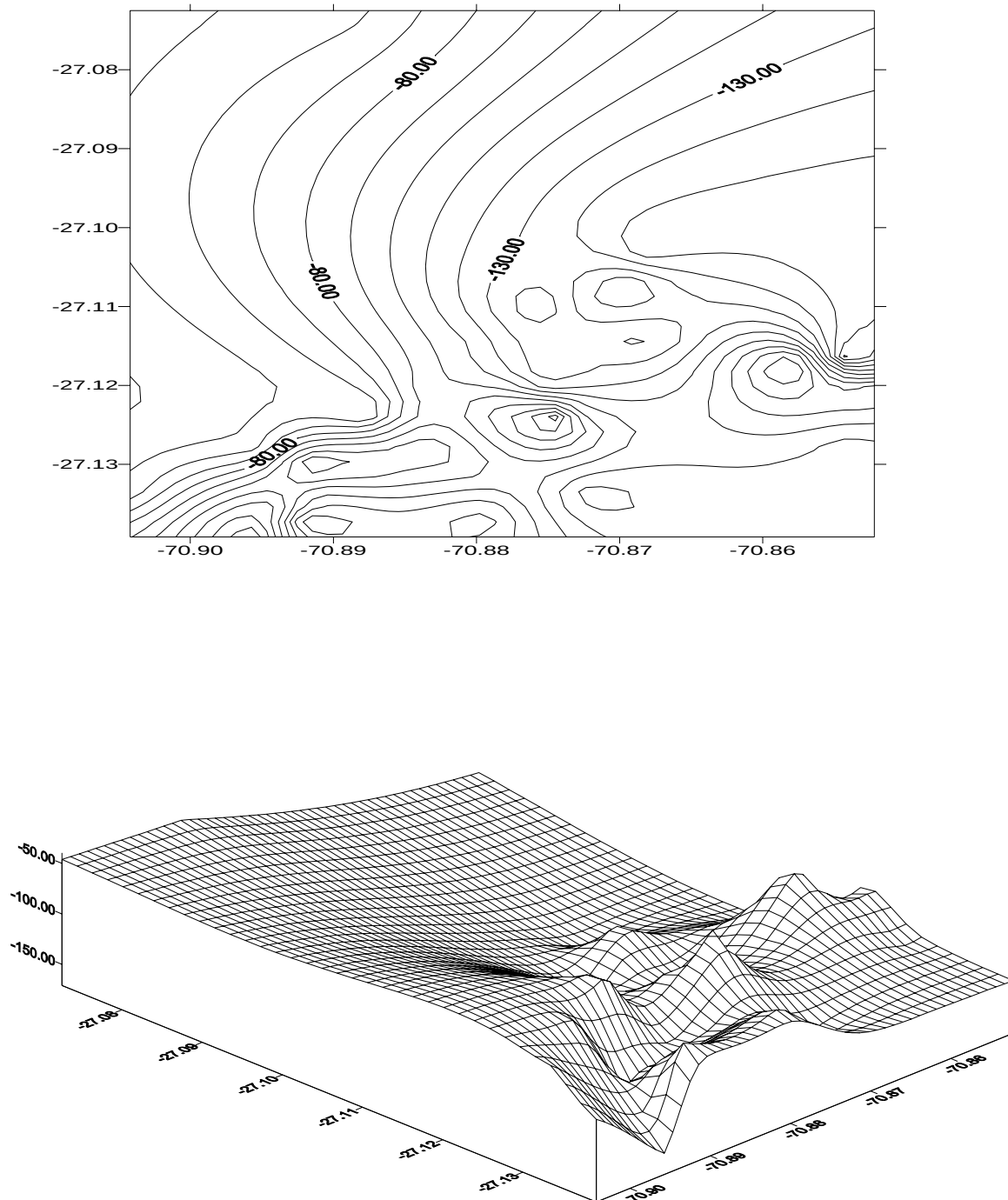


Figura 3.16. Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

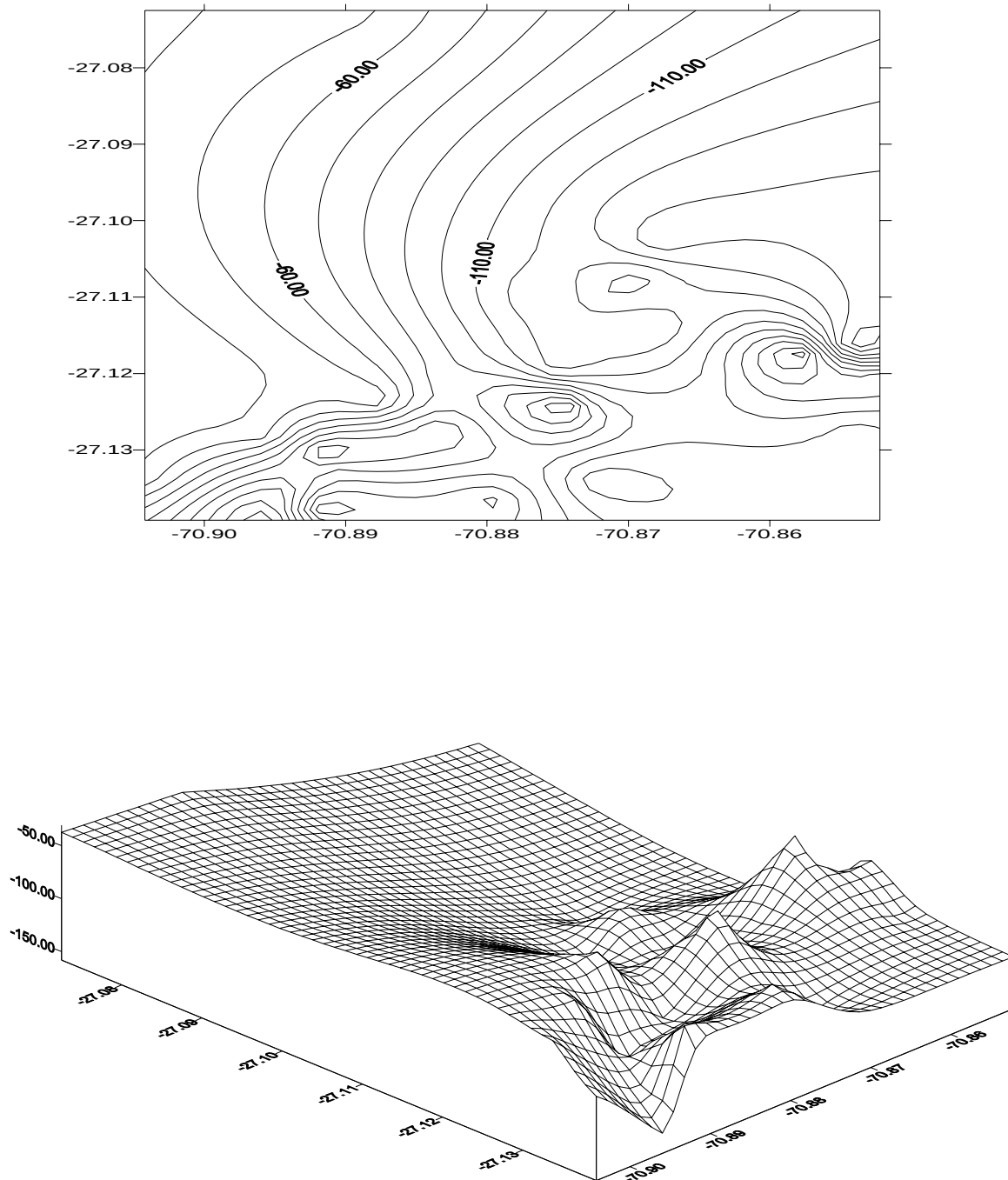


Figura 3.17. Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

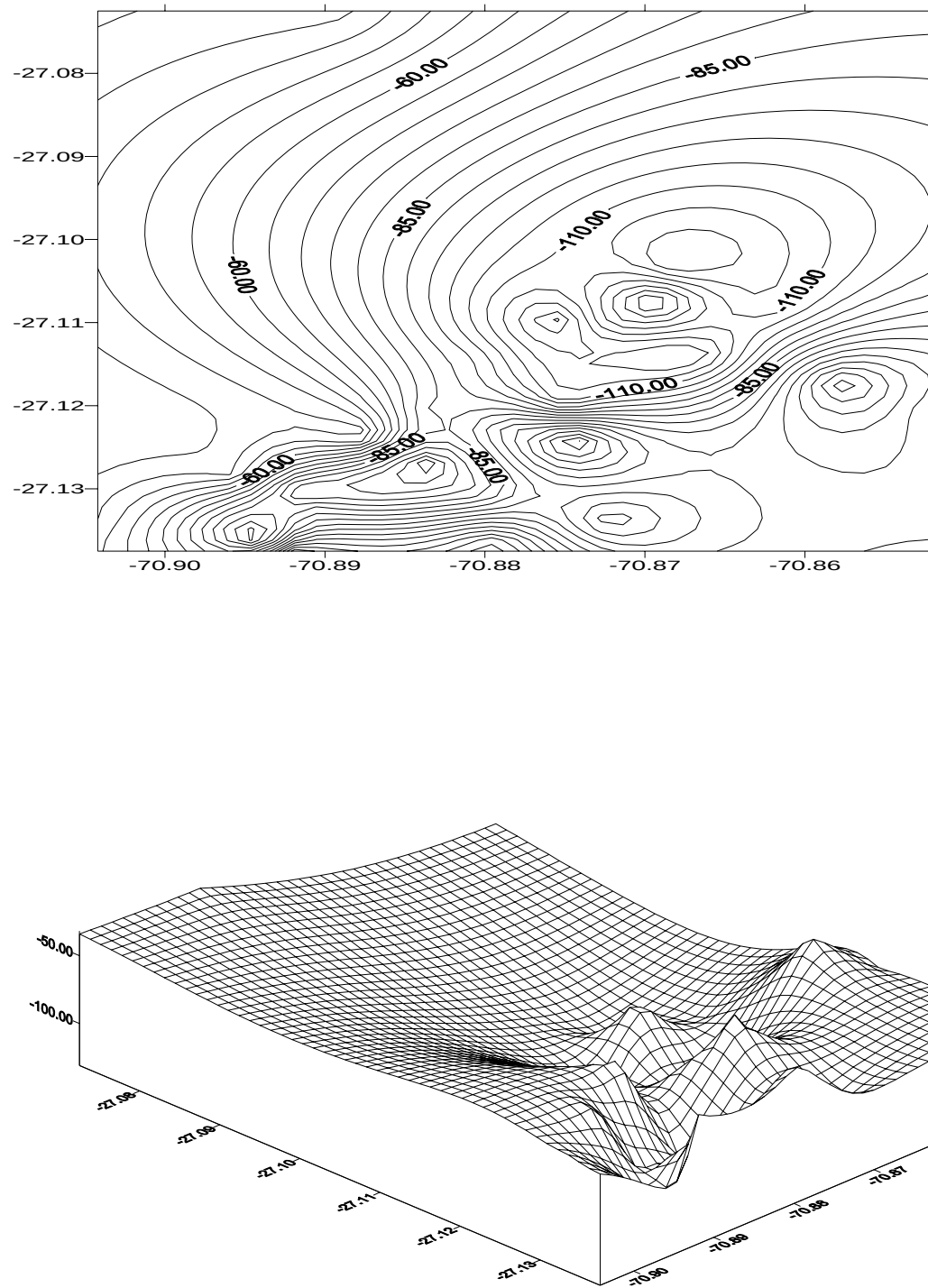


Figura 3.18 Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

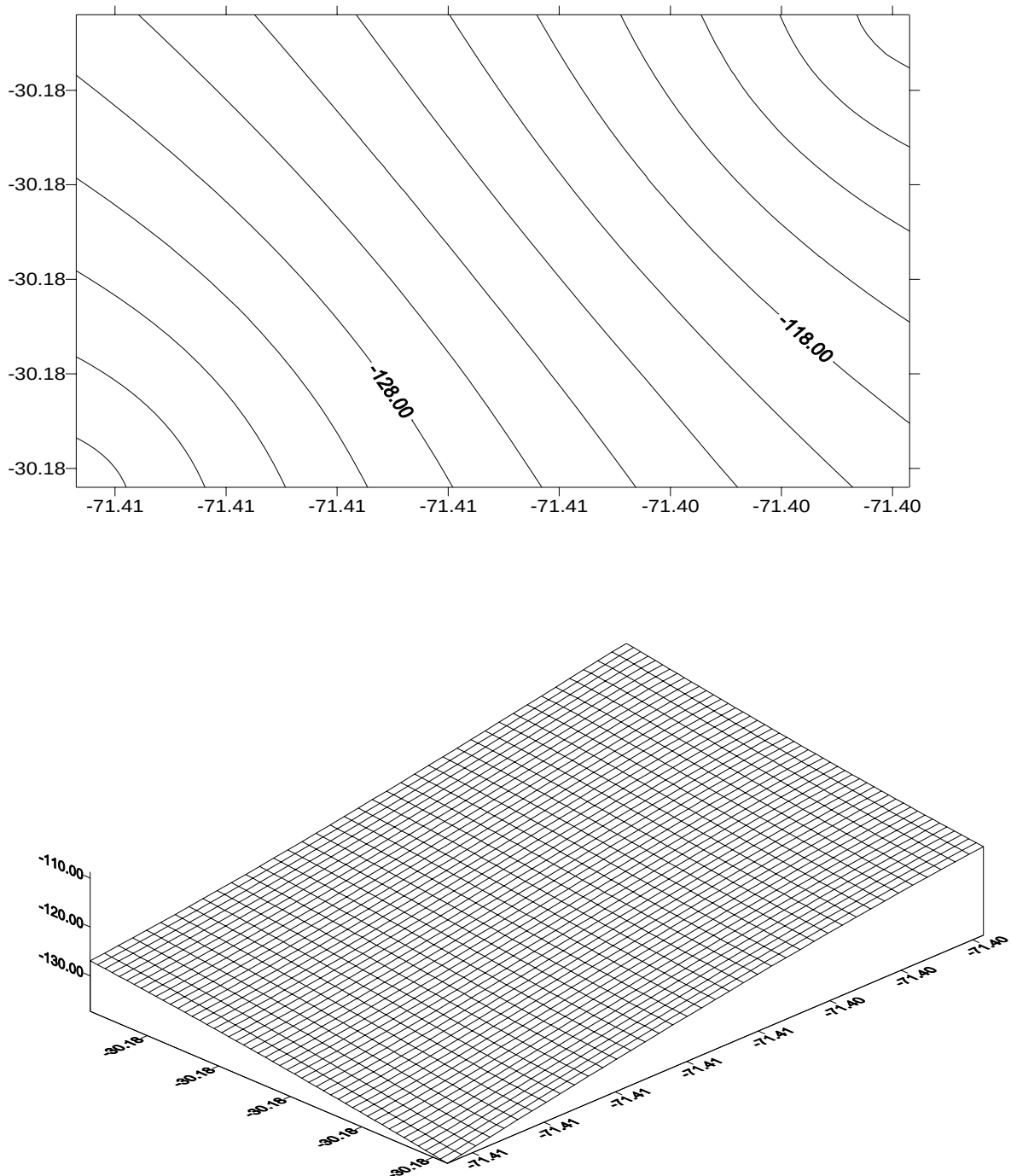


Figura 3.19. Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

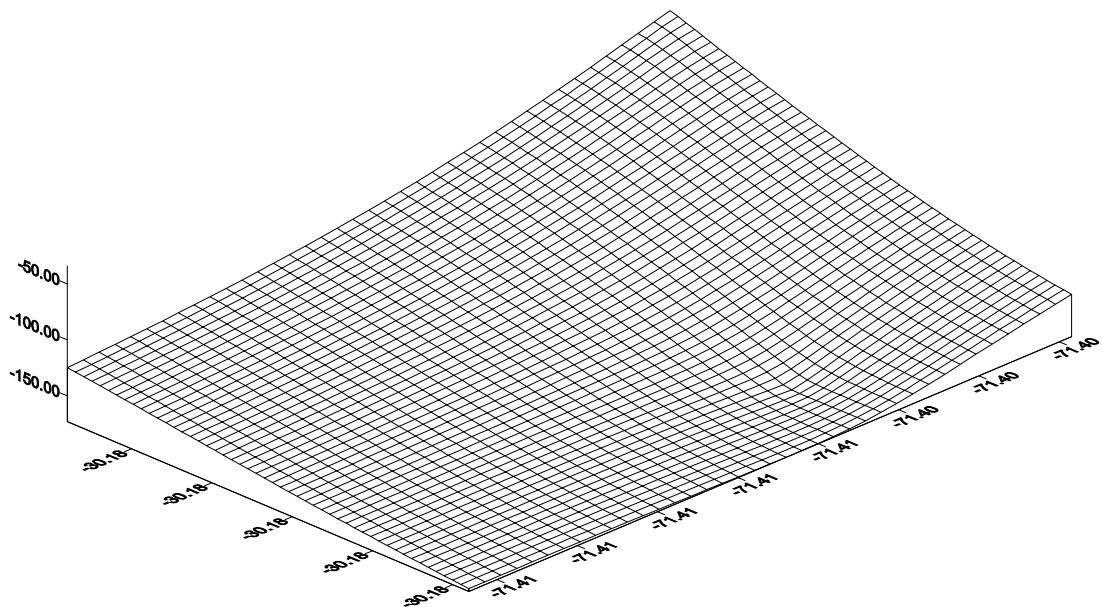
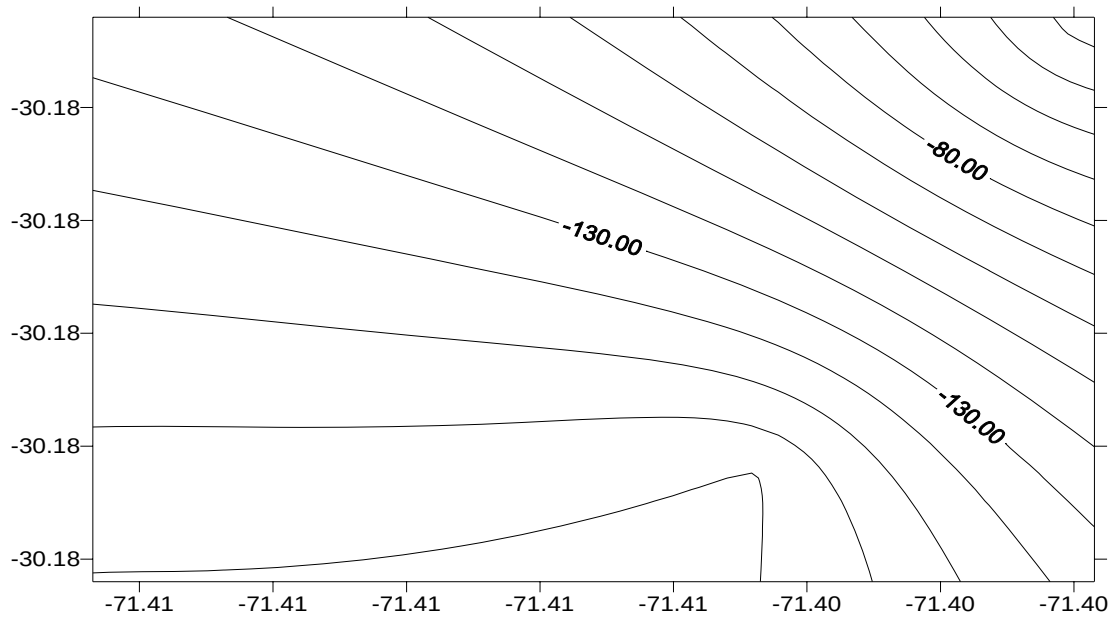


Figura 3.20. Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

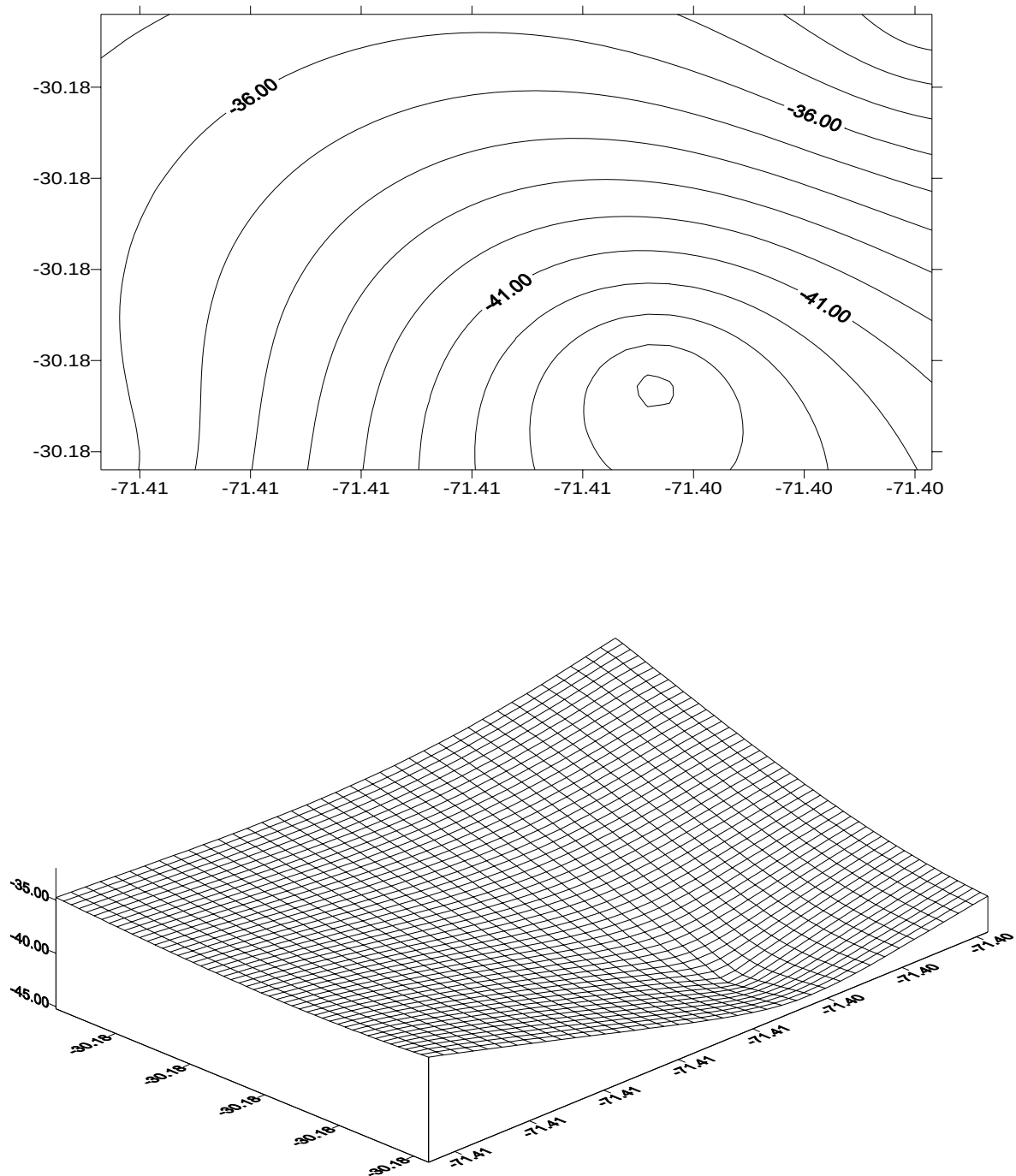


Figura 3.21. Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

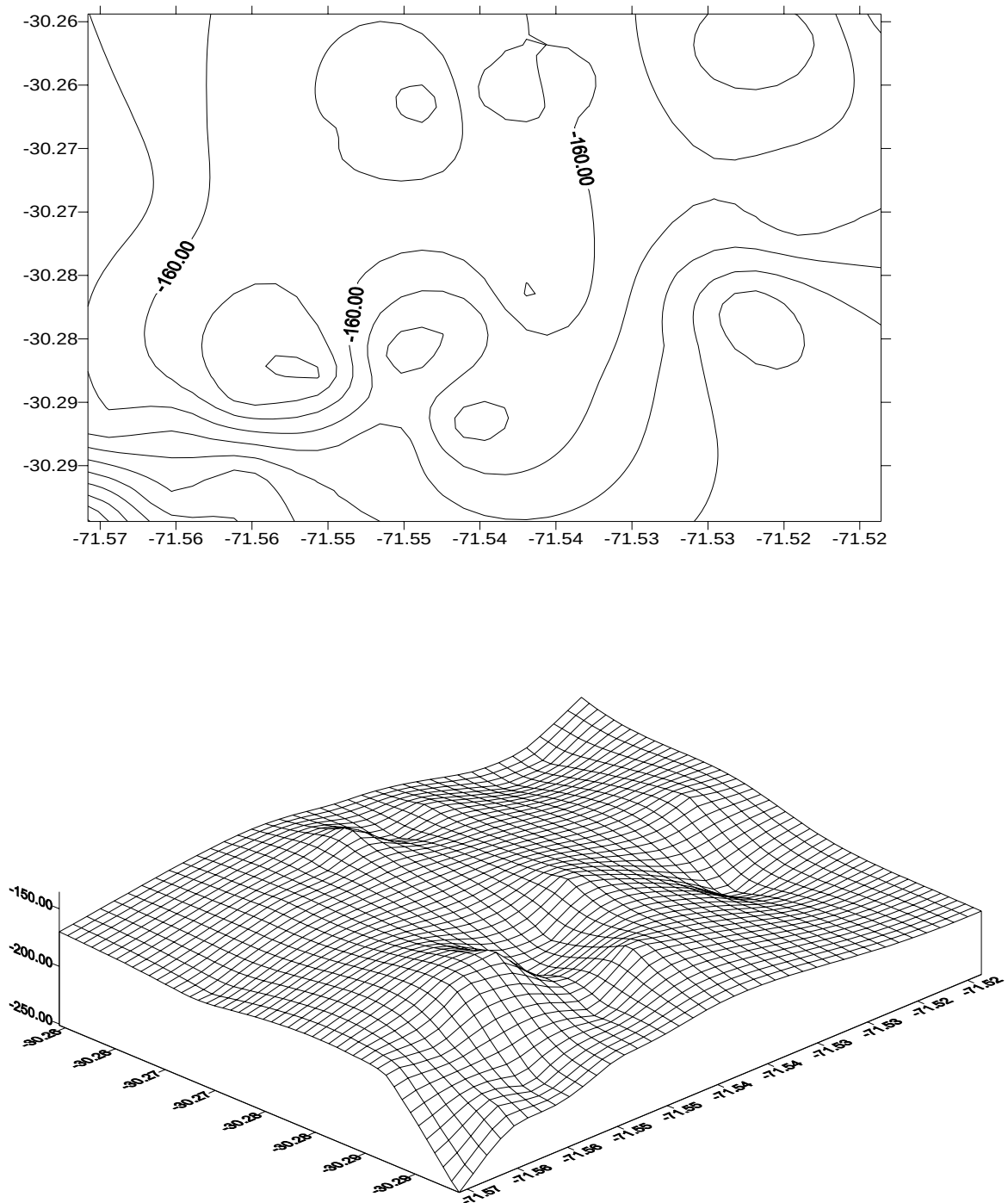


Figura 3.22. Potencial rédox a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

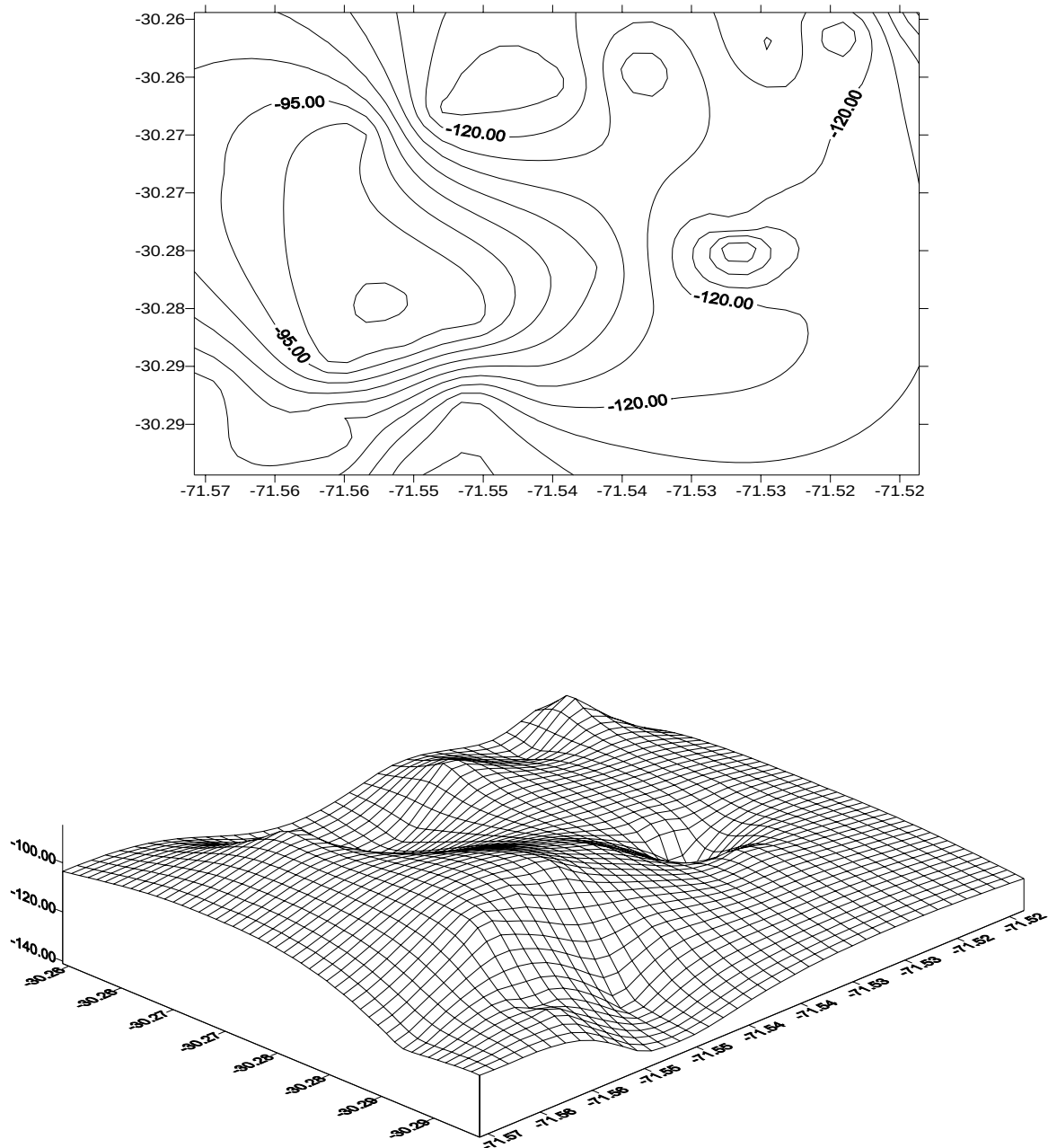


Figura 3.23. Potencial rédox a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

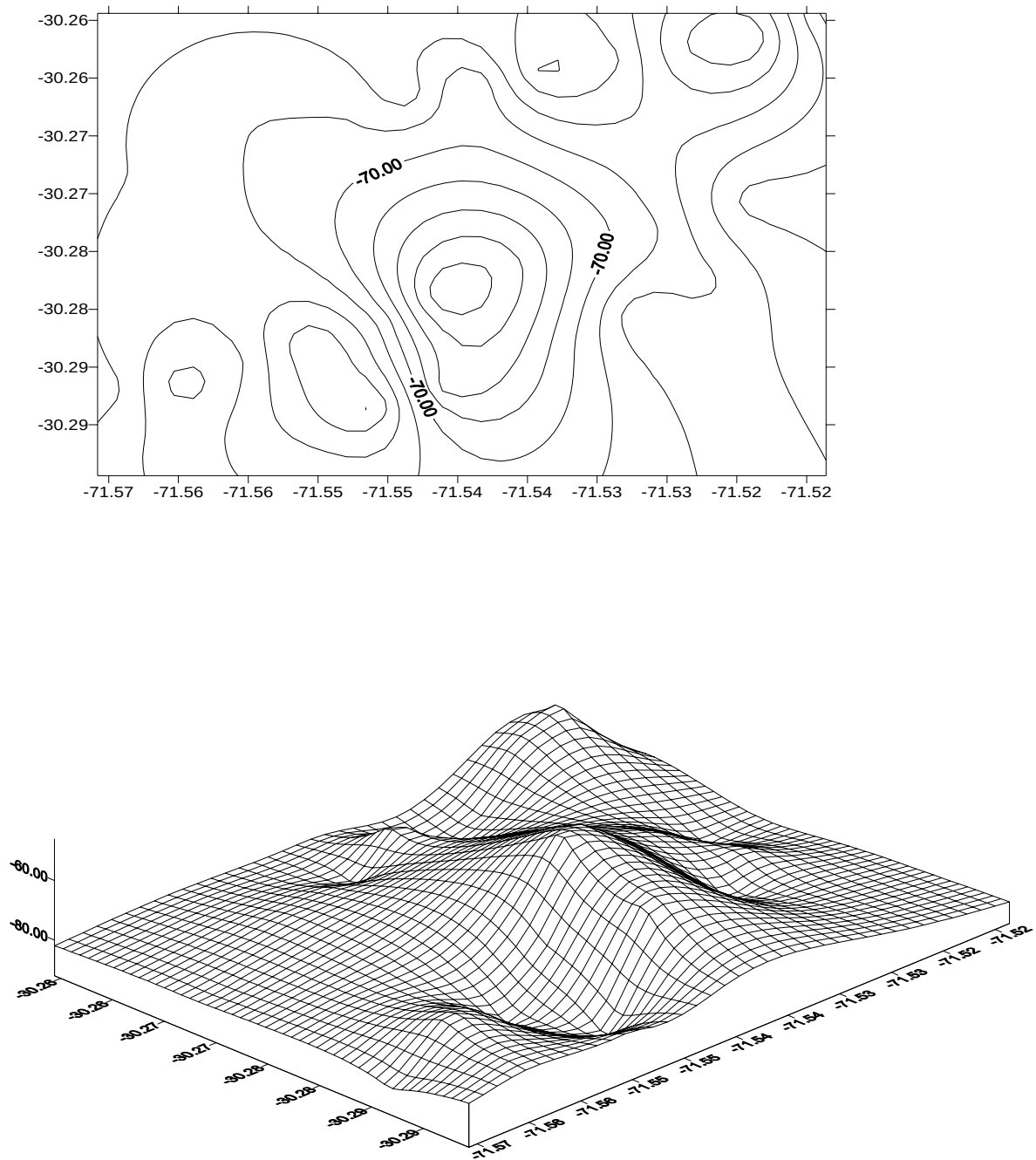


Figura 3.24. Potencial rédox a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 4

SÓLIDOS PARTICULADOS



Tabla 4.1.
Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica R3)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	37,8	37,7	37,8	38,6	38,5	38,5			
2	39,9	39,9	39,9	39,1	39,1	39,2			
3	40,1	40,1	40,2	40,7	40,8	40,7			
4	38,8	38,9	38,8	37,5	37,6	37,7	39,3	39,2	39,4
5	39,1	39,1	39,2	37,0	37,2	37,2	40,8	40,8	40,8
6	37,7	37,7	37,7	37,8	37,7	37,7	38,5	38,5	38,5

Tabla 4.2.
Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica R3)
1	36,9	36,9	36,8	36,1	36,2	36,1	37,2	37,3	37,2
2	37,8	37,7	37,9	37,2	37,2	37,1	39,4	39,5	39,3
3	38,2	38,2	38,3	37,9	37,9	37,8	37,4	37,5	37,4
4	39,4	39,4	39,4	38,2	38,3	38,2	40,1	40,1	40,1
5	38,7	38,6	38,7	39,1	39,2	39,2	38,9	38,9	38,8
6	38,4	38,5	38,4	37,4	37,5	37,6	38,4	38,5	38,4
7	36,9	36,8	36,9	40,2	40,1	40,3	39,6	39,5	39,6
8	36,7	36,8	36,7	38,7	38,9	38,9	39,1	39,2	39,1
9	39,2	39,2	39,3	36,5	36,7	36,5	38,2	38,2	38,2
10	38,5	38,4	38,6	38,1	28,2	28,1	37,2	37,2	37,4
11	38,7	38,6	38,7	35,9	35,9	35,8	38,4	38,4	38,3
12	37,9	37,9	37,8	36,7	36,8	36,7	37,2	37,4	37,2
13	37,5	37,5	37,6	38,6	38,7	38,6	39,4	39,3	39,4
14	36,4	36,4	36,5	35,8	35,9	35,7	40,3	40,2	40,1
15	35,2	35,3	35,3	37,6	37,8	37,7	40,5	40,4	40,5
16	35,7	35,6	35,6	37,9	37,8	37,9	39,2	39,3	39,5
17	37,1	37,3	37,1	37,6	37,5	37,6	38,2	38,1	38,2
18	38,2	38,2	38,3	38,2	38,2	38,2	37,2	37,4	37,2
19	37,8	37,9	37,8	37,4	37,3	37,4	36,9	36,7	36,9
20	37,6	37,6	37,7	39,0	39,1	39,1	35,4	35,6	35,5
21	39,2	39,3	39,2	37,8	37,9	37,7	34,6	34,5	34,7
22	40,1	40,2	40,3	37,4	37,4	37,5	38,6	38,7	38,7
23	39,4	39,3	39,5	37,3	37,2	37,3	37,5	37,6	37,5
24	37,6	37,6	37,5	37,2	37,2	37,3	38,7	38,8	38,7
25	38,2	38,2	38,3	36,8	36,7	36,9	38,6	38,7	38,6
26	37,7	37,7	37,8	36,5	36,5	36,7	37,9	37,9	37,9
27	36,9	36,8	36,9	35,8	35,5	35,7	35,9	35,8	35,6
28	36,5	36,4	36,5	36,2	36,3	36,2	36,4	36,3	36,5
29	37,3	37,2	37,3	39,5	39,6	39,5	38,9	38,8	38,9
30	38,2	38,2	38,3	39,2	39,1	39,2	37,9	37,8	37,9
31	39,6	39,3	39,4	38,1	38,2	38,1	38,9	38,7	38,9
32	38,3	38,4	38,3	38,9	38,7	38,7	39,7	39,5	39,9
33	39,1	39,2	39,1	39,2	39,1	39,1	39,6	39,7	39,6
34	38,7	38,5	38,7	39,3	39,3	39,4	40,1	40,1	40,3



Tabla 4.3.
Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica R1)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica3)
1	40,1	40,4	40,2	41,6	41,3	41,4	36,9	36,7	36,7
2	41,9	41,3	41,2	41,9	41,8	41,9	38,8	38,7	38,9
3	41,2	41,3	41,4	42,2	42,4	42,3	40,3	41,5	40,3

Tabla 4.4.
Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (1m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (6m-réplica 3)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	35,9	35,9	35,8	36,4	36,5	36,4	37,2	37,3	37,2
2	38,8	38,7	38,4	37,5	37,6	37,5	39,4	39,5	39,3
3	37,9	38,2	38,1	36,9	36,9	36,8	37,4	37,5	37,4
4	38,2	38,2	38,1	37,2	37,3	37,2	40,1	40,1	40,1
5	38,1	38,3	38,8	38,1	38,2	38,2	38,9	38,9	38,8
6	38,1	38,1	38,4	38,4	38,5	38,6	38,4	38,5	38,4
7	35,4	35,5	35,5	35,2	35,1	35,3	39,6	39,5	39,6
8	36,3	36,3	36,3	36,7	36,9	36,9	39,1	39,2	39,1
9	39,3	39,8	39,7	39,5	39,7	39,5	38,2	38,2	38,2
10	38,4	38,4	38,7	38,1	28,2	28,1	37,2	37,2	37,4
11	38,1	38,6	38,2	38,9	38,9	38,8	38,4	38,4	38,3
12	38,7	38,7	38,7	38,7	38,8	38,7	37,2	37,4	37,2
13	37,7	37,8	37,6	37,6	37,7	37,6	39,4	39,3	39,4
14	39,4	39,4	39,5	39,8	39,9	39,7	40,3	40,2	40,1
15	35,2	35,6	35,6	37,7	37,9	37,4	40,5	40,4	40,5
16	35,5	35,6	35,5	37,9	37,8	37,9	39,2	39,3	39,5
17	35,1	35,3	35,1	37,6	37,5	37,6	38,2	38,1	38,2
18	38,6	38,6	38,8	38,2	38,2	38,2	37,2	37,4	37,2
19	38,6	38,6	38,7	37,4	37,3	37,4	36,9	36,7	36,9
20	37,1	37,2	37,1	39,0	39,1	39,1	35,4	35,6	35,5
21	39,6	39,7	39,6	37,8	37,9	37,7	34,6	34,5	34,7
22	40,5	40,6	40,5	37,4	37,4	37,5	38,6	38,7	38,7
23	37,4	37,3	37,5	37,3	37,2	37,3	37,5	37,6	37,5
24	38,6	38,6	38,5	37,2	37,2	37,3	38,7	38,8	38,7
25	39,2	39,2	39,3	36,8	36,7	36,9	38,6	38,7	38,6
26	39,7	39,7	39,8	36,5	36,5	36,7	37,9	37,9	37,9
27	38,9	38,8	38,9	35,8	35,5	35,7	35,9	35,8	35,6
28	36,6	36,6	36,8	36,2	36,3	36,2	36,4	36,3	36,5
29	36,3	36,2	36,9	39,5	39,6	39,5	38,9	38,8	38,9
30	38,2	38,2	38,3	39,2	39,1	39,2	37,9	37,8	37,9



Tabla 4.5.

Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Sólidos totales (mg/L) (Superficie)	Sólidos totales (mg/L) (Profundidad media)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo marino)
1	39,4	39,1	38,6
2	39,1	39,4	38,7
3	40,2	39,7	38,9
4	38,4	38,1	38,5
5	39,5	39,2	38,6
6	39,1	38,6	39,2
7	38,6	38,3	38,9
8	39,2	38,5	39,4
9	39,1	38,2	38,5
10	38,6	39,3	39,1
11	38,9	38,5	38,4
12	39,2	38,7	38,1
13	38,5	37,9	38,3
14	37,7	38,4	38,7
15	39,2	39,7	39,1

Tabla 4.6.

Sólidos particulados en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Sólidos totales (mg/L) (Superficie)	Sólidos totales (mg/L) (Profundidad media)	Sólidos totales (mg/L) (Fondo marino)
1	38,2	39,3	38,1
2	38,1	39,5	38,4
3	37,2	39,3	38,5
4	39,4	38,4	38,4
5	36,2	37,5	37,2
6	36,3	37,3	37,4
7	38,6	38,2	38,6
8	38,5	38,1	39,5
9	38,1	38,1	38,6
10	37,4	39,2	39,3
11	38,2	38,3	38,3
12	39,6	38,4	38,4
13	38,1	37,5	38,3
14	37,9	37,3	38,2
15	39,3	39,1	39,6

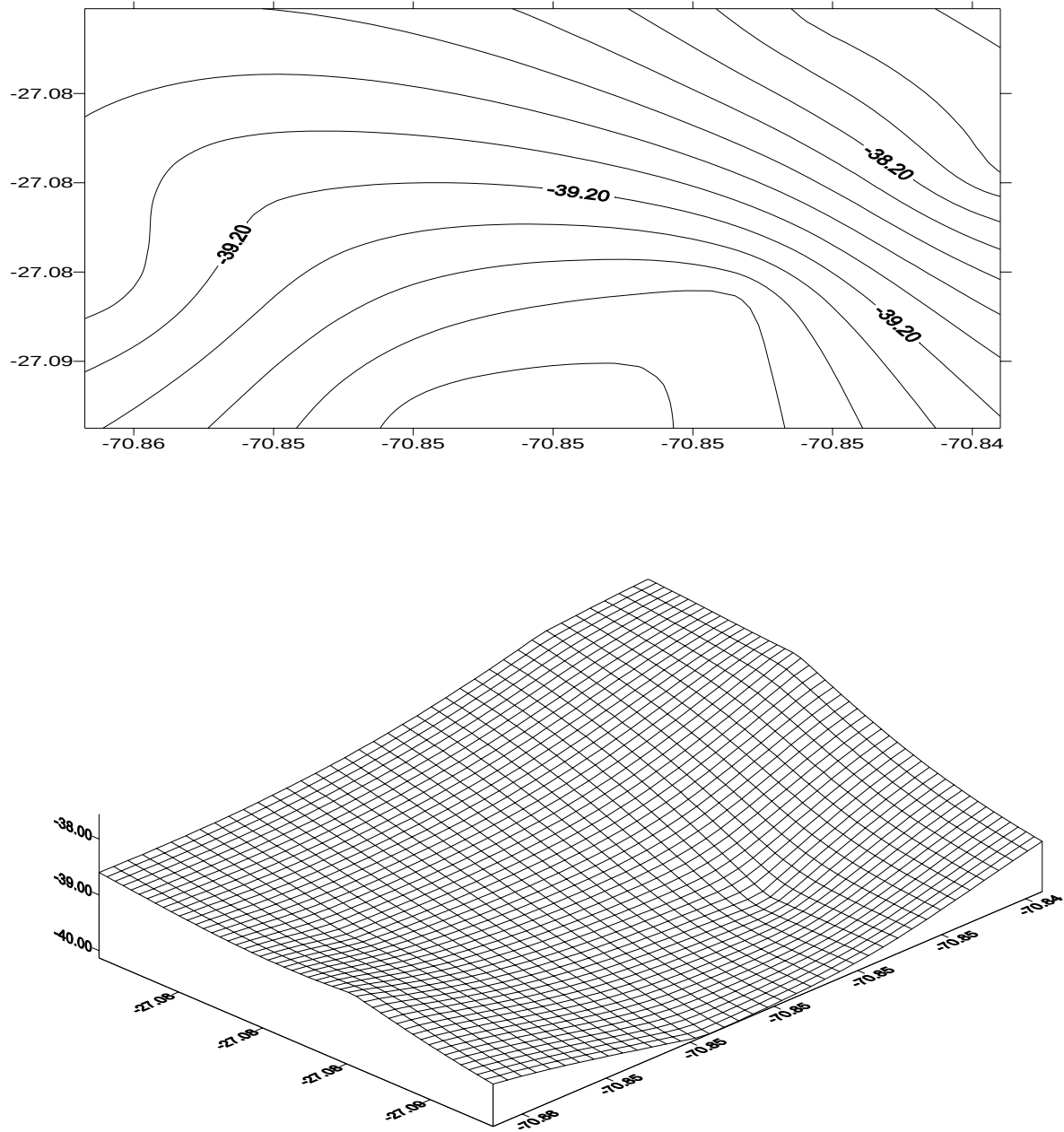


Figura 4.1. S3lidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

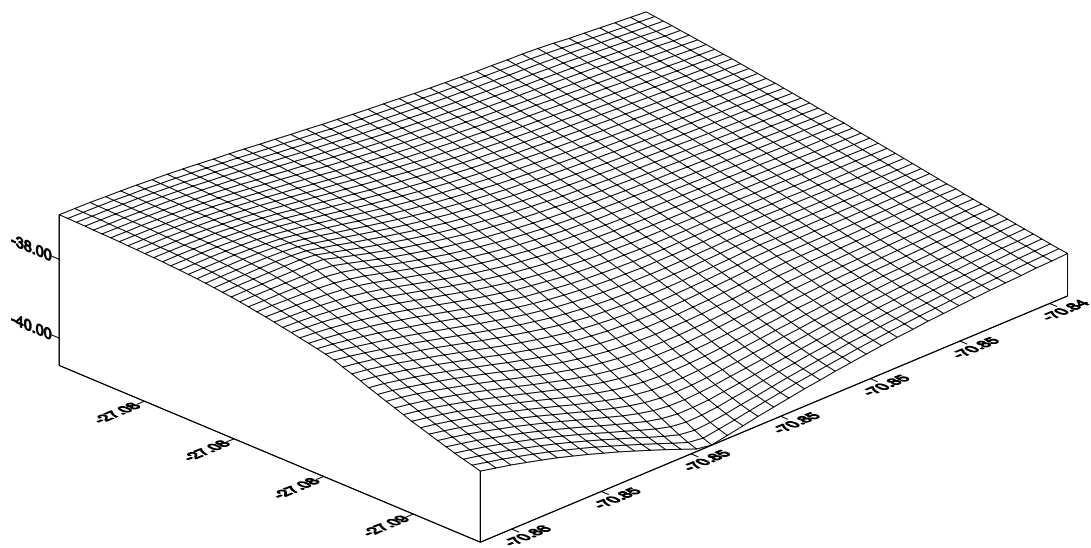
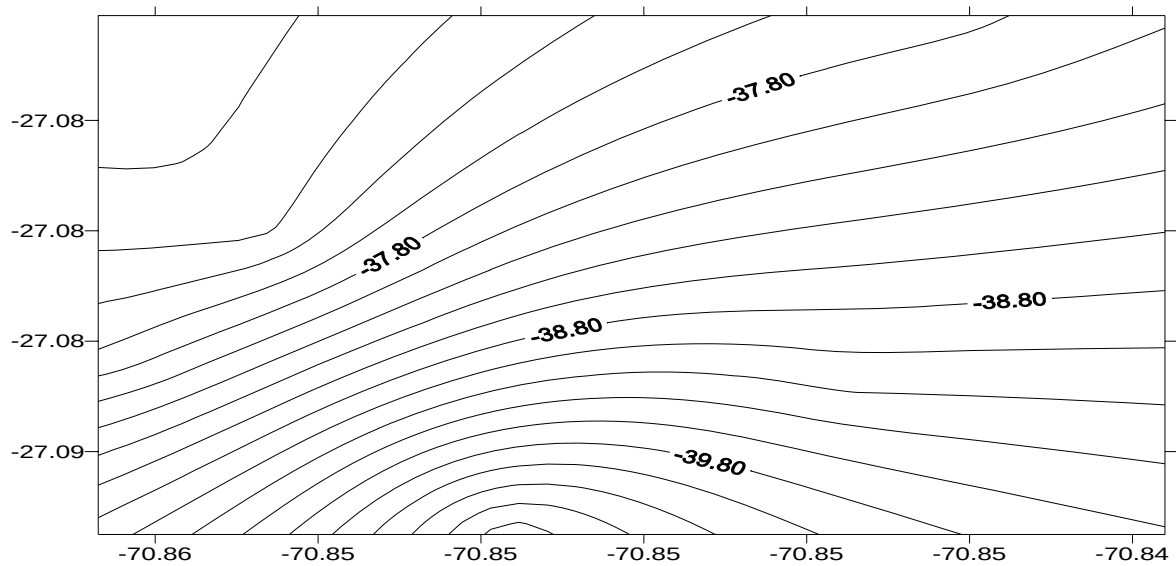


Figura 4.2. S3lidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

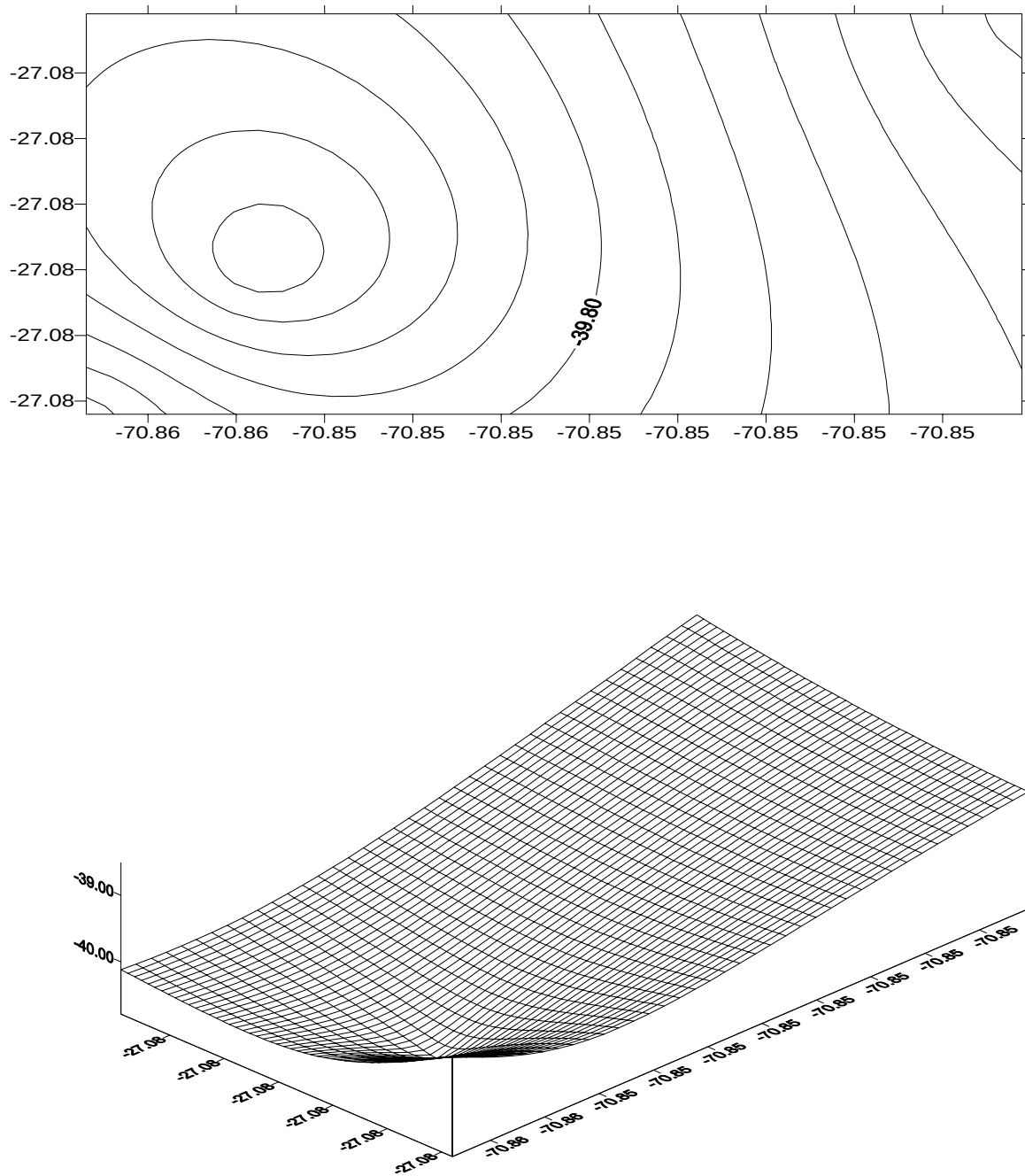


Figura 4.3. Sólidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

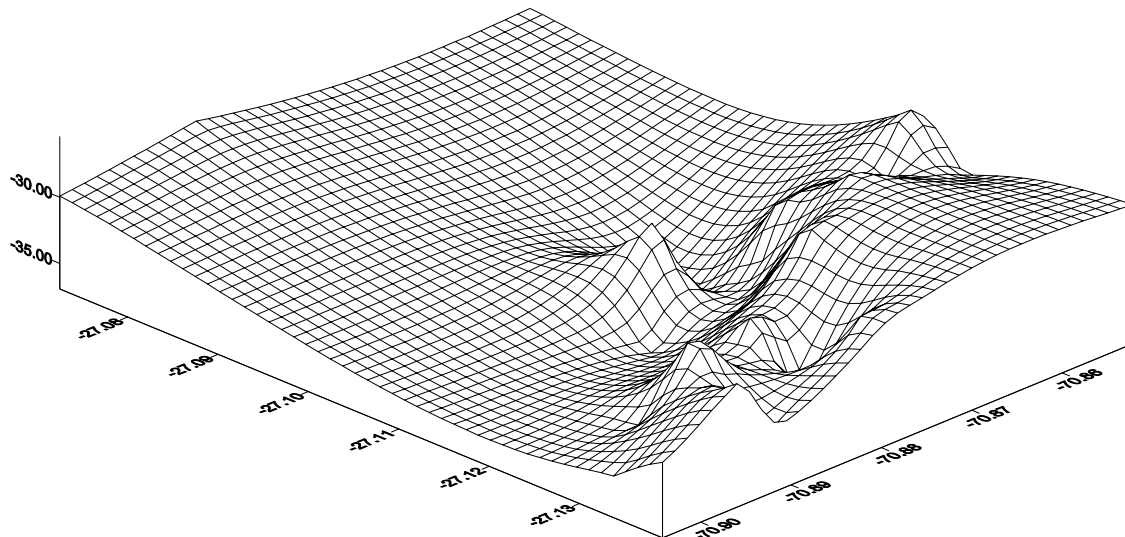
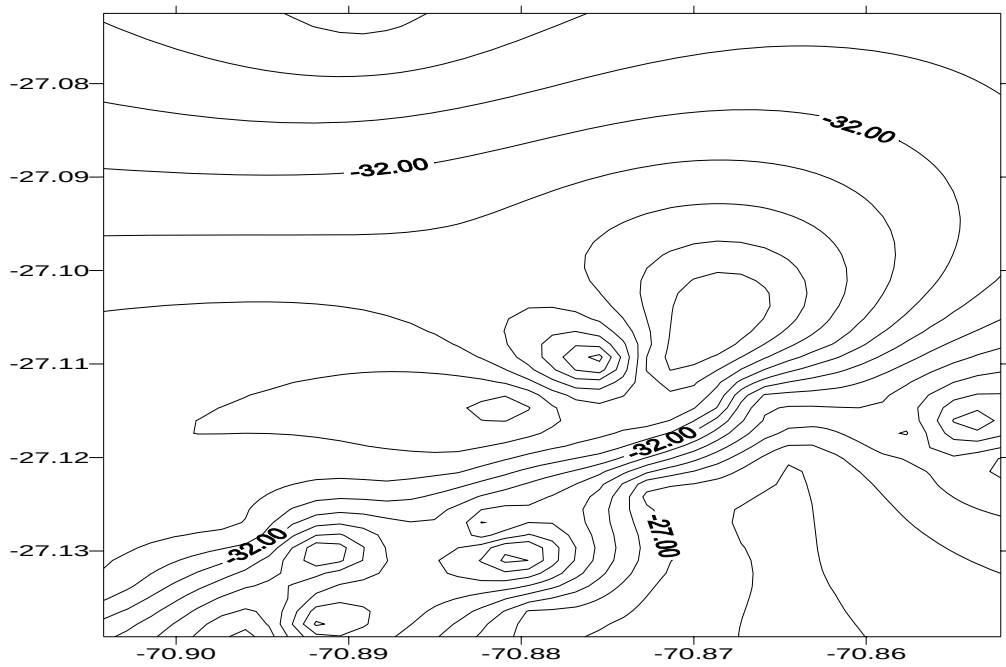


Figura 4.4. S3lidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

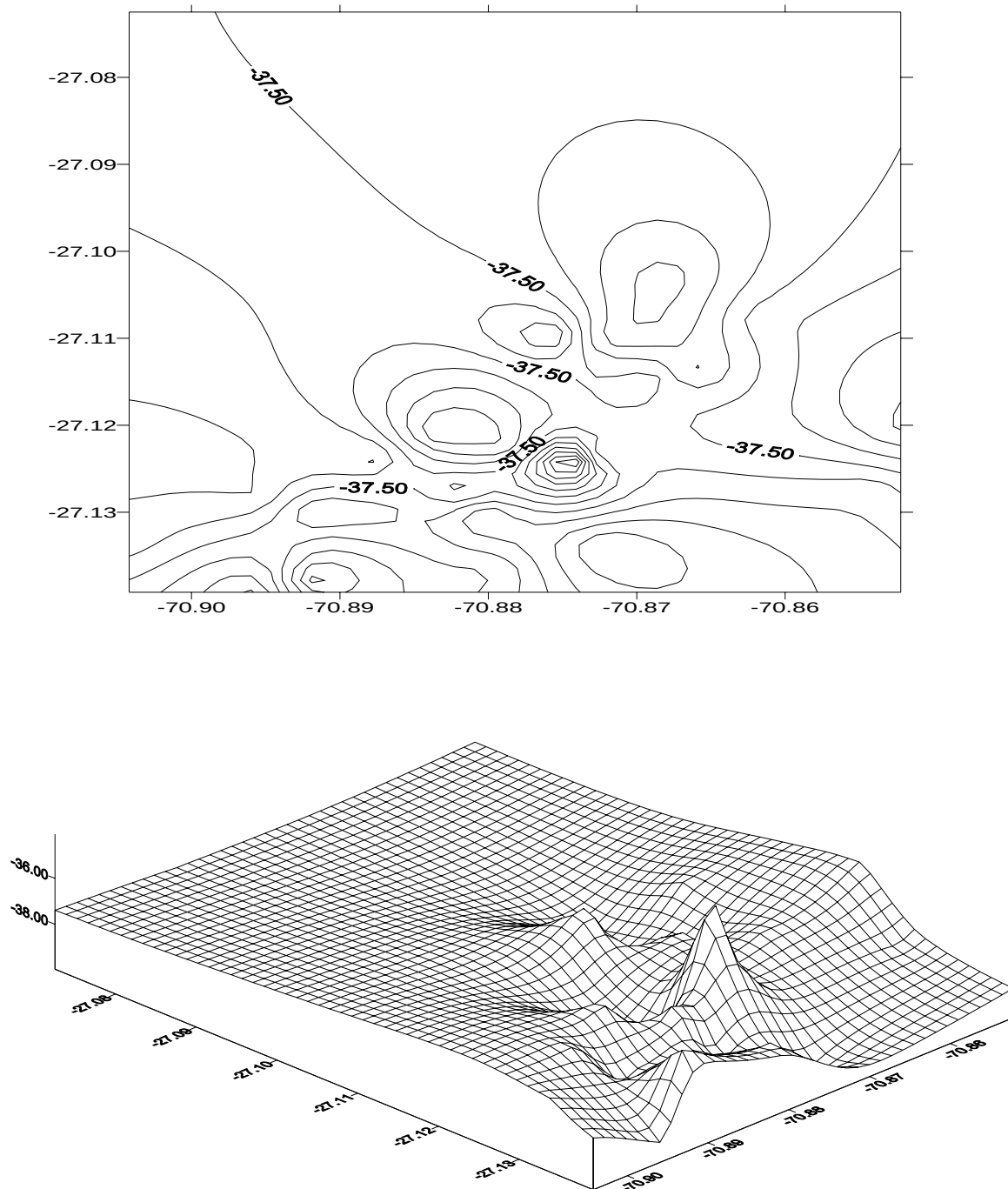


Figura 4.5. Sólidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

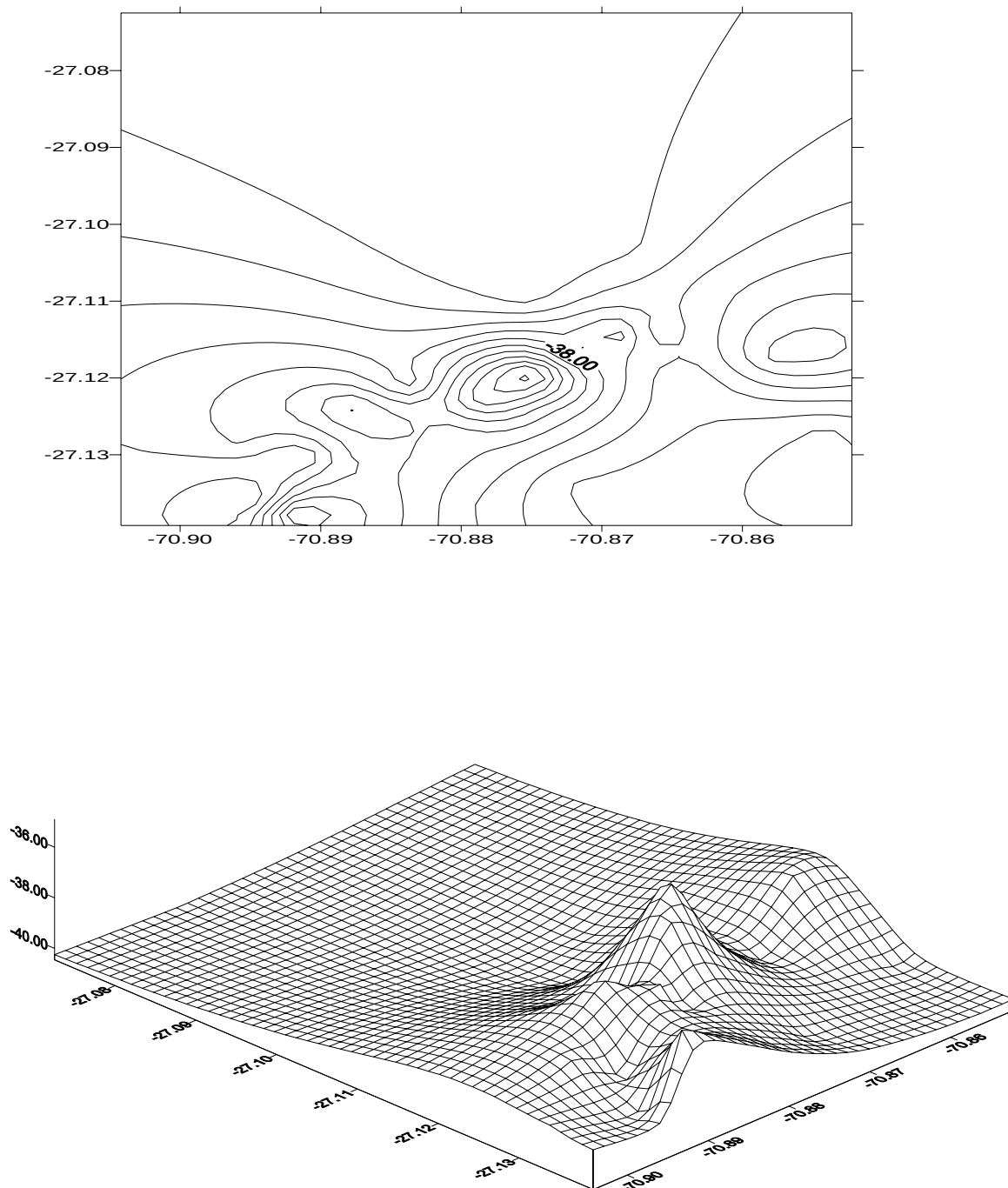


Figura 4.6. S3lidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bah3a Inglesa – Muestreo invierno).

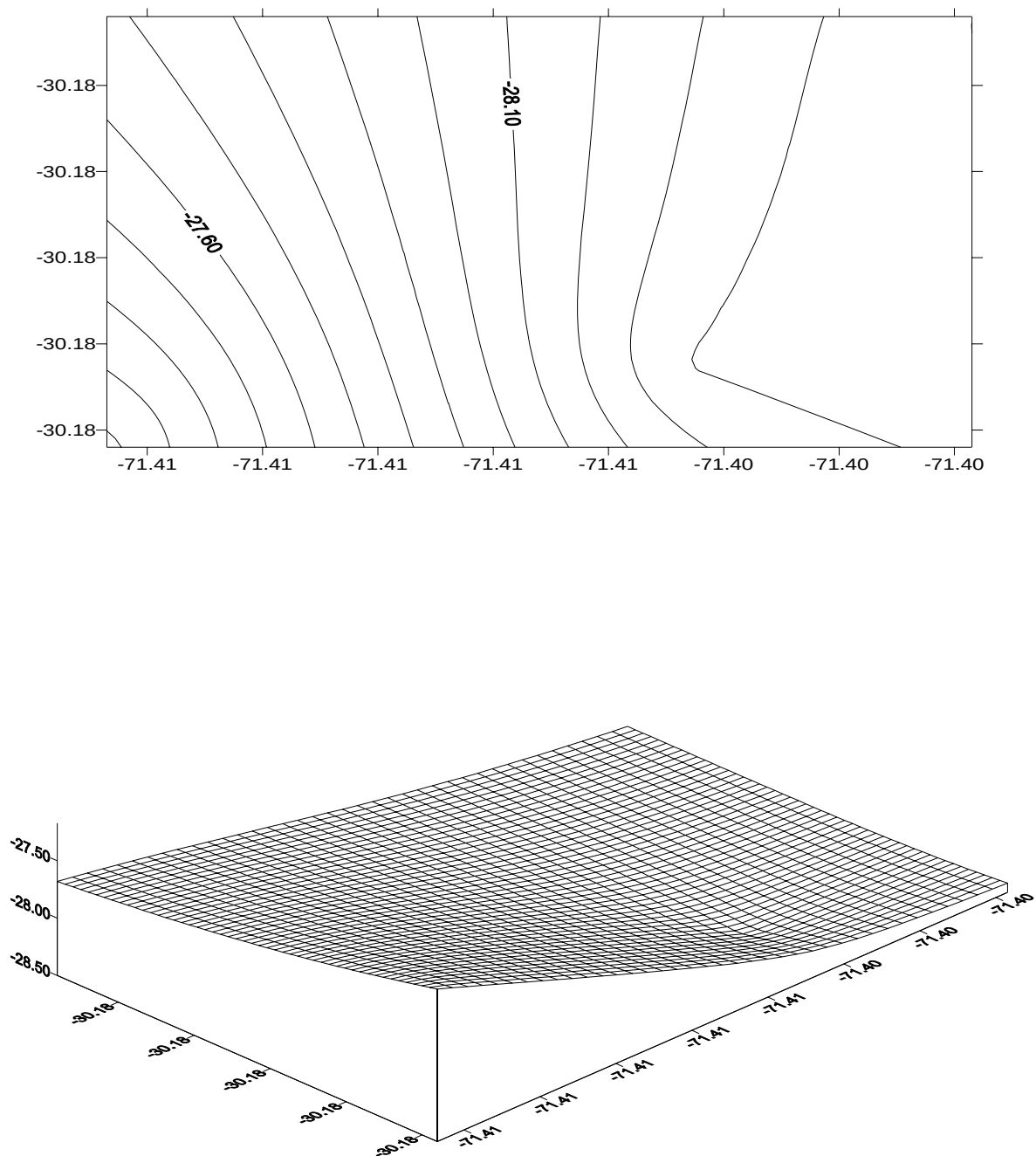


Figura 4.7. S3lidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

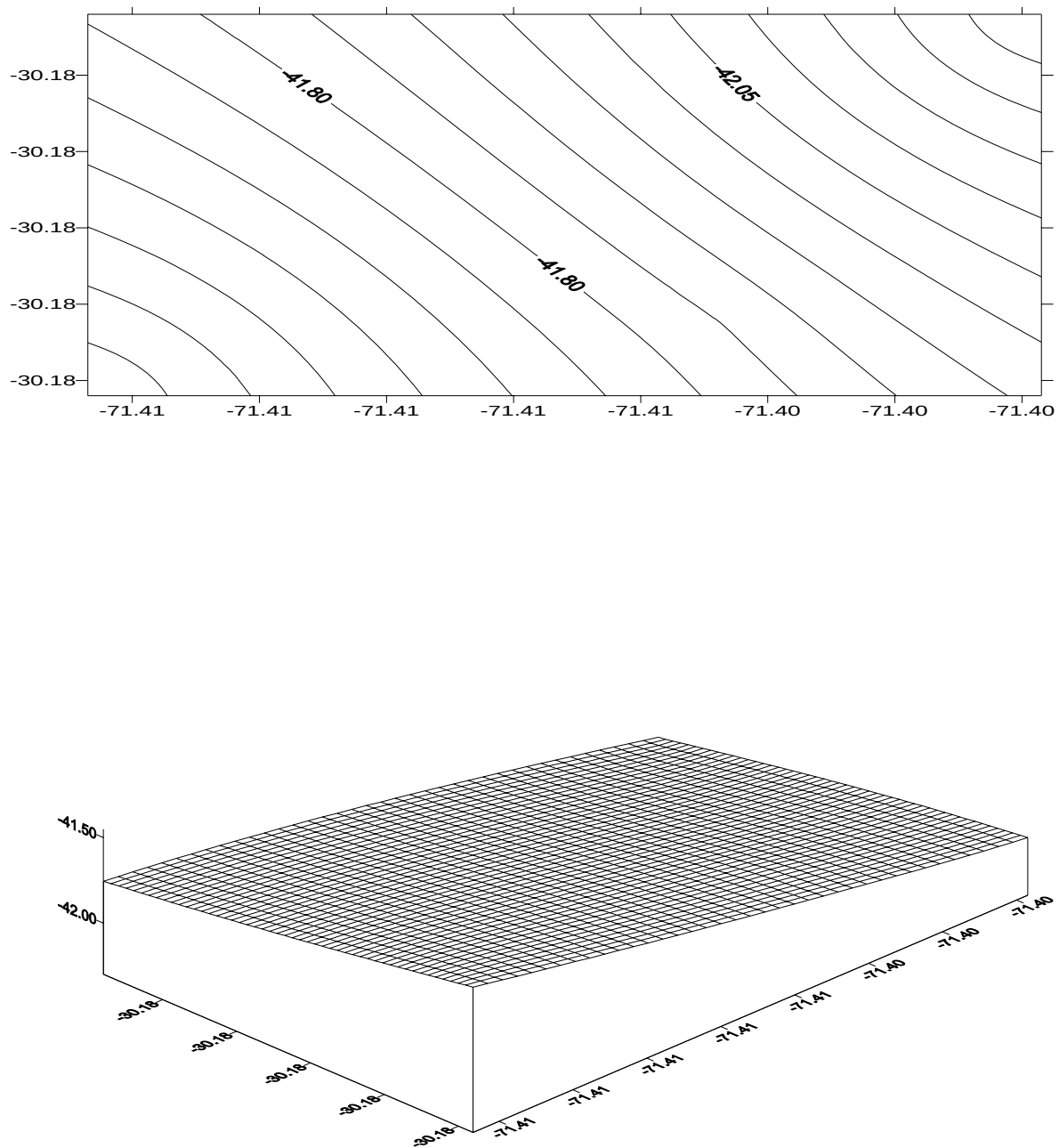


Figura 4.8. S3lidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bah3a Guanaqueros – Muestreo invierno).

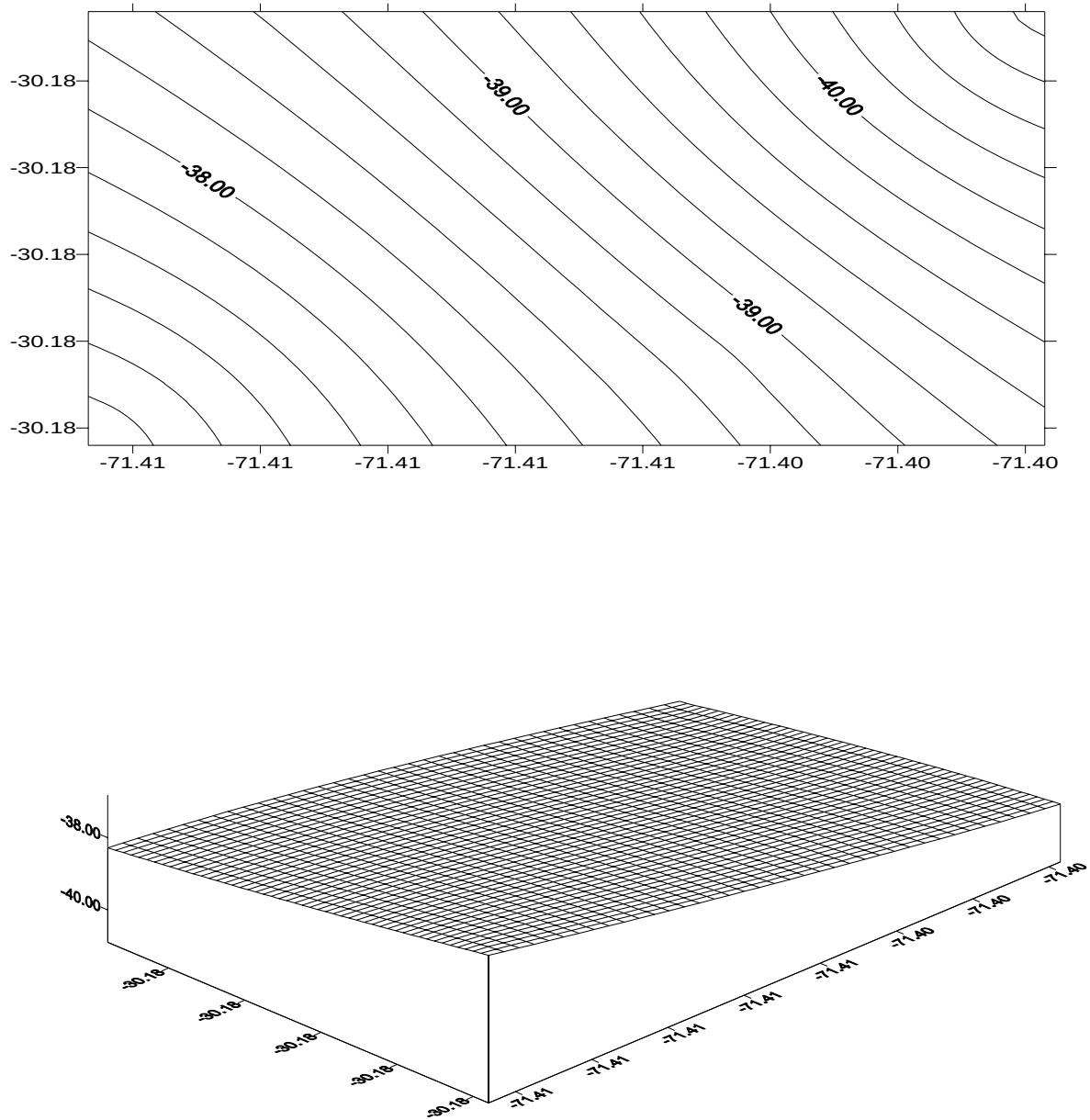


Figura 4.9. S3lidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bah3a Guanaqueros – Muestreo invierno).

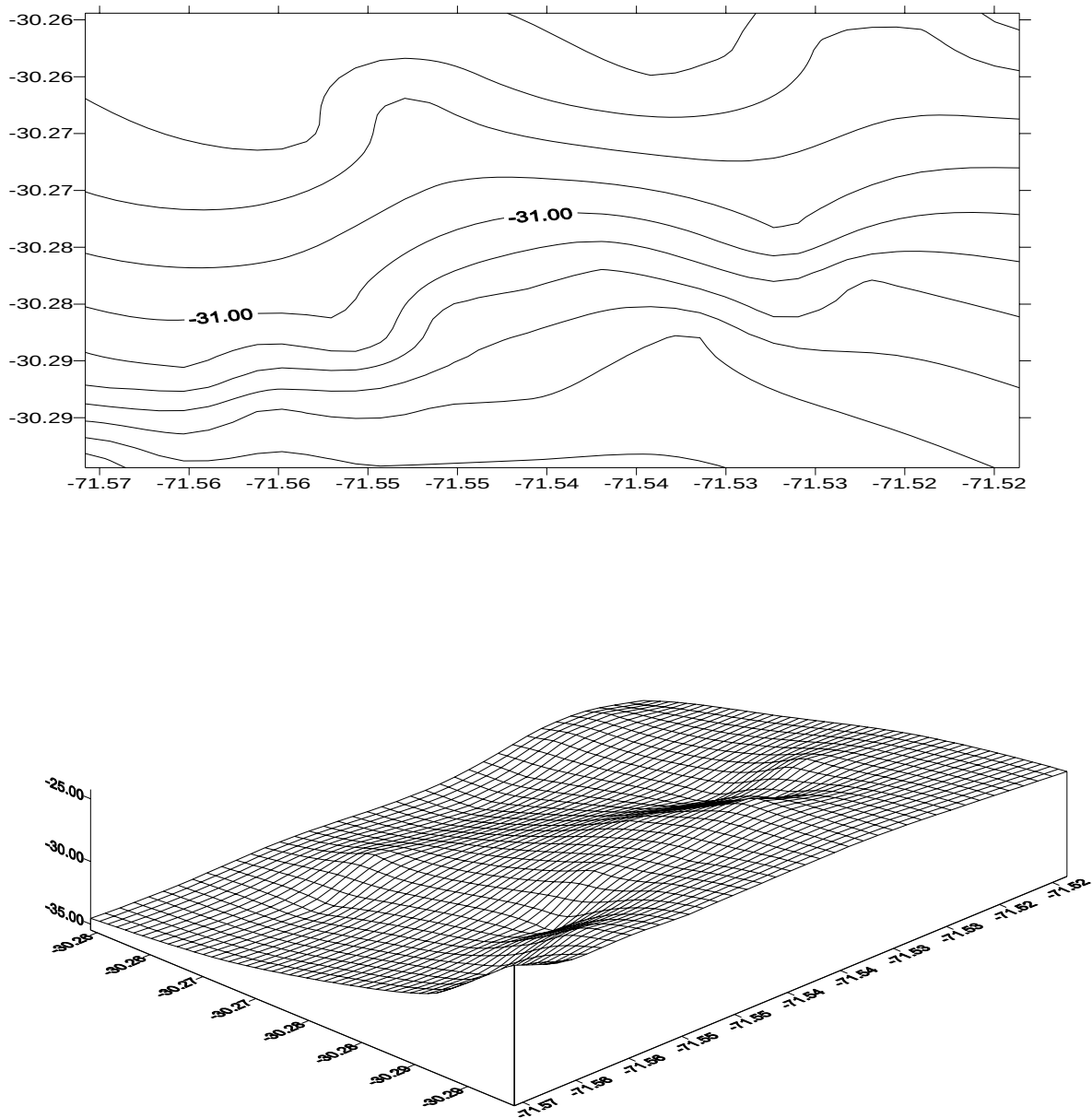


Figura 4.10. Sólidos particulados a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

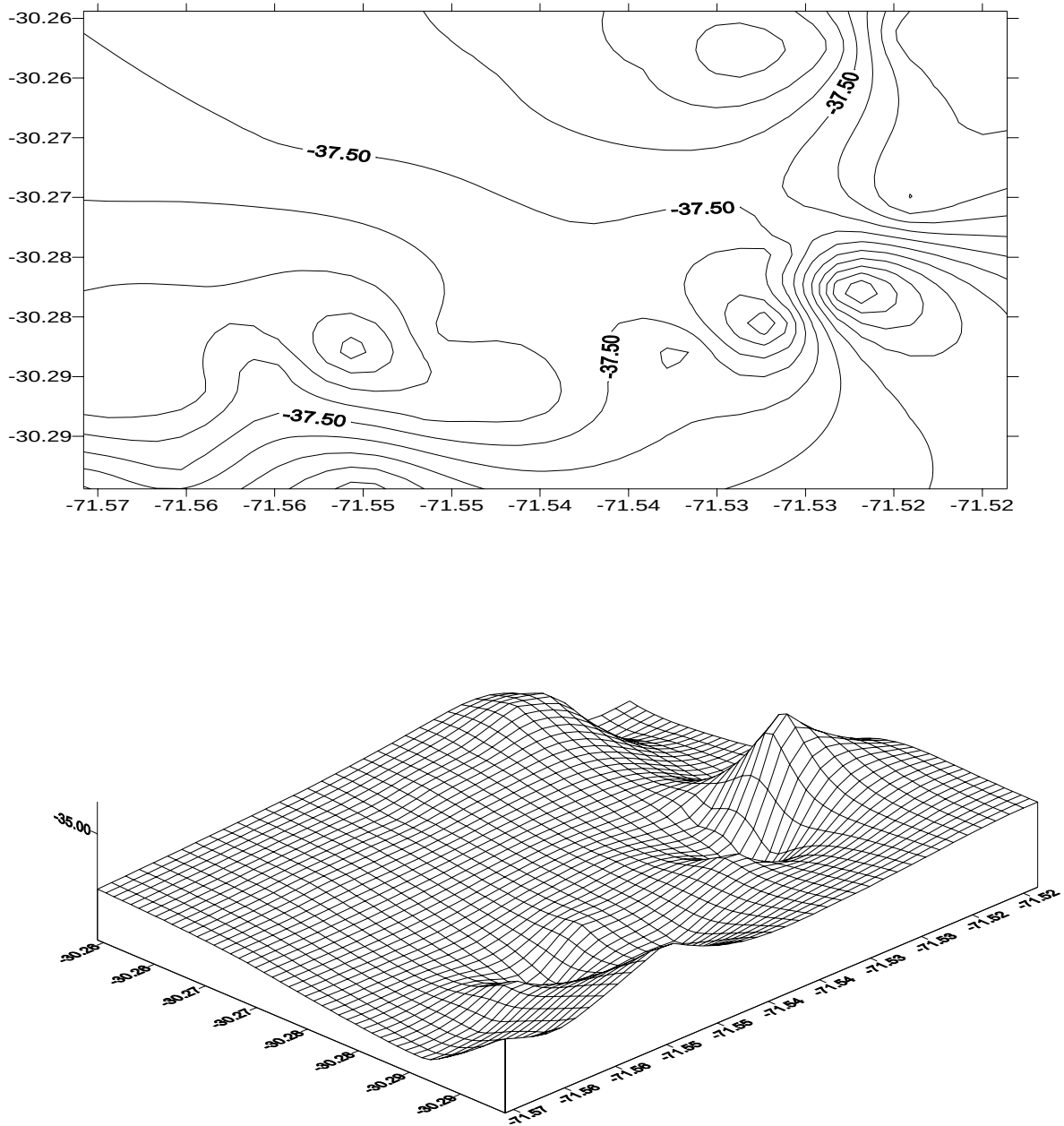


Figura 4.11. S3lidos particulados a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

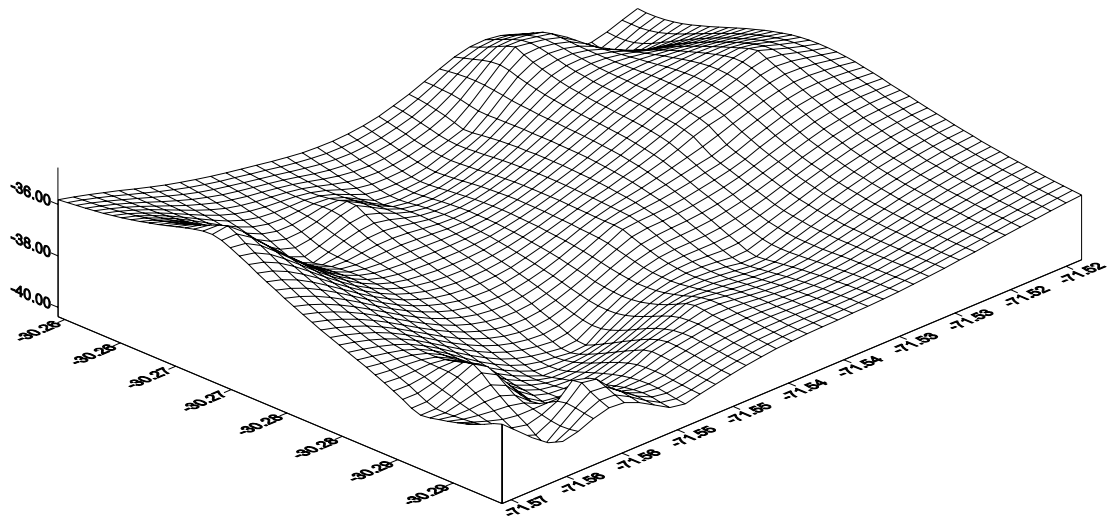
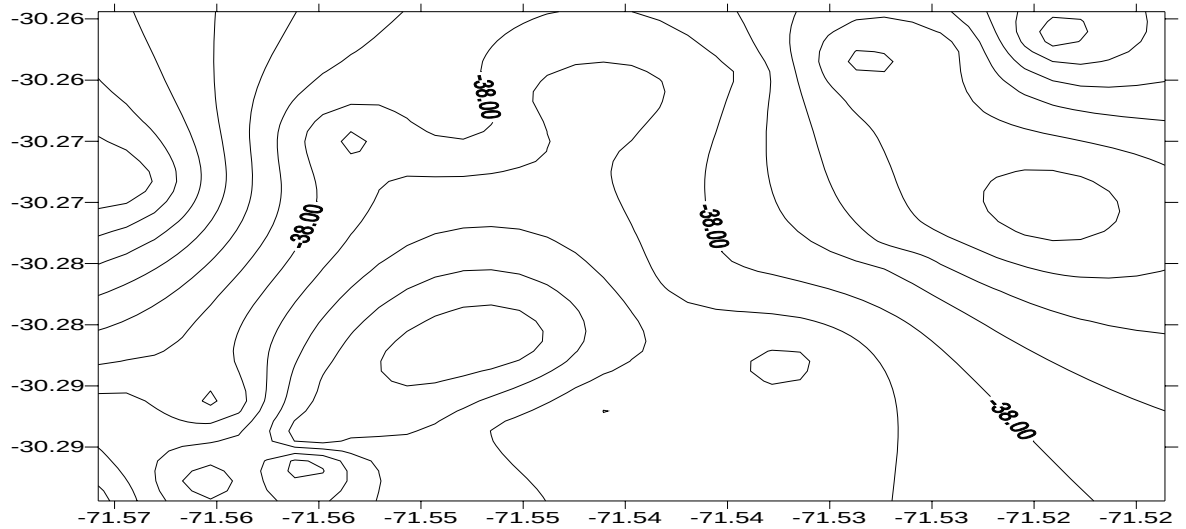


Figura 4.12. S3lidos particulados a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bah3a Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 5

OXÍGENO DISUELTO



Tabla 5.1.

Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Oxígeno (%) (1m)	Oxígeno (%) (6m)	Oxígeno (%) (Fondo)
1	73,0	86,2	
2	74,5	74,4	
3	79,2	78,0	
4	69,2	71,8	87,7
5	69,4	61,5	47,1
6	68,5	69,9	66,3

Tabla 5.2.

Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Oxígeno (%) (1m)	Oxígeno (%) (6m)	Oxígeno (%) (Fondo)
1	86,3	66,4	Indeterminado
2	77,3	61,8	Indeterminado
3	62,4	67,3	Indeterminado
4	66,2	64,5	Indeterminado
5	64,8	79,3	Indeterminado
6	63,2	67,2	73,5
7	68,5	66,6	64,5
8	74,1	61,4	67,5
9	67,1	65,1	68,5
10	67,5	58,1	68,5
11	59,3	63,4	59,2
12	67,3	64,5	58,5
13	62,5	64,4	58,6
14	65,5	64,1	53,3
15	70,0	65,5	Indeterminado
16	56,3	57,5	53,3
17	54,7	52,6	49,4
18	62,7	61,2	52,3
19	58,7	58,3	50,6
20	68,4	53,5	58,7
21	56,8	62,9	31,7
22	57,4	60,2	28,5
23	59,7	56,1	38,8
24	57,1	59,5	48,6
25	59,4	58,7	59,6
26	58,7	61,4	53,2
27	61,5	50,1	50,1
28	46,4	64,3	29,4
29	Indeterminado	53,2	33,4
30	63,6	58,5	52,4
31	58,4	54,2	41,4
32	64,1	59,8	41,9
33	66,1	56,1	53,6
34	70,1	55,4	54,2



Tabla 5.3.

Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Oxígeno (%) (1m)	Oxígeno (%) (6m)	Oxígeno (%) (Fondo)
1	62,2	60,2	57,3
2	65,1	64,8	57,9
3	63,3	61,9	58,3

Tabla 5.4.

Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Oxígeno (%) (1m)	Oxígeno (%) (6m)	Oxígeno (%) (Fondo)
1	72,8	71,8	72,2
2	71,2	70,9	71,2
3	Indeterminado	66,8	65,1
4	68,3	67,4	66,0
5	71,4	67,2	64,2
6	71,1	72,2	69,7
7	68,3	67,4	67,0
8	68,8	66,7	64,9
9	75,8	74,7	72,0
10	78,4	75,3	73,3
11	63,1	53,0	60,8
12	62,6	54,0	48,8
13	74,3	66,7	54,9
14	84,5	74,4	71,0
15	86,3	79,3	69,1
16	73,8	70,5	68,5
17	85,8	81,9	76,0
18	81,5	78,1	71,9
19	82,2	78,6	75,6
20	86,6	76,4	82,4
21	83,9	80,5	59,4
22	82,9	78,1	60,7
23	82,1	71,3	53,5
24	80,4	76,4	57,5
25	76,8	77,2	51,8
26	80,1	75,9	55,3
27	83,5	79,7	51,8
28	83,9	79,0	52,8
29	96,1	87,8	49,6
30	91,7	83,0	73,0



Tabla 5.5.

Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Oxígeno (%) (1m)	Oxígeno (%) (6m)	Oxígeno (%) (Fondo)
1	58,3	57,9	59,3
2	59,5	58,6	58,4
3	57,4	58,5	56,8
4	58,9	57,9	55,4
5	60,1	57,6	57,5
6	59,3	58,6	58,9
7	56,3	58,4	57,1
8	57,1	56,7	56,4
9	58,2	56,9	58,0
10	58,9	58,4	57,2
11	57,4	57,9	56,4
12	56,3	56,8	56,8
13	57,6	58,7	57,6
14	59,4	58,1	58,3
15	58,6	57,3	58,7

Tabla 5.6.

Oxígeno disuelto en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Oxígeno (%) (1m)	Oxígeno (%) (6m)	Oxígeno (%) (Fondo)
1	54,7	55,3	54,6
2	53,4	54,5	54,3
3	54,7	54,8	55,1
4	54,8	53,7	54,8
5	55,8	55,1	53,8
6	57,2	56,9	54,6
7	54,8	53,3	55,3
8	56,3	53,2	54,8
9	55,9	54,3	55,7
10	53,6	54,6	51,0
11	55,5	53,8	54,9
12	56,4	52,7	52,8
13	54,7	53,1	54,7
14	53,2	53,9	53,7
15	53,4	53,6	54,6

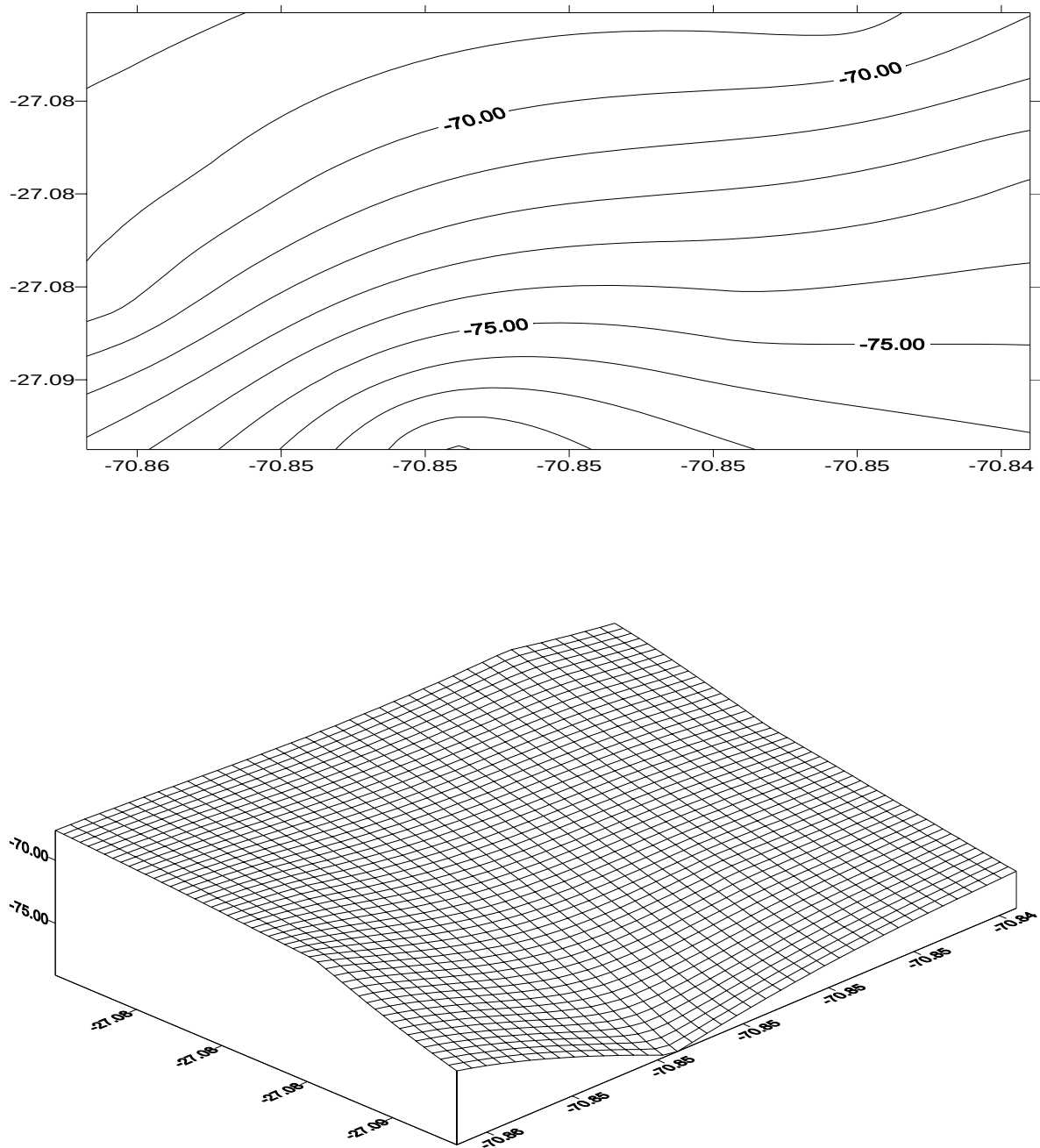


Figura 5.1. Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

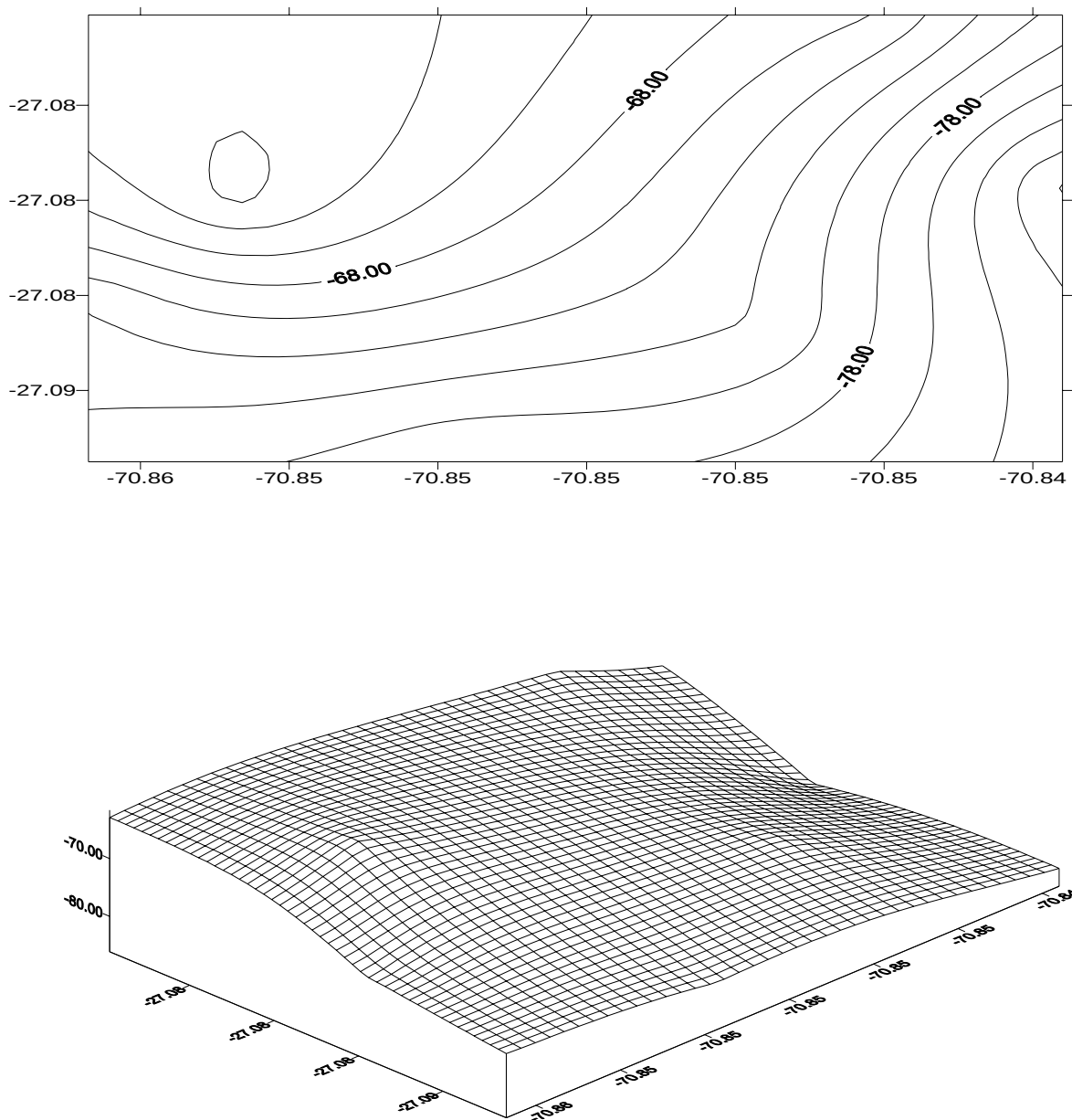


Figura 5.2. Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

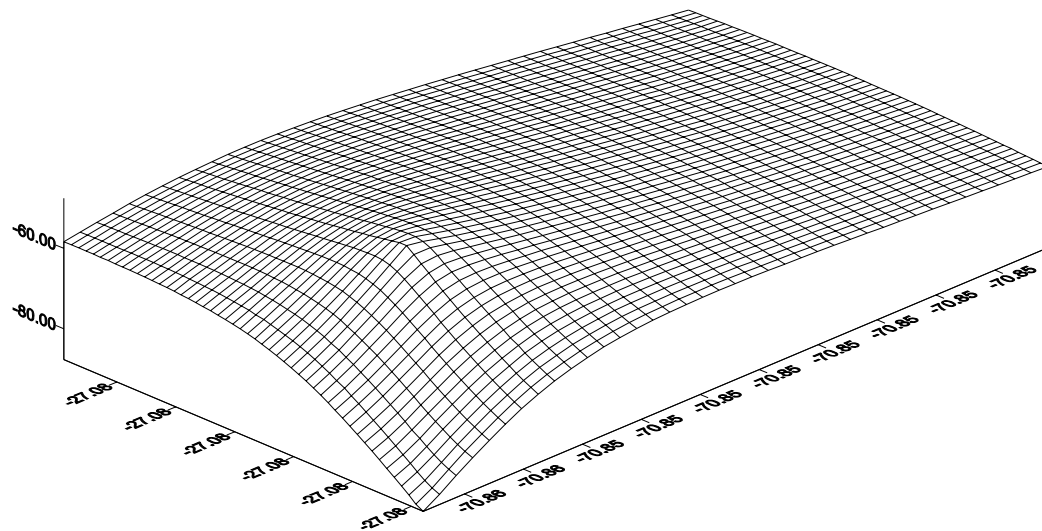
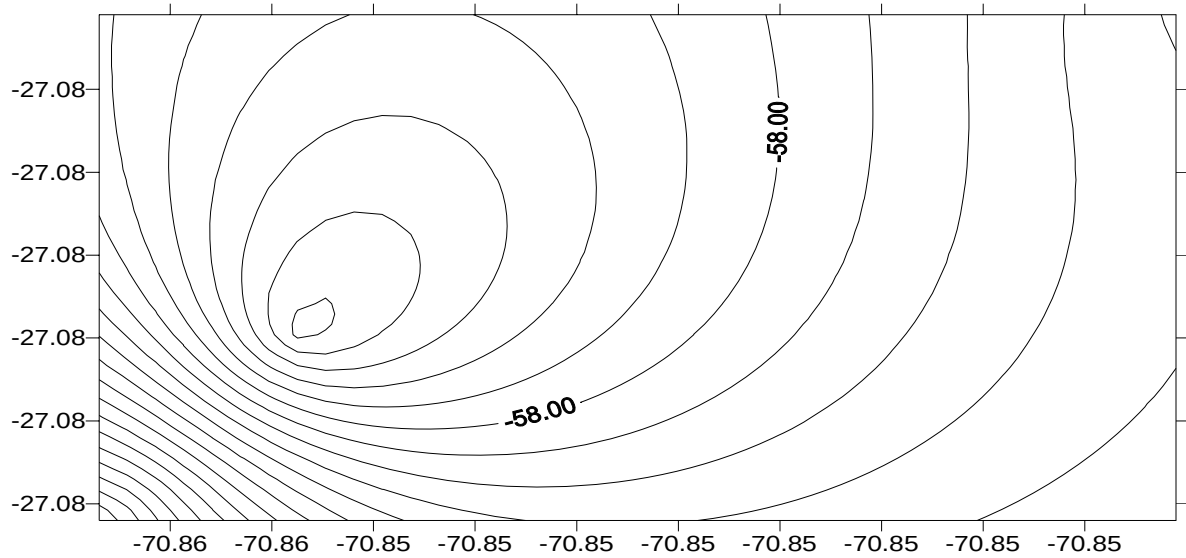


Figura 5.3. Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

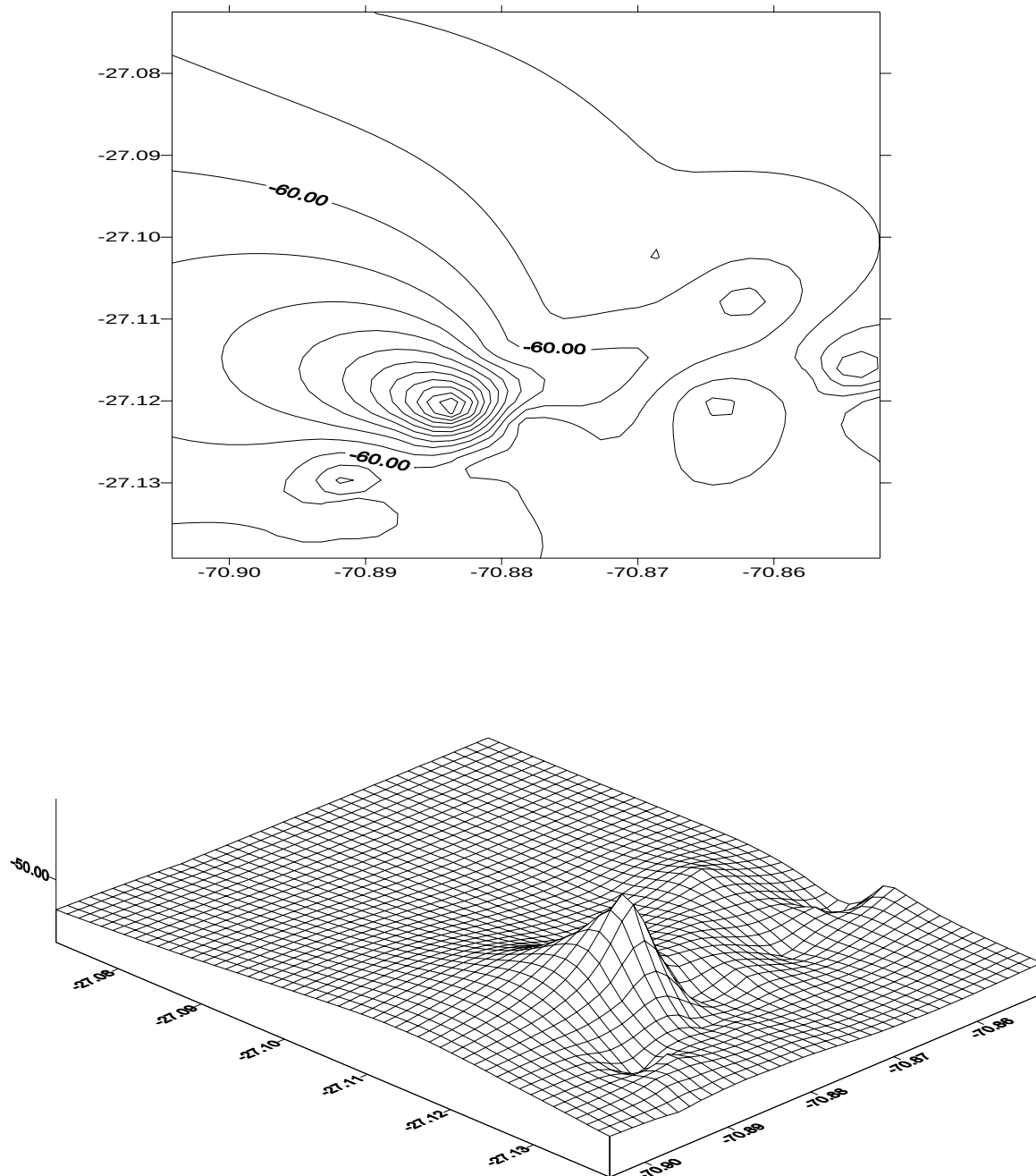


Figura 5.4. Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

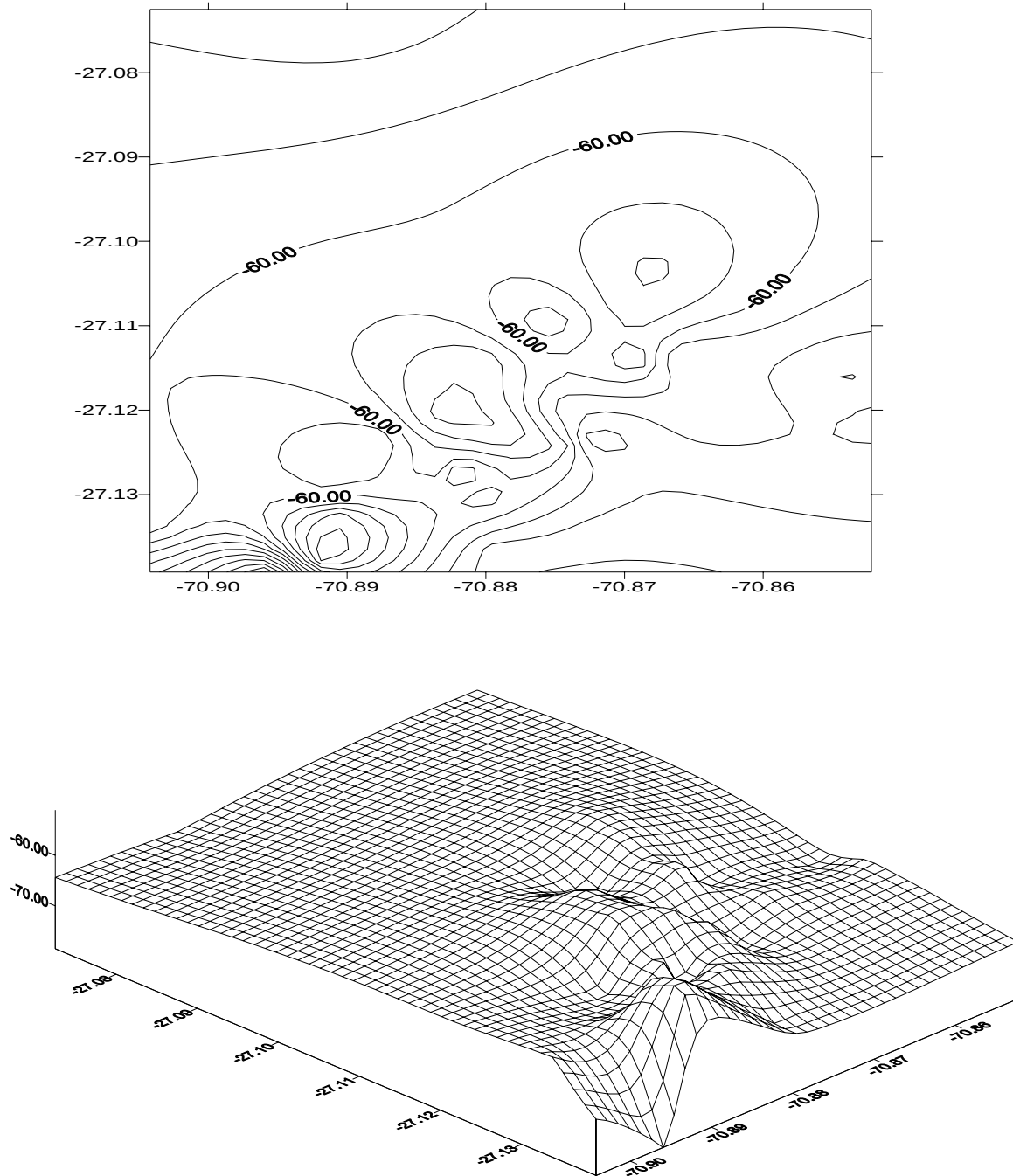


Figura 5.5. Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

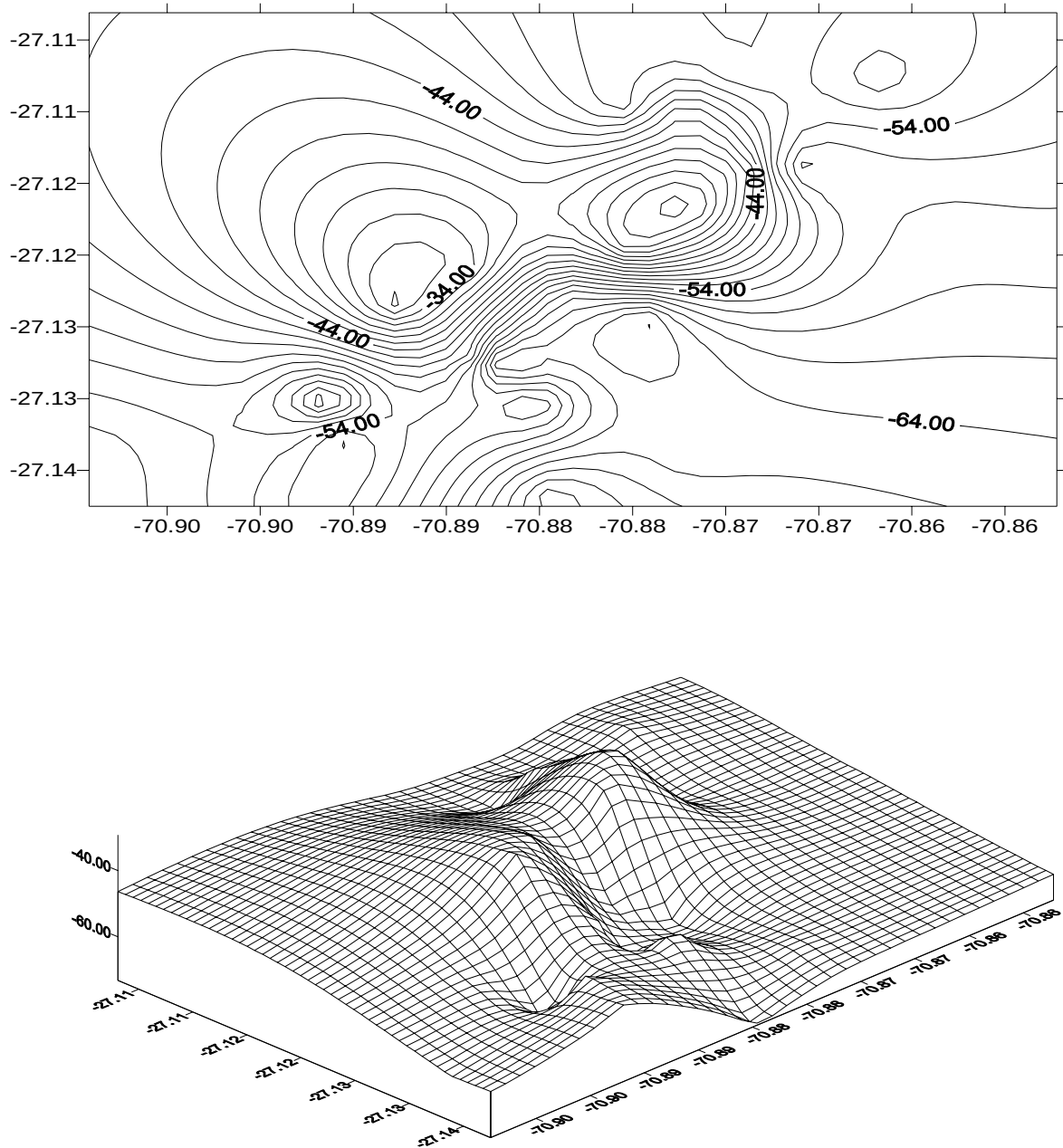


Figura 5.6. Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

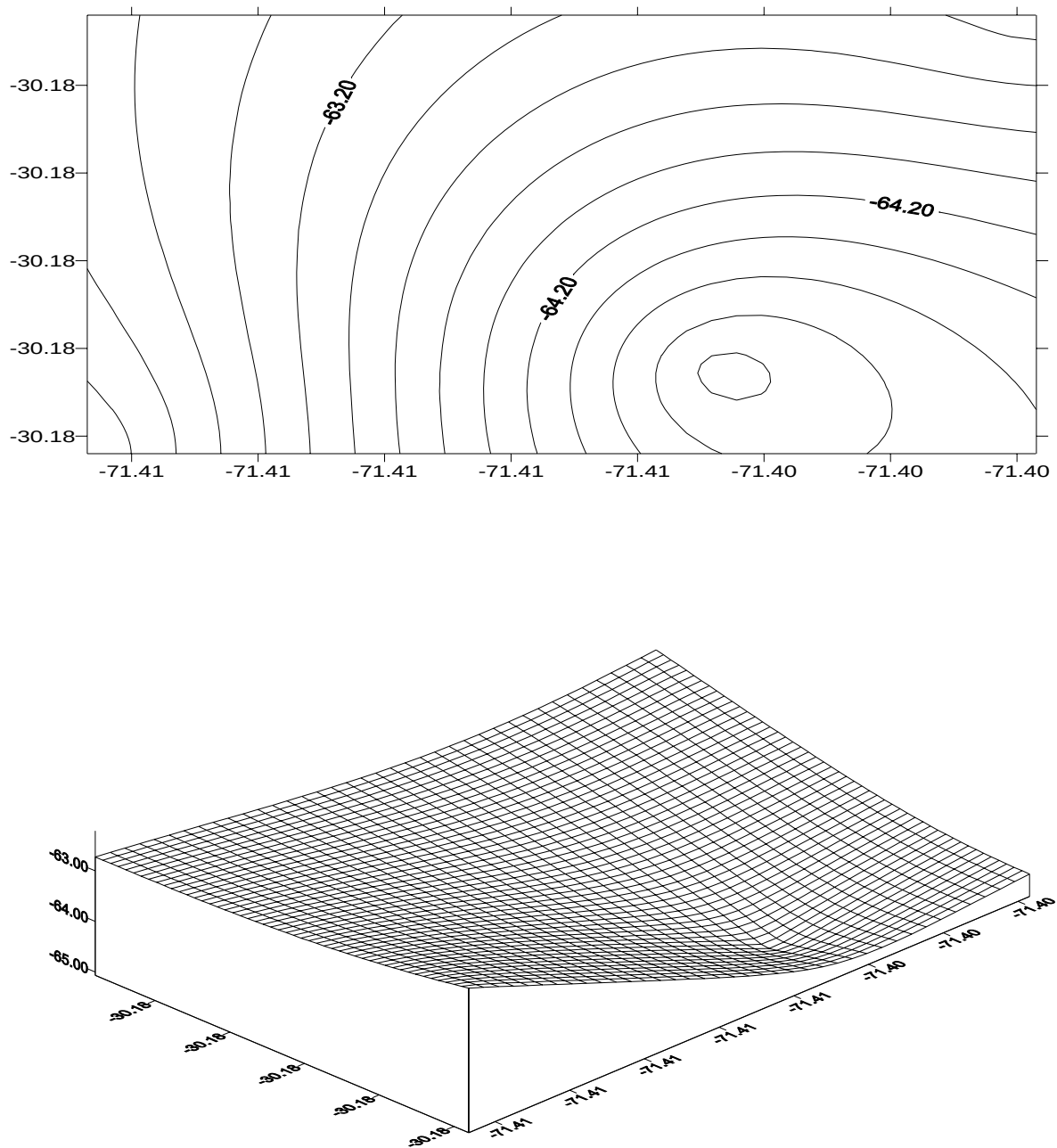


Figura 5.7. Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

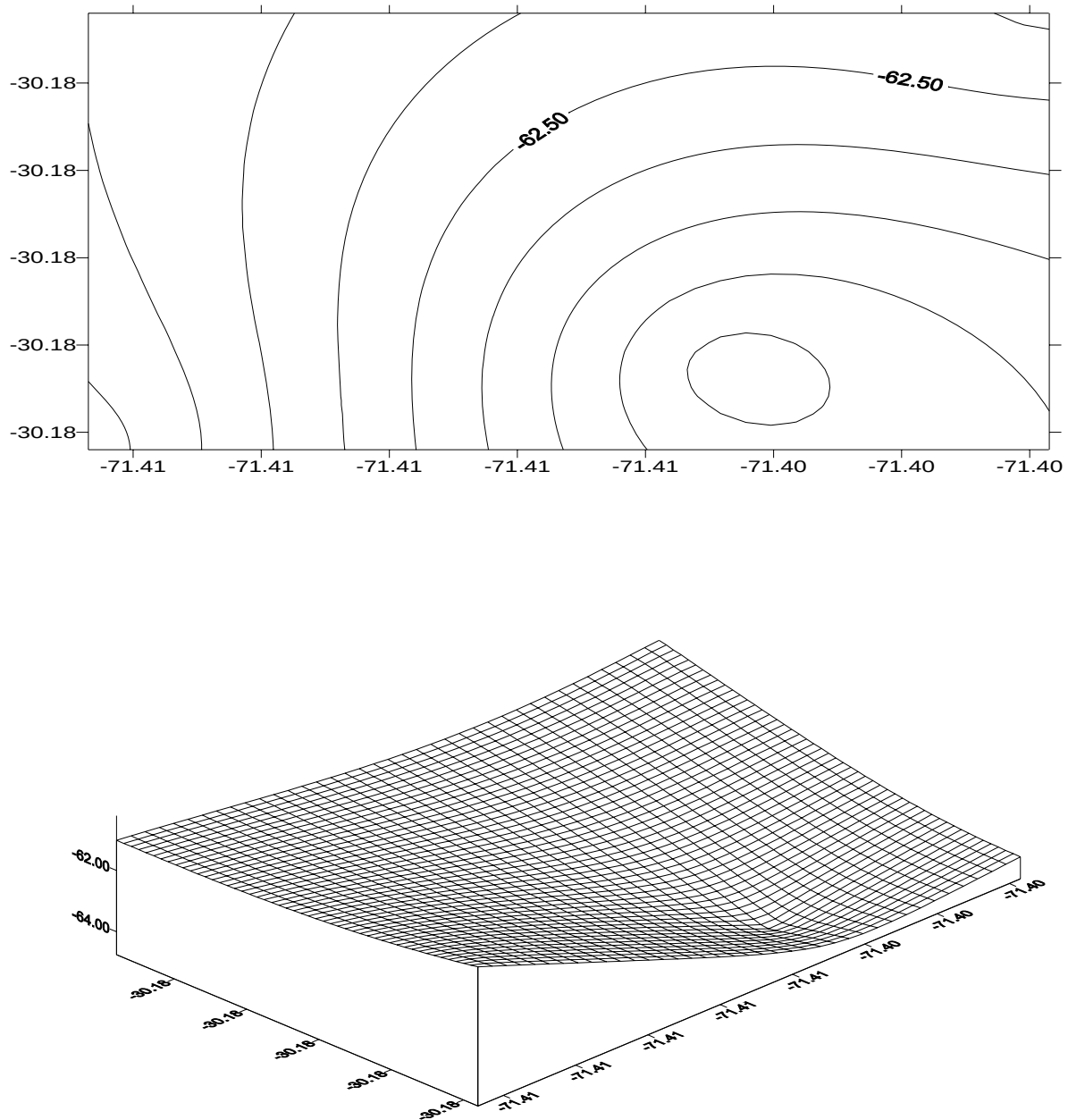


Figura 5.8. Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

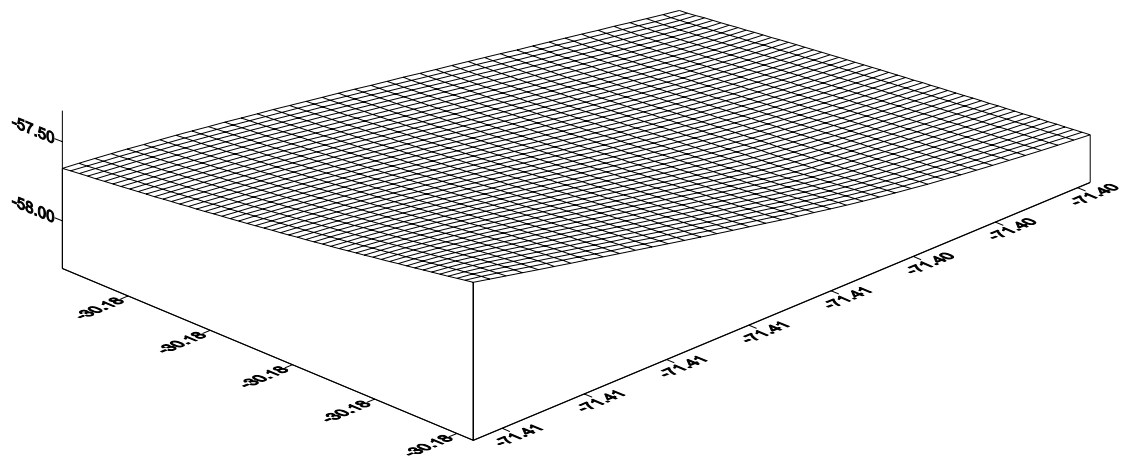
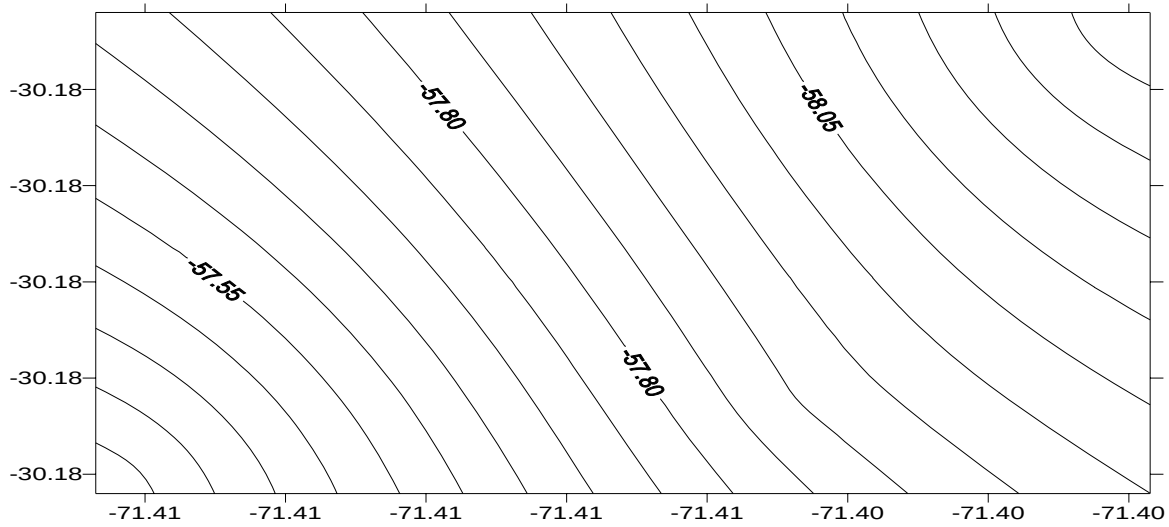


Figura 5.9. Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

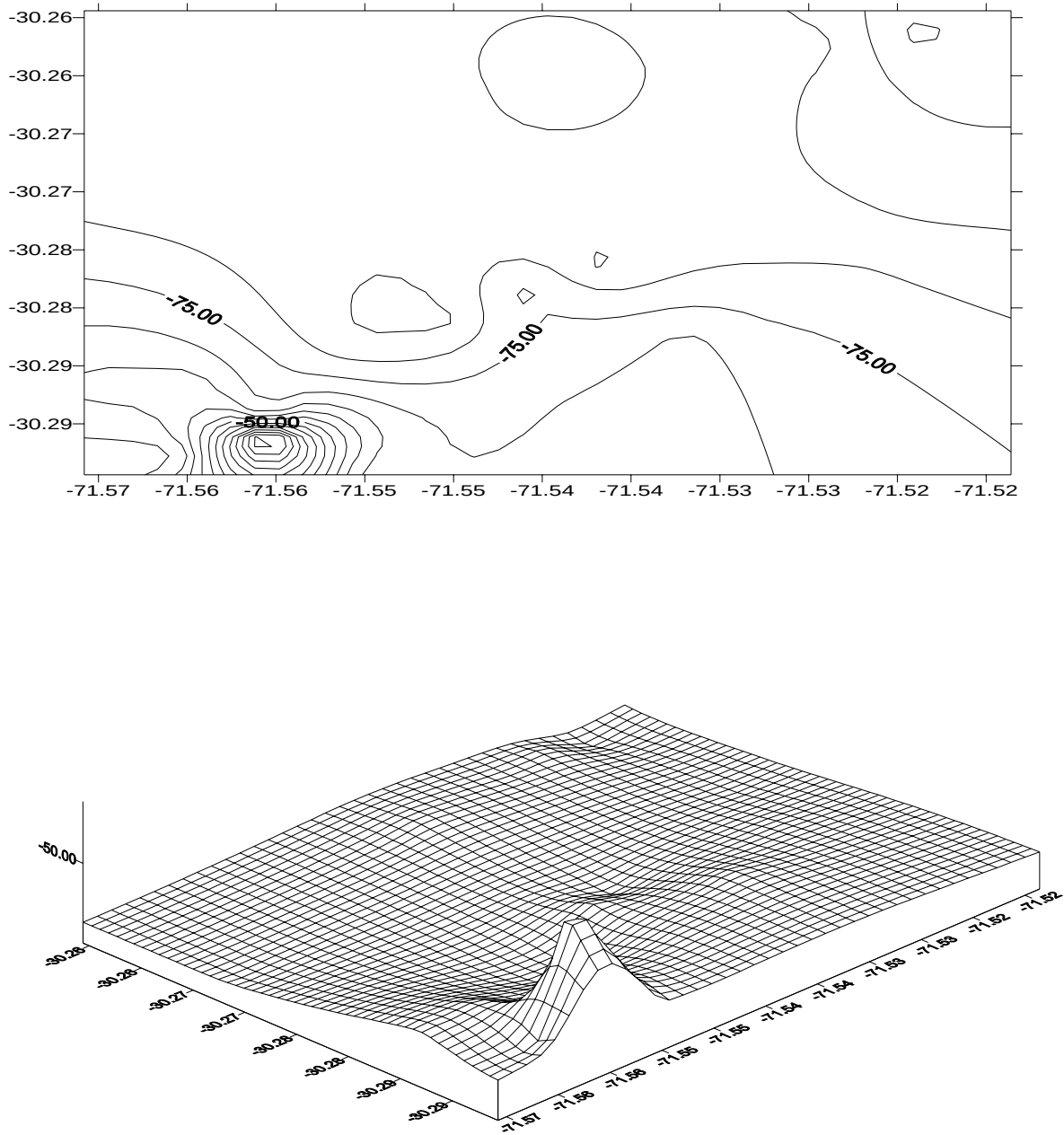


Figura 5.10. Oxígeno disuelto a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

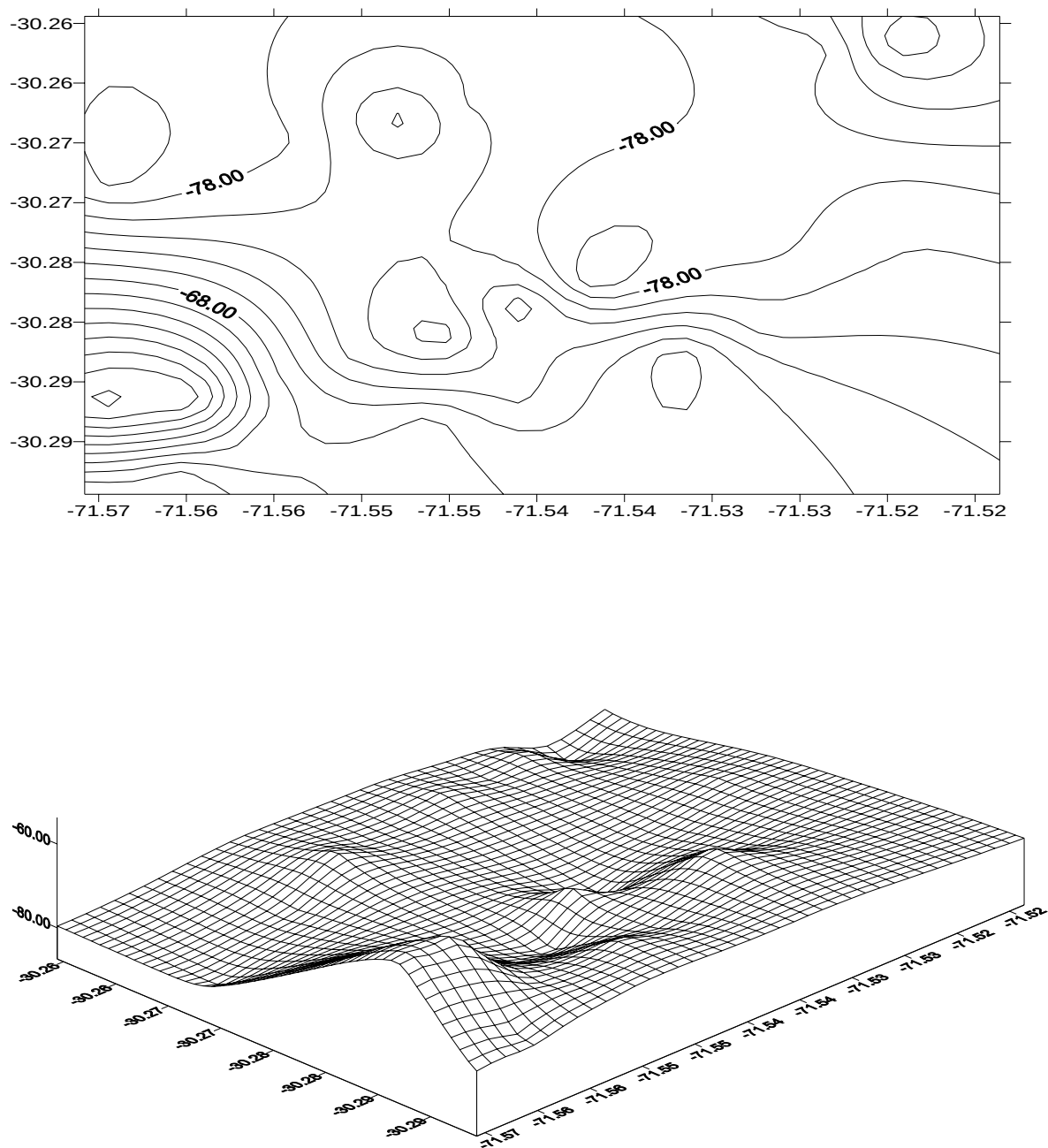


Figura 5.11. Oxígeno disuelto a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

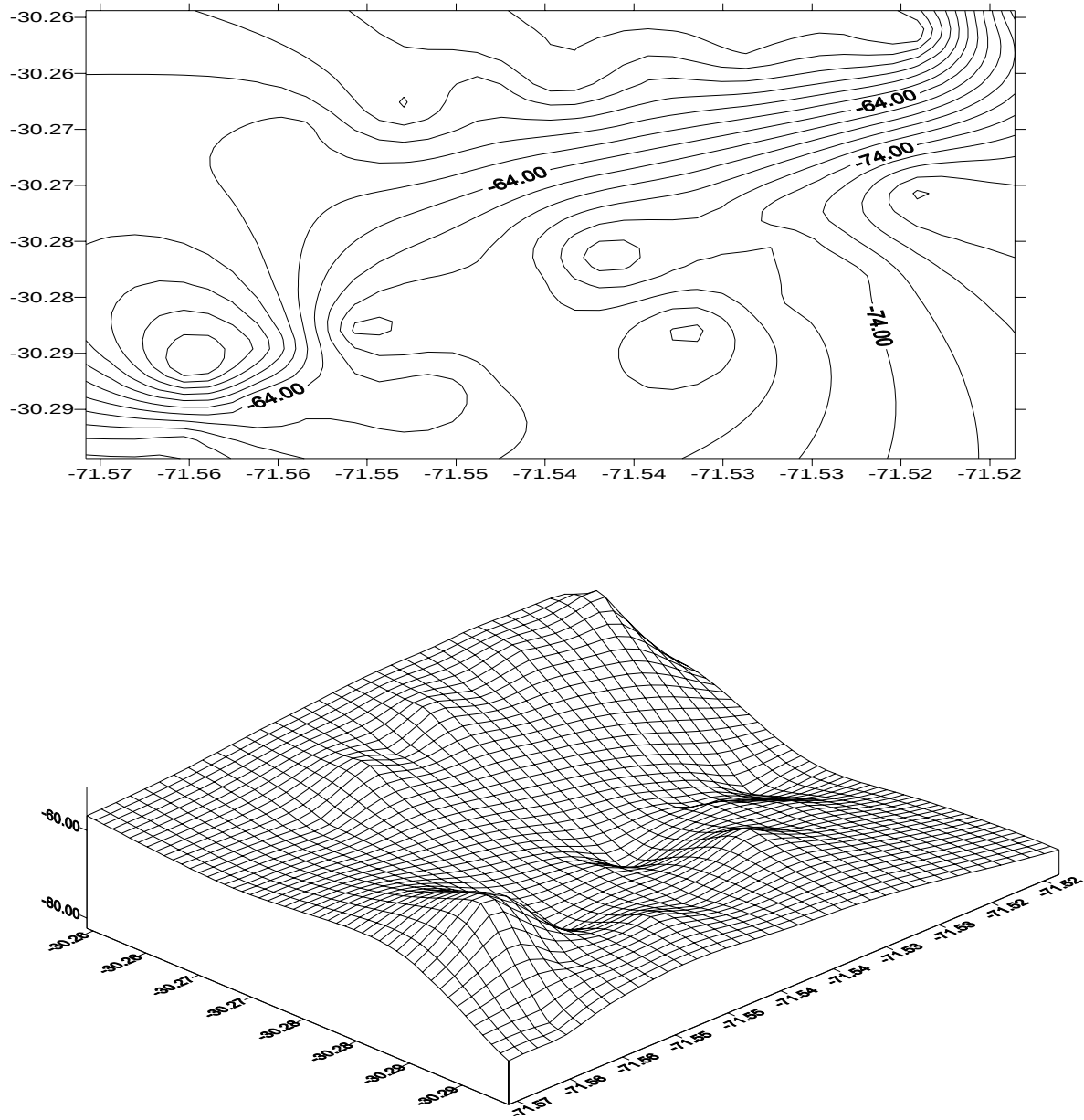


Figura 5.12. Oxígeno disuelto a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 6

CLOROFILA *a*



Tabla 6.1.
Clorofila a en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica3)
1	0,006	0,005	0,006	0,095	0,093	0,094	Indet.	Indet.	Indet.
2	0,012	0,012	0,011	0,017	0,017	0,019	Indet.	Indet.	Indet.
3	0,169	0,156	0,172	0,024	0,025	0,026	Indet.	Indet.	Indet.
4	0,004	0,005	0,004	0,149	0,152	0,0148	0,251	0,253	0,252
5	0,201	0,199	0,200	0,236	0,234	0,236	0,005	0,004	0,005
6	0,073	0,071	0,075	0,016	0,015	0,016	0,166	0,165	0,166

indet. = muestra no determinada.

Tabla 6.2.
Clorofila a en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica3)
1	0,036	0,035	0,036	0,082	0,08	0,085	Indet.	Indet.	Indet.
2	0,047	0,043	0,046	0,021	0,019	0,024	Indet.	Indet.	Indet.
3	0,408	0,406	0,408	0,024	0,021	0,027	Indet.	Indet.	Indet.
4	0,036	0,035	0,033	0,033	0,03	0,036	Indet.	Indet.	Indet.
5	0,134	0,132	0,136	0,074	0,071	0,077	Indet.	Indet.	Indet.
6	0,040	0,038	0,040	0,055	0,052	0,058	0,019	0,022	0,017
7	0,059	0,057	0,059	0,124	0,121	0,127	0,076	0,079	0,074
8	0,080	0,081	0,078	0,092	0,089	0,095	0,11	0,113	0,108
9	0,095	0,094	0,096	0,055	0,053	0,058	0,082	0,085	0,08
10	0,084	0,083	0,084	0,079	0,077	0,082	0,11	0,111	0,108
11	0,067	0,068	0,067	0,092	0,09	0,095	0,062	0,063	0,06
12	0,082	0,081	0,080	0,405	0,403	0,408	0,092	0,093	0,09
13	0,108	0,107	0,108	0,085	0,083	0,088	0,094	0,095	0,092
14	0,091	0,091	0,092	0,068	0,066	0,071	0,073	0,074	0,07
15	0,045	0,044	0,046	0,062	0,06	0,065	indet.	indet.	Indet.
16	0,072	0,071	0,076	0,106	0,104	0,109	0,105	0,108	0,102
17	0,089	0,082	0,088	0,028	0,026	0,031	0,054	0,057	0,051
18	0,057	0,056	0,054	0,075	0,071	0,077	0,108	0,111	0,105
19	0,105	0,103	0,107	0,075	0,073	0,077	0,104	0,107	0,101
20	0,100	0,099	0,102	0,105	0,103	0,107	0,093	0,096	0,091
21	0,100	0,101	0,101	0,069	0,067	0,071	0,099	0,102	0,097
22	0,094	0,091	0,093	0,089	0,087	0,091	0,075	0,078	0,073
23	0,087	0,088	0,087	0,081	0,079	0,083	0,096	0,099	0,094
24	0,122	0,122	0,123	0,112	0,11	0,115	0,138	0,137	0,136
25	0,082	0,082	0,083	0,051	0,049	0,054	0,071	0,07	0,069
26	0,049	0,049	0,047	0,042	0,04	0,045	0,072	0,071	0,07
27	0,045	0,046	0,044	0,108	0,106	0,111	0,105	0,104	0,103
28	0,062	0,061	0,065	0,053	0,051	0,056	0,066	0,065	0,064
29	0,057	0,053	0,051	0,068	0,068	0,071	0,058	0,057	0,056
30	0,035	0,033	0,037	0,030	0,03	0,033	0,035	0,034	0,033



31	0,044	0,041	0,046	0,043	0,041	0,046	0,065	0,064	0,063
32	0,045	0,041	0,043	0,037	0,035	0,04	0,055	0,054	0,053
33	0,039	0,031	0,038	0,033	0,031	0,036	0,043	0,042	0,041
34	0,035	0,034	0,031	0,041	0,039	0,044	0,037	0,04	0,035

indet. = muestra no determinada.



Tabla 6.3.
Clorofila a en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica3)
1	0,029	0,031	0,030	0,033	0,035	0,031	0,045	0,041	0,045
2	0,001	0,002	0,002	0,006	0,005	0,005	0,085	0,083	0,084
3	0,102	0,101	0,097	indet.	indet.	indet.	0,197	0,196	0,198

indet. = muestra no determinada.

Tabla 6.4.
Clorofila a en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (1m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (6m-réplica3)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica1)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica2)	Clorofila a (mg/L) (Fondo-réplica3)
1	0,25	0,252	0,25	0,298	0,3	0,298	0,116	0,118	0,116
2	0,165	0,167	0,165	0,205	0,207	0,205	0,155	0,157	0,155
3	0,098	0,1	0,098	0,15	0,152	0,15	0,168	0,17	0,168
4	0,143	0,145	0,143	0,084	0,086	0,084	0,105	0,107	0,105
5	0,114	0,117	0,114	0,164	0,167	0,164	0,189	0,192	0,189
6	0,141	0,144	0,141	0,149	0,152	0,149	0,076	0,079	0,076
7	0,454	0,457	0,454	0,134	0,137	0,134	0,084	0,087	0,084
8	0,049	0,052	0,05	0,11	0,113	0,111	0,041	0,044	0,042
9	0,348	0,351	0,349	0,287	0,29	0,288	0,187	0,19	0,188
10	0,173	0,176	0,174	0,107	0,11	0,108	0,048	0,051	0,049
11	0,013	0,016	0,014	0,014	0,017	0,015	0,265	0,268	0,266
12	0,14	0,143	0,141	0,188	0,191	0,189	0,232	0,235	0,233
13	0,042	0,045	0,04	0,1	0,103	0,098	0,204	0,207	0,202
14	0,013	0,016	0,011	0,096	0,099	0,094	0,203	0,206	0,201
15	0,339	0,339	0,337	0,07	0,07	0,068	0,249	0,249	0,247
16	0,235	0,235	0,233	0,009	0,009	0,007	0,091	0,091	0,089
17	0,091	0,091	0,089	0,204	0,204	0,202	0,031	0,031	0,029
18	0,152	0,152	0,15	0,162	0,162	0,16	0,2	0,2	0,198
19	0,233	0,233	0,231	0,225	0,225	0,223	0,086	0,086	0,084
20	0,148	0,148	0,146	0,124	0,124	0,122	0,078	0,078	0,076
21	0,112	0,112	0,109	0,086	0,086	0,083	0,046	0,046	0,043
22	0,047	0,047	0,044	0,061	0,061	0,058	0,067	0,067	0,064
23	0,147	0,147	0,144	0,137	0,137	0,134	0,132	0,132	0,129
24	0,163	0,161	0,16	0,133	0,131	0,13	0,135	0,133	0,132
25	0,3	0,298	0,297	0,182	0,18	0,179	0,014	0,012	0,011
26	0,065	0,063	0,062	0,016	0,014	0,013	0,052	0,05	0,049
27	0,042	0,04	0,039	0,255	0,253	0,252	0,106	0,104	0,103
28	0,181	0,179	0,178	0,089	0,087	0,086	0,079	0,077	0,076
29	0,047	0,045	0,044	0,067	0,065	0,064	0,063	0,061	0,06
30	0,012	0,01	0,009	0,027	0,025	0,024	0,036	0,034	0,033



Tabla 6.5.
Clorofila *a* en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Clorofila <i>a</i> (mg/L) (superficie)	Clorofila <i>a</i> (mg/L) (profundidad media)	Clorofila <i>a</i> (mg/L) (fondo)
1	0,012	0,015	0,098
2	0,009	0,010	0,007
3	0,009	0,011	0,013
4	0,018	0,012	0,014
5	0,012	0,017	0,009
6	0,021	0,016	0,012
7	0,013	0,015	0,013
8	0,008	0,009	0,008
9	0,010	0,011	0,009
10	0,013	0,012	0,015
11	0,016	0,018	0,012
12	0,009	0,010	0,008
13	0,012	0,014	0,011
14	0,019	0,021	0,014
15	0,013	0,017	0,013

Tabla 6.6.
Clorofila *a* en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Clorofila <i>a</i> (mg/L) (superficie)	Clorofila <i>a</i> (mg/L) (profundidad media)	Clorofila <i>a</i> (mg/L) (fondo)
1	0,018	0,016	0,014
2	0,012	0,014	0,009
3	0,013	0,016	0,019
4	0,012	0,014	0,019
5	0,011	0,015	0,013
6	0,019	0,023	0,021
7	0,017	0,019	0,025
8	0,021	0,025	0,029
9	0,018	0,019	0,014
10	0,021	0,025	0,024
11	0,012	0,010	0,013
12	0,021	0,015	0,016
13	0,023	0,012	0,019
14	0,013	0,015	0,009
15	0,008	0,009	0,011

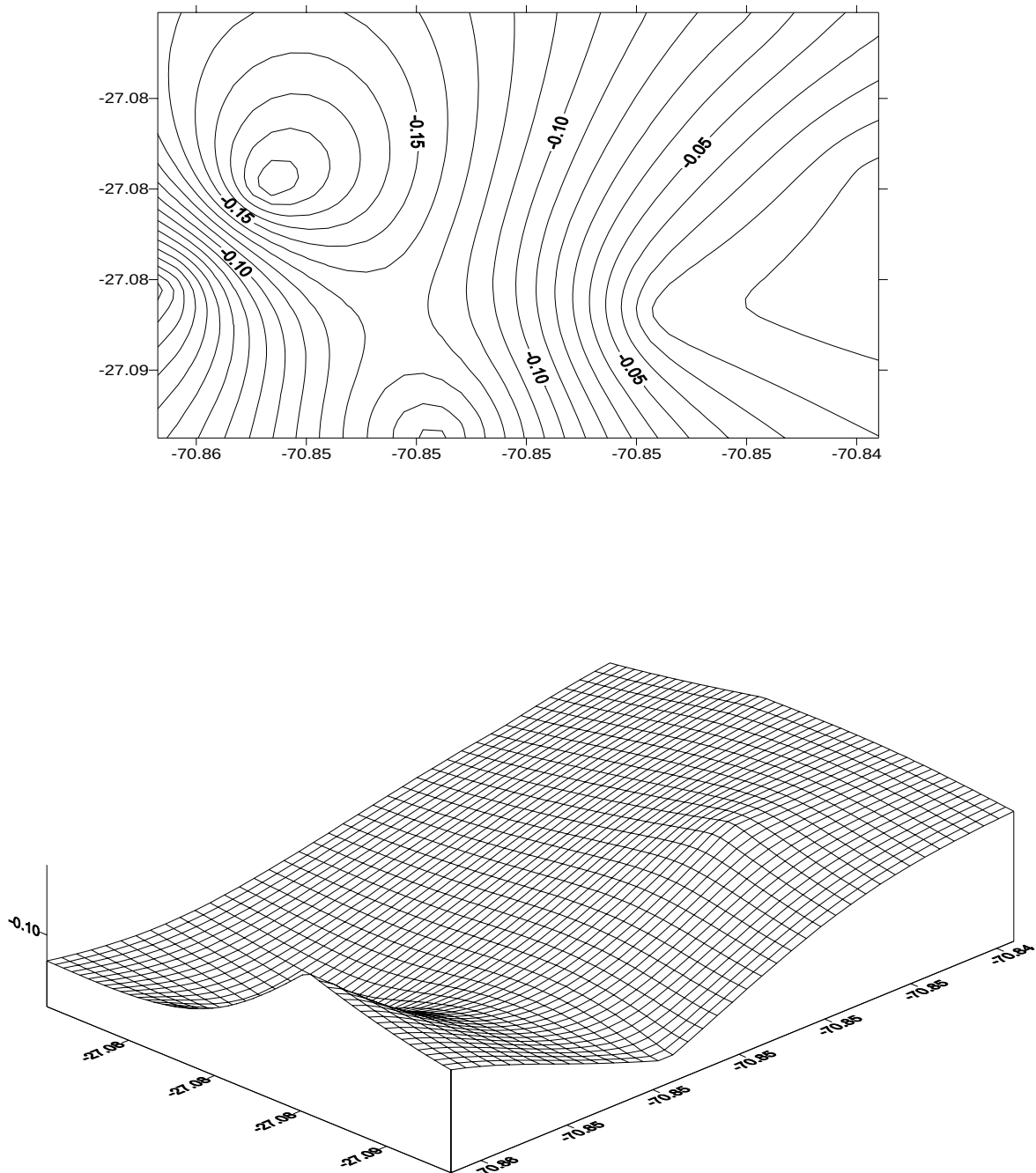


Figura 6.1. Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

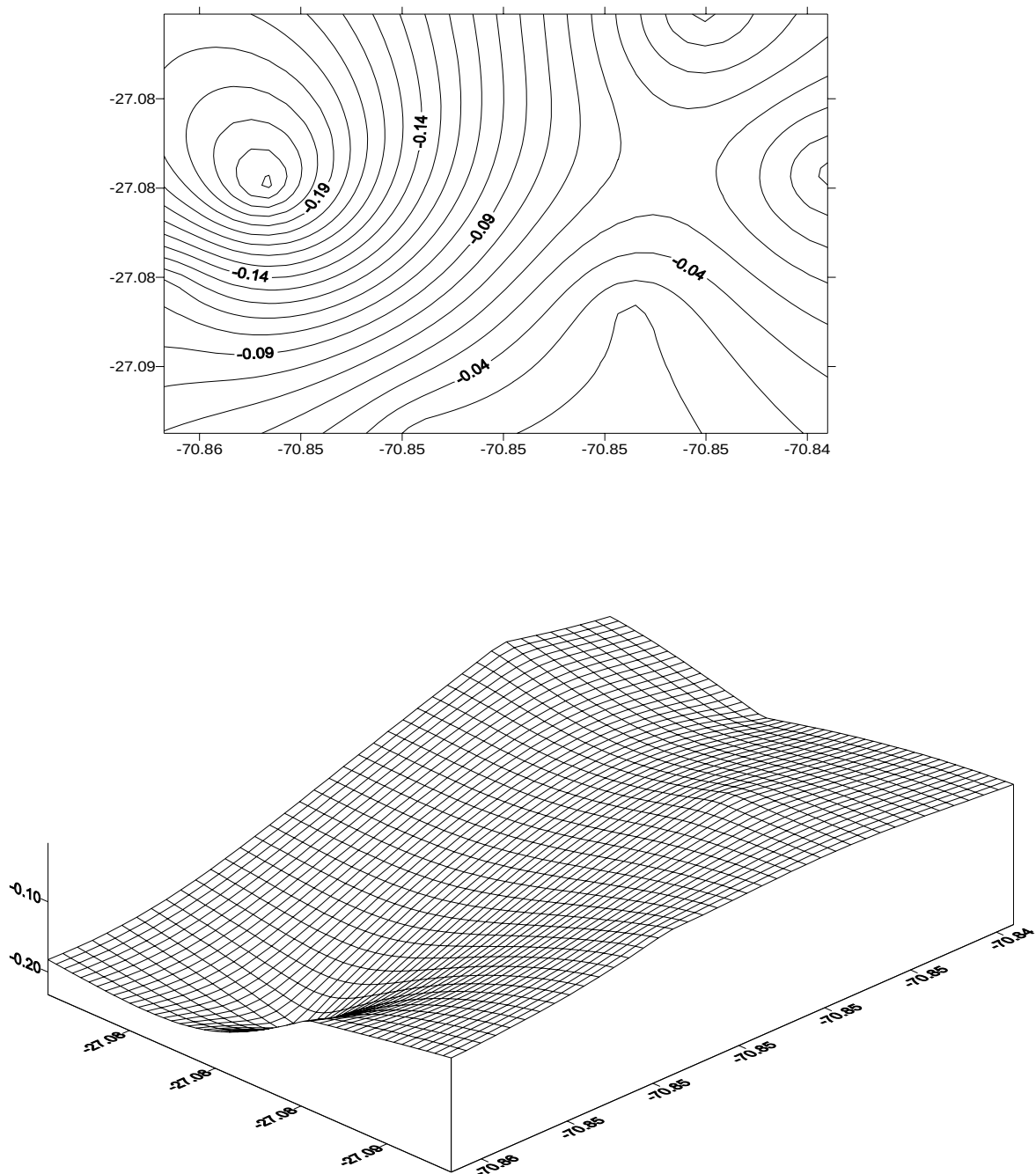


Figura 6.2. Clorofila a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

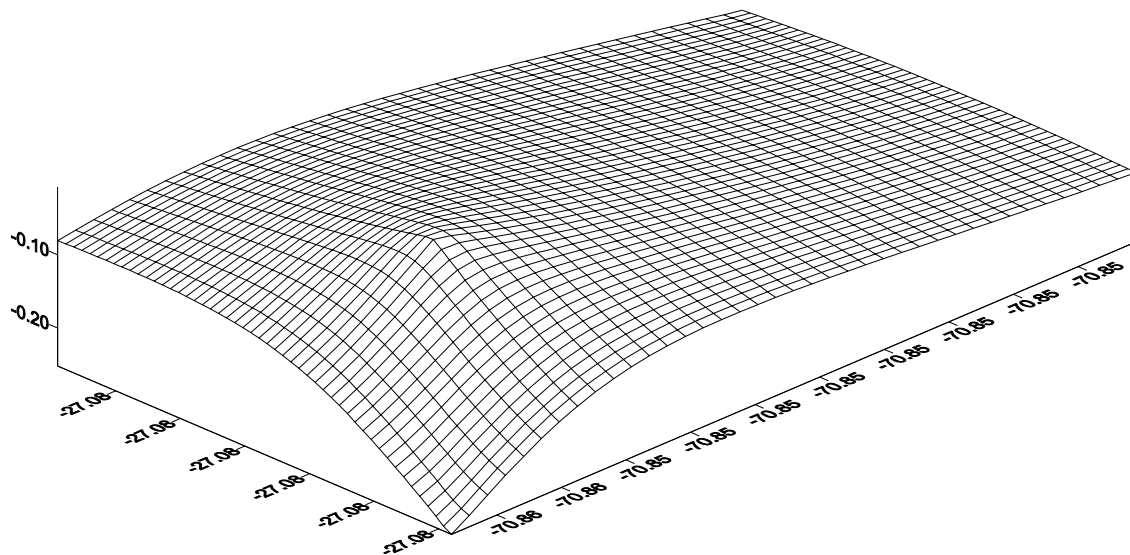
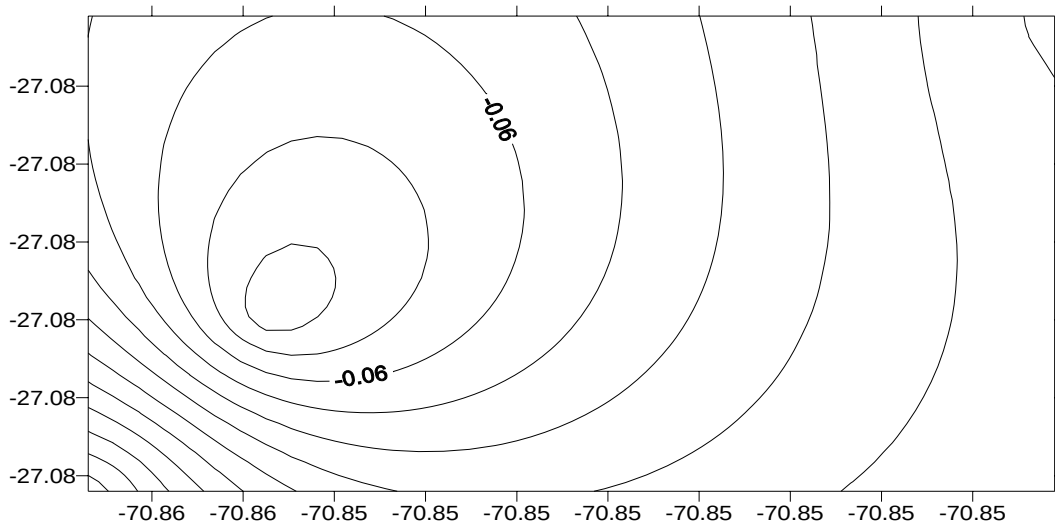


Figura 6.3. Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

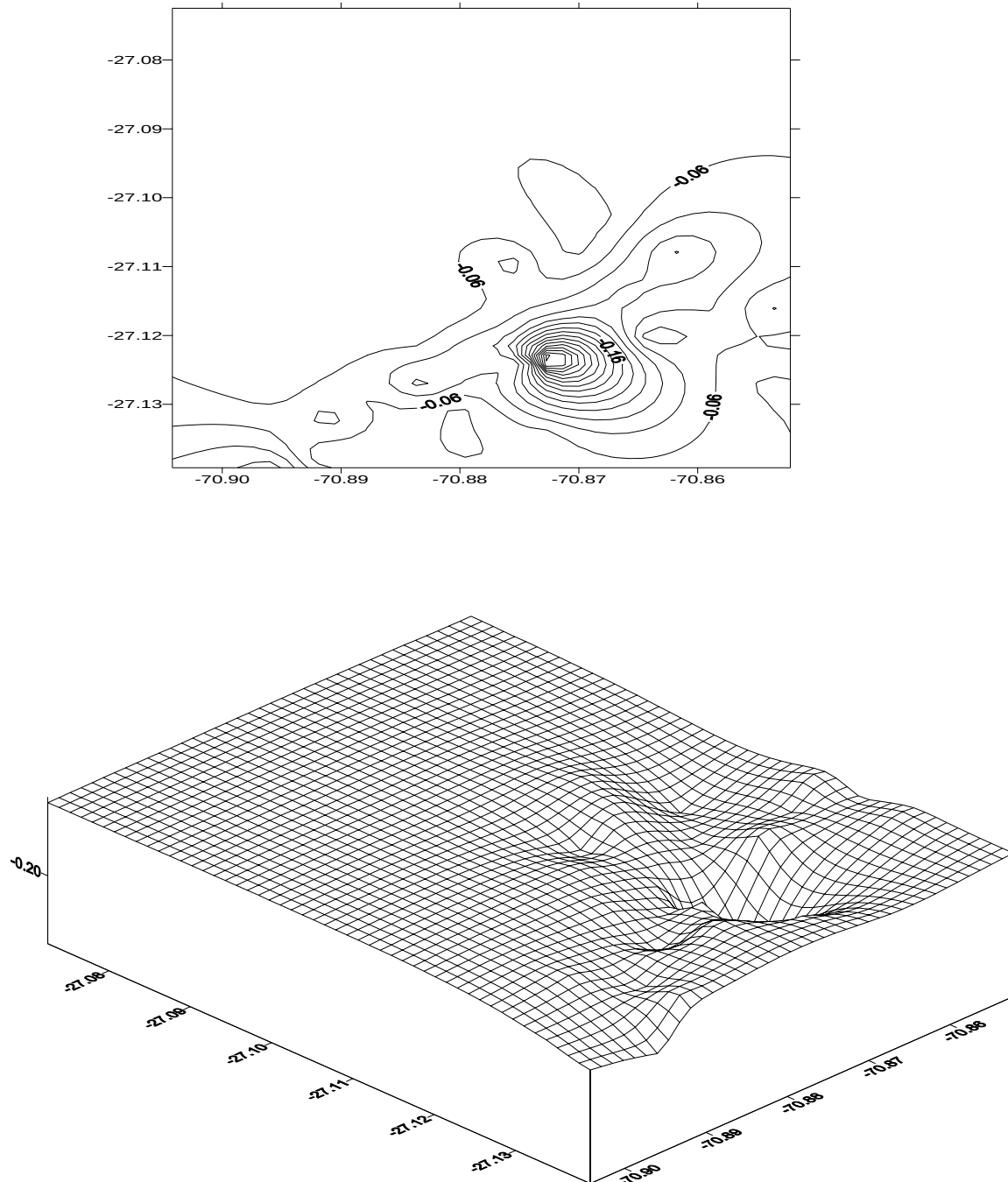


Figura 6.4. Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

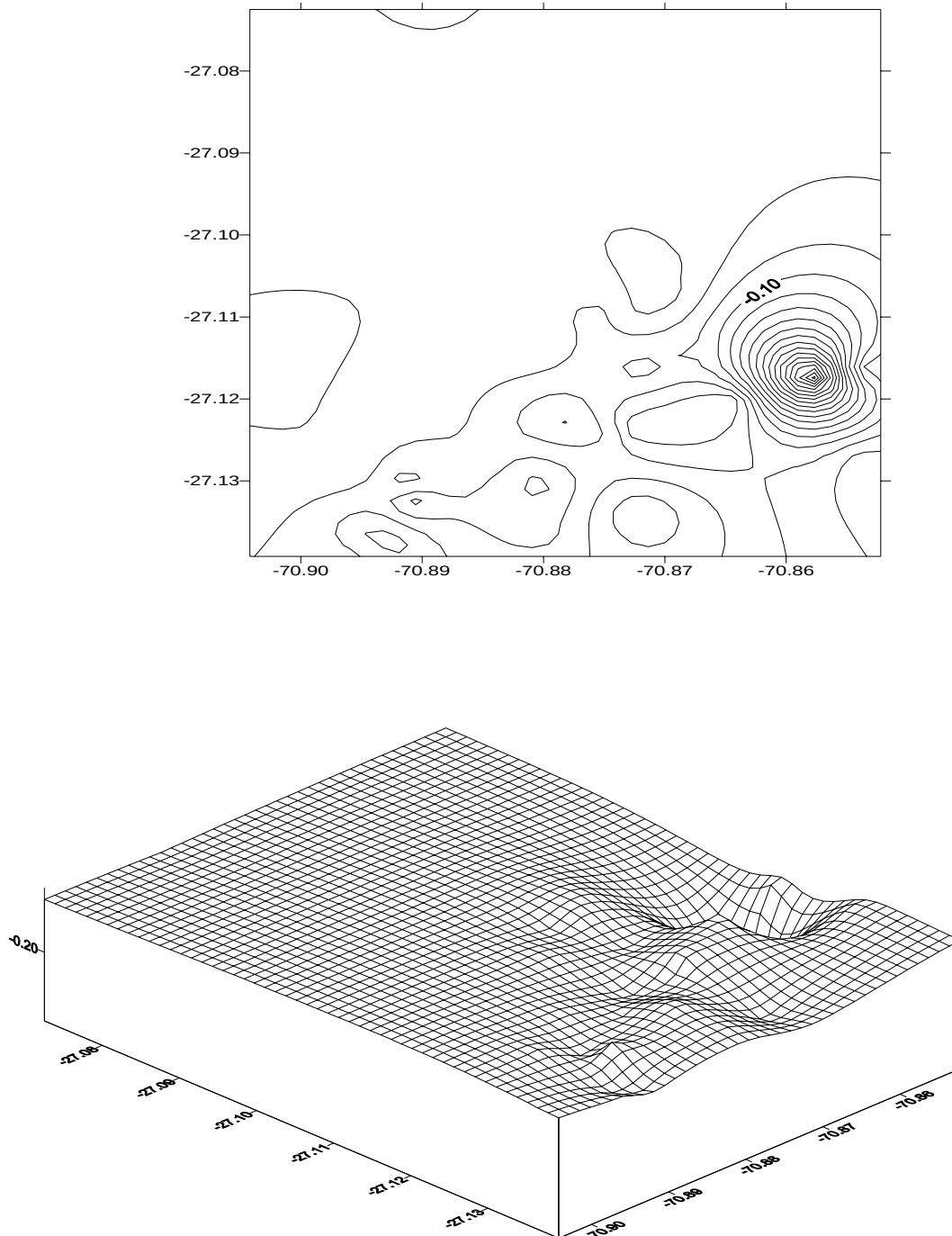


Figura 6.5. Clorofila a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

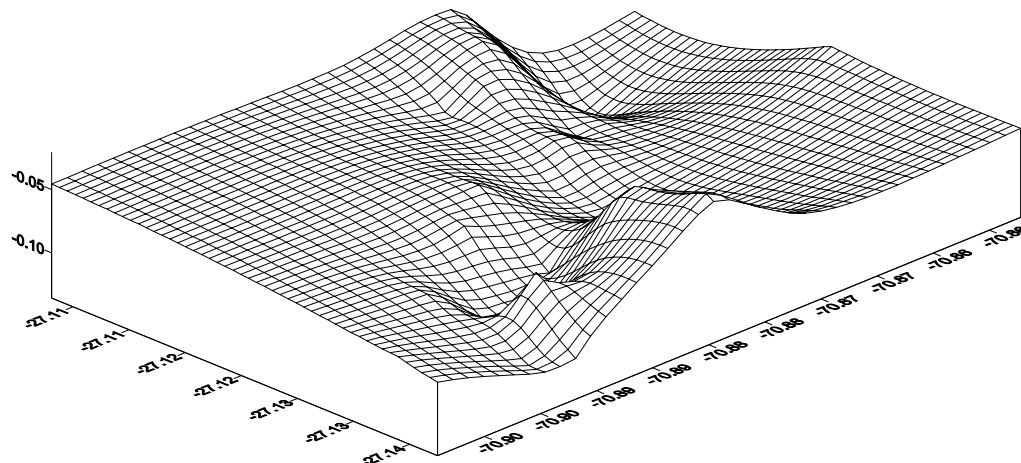
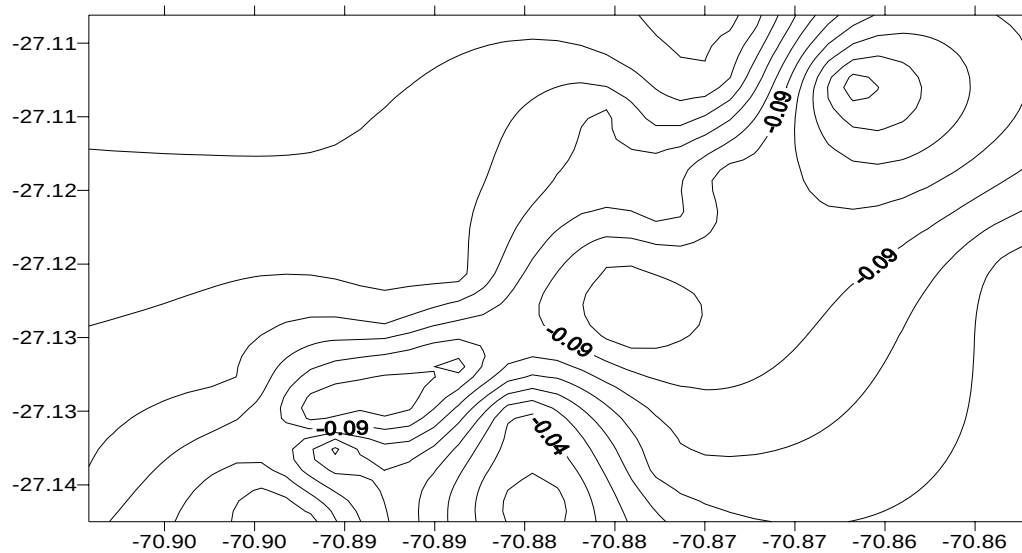


Figura 6.6. Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

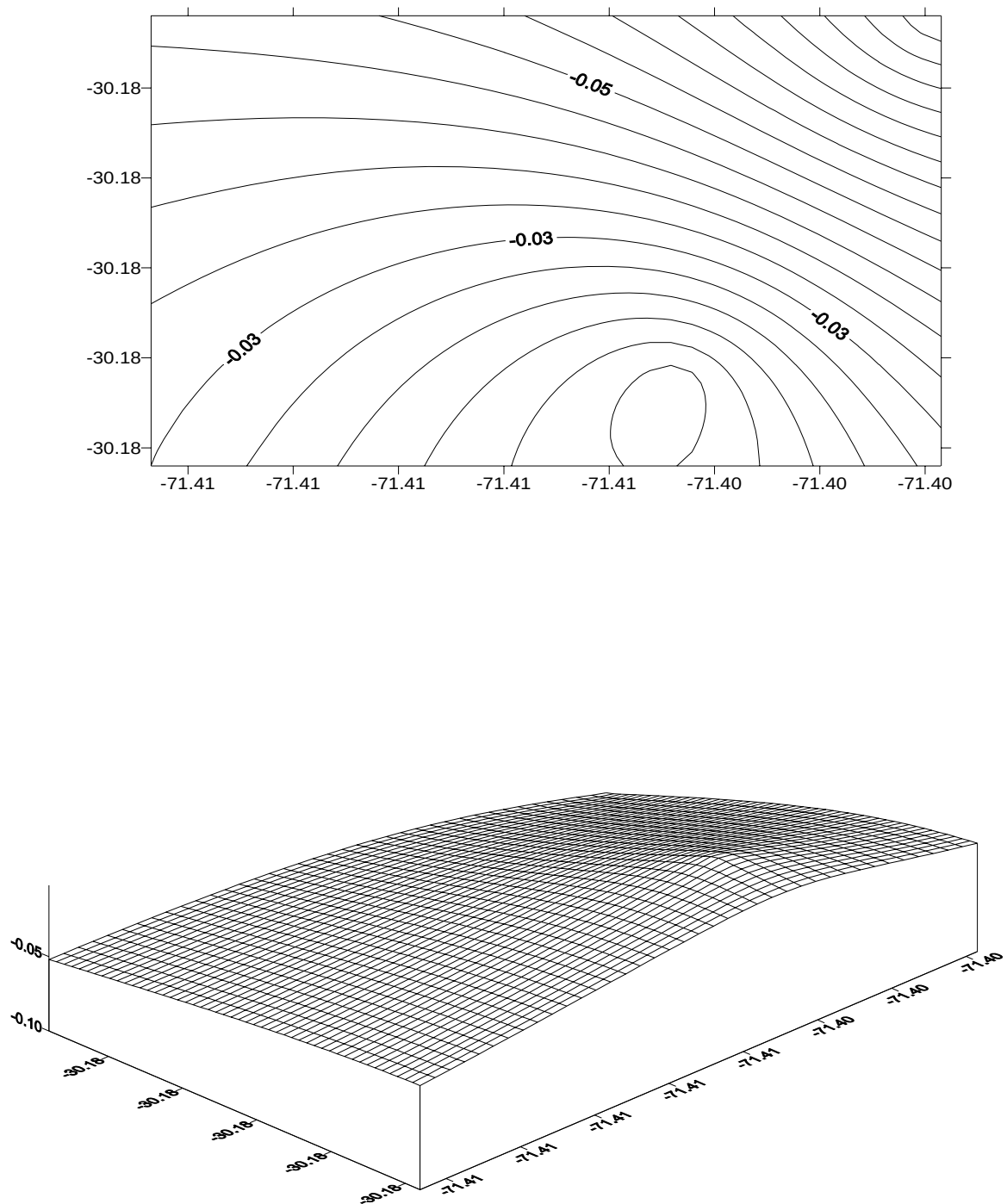


Figura 6.7. Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

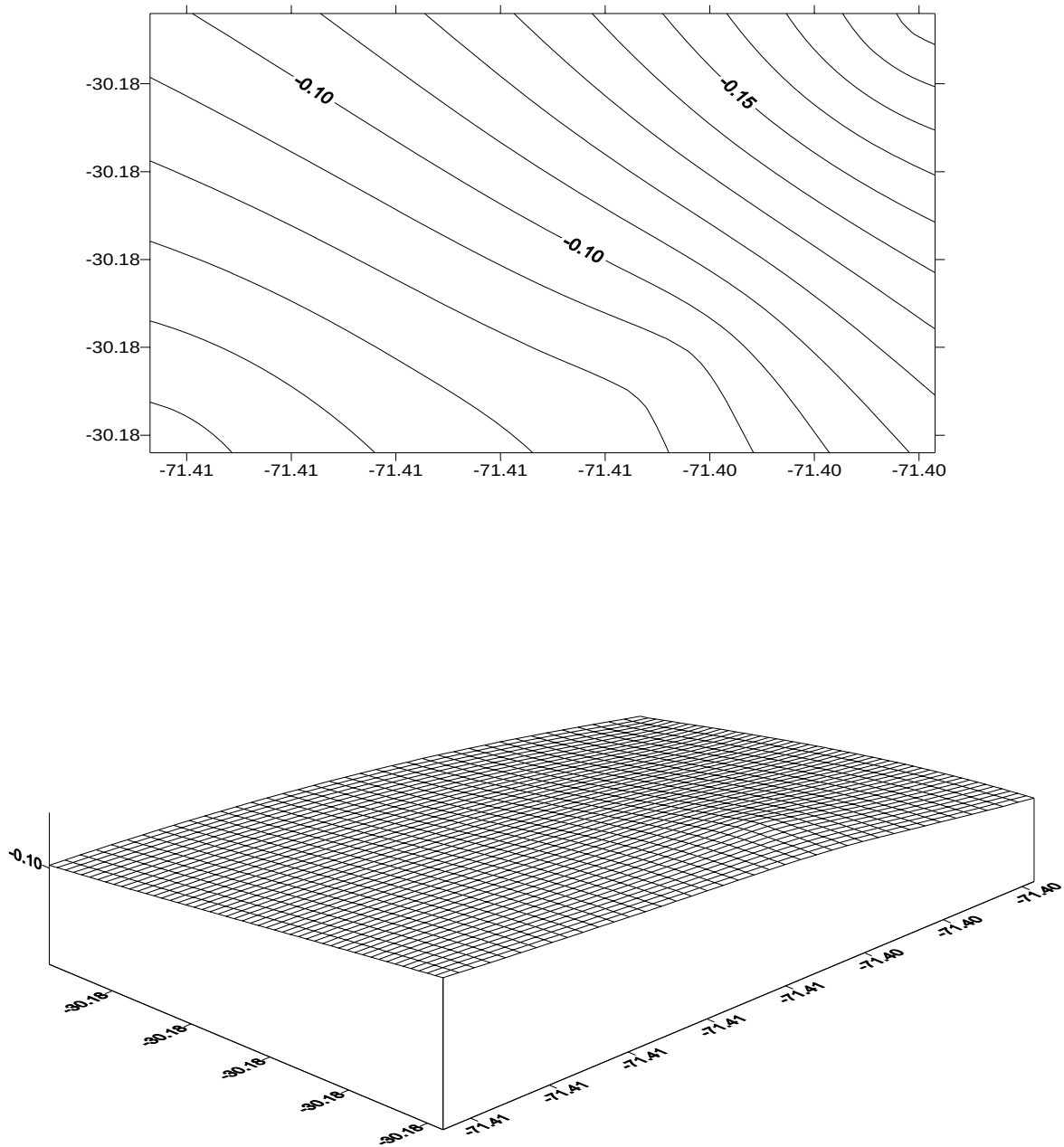


Figura 6.8. Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

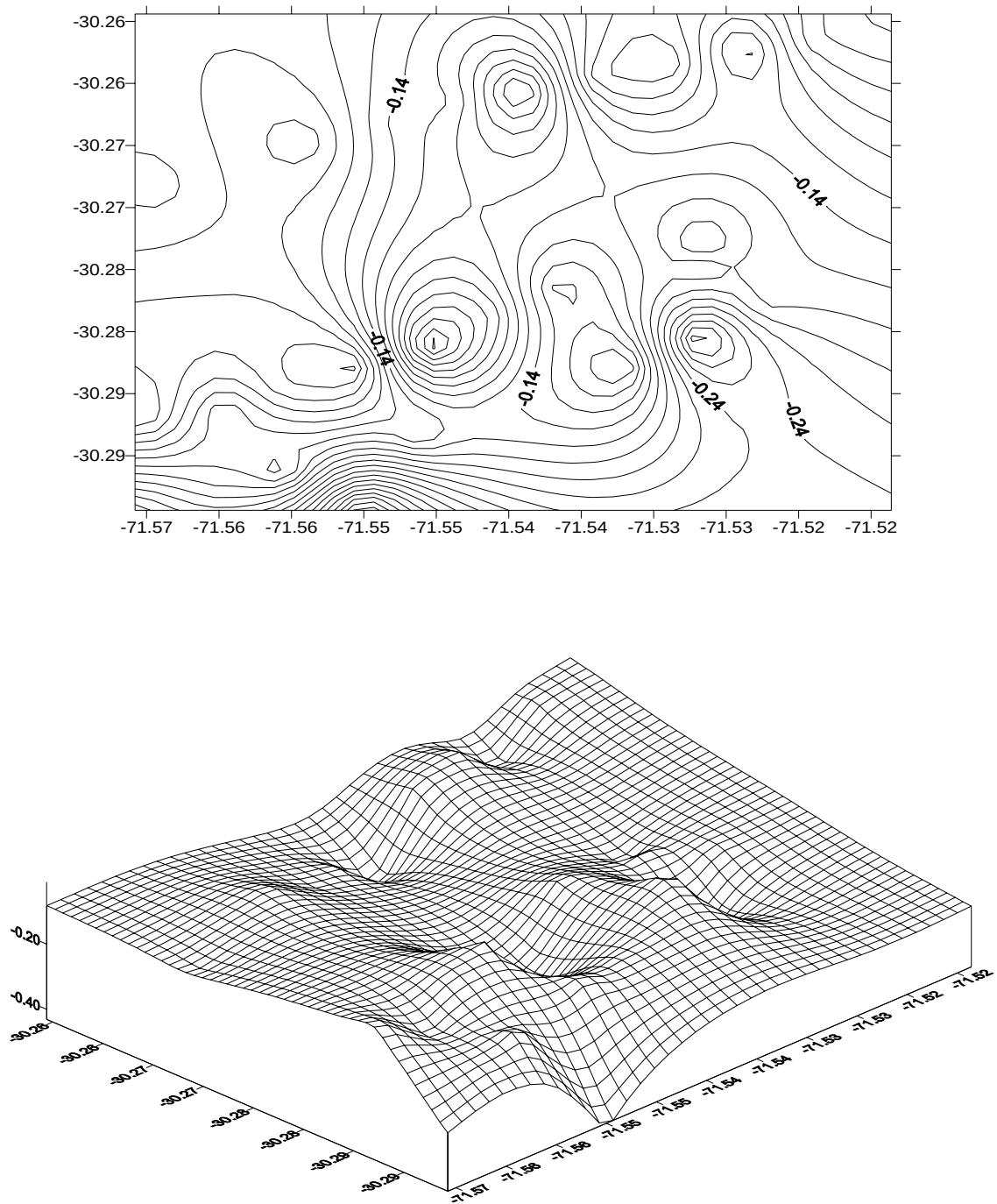


Figura 6.9. Clorofila a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

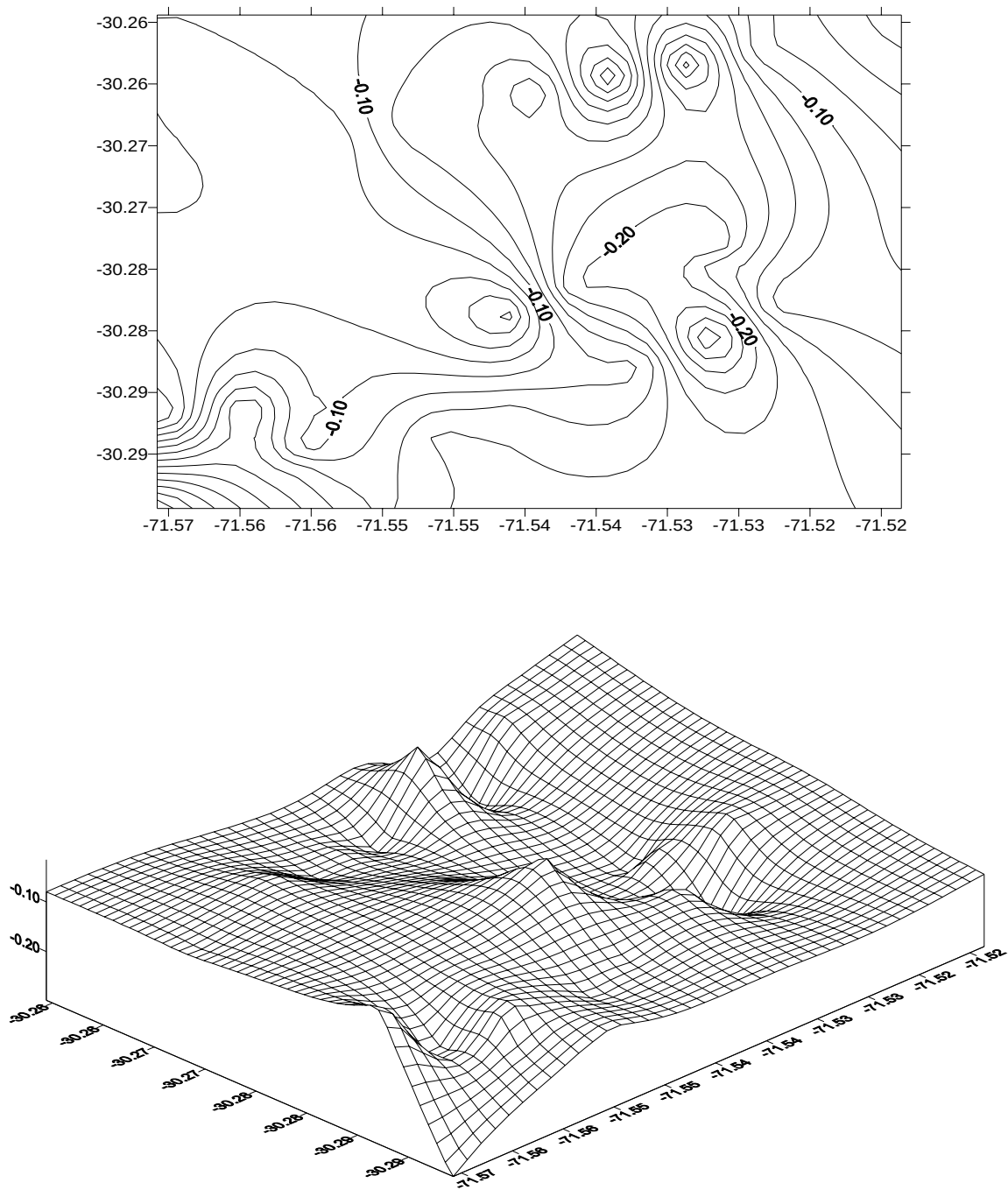


Figura 6.10. Clorofila a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

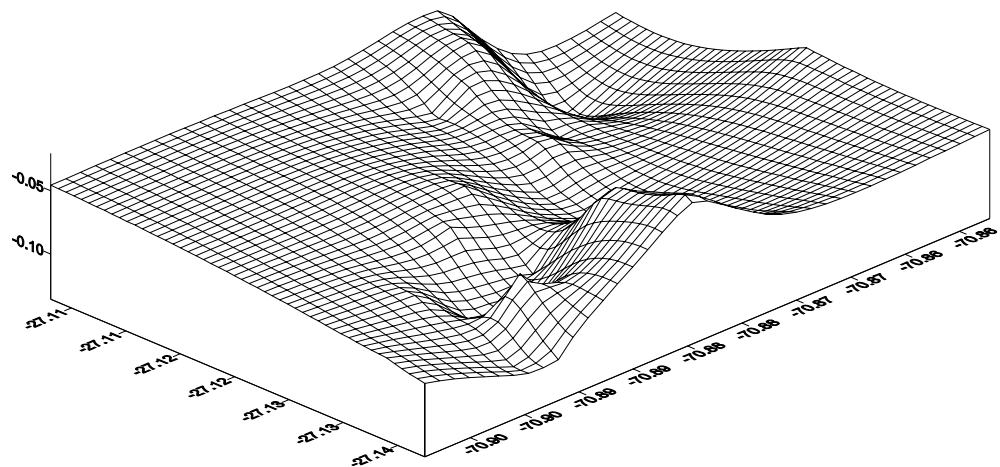
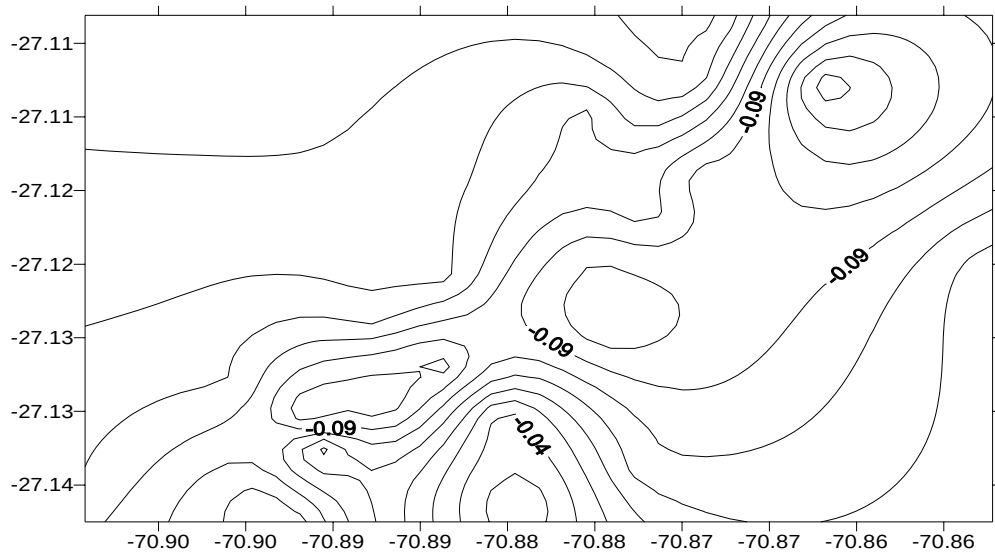


Figura 6.11. Clorofila a 1 m sobre el fondo en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 7

CONCENTRACIÓN DE NITRITOS



Tabla 7.1.
Nitrito en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrito (mg/L) (1m- réplica1)	Nitrito (mg/L) (1m- réplica2)	Nitrito (mg/L) (1m- réplica3)	Nitrito (mg/L) (6m- réplica1)	Nitrito (mg/L) (6m- réplica2)	Nitrito (mg/L) (6m- réplica3)	Nitrito (mg/L) (Fondo- réplica1)	Nitrito (mg/L) (Fondo- réplica2)	Nitrito (mg/L) (Fondo- réplica3)
1	0,006	0,007	0,007	0,020	0,018	0,017	indet.	indet.	indet.
2	0,014	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	indet.	indet.	indet.
3	0,015	0,012	0,013	0,003	0,007	0,009	indet.	indet.	indet.
4	0,011	0,022	0,018	0,011	0,009	0,014	0,020	0,019	0,017
5	0,007	0,004	0,003	0,022	0,027	0,021	0,009	0,011	0,012
6	0,016	0,016	0,018	0,009	0,007	0,013	0,005	0,009	0,007

indet. = Muestra no determinada.

Tabla 7.2.
Nitrito en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrito (mg/L) (1m- réplica1)	Nitrito (mg/L) (1m- réplica2)	Nitrito (mg/L) (1m- réplica3)	Nitrito (mg/L) (6m- réplica1)	Nitrito (mg/L) (6m- réplica2)	Nitrito (mg/L) (6m- réplica3)	Nitrito (mg/L) (Fondo- réplica1)	Nitrito (mg/L) (Fondo- réplica2)	Nitrito (mg/L) (Fondo- réplica3)
1	0,009	0,011	0,009	0,004	0,002	0,004	indet.	indet.	indet.
2	0,007	0,011	0,007	0,033	0,029	0,033	indet.	indet.	indet.
3	0,009	0,013	0,017	0,004	0,008	0,012	indet.	indet.	indet.
4	0,017	0,021	0,017	0,022	0,018	0,022	indet.	indet.	indet.
5	0,011	0,017	0,023	0,013	0,019	0,025	indet.	indet.	indet.
6	0,044	0,05	0,056	0,024	0,03	0,036	0,005	0,004	0,01
7	0,040	0,046	0,04	0,002	0,008	0,014	0,013	0,017	0,023
8	0,055	0,063	0,071	0,017	0,025	0,033	0,031	0,026	0,034
9	0,046	0,048	0,046	0,041	0,039	0,041	0,038	0,033	0,035
10	0,002	0,008	0,002	0,013	0,007	0,013	0,044	0,039	0,045
11	0,011	0,017	0,011	0,024	0,018	0,024	0,01	0,008	0,014
12	0,013	0,019	0,013	0,020	0,014	0,02	0,032	0,031	0,037
13	0,002	0,003	0,002	0,015	0,014	0,015	0,016	0,011	0,012
14	0,020	0,026	0,02	0,002	0,008	0,014	0,018	0,013	0,019
15	0,028	0,033	0,028	0,024	0,019	0,024	indet.	indet.	indet.
16	0,020	0,026	0,02	0,017	0,011	0,017	0,051	0,044	0,05
17	0,087	0,093	0,087	0,031	0,025	0,031	0,025	0,020	0,026
18	0,026	0,035	0,026	0,059	0,05	0,059	0,025	0,017	0,026
19	0,013	0,019	0,025	0,009	0,015	0,021	0,015	0,013	0,019
20	0,015	0,017	0,015	0,009	0,007	0,009	0,028	0,026	0,028
21	0,013	0,015	0,013	0,004	0,002	0,004	0,004	0,002	0,004
22	0,011	0,015	0,019	0,002	0,006	0,01	0,011	0,009	0,013
23	0,002	0,004	0,006	0,003	0,005	0,007	0,009	0,007	0,009
24	0,009	0,015	0,021	0,007	0,013	0,019	0,004	0,002	0,008
25	0,015	0,017	0,015	0,015	0,013	0,015	0,022	0,020	0,022
26	0,009	0,016	0,023	0,013	0,02	0,027	0,02	0,017	0,024
27	0,015	0,017	0,015	0,022	0,02	0,022	0,019	0,017	0,019
28	0,035	0,043	0,035	0,020	0,012	0,02	0,024	0,022	0,03
29	0,024	0,026	0,028	0,026	0,028	0,03	0,022	0,015	0,017
30	0,015	0,017	0,019	0,015	0,017	0,019	0,035	0,033	0,035
31	0,015	0,019	0,015	0,011	0,007	0,011	0,015	0,009	0,013



32	0,017	0,019	0,017	0,013	0,011	0,013	0,004	0,002	0,004
33	0,015	0,018	0,015	0,015	0,012	0,015	0,018	0,013	0,016
34	0,058	0,06	0,058	0,022	0,02	0,022	0,022	0,020	0,022

indet. = Muestra no determinada.



Tabla 7.3.
Nitrito en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrito (mg/L) (1m-réplica1)	Nitrito (mg/L) (1m-réplica 2)	Nitrito (mg/L) (1m-réplica 3)	Nitrito (mg/L) (6m-réplica 1)	Nitrito (mg/L) (6m-réplica 2)	Nitrito (mg/L) (6m-réplica 3)	Nitrito (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Nitrito (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Nitrito (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	0,069	0,071	0,068	0,033	0,041	0,038	0,037	0,054	0,035
2	0,057	0,051	0,057	0,057	0,045	0,049	0,039	0,038	0,046
3	0,049	0,055	0,065	0,051	0,043	0,052	0,043	0,042	0,044

Tabla 7.4.
Nitrito en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrito (mg/L) (1m-réplica 1)	Nitrito (mg/L) (1m-réplica 2)	Nitrito (mg/L) (1m-réplica 3)	Nitrito (mg/L) (6m-réplica 1)	Nitrito (mg/L) (6m-réplica 2)	Nitrito (mg/L) (6m-réplica 3)	Nitrito (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Nitrito (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Nitrito (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	0,033	0,037	0,034	0,037	0,033	0,037	0,027	0,031	0,035
2	0,028	0,030	0,031	0,035	0,033	0,035	0,026	0,028	0,030
3	indet.	indet.	indet.	0,046	0,044	0,046	0,028	0,03	0,032
4	0,035	0,037	0,034	0,040	0,038	0,04	0,033	0,035	0,037
5	0,028	0,032	0,031	0,035	0,031	0,035	0,024	0,028	0,032
6	0,033	0,037	0,033	0,029	0,025	0,029	0,027	0,031	0,035
7	0,025	0,030	0,026	0,035	0,03	0,035	0,025	0,03	0,035
8	0,045	0,048	0,045	0,029	0,026	0,029	0,026	0,029	0,032
9	0,035	0,039	0,035	0,031	0,027	0,031	0,02	0,024	0,028
10	0,018	0,021	0,021	0,027	0,024	0,027	0,022	0,025	0,028
11	0,037	0,041	0,042	0,031	0,027	0,031	0,037	0,041	0,045
12	0,026	0,030	0,031	0,035	0,031	0,035	0,031	0,035	0,039
13	0,026	0,028	0,028	0,033	0,031	0,033	0,026	0,028	0,030
14	0,037	0,039	0,036	0,031	0,029	0,031	0,02	0,022	0,024
15	0,028	0,030	0,031	0,029	0,027	0,029	0,015	0,017	0,019
16	0,015	0,017	0,015	0,022	0,02	0,022	0,026	0,028	0,030
17	0,022	0,024	0,024	0,024	0,022	0,024	0,028	0,03	0,032
18	0,033	0,037	0,03	0,029	0,025	0,029	0,031	0,035	0,039
19	0,024	0,028	0,025	0,031	0,027	0,031	0,022	0,026	0,030
20	0,023	0,026	0,023	0,033	0,03	0,033	0,029	0,032	0,035
21	0,027	0,032	0,031	0,033	0,028	0,033	0,027	0,032	0,037
22	0,023	0,030	0,03	0,040	0,033	0,04	0,003	0,01	0,017
23	0,024	0,028	0,023	0,027	0,023	0,027	0,018	0,022	0,026
24	0,025	0,028	0,026	0,029	0,026	0,029	0,02	0,023	0,026
25	0,026	0,030	0,026	0,022	0,018	0,022	0,016	0,02	0,024
26	0,022	0,024	0,023	0,037	0,035	0,037	0,002	0,004	0,006
27	0,026	0,028	0,025	0,051	0,049	0,051	0,079	0,081	0,083
28	0,024	0,028	0,025	0,024	0,02	0,024	0,031	0,035	0,039
29	0,026	0,030	0,03	0,016	0,012	0,016	0,022	0,026	0,030
30	0,028	0,032	0,031	0,037	0,033	0,037	0,031	0,035	0,039

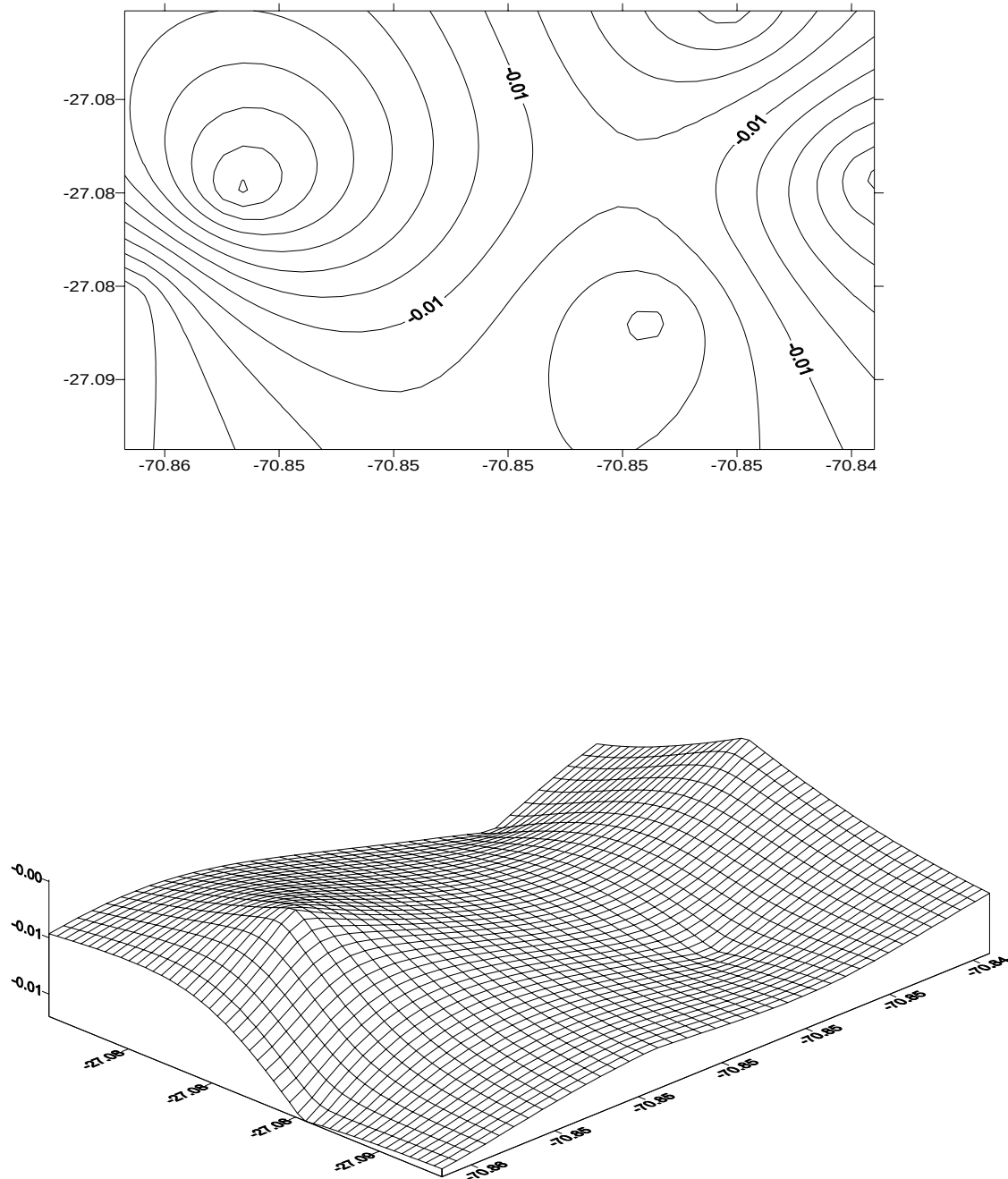


Figura 7.1. Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

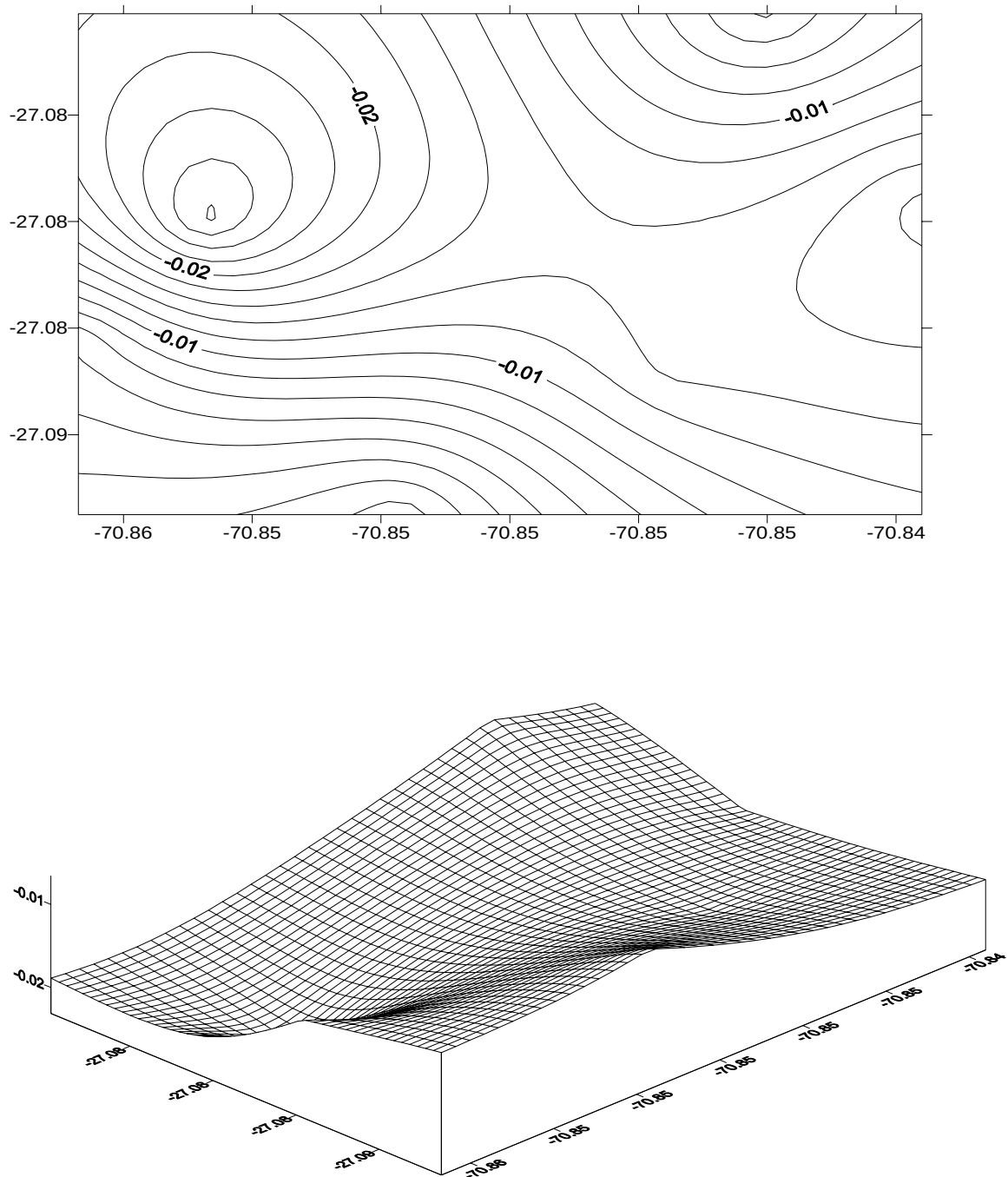


Figura 7.2. Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

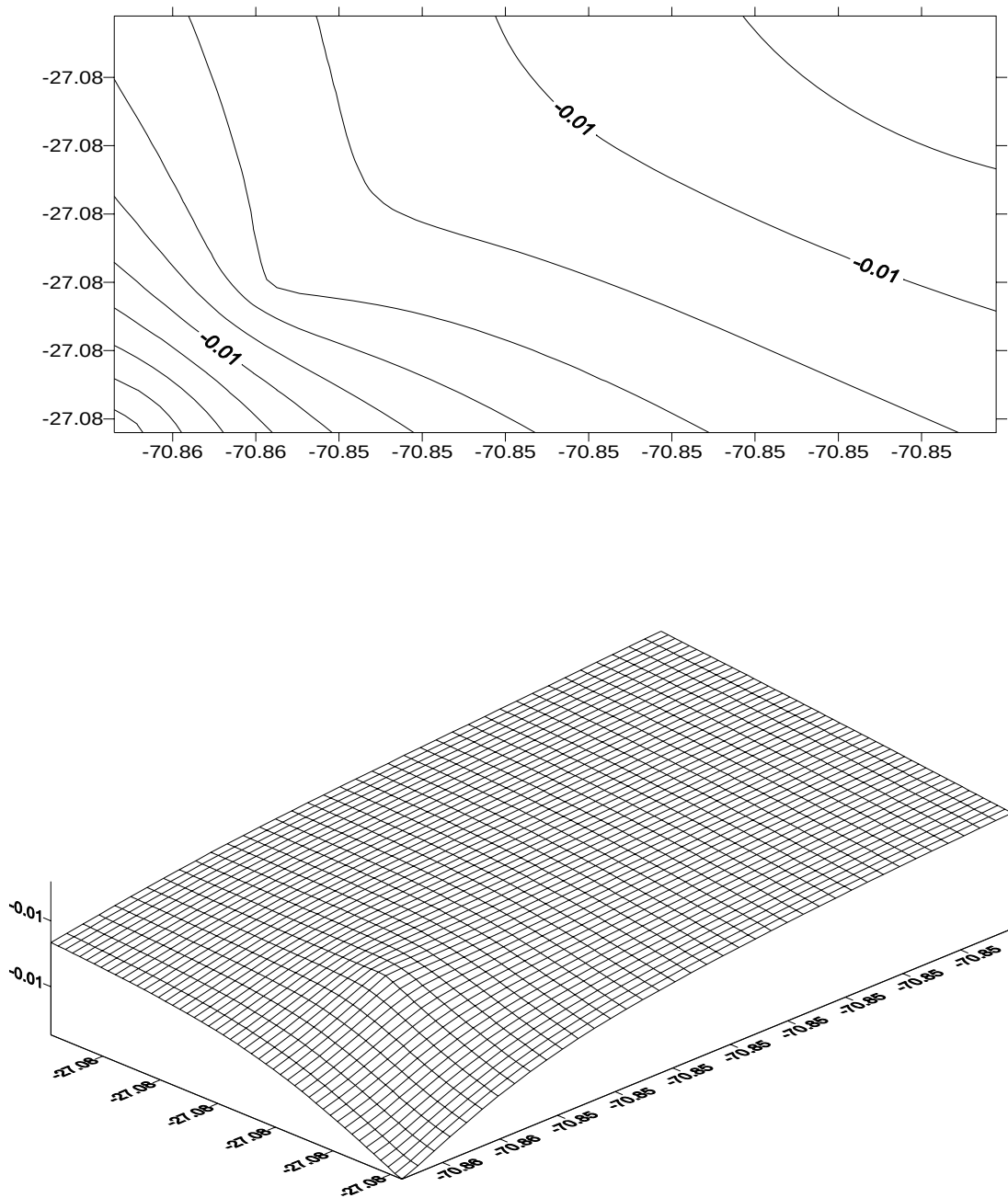


Figura 7.3. Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

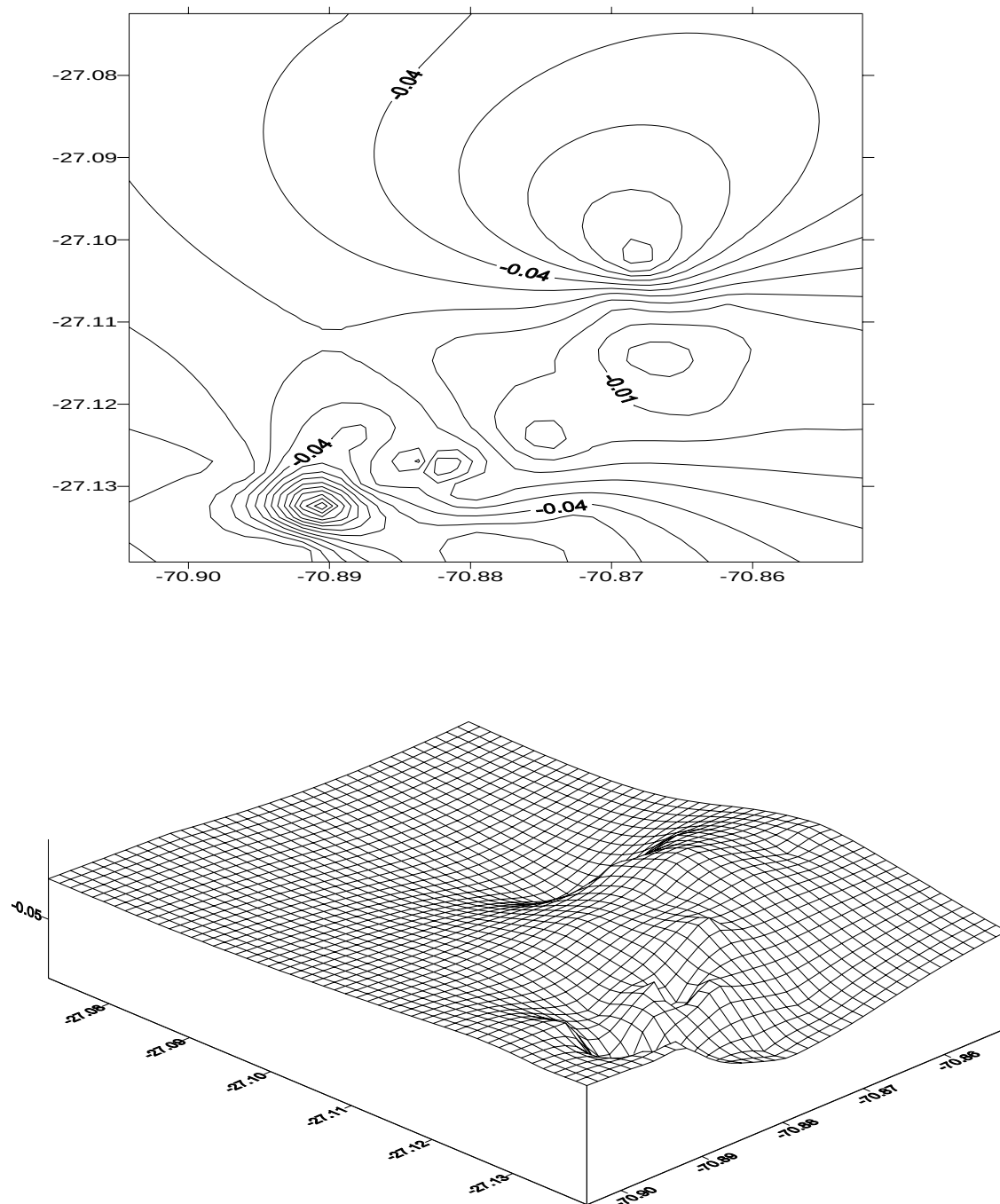


Figura 7.4. Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

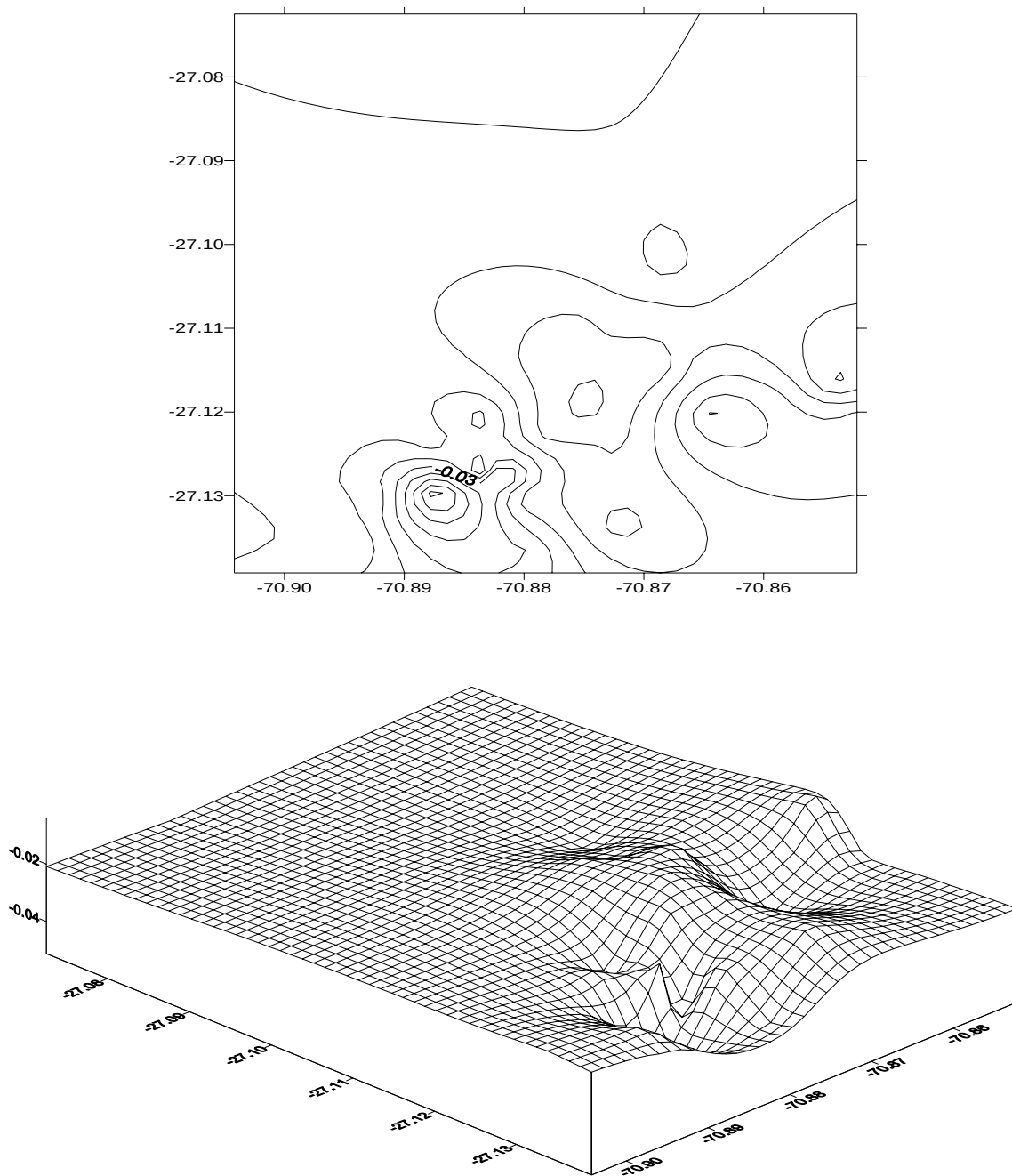


Figura 7.5. Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

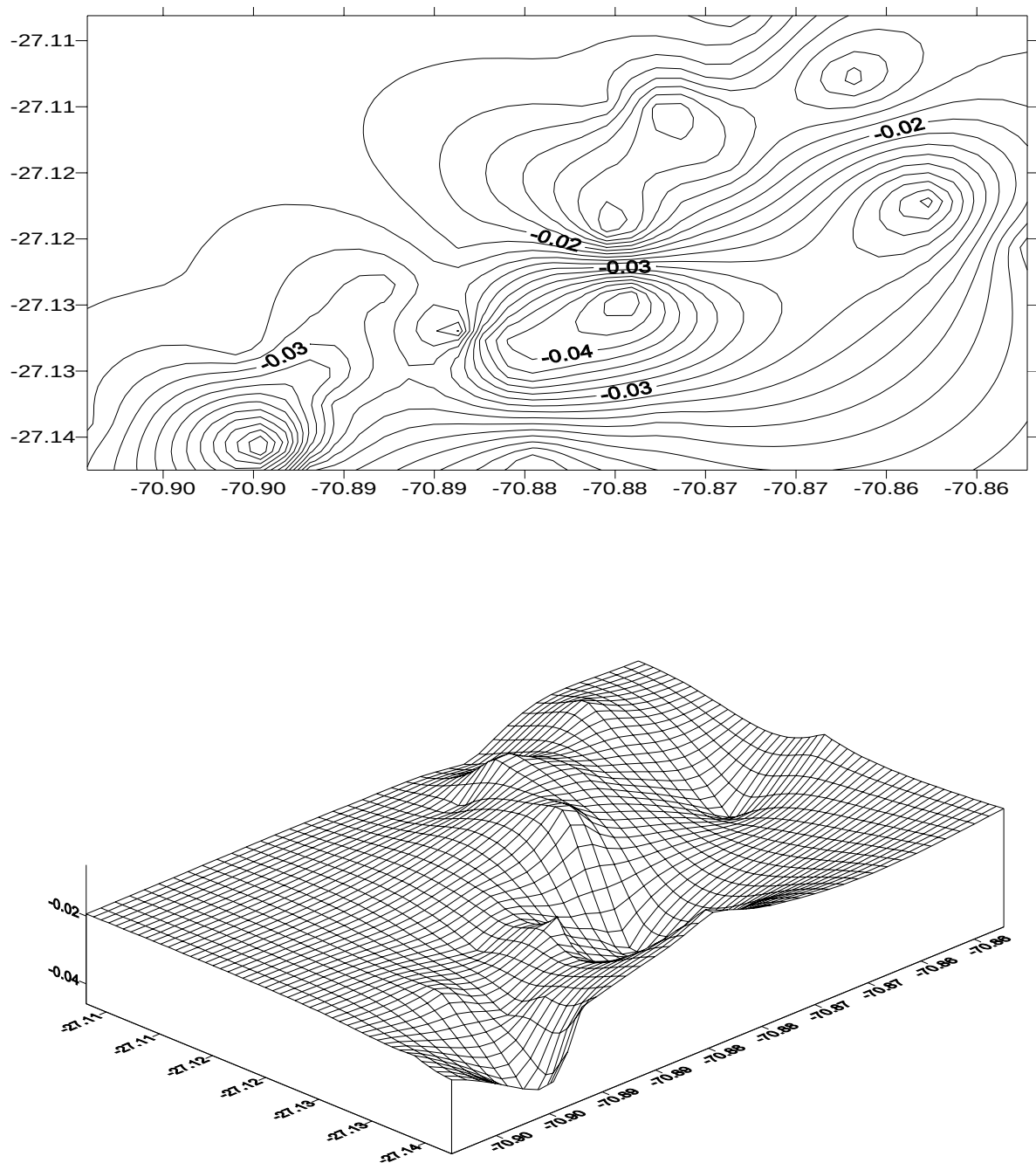


Figura 7.6. Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

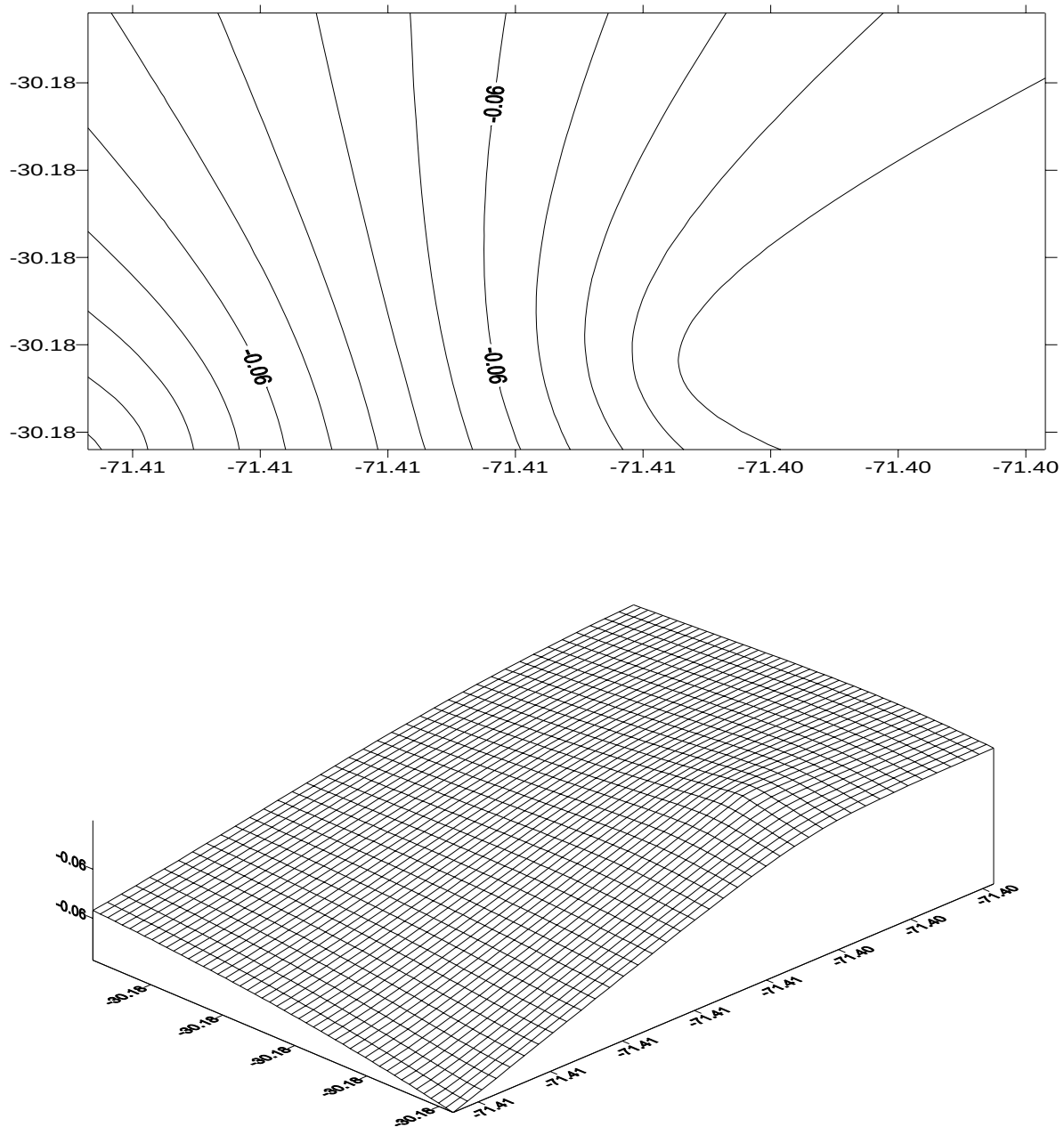


Figura 7.7. Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

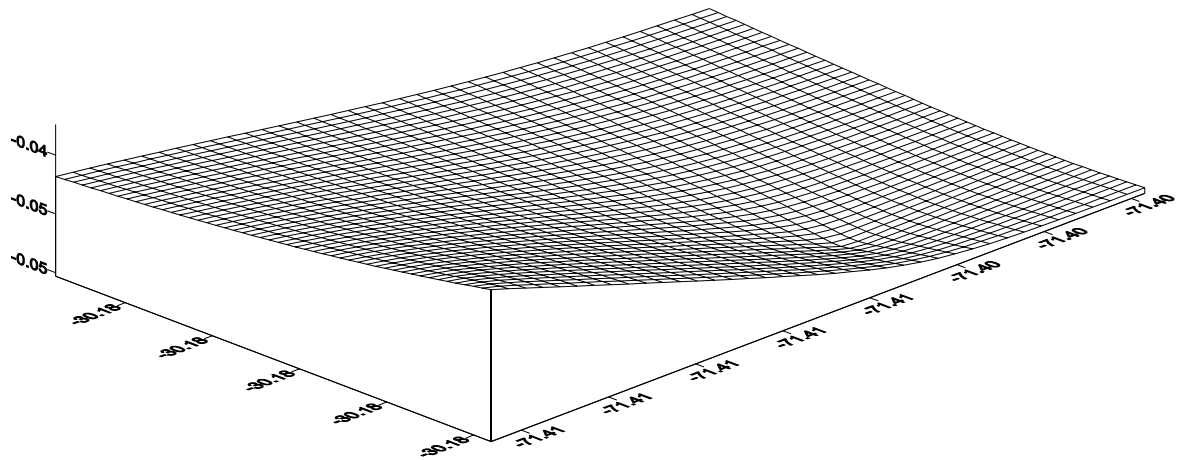
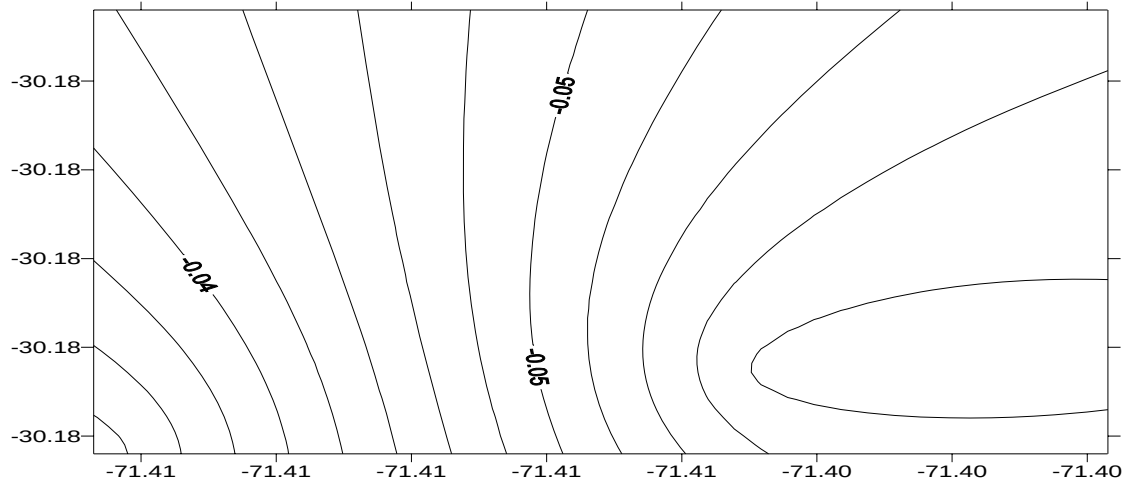


Figura 7.8. Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

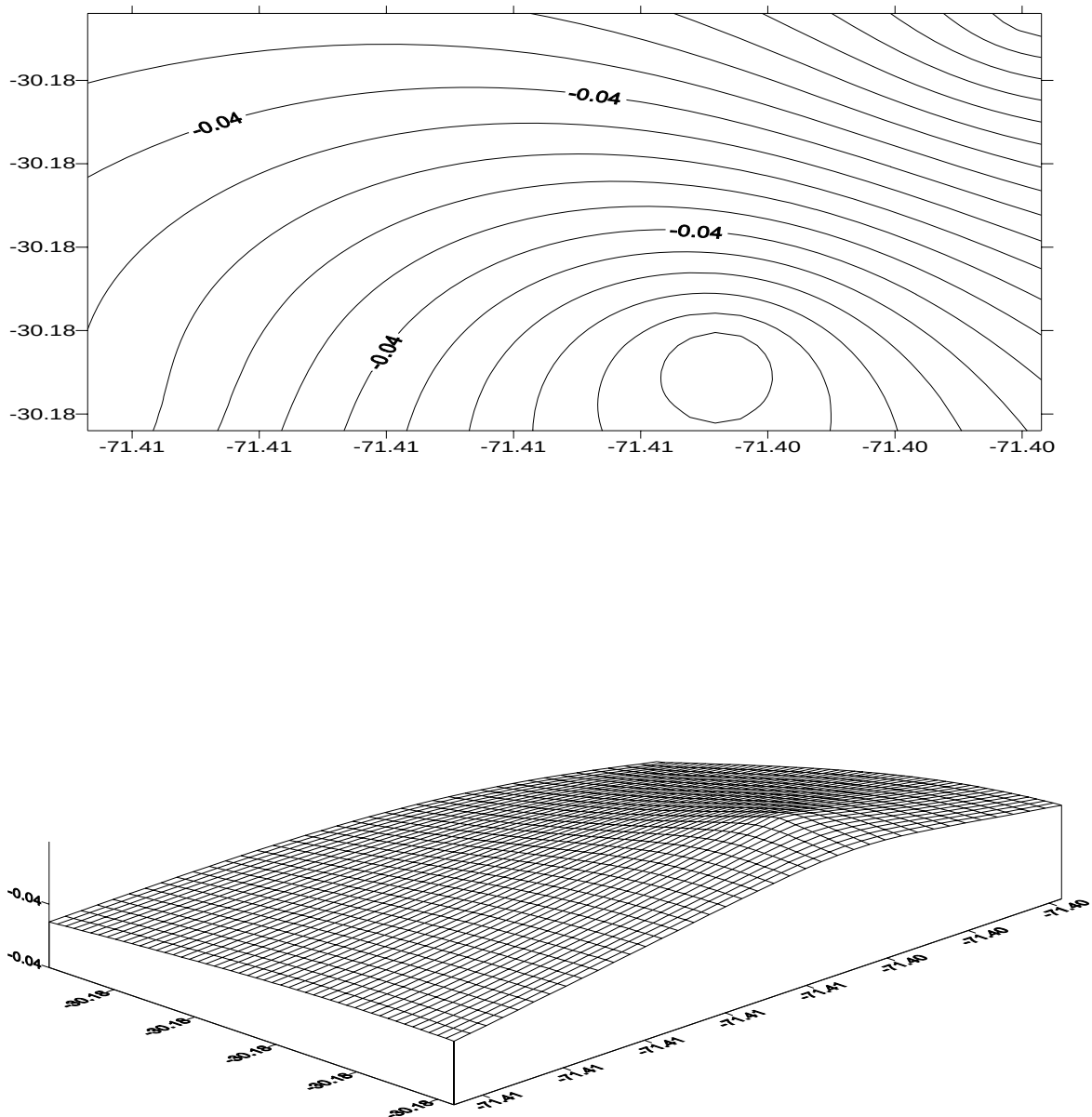


Figura 7.9. Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

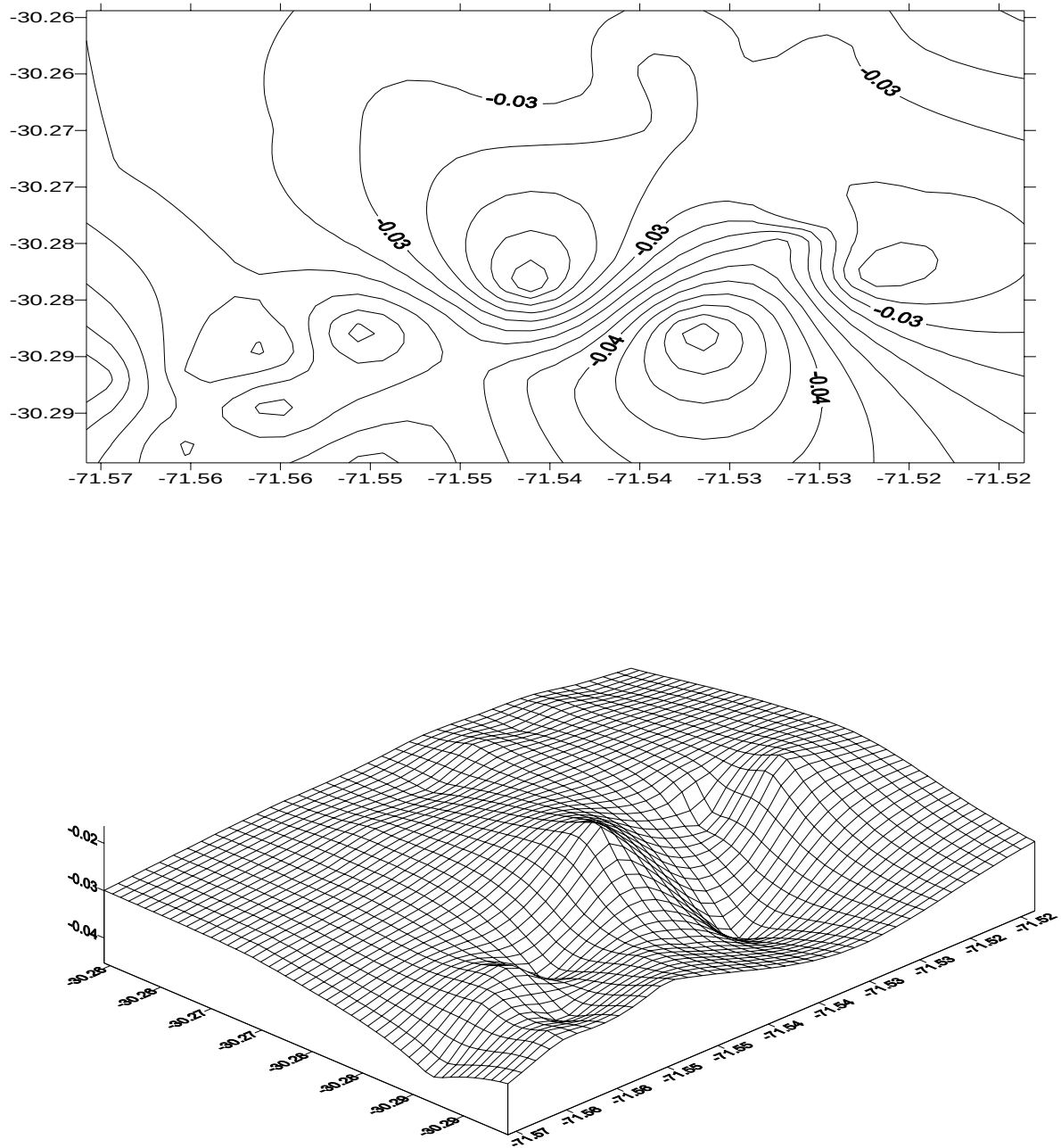


Figura 7.10. Nitrito a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

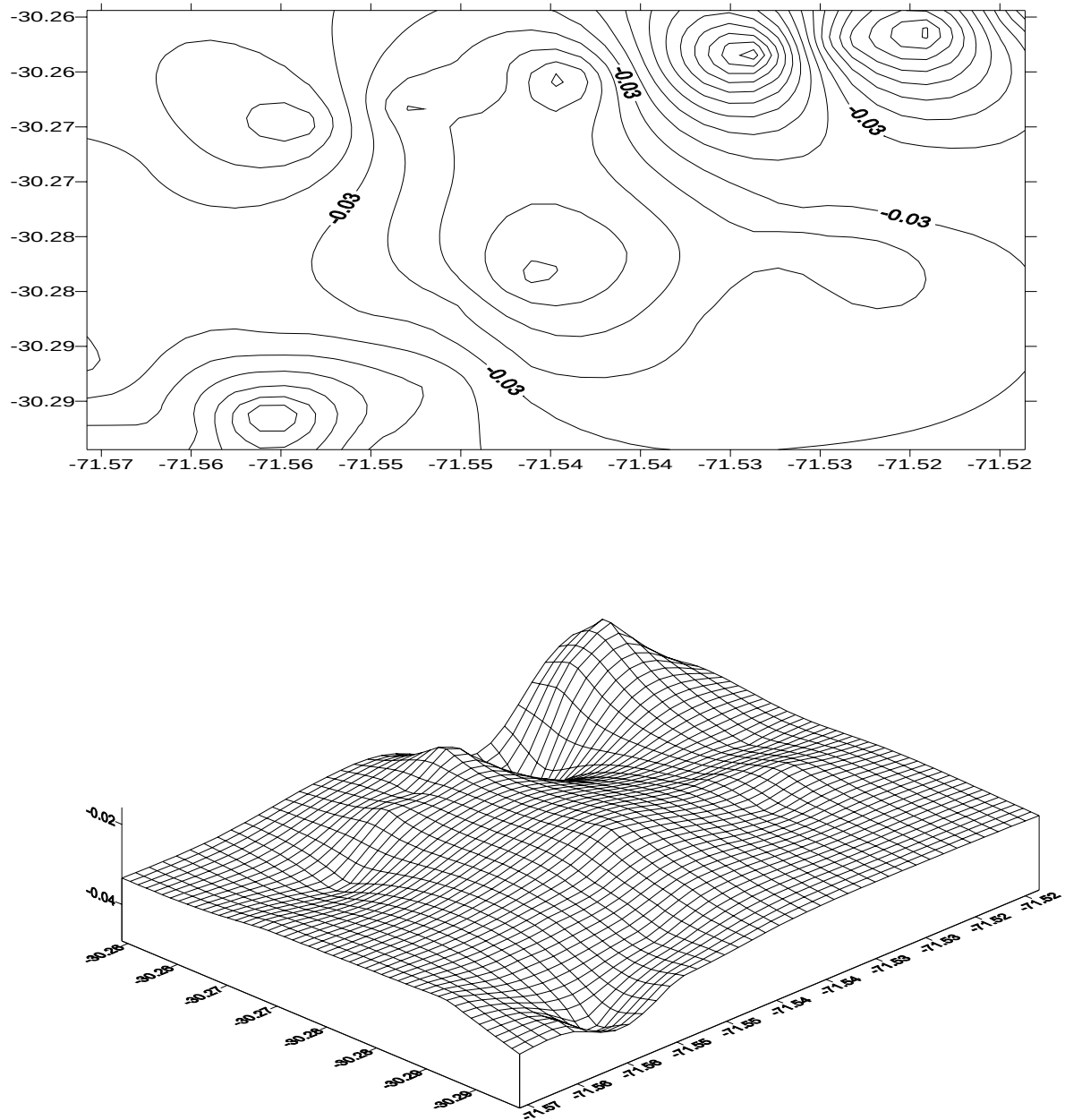


Figura 7.11. Nitrito a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

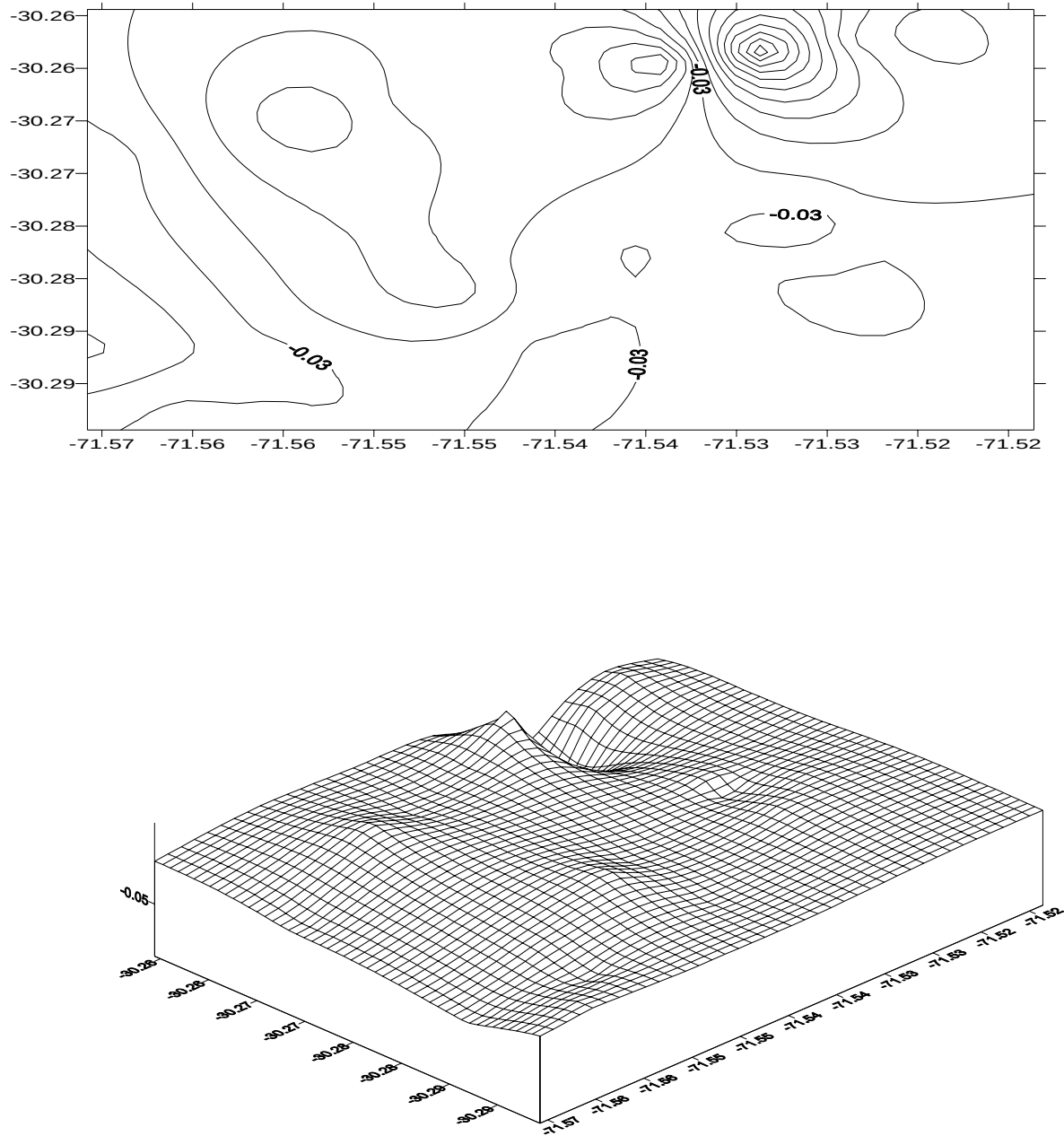


Figura 7.12. Nitrito a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 8

CONCENTRACIÓN DE NITRATOS



Tabla 8.1.

Nitrato en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrato (mg/L) (1m)	Nitrato (mg/L) (6m)	Nitrato (mg/L) (Fondo)
1	0,27	0,28	indet.
2	0,30	0,32	indet.
3	0,31	0,31	indet.
4	0,26	0,32	0,33
5	0,32	0,30	0,32
6	0,30	0,31	0,30

indet. = Muestra no determinada

Tabla 8.2.

Nitrato en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrato (mg/L) (1m)	Nitrato (mg/L) (6m)	Nitrato (mg/L) (Fondo)
1	0,29	0,31	indet.
2	0,28	0,30	indet.
3	0,29	0,29	indet.
4	0,30	0,30	indet.
5	0,32	0,29	0,32
6	0,31	0,31	0,31
7	0,32	0,32	0,29
8	0,33	0,32	0,28
9	0,33	0,32	0,29
10	0,32	0,31	0,30
11	0,33	0,32	0,29
12	0,29	0,30	0,30
13	0,28	0,29	0,31
14	0,29	0,31	Indet.
15	0,32	0,32	0,32
16	0,31	0,29	0,30
17	0,30	0,29	0,32
18	0,28	0,28	0,31
19	0,29	0,31	0,30
20	0,29	0,32	0,30
21	0,30	0,31	0,29
22	0,31	0,30	0,30
23	0,32	0,32	0,31
24	0,30	0,30	0,32
25	0,32	0,32	0,29
26	0,31	0,31	0,29
27	0,32	0,33	0,31
28	0,31	0,31	0,31
29	0,30	0,32	0,32
30	0,30	0,31	0,31
31	0,30	0,32	0,31
32	0,31	0,30	0,32
33	0,32	0,28	0,30
34	0,33	0,29	0,31

indet. = Muestra no determinada



Tabla 8.3.

Nitrato a en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrato (mg/L) (1m)	Nitrato (mg/L) (6m)	Nitrato (mg/L) (Fondo)
1	0,33	0,28	0,31
2	0,3	0,29	0,3
3	0,29	0,3	0,32

Tabla 8.4.

Nitrato en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Nitrato (mg/L) (1m)	Nitrato (mg/L) (6m)	Nitrato (mg/L) (Fondo)
1	0,34	0,35	0,34
2	0,35	0,34	0,34
3	0,29	0,34	0,33
4	0,3	0,31	0,33
5	0,32	0,32	0,33
6	0,32	0,33	0,33
7	0,34	0,31	0,33
8	0,33	0,32	0,34
9	0,33	0,33	0,34
10	0,32	0,33	0,3
11	0,34	0,34	0,31
12	0,32	0,32	0,31
13	0,32	0,33	0,32
14	0,33	0,32	0,28
15	0,33	0,32	0,29
16	0,32	0,34	0,35
17	0,31	0,32	0,3
18	0,32	0,31	0,31
19	0,31	0,3	0,32
20	0,3	0,32	0,32
21	0,31	0,33	0,32
22	0,32	0,32	0,33
23	0,32	0,33	0,34
24	0,31	0,34	0,32
25	0,33	0,31	0,31
26	0,34	0,28	0,3
27	0,33	0,28	0,29
28	0,32	0,29	0,29
29	0,32	0,29	0,3
30	0,3	0,28	0,31



Tabla 8.5.
Nitrato en agua de mar (Bahía Inglesa – Bahía Calderilla – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Nitrato (mg/L) (1m)	Nitrato (mg/L) (6m)	Nitrato (mg/L) (Fondo)
1	0,12	0,17	0,15
2	0,14	0,17	0,15
3	0,13	0,18	0,16
4	0,15	0,15	0,14
5	0,18	0,14	0,14
6	0,16	0,16	0,15
7	0,18	0,15	0,14
8	0,14	0,14	0,17
9	0,13	0,11	0,13
10	0,12	0,17	0,12
11	0,11	0,16	0,14
12	0,13	0,13	0,14
13	0,17	0,12	0,17
14	0,13	0,12	0,16
15	0,14	0,15	0,16

Tabla 8.6.
Nitrato en agua de mar (Bahía Tongoy – Bahía Guanaqueros – Muestreo verano).

Estación de Muestreo	Nitrato (mg/L) (1m)	Nitrato (mg/L) (6m)	Nitrato (mg/L) (Fondo)
1	0,18	0,17	0,16
2	0,17	0,18	0,17
3	0,17	0,18	0,16
4	0,18	0,18	0,16
5	0,19	0,19	0,15
6	0,17	0,17	0,14
7	0,16	0,16	0,15
8	0,17	0,18	0,16
9	0,16	0,17	0,15
10	0,15	0,15	0,16
11	0,15	0,15	0,17
12	0,17	0,14	0,15
13	0,18	0,14	0,16
14	0,16	0,15	0,16
15	0,16	0,16	0,15



ANEXO 9

CONCENTRACIÓN DE AMONIO



Tabla 9.1.
Amonio en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Amonio (mg/L) (1m)	Amonio (mg/L) (6m)	Amonio (mg/L) (Fondo)
1	0,006	0,095	indet.
2	0,012	0,017	indet.
3	0,169	0,024	indet.
4	0,004	0,149	0,251
5	0,201	0,236	0,251
6	0,073	0,016	0,251

indet. = Muestra no determinada.

Tabla 9.2.
Amonio en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Amonio (mg/L) (1m)	Amonio (mg/L) (6m)	Amonio (mg/L) (Fondo)
1	0,110	0,129	indet.
2	0,135	0,143	indet.
3	0,140	0,145	indet.
4	0,158	0,162	indet.
5	0,109	0,151	indet.
6	0,078	0,114	0,168
7	0,031	0,023	0,125
8	0,025	0,039	0,037
9	0,019	0,029	0,021
10	0,025	0,052	0,048
11	0,032	0,035	0,050
12	0,055	0,030	0,066
13	0,016	0,012	0,025
14	0,023	0,086	0,018
15	0,031	0,021	Indet..
16	0,049	0,085	0,024
17	0,026	0,043	0,043
18	0,084	0,085	0,100
19	0,069	0,118	0,069
20	0,065	0,104	0,062
21	0,066	0,064	0,058
22	0,065	0,059	0,067
23	0,060	0,056	0,018
24	0,020	0,023	0,017
25	0,057	0,058	0,071
26	0,060	0,058	0,063
27	0,055	0,073	0,078
28	0,018	0,035	0,089
29	0,064	0,028	0,029
30	0,027	0,021	0,018
31	0,031	0,027	0,021
32	0,022	0,022	0,022
33	0,023	0,028	0,025
34	0,051	0,032	0,081

indet. = Muestra no determinada.



Tabla 9.3.
Amonio en agua de mar
(Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Amonio (mg/L) (1m)	Amonio (mg/L) (6m)	Amonio (mg/L) (Fondo)
1	0,021	0,018	0,022
2	0,023	0,017	0,023
3	0,026	0,021	0,018

Tabla 9.4.
Amonio en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Amonio (mg/L) (1m)	Amonio (mg/L) (6m)	Amonio (mg/L) (Fondo)
1	0,134	0,094	0,120
2	0,118	0,073	0,084
3	0,068	0,069	0,075
4	0,106	0,067	0,065
5	0,025	0,032	0,028
6	0,033	0,046	0,046
7	0,076	0,066	0,102
8	0,012	0,009	0,015
9	0,044	0,027	0,019
10	0,100	0,072	0,048
11	0,092	0,026	0,113
12	0,027	0,048	0,124
13	0,026	0,091	0,017
14	0,037	0,031	0,022
15	0,018	0,041	0,092
16	0,058	0,067	0,031
17	0,086	0,072	0,078
18	0,055	0,028	0,055
19	0,052	0,064	0,055
20	0,049	0,053	0,077
21	0,073	0,078	0,135
22	0,039	0,065	0,038
23	0,076	0,062	0,060
24	0,079	0,104	0,043
25	0,053	0,031	0,033
26	0,053	0,046	0,072
27	0,071	0,157	0,042
28	0,051	0,022	0,095
29	0,066	0,064	0,107
30	0,039	0,043	0,064

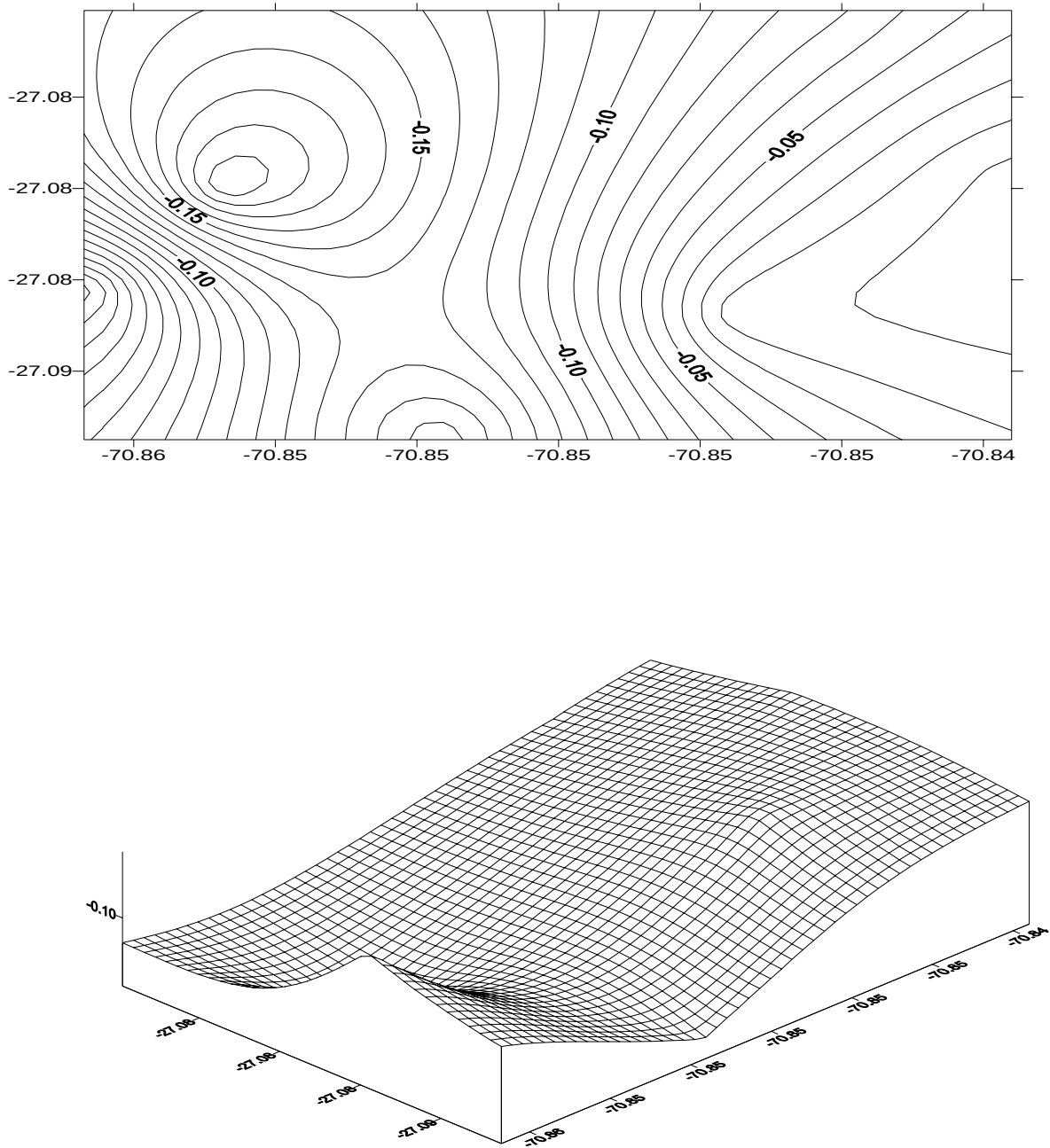


Figura 9.1. Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

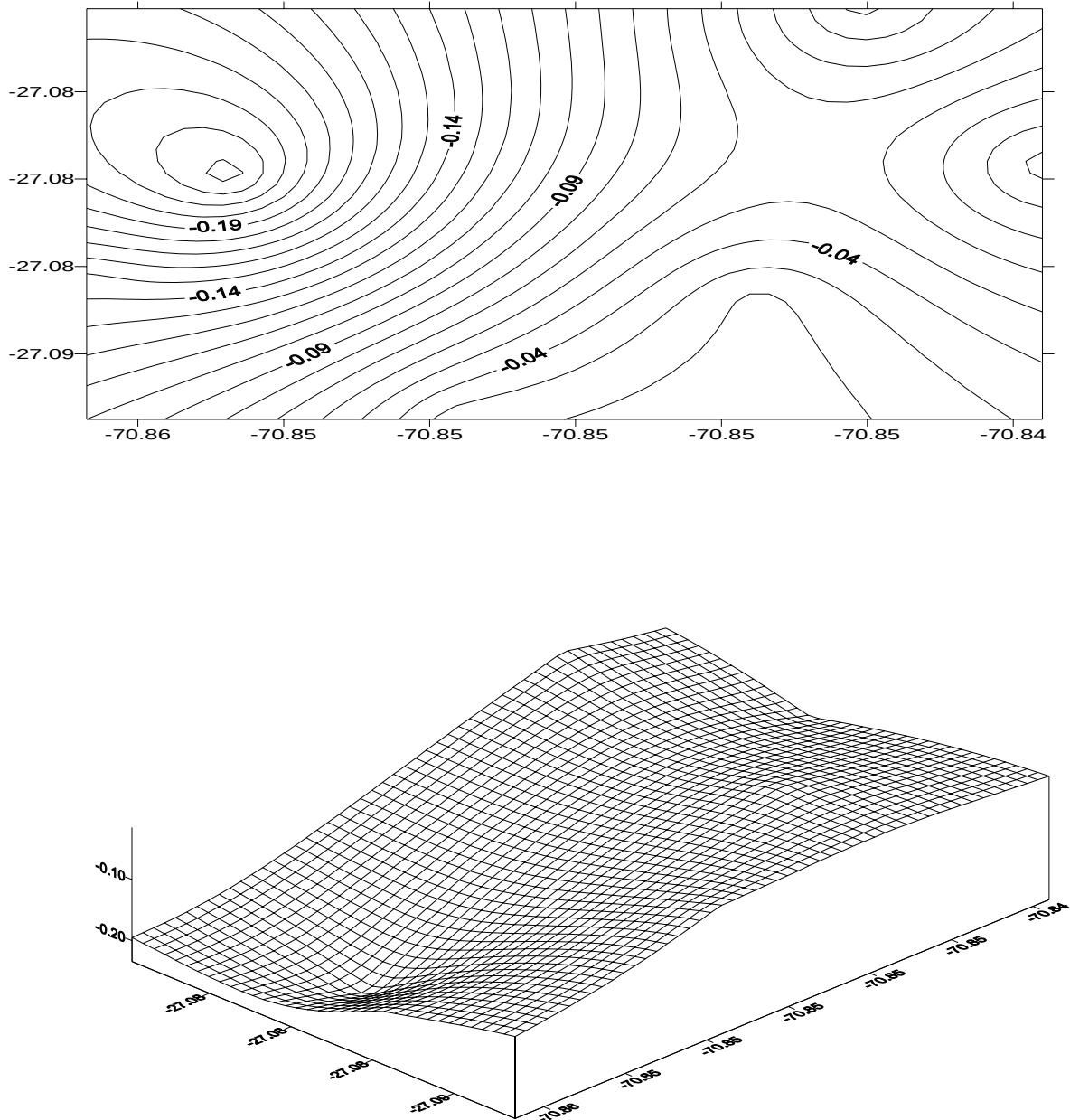


Figura 9.2. Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

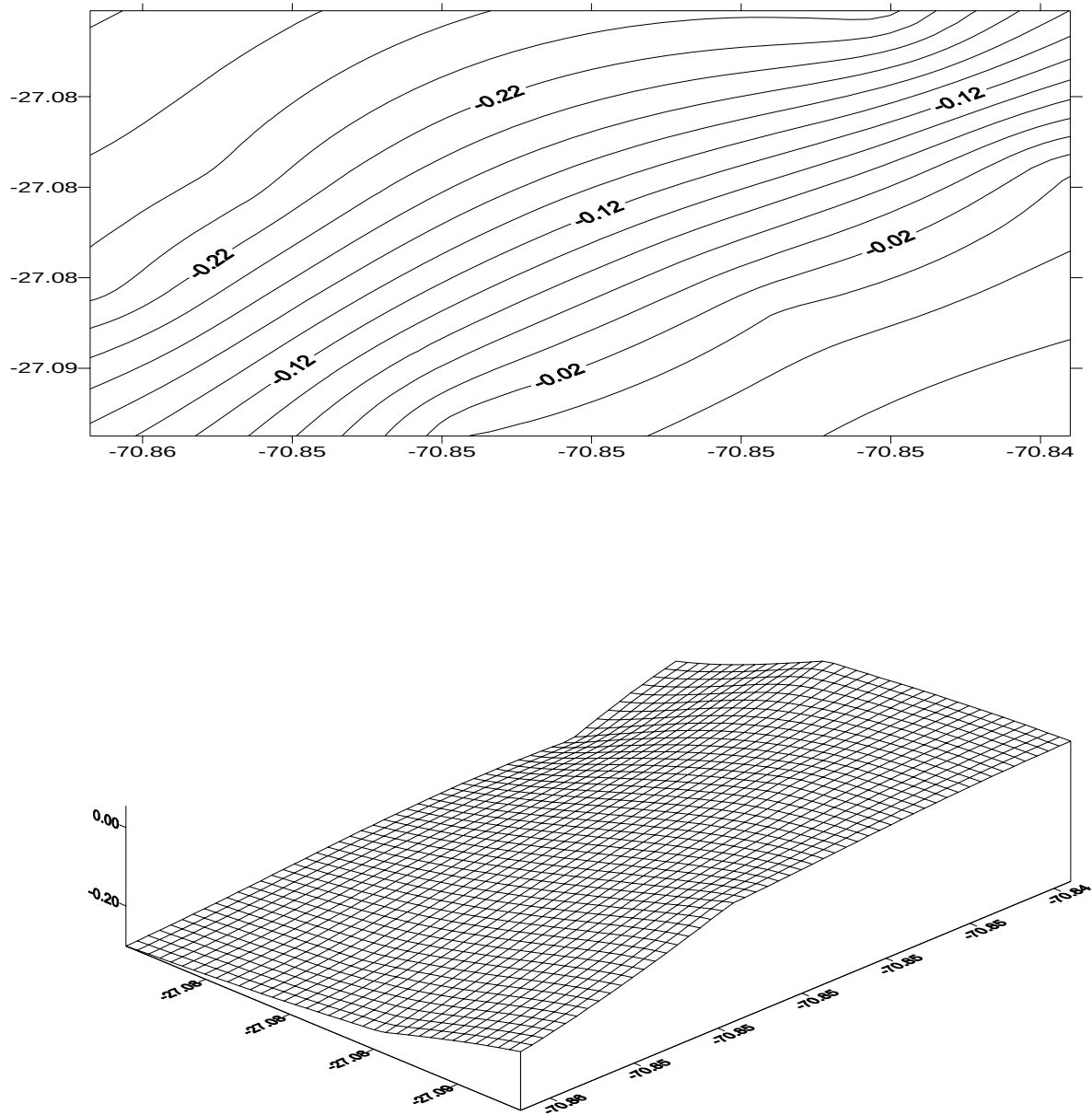


Figura 9.3. Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

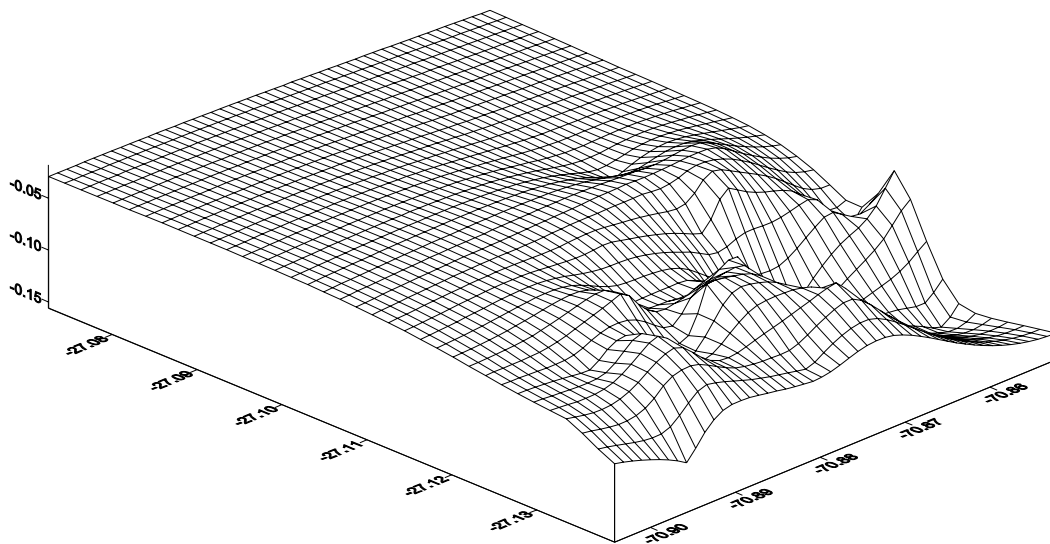
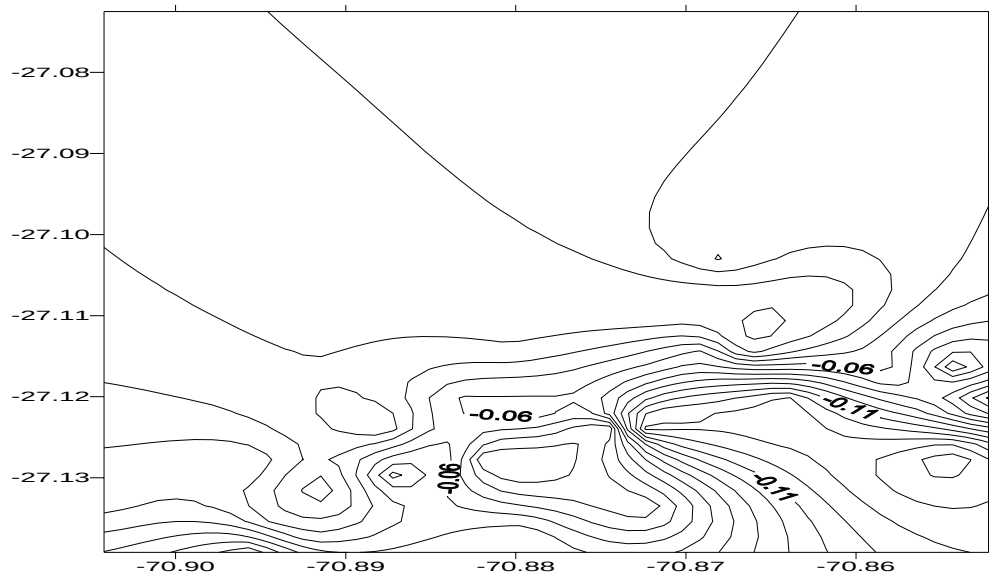


Figura 9.4. Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

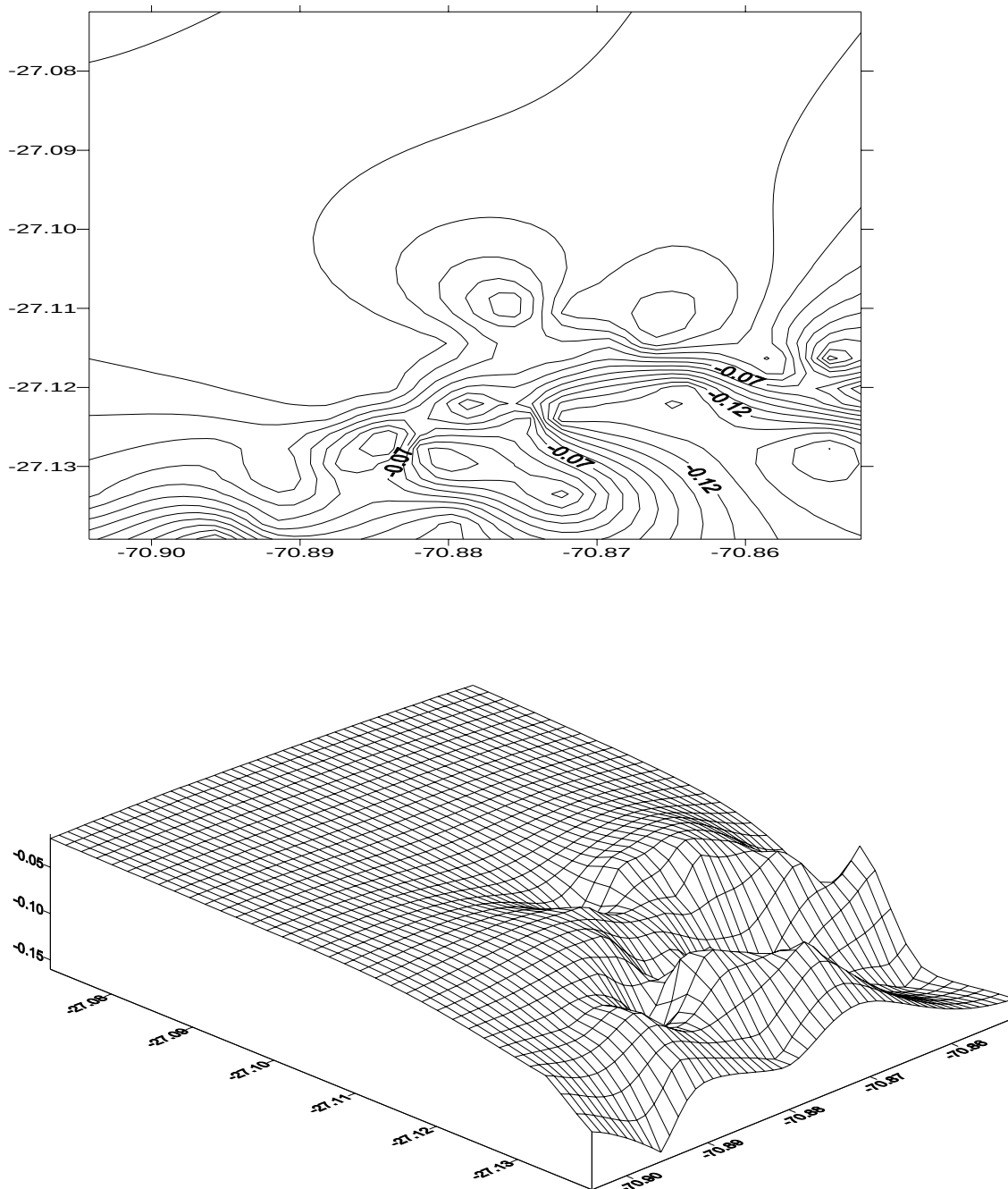


Figura 9.5. Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglese – Muestreo invierno).

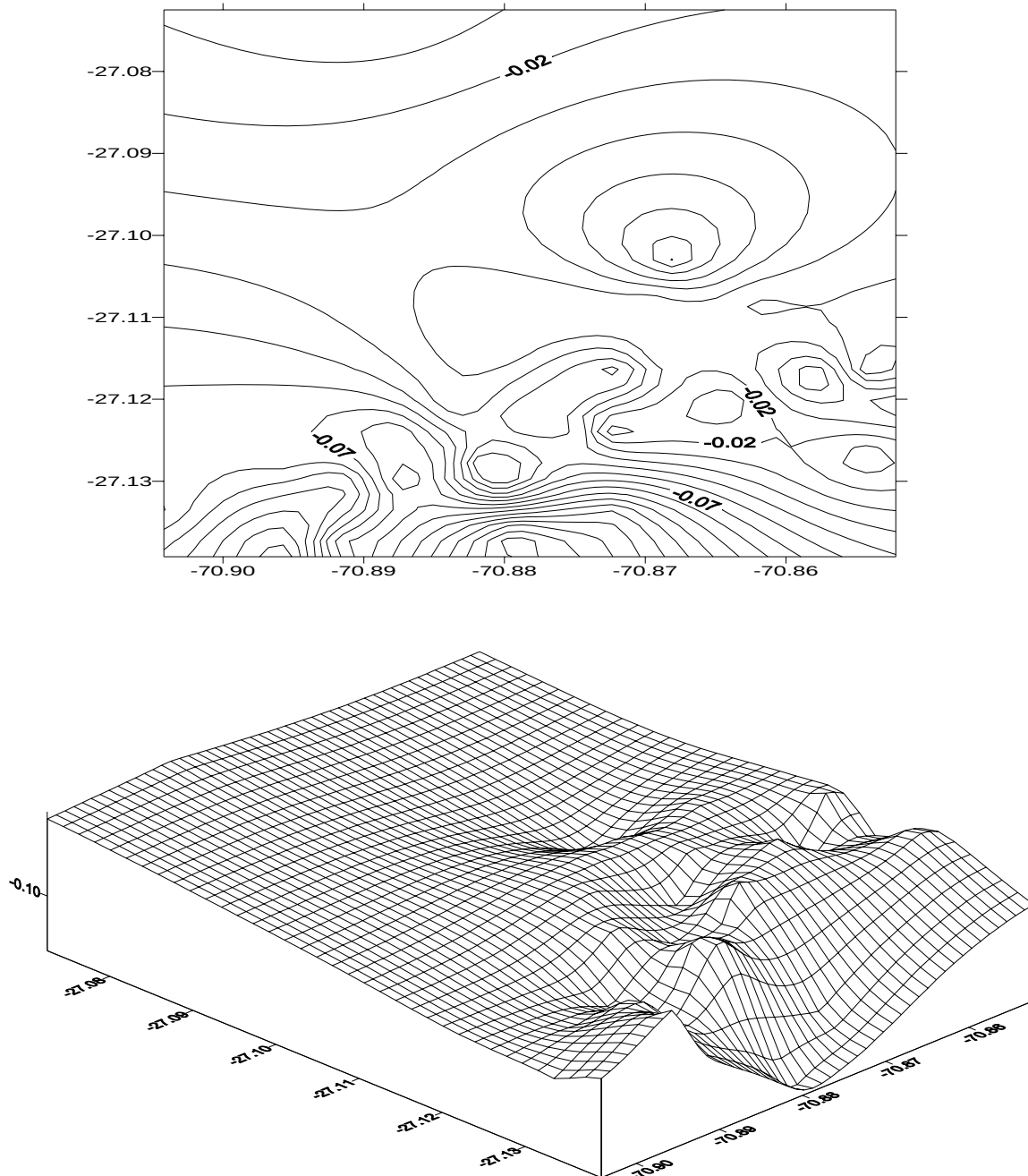


Figura 9.6. Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

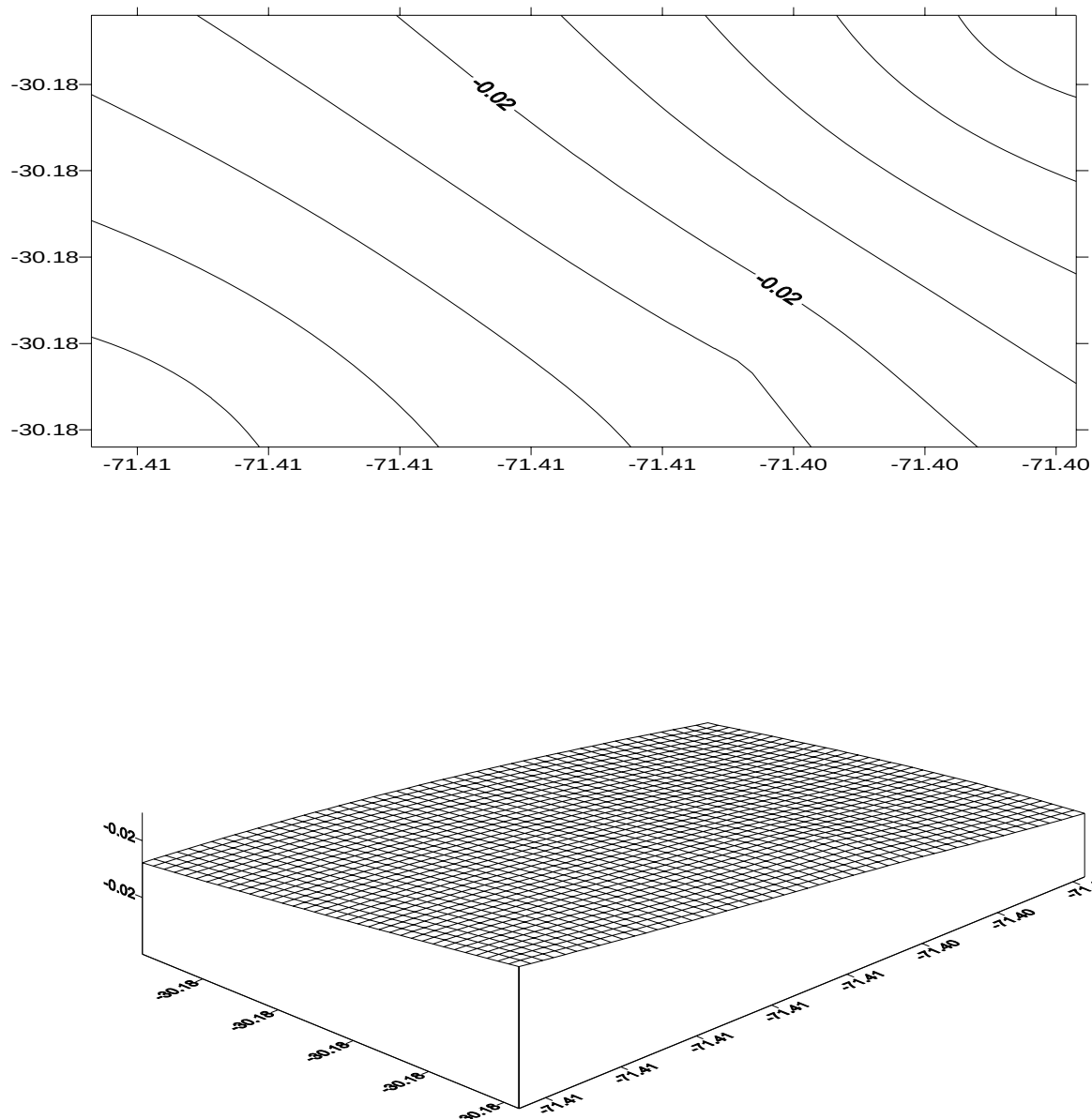


Figura 9.7. Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

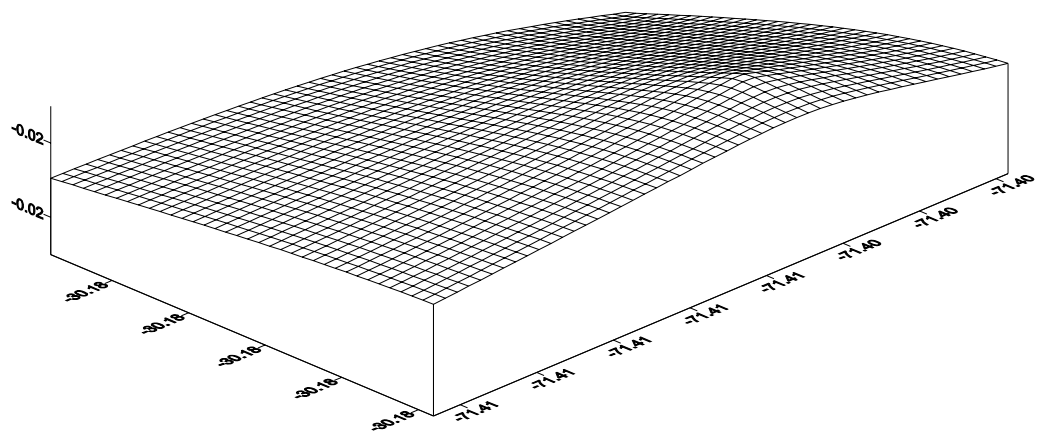
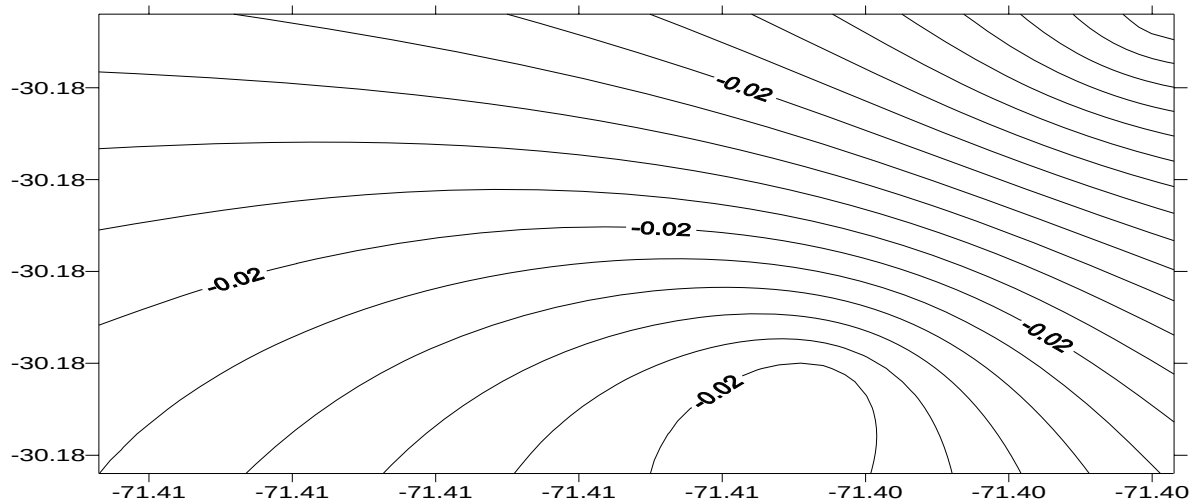


Figura 9.8. Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

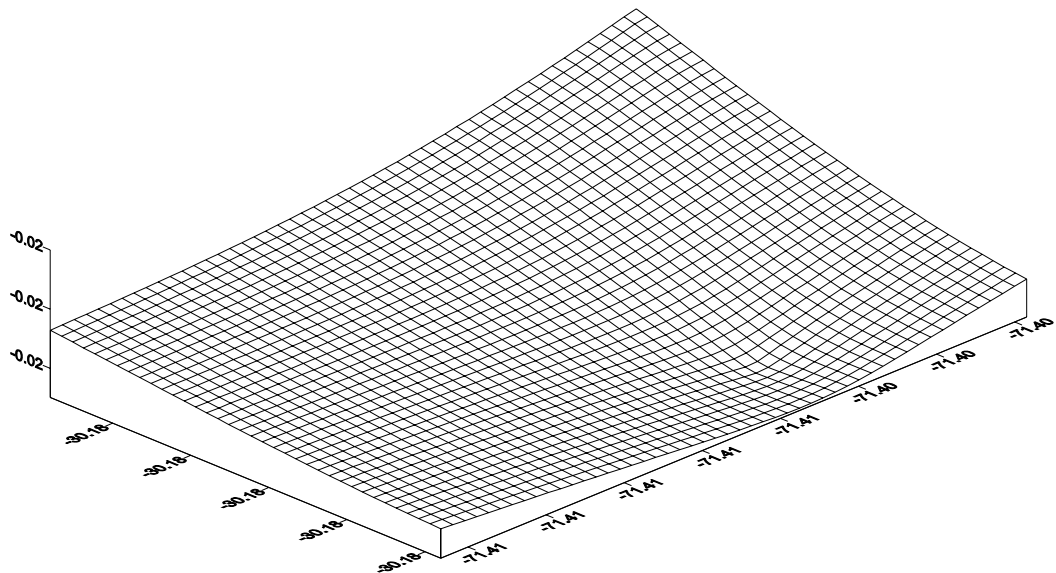
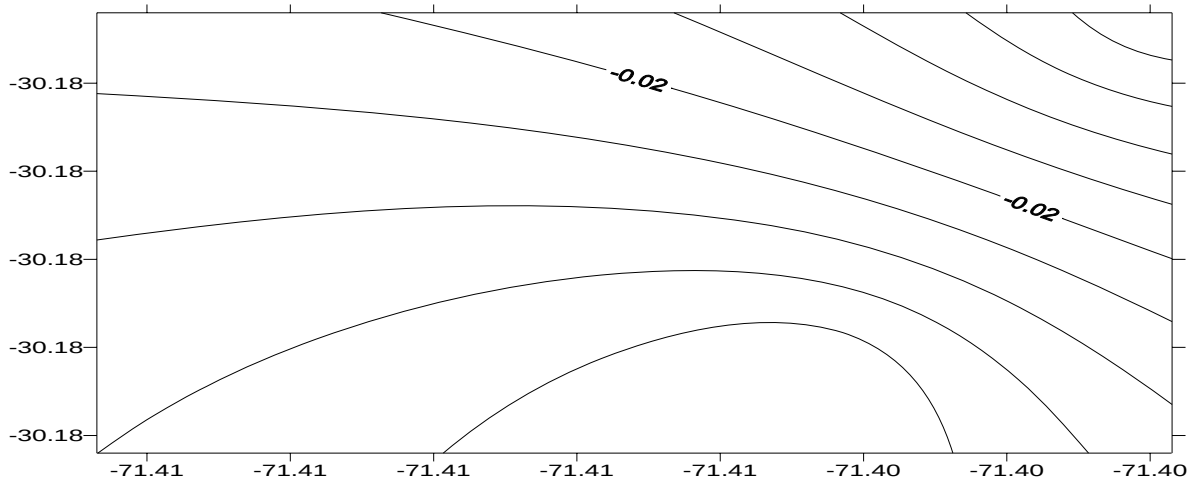


Figura 9.9. Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

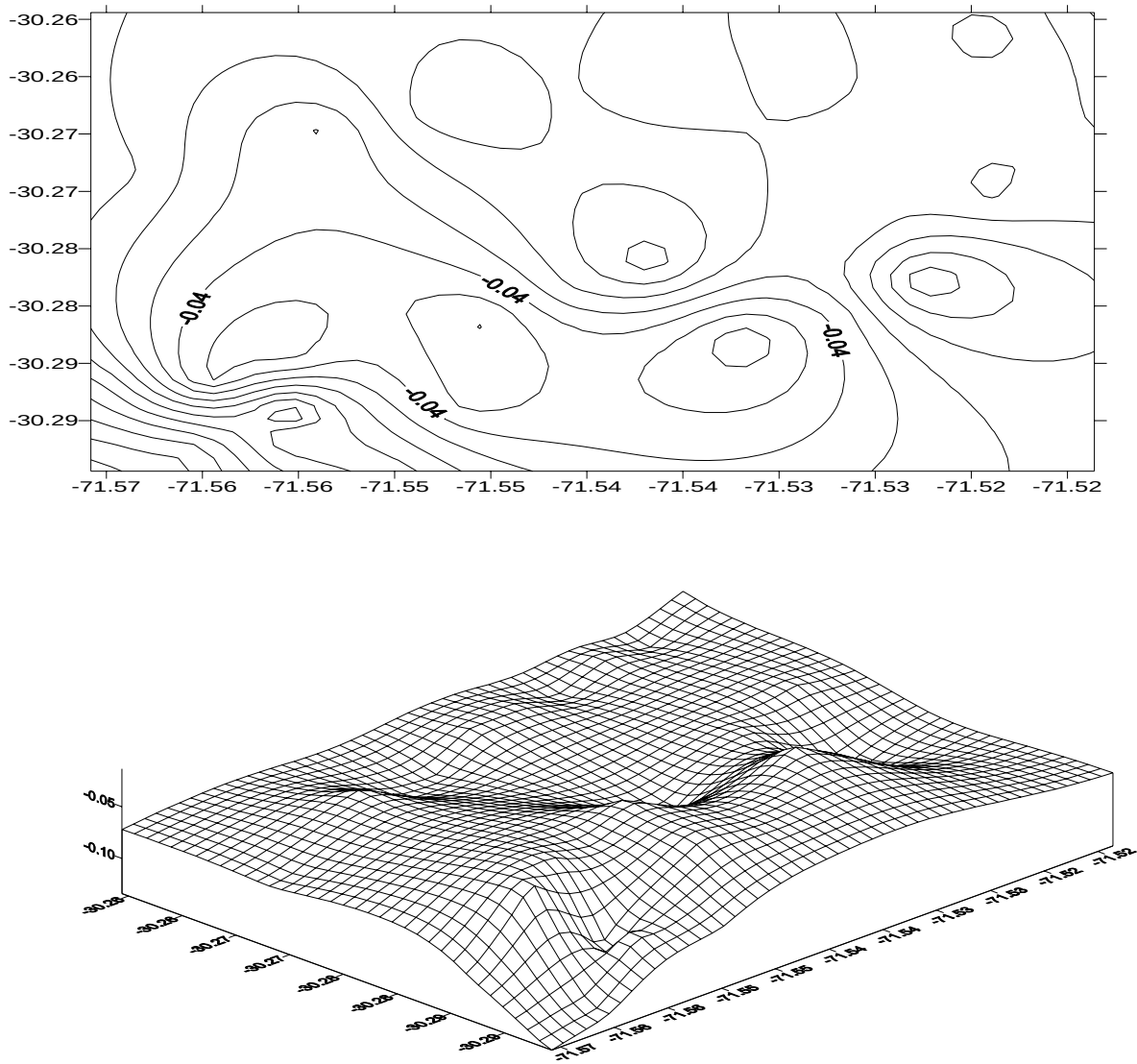


Figura 9.10. Amonio a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

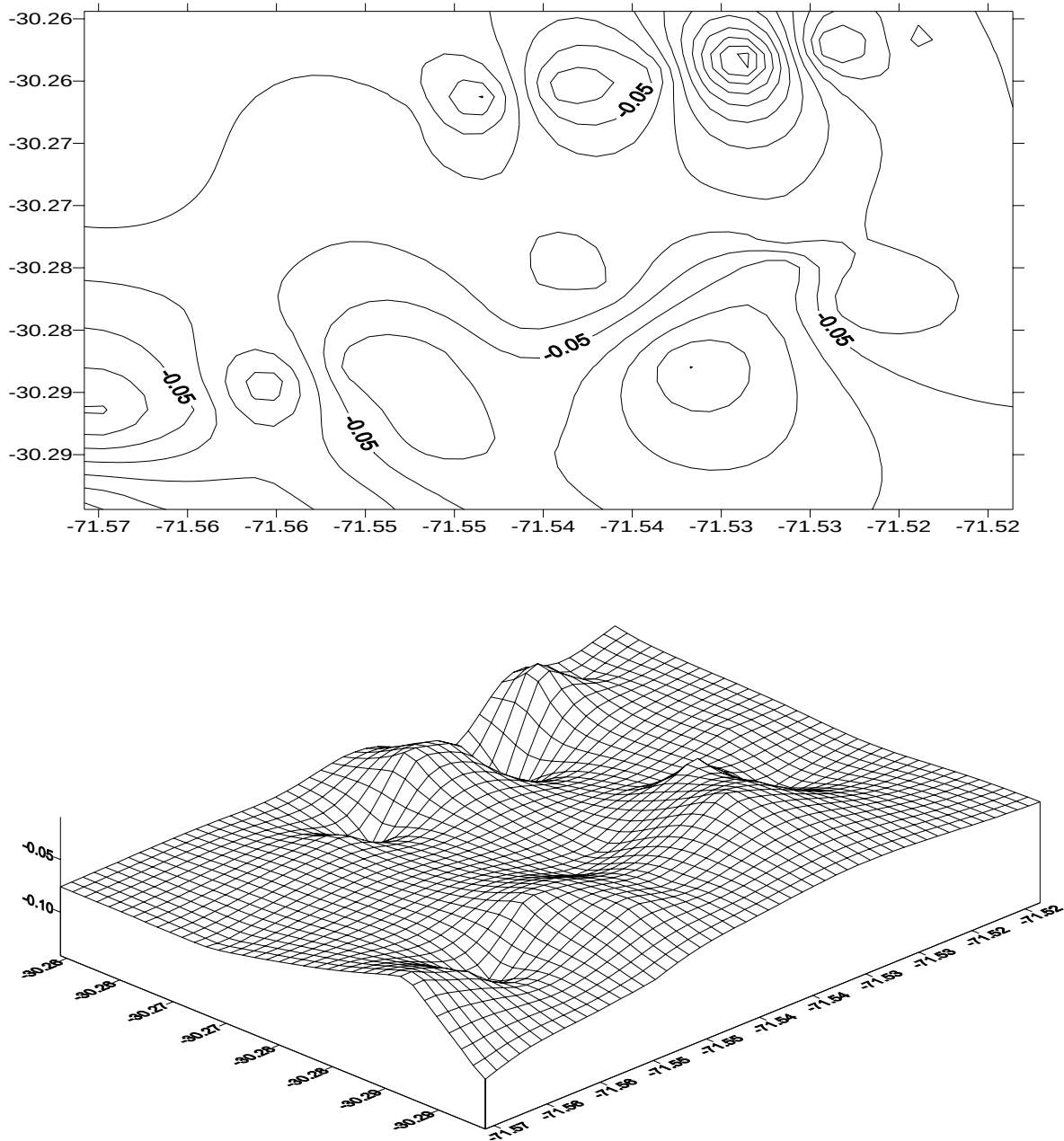


Figura 9.11. Amonio a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

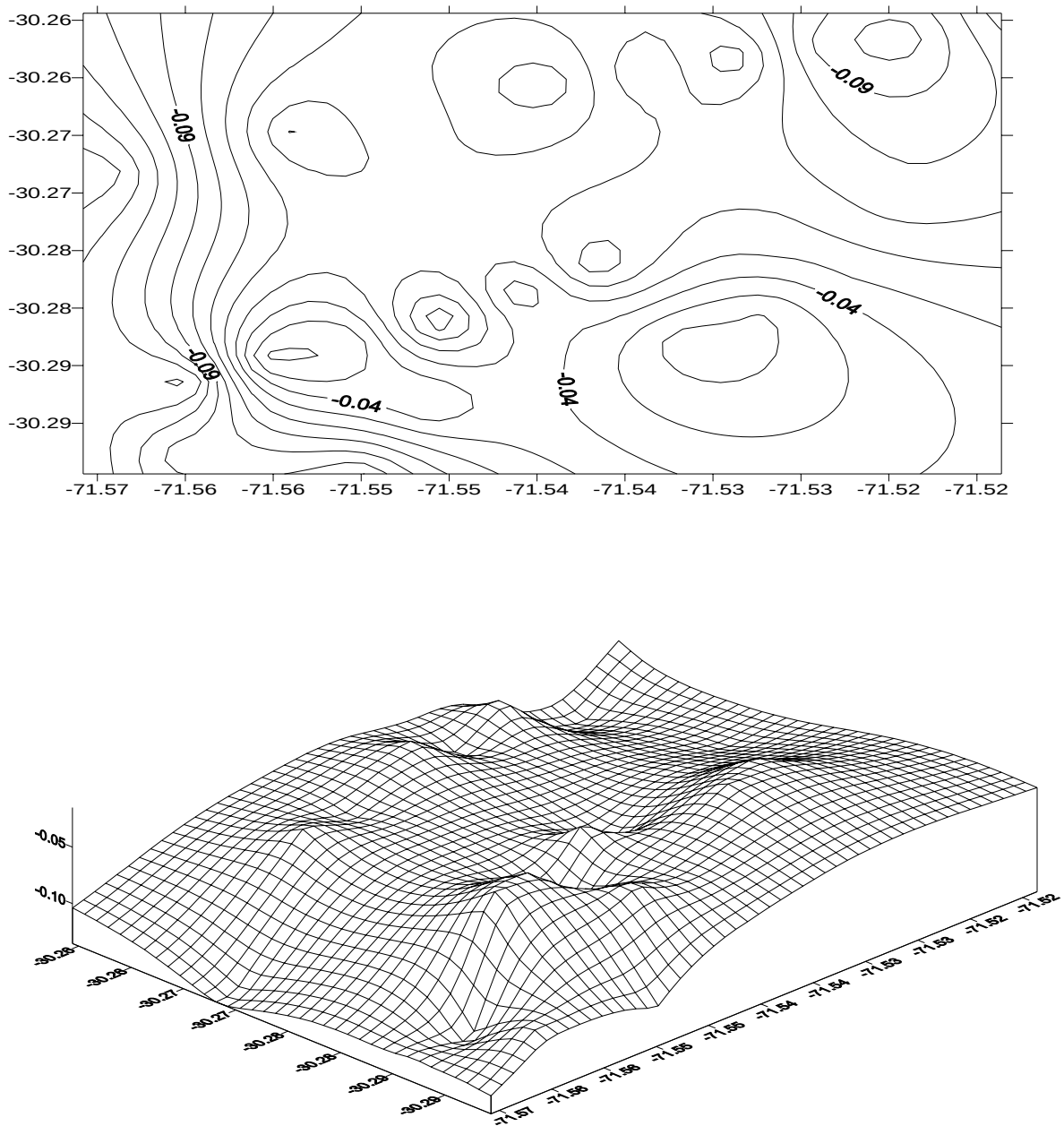


Figura 9.12. Amonio a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 10

CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS



Tabla 10.1.
Fosfatos en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fosfato (mg/L) (1m-réplica1)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	0,51	0,51	0,52	0,49	0,49	0,48	indet.	indet.	indet.
2	0,48	0,47	0,43	0,52	0,51	0,51	indet.	indet.	indet.
3	0,45	0,47	0,46	0,53	0,54	0,55	indet.	indet.	indet.
4	0,54	0,56	0,53	0,43	0,42	0,42	0,47	0,47	0,46
5	0,55	0,55	0,56	0,43	0,42	0,42	0,47	0,47	0,46
6	0,42	0,45	0,43	0,44	0,44	0,44	0,49	0,49	0,48

indet. = Muestra no determinada

Tabla 10.2.
Fosfatos en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	0,45	0,46	0,47	0,44	0,44	0,45	0,42	0,42	0,43
2	0,38	0,39	0,37	0,43	0,42	0,42	0,49	0,49	0,49
3	0,52	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,55	0,56
4	0,60	0,60	0,61	0,43	0,42	0,42	0,38	0,38	0,38
5	0,39	0,38	0,41	0,57	0,58	0,58	0,51	0,51	0,51
6	0,53	0,54	0,55	0,51	0,51	0,52	0,42	0,42	0,43
7	0,30	0,31	0,31	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
8	0,06	0,06	0,07	0,03	0,04	0,05	0,34	0,33	0,33
9	0,23	0,24	0,24	0,26	0,24	0,25	0,29	0,29	0,29
10	0,29	0,29	0,29	0,32	0,31	0,32	0,29	0,29	0,29
11	0,48	0,49	0,48	0,48	0,49	0,49	0,36	0,35	0,36
12	0,35	0,35	0,36	0,40	0,40	0,40	0,47	0,46	0,47
13	0,30	0,31	0,31	0,47	0,46	0,47	0,27	0,26	0,27
14	0,40	0,40	0,40	0,38	0,38	0,38	0,36	0,35	0,36
15	0,47	0,46	0,45	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34
16	0,30	0,26	0,37	0,33	0,33	0,33	0,25	0,24	0,25
17	0,27	0,26	0,27	0,33	0,33	0,33	0,43	0,42	0,43
18	0,28	0,35	0,25	0,39	0,40	0,40	0,32	0,31	0,32
19	0,42	0,53	0,35	0,61	0,60	0,60	0,43	0,42	0,43
20	0,29	0,29	0,28	0,25	0,26	0,27	0,32	0,31	0,32
21	0,33	0,33	0,33	0,41	0,42	0,42	0,36	0,35	0,36
22	0,27	0,26	0,27	0,52	0,53	0,53	0,38	0,38	0,38
23	0,30	0,31	0,31	0,21	0,42	0,42	0,31	0,31	0,31
24	0,37	0,38	0,37	indet.	indet.	indet.	0,31	0,31	0,31
25	0,30	0,31	0,10	0,33	0,33	0,34	0,49	0,49	0,49
26	0,34	0,35	0,35	0,32	0,33	0,34	0,43	0,42	0,43
27	0,33	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,40	0,40	0,40
28	0,22	0,22	0,22	0,25	0,24	0,25	0,32	0,31	0,32
29	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,29	0,29
30	0,24	0,24	0,24	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
31	0,28	0,29	0,29	0,58	0,58	0,58	0,63	0,62	0,63
32	0,23	0,13	0,23	0,20	0,20	0,20	0,36	0,35	0,36
33	0,17	0,17	0,27	0,02	0,02	0,02	0,36	0,35	0,36
34	0,07	0,08	0,09	0,22	0,22	0,22	0,27	0,26	0,27



Tabla 10.3.
Fosfatos en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	0,69	0,69	0,69	0,74	0,73	0,74	0,87	0,86	0,87
2	0,64	0,64	0,64	0,71	0,70	0,71	0,69	0,69	0,69
3	0,65	0,64	0,04	0,71	0,71	0,70	0,72	0,73	0,73

Tabla 10.4.
Fosfatos en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (1m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (6m-réplica 3)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 1)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 2)	Fosfato (mg/L) (Fondo-réplica 3)
1	0,49	0,48	0,48	1,00	1,00	1,00	0,78	0,78	0,78
2	0,55	0,55	0,55	0,66	0,67	0,67	0,71	0,71	0,71
3	indet.	indet.	indet.	0,89	0,89	0,89	0,66	0,67	0,67
4	0,80	0,80	0,07	1,75	1,75	1,76	0,66	0,67	0,67
5	0,51	0,51	0,51	0,44	0,44	0,44	0,64	0,64	0,65
6	0,53	0,53	0,53	0,582	0,58	0,58	0,62	0,62	0,62
7	0,19	0,20	0,20	0,17	0,16	0,17	0,64	0,64	0,65
8	2,10	2,09	2,09	1,72	1,71	1,72	0,35	0,35	0,36
9	0,51	0,51	0,51	0,69	0,69	0,69	0,64	0,64	0,64
10	0,62	0,52	0,62	indet.	indet.	indet.	0,51	0,51	0,51
11	0,78	0,77	0,78	0,82	0,82	0,67	0,87	0,87	0,87
12	0,55	0,56	0,55	0,53	0,53	0,53	0,62	0,62	0,61
13	0,35	0,35	0,361	0,41	0,42	0,42	0,47	0,47	0,46
14	0,55	0,55	0,56	0,62	0,62	0,62	0,73	0,73	0,74
15	0,75	0,76	0,75	0,91	0,91	0,91	0,84	0,86	0,86
16	0,49	0,48	0,49	0,55	0,55	0,55	0,59	0,60	0,60
17	0,44	0,44	0,44	0,47	0,46	0,47	0,64	0,64	0,65
18	0,82	0,82	0,82	0,86	0,86	0,87	0,90	0,91	0,91
19	0,49	0,48	0,49	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65
20	0,46	0,46	0,47	0,53	0,53	0,53	0,64	0,65	0,65
21	0,42	0,42	0,42	0,53	0,53	0,53	0,78	0,78	0,78
22	0,51	0,51	0,51	0,55	0,55	0,56	0,57	0,58	0,58
23	0,62	0,62	0,62	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65	0,64
24	0,75	0,75	0,60	0,84	0,84	0,85	0,82	0,83	0,82
25	0,55	0,56	0,55	0,57	0,58	0,57	0,71	0,71	0,70
26	0,48	0,49	0,49	0,57	0,58	0,58	0,64	0,65	0,64
27	0,60	0,60	0,60	0,64	0,65	0,64	0,69	0,69	0,68
28	0,55	0,55	0,55	0,60	0,60	0,60	0,75	0,75	0,75
29	0,62	0,62	0,62	0,53	0,53	0,53	0,78	0,78	0,78
30	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55	0,64	0,65	0,64

indet. = Muestra no determinada

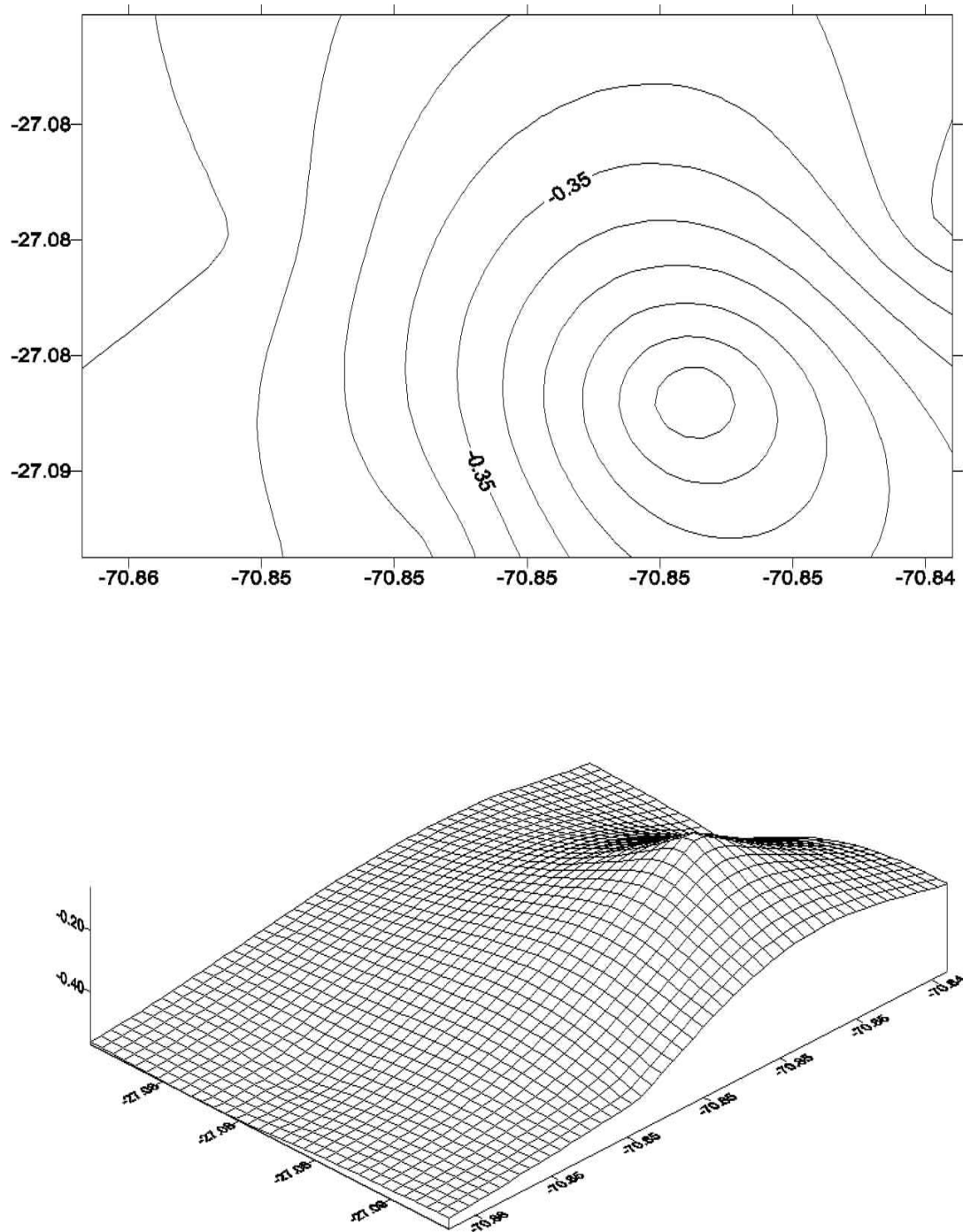


Figura 10.1. Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

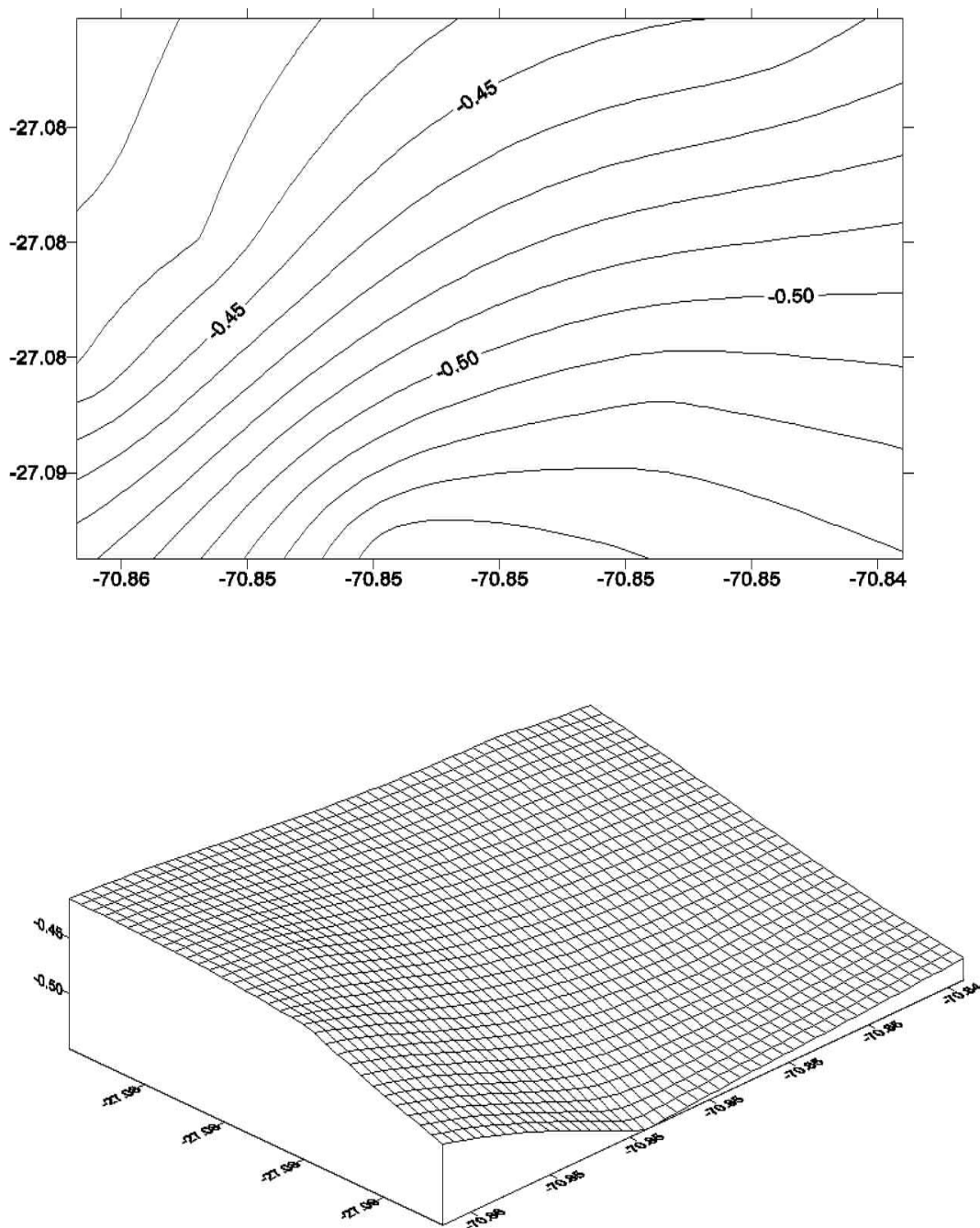


Figura 10.2. Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

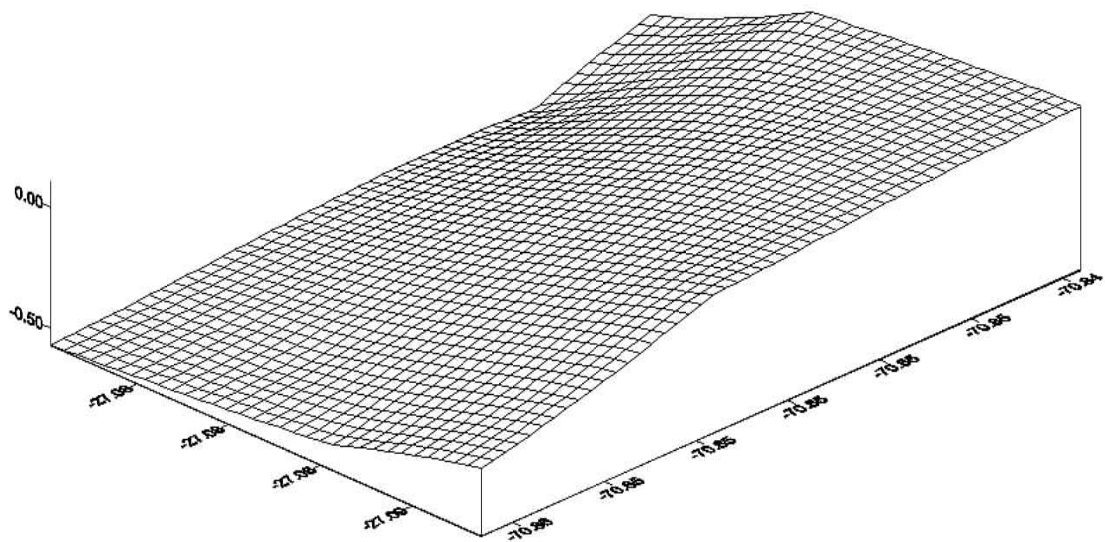
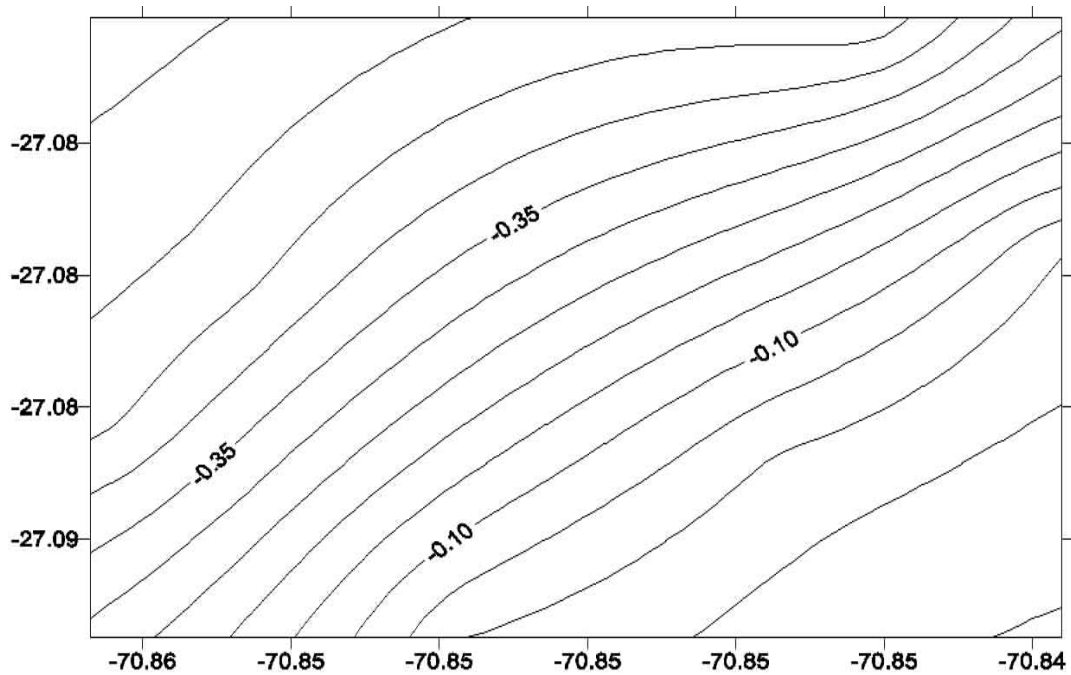


Figura 10.3. Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

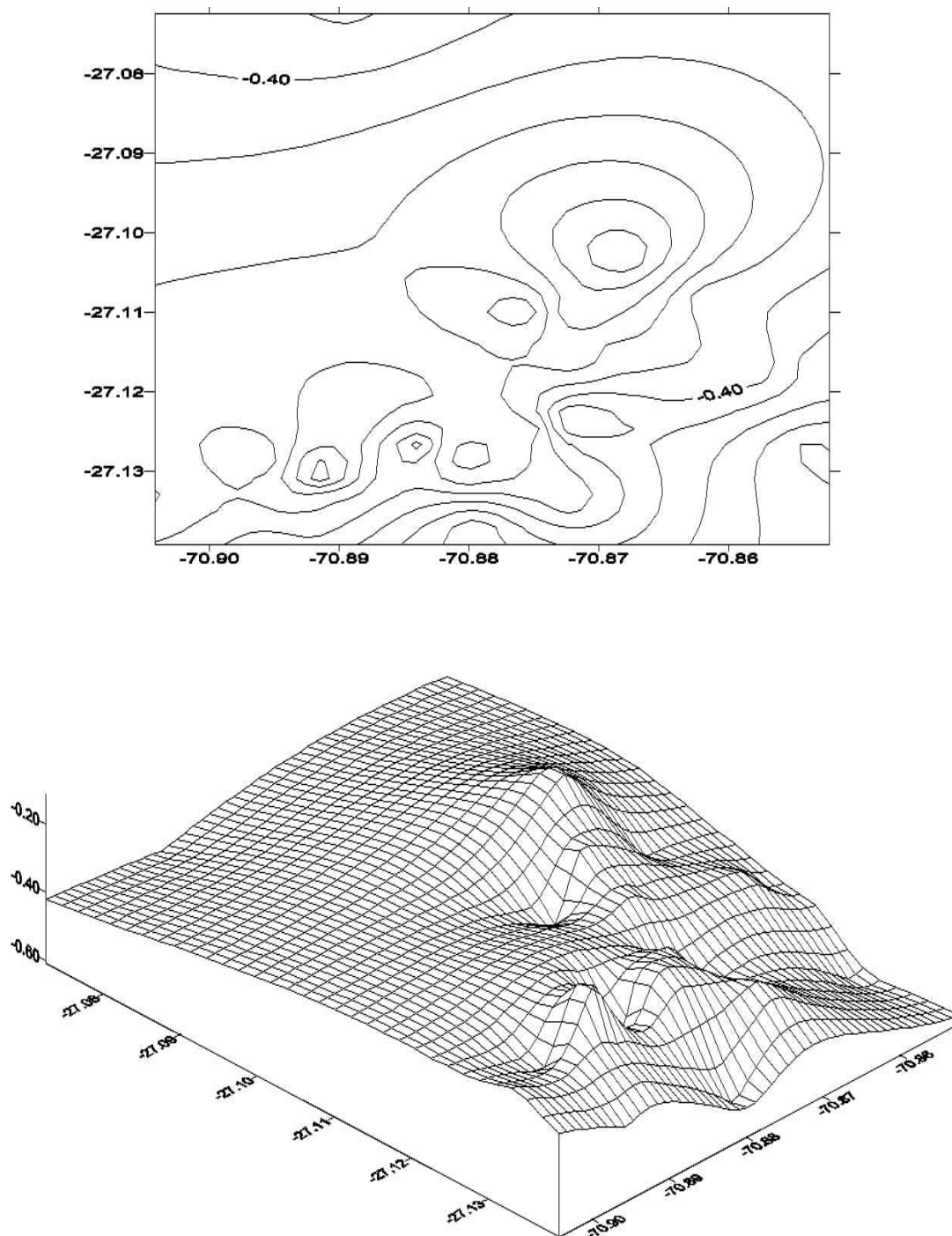


Figura 10.4. Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

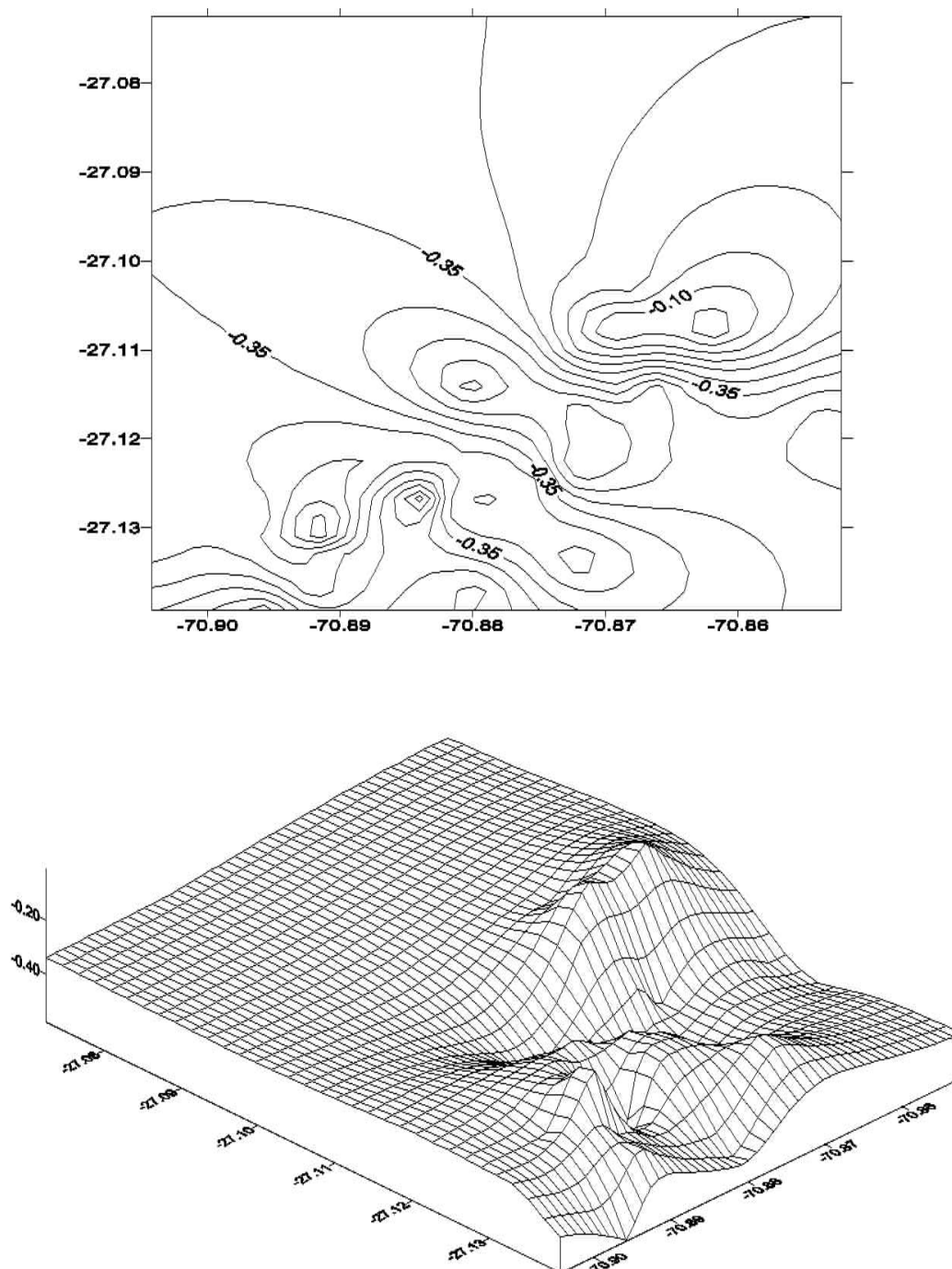


Figura 10.5. Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

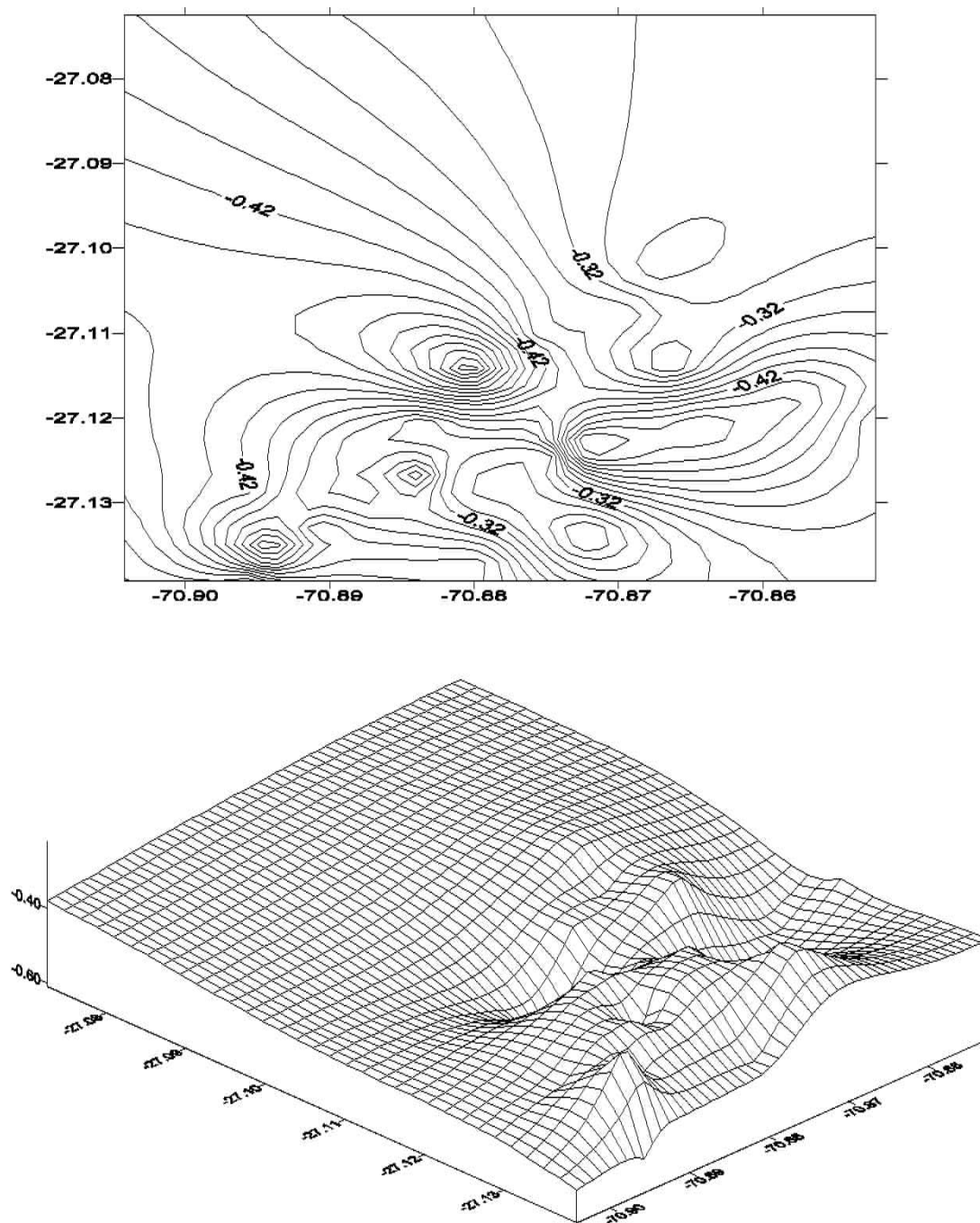


Figura 10.6. Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

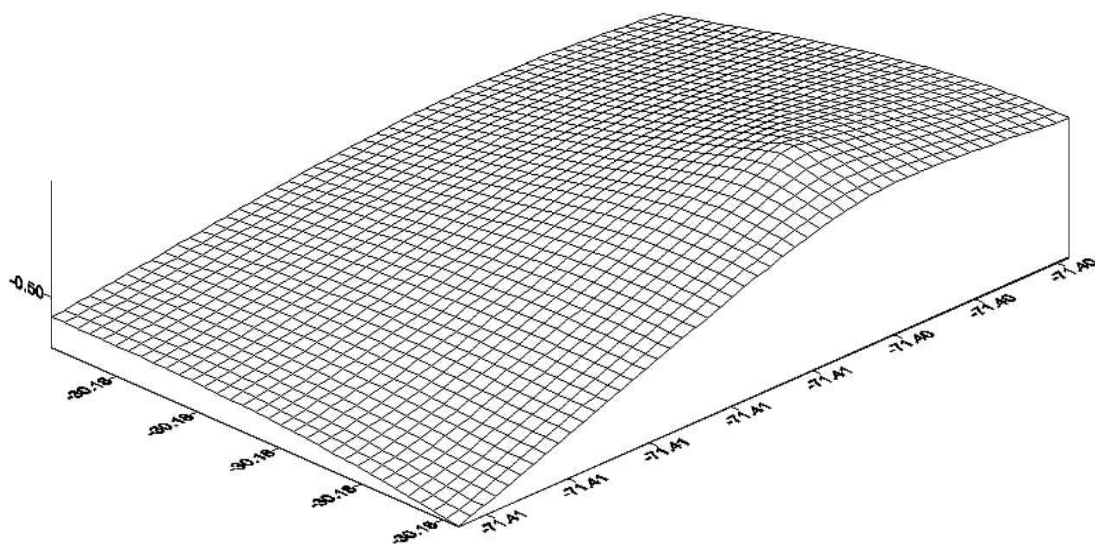
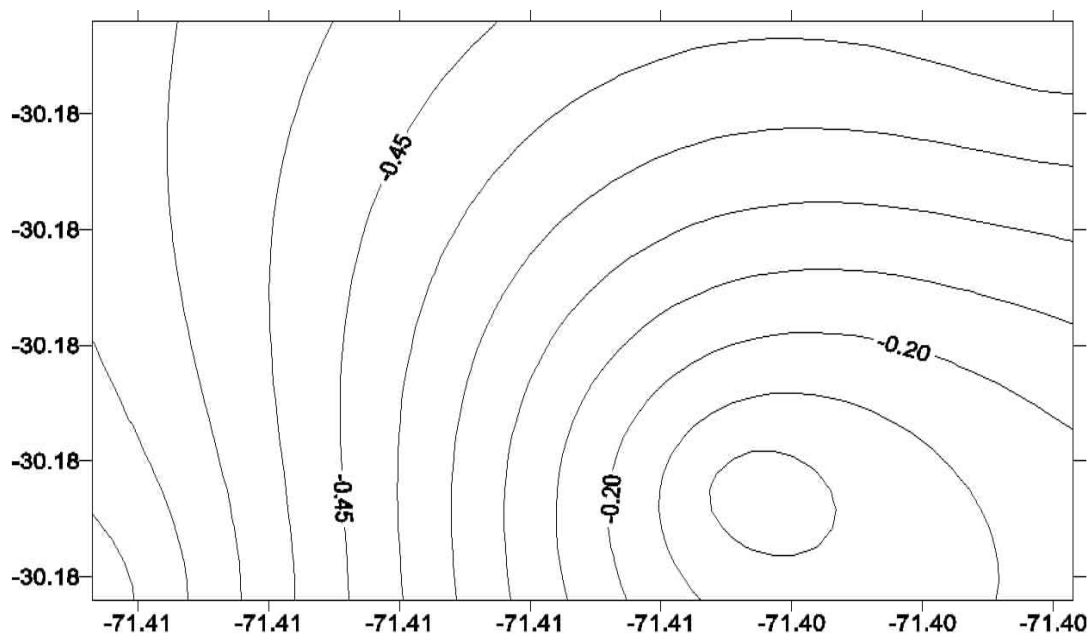


Figura 10.7. Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

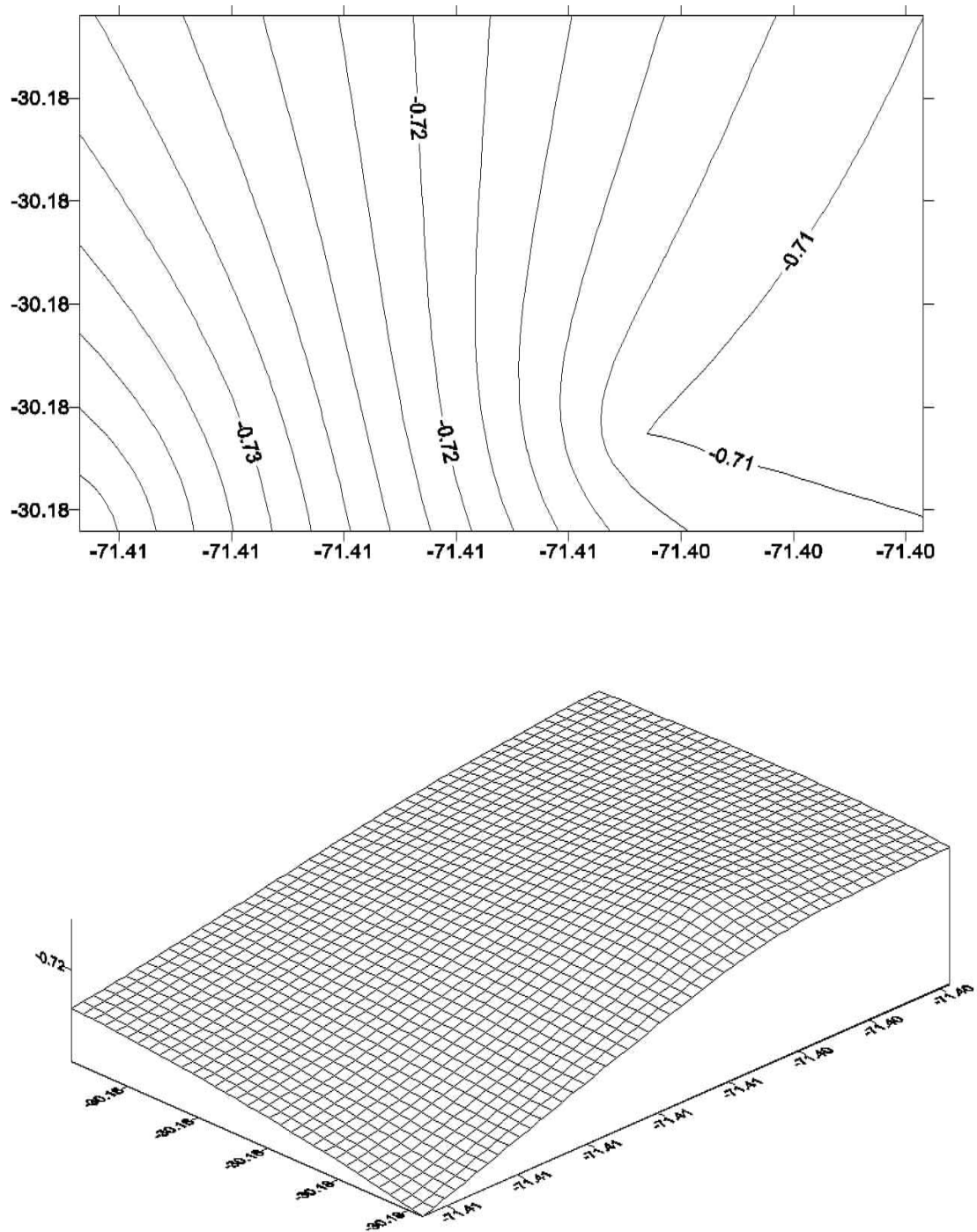


Figura 10.8. Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

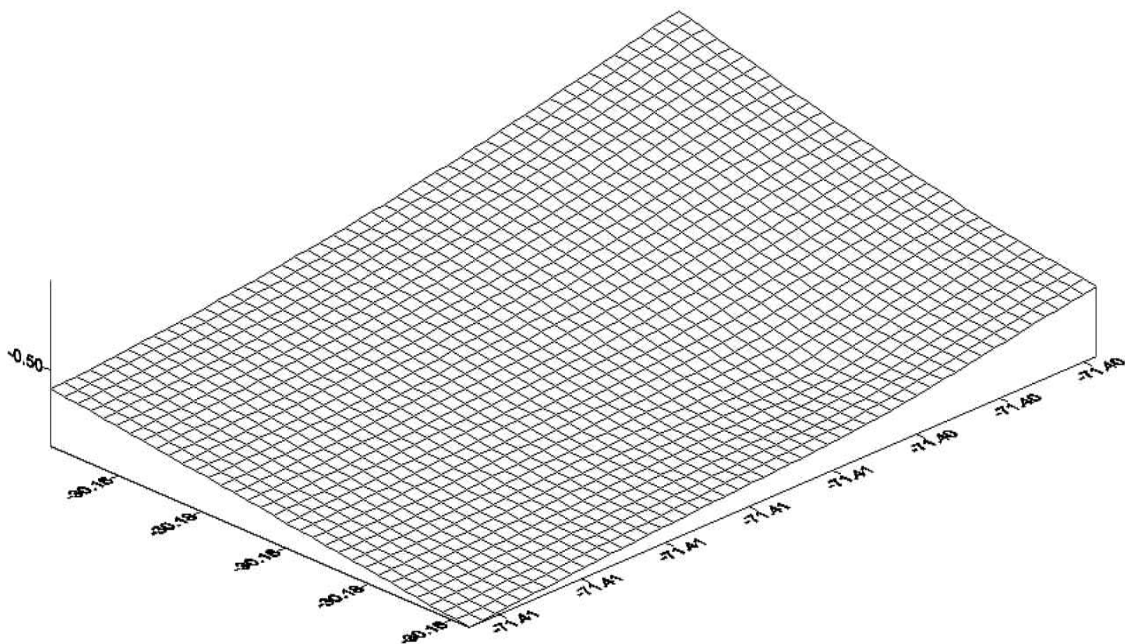
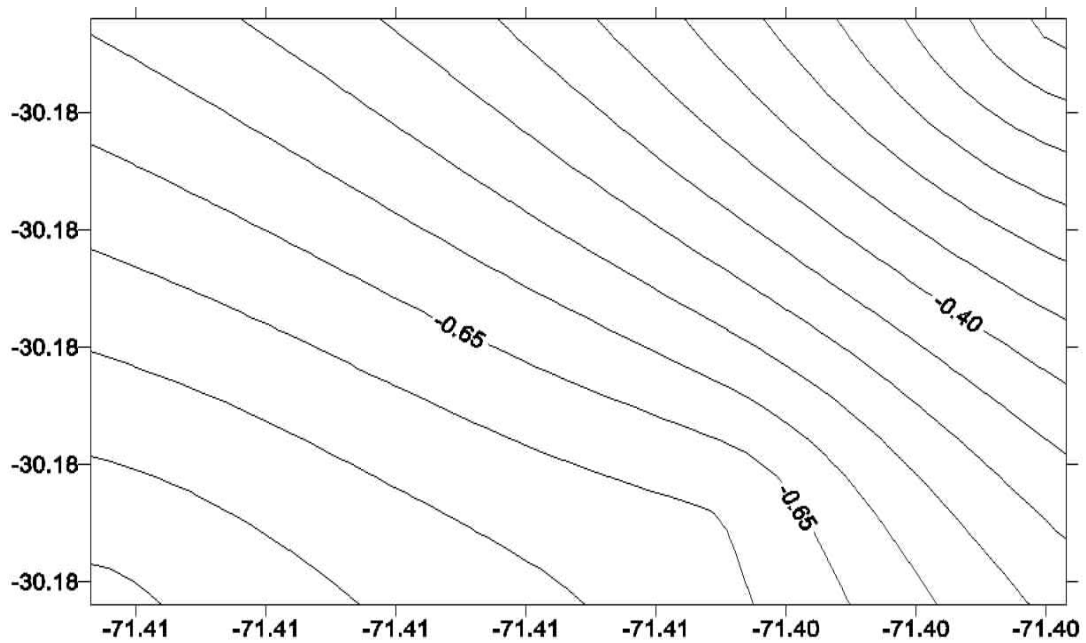


Figura 10.9. Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

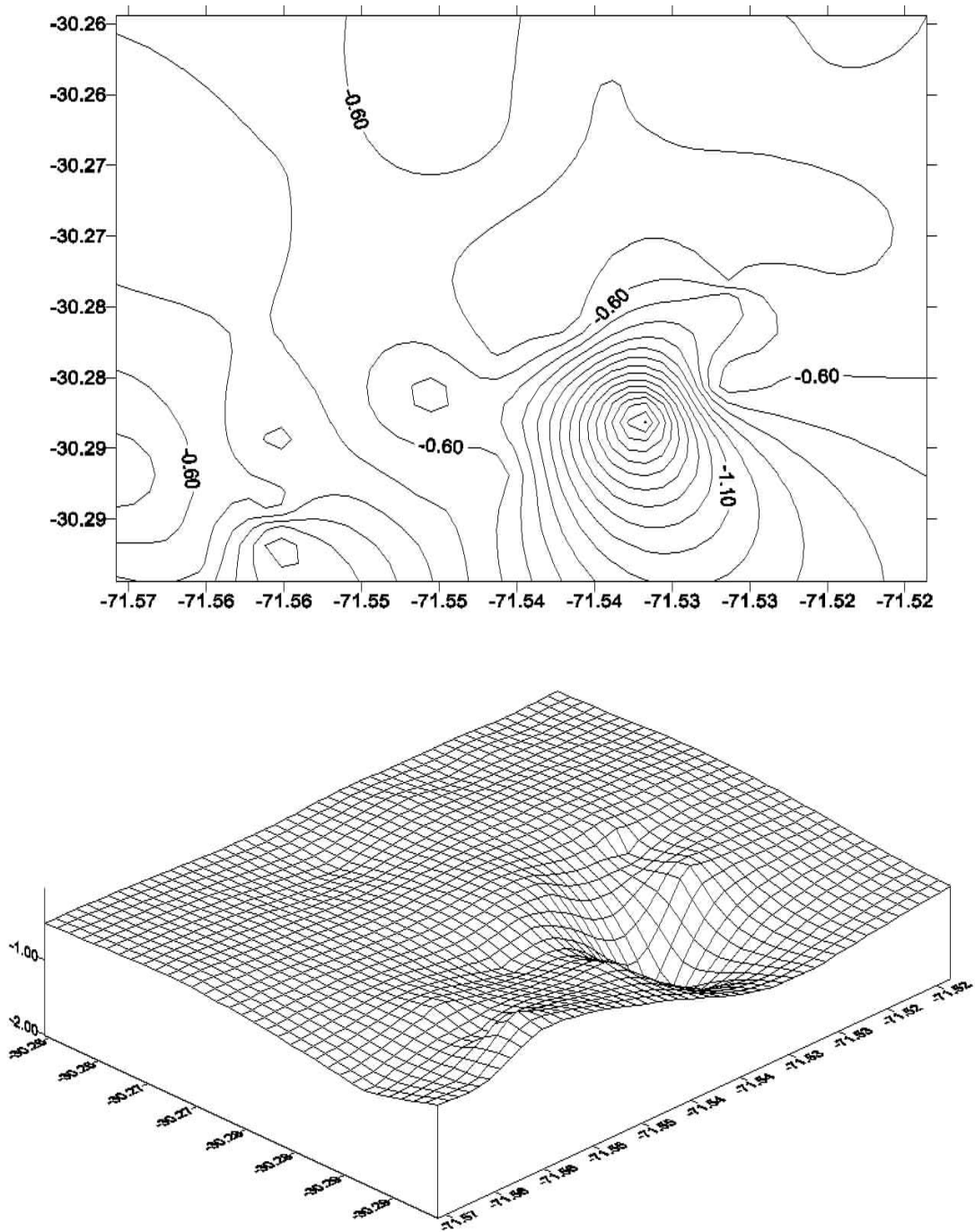


Figura 10.10. Fosfato a 1 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

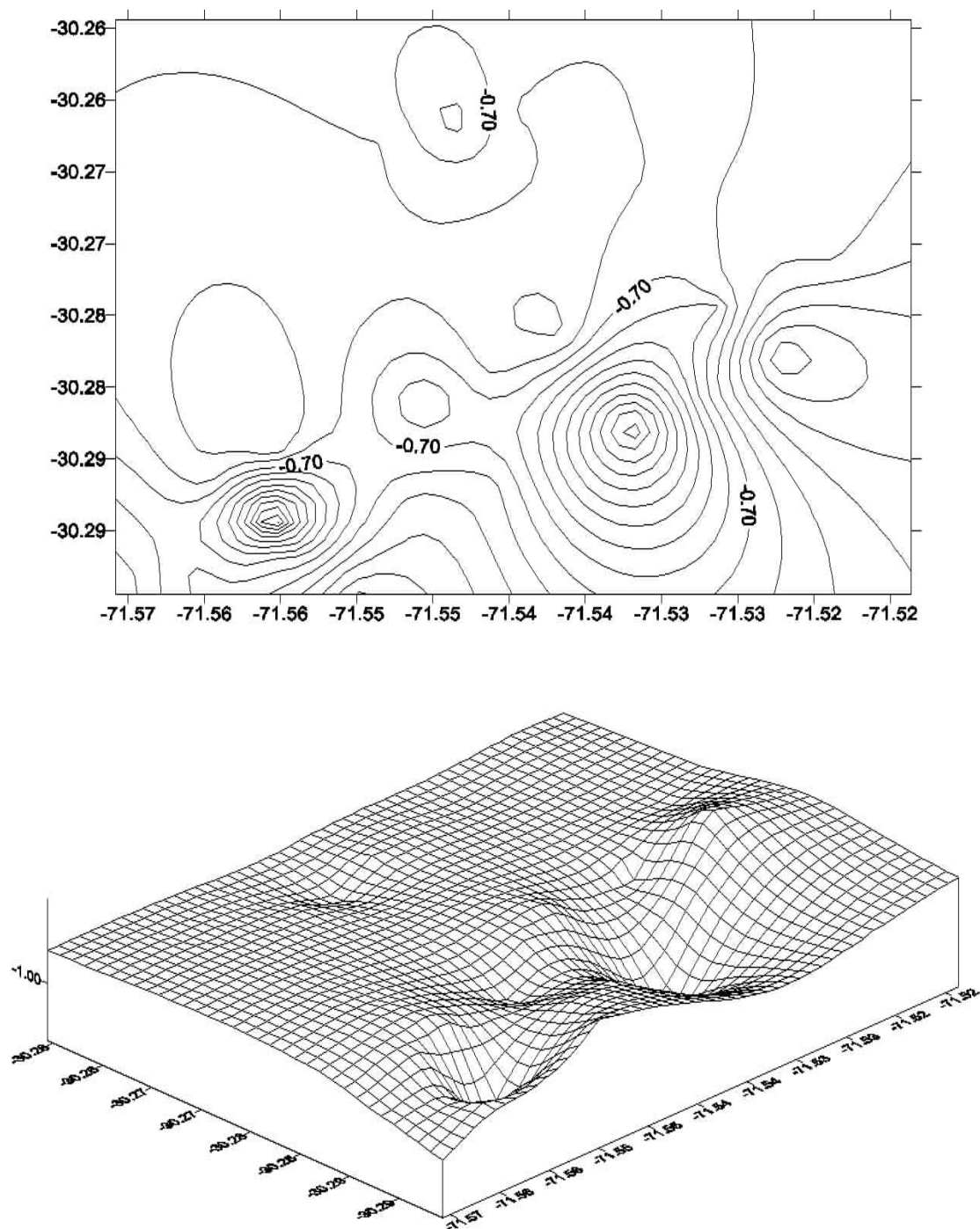


Figura 10.11. Fosfato a 6 m de profundidad en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

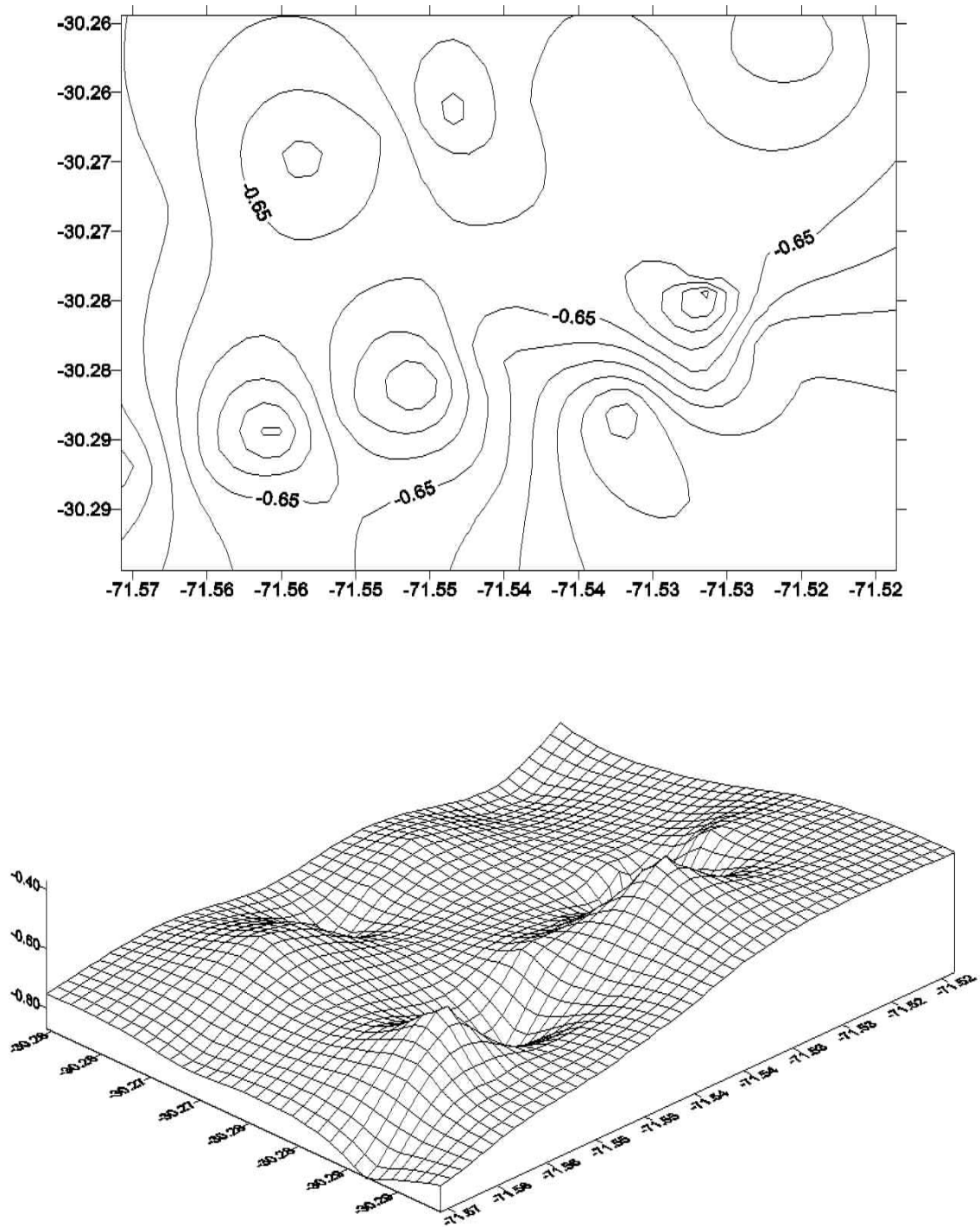


Figura 10.12. Fosfato a 1 m sobre el fondo marino en agua de mar (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 11

FITOPLANCTON



Tabla 11.1.
Fitoplancton (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
2	DIATOMEAS	
	<i>Tropidoneis</i>	500
	<i>Thalasionema</i>	6800
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	800
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 8100

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
3	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma sp.</i>	600
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6100
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	900
	<i>Protoperidinium punctulatum</i>	300
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 7900

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
4	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma normanii</i>	100
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	5900
	SILICOPLAGELADO	
	<i>Dictiocha fibula</i>	300
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	100
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 6400

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
6	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma sp.</i>	600
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6100
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	900
	<i>Protoperidinium puntulatum</i>	300
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 7900



Tabla 11.2.
Fitoplancton (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
1	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros spp</i>	800
	<i>Guinardia delicatula</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6800
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	200
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 8100
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
2	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros decipiens</i>	500
	<i>Coscinodiscus sp</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6300
	<i>Thalasionema nitzschoides</i>	1200
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	300
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 8500
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
8	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6800
	<i>Tropidoneis</i>	200
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	500
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 7500
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
9	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6300
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	100
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 6400
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
12	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	800
	<i>Chaetoceros teres</i>	300
	<i>Corethron criophilum</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	1200
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 2500
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
13	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigmanormanii</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	7400
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium fusus</i>	200
	<i>Dinophysis acuminata</i>	300
	S = 4	Número de individuos (N) = 8600



Continuación tabla 11.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
14	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros debilis</i>	3200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	1500
	<i>Tropidoneis</i>	800
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Protoperdinium cf. claudicans</i>	200
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 5700

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
16	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros radicans</i>	600
	<i>Pleurosigma directum</i>	1500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	9300
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	600
	<i>Protoperdinium pentagonum</i>	100
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 12100

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
17	DIATOMEAS	
	<i>Cylindroteca closterium</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3100
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 3300

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
18	DIATOMEAS	
	<i>Guinardia delicatula</i>	300
	<i>Striatella unipunctata</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	1500
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium fusus</i>	100
	<i>Protoperdinium cf. pellucidum</i>	200
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 2800

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
20	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma sp.</i>	100
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3200
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	300
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 3600

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
21	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	2000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium furca</i>	600
	<i>Ceratium pentagonum</i>	300
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 2900



Continuación tabla 11.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
22	DIATOMEAS	
	<i>Gramatophora marina</i>	200
	<i>Corethton criophylum</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6300
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 7000
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
23	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3200
	Número de especies (S) = 1	Número de individuos (N) = 3200
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
24	DIATOMEAS	
	<i>Guinardia delicatula</i>	200
	SILICOFLAGELADOS	
	<i>Distephanus speculum</i>	100
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	300
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 600
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
27	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros debilis</i>	1500
	<i>Nitzschia sp.</i>	200
	<i>Rhizolenia setigera</i>	800
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	5200
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium pentagonum</i>	200
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 7900
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
30	DIATOMEAS	
	<i>Guinardia delicatula</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	1800
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 2300
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
31	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros teres</i>	800
	<i>Chaetoceros spp.</i>	2400
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 3200
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
34	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma sp</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	8200
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium pentagonum</i>	1200
	<i>Palacroma mucronata</i>	300
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 10200



Tabla 11.3.
Fitoplancton (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
1	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	9800
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	600
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 10400

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
2	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma directum</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	5400
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	600
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 11000

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
3	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma sp</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	1000
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 1200

Tabla 11.4.
Fitoplancton (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
1	DIATOMEAS	
	<i>Guinardia delicatula</i>	600
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	7800
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 8400

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
2	DIATOMEAS	
	<i>Guinardia cf. delicatula</i>	900
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	9700
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	300
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 10900

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
3	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	51000
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 51200

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
4	DIATOMEAS	
	<i>Coscinodiscus cf. janischii</i>	100
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	6800
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	700
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 7600



Continuación tabla 11.4

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
5	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	9800
	<i>Corethron criophilum</i>	100
	<i>Gramatophora marina</i>	400
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 10300

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
6	DIATOMEAS	
	<i>Guinardia delicatula</i>	1500
	<i>Stratella unipunctata</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	5000
	<i>Thalasionema nitzschoides</i>	1000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	600
	<i>Protoperdinium claudicans</i>	200
	Número de especies (S) = 6	Número de individuos (N) = 8500

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
10	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	40000
	Número de especies (S) = 1	Número de individuos (N) = 40000

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
11	DIATOMEAS	
	<i>Corearon criophilum</i>	700
	<i>Guinardia delicatula</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3500
	<i>Tropidoneis</i>	1100
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	2200
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 7700

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
12	DIATOMEAS	
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	1000
	<i>Detonula pumila</i>	200
	<i>Pleurosigma directum</i>	2300
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	80000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	600
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 84100

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
13	DIATOMEAS	
	<i>Gramatophora marina</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	5600
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium fusus</i>	600
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 6400



Continuación tabla 11.4

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
14	DIATOMEAS	
	<i>Coscinodiscus sp.</i>	400
	<i>Pleurosigma sp.</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	8000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	1500
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 10100

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
20	DIATOMEAS	
	<i>Gramatophora marina</i>	300
	<i>Licmophora sp.</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	1000
	Número de especies (S) = 3	Número de individuos (N) = 1500

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
21	DIATOMEAS	
	<i>Chaetoceros spp.</i>	100
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3600
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 3700

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
22	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	4100
	Número de especies (S) = 1	Número de individuos (N) = 4100

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
23	DIATOMEAS	
	<i>Pleurosigma sp.</i>	200
	<i>Fragilaria sp.</i>	3000
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	60000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium pentagonum</i>	500
	<i>Ceratium lineatum</i>	100
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 63800

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
26	DIATOMEAS	
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	600
	Número de especies (S) = 2	Número de individuos (N) = 3600

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
28	DIATOMEAS	
	<i>Surirella</i>	500
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	80000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Ceratium fusus</i>	100
	<i>Ceratium tripos</i>	100
	<i>Donophysis acuminata</i>	500
	Número de especies (S) = 5	Número de individuos (N) = 81200



Continuación tabla 11.4

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
29	DIATOMEAS	
	<i>Detonula pumila</i>	500
	<i>Guinardia delicatula</i>	200
	<i>Thalassiosira cf. delicatula</i>	3000
	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	300
	Número de especies (S) = 4	Número de individuos (N) = 4000

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos
30	DINOFLAGELADOS	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	800
	Número de especies (S) = 1	Número de individuos (N) = 800



ANEXO 12

GRANULOMETRÍA



Tabla 12.1.
Granulometría de los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fracción sedimentaria (%)						
	> 2 mm	2 – 1 mm	1 – 0,5 mm	0,5 – 0,25 mm	0,25 – 0,125 mm	0,125 – 0,063 mm	< 0,063 mm
1	56,6	10,9	14,3	10,9	4,6	2,6	0,1
2	8,7	39,9	29,4	13,6	6,3	0,6	1,5
3	0,4	1,8	4,0	8,2	28,7	55,5	1,5
4	0,1	4,0	12,3	26,7	39,2	16,2	1,4
5	0,1	0,2	2,2	13,4	32,1	48,1	3,8
6	3,1	18,3	25,2	18,8	8,9	22,3	3,3

Tabla 12.2.
Granulometría de los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fracción sedimentaria (%)						
	> 2 mm	2 – 1 mm	1 – 0,5 mm	0,5 – 0,25 mm	0,25 – 0,125 mm	0,125 – 0,063 mm	< 0,063 mm
1	0	0,13	0,39	1,50	13,89	81,75	2,35
2	0	0,07	0,12	0,13	45,84	53,03	0,81
3	7,55	1,21	0,34	0,40	3,084	85,94	1,47
4	0,03	0,11	0,13	0,54	1,393	95,65	2,15
5	0,41	0,93	1,59	2,95	5,895	87,48	0,74
6	0,59	2,42	7,65	15,97	16,07	55,20	2,11
7	0,81	2,10	2,21	8,82	22,25	62,14	1,66
8	0,00	0,08	0,07	0,21	15,58	82,00	2,06
9	0,07	0,15	0,44	0,78	4,687	92,27	1,62
10	1,51	0,52	0,31	1,52	10,57	84,47	1,10
11	1,21	2,38	2,91	8,01	38,81	44,81	1,88
12	0,80	0,84	1,15	14,45	51,51	30,35	0,90
13	0,29	0,67	0,67	3,10	16,72	76,43	2,13
14	0,32	0,24	0,23	1,38	7,604	88,58	1,65
15	0,02	0,20	2,16	12,38	32,11	52,07	1,06
16	0,4	0,1	2,3	31,1	23,1	41,2	1,8
17	0,2	0,7	3,4	28,7	27,3	38,4	1,3
18	0,9	0,4	2,7	41,4	25,6	28,0	1,0



Continuación tabla 12.2

19	0,4	0,9	4,1	24,8	27,2	41,3	1,3
20	1,1	0,3	2,1	32,3	24,7	38,6	0,9
21	0,4	1,2	2,9	42,2	19,5	33,4	0,4
22	0,7	1,1	3,3	35,3	13,4	45,2	1,0
23	0,21	0,09	0,18	0,89	12,58	85,10	0,96
24	1,96	5,61	14,21	27,65	37,6	11,79	1,17
25	4,23	33,59	26,51	13,56	10,18	10,64	1,3
26	0,39	1,90	6,28	12,83	36,4	41,10	1,10
27	1,21	1,34	9,10	4,78	39,2	43,17	1,20
28	1,29	4,31	3,55	8,56	41,9	39,35	1,04
29	0,98	2,10	4,10	17,47	43,9	29,15	2,30
30	0,46	1,09	2,10	18,74	34,09	41,21	2,31
31	1,23	1,89	2,01	33,75	36,4	22,09	2,63
32	2,31	1,24	2,39	34,95	29,34	26,76	3,01
33	1,09	5,1	1,98	41,91	19,29	29,35	1,28
34	0,12	0,29	0,82	3,46	41,92	49,91	3,48

Tabla 12.3.

Granulometría de los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fracción sedimentaria (%)						
	> 2 mm	2 – 1 mm	1 – 0,5 mm	0,5 – 0,25 mm	0,25 – 0,125 mm	0,125 – 0,063 mm	< 0,063 mm
1	0,8	0,98	11,49	2,30	35,34	45,64	3,45
2	1,2	0,89	56,82	2,93	33,95	48,71	4,21
3	2,4	1,02	12,53	3,28	31,09	45,09	4,59



Tabla 12.4.
Granulometría de los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Fracción sedimentaria (%)						
	> 2 mm	2 – 1 mm	1 – 0,5 mm	0,5 – 0,25 mm	0,25 – 0,125 mm	0,125 – 0,063 mm	< 0,063 mm
1	0,23	2,09	7,20	49,07	20,19	21,09	0,13
2	0,21	3,21	3,76	46,40	23,09	23,06	0,27
3	0,15	2,42	4,53	35,12	34,51	22,25	1,02
4	0,12	2,09	7,45	15,17	46,75	27,43	0,99
5	0,21	1,98	4,68	24,44	39,55	29,01	0,13
6	1,20	3,24	3,99	14,81	47,46	28,88	0,42
7	1,11	3,02	5,64	15,58	46,45	27,86	0,34
8	2,10	2,19	7,82	16,54	45,45	25,46	0,44
9	0,12	0,5	5,46	28,62	39,82	24,92	0,56
10	0,19	2,13	4,57	29,10	33,49	29,73	0,79
11	1,01	1,29	4,59	16,52	56,55	19,53	0,51
12	0,98	4,01	5,61	13,38	45,69	29,88	0,45
13	0,32	1,29	7,98	33,39	41,32	15,41	0,29
14	0,41	5,10	6,77	32,45	44,58	9,67	1,02
15	0,56	2,10	7,78	13,75	51,90	13,41	10,5
16	1,29	2,16	4,31	2,49	55,64	31,09	3,02
17	1,21	2,07	7,79	11,20	49,09	27,65	0,99
18	2,10	3,21	6,56	16,74	46,73	24,53	0,13
19	0,98	4,10	5,55	18,06	43,51	26,71	1,09
20	1,15	2,19	5,71	17,32	44,58	25,55	2,10
21	0,78	1,42	6,27	18,47	45,76	26,87	0,43
22	0,31	1,98	5,71	15,74	50,03	25,46	0,77
23	0,06	1,28	6,31	22,46	43,65	25,57	0,67
24	0,98	3,28	7,33	2,84	61,21	23,91	0,45
25	0,56	4,14	8,12	28,43	34,52	22,89	1,34
26	1,13	2,31	6,23	13,41	44,53	31,07	1,32
27	1,42	2,49	5,66	21,73	37,98	29,45	1,27
28	2,09	1,39	6,74	8,66	35,03	45,12	0,97
29	1,09	2,41	9,87	26,5	45,63	12,31	2,19
30	0,45	3,20	11,23	16,74	47,78	18,79	1,81



ANEXO 13

POROSIDAD Y DENSIDAD APARENTE DE LOS SEDIMENTOS



Tabla 13.1.

Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Porosidad	Densidad aparente
1	65	2,3
2	62	2,8
3	68	2,3
4	67	2,4
5	68	2,5
6	61	2,5

Tabla 13.2.

Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Porosidad	Densidad aparente
1	71	2,5
4	67	2,4
5	64	2,3
9	63	2,8
13	63	2,7
17	74	2,8
20	71	2,4
23	73	2,6
27	67	2,5
30	73	2,8
34	73	2,6



Tabla 13.3.

Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Porosidad	Densidad aparente
1	74	2,4
2	78	2,2
3	70	2,6

Tabla 13.4.

Porosidad y densidad aparente en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Porosidad	Densidad aparente)
2	68	29
6	64	2,7
9	65	2,7
12	64	2,5
16	72	2,0
19	70	2,7
22	64	2,1
26	68	2,8
29	72	2,8



ANEXO 14

MATERIA ORGÁNICA EN LOS SEDIMENTOS



Tabla 14.1.

Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Materia orgánica (%) (réplica1)	Materia orgánica (%) (réplica2)	Materia orgánica (%) (réplica3)
1	1,30	1,29	1,32
2	2,35	2,43	2,44
3	0,94	1,24	1,22
4	1,92	1,72	1,89
5	1,23	1,32	1,27
6	6,01	7,04	6,10

Tabla 14.2.

Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Materia orgánica (%) (réplica1)	Materia orgánica (%) (réplica2)	Materia orgánica (%) (réplica3)
1	1,66	1,75	1,77
2	1,28	1,32	1,33
3	0,71	0,72	0,71
4	0,83	0,85	0,87
5	1,88	1,87	1,88
6	1,56	1,55	1,53
7	1,47	1,45	1,47
8	1,53	1,54	1,52
9	1,05	1,01	1,04
10	1,49	1,36	1,35
11	1,21	1,23	1,22
12	0,99	1,03	1,04
13	0,96	1,02	0,99
14	0,99	0,98	0,98
15	1,44	1,37	1,43
16	1,29	1,27	1,27
17	1,32	1,33	1,33
18	1,45	1,46	1,45
19	1,87	1,88	1,87
20	1,34	1,38	1,38
21	1,54	1,51	1,55
22	1,26	1,25	1,27
23	1,55	1,55	1,50
24	1,90	1,90	1,80
25	4,28	3,26	3,29
26	3,41	3,29	2,30
27	2,19	2,09	2,10
28	1,98	1,88	1,78
29	1,45	1,46	1,34
30	1,65	1,65	1,55
31	1,34	1,31	1,29
32	2,01	2,03	1,99
33	2,39	2,30	2,15
34	1,90	1,89	1,77



Tabla 14.3.

Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Materia orgánica (%) (réplica1)	Materia orgánica (%) (réplica2)	Materia orgánica (%) (réplica3)
1	1,51	1,34	1,52
2	1,32	1,33	1,34
3	1,45	1,46	1,51

Tabla 14.4.

Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Materia orgánica (%) (réplica1)	Materia orgánica (%) (réplica2)	Materia orgánica (%) (réplica3)
1	1,25	1,23	1,23
2	2,12	1,98	2,10
3	2,39	2,32	2,37
4	2,23	2,13	2,10
5	2,39	2,41	2,41
6	1,36	1,29	1,28
7	2,16	2,15	2,13
8	2,39	2,30	2,36
9	2,10	2,09	2,11
10	1,29	1,26	1,31
11	4,35	4,54	4,38
12	3,49	3,49	3,45
13	4,29	4,24	3,31
14	2,39	2,30	2,29
15	4,53	4,67	4,61
16	2,19	2,31	2,33
17	3,21	3,20	3,28
18	1,29	1,25	1,27
19	1,12	1,09	1,07
20	1,10	1,13	1,06
21	3,49	3,31	3,30
22	3,29	3,26	3,25
23	2,16	2,11	2,06
24	1,98	1,89	1,99
25	1,67	1,65	1,56
26	1,45	1,39	1,29
27	1,25	1,23	1,23
28	1,18	1,19	1,16
29	1,36	1,31	1,34
30	1,32	1,29	1,45

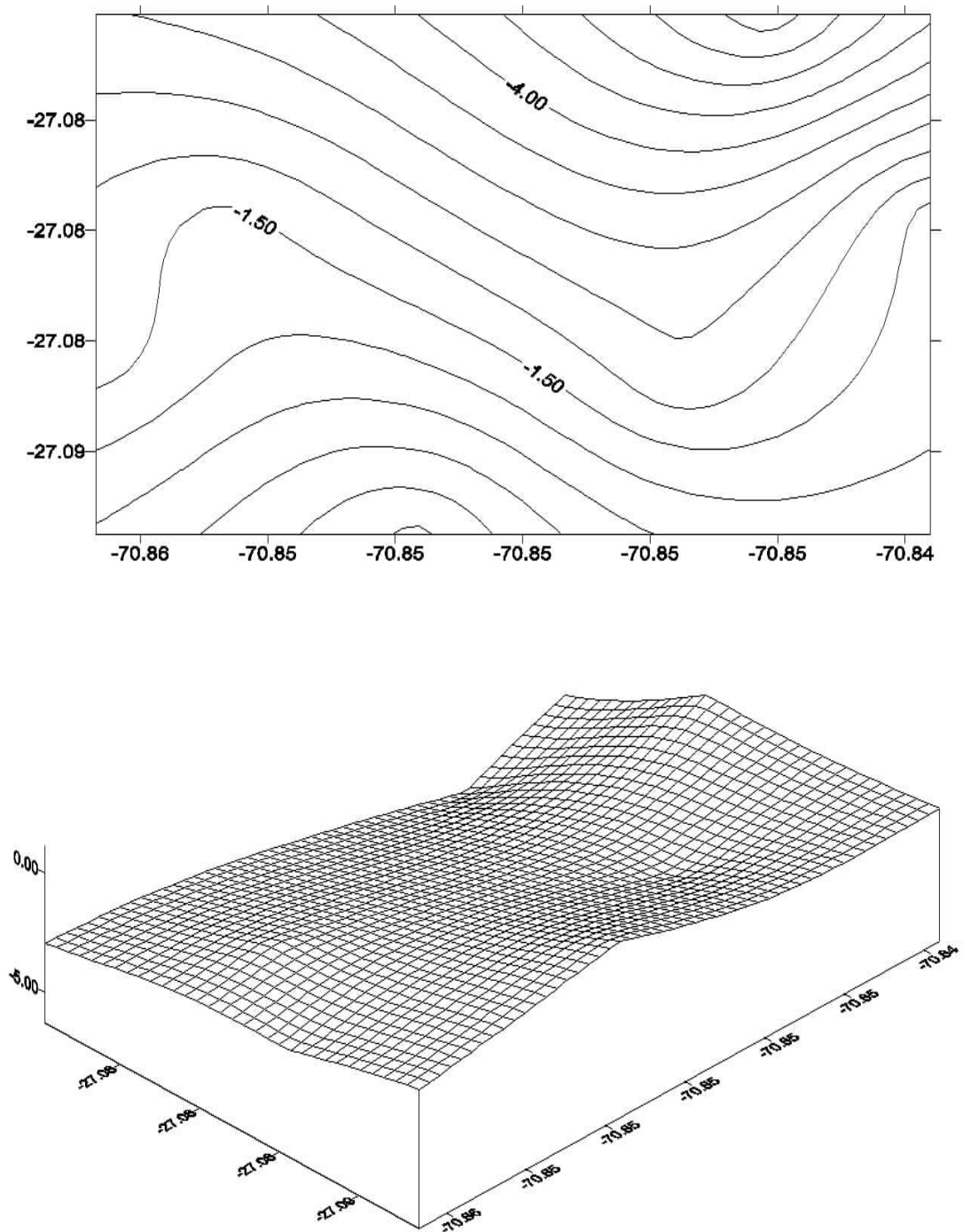


Figura 14.1. Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

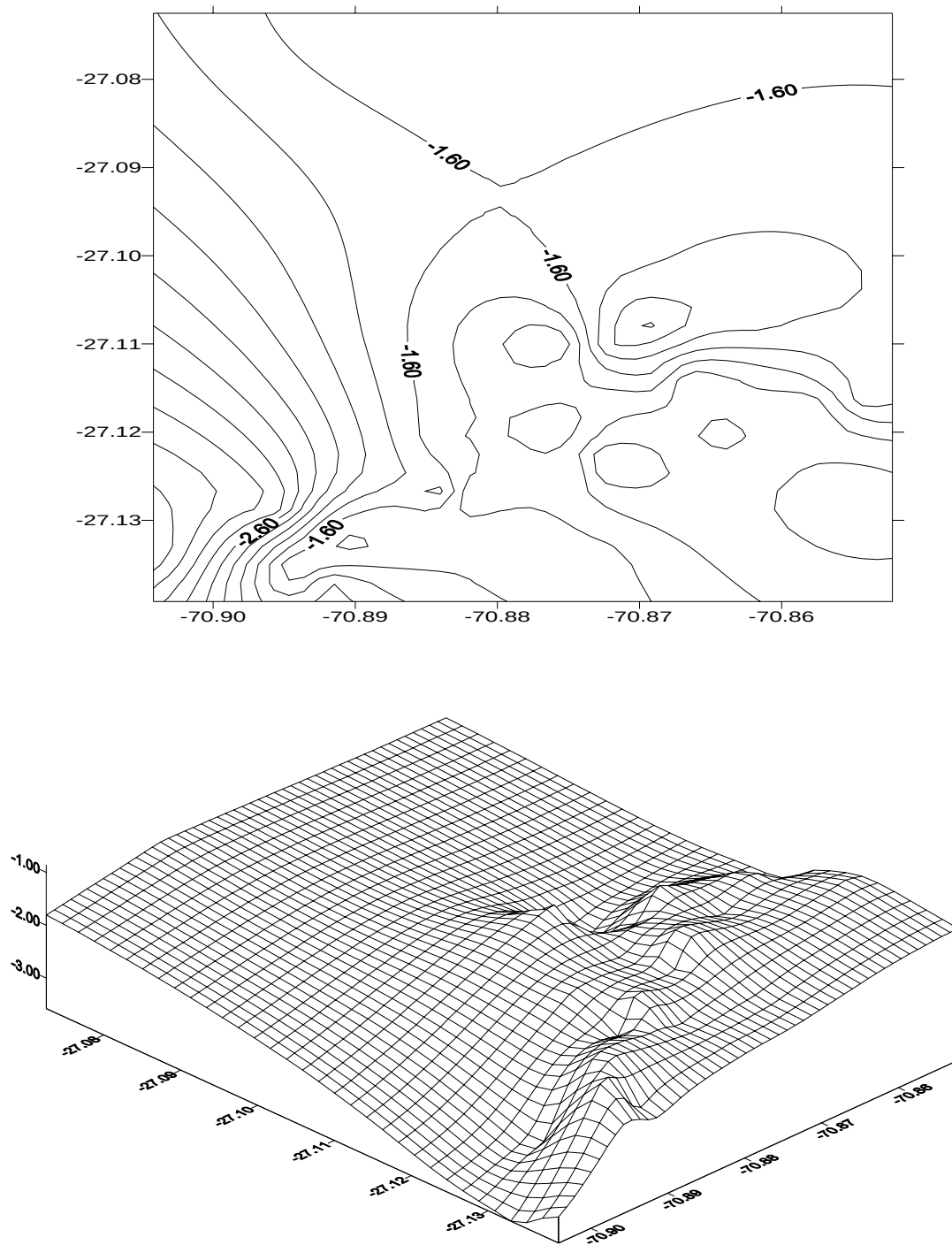


Figura 14.2. Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

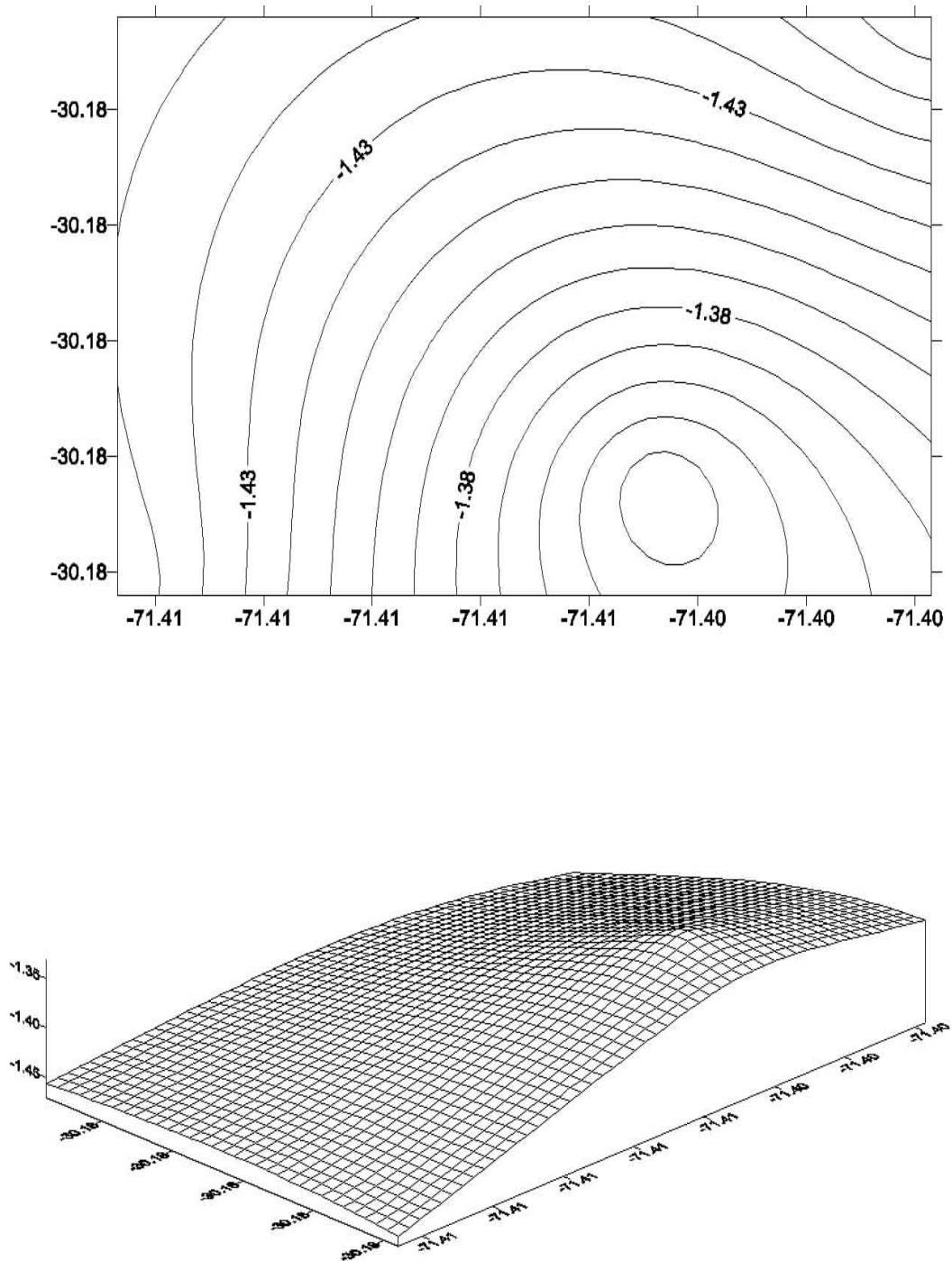


Figura 14.3. Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

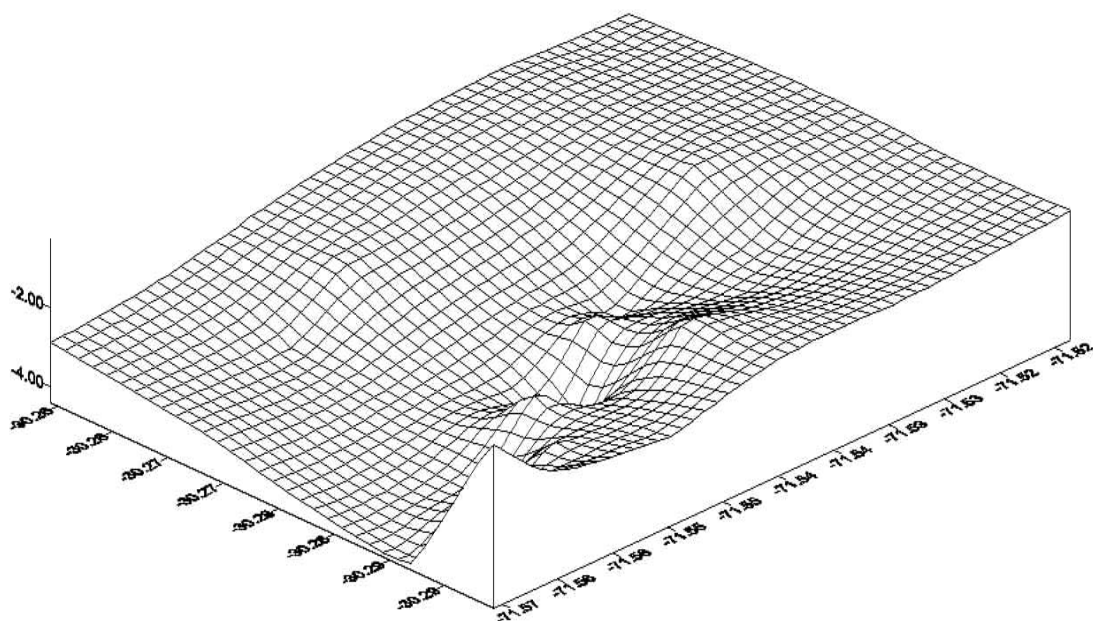
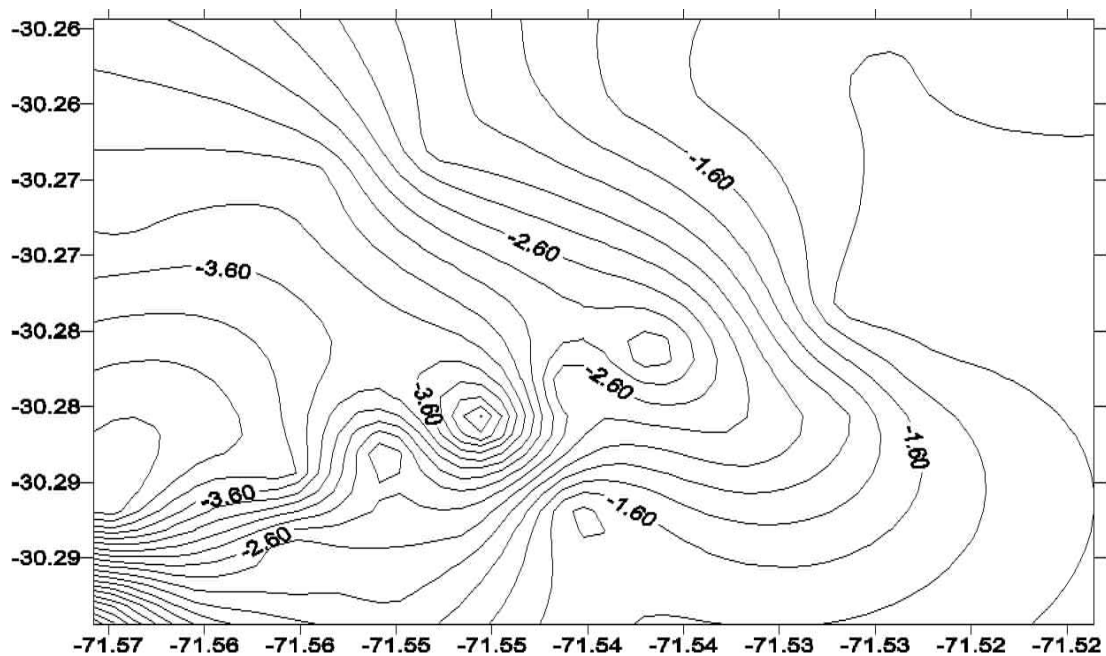


Figura 14.4. Materia orgánica en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno)



ANEXO 15

COMPOSICIÓN DEL AGUA INTERSTICIAL EN LOS SEDIMENTOS



Tabla 15.1.
pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos
(Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)	Nitrato μM	Nitrito μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
1	7,82	182					
1	7,81	165					
1	7,83	178					
2	7,82	169	60	11	160	24	47
2	7,84	160					
2	7,82	197					
3	7,88	160					
3	7,89	150					
3	7,88	178					
4	7,71	-220	82	15	134	14	34
4	7,79	-198					
4	7,73	-224					
5	7,61	22	38	5	99	22	87
5	7,63	26					
5	7,62	29					
6	7,73	98					
6	7,74	105					
6	7,71	75					

**Tabla 15.2.**

pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos
(Bahía Inglesa – Muestreo invierno)

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)	Nitrato μM	Nitrito μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
1	7,67	176					
1	7,69	184					
1	7,64	164					
2	7,70	104	99	16	231	14	104
2	7,72	110					
2	7,68	105					
3	7,67	90					
3	7,65	78					
3	7,67	96					
4	7,70	114	87	12	180	23	78
4	7,69	121					
4	7,70	112					
5	7,66	151					
5	7,65	139					
5	7,65	157					
6	7,76	63					
6	7,78	57					
6	7,77	65					
7	7,72	127					
7	7,72	131					
7	7,74	128					
8	7,71	140					
8	7,70	151					
8	7,74	143					
9	7,78	110	84	11	225	17	107
9	7,76	102					
9	7,78	111					
10	7,68	40					
10	7,69	41					
10	7,65	45					
11	7,71	80					
11	7,70	89					
11	7,71	82					
12	7,75	50	78	4	216	8	71
12	7,75	58					
12	7,74	52					
13	7,74	135					
13	7,74	131					
13	7,75	145					
14	7,80	150	67	7	187	11	81
14	7,81	150					
14	7,80	148					
15	7,78	55					
15	7,80	58					



Continuaci3n tabla 15.2

Estaci3n de Muestreo	pH	Potencial r3dox (mV)	Nitrato μM	Nitrato μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
15	7,80	56					
16	7,63	126	68	6	178	12	69
16	7,74	131					
16	7,77	102					
17	7,78	98					
17	7,77	99					
17	7,78	98					
18	7,76	120					
18	7,76	121					
18	7,79	128					
19	7,75	116	84	5	223	18	56
19	7,78	119					
19	7,75	116					
20	7,77	78					
20	7,78	100					
20	7,77	79					
21	7,68	138					
21	7,69	134					
21	7,68	139					
22	7,76	131					
22	7,77	154					
22	7,79	139					
23	7,75	143	71	10	178	4	68
23	7,78	176					
23	7,75	150					
24	7,68	137					
24	7,70	139					
24	7,68	137					
25	7,78	55					
25	7,78	53					
25	7,79	55					
26	7,69	56					
26	7,69	59					
26	7,68	54					
27	7,78	57					
27	7,79	55					
27	7,79	57					
28	7,86	45	71	4	238	6	69
28	7,86	42					
28	7,79	42					
29	7,65	98					
29	7,67	90					
29	7,64	97					
30	7,69	107					
30	7,68	109					
30	7,67	101					
31	7,68	112					



Continuación tabla 15.2							
Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)	Nitrato μM	Nitrito μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
31	7,68	100					
31	6,69	111					
32	7,86	121					
32	7,87	123					
32	7,86	112					
33	7,79	106	93	5	187	17	99
33	7,78	108					
33	7,89	98					
34	7,68	158					
34	7,69	145					
34	7,66	156					

Tabla 15.3.

pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos
(Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)	Nitrato μM	Nitrito μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
1	7,28	-19,2	46	15	77	13	38
1	7,31	-15,2					
1	7,28	-35,1					
2	7,41	95,7	53	6	90	17	38
2	7,42	90,3					
2	7,40	89,6					
3	7,41	96,7	53	12	16	16	59
3	7,43	95,0					
3	7,46	104,2					

**Tabla 15.4.**

pH, potencial rédox, nitrato, nitrito, amonio, fosfato y sulfato en los sedimentos
(Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)	Nitrato μM	Nitrito μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
1	7,67	34					
1	7,68	45					
1	7,64	35					
2	7,75	47	41	18	221	26	50
2	7,78	49					
2	7,76	52					
3	7,75	35					
3	7,78	38					
3	7,75	27					
4	7,65	49					
4	7,67	46					
4	7,74	45					
5	7,62	59	41	14	241	21	61
5	7,62	70					
5	7,62	56					
6	7,67	89					
6	7,65	86					
6	7,65	85					
7	7,78	37					
7	7,79	30					
7	7,78	32					
8	7,54	76					
8	7,56	78					
8	7,54	79					
9	7,65	102	55	19	228	18	61
9	7,64	90					
9	7,65	88					
10	7,78	49					
10	7,79	56					
10	7,76	53					
11	7,56	98					
11	7,45	90					
11	7,55	89					
12	7,64	77					
12	7,67	74					
12	7,65	78					
13	7,45	102	41	21	220	16	62
13	7,48	111					
13	7,46	100					
14	7,45	41					
14	7,42	34					
14	7,48	21					
15	7,65	14	38	26	198	19	58
15	7,67	19					
15	7,74	12					
16	7,56	56					
16	7,45	46					
16	7,44	41					



Continuación tabla 15.4

Estación de Muestreo	pH	Potencial rédox (mV)	Nitrato μM	Nitrito μM	Amonio μM	Fosfato μM	Sulfato μM
17	7,42	21					
17	7,31	22					
17	7,42	29					
18	7,64	68	39	21	216	17	54
18	7,67	67					
18	6,67	67					
19	7,68	139					
19	7,69	112					
19	7,69	134					
20	7,75	98					
20	7,74	96					
20	7,73	90					
21	7,75	78					
21	7,74	76					
21	7,75	81					
22	7,38	56	38	20	221	19	49
22	7,57	54					
22	7,59	54					
23	7,48	35					
23	7,45	30					
23	7,46	19					
24	7,39	12					
24	7,50	13					
24	7,51	13					
25	7,76	16	40	26	209	26	55
25	7,68	18					
25	7,75	18					
26	7,75	21					
26	7,75	29					
26	7,76	23					
27	7,58	56					
27	7,67	54					
27	7,56	57					
28	7,65	77					
28	7,69	78					
28	7,58	75					
29	7,74	75	56	26	187	28	59
29	7,71	74					
29	7,74	68					
30	7,56	44					
30	7,59	46					
30	7,58	47					

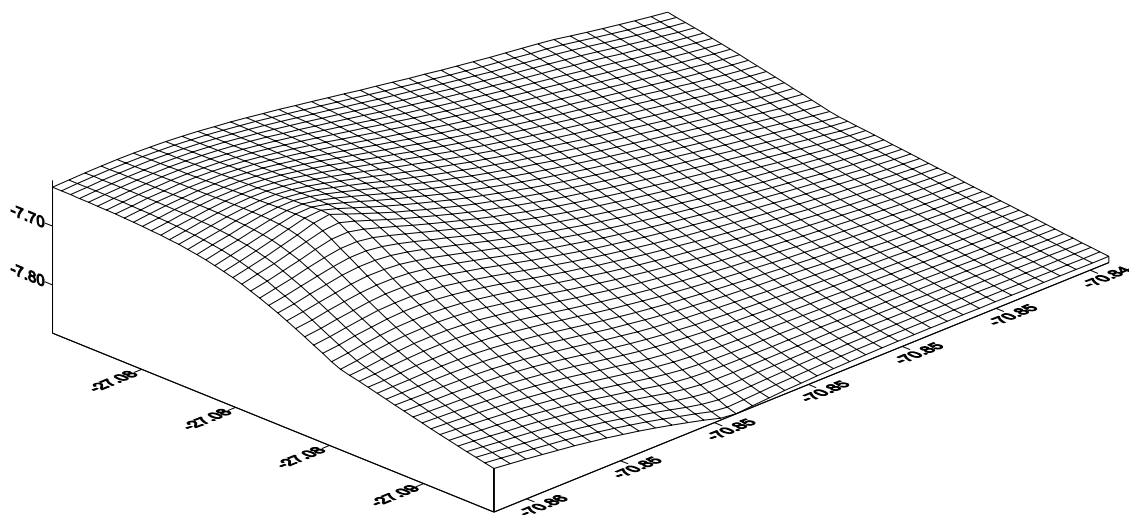
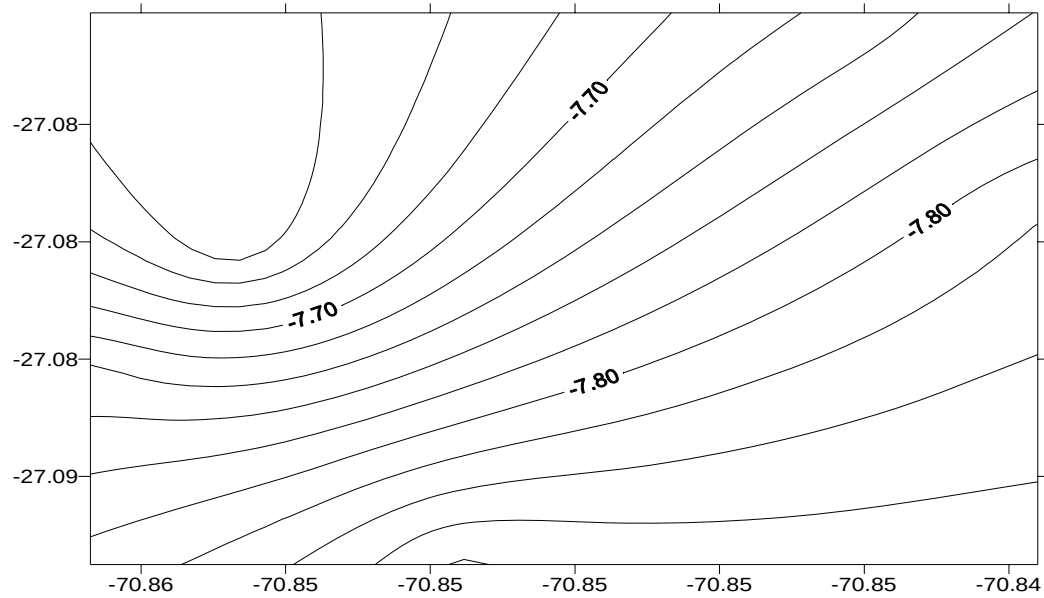


Figura 15.1. pH en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

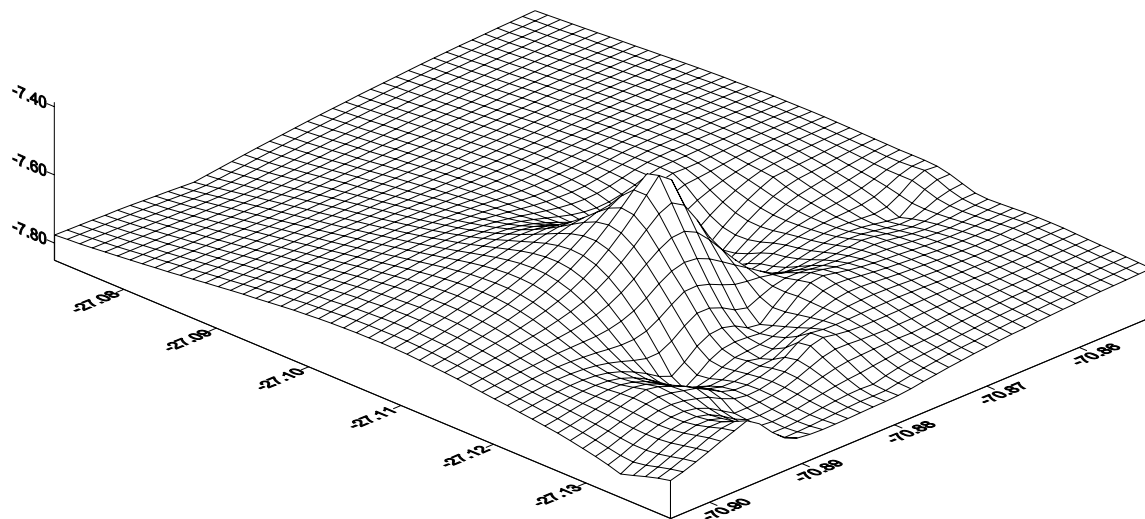
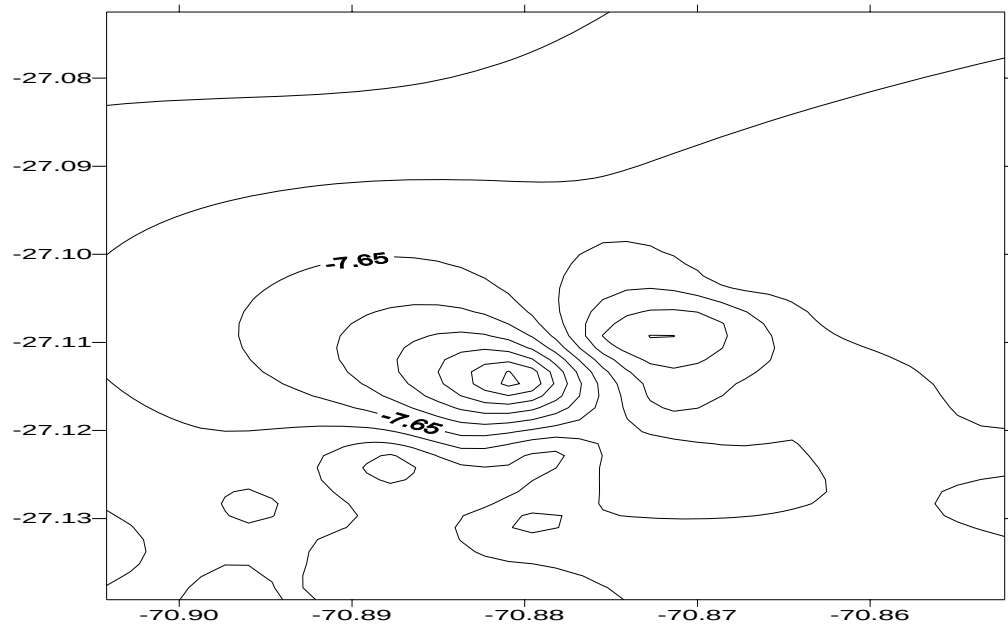


Figura 15.2. pH en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

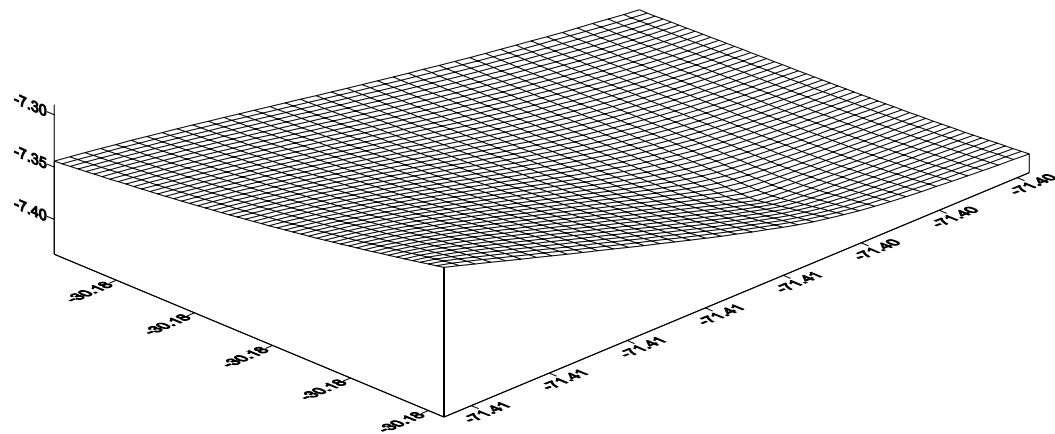
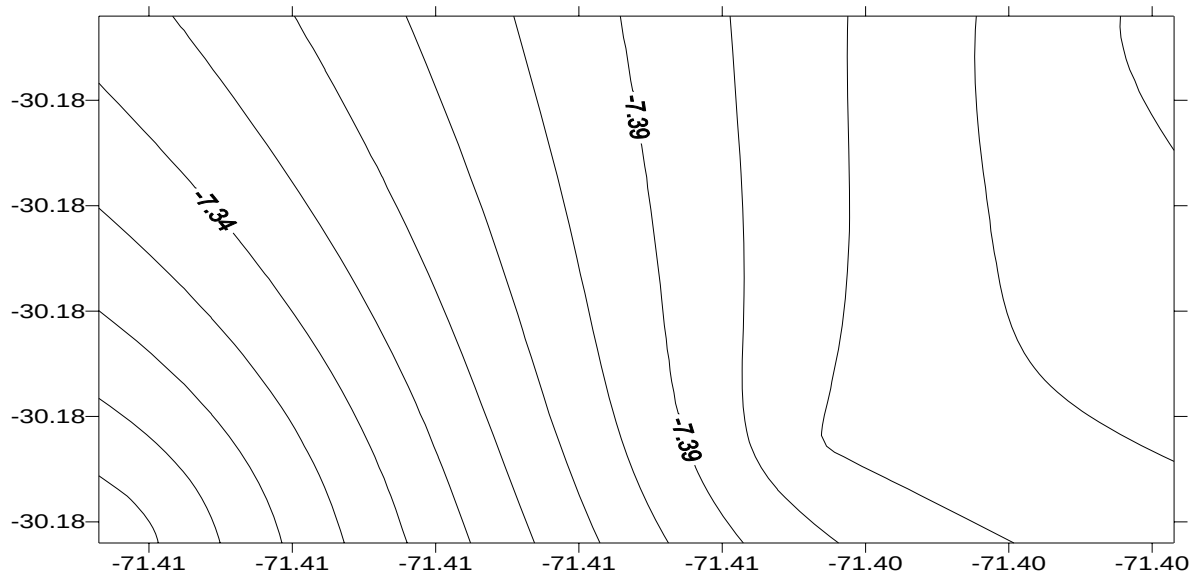


Figura 15.3. pH en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

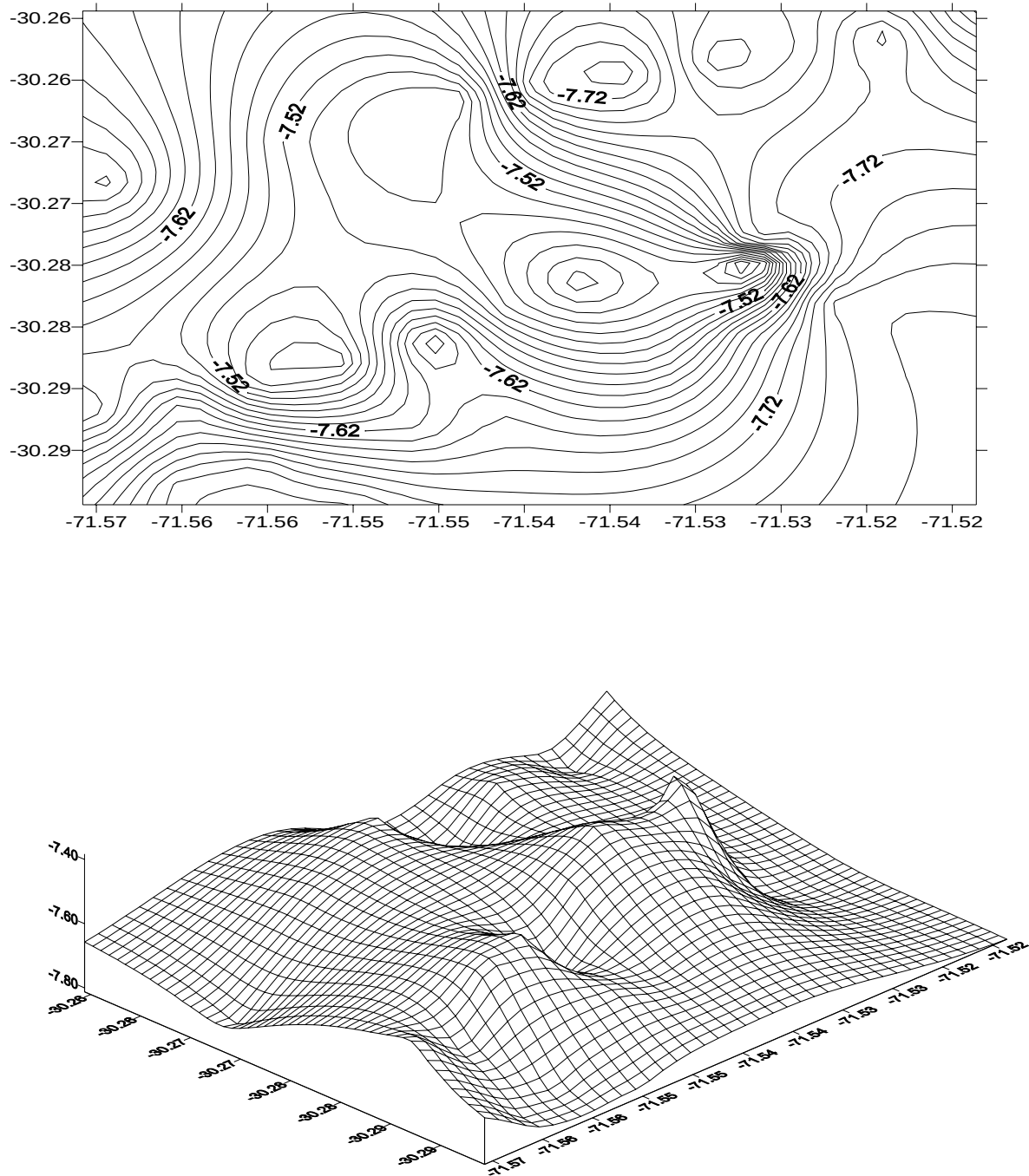


Figura 15.4. pH en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

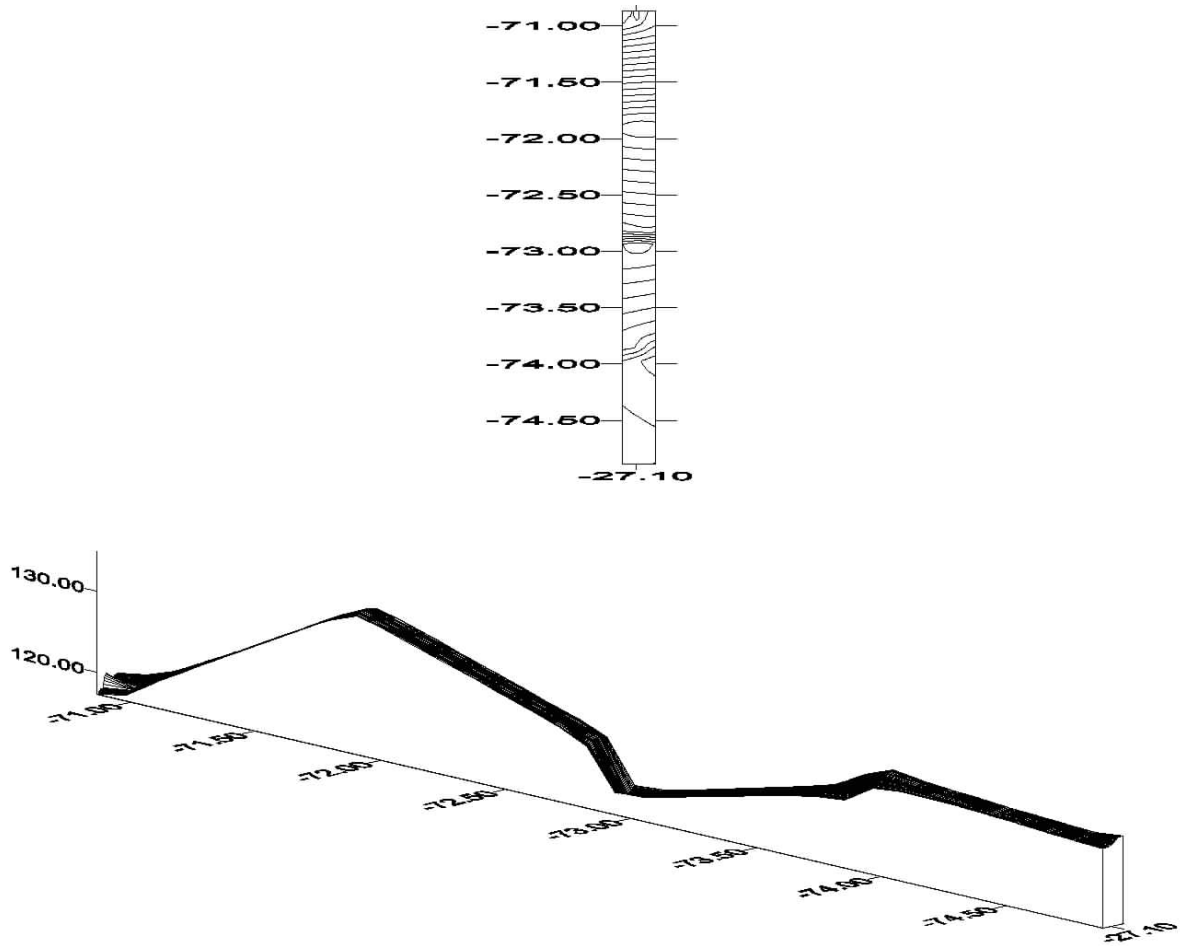


Figura 15.5. Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

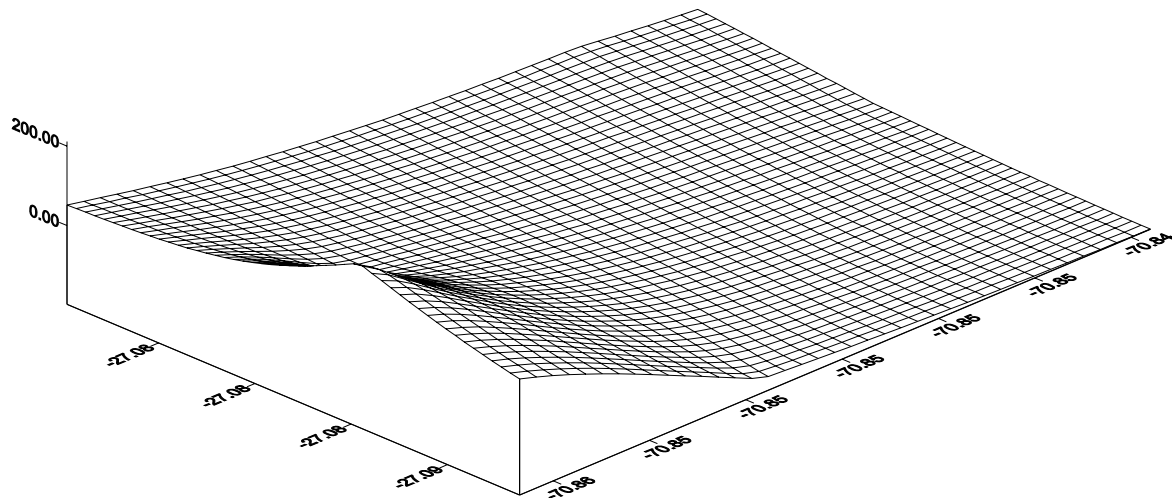
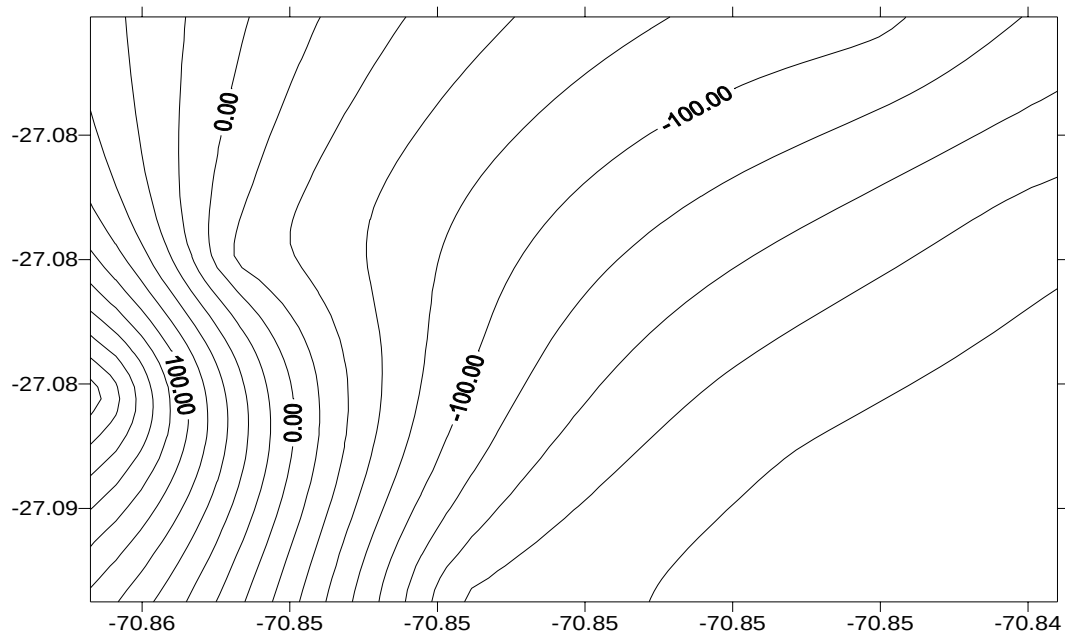


Figura 15.6. Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

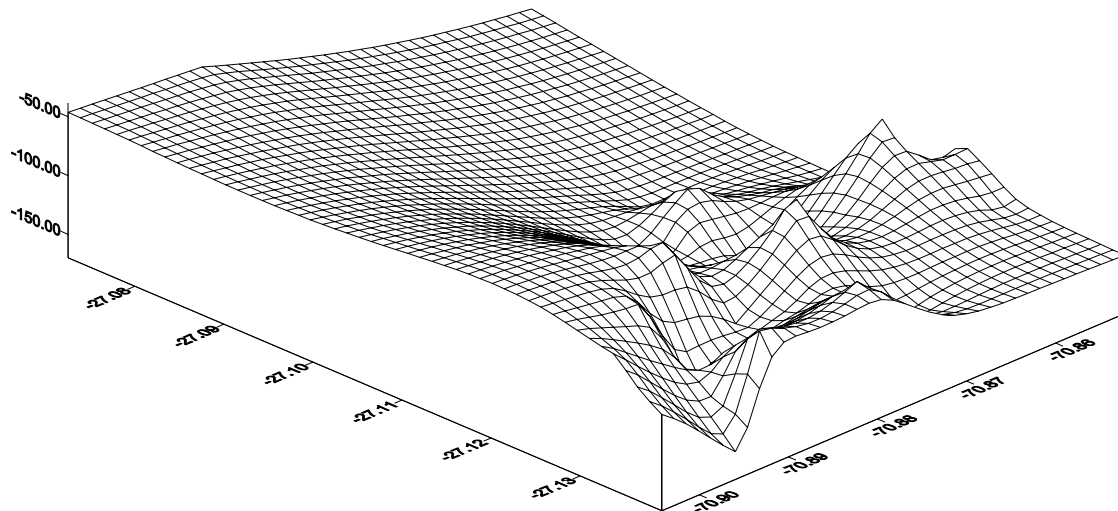
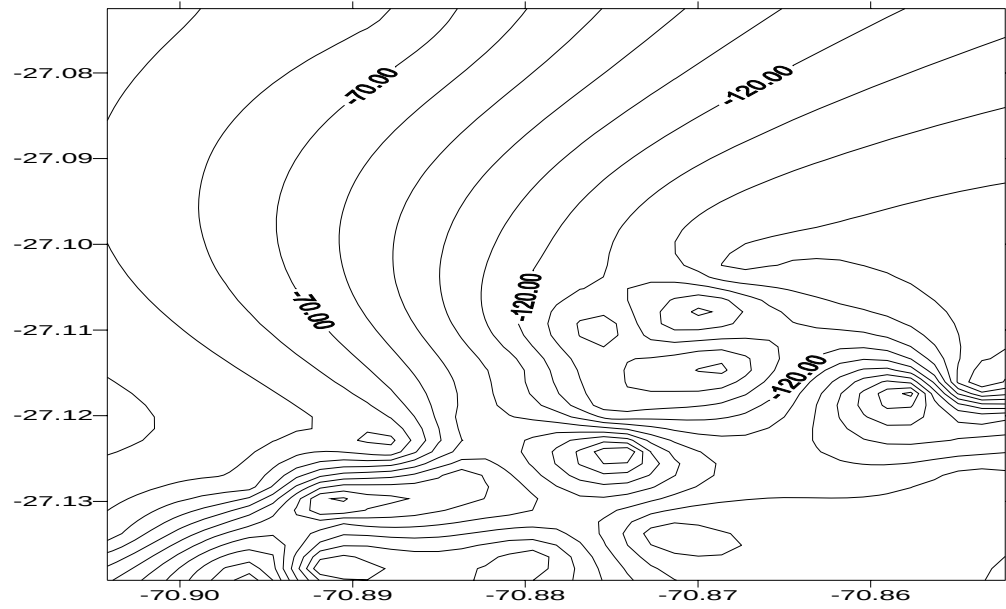


Figura 15.7. Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

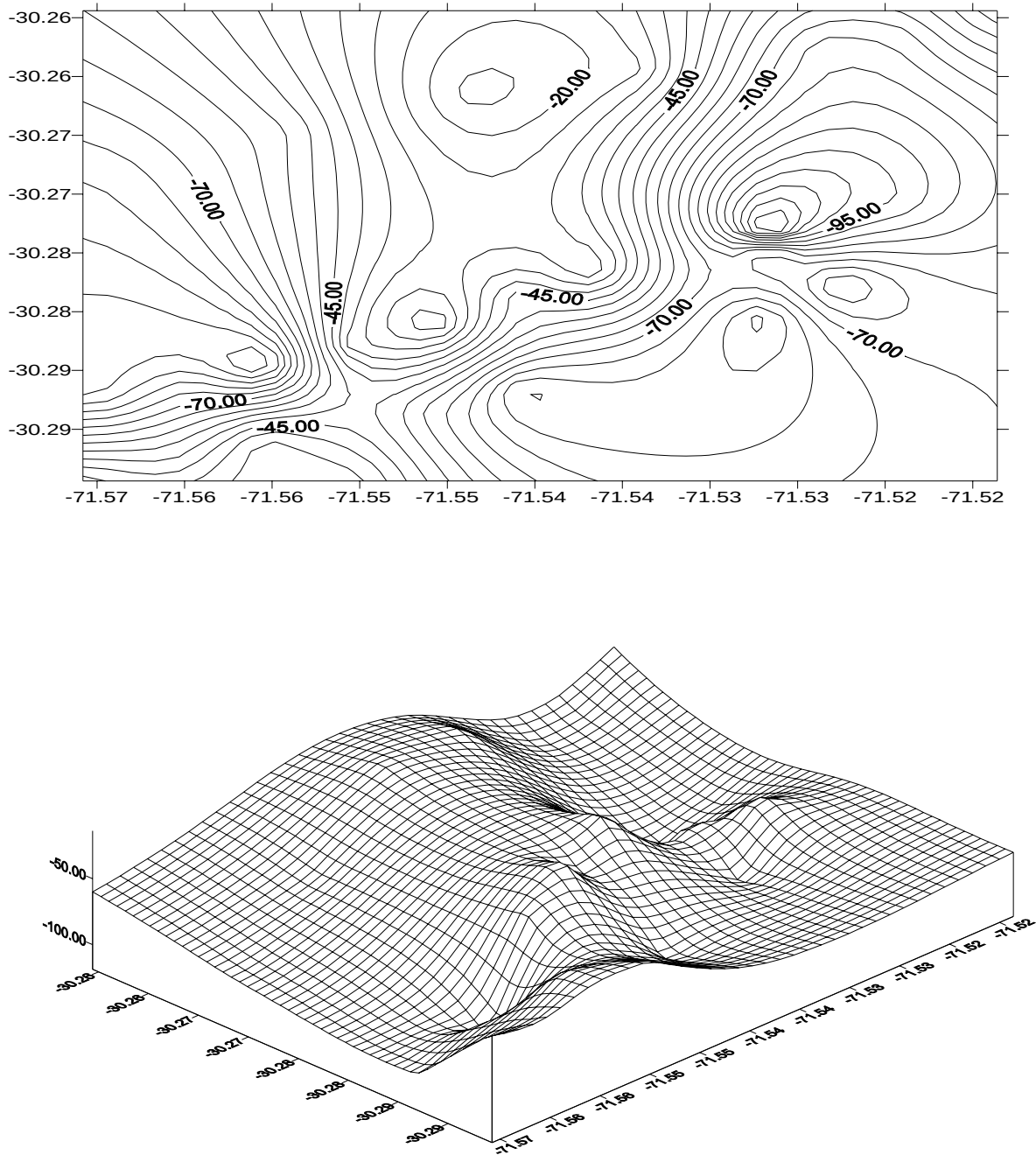


Figura 15.8. Potencial rédox en los sedimentos (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).



ANEXO 16

MACROFAUNA



Tabla 16.1.
Macrofauna bentónica (Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
1	<i>Turritella cingulata</i>	50
	<i>Nassarius gayii</i>	4
	Número de especies (s) = 2	Número de organismos (N) = 54
	Gleason	1,15
	Menhinick	0,037

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
2	<i>Turritella cingulata</i>	34
	<i>Nassarius gayii</i>	5
	<i>Nucula pisum</i>	2
	<i>Bivalvo*</i>	1
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 42
	Gleason	2,46
	Menhinick	0,095

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
3	<i>Turritella cingulata</i>	23
	<i>Nassarius gayii</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Bivalvo*</i>	2
	<i>Tagelus bombix</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	1
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 33
	Gleason	3,95
	Menhinick	0,182

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
4	<i>Limicolana</i>	1
	Número de especies (s) = 1	Número de organismos (N) = 1
	Gleason	0
	Menhinick	1

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
5	<i>Turritella cingulata</i>	2
	Número de especies (s) = 1	Número de organismos (N) = 2
	Gleason	3,32
	Menhinick	0,5

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
6	<i>Turritella cingulata</i>	1
	Número de especies (s) = 1	Número de organismos (N) = 1
	Gleason	0
	Menhinick	1

* Solo fue posible su identificación hasta nivel de clase.

**Tabla 16.2.**

Macrofauna bentónica (Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
1	<i>Scoloplos sp</i>	4
	<i>Lumbrineris sp</i>	2
	<i>Spiophanes bombix</i>	4
	<i>Nucula pisum</i>	2
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 12
	Gleason	3,71
	Menhinick	0,333

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
2	<i>Scoloplos sp</i>	5
	<i>Lumbrineris sp</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	10
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 18
	Gleason	2,39
	Menhinick	0,167

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
3	<i>Lumbrineris sp</i>	5
	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	9
	<i>Spiophanes sp</i>	7
	<i>Phoxocephalidae</i>	3
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 27
	Gleason	3,49
	Menhinick	0,185

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
4	<i>Scoloplos sp</i>	3
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	11
	<i>Nucula pisum</i>	10
	<i>Spiophanes sp</i>	1
	<i>Phoxocephalidae</i>	2
	<i>Nephtys sp</i>	1
	<i>Microphosxus sp</i>	6
	<i>Oliva peruviana</i>	2
	Número de especies (s) = 9	Número de organismos (N) = 37
	Gleason	5,74
	Menhinick	0,243

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
5	<i>Microphosxus sp</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	1



	Ostracodo	1
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 3
	Gleason	6,29
	Menhinick	1,0

Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
6	<i>Dispio sp</i>	2
	<i>Pagurus villosus</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	<i>Scoloplos sp</i>	2
	<i>Microphoxus sp</i>	3
	<i>Dexaminidae</i>	1
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	1
	<i>Thraciidae</i>	1
	Número de especies (s) = 8	Número de organismos (N) = 14
	Gleason	6,98
	Menhinick	0,571
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
7	<i>Parapagurus sp</i>	2
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	27
	<i>Scoloplos</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	1
	<i>Nemertino</i>	1
	<i>Harmothoe sp</i>	1
	<i>Alpheus chilensis</i>	1
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	1
	<i>Microphoxus sp</i>	4
	<i>Cumingia mutica</i>	1
	Número de especies (s) = 11	Número de organismos (N) = 45
	Gleason	6,65
	Menhinick	0,244
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
8	<i>Cumaceo</i>	2
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	4
	<i>Nephtys sp</i>	2
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Scoloplos sp</i>	4
	<i>Lumbrineris sp</i>	5
	<i>Cirratulidae</i>	1
	Número de especies (s) = 7	Número de organismos (N) = 21
	Gleason	5,29
	Menhinick	0,333



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
9	<i>Cumaceo</i>	1
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	5
	<i>Nephtys sp</i>	1
	<i>Turridae</i>	1
	<i>Scoloplos sp</i>	8
	<i>Lumbrineris sp</i>	7
	<i>Cirratulidae</i>	1
	Número de especies (s) = 7	Número de organismos (N) = 24
	Gleason	5,07
	Menhinick	0,292

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
10	<i>Terebellidae</i>	1
	<i>Nephtys sp</i>	2
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Scoloplos sp</i>	2
	<i>Ofiuro</i>	1
	<i>Nucula pisum</i>	1
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 8
	Gleason	6,64
	Menhinick	0,750

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
11	<i>Nucula pisum</i>	10
	<i>Pagurus villosus</i>	2
	<i>Halosydna sp</i>	1
	<i>Nassarius gayii</i>	5
	<i>Thraciidae</i>	2
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 20
	Gleason	3,84
	Menhinick	0,250

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
12	<i>Scoloplos sp</i>	4
	<i>Lumbrineris sp</i>	4
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 10
	Gleason	3,00
	Menhinick	0,300



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
13	<i>Lirratulidae</i>	5
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Eteone sp</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	9
	<i>Nemertino</i>	1
	<i>Nucula pisum</i>	53
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 70
	Gleason	3,25
	Menhinick	0,086

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
14	<i>Nucula pisum</i>	189
	<i>Microphoxus sp</i>	12
	<i>Tagelus dombeii</i>	2
	<i>Nassarius gayii</i>	3
	<i>Scoloplos sp</i>	1
	<i>Lumbrineris sp</i>	2
	<i>Ampelisca sp</i>	3
	<i>Capitellidae</i>	1
	<i>Cumingia mutica</i>	1
	<i>Mysella sp</i>	2
	<i>Cumaceo</i>	1
	<i>Cirratulidae</i>	1
	Número de especies (s) = 12	Número de organismos (N) = 218
	Gleason	5,13
	Menhinick	0,055

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
15	<i>Nucula pisum</i>	6
	<i>Cirratulidae</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	1
	<i>Capitellidae</i>	1
	<i>Nassarius gayii</i>	1
	<i>Prionospio orensanzi</i>	2
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 12
	Gleason	5,56
	Menhinick	0,500

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
16	<i>Nucula pisum</i>	4
	<i>Nephtys sp</i>	1
	<i>Nassarius gayii</i>	4
	<i>Bivalvo (indet.)</i>	2
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 11
	Gleason	3,84
	Menhinick	0,364



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
17	<i>Nucula pisum</i>	4
	<i>Nephtys sp</i>	2
	<i>Nassarius gayii</i>	3
	<i>Prionospio orensanzi</i>	2
	<i>Bivalvo (indet.)</i>	2
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 13
	Gleason	4,49
	Menhinick	0,385
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
18	<i>Nucula pisum</i>	2
	<i>Nephtys sp</i>	2
	<i>Nassarius gayii</i>	3
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 7
	Gleason	4,73
	Menhinick	0,571
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
19	<i>Nucula pisum</i>	5
	<i>Nephtys sp</i>	1
	<i>Cirratulidae</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Nassarius gayii</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 12
	Gleason	4,63
	Menhinick	0,417
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
20	<i>Nucula pisum</i>	6
	<i>Nephtys sp</i>	3
	<i>Cirratulidae</i>	2
	<i>Spiophanes bombix</i>	1
	<i>Nassarius gayii</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 13
	Gleason	4,49
	Menhinick	0,385
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
21	<i>Nucula pisum</i>	2
	<i>Nephtys sp</i>	3
	<i>Cirratulidae</i>	2
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Nassarius gay</i>	2
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 11
	Gleason	4,80
	Menhinick	0,455



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
22	<i>Nucula pisum</i>	5
	<i>Nephtys sp</i>	2
	<i>Cirratulidae</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Nassarius gayii</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 12
	Gleason	4,63
	Menhinick	0,417

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
23	<i>Microphoxus sp</i>	3
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	1
	<i>Bivalvo (indet.)</i>	2
	<i>Zoca brachiura</i>	1
	<i>Tagelus dombeii</i>	1
	<i>Lumaceo</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	24
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Paraonidae</i>	2
	<i>Cirratulidae</i>	2
	<i>Prionospio orensanzi</i>	2
	<i>Capitellidae</i>	2
	<i>Sylidae</i>	1
	Número de especies (s) = 13	Número de organismos (N) = 43
	Gleason	7,96
	Menhinick	0,302

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
24	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Spionidae (indet.)</i>	8
	<i>Nemertino</i>	1
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	27
	<i>Eusiridae</i>	2
	<i>Microphoxus sp</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	45
	<i>Eteone sp</i>	1
	<i>Capitellidae</i>	5
	<i>Nucula sp</i>	2
	<i>Mysella sp</i>	5
	<i>Venus antiqua</i>	1
	<i>Lirratulidae</i>	3
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Crustacea</i>	1
	Número de especies (s) = 15	Número de organismos (N) = 108
	Gleason	7,38
	Menhinick	0,139



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
25	<i>Scoloplos sp</i>	1
	Número de especies (s) = 1	Número de organismos (N) = 1
	Gleason	0
	Menhinick	1,00

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
26	<i>Naticidae</i>	1
	<i>Phoxocephalidae (indet.)</i>	2
	<i>Miricidae</i>	1
	<i>Poliqueto (indet.)</i>	1
	<i>Nucula pisum</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 6
	Gleason	6,43
	Menhinick	0,833

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
27	<i>Turritella cingulata</i>	101
	<i>Poliqueto (indet.)</i>	23
	<i>Miricidae</i>	2
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 128
	Gleason	2,37
	Menhinick	0,039

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
28	<i>Turritella cingulata</i>	170
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 172
	Gleason	1,34
	Menhinick	0,017

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
29	<i>Turritella cingulata</i>	56
	<i>Miricidae</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 61
	Gleason	2,24
	Menhinick	0,066



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
30	<i>Turritella cingulata</i>	13
	<i>Nucula pisum</i>	64
	<i>Prionospio orensanzi</i>	2
	<i>Capitellidae</i>	2
	<i>Microphoxus sp</i>	4
	<i>Nassarius gayii</i>	2
	<i>Toncia sp</i>	1
	Número de especies (s) = 7	N = 90
	Gleason	3,58
	Menhinick	0,078
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
31	<i>Turritella cingulata</i>	1
	<i>Rissoidae</i>	3
	<i>Hidrobiidae</i>	4
	<i>Lapitellidae</i>	6
	<i>Nassarius gayii</i>	4
	<i>Syllidae</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Toncia sp</i>	1
	Número de especies (s) = 8	N = 23
	Gleason	5,87
	Menhinick	0,348
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
32	<i>Sidoplos sp</i>	7
	<i>Microphoxus sp</i>	1
	<i>Tagelus dombeii</i>	1
	<i>Cumaceo</i>	1
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	1
	<i>Naticidae</i>	1
	Número de especies (s) = 6	N = 12
	Gleason	5,56
	Menhinick	0,500
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
33	<i>Nucula pisum</i>	7
	<i>Syllidae</i>	1
	<i>Pagurus villosus</i>	1
	<i>Geotria australis</i>	1
	<i>Poliqueto (indet.)</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	5
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 16
	Gleason	4,98
	Menhinick	0,375



Continuación tabla 16.2

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
34	<i>Tagelus dombeii</i>	1
	<i>Ischyroceridae</i>	5
	<i>Amphipodo (indet.)</i>	1
	<i>Lapitellidae</i>	1
	<i>Nemertino</i>	2
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 10
	Gleason	5,00
	Menhinick	0,500

Tabla 16.3.
Macrofauna bentónica (Bahía Guanaqueros – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
1	<i>Tagelus dombeii</i>	6
	<i>Turritela cingulata</i>	8
	<i>Poliqueto (indet.)</i>	2
	<i>Nemertino</i>	5
	<i>Sidoplos sp</i>	3
	<i>Lapitellidae</i>	1
	<i>Nucula pisum</i>	6
	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	Número de especies (s) = 8	Número de organismos (N) = 34
	Gleason	5,22
	Menhinick	0,235

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
2	<i>Tagelus dombeii</i>	4
	<i>Turritela cingulata</i>	2
	<i>Poliqueto (indet.)</i>	3
	<i>Nemertino</i>	5
	<i>Lapitellidae</i>	5
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	Número de especies (s) = 7	Número de organismos (N) = 23
	Gleason	5,14
	Menhinick	0,304



Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
3	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Poliqueto (indet.)</i>	4
	<i>Nemertino</i>	2
	<i>Lapitellidae</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	5
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 17
	Gleason	4,06
	Menhinick	0,294

Tabla 16.4.
Macrofauna bentónica (Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
1	<i>Scoloplos sp</i>	4
	<i>Lumbrineris sp</i>	5
	<i>Spiophanes bombix</i>	4
	<i>Spiophanes sp</i>	1
	<i>Nephtys sp</i>	3
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 17
	Gleason	4,06
	Menhinick	0,294

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
2	<i>Microphoxus sp</i>	3
	<i>Turritella cingulata</i>	2
	<i>Dispio sp</i>	1
	<i>Pagurus villosus</i>	2
	<i>Spiophanes bombix</i>	5
	<i>Scoloplos sp</i>	2
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 15
	Gleason	5,10
	Menhinick	0,400

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
3	<i>Lumbrineris sp</i>	2
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Spiophanes sp</i>	3
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 8
	Gleason	4,43
	Menhinick	0,500



Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
4	<i>Spiophanes bombix</i>	4
	<i>Nucula pisum</i>	6
	<i>Spiophanes sp</i>	5
	<i>Phoxocephalidae</i>	5
	<i>Nephtys sp</i>	4
	<i>Microphoxus sp</i>	1
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 25
	Gleason	4,29
	Menhinick	0,240
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
5	<i>Microphoxus sp</i>	2
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Ostracodo</i>	2
	<i>Dispio sp</i>	1
	<i>Pagurus villosus</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 9
	Gleason	5,24
	Menhinick	0,556
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
6	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	2
	<i>Spiophanes sp</i>	3
	<i>Pagurus villosus</i>	4
	<i>Nephtys sp</i>	1
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 13
	Gleason	4,49
	Menhinick	0,385
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
7	<i>Microphoxus sp</i>	2
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Ostracodo</i>	1
	<i>Dispio sp</i>	1
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 9
	Gleason	5,24
	Menhinick	0,556
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
8	<i>Ostracodo</i>	3
	<i>Dispio sp</i>	2
	<i>Spiophanes bombix</i>	4
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 9
	Gleason	3,14
	Menhinick	0,333



Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
9	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	<i>Nucula pisum</i>	2
	<i>Spiophanes sp</i>	1
	<i>Phoxocephalidae</i>	1
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 7
	Gleason	4,73
	Menhinick	0,571
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
10	<i>Scoloplos sp</i>	4
	<i>Lumbrineris sp</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	4
	<i>Spiophanes sp</i>	1
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 12
	Gleason	3,71
	Menhinick	0,333
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
11	<i>Microphoxus sp</i>	2
	<i>Turritella cingulata</i>	1
	<i>Ostracodo</i>	2
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 5
	Gleason	4,29
	Menhinick	0,600
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
12	<i>Nucula pisum</i>	3
	<i>Spiophanes sp</i>	2
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Ostracodo</i>	1
	<i>Scoloplos sp</i>	5
	<i>Lumbrineris sp</i>	8
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 22
	Gleason	4,47
	Menhinick	0,273
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
13	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Ostracodo</i>	3
	<i>Scoloplos sp</i>	1
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 8
	Gleason	4,43
	Menhinick	0,500



Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
14	<i>Nucula pisum</i>	1
	<i>Spiophanes sp</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	18
	<i>Ostracodo</i>	2
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 22
	Gleason	2,98
	Menhinick	0,182

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
15	<i>Spiophanes sp</i>	3
	<i>Turritella cingulata</i>	4
	<i>Ostracodo</i>	4
	<i>Scoloplos sp</i>	3
	<i>Lumbrineris sp</i>	6
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 20
	Gleason	3,84
	Menhinick	0,250

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
16	<i>Turritella cingulata</i>	2
	<i>Ostracodo</i>	2
	<i>Scoloplos sp</i>	3
	<i>Lumbrineris sp</i>	2
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 9
	Gleason	4,19
	Menhinick	0,444

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
17	<i>Microphoxus sp</i>	5
	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Ostracodo</i>	3
	<i>Dispio sp</i>	7
	<i>Pagurus villosus</i>	9
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 27
	Gleason	3,49
	Menhinick	0,185

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
18	<i>Turritella cingulata</i>	5
	<i>Ostracodo</i>	2
	<i>Dispio sp</i>	6
	<i>Spiophanes bombix</i>	5
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 18
	Gleason	3,19
	Menhinick	0,222

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
19	<i>Turritella cingulata</i>	7
	<i>Ostracodo</i>	11
	<i>Dispio sp</i>	8
	<i>Spiophanes bombix</i>	3



	<i>Microphoxus sp</i>	6
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 36
	Gleason	3,86
	Menhinick	0,167

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
20	<i>Turritella cingulata</i>	3
	<i>Ostracodo</i>	9
	<i>Dispio sp</i>	5
	<i>Spiophanes bombix</i>	5
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 22
	Gleason	2,98
	Menhinick	0,182

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
21	<i>Scoloplos sp</i>	6
	<i>Lumbrineris sp</i>	3
	<i>Spiophanes bombix</i>	16
	<i>Spiophanes sp</i>	4
	<i>Ostracodo</i>	2
	<i>Dispio sp</i>	2
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 33
	Gleason	3,95
	Menhinick	0,182

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
22	<i>Turritella cingulata</i>	16
	<i>Lumbrineris sp</i>	4
	<i>Spiophanes bombix</i>	23
	<i>Spiophanes sp</i>	5
	<i>Ostracodo</i>	5
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 53
	Gleason	2,90
	Menhinick	0,094

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
23	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Spiophanes sp</i>	2
	<i>Ostracodo</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	12
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 17
	Gleason	3,25
	Menhinick	0,235

Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
24	<i>Spiophanes bombix</i>	4
	<i>Spiophanes sp</i>	3
	<i>Turritella cingulata</i>	7
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 14



	Gleason	2,62
	Menhinick	0,214
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
25	<i>Spiophanes bombix</i>	3
	<i>Microphoxus sp</i>	3
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	10
	Número de especies (s) = 4	Número de organismos (N) = 17
	Gleason	3,25
	Menhinick	0,235
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
26	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Microphoxus sp</i>	1
	<i>Lumbrineris sp</i>	1
	<i>Cumingia mutica</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	4
	<i>Cirratulidae</i>	1
	Número de especies (s) = 6	Número de organismos (N) = 10
	Gleason	6,00
	Menhinick	0,600
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
27	<i>Ampelisca sp</i>	1
	<i>Capitellidae</i>	2
	<i>Cumingia mutica</i>	2
	<i>Mysella sp</i>	1
	<i>Cumaceo</i>	2
	<i>Cirratulidae</i>	4
	<i>Turritella cingulata</i>	8
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	Número de especies (s) = 8	Número de organismos (N) = 22
	Gleason	5,96
	Menhinick	0,364



Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
28	<i>Ampelisca sp</i>	1
	<i>Capitellidae</i>	2
	<i>Cumingia mutica</i>	1
	<i>Mysella sp</i>	1
	<i>Cumaceo</i>	3
	<i>Turritella cingulata</i>	8
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	Número de especies (s) = 7	Número de organismos (N) = 18
	Gleason	5,58
	Menhinick	0,389
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
29	<i>Cumingia mutica</i>	2
	<i>Mysella sp</i>	2
	<i>Cumaceo</i>	1
	<i>Turritella cingulata</i>	4
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	Número de especies (s) = 5	Número de organismos (N) = 11
	Gleason	4,80
	Menhinick	0,455
Estación de Muestreo	Organismo	Número de organismos (0,25 m ²)
30	<i>Turritella cingulata</i>	4
	<i>Spiophanes bombix</i>	2
	<i>Capitellidae</i>	2
	Número de especies (s) = 3	Número de organismos (N) = 8
	Gleason	3,32
	Menhinick	0,375



ANEXO 17

CONDICIONES METEOROLÓGICAS



Tabla 17.1.
Condición meteorológica en las regiones de Copiapó y Coquimbo.

Caldera				
Año	Mes	Presión media (HPA)	Temperatura media (°C)	Condición del mar (m)
2004	Octubre	1012	15,9	2,63
	Noviembre	1012	18,4	2,32
	Diciembre	1011	13,3	2,30
2005	Enero	1011	19,2	2,45
	Febrero	1010	18,3	2,55
	Marzo	1011	19,8	2,70
	Abril	1012	18,8	2,72
	Mayo	1013	16,3	2,80
Coquimbo				
Año	Mes	Presión media (HPA)	Temperatura media (°C)	Condición del mar (m)
2004	Octubre	1017	13,9	1 - 2
	Noviembre	1015	15,0	1 - 2
	Diciembre	1014	16,5	1 - 2
2005	Enero	1014	17,4	1 - 2
	Febrero	1013	17,8	1 - 2
	Marzo	1015	17,5	1 - 2
	Abril	1015	14,0	1 - 2
	Mayo	1016	12,7	1 - 2



ANEXO 18

BATIMETRÍA

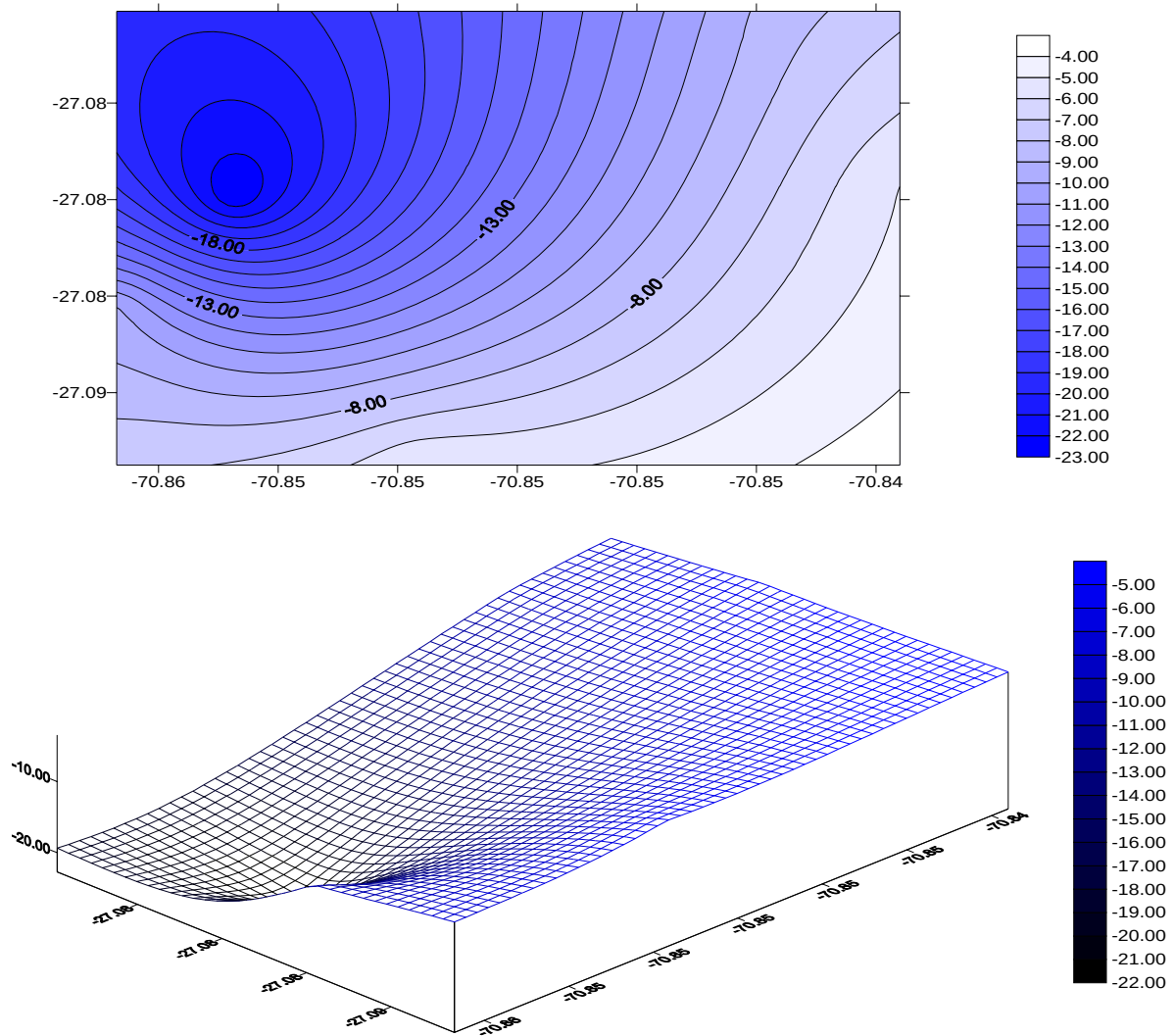


Figura 18.1. Batimetría Bahía Calderilla.



Batimetría Bahía Inglesa

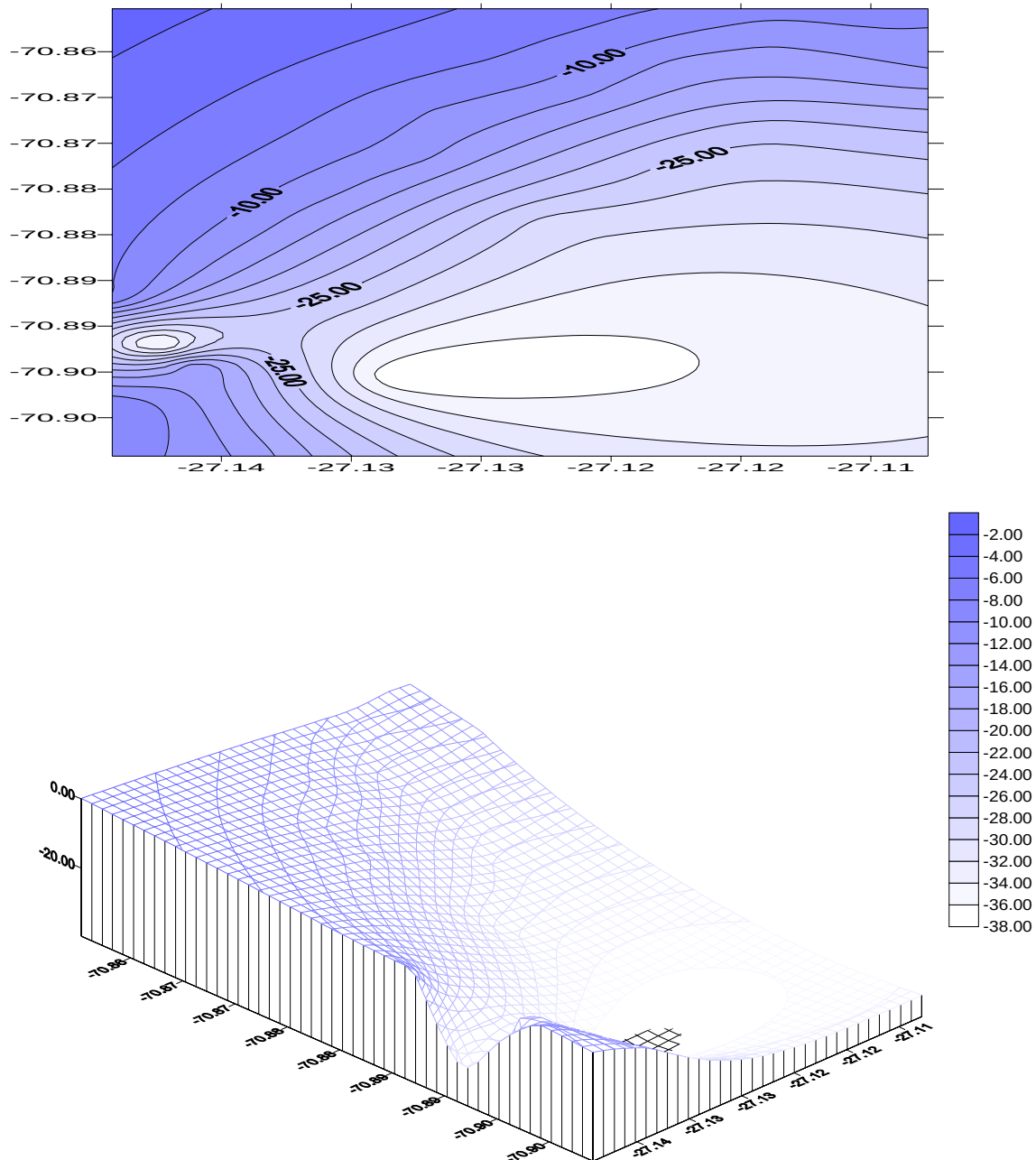


Figura 18.2. Batimetría Bahía Inglesa.

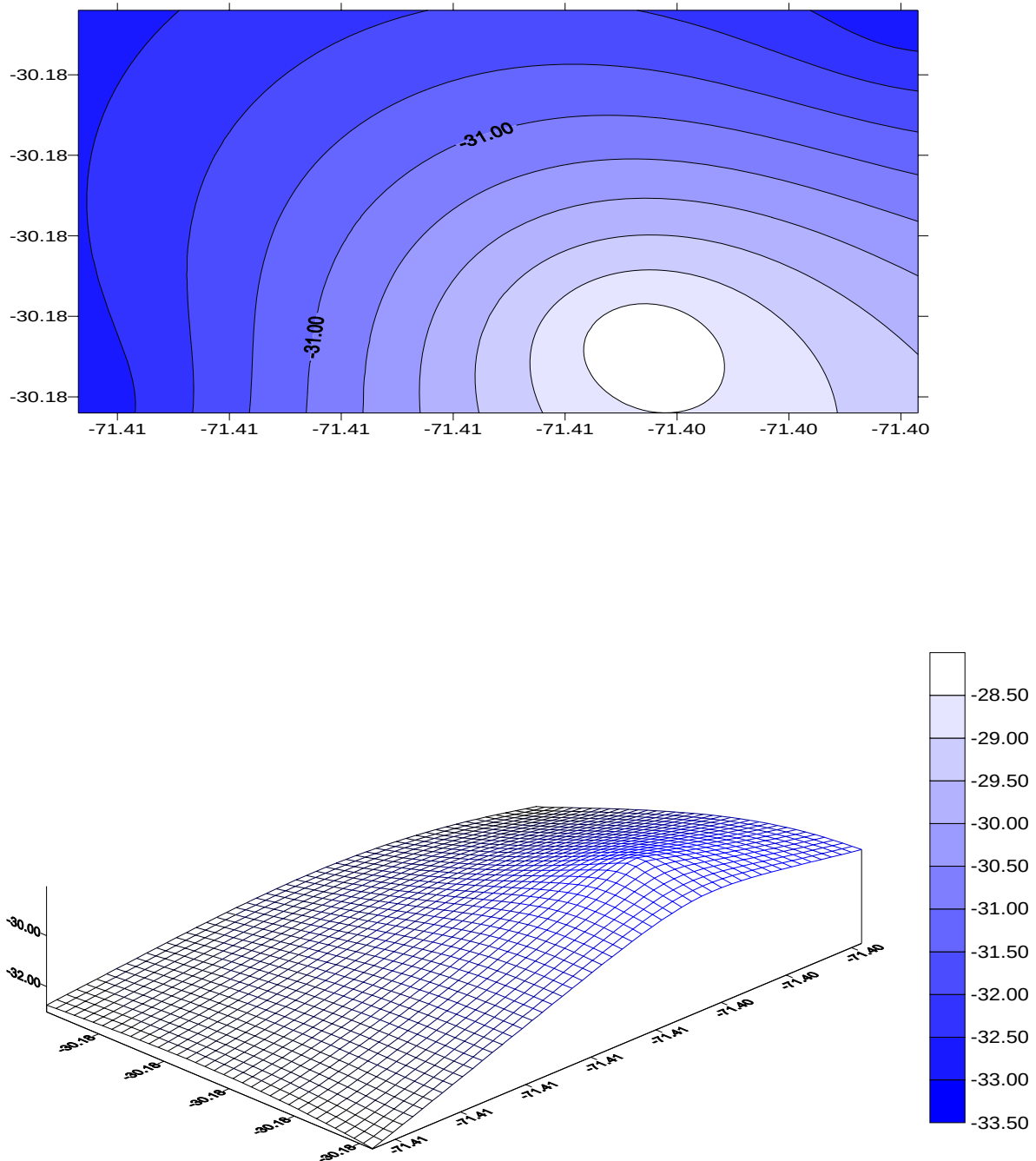


Figura 18.3. Batimetría Bahía Guanaqueros.

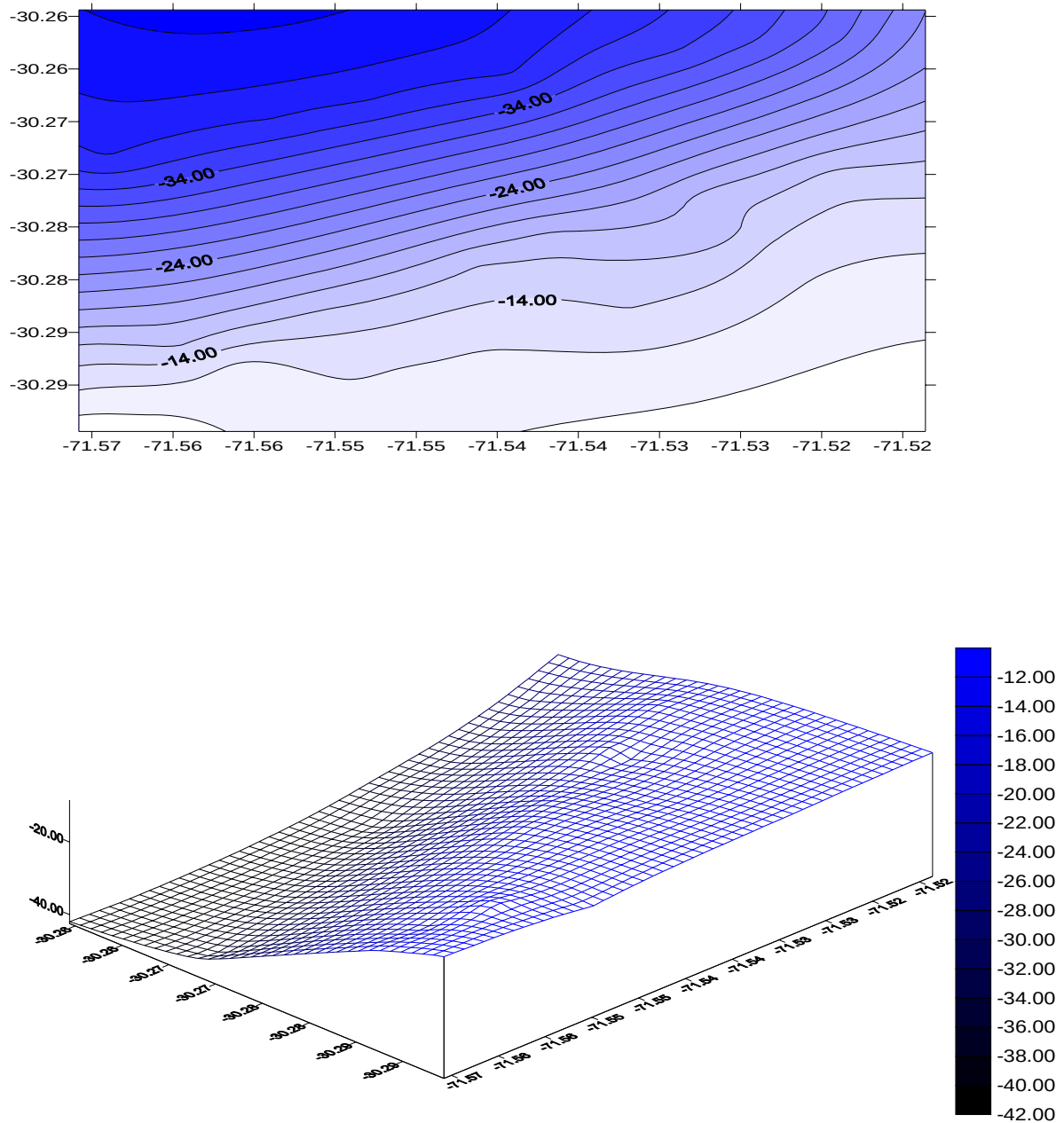


Figura 18.4. Batimetría Bahía Tongoy.



ANEXO 19

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

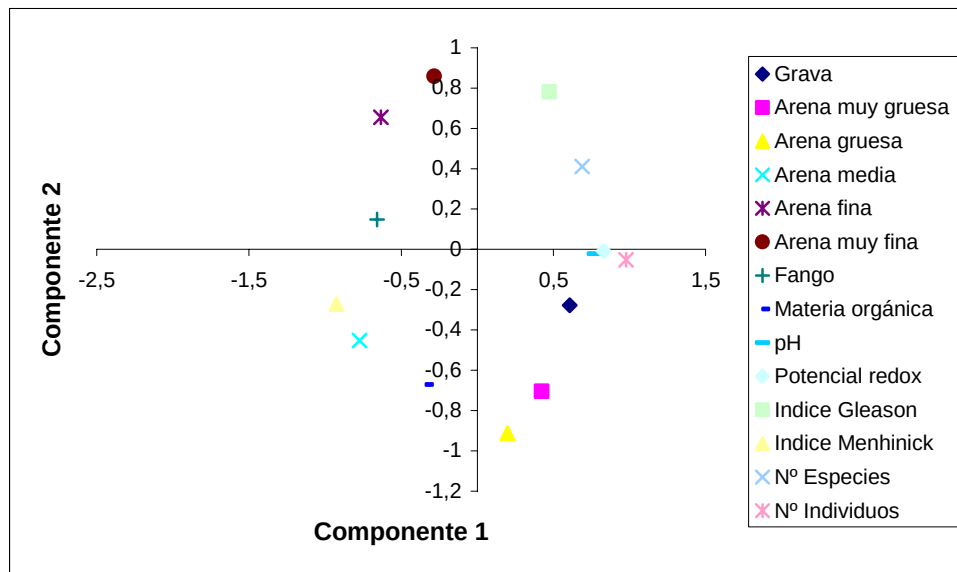


Figura 19.1. Análisis de componentes principales (Sedimento - Muestreo preliminar - Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

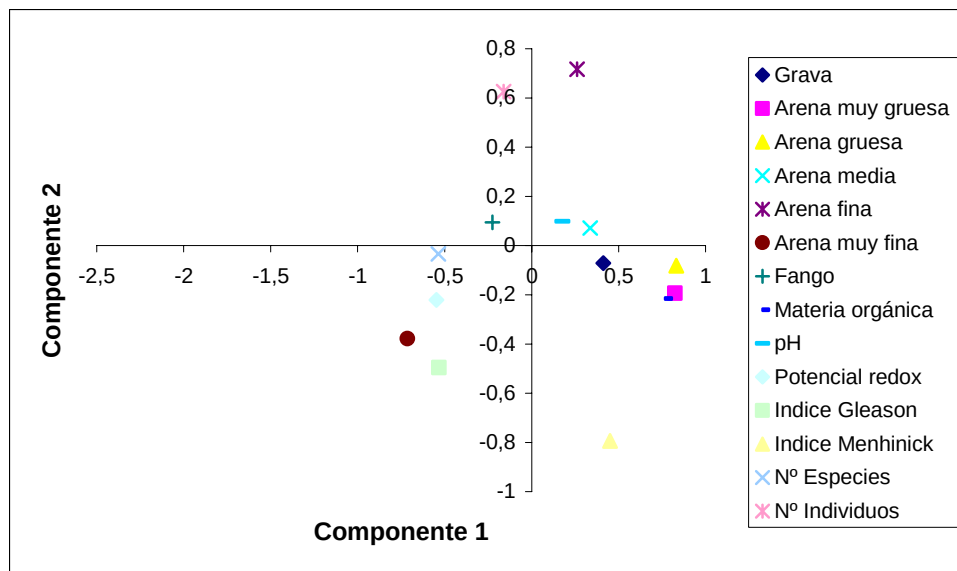


Figura 19.2. Análisis de componentes principales (Sedimento - Muestreo preliminar - Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

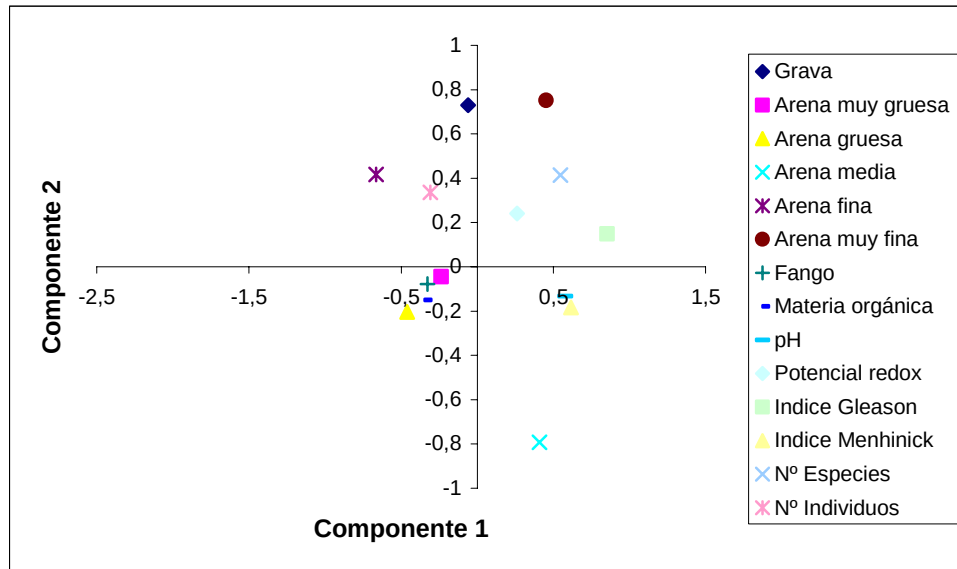


Figura 19.3. Análisis de componentes principales (Sedimento - Muestreo preliminar - Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

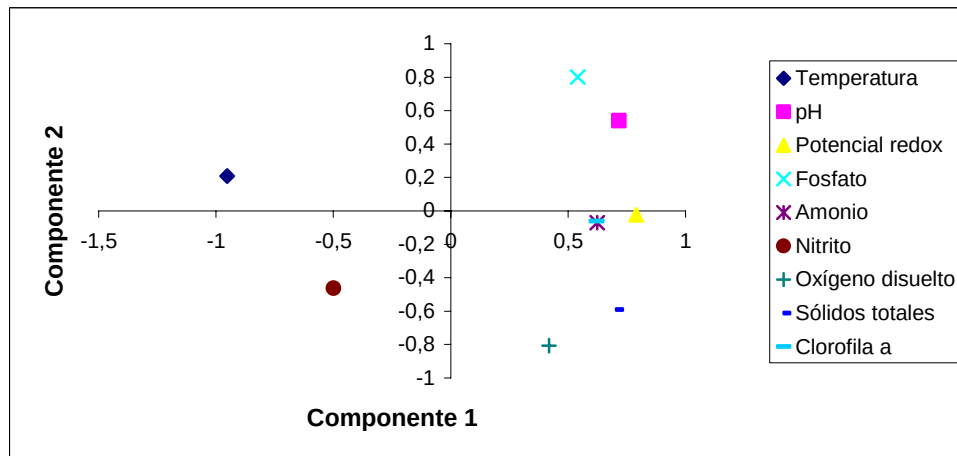


Figura 19.4. Análisis de componentes principales (Agua de mar - Muestreo preliminar - Bahía Calderilla – Muestreo invierno).

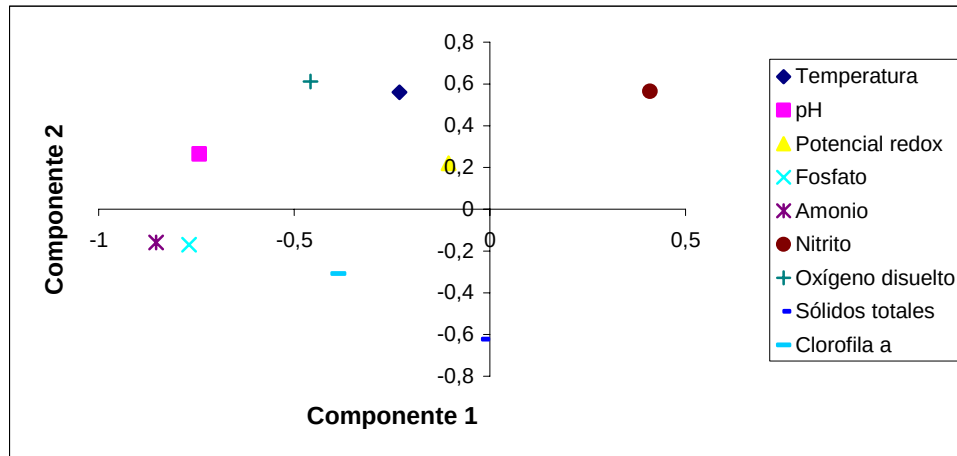


Figura 19.5. Análisis de componentes principales (Agua de mar - Muestreo preliminar - Bahía Inglesa – Muestreo invierno).

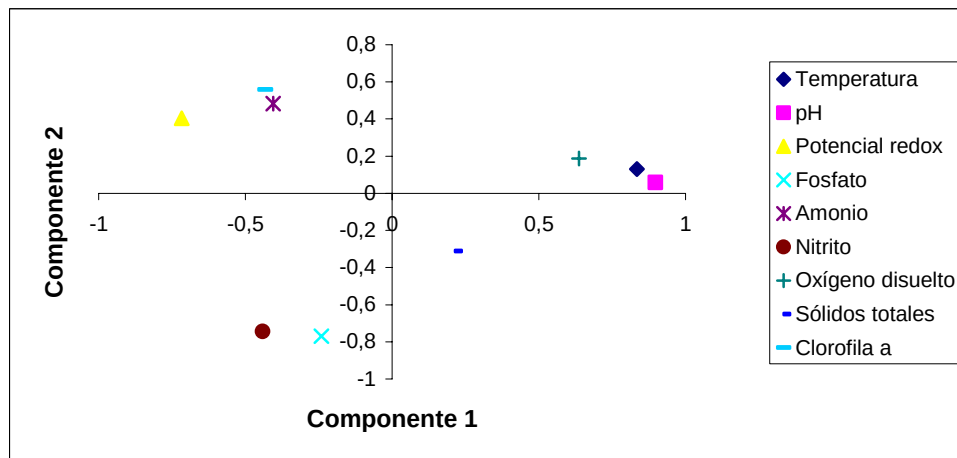


Figura 19.6. Análisis de componentes principales (Agua de mar - Muestreo preliminar - Bahía Tongoy – Muestreo invierno).

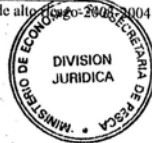
ANEXO 20

REGULACIÓN



MINISTERIO DE ECONOMÍA,
FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN
SUBSECRETARÍA DE PESCA

α/ enfermedades de alto riesgo-2004 (GL1)



ESTABLECE CLASIFICACIÓN DE
ENFERMEDADES DE ALTO RIESGO.

VALPARAISO, 31 MAYO 2004

-Nº 1496

VISTO: El Informe Técnico Nº 636, de fecha 11 de mayo del 2004, del Departamento de Acuicultura de esta Subsecretaría; el Informe del Comité Técnico establecido en el D.S. Nº 319 del 2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, contenido en el acta de fecha 15 de abril del 2004; lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5 de 1983 y en la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el D.S. Nº 319 del 2001 y el D. Exento Nº 626 del 2001, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; y la Resolución Nº 1136 de 2003, de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

1º Que, el artículo 3º del D.S. Nº 319 del 2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que estableció el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas, prescribe que las enfermedades de alto riesgo se clasificarán, por grupos de especies hidrobiológicas, considerando su virulencia, nivel de diseminación o impacto económico para el país, en Lista 1 y Lista 2, en conformidad a lo señalado en la misma disposición.

2º Que, el inciso final del citado artículo establece que anualmente, en el mes de mayo, esta Subsecretaría deberá dictar una resolución que contendrá la clasificación de las enfermedades de alto riesgo previo informe del Comité Técnico establecido en el Título XII del D.S. Nº 319 del 2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

el acta citada en Visto.

3º Que, el Comité Técnico emitió su informe en

RESUELVO:

1.- Establécese la siguiente clasificación de enfermedades de alto riesgo, en conformidad a lo prescrito en el artículo 3º del D.S. Nº 319 del 2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que estableció el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas:

LISTA 1 DE PECES

Enfermedad	Agente Causal
Necrosis Hematopoyética Epizoótica	Virus de la Necrosis Hematopoyética Epizoótica
Necrosis Hematopoyética Infecciosa	Virus de la Necrosis Hematopoyética Infecciosa
Herpesvirosis del Salmón Masou	Virus del Onchorhynchus masou (Herpesvirus tipo 2)
Septicemia Hemorrágica Viral	Virus de la Septicemia Hemorrágica Viral
Viremia Primavera de la Carpa	Virus de la Viremia Primavera de la Carpa



Encefalopatía y Retinopatía Virales	<i>Virus de la Necrosis Nerviosa Viral</i>
Virosis del Bagre del Canal	<i>Herpesvirus de Ictaluridae tipo I</i>
Septicemia Entrérica del Bagre	<i>Edwardsiella ictaluri</i>
Iridovirus del esturión blanco	<i>Iridovirus del Esturión Blanco</i>
Furunculosis	<i>Aeromonas salmonicida</i> subespecie <i>salmonicida</i>
Síndrome Ulcerante Epizootico	<i>Aphanomyces invadans</i> , <i>A. piscicida</i> , <i>A. invaderis</i>
Girodactilosis	<i>Gyrodactylus salaris</i>
Iridovirus de la Dorada Japonesa	<i>Iridovirus de la Dorada Japonesa</i>

LISTA 2 DE PECES

Enfermedad	Agente Causal
Necrosis Pancreática Infecciosa	<i>Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa</i>
Piscirickettsiosis	<i>Piscirickettsia salmonis</i>
Renibacteriosis	<i>Renibacterium salmoninarum</i>
Síndrome producido por organismos tipo cocáceas Gram positivas	Organismo tipo cocácea Gram positiva (en investigación taxonómica)
Anemia Infecciosa del Salmón (ISA)	Orthomyxovirus Virus ISA: a la fecha sólo se ha reportado el agente causal de la Anemia Infecciosa del Salmón, sin estar asociado a la signología clásica descrita para la enfermedad.
Síndrome Ictérico	No identificado (en investigación)
Furunculosis atípica	<i>Aeromonas salmonicida</i> subespecie <i>achromogenes</i>
Vibriosis	<i>Vibrio ordalii</i> "atípico" (en investigación taxonómica)

LISTA 1 DE MOLUSCOS

Enfermedad	Agente Causal
Infección por <i>Bonamia ostreae</i>	<i>Bonamia ostreae</i>
Infección por <i>Bonamia exitiosus</i>	<i>Bonamia exitiosus</i>
Infección por <i>Mikrocytos roughleyi</i>	<i>Mikrocytos roughleyi</i>
Infección por <i>Haplosporidium nelsoni</i>	<i>Haplosporidium nelsoni</i>
Infección por <i>Marteilia refrigens</i>	<i>Marteilia refrigens</i>
Infección por <i>Marteilia sydneyi</i>	<i>Marteilia sydneyi</i>
Infección por <i>Mikrocytos mackini</i>	<i>Mikrocytos mackini</i>
Infección por <i>Perkinsus marinus</i>	<i>Perkinsus marinus</i>
Infección por <i>Perkinsus olseni/atlanticus</i>	<i>Perkinsus olseni/atlanticus</i>
Infección por <i>Haplosporidium costale</i>	<i>Haplosporidium costale</i>

LISTA 2 DE MOLUSCOS

Enfermedad	Agente Causal
Infección por <i>Candidatus Xenohaliotis californiensis</i>	<i>Candidatus Xenohaliotis californiensis</i>
Infestación por <i>Terabrasabella heterouncinata</i>	<i>Terabrasabella heterouncinata</i>



LISTA 1 DE CRUSTÁCEOS

Enfermedad	Agente Causal
Síndrome de Taura	<i>Virus de la Enfermedad de Taura</i>
Enfermedad de las Manchas Blancas	<i>Virus del Síndrome de las Manchas Blancas</i>
Enfermedad de la Cabeza Amarilla	<i>Virus de la Enfermedad de la Cabeza Amarilla</i>
Baculovirus tetraédrica	<i>Baculovirus penaei</i>
Baculovirus esférica	<i>Baculovirus tipo Penaeus monodon</i>
Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa	<i>Virus de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa</i>
Plaga del Cangrejo de Río	<i>Aphanomyces astaci</i>
Virosis Mortal de los Genitores	<i>Virus de la Virosis Mortal de los Genitores</i>

2.- Los efectos de la clasificación que por la presente Resolución se establece, sólo serán aplicables a las especies susceptibles de cada una de las enfermedades indicadas en ella.

Se entenderá por especie susceptible lo indicado en el artículo 2º, letra j) del Decreto Exento Nº 626 del 2001, citado en Visto.

Por su parte, se considerarán especies susceptibles las señaladas en el Código Sanitario Internacional para los Animales Acuáticos emitido por la O.I.E. En caso que una determinada enfermedad incluida en la clasificación contenida en el numeral 1º de la presente Resolución y sus agentes causales no se encuentren en los listados del Código Sanitario Internacional referido, el Servicio Nacional de Pesca deberá indicarlo expresamente en los programas sanitarios específicos correspondientes a dicha enfermedad y en el formato tipo de los certificados sanitarios indicados en el artículo 4º del Decreto Exento Nº 626 del 2001, citado en Visto.

En el caso de los moluscos se entenderán por especies susceptibles aquellas que pertenecen a las familias *Ostreidae* o *Halitidae*, sin perjuicio de lo que establezca la Organización Internacional de Epizootias.

3.- Transcribase copia de esta Resolución al Servicio Nacional de Pesca.

ANOTESE, NOTIFIQUESE Y PUBLIQUESE POR CUENTA DE ESTA SUBSECRETARIA.

(Firmado) FELIPE SANDOVAL PRECHT, SUBSECRETARIO DE PESCA
Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento

Saluda atentamente a Ud.,



JOSE ROMERO YANJARI
Jefe Departamento Administrativo



ANEXO 21

ZOOPLANKTON



Tabla 21.1
Zooplankton Bahía Inglesa- Muestreo invierno

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
5	Cnidaria		
	C. Hydromedusae		
	C. Siphonophorae	6	0,27
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	2189	99,36
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	5	0,23
	Tunicata		
	C. Appendicularia	3	0,14
		Número de individuos (N) =2203	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
6	Mollusca		
	O. Pteropoda	10	0,77
	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	2	0,15
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1258	96,98
	O. Amphipoda	13	1,00
	O. Decapoda		
	I.O. Anomura	2	0,15
	Tunicata		
	C. Appendicularia	12	0,93
	Vertebrata		
	C. Pisces Huevos	1	0,08
		Número de individuos (N) =1298	



Continuación tabla 21.1

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
7	Annelida		
	O. Polychaeta	9	0,57
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1540	97,16
	O. Amphipoda	7	0,44
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	2	0,13
	I.O. Anomura	2	0,13
	I.O. Brachyura	10	0,63
	Tunicata		
	C. Appendicularia	15	0,95
		Número de individuos (N) =1585	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
8	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1258	97,30
	S.C. Cirripedia	14	1,08
	O. Amphipoda	9	0,70
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	1	0,08
	Tunicata		
	C. Appendicularia	11	0,85
		Número de individuos (N)=1293	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
9	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	2	100,00
		Número de individuos (N)=2	



Continuación tabla 21.1

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
11	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1542	96,07
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	58	3,61
	Tunicata		
	C. Appendicularia	5	0,31
		Número de individuos (N)=1605	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
12	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	2875	99,52
	O. Mysidacea	2	0,07
	Tunicata		0,00
	C. Appendicularia	12	0,42
		Número de individuos (N)=2889	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
13	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	2	0,25
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	789	97,05
	O. Mysidacea	2	0,25
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	12	1,48
	Tunicata		
	C. Appendicularia	6	0,74
	Vertebrata		
	C. Pisces Huevos	2	0,25
		Número de individuos (N) =813	



Continuación tabla 21.1

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
25	Mollusca		
	O. Pteropoda	7	0,49
	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	2	0,14
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1300	90,53
	S.C. Cirripedia	18	1,25
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	77	5,36
	Tunicata		
	C. Appendicularia	32	2,23
		Número de individuos (N)= 1436	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
26	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	23	7,52
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	99	32,35
	S.C. Cirripedia	121	39,54
	O. Mysidacea	2	0,65
	O. Stomatopoda	13	4,25
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	5	1,63
	I.O. Anomura	3	0,98
	I.O. Brachyura	19	6,21
	Tunicata		
	C. Appendicularia	19	6,21
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Larvas	2	0,65
		Número de individuos (N) =306	



Continuación tabla 21.1

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
27	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	2	0,06
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	3356	95,71
	S.C. Cirripedia	127	3,62
	O. Stomatopoda	8	0,23
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	2	0,06
	I.O. Anomura	3	0,09
	I.O. Brachyura	13	0,37
	Tunicata		
	C. Appendicularia	8	0,23
		Número de individuos (N) =3519	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
28	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	1	0,05
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1944	95,62
	S.C. Cirripedia	68	3,34
	O. Mysidacea	2	0,10
	O. Amphipoda	1	0,05
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	1	0,05
	I.O. Brachyura	6	0,30
	Tunicata		
	C. Appendicularia	10	0,49
		Número de individuos (N) =2033	



Continuación tabla 21.1

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
29	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	1	0,03
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	2804	85,17
	S.C. Cirripedia	471	14,31
	O. Stomatopoda	2	0,06
	O. Decapoda		
	I.O. Anomura	2	0,06
	I.O. Brachyura	16	0,49
	Tunicata		
	C. Appendicularia	4	0,12
		Número de individuos (N) =3300	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
30	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	2652	97,86
	S.C. Cirripedia	20	0,74
	O. Decapoda		
	I.O. Thalassinidea	5	0,18
	I.O. Anomura	5	0,18
	I.O. Brachyura	23	0,85
	Tunicata		
	C. Appendicularia	5	0,18
		Número de individuos (N) =2710	



Continuación tabla 21.1

31	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	2	0,20
	Annelida		
	O. Polychaeta	1	0,10
	Mollusca		
	O. Pteropoda	12	1,23
	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	1	0,10
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	928	94,89
	S.C. Cirripedia	4	0,41
	O. Mysidacea	1	0,10
	O. Amphipoda	4	0,41
	O. Stomatopoda	1	0,10
	O. Decapoda		
	I.O. Anomura	1	0,10
	I.O. Brachyura	3	0,31
	Tunicata		
	C. Appendicularia	16	1,64
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	4	0,41
		Número de individuos (N) =978	



Continuación tabla 21.1

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
32	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	2	0,67
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	269	89,97
	S.C. Cirripedia	5	1,67
	O. Amphipoda	6	2,01
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	3	1,00
	I.O. Anomura	2	0,67
	I.O. Brachyura	2	0,67
	Tunicata		
	C. Appendicularia	6	2,01
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	4	1,34
		Número de individuos (N) =299	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
33	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	1	0,05
	C. Siphonophorae	2	0,10
	Annelida		
	O. Polychaeta	1	0,05
	Mollusca		
	O. Pteropoda	3	0,16
	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	7	0,36
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1872	96,99
	S.C. Cirripedia	12	0,62
	O. Amphipoda	7	0,36
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	1	0,05
	I.O. Brachyura	4	0,21
	Tunicata		
	C. Appendicularia	15	0,78



Continuación tabla 21.1

	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	5	0,26
		Número de individuos (N) =1930	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
34	C. Hydromedusae	4	0,25
	Annelida		
	O. Polychaeta	2	0,12
	Mollusca		
	O. Pteropoda	7	0,43
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	1288	79,07
	S.C. Cirripedia	270	16,57
	O. Amphipoda	2	0,12
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	5	0,31
	I.O. Brachyura	32	1,96
	Tunicata		
	C. Appendicularia	6	0,37
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	8	0,49
	Larvas	5	0,31
		Número de individuos (N) =1629	



Tabla 21.2
Zooplankton Bahía Tongoy- Muestreo invierno

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
11	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	48	14,29
	Mollusca		
	O. Pteropoda	8	2,38
	Chaetognatha		
	O. Apherogomophora	1	0,30
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	150	44,64
	S.C. Cirripedia	5	1,49
	O. Amphipoda	6	1,79
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	4	1,19
	Tunicata		
	C. Appendicularia	114	33,93
		Número de individuos (N) = 336	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
12	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	319	37,05
	Mollusca		
	O. Pteropoda	216	25,09
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	108	12,54
	S.C. Cirripedia	3	0,35
	O. Mysidacea	1	0,12
	O. Stomatopoda	2	0,23
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	1	0,12
	I.O. Anomura	8	0,93
	I.O. Brachyura	17	1,97
	Tunicata		
	C. Appendicularia	186	21,60
		Número de individuos (N) = 861	



Continuación tabla 21.2

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
13	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	238	42,97
	Annelida		
	O. Polychaeta	1	0,18
	Mollusca		
	O. Pteropoda	8	1,44
	Chaetognatha		
	O. Aphragomophora	2	0,36
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	180	32,50
	S.C. Cirripedia	1	0,18
	O. Stomatopoda	1	0,18
	O. Decapoda		
	I.O. Caridea	1	0,18
	I.O. Anomura	1	0,18
	I.O. Brachyura	14	2,53
	Tunicata		
	C. Appendicularia	106	19,14
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	1	0,18
		Número de individuos (N) = 554	



Continuación tabla 21.2

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
14	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	48	38,10
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	20	15,87
	S.C. Cirripedia	2	1,59
	O. Stomatopoda	4	3,17
	Tunicata		
	C. Appendicularia	50	39,68
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	2	1,59
		Número de individuos (N) = 126	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
15	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	358	54,42
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	172	26,15
	O. Amphipoda	6	0,91
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	25	3,80
	Tunicata		
	C. Appendicularia	92	13,99
	Vertebrata		
	C. Pisces Larvas	5	0,76
		Número de individuos (N) = 658	



Continuación tabla 21.2

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
17	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	33	50,00
	Ctenophora		
	C. Tentaculata	4	6,06
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	25	37,88
	O. Stomatopoda	4	6,06
		Número de individuos (N) = 66	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
18	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	15	3,69
	C. Siphonophorae	2	0,49
	Annelida		0,00
	O. Polychaeta	28	6,90
	Arthropoda		0,00
	S.C. Copepoda	245	60,34
	S.C. Cirripedia	2	0,49
	O. Amphipoda	8	1,97
	O. Decapoda		0,00
	I.O. Brachyura	17	4,19
	Tunicata		0,00
	C. Appendicularia	79	19,46
	Vertebrata		0,00
	C. Pisces Huevos	6	1,48
	Larvas	4	0,99
		Número de individuos (N) = 406	



Continuación tabla 21.2

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
19	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	49	17,50
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	148	52,86
	O. Stomatopoda	9	3,21
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	5	1,79
	Tunicata		
	C. Appendicularia	69	24,64
		Número de individuos (N) = 280	

Estación de Muestreo	Taxa	Individuos /muestra	Abundancia relativa (%)
20	Cnidaria		
	C. Hydromedusae	3	0,32
	Annelida		
	O. Polychaeta	16	1,69
	Mollusca		
	O. Pteropoda	1	0,11
	Arthropoda		
	S.C. Copepoda	906	95,97
	S.C. Cirripedia	4	0,42
	O. Amphipoda	2	0,21
	O. Decapoda		
	I.O. Brachyura	2	0,21
	Tunicata		
	C. Appendicularia	3	0,32
	Vertebrata		
	C. Pisces		
	Huevos	6	0,64
	Larvas	1	0,11
		Número de individuos (N) = 944	



ANEXO 22

SECTORES SELECCIONADOS PARA MUESTREO

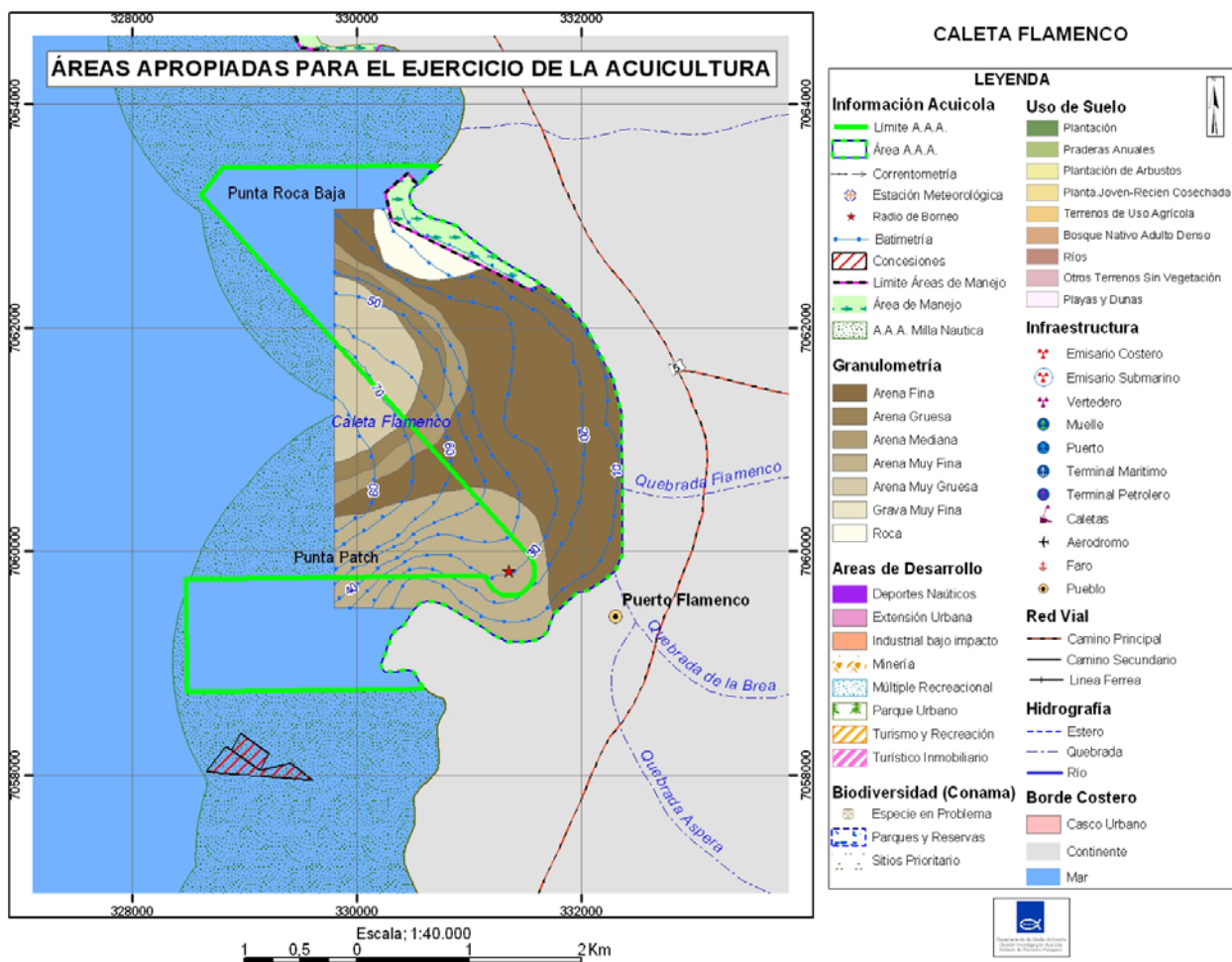


Figura 22.1. Sector Caleta Flamenco.

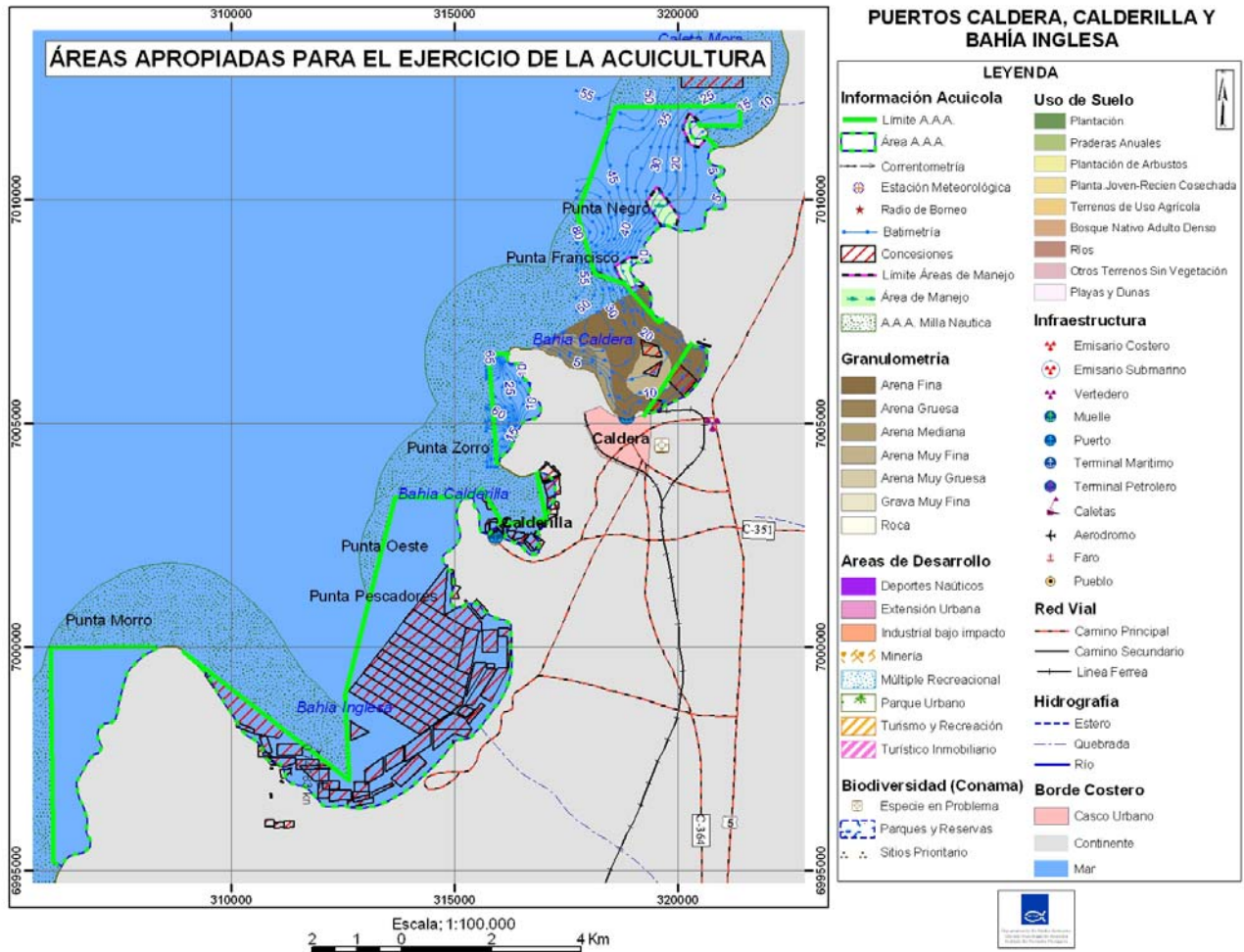


Figura 22.2. Sector Puerto Caldera.

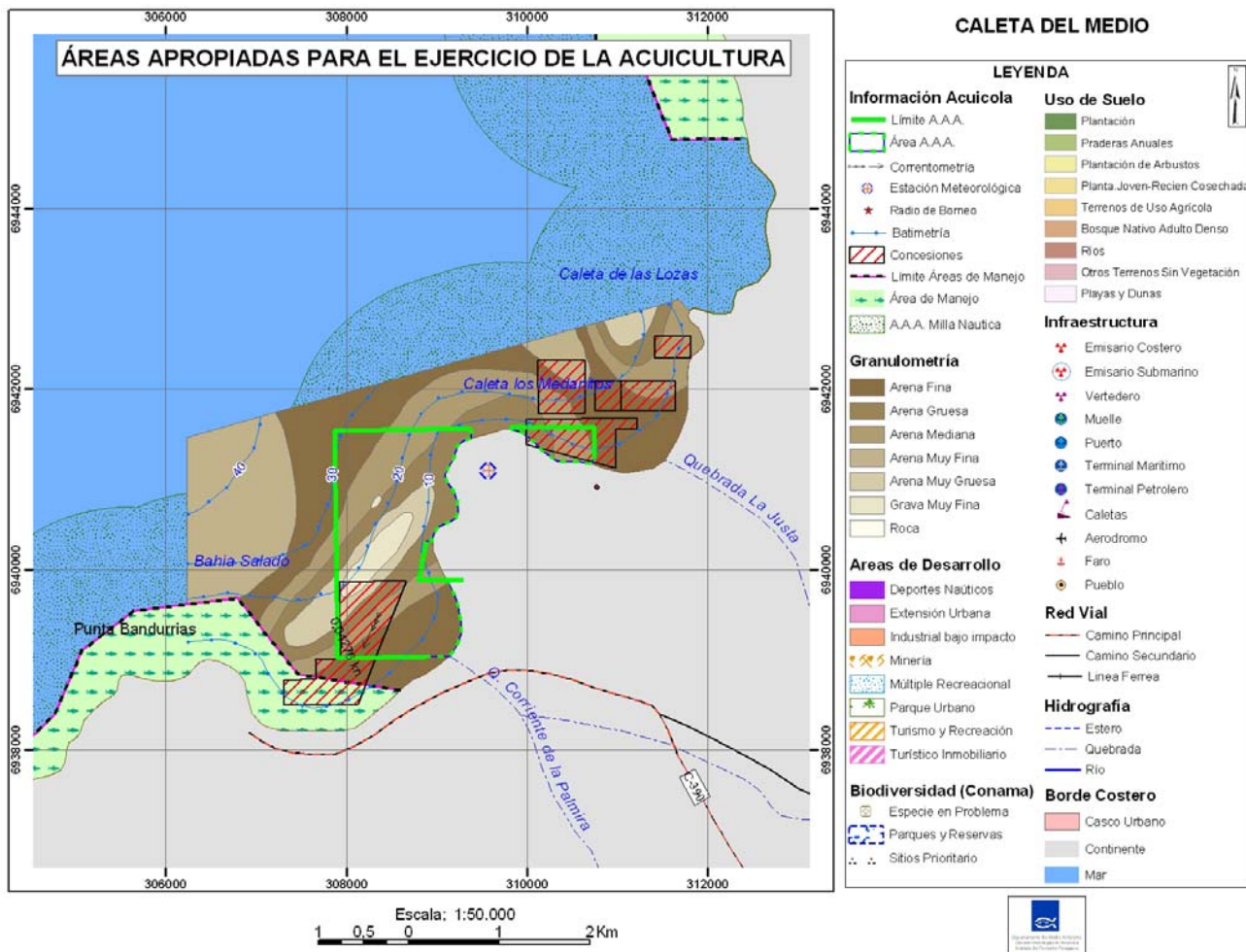


Figura 22.3. Sector Caleta Del Medio.

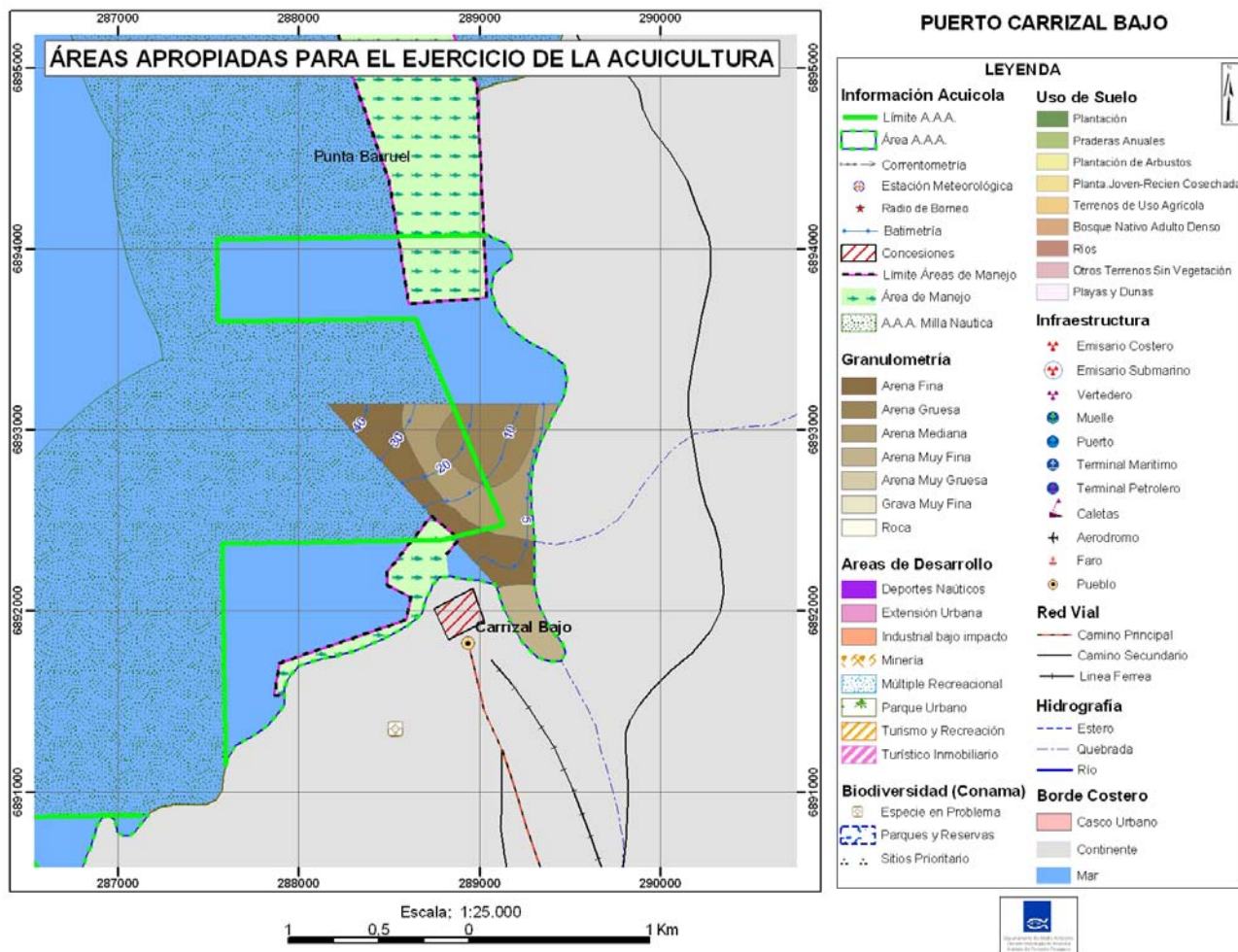


Figura 22.4. Sector Puerto Carrizal Bajo.

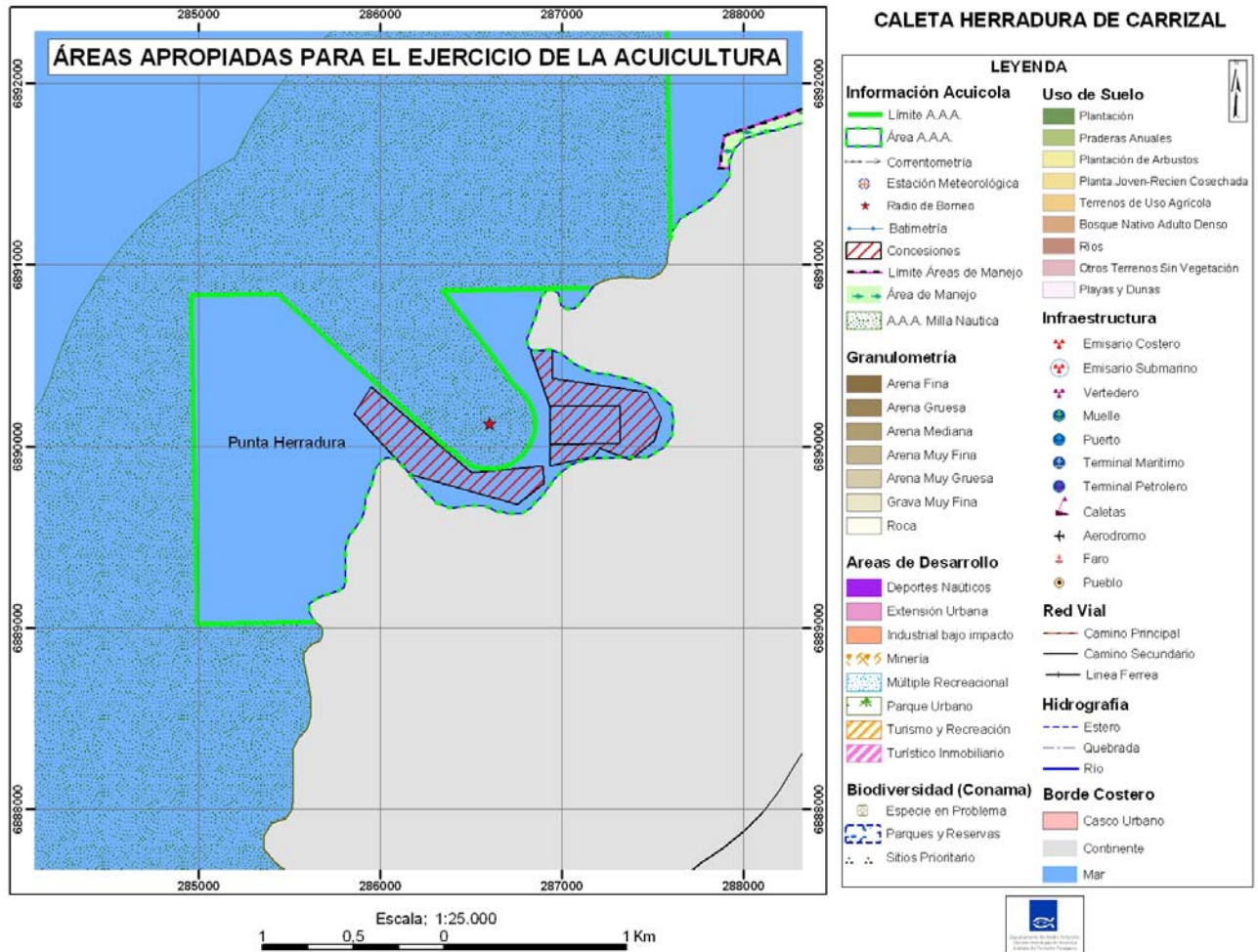


Figura 22.5. Sector Bahía Herradura.

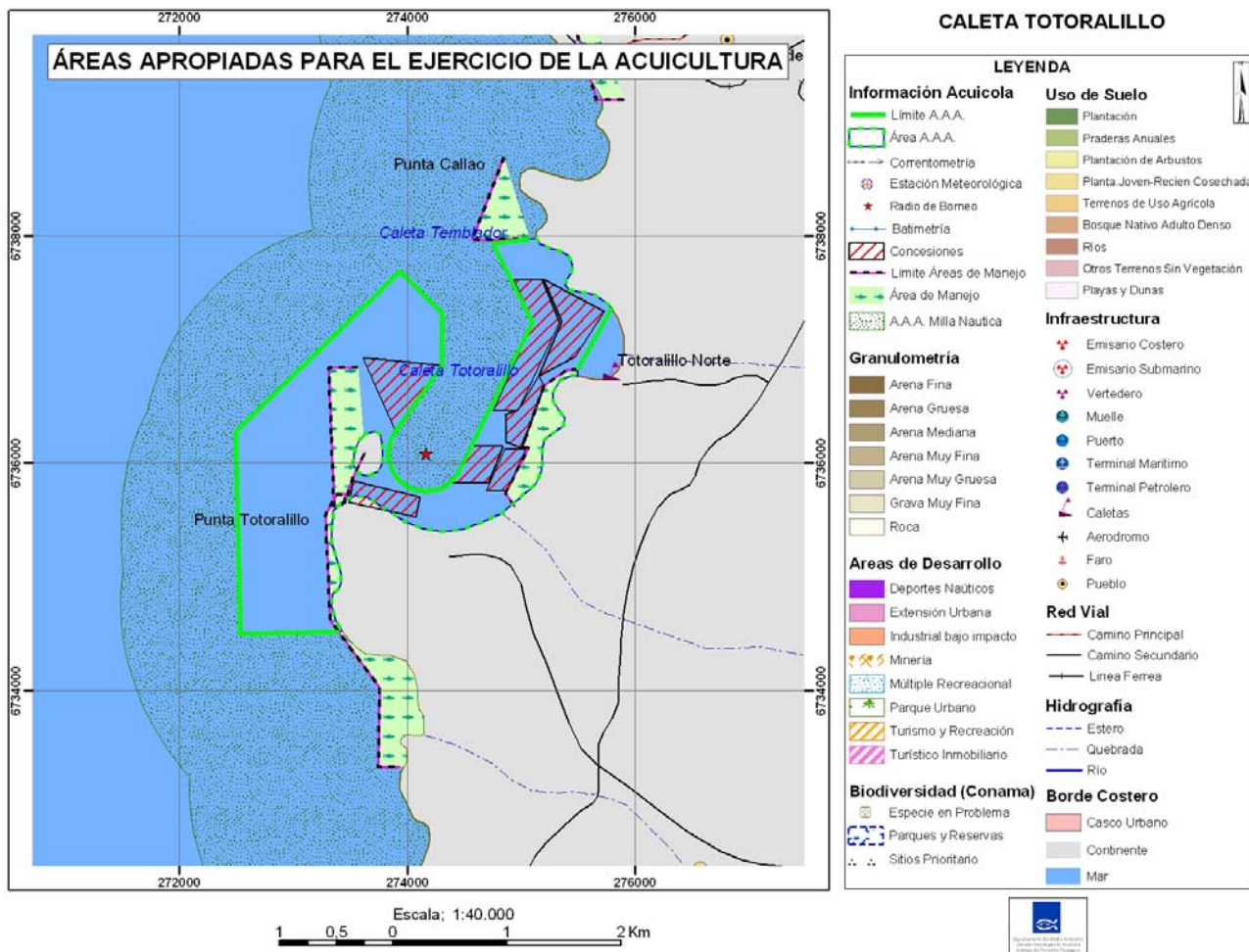


Figura 22.6. Sector Caleta Totoralillo.

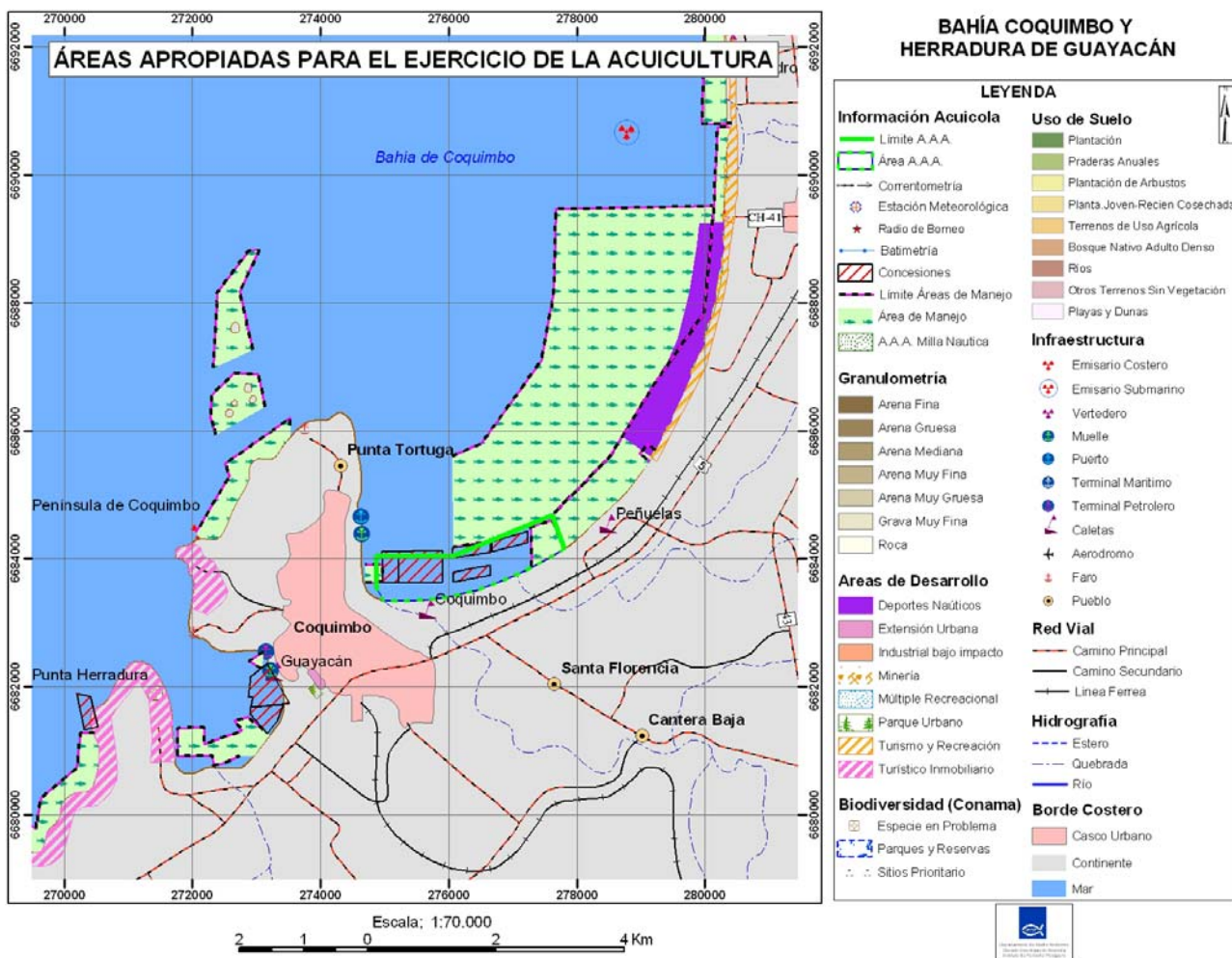


Figura 22.7. Sector Bahía Coquimbo.

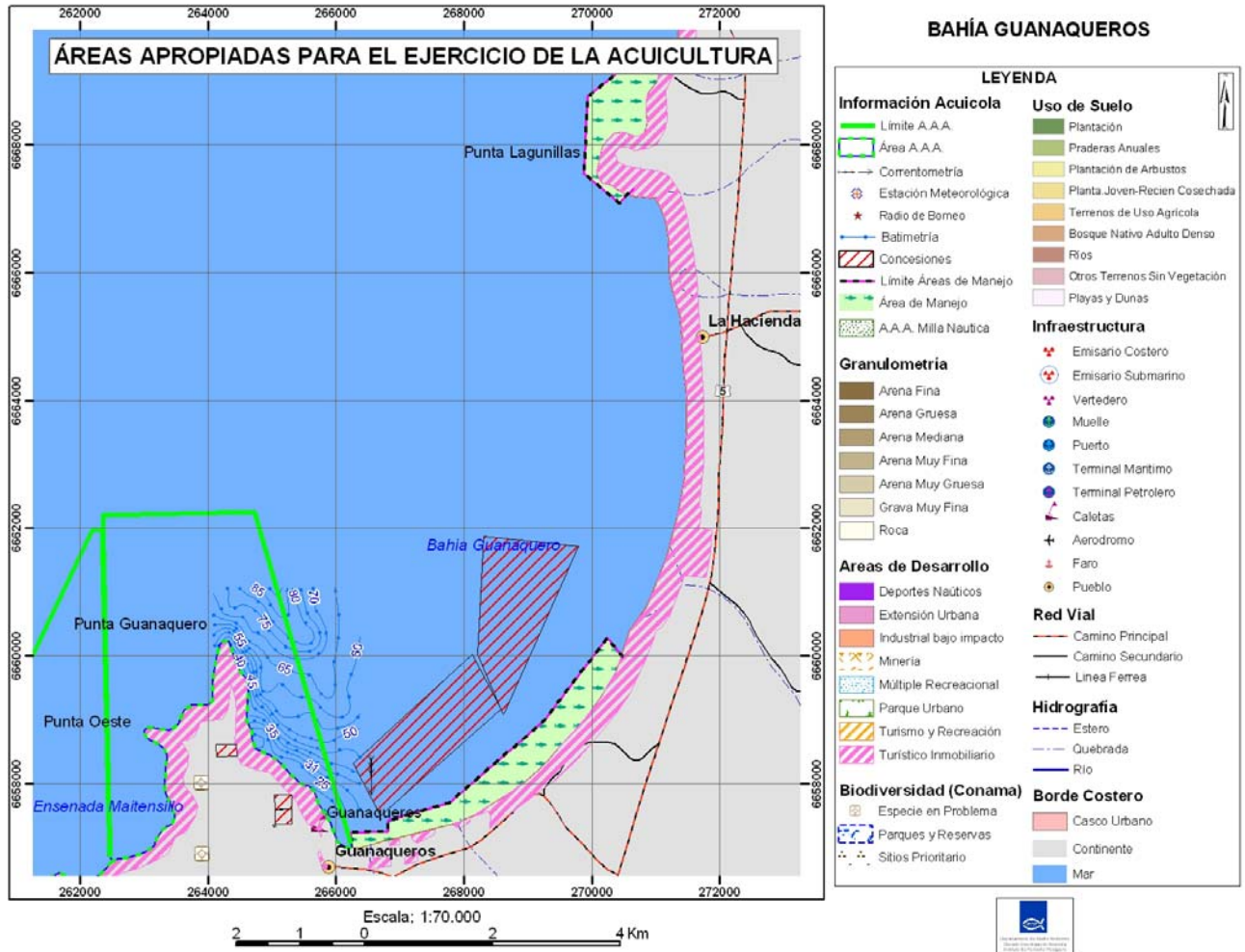


Figura 22.8. Sector Bahía Guanaqueros.

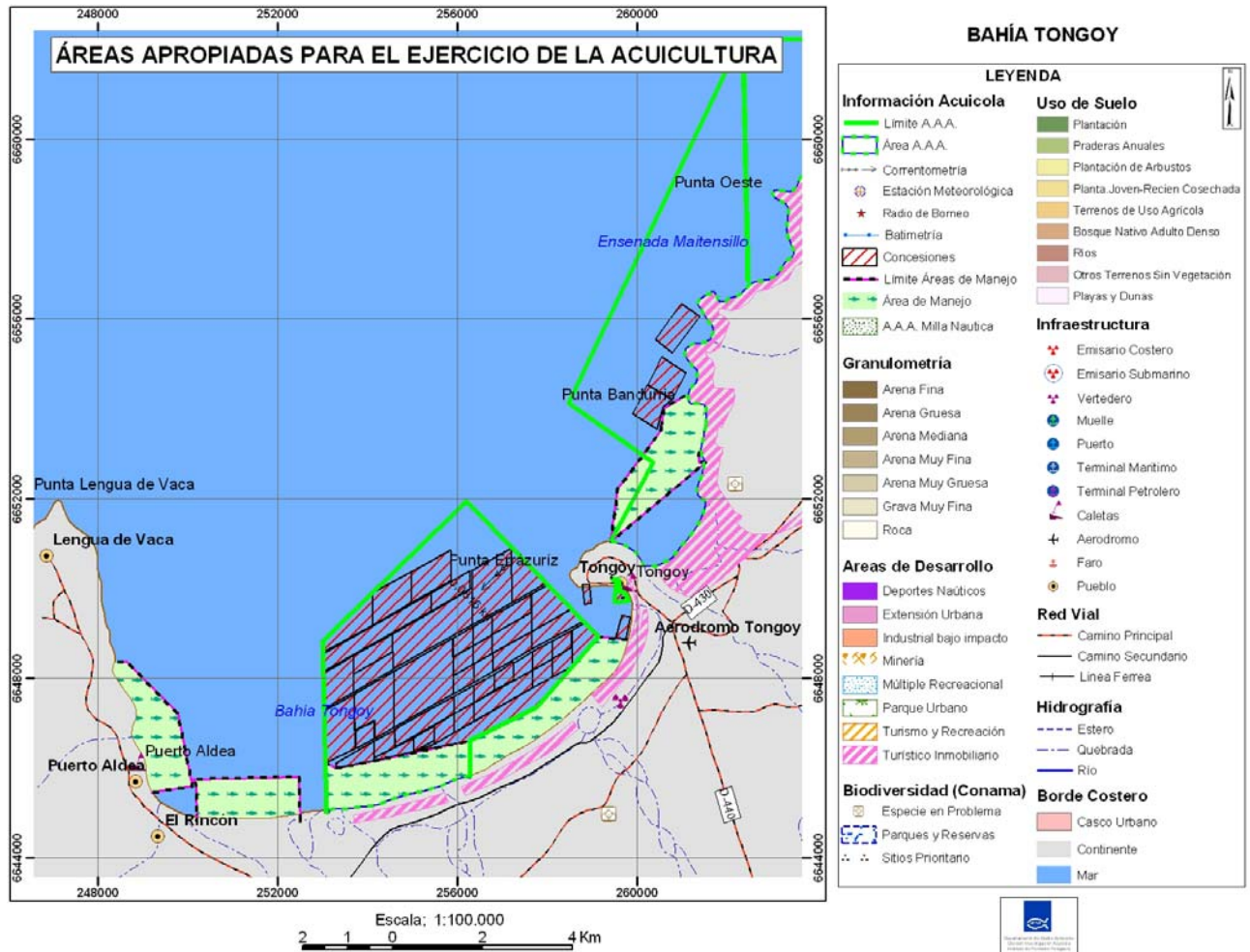


Figura 22.9. Sector Bahía Tongoy.

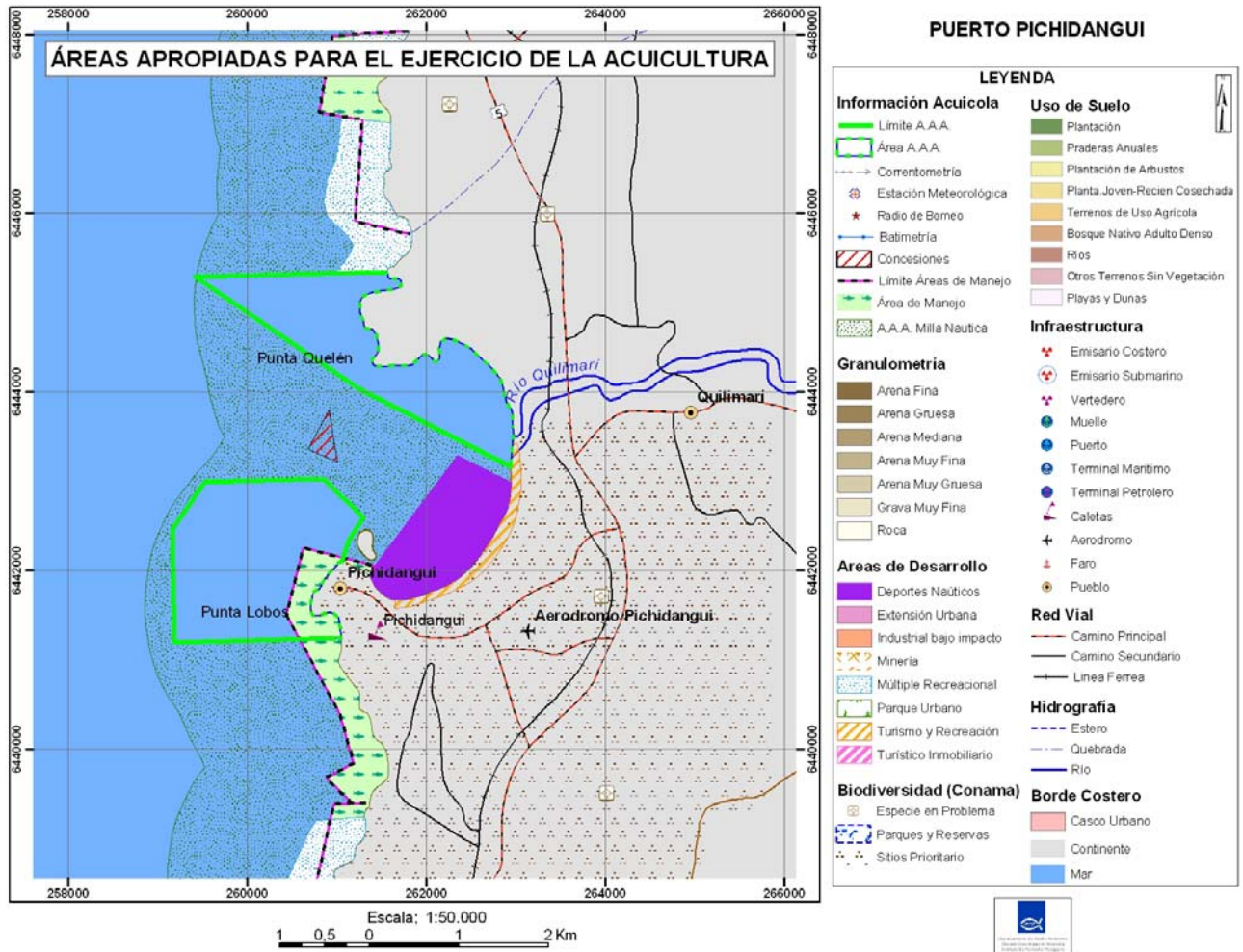


Figura 22.10. Sector Pichidangui.



ANEXO 23

CONCESIONES DE ACUICULTURA EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO

Tabla 23.1 Concesiones de Acuicultura de la III Región:

NOMBRE DEL TITULAR	RUT DEL TITULAR	REGIÓN	COMUNA	SECTOR	RES. SUBPESCA	RES. MARINA	CARTA SHOA	Nº V.	VERTICES
VERA AVILA JOSÉ RICARDO	7608838-1	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	1448	1411	SHOA 311	1 2 3 4 5 6	27°5'14"(S) 70°50'57,6"(W) 27°5'15,8"(S) 70°50'57,1"(W) 27°5'18,9"(S) 70°51'1"(W) 27°5'21,5"(S) 70°51'1"(W) 27°5'19,8"(S) 70°51'11,6"(W) 27°5'18"(S) 70°51'2,9"(W)
VERA AVILA JOSÉ RICARDO	7608838-1	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	1546	1483	SHOA 311	1 2 3 4 5 6 7	27°5'12,5"(S) 70°50'51,3"(W) 27°5'16"(S) 70°50'48"(W) 27°5'16,6"(S) 70°50'50"(W) 27°5'17,9"(S) 70°50'47,9"(W) 27°5'18,7"(S) 70°50'49,2"(W) 27°5'14,5"(S) 70°50'53"(W) 27°5'14"(S) 70°50'51,2"(W)
HIDROCULTIVOS S.A.	79732410-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	2321	305	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'1"(S) 70°54'6"(W) 27°8'12"(S) 70°53'54"(W) 27°8'12"(S) 70°53'42"(W) 27°8'1"(S) 70°53'42"(W)
SINDICATO ORILLA DEL PUERTO DE CALDERA	74259900-0	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	2150	2137	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'18,5"(S) 70°51'51"(W) 27°6'52,5"(S) 70°51'32,5"(W) 27°6'52,5"(S) 70°51'24,8"(W) 27°7'18,5"(S) 70°51'44"(W)
SANHUEZA NOVOA JORGE EDUARDO	8696461-9	ATACAMA	CALDERA	PUNTA FERNANDEZ BAHÍA INGLESA	2427	229	SHOA 311	1 2 3 4 5 6 7 8	27°8'1,7"(S) 70°54'12,2"(W) 27°8'4,5"(S) 70°54'13,3"(W) 27°8'6,7"(S) 70°54'12,2"(W) 27°8'5,7"(S) 70°54'15"(W) 27°8'9,7"(S) 70°54'19,2"(W) 27°8'9"(S) 70°54'21"(W) 27°8'3,3"(S) 70°54'22"(W) 27°8'3,3"(S) 70°54'17"(W)
SANHUEZA NOVOA JORGE EDUARDO	8696461-9	ATACAMA	CALDERA	PUNTA FERNANDEZ BAHÍA INGLESA	2427	229	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'11,7"(S) 70°54'20,18"(W) 27°8'12,29"(S) 70°54'18,91"(W) 27°8'12,78"(S) 70°54'19,33"(W) 27°8'12,23"(S) 70°54'20,62"(W)
SANHUEZA NOVOA JORGE EDUARDO	8696461-9	ATACAMA	CALDERA	PUNTA FERNANDEZ BAHÍA INGLESA	2428	1589	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'11,75"(S) 70°54'20,2"(W) 27°8'10,9"(S) 70°54'21,4"(W) 27°8'11,5"(S) 70°54'22"(W) 27°8'12,2"(S) 70°54'20,8"(W)



Continuación Tabla 23.1

PRADO LAGOS MARÍA INES	2999492-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	873	1242	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'12,1"(S) 70°51'14,5"(W) 27°5'13"(S) 70°51'8"(W) 27°5'19"(S) 70°51'10"(W) 27°5'15,2"(S) 70°51'14,5"(W)
SAKAMOTO PRADO MARÍA ISABEL HIROMI	9205908-1	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	678	1071	SHOA 311	1 2 3 4 5 6 7	27°5'13,5"(S) 70°51'32"(W) 27°5'14,5"(S) 70°51'29,8"(W) 27°5'13"(S) 70°51'25,5"(W) 27°5'13,1"(S) 70°51'23"(W) 27°5'12,5"(S) 70°51'23"(W) 27°5'12,5"(S) 70°51'28,4"(W) 27°5'13,5"(S) 70°51'28,4"(W)
SINDICATO DE TRAB. DE ORILLA DEL PUERTO CALDERA	74259900-0	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1089	1126	SHOA 311	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	27°6'23"(S) 70°51'23"(W) 27°6'23"(S) 70°51'14"(W) 27°6'29"(S) 70°51'12"(W) 27°6'52"(S) 70°51'15,3"(W) 27°7'16,5"(S) 70°51'30"(W) 27°7'12"(S) 70°51'38,5"(W) 27°6'52"(S) 70°51'23,5"(W) 27°6'52"(S) 70°51'15,5"(W) 27°6'29"(S) 70°51'15,5"(W) 27°6'29"(S) 70°51'23"(W)
MUÑOZ REYES JUAN LUIS	9882224-0	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1119	1758	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'13"(S) 70°53'21,7"(W) 27°8'13"(S) 70°53'10"(W) 27°8'20"(S) 70°53'10"(W) 27°8'20"(S) 70°53'21,7"(W)
ESPINOZA CIFUENTES DAVID ALVARO	10065845-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	1122	922	SHOA 3110	1 2 3 4	27°4'50,16"(S) 70°51'27,31"(W) 27°4'57,58"(S) 70°51'22,46"(W) 27°4'56,29"(S) 70°51'30"(W) 27°4'52,5"(S) 70°51'31,8"(W)



Continuación Tabla 23.1

CULTIVOS MARINOS CALDERA LIMITADA	79866410-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	1469	1668	SHOA 311	1	27°4'22,72"(S) 70°50'42,61"(W)
								2	27°4'22,9"(S) 70°50'41,48"(W)
								3	27°4'23,92"(S) 70°50'39,81"(W)
								4	27°4'24,45"(S) 70°50'40,44"(W)
								5	27°4'23,92"(S) 70°50'41,11"(W)
								6	27°4'28,98"(S) 70°50'48,02"(W)
								7	27°4'37,12"(S) 70°50'45"(W)
								8	27°4'31,98"(S) 70°50'31,78"(W)
								9	27°4'27,57"(S) 70°50'36,85"(W)
								10	27°4'25,56"(S) 70°50'36,85"(W)
								11	27°4'25,75"(S) 70°50'36,07"(W)
								12	27°4'27,05"(S) 70°50'34,67"(W)
								13	27°4'29,17"(S) 70°50'32,78"(W)
								14	27°4'32,14"(S) 70°50'30,52"(W)
								15	27°4'38,23"(S) 70°50'44,69"(W)
								16	27°4'28,97"(S) 70°50'48,05"(W)
								17	27°4'26,59"(S) 70°50'45,81"(W)
								18	27°4'24,52"(S) 70°50'43,37"(W)
FRERES BOYENS VERONICA PATRICIA	7449134-0	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILA	3382	929	SHOA 311	1	27°4'47,2"(S) 70°50'35"(W)
								2	27°4'51"(S) 70°50'35"(W)
								3	27°4'57"(S) 70°50'41,5"(W)
								4	27°4'49"(S) 70°50'41,5"(W)
								5	27°4'49"(S) 70°50'41"(W)
HIDROCULTIVOS S.A.	79732410-8	ATACAMA	CALDERA	CALETA DEL MEDIO BAHÍA SALADA	3408	1175	SHOA 304	1	27°40'0"(S) 70°56'54"(W)
								2	27°40'0"(S) 70°56'27"(W)
								3	27°40'27,55"(S) 70°56'40"(W)
								4	27°40'27,55"(S) 70°56'54"(W)
COMPAÑÍA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s5	158	937	SHOA 311	1	27°7'28,6"(S) 70°53'24,45"(W)
								2	27°7'37,2"(S) 70°53'9"(W)
								3	27°7'43"(S) 70°53'24"(W)
BURGOS VILLASECA JOSÉ ANTONIO	8447899-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1080	1204	SHOA 311	1	27°7'23,4"(S) 70°51'57,8"(W)
								2	27°7'18,8"(S) 70°51'51,5"(W)
								3	27°7'22,3"(S) 70°51'43,2"(W)
								4	27°7'27,5"(S) 70°51'50,3"(W)
FARAH MAFFEI ALAND	6962736-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	79	1266	SHOA 311	1	27°5'14"(S) 70°50'55"(W)
								2	27°5'22"(S) 70°50'48"(W)
								3	27°5'26"(S) 70°50'53"(W)
								4	27°5'19"(S) 70°51'0"(W)



Continuación Tabla 23.1

SUCESION SAKAMOTO SEKIMOTO	2999492-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	383	681	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'13"(S) 70°51'8"(W) 27°5'14"(S) 70°51'0"(W) 27°5'17"(S) 70°51'2"(W) 27°5'19"(S) 70°51'10"(W)
SUCESION SAKAMOTO SEKIMOTO	2999492-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	383	681	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'7"(S) 70°51'22"(W) 27°5'11"(S) 70°51'18"(W) 27°5'13"(S) 70°51'19"(W) 27°5'10"(S) 70°51'23"(W)
CULTIVOS MARINOS FLAMENCO S.A.	79510340-6	ATACAMA	CHAÑARAL	CALETA FLAMENCO	366	209	SHOA 206	1 2 3 4	26°35'17"(S) 70°42'57"(W) 26°35'12"(S) 70°42'54"(W) 26°35'6"(S) 70°43'3"(W) 26°35'11"(S) 70°43'6"(W)
PESQUERA CHAÑAR LIMITADA	79686240-8	ATACAMA	CALDERA	RINCON DEL MORRO	633	1577	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°8'27"(S) 70°53'42"(W) 27°8'19"(S) 70°53'42"(W) 27°8'19"(S) 70°53'24"(W) 27°8'26"(S) 70°53'24"(W) 27°8'26"(S) 70°53'34"(W)
CULTIVOS MARINOS CALDERA LIMITADA	79866410-7	ATACAMA	CALDERA	PUNTA LAGARTO BAHÍA DE CALDERA	769	371	SHOA 311	1 2 3 4	27°4'24"(S) 70°50'41"(W) 27°4'32"(S) 70°50'32"(W) 27°4'37"(S) 70°50'45"(W) 27°4'29"(S) 70°50'48"(W)
WILKOMIRSKY FUICA OSTAP	3997674-9	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	770	586	SHOA 311	1 2 3 4	27°4'33"(S) 70°50'31"(W) 27°4'46"(S) 70°50'31"(W) 27°4'49"(S) 70°50'41"(W) 27°4'39"(S) 70°50'44"(W)
SOC PESQ CHANAR LIMITADA	79686240-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s2A	855	14		1 2 3 4	27°8'29"(S) 70°54'20"(W) 27°8'28"(S) 70°54'12"(W) 27°8'32"(S) 70°54'12"(W) 27°8'33"(S) 70°54'20"(W)
SOC PESQ CHANAR LIMITADA	79686240-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s2B	855	14		1 2 3 4	27°8'28"(S) 70°54'12"(W) 27°8'28"(S) 70°54'4"(W) 27°8'32"(S) 70°54'4"(W) 27°8'33"(S) 70°54'12"(W)
RODRIGUEZ AGUIRRE LIBIA INES	4027178-3	ATACAMA	CALDERA		631	1397	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'25"(S) 70°53'22"(W) 27°8'22"(S) 70°53'9"(W) 27°8'25"(S) 70°53'9"(W) 27°8'28"(S) 70°53'22"(W)

**Continuación Tabla 23.1**

CULTIVOS MARINOS FLAMENCO S.A.	79510340-6	ATACAMA	CHAÑARAL	CALETA FLAMENCO	641	1821	SHOA 206	1 2 3 4 5 6	26°35'17,42"(S) 70°43'10,25"(W) 26°35'16,99"(S) 70°43'14"(W) 26°35'9,9"(S) 70°43'7,7"(W) 26°35'17"(S) 70°42'57"(W) 26°35'15"(S) 70°42'47"(W) 26°35'20"(S) 70°42'40"(W)
HIDROCULTIVOS S.A.	79732410-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	756	108	SHOA 311	1 2 3 4	27°08'3,46"(S) 70°54'8,78"(W) 27°08'3,45"(S) 70°53'38,77"(W) 27°07'56,46"(S) 70°53'47,78"(W) 27°07'56,46"(S) 70°54'8,78"(W)
FRERES FRERES EDWING INGRID	12222725-1	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA PUNTA LAGARTO	768	760	SHOA 311	1 2 3 4	27°05'1"(S) 70°50'33,5"(W) 27°05'1"(S) 70°50'41,5"(W) 27°04'57"(S) 70°50'41,5"(W) 27°04'57"(S) 70°50'33,5"(W)
WILKOMIRSKY FUICA OSTAP	3997674-9	ATACAMA	CALDERA	ESCORIAL BAHÍA INGLESA	921	825	SHOA 311	1 2 3 4	27°03'24,6"(S) 70°49'2,5"(W) 27°03'12"(S) 70°48'54"(W) 27°03'25"(S) 70°48'39"(W) 27°03'36"(S) 70°48'50"(W)
COMPAÑIA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA		269	1657	SHOA 311	1 2 3 4	27°06'24,55"(S) 70°51'38,53"(W) 27°06'21,91"(S) 70°51'49,02"(W) 27°06'52,92"(S) 70°51'56,92"(W) 27°06'56,09"(S) 70°51'46,62"(W)
LARCO BRICEÑO CLAUDIO	8316496-4	ATACAMA	CALDERA		321	457	SHOA 311	1 2 3 4	27°08'14"(S) 70°53'51"(W) 27°08'14"(S) 70°53'42"(W) 27°08'25"(S) 70°53'42"(W) 27°08'25"(S) 70°53'51"(W)
COMPAÑIA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA		525	1487	SHOA 311	1 2 3 4	27°07'46,99"(S) 70°52'39,98"(W) 27°07'34,99"(S) 70°52'18,97"(W) 27°07'46,99"(S) 70°52'18,97"(W) 27°07'58,99"(S) 70°52'39,97"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s1	557	716	SHOA 311	1 2 3	27°05'36"(S) 70°52'3"(W) 27°06'13"(S) 70°52'7"(W) 27°06'1,55"(S) 70°52'26"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s2	557	716	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°06'13"(S) 70°52'7"(W) 27°06'5"(S) 70°51'49"(W) 27°06'19"(S) 70°51'36"(W) 27°06'25"(S) 70°51'37"(W) 27°06'22"(S) 70°51'49"(W)

**Continuación Tabla 23.1**

CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s3	557	716	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°6'1,55"(S) 70°52'26"(W) 27°6'13"(S) 70°52'7"(W) 27°6'22"(S) 70°51'49"(W) 27°6'32"(S) 70°51'51,63"(W) 27°6'8,2"(S) 70°52'32"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s4	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'8,2"(S) 70°52'32"(W) 27°6'32"(S) 70°51'51,63"(W) 27°6'43"(S) 70°51'54,44"(W) 27°6'17,08"(S) 70°52'40"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s5	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'17"(S) 70°52'40"(W) 27°6'43"(S) 70°51'54,44"(W) 27°6'53"(S) 70°51'57"(W) 27°6'25"(S) 70°52'47,13"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s6	557	716	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°6'25"(S) 70°52'47,13"(W) 27°6'53"(S) 70°51'57"(W) 27°6'56"(S) 70°51'47"(W) 27°7'6"(S) 70°51'49,8"(W) 27°6'31"(S) 70°52'52,5"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s7	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'31"(S) 70°52'52,5"(W) 27°7'6"(S) 70°51'49,8"(W) 27°7'13,9"(S) 70°51'51,9"(W) 27°6'37"(S) 70°52'57,9"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s8	557	716	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°6'37"(S) 70°52'57,9"(W) 27°7'13,9"(S) 70°51'51,9"(W) 27°7'18"(S) 70°51'53"(W) 27°7'20"(S) 70°51'56,5"(W) 27°6'42"(S) 70°53'2,45"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s9	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'42"(S) 70°53'2,45"(W) 27°7'20"(S) 70°51'56,5"(W) 27°7'24"(S) 70°52'3,2"(W) 27°6'48"(S) 70°53'7,87"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s10	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'48"(S) 70°53'7,87"(W) 27°7'24"(S) 70°52'3,2"(W) 27°7'29"(S) 70°52'11,5"(W) 27°6'54"(S) 70°53'13,2"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s11	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'54"(S) 70°53'13,2"(W) 27°7'29"(S) 70°52'11,5"(W) 27°7'33,5"(S) 70°52'19,3"(W) 27°7'1"(S) 70°53'19,5"(W)

**Continuación Tabla 23.1**

CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA s12	557	716	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'1"(S) 70°53'19,5"(W) 27°7'33,5"(S) 70°52'19,3"(W) 27°7'39"(S) 70°52'28"(W) 27°7'7"(S) 70°53'25"(W)
COMPAÑÍA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	868	63	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'24,28"(S) 70°51'35,81"(W) 27°6'24,27"(S) 70°51'23,81"(W) 27°6'40,27"(S) 70°51'23,8"(W) 27°6'40,27"(S) 70°51'35,8"(W)
GUZMAN OVANDO RUTH MARY	11025852-6	ATACAMA	CALDERA	LOS MEDANITOS s2	1291	724	SHOA 300	1 2 3 4	27°37'54"(S) 70°55'21"(W) 27°37'35"(S) 70°55'21"(W) 27°37'35"(S) 70°55'2"(W) 27°37'54"(S) 70°55'2"(W)
MEGAMAR S.A.	96546530-8	ATACAMA	CALDERA	CALETA LOS MEDANITOS	1411	843	SHOA 300	1 2 3 4	27°37'43,1"(S) 70°54'25,6"(W) 27°37'53,93"(S) 70°54'25,8"(W) 27°37'53,63"(S) 70°54'47,68"(W) 27°37'42,8"(S) 70°54'47,48"(W)
MEGAMAR S.A.	96546530-8	ATACAMA	CALDERA	CALETA LOS MEDANITOS	1411	843	SHOA 300	1 2 3 4	27°37'42,8"(S) 70°54'47,48"(W) 27°37'53,63"(S) 70°54'47,68"(W) 27°37'53,43"(S) 70°54'58,19"(W) 27°37'42,61"(S) 70°54'57,98"(W)
VITAMAR S.A.	96548570-8	ATACAMA	CALDERA		1628	465	SHOA	1 2 3 4 5 6	27°40'35"(S) 70°57'17"(W) 27°40'35"(S) 70°57'4"(W) 27°40'28"(S) 70°57'4"(W) 27°40'28"(S) 70°56'40"(W) 27°40'44"(S) 70°56'47"(W) 27°40'44"(S) 70°57'17"(W)
COMPAÑÍA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1635	1406	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'55,11"(S) 70°52'57,96"(W) 27°8'7,11"(S) 70°52'57,96"(W) 27°8'15,11"(S) 70°53'12,96"(W) 27°8'5,11"(S) 70°53'12,96"(W)
MUIRHEAD QUINTANA MARÍA VERONICA	6375475-7	ATACAMA	CALDERA		1813	614	SHOA 300	1 2 3 4	27°37'26,81"(S) 70°54'19,06"(W) 27°37'34,93"(S) 70°54'19,2"(W) 27°37'34,73"(S) 70°54'33,79"(W) 27°37'26,61"(S) 70°54'33,65"(W)
VILLAVICENCIO PIZARRO TOMAS	5143448-K	ATACAMA	CALDERA	PUNTA SAN FRANCISCO	289	613		1 2 3 4	27°1'54"(S) 70°49'47"(W) 27°1'58"(S) 70°49'47"(W) 27°1'54"(S) 70°49'55"(W) 27°1'50"(S) 70°49'55"(W)



Continuación Tabla 23.1

HIDROCULTIVOS S.A.	79732410-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	316	1722	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°7'54,47"(S) 70°54'30,23"(W) 27°7'54,47"(S) 70°54'9,22"(W) 27°7'58,47"(S) 70°54'9,22"(W) 27°8'1,47"(S) 70°54'18,22"(W) 27°8'1,47"(S) 70°54'22,22"(W)
PARROQUIA SAN VICENTE DE PAUL	70055501-1	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA DE CALDERA	637	1835	SHOA 311	1 2 3 4	27°3'46"(S) 70°49'18"(W) 27°3'48"(S) 70°49'8,7"(W) 27°3'39,6"(S) 70°49'6,5"(W) 27°3'38,2"(S) 70°49'15,9"(W)
GONZALEZ CASTRO ANA ESTER	8204751-4	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1099	315	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'17"(S) 70°51'38"(W) 27°7'19"(S) 70°51'35"(W) 27°7'32"(S) 70°51'48"(W) 27°7'30"(S) 70°51'50"(W)
LARCO BRICEÑO KID	8316495-6	ATACAMA	CALDERA		1443	801	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'28,58"(S) 70°54'56,34"(W) 27°7'33,54"(S) 70°54'42,43"(W) 27°7'36,76"(S) 70°54'42,43"(W) 27°7'31,8"(S) 70°54'56,34"(W)
THEMCO S.A.	84912700-4	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1557	2405	SHOA 311	1 2 3 4 5	27°7'33"(S) 70°52'16,8"(W) 27°7'24"(S) 70°52'0,6"(W) 27°7'27,6"(S) 70°51'52,2"(W) 27°7'36"(S) 70°51'45,6"(W) 27°7'36"(S) 70°52'15,6"(W)
ESCRIBANO ARREDONDO MARÍA C	4541367-5	ATACAMA	CALDERA		577	447	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'0"(S) 70°54'29,63"(W) 27°8'0"(S) 70°54'25,37"(W) 27°7'53,34"(S) 70°54'31,8"(W) 27°7'53,34"(S) 70°54'34,69"(W)
CARRILLO ROJAS EDUARDO	3451294-9	ATACAMA	CALDERA		740	1107	SHOA 311	1 2 3 4 5 6	27°5'6"(S) 70°50'44"(W) 27°5'9"(S) 70°50'44,6"(W) 27°5'11,5"(S) 70°50'48,1"(W) 27°5'8,5"(S) 70°50'49,1"(W) 27°5'7,4"(S) 70°50'46"(W) 27°5'5,5"(S) 70°50'45,2"(W)
FRERES FRERES EDWING INGRID	12222725-1	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	988	1947	SHOA 311	1 2 3 4	27°4'51"(S) 70°50'35"(W) 27°4'52,9"(S) 70°50'31,9"(W) 27°4'57"(S) 70°50'32,72"(W) 27°4'54,09"(S) 70°50'36"(W)



Continuación Tabla 23.1

QUINTEROS RODRIGUEZ JAIRO MIGUEL	7367592-8	ATACAMA	CALDERA		1135	1708	SHOA 300	1 2 3 4 5 6	27°39'27,8"(S) 71°1'15,5"(W) 27°39'12,9"(S) 71°0'43"(W) 27°39'50,5"(S) 71°0'20,4"(W) 27°39'55,7"(S) 71°0'32,5"(W) 27°39'28,6"(S) 71°0'48,1"(W) 27°39'38,2"(S) 71°1'9,6"(W)
COMPAÑÍA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	776	1096	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'55"(S) 70°52'56"(W) 27°7'47"(S) 70°52'41"(W) 27°7'58"(S) 70°52'41"(W) 27°8'6"(S) 70°52'56"(W)
CULTIVOS CARRIZAL LIMITADA	78720130-K	ATACAMA	HUASCO	CALETA HERRADURA DE CARRIZAL	952	1798	SHOA 303	1 2 3 4	28°5'36,8"(S) 71°10'30"(W) 28°5'36,8"(S) 71°10'44"(W) 28°5'30"(S) 71°10'44"(W) 28°5'30"(S) 71°10'30"(W)
COMPAÑÍA PESQUERA CAMANCHACA S.A.	93711000-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	1014	1095	SHOA 311	1 2 3	27°6'48"(S) 70°51'43"(W) 27°6'48"(S) 70°51'33"(W) 27°7'12"(S) 70°51'50"(W)
OLGUIN CATALANO GUSTAVO ENRIQUE	6549773-5	ATACAMA	CALDERA		1051	1399	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'2"(S) 70°51'40"(W) 27°6'11"(S) 70°51'31"(W) 27°6'16"(S) 70°51'36"(W) 27°6'6"(S) 70°51'45"(W)
HIDROCULTIVOS S.A.	79732410-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA EL MORRO	1072	1051	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'53"(S) 70°54'3,5"(W) 27°7'45"(S) 70°54'3,5"(W) 27°7'45"(S) 70°54'23,5"(W) 27°7'53"(S) 70°54'23,5"(W)
CULTIVOS CARRIZAL LIMITADA	78720130-K	ATACAMA	HUASCO	CALETA HERRADURA DE CARRIZAL	1383	1794	SHOA 303	1 2 3 4 5 6 7	28°5'43,7"(S) 71°10'45,4"(W) 28°5'47,5"(S) 71°10'50,9"(W) 28°5'41,7"(S) 71°11'12,4"(W) 28°5'30,7"(S) 71°11'23,5"(W) 28°5'26"(S) 71°11'20"(W) 28°5'41,7"(S) 71°11'0"(W) 28°5'40,7"(S) 71°10'45,7"(W)
SAKAMOTO PRADO PABLO	7138850-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	358	2015	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'6"(S) 70°51'28,4"(W) 27°5'6"(S) 70°51'23"(W) 27°5'12,5"(S) 70°51'23"(W) 27°5'12,5"(S) 70°51'28,4"(W)
LARCO BRICEÑO PATRICIO	8002361-8	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA PUNTA FERNANDEZ	1266	1057	SHOA 311	1 2 3 4	27°7'39"(S) 70°54'38"(W) 27°7'39"(S) 70°54'32"(W) 27°7'51"(S) 70°54'28"(W) 27°7'51"(S) 70°54'34"(W)

**Continuación Tabla 23.1.**

HIDROCULTIVOS S.A.	79732410-8	ATACAMA	CALDERA	EL MORRO (hatchery)	736	1722	SHOA 311	1 2 3 4	27°8'1,5"(S) 70°54'29,6"(W) 27°8'2,3"(S) 70°54'27,7"(W) 27°8'3,1"(S) 70°54'28,6"(W) 27°8'2,3"(S) 70°54'30"(W)
MONTERO RODRIGUEZ ALEJANDRO LONGINO	10218912-4	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA INGLESA	926	1291	SHOA 311	1 2 3 4	27°6'52"(S) 70°51'33,2"(W) 27°6'48,8"(S) 70°51'32,4"(W) 27°6'48,8"(S) 70°51'26"(W) 27°6'52"(S) 70°51'26"(W)
CULTIVOS MARINOS SAN CRISTOBAL	96775140-5	ATACAMA	CALDERA	CALETA LOS PATOS (hatchery)	1578	175	SHOA 200	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	26°57'8"(S) 70°47'58,9"(W) 26°57'11,8"(S) 70°47'59,5"(W) 26°57'10,7"(S) 70°48'2"(W) 26°57'12,3"(S) 70°48'3"(W) 26°57'13,2"(S) 70°48'5,9"(W) 26°57'15,8"(S) 70°48'7,4"(W) 26°57'15,1"(S) 70°48'10"(W) 26°57'15,5"(S) 70°48'10"(W) 26°57'16,2"(S) 70°48'7,4"(W) 26°57'13,8"(S) 70°48'5,9"(W) 26°57'12,7"(S) 70°48'3"(W) 26°57'11"(S) 70°48'2"(W) 26°57'12"(S) 70°47'59,5"(W) 26°57'11,9"(S) 70°47'59,2"(W) 26°57'11,8"(S) 70°47'59"(W) 26°57'8"(S) 70°47'58,6"(W)
CULTIVOS MARINOS SAN CRISTOBAL	96775140-5	ATACAMA	CALDERA	CALETA LOS PATOS (hatchery)	1578	175	SHOA 200	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	26°57'8"(S) 70°47'55,6"(W) 26°57'11,8"(S) 70°47'56,1"(W) 26°57'13,5"(S) 70°47'57,2"(W) 26°57'14,5"(S) 70°47'59,5"(W) 26°57'13,5"(S) 70°48'2"(W) 26°57'15"(S) 70°48'3"(W) 26°57'16,2"(S) 70°48'5,9"(W) 26°57'18,5"(S) 70°48'7,4"(W) 26°57'17,5"(S) 70°48'10"(W) 26°57'15,5"(S) 70°48'10"(W) 26°57'16,2"(S) 70°48'7,4"(W) 26°57'13,8"(S) 70°48'5,9"(W) 26°57'12,7"(S) 70°48'3"(W) 26°57'11"(S) 70°48'2"(W) 26°57'12"(S) 70°47'59,5"(W) 26°57'11,9"(S) 70°47'59,2"(W) 26°57'11,8"(S) 70°47'59"(W) 26°57'8"(S) 70°47'58,6"(W)

**Continuación Tabla 23.1.**

PONCE CORTES PATRICIO ALBERTO	5044710-3	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	532	1215	SHOA 311	1 2 3 4 5 6 7 8 9	27°5'19"(S) 70°50'46,8"(W) 27°5'21"(S) 70°50'44,5"(W) 27°5'26"(S) 70°50'48"(W) 27°5'27,5"(S) 70°50'55,5"(W) 27°5'21,5"(S) 70°51'0"(W) 27°5'20,5"(S) 70°50'58,3"(W) 27°5'26"(S) 70°50'53"(W) 27°5'22"(S) 70°50'48"(W) 27°5'20"(S) 70°50'49,3"(W)
PRADO LAGOS MARÍA INES	2999492-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	1396	1609	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'7"(S) 70°51'32"(W) 27°5'7"(S) 70°51'29"(W) 27°5'13"(S) 70°51'29"(W) 27°5'13"(S) 70°51'32"(W)
PRODUCTOS MARINOS DEL NORTE S.A.	96673340-3	ATACAMA	CALDERA	PUNTA ARROYO BAHÍA INGLESA	1397	1290	SHOA 311	1 2 3 4 5 6	27°7'36"(S) 70°51'45,6"(W) 27°7'42"(S) 70°51'50"(W) 27°7'39"(S) 70°52'0"(W) 27°7'51"(S) 70°52'16,8"(W) 27°7'33"(S) 70°52'16,8"(W) 27°7'36"(S) 70°52'15,6"(W)
SAKAMOTO PRADO PABLO	7138850-6	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	2009	1239	SHOA 311	1 2 3	27°5'8"(S) 70°51'17,4"(W) 27°5'7"(S) 70°51'22"(W) 27°5'11"(S) 70°51'18"(W)
PRADO LAGOS MARÍA INES	2999492-7	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	2467	917	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'11"(S) 70°51'18"(W) 27°5'12"(S) 70°51'17"(W) 27°5'15"(S) 70°51'17"(W) 27°5'13"(S) 70°51'19"(W)
TRENCH FONTANES BRUCE ALBERT	7216097-5	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	2472	1837	SHOA 311	1 2 3 4 5 6	27°5'6,4"(S) 70°51'11,2"(W) 27°5'5"(S) 70°50'57"(W) 27°5'10,1"(S) 70°51'7"(W) 27°5'12"(S) 70°51'8"(W) 27°5'11,5"(S) 70°51'14"(W) 27°5'9,3"(S) 70°51'12"(W)
TRENCH FONTANES BRUCE ALBERT	7216097-5	ATACAMA	CALDERA	BAHÍA CALDERILLA	2472	1837	SHOA 311	1 2 3 4	27°5'3,5"(S) 70°51'14,2"(W) 27°5'3,3"(S) 70°51'15"(W) 27°5'6,5"(S) 70°51'15,8"(W) 27°5'6,7"(S) 70°51'15"(W)



Tabla 23.2 Concesiones de Acuicultura de la IV Región:

NOMBRE DEL TITULAR	RUT DEL TITULAR	REGIÓN	COMUNA	SECTOR	RES. SUBPESCA	RES. MARINA	CARTA SHOA	Nº V.	VERTICES
GARCIA TORREJON HERALDO DAVID	9191431-K	COQUIMBO	COQUIMBO	NORTE DE BAHÍA BARNES	2061	1777	SHOA 412	1 2 3 4 5	30°13'20,5"(S) 71°29'38"(W) 30°13'0"(S) 71°29'25,5"(W) 30°13'11"(S) 71°29'5"(W) 30°13'16"(S) 71°29'13"(W) 30°13'32"(S) 71°29'18"(W)
ASOCIACION DE TONGOY	71512500-5	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	559	1433	SHOA 412	1 2 3 4 5 6 7 8 9	30°17'21"(S) 71°32'46"(W) 30°17'16"(S) 71°32'29"(W) 30°17'8"(S) 71°32'12"(W) 30°17'0"(S) 71°31'55"(W) 30°16'37"(S) 71°31'6,5"(W) 30°16'29,5"(S) 71°30'49,5"(W) 30°16'22"(S) 71°30'33"(W) 30°16'51"(S) 71°31'3,1"(W) 30°17'14,5"(S) 71°32'0"(W)
INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	1894	525	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'0"(S) 71°34'0"(W) 30°15'27"(S) 71°33'18"(W) 30°15'49"(S) 71°33'18"(W) 30°16'8"(S) 71°34'0"(W)
FUNDACION CHILE	70300000-2	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	344	192	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'37,3"(S) 71°30'16,16"(W) 30°15'37,73"(S) 71°30'21,83"(W) 30°15'23,2"(S) 71°30'23,29"(W) 30°15'22,77"(S) 71°30'17,68"(W)
PESQUERA OSTRAMAR LTDA.	89075100-8	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	300	1324	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'11,5"(S) 71°31'39"(W) 30°15'56"(S) 71°31'6"(W) 30°16'9"(S) 71°31'6"(W) 30°16'24,5"(S) 71°31'39"(W)
PESQUERA OSTRAMAR LTDA.	89075100-8	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY terreno de playa	300	1324	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'17,6"(S) 71°29'59"(W) 30°15'18,2"(S) 71°29'58"(W) 30°15'18,8"(S) 71°29'58,1"(W) 30°15'18,2"(S) 71°29'59,4"(W)
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE	81518400-9	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	157	1290	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'5,5"(S) 71°31'55"(W) 30°15'58"(S) 71°31'39"(W) 30°16'11,5"(S) 71°31'39"(W) 30°16'19"(S) 71°31'55"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	783	1568	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'29,05"(S) 71°31'6"(W) 30°15'23"(S) 71°30'52"(W) 30°15'41"(S) 71°30'33"(W) 30°15'56"(S) 71°31'6"(W)

**Continuación Tabla 23.2.**

PESQUERA OSTRAMAR LTDA.	89075100-8	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	794	1657	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'56"(S) 71°30'33"(W) 30°15'51"(S) 71°30'22"(W) 30°16'1"(S) 71°30'11"(W) 30°16'22"(S) 71°30'33"(W)
EMPRESA PESQUERA Y CONSERVERA PROTEUS S.A.	88875800-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA GUANAQUERO S	275	426	SHOA 401	1 2 3 4	30°11'2,9"(S) 71°25'39,3"(W) 30°10'9"(S) 71°24'28,1"(W) 30°10'36,9"(S) 71°24'12"(W) 30°11'30"(S) 71°25'24"(W)
SOC COMERCIAL E INVERSIONES LA HERRADURA LTDA	79934310-K	COQUIMBO	COQUIMBO	LA HERRADURA DE GUAYACAN	565	1646	SHOA 402	1 2 3 4	29°58'19"(S) 71°22'51,5"(W) 29°58'20,5"(S) 71°22'43,5"(W) 29°58'36"(S) 71°22'39,5"(W) 29°58'37,5"(S) 71°22'47,5"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	56	1740	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'24"(S) 71°31'6"(W) 30°16'16,5"(S) 71°30'49,5"(W) 30°16'29,5"(S) 71°30'49,5"(W) 30°16'37"(S) 71°31'6"(W)
ZABALA ANZOLEAGA ISIDRO	3104207-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	211	475	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'45,9"(S) 71°29'51"(W) 30°15'47,2"(S) 71°29'43,8"(W) 30°16'3"(S) 71°29'48,3"(W) 30°16'1,8"(S) 71°29'56"(W)
PESQUERA OSTRAMAR LTDA.	89075100-8	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	886	1656	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'44,5"(S) 71°31'39"(W) 30°15'29,5"(S) 71°31'6"(W) 30°15'42,5"(S) 71°31'6"(W) 30°15'58"(S) 71°31'39"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	903	1636	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'11,5"(S) 71°31'55"(W) 30°14'56"(S) 71°31'22"(W) 30°15'35"(S) 71°31'22"(W) 30°15'50,5"(S) 71°31'55"(W)
COMERCIAL E INVERSIONES LOANCO LTDA.	79641340-9	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	967	462	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'13,5"(S) 71°32'12"(W) 30°16'5,5"(S) 71°31'55"(W) 30°16'19"(S) 71°31'55"(W) 30°16'27"(S) 71°32'12"(W)
CULTIVOS MARINOS GUAYACAN S.A.	96659880-8	COQUIMBO	COQUIMBO	PUNTA PIEDRAS BAHÍA GUANAQUERO	1340	1428	SHOA 401	1 2 3 4	30°11'18"(S) 71°26'25,6"(W) 30°11'18"(S) 71°26'15,6"(W) 30°11'25,5"(S) 71°26'15,6"(W) 30°11'25,5"(S) 71°26'25,6"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	502	1569	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'56"(S) 71°33'2"(W) 30°15'24,05"(S) 71°31'55"(W) 30°15'50,05"(S) 71°31'55"(W) 30°16'21"(S) 71°33'2"(W)



Continuación Tabla 23.2.

INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	755	1688	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'52"(S) 71°31'55"(W) 30°15'44,5"(S) 71°31'39"(W) 30°15'58"(S) 71°31'39"(W) 30°16'5,5"(S) 71°31'55"(W)
ALGAS MARINAS S.A.	93776003-5	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	837	777	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'23"(S) 71°34'0"(W) 30°16'11"(S) 71°33'35"(W) 30°16'37"(S) 71°33'35"(W) 30°16'49"(S) 71°34'0"(W)
PESQ YADRAN S.A.	82975200-K	COQUIMBO	COQUIMBO		940	606	SHOA 401	1 2 3 4	30°10'52"(S) 71°26'59"(W) 30°10'52"(S) 71°26'47"(W) 30°10'58"(S) 71°26'47"(W) 30°10'58"(S) 71°26'59"(W)
SEA FARMERS S.A.	96540040-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA HERRADURA DE GUAYACAN	1219	398	SHOA 411	1 2 3 4 5	29°58'41,3"(S) 71°21'1,1"(W) 29°58'34,9"(S) 71°20'55,1"(W) 29°58'26,9"(S) 71°20'51,5"(W) 29°58'27,5"(S) 71°21'10,5"(W) 29°58'31"(S) 71°21'10,8"(W)
CULTIVOS MARINOS INTERNACIONALES S.A.	79826430-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA GUANAQUERO S	236	851	SHOA 401	1 2 3 4 5	30°9'9"(S) 71°24'20"(W) 30°10'9"(S) 71°24'25"(W) 30°10'40"(S) 71°24'11"(W) 30°9'58"(S) 71°23'48"(W) 30°9'15"(S) 71°23'25"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	538	1741	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'19"(S) 71°31'22"(W) 30°16'11"(S) 71°31'6"(W) 30°16'24"(S) 71°31'6"(W) 30°16'31,5"(S) 71°31'22"(W)
SOCIEDAD CHAÑAR SOCIEDAD ANONIMA DE INVERSIONES	96544620-6	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	743	1812	SHOA 412	1 2 3 4	30°17'2,5"(S) 71°32'29"(W) 30°16'54,5"(S) 71°32'12"(W) 30°17'8"(S) 71°32'12"(W) 30°17'16"(S) 71°32'29"(W)
COMERCIAL E INVERSIONES LOANCO LTDA.	79641340-9	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	825	491	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'27"(S) 71°32'12"(W) 30°16'19"(S) 71°31'55"(W) 30°16'32"(S) 71°31'55"(W) 30°16'40"(S) 71°32'12"(W)
COMERCIAL E INVERSIONES LOANCO LTDA.	79641340-9	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	825	491	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'42"(S) 71°32'12"(W) 30°16'34"(S) 71°31'55"(W) 30°16'47"(S) 71°31'55"(W) 30°16'54,5"(S) 71°32'12"(W)



Continuación Tabla 23.2.

COMERCIAL E INVERSIONES LOANCO LTDA.	79641340-9	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	825	491	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'47"(S) 71°31'55"(W) 30°16'24"(S) 71°31'6"(W) 30°16'37"(S) 71°31'6"(W) 30°17'0"(S) 71°31'55,5"(W)
SEA FARMERS S.A.	96540040-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA HERRADURA DE GUAYACAN	1511	433	SHOA 411	1 2 3 4 5 6	29°58'26"(S) 71°20'48"(W) 29°58'5,5"(S) 71°21'0"(W) 29°58'12"(S) 71°21'10"(W) 29°58'22"(S) 71°21'11,5"(W) 29°58'22,5"(S) 71°21'9"(W) 29°58'27,5"(S) 71°21'10,5"(W)
ALGAMAR	93776000-0	COQUIMBO	COQUIMBO	PLAYA CHANGA	388	1933	SHOA 411	1 2 3 4	29°57'21"(S) 71°19'11"(W) 29°57'18"(S) 71°18'49"(W) 29°57'23"(S) 71°18'49"(W) 29°57'26"(S) 71°19'11"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY s1	428	1114	SHOA 411	1 2 3 4	30°17'5"(S) 71°33'2"(W) 30°16'42"(S) 71°32'12"(W) 30°16'54,5"(S) 71°32'12"(W) 30°17'17,5"(S) 71°33'2"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY s2	428	1114	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'23"(S) 71°33'2"(W) 30°16'0"(S) 71°32'12"(W) 30°16'40"(S) 71°32'12"(W) 30°17'3"(S) 71°33'2"(W)
PESQUERA SAN JOSÉ S.A.	96535470-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	681	1742	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'0"(S) 71°32'12"(W) 30°15'52"(S) 71°31'55"(W) 30°16'5,5"(S) 71°31'55"(W) 30°16'13,5"(S) 71°32'12"(W)
COOPERATIVA DE PESCADORES ALGAMAR LTDA.	82167300-3	COQUIMBO	COQUIMBO	PLAYA CHANGA s1	823	600	SHOA 411	1 2 3 4 5 6	29°57'10"(S) 71°19'52"(W) 29°57'10"(S) 71°19'17"(W) 29°57'26"(S) 71°19'17"(W) 29°57'26"(S) 71°19'42,6"(W) 29°57'13,1"(S) 71°19'42,6"(W) 29°57'13,1"(S) 71°19'52"(W)
ORTIZ ZARATE JUAN PABLO	5541954-K	COQUIMBO	COQUIMBO	PLAYA CHANGA s2	823	2230	SHOA 411	1 2 3 4	29°57'13,1"(S) 71°19'52"(W) 29°57'13,1"(S) 71°19'42,6"(W) 29°57'26"(S) 71°19'42,6"(W) 29°57'26"(S) 71°19'52"(W)
ASOCIACION DE TONGOY	71512500-5	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	1277	1526	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'16,5"(S) 71°30'49,5"(W) 30°16'8,5"(S) 71°30'33"(W) 30°16'22"(S) 71°30'33"(W) 30°16'29,5"(S) 71°30'49,5"(W)

**Continuación Tabla 23.2.**

CANALES GUEVARA OCTAVIO EDUARDO	5354463-0	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY PLAYA GRANDE	1074	1927	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'27"(S) 71°31'38"(W) 30°16'18,05"(S) 71°31'22"(W) 30°16'31,05"(S) 71°31'22"(W) 30°16'38"(S) 71°31'38"(W)
INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	1910	1563	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'11"(S) 71°33'35"(W) 30°15'56"(S) 71°33'2"(W) 30°16'9"(S) 71°33'2"(W) 30°16'24"(S) 71°33'35"(W)
INVERSIONES CENTINELA S.A.	96601250-1	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	13	188	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'56"(S) 71°31'6"(W) 30°15'41"(S) 71°30'33"(W) 30°15'50"(S) 71°30'23,05"(W) 30°16'9"(S) 71°31'6"(W)
INVERTEC OSTIMAR S.A	78258990-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	827	1526	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'27"(S) 71°32'29"(W) 30°15'11,5"(S) 71°31'56"(W) 30°15'24,5"(S) 71°31'56"(W) 30°15'39,7"(S) 71°32'29"(W)
SPAARWATER GILDEMEISTER JOHANN	4146491-7	COQUIMBO	LOS VILOS	PALO COLORADO	551	1127	IGM 3200- 7115	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	32°3'23,877"(S) 71°31'27,11"(W) 32°3'24,04"(S) 71°31'18,57"(W) 32°3'27,54"(S) 71°31'15,31"(W) 32°3'31,16"(S) 71°31'19,49"(W) 32°3'36,59"(S) 71°31'19,07"(W) 32°3'40,17"(S) 71°31'26,60"(W) 32°3'44,05"(S) 71°31'17,98"(W) 32°3'54,89"(S) 71°31'25,86"(W) 32°4'0,59"(S) 71°31'25,10"(W) 32°4'1,766"(S) 71°31'26,81"(W) 32°4'1,706"(S) 71°31'29,82"(W) 32°3'51,36"(S) 71°31'30,42"(W) 32°3'48,38"(S) 71°31'28,73"(W) 32°3'37,07"(S) 71°31'31,01"(W) 32°3'29,31"(S) 71°31'22,91"(W)
MARES DE CHILE S.A.	96534020-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	1277	1948	SHOA 412	1 2 3	30°15'27"(S) 71°32'29"(W) 30°15'39,7"(S) 71°32'29"(W) 30°16'22"(S) 71°34'0"(W)
PESQUERA OSTRAMAR LTDA.	89075100-8	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	236	1532	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'3,5"(S) 71°30'49,5"(W) 30°15'56"(S) 71°30'33"(W) 30°16'8,5"(S) 71°30'33"(W) 30°16'16,5"(S) 71°30'49,5"(W)

**Continuación Tabla 23.2.**

INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	543	1205	SHOA 412	1 2 3 4	30°17'25"(S) 71°33'19"(W) 30°17'11"(S) 71°32'46"(W) 30°17'21"(S) 71°32'46"(W) 30°17'27"(S) 71°33'19"(W)
ASOCIACION DE TONGOY	71512500-5	COQUIMBO	COQUIMBO	MUELLE DE BAHÍA TONGOY	739	1302	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'19,5"(S) 71°29'57,7"(W) 30°15'19,5"(S) 71°29'57,4"(W) 30°15'20,5"(S) 71°29'57,4"(W) 30°15'20,5"(S) 71°29'57,7"(W)
INVERSIONES CENTINELA S.A.	96601250-1	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	742	1671	SHOA 412	1 2 3 4	30°15'58"(S) 71°31'39"(W) 30°15'42,5"(S) 71°31'6"(W) 30°15'56"(S) 71°31'6"(W) 30°16'11,5"(S) 71°31'39"(W)
INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	LA HIGUERA	TOTALILLO NORTE	1332	750	SHOA 303	1 2 3 4	29°27'59"(S) 71°20'8"(W) 29°27'59"(S) 71°19'58"(W) 29°28'9,4"(S) 71°20'3,12"(W) 29°28'9,4"(S) 71°20'14,9"(W)
CULTIVOS MARINOS ARTESANAL SUR ESTE LTDA.	78854030-2	COQUIMBO	LOS VILOS	PICHIDANGUI	1856	742	SHOA 404	1 2 3	32°6'48,4"(S) 71°31'55"(W) 32°7'7,2"(S) 71°31'52"(W) 32°7'2,4"(S) 71°32'4,5"(W)
VIVEROS MARINOS S.A.	96915320-3	COQUIMBO	COQUIMBO	NORTE DE BAHÍA BARNES	127	1276	SHOA 412	1 2 3 4	30°13'0"(S) 71°29'25"(W) 30°12'40"(S) 71°29'13"(W) 30°12'51,5"(S) 71°28'53"(W) 30°13'11"(S) 71°29'5"(W)
PESQUERA OSTRAMAR LTDA.	89075100-8	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	664	1541	SHOA 412	1 2 3 4	30°16'34"(S) 71°31'55"(W) 30°16'27"(S) 71°31'38"(W) 30°16'38"(S) 71°31'38"(W) 30°16'47"(S) 71°31'55"(W)
SINDICATO TOTALILLO NORTE	73441700-9	COQUIMBO	LA HIGUERA	CALETA TOTALILLO NORTE	1065	1843	SHOA 303	1 2 3 4	29°28'14,35"(S) 71°20'48,75"(W) 29°28'8,15"(S) 71°20'47,25"(W) 29°28'13,04"(S) 71°20'25,5"(W) 29°28'18,91"(S) 71°20'27"(W)
INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	LA HIGUERA	TOTALILLO NORTE	1302	1697	SHOA 303	1 2 3	29°27'33,01"(S) 71°20'43,3"(W) 29°27'35,66"(S) 71°20'17,35"(W) 29°27'54,1"(S) 71°20'33,02"(W)
SANCHEZ LEIVA JAIME EUGENIO	6559187-1	COQUIMBO	COQUIMBO	PLAYA CHANGA	2483	1338	SHOA 411	1 2 3 4	29°57'11"(S) 71°18'48"(W) 29°57'7"(S) 71°18'27"(W) 29°57'1"(S) 71°18'27"(W) 29°57'6"(S) 71°18'48"(W)



Continuar Tabla 23.2.

SOC COMERCIAL PESC ARTESANALES ULTIMA ESPERANZA LTDA	78107680-5	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	2507	854	SHOA 412	1	30°15'20,34"(S) 71°29'54,64"(W)
								2	30°15'36,62"(S) 71°29'57,2"(W)
								3	30°15'35,85"(S) 71°29'45,02"(W)
								4	30°15'32,59"(S) 71°29'46,35"(W)
								5	30°15'33,8"(S) 71°29'50,2"(W)
								6	30°15'33,4"(S) 71°29'50,3"(W)
								7	30°15'32,52"(S) 71°29'46,5"(W)
								8	30°15'29,43"(S) 71°29'47,73"(W)
								9	30°15'29,51"(S) 71°29'51,87"(W)
								10	30°15'20,34"(S) 71°29'52,83"(W)
INVERTEC OSTIMAR S.A.	78258990-3	COQUIMBO	COQUIMBO	BAHÍA TONGOY	2594	855	SHOA 412	1	30°16'50"(S) 71°34'0"(W)
								2	30°16'39"(S) 71°33'35"(W)
								3	30°17'18"(S) 71°33'35"(W)
								4	30°17'28"(S) 71°34'0"(W)



Departamento Medio Ambiente
División Investigación Acuicola

IFOP
Balmaceda 252, Fono 56-65-342299
Puerto Montt, Chile
www.ifop.cl