

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Facultad de Recursos Naturales  
Escuela de Ciencias del Mar  
Valparaíso – Chile

**INFORME FINAL**

**CARACTERIZACION DEL FONDO MARINO  
ENTRE LA III Y X REGIONES  
(Proyecto FIP N° 2005-61)**

Valparaíso, octubre de 2007



---

**Título:** “Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones”  
Proyecto FIP Nº 2005-61

**Requirente:** Fondo de Investigación Pesquera

**Contraparte:** Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Facultad de Recursos Naturales

**Unidad Ejecutora:** Escuela de Ciencias del Mar  
Avda. Altamirano 1480  
Casilla 1020  
Valparaíso

**Investigador  
Responsable:** Teófilo Melo Fuentes  
Escuela de Ciencias del Mar  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Fono : 56-32-274264  
Fax : 56-32-274206  
E-mail: [tmelo@ucv.cl](mailto:tmelo@ucv.cl)

**Subcontrato:** Universidad Católica del Norte – UCN  
Universidad Austral de Chile – UACH

---

## EQUIPO DE TRABAJO

INVESTIGADORES	INSTITUCION	AREA DE TRABAJO
Teófilo Melo F.	PUCV	Tecnología pesquera
Juan Díaz N.	PUCV	Geofísica marina
José I. Sepúlveda V.	PUCV	Oceanografía biológica
Nelson Silva S.	PUCV	Oceanografía física y química
Javier Sellanes L.	UCN	Comunidades benónicas
Praxedes Muñoz	UCN	Oceanografía geo-química
Julio Lamilla G.	UACH	Ictiología de tiburones, rayas y quimeras
Alejandro Bravo	UACH	Corales
Rodolfo Vögler	Cons. Independiente	Comunidades y relaciones tróficas
Germán Pequeño <sup>1</sup>	UACH	Ictiología

CO-INVESTIGADORES Y COLABORADORES	INSTITUCION	AREA DE TRABAJO
Carlos Hurtado F.	PUCV	Coordinación general
Dante Queirolo P.	PUCV	Intensidad y distribución del esfuerzo de pesca
Patricia Rojas Z. <sup>2</sup>	PUCV	Análisis de contenido estomacal
Yenny Guerrero A.	PUCV	Oceanografía física y química
Erick Gaete A.	PUCV	Jefe de crucero y filmaciones submarinas
Ivonne Montenegro U.	PUCV	Manejo de bases de datos
Roberto Escobar H.	PUCV	Toma de datos en cruceros
Víctor Zamora A.	PUCV	Toma de datos en pesca comercial
Emilio Rasse	PUCV	Toma de datos en pesca comercial
Patricio Bravo	UCN	Toma de datos en cruceros (rastra y draga)
Jorge Avilés	UCN	Procesamiento de muestras de fauna y sedimento
Carlos Bustamante	UACH	Ictiología de tiburones, rayas y quimeras
M. Angélica Alarcón	UACH	Corales
Andrea Bello S.	PUCV	Análisis de contenido estomacal

<sup>1</sup> Germán Pequeño se incorpora como especialista asesor en identificación de peces óseos.

<sup>2</sup> Patricia Rojas Z. reemplaza a Paula Rosenberg.

**Distribución de ejemplares:**

---

12	Fondo de Investigación Pesquera (4 Impresos y 8 Digitales)
1	Dirección Escuela de Ciencias del Mar – UCV
1	Investigador responsable

---

## DOCUMENTOS GENERADOS A LA FECHA

---

**Escuela de Ciencias del Mar. 2006.** Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones. Informe de Avance Proyecto FIP N° 2005-61. Estud. Doc. N° 26/2006. 103 pp.

**Escuela de Ciencias del Mar. 2007.** Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones. Pre-Informe Final Proyecto FIP N° 2005-61. Estud. Doc. N° 16/2007. 279 pp.

**Escuela de Ciencias del Mar. 2007.** Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones. Informe Final Proyecto FIP N° 2005-61. Estud. Doc. N° 22/2007. 287 pp.

## REFERENCIA AL DOCUMENTO

---

**Melo, T., N. Silva, P. Muñoz, J. Díaz-Naveas, J. Sellanes, A. Bravo, J. Lamilla, J. Sepúlveda, R. Vögler, Y. Guerrero, C. Bustamante, M.A. Alarcón, D. Queirolo, F. Hurtado, E. Gaete, P. Rojas, I. Montenegro, R. Escobar & V. Zamora. 2007.** Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones. Informe Final Proyecto FIP N° 2005-61. Estud. Doc. N° 22/2007. 287 pp.

## HITOS RELEVANTES

---

- 28-11-2005 Se realiza la apertura de las propuestas en dependencias del FIP.
- 27-12-2005 Se informa a la PUCV sobre la adjudicación del proyecto.
- 06-01-2006 Se da respuesta a observaciones del evaluador y se envían contratos de investigación (ECM N° 7/2006).
- 06-01-2006 Se solicitan bases de datos oceanográficas y pesqueras al FIP (ECM N° 6/2006).
- 18-01-2006 Se realiza la primera reunión de trabajo en Valparaíso.
- 19-01-2006 Se solicita bases de datos oceanográficas al SHOA (ECM N° 45/2006).
- 01-03-2006 Se realiza el taller metodológico en dependencias de la Subsecretaría de Pesca (asisten: Sra. Vilma Correa y Srs. Mauricio Gálvez, Darío Rivas, Francisco Ponce, Jorge Farías por parte de la Subsecretaría; Sr. Rubén Pinochet por parte del FIP; Srs. Teófilo Melo, Juan Díaz, Javier Sellanes, Rodolfo Vögler, Carlos Hurtado y Dante Queirolo por parte del equipo de investigación).
- 01-03-2007 Se da inicio a las actividades de recolección de información en embarques comerciales, las que se extienden en su primera etapa hasta el 22 de junio (Quintero, Coquimbo, San Antonio, Talcahuano y San Vicente).
- 07-03-2006 Se solicita al FIP autorizar un cambio metodológico que busca favorecer la cobertura espacial del estudio, disminuyendo la cobertura temporal de los muestreos (P/ECM N° 3/2006).
- 06-04-2006 Término de tramitación del decreto que autoriza el contrato de investigación entre el FIP-Subpesca y la PUCV.
- 05-2006 Se realiza reunión de trabajo con Rubén Pinochet (FIP), Hugo Arancibia (Evaluador), Alejandro Kastergl (Subpesca) y Teófilo Melo (Jefe de proyecto).
- 05-05-2006 Se solicita autorización a la Subpesca para realizar una pesca de investigación entre las regiones III y X, en la cual una nave arrastrera operará como plataforma de muestreo (ECM N° 135/2006).
- 11-05-2006 Se realiza reunión de coordinación con los Srs. Ciro Oyarzún y Alejandro Karstegl (Subpesca), Sr. Rubén Pinochet (FIP) y Srs. Teófilo Melo y Dante Queirolo (PUCV), abordándose aspectos metodológicos referente a los muestreos y las limitaciones de operar con una plataforma industrial. Se indica la necesidad de modificar el área de muestreo, en términos de cubrir la zona de estudio por afuera del área de reserva artesanal, esto debido a la utilización de una nave pesquera industrial como plataforma de trabajo.
- 17-05-2006 Se realiza reunión con los Srs. Rubén Pinochet, Héctor Bacigalupo y Luis Pichott (FIP) y Srs. Teófilo Melo, Carlos Hurtado y Dante Queirolo (PUCV), analizándose las alternativas de redistribución del esfuerzo de muestreo por afuera del área de reserva artesanal.

- 22-05-2006 Se modifica la solicitud de pesca de investigación, respecto a precisar con mayor detalle las zonas en que se realizarán los muestreos (ECM N° 154/2006).
- 07-07-2006 Se autoriza a la PUCV realizar una pesca de investigación en los términos que indica la R.Ex. N° 1959/2006.
- 27-07-2006 Se da inicio a las actividades de muestreo en terreno (Primer viaje: V Región; Segundo viaje: IV Región; Tercer viaje: IV Región; Cuarto viaje: VI y VII Regiones), finalizando esta etapa el 23-08-2006.
- 05-10-2006 Se solicita al FIP autorizar un aplazamiento en fecha de entrega del informe de avance (P/ECM N° 14/2006).
- 09-10-2006 Se reinicia el levantamiento de información desde la flota comercial, realizándose embarques en la VII Región.
- 10-10-2006 Se solicita a la Subpesca modificación en la Pesca de Investigación, en términos de corregir el límite sur del área de estudio y autorizar el ingreso de otra nave al estudio.
- 18-10-2006 Se realiza taller de presentación de avance del proyecto, contando con la participación de los Srs. Darío Rivas, Mauricio Gálvez y Alejandro Karstegl por parte de la Subpesca, los Srs. Luis Pichott, Héctor Bacigalupo y Rubén Pinochet por parte del FIP, y los Srs. Teófilo Melo, Felipe Hurtado y Dante Queirolo por parte de la PUCV.  
Entrega del Informe de Avance del proyecto.
- 23-10-2006 La Subpesca autoriza modificación en Pesca de Investigación (Res. Ex. N° 2931).
- 14-11-2006 Se entrega al FIP el Informe de Avance del proyecto.
- 18-11-2006 Se incian los cruceros de investigación en el área sur (VIII y IX Regiones), concluyendo el día 13-12-2006.
- 26-12-2006 Se realiza reunión de presentación de estado de avance del proyecto al FIP y la Subpesca, participando los Srs. Italo Campodonico y Alejandro Karstegl por parte de la Subpesca, el Sr. Rubén Pinochet como representante del FIP y los Srs. Teófilo Melo y Dante Queirolo por parte de la PUCV. Se tratan además temas relacionados con una extensión de la duración de la investigación y la extensión de las actividades de muestreos para cumplir con la cobertura espacial requerida.
- 26-12-2006 El FIP comunica a la PUCV la calificación técnica del Informe de Avance, solicitándose determinar una fecha próxima para una reunión con el evaluador.
- 28-12-2006 Se realiza reunión en la Subpesca para presentar el estado de avance del procesamiento y análisis de información batimétrica, con el objetivo de acordar lineamientos generales para la presentación de cartas. Participan en ésta los Srs. Mauricio Gálvez y Jorge Farías por parte de la Subpesca, y los Srs. Juan Díaz-Naveas, Víctor Zamora y Dante Queirolo por parte de la PUCV.
- 05-01-2007 Se realiza reunión en el FIP solicitada por el evaluador.
- 11-01-2007 Se solicita extensión de la duración del proyecto, proponiendo la entrega del Pre-Informe Final para el 20 de Junio.

- 23-05-2007 Se realiza un Taller de Coordinación interna con los investigadores participantes, el cual se orienta a discutir los resultados obtenidos.
- 15-06-2007 Se realiza una reunión en el FIP para presentar el estado e avance del proyecto, participando los Srs. Luis Pichott, Héctor Bacigalupo y Rubén Pinochet por parte del FIP, y los Srs. Teófilo Melo y Dante Queirolo por parte de la PUCV.
- 22-06-2007 Se realiza el Taller de Difusión y Discusión de Resultados en Valparaíso.
- 06-07-2007 Entrega del Pre-Informe Final al FIP.
- 27-09-2007 El FIP comunica a la PUCV la aprobación con observaciones del Pre-Informe Final.
- 05-10-2007 Se realiza reunión para discutir las observaciones al Pre-Informe Final, participando los Srs. Rubén Pinochet (FIP), Hugo Arancibia (Evaluador), Teófilo Melo (Jefe de Proyecto) y Felipe Hurtado (Co-Investigador).
- 30-10-2007 Entrega del Informe Final al FIP.

## RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto FIP N° 2005-61 “*Caracterización del Fondo Marino entre la III y X Regiones*” representa un esfuerzo multidisciplinario por estudiar las principales áreas que constituyen caladeros de pesca sobre la plataforma e inicio del talud continental, y comprender las variables que determinan las comunidades existentes y su distribución espacial, tanto en el eje latitudinal como longitudinal. Para ello se realizó una revisión de los principales antecedentes disponibles sobre el conocimiento existente de los fondos marinos en la zona de estudio, en particular respecto a sus características bióticas y abióticas.

Una revisión exhaustiva y posterior síntesis de antecedentes disponibles permitió sustentar los descriptores más representativos de los fondos marinos. Se consideró en primer lugar los descriptores de físicos y químicos del sistema, en particular la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, batimetría, pendiente y calidad del fondo marino, porosidad, granulometría, contenido de materia orgánica y contenido de carbono orgánico total y nitrógeno total. Por su parte, en el ámbito bio-ecológico, se consideró la diversidad, dominancia, similitud faunística, ensamblajes ecológicos, relaciones depredador-presa y asociación entre especies y ambiente.

Una vez definidos los descriptores representativos, se diseñó un procedimiento de muestreo que permitiese caracterizar los fondos marinos en el área de estudio. Por la extensión de dicha área y los requerimientos de información física, química y biológica fue necesario compatibilizar el muestreo con otras fuentes de información, como son bases de datos generadas con anterioridad al presente estudio y muestreos a bordo de la flota pesquera. En particular, se emplearon bases de datos de sondas multihaz generadas en el marco de cruceros nacionales e internacionales para la caracterización de la batimetría y pendiente del fondo marino y se utilizó datos oceanográficos de estaciones cercanas al fondo marino.

El muestreo a bordo de la flota comercial se realizó entre marzo y junio de 2006 con el objetivo de identificar la composición de las capturas en diversos caladeros y complementar la recolección de estómagos de los peces carnívoros y omnívoros superiores. Por su parte, los cruceros de investigación se orientaron a obtener información con la mayor cobertura espacial posible (dados los recursos disponibles), razón por la cual se acordó no incluir la variable temporal en el diseño de muestreo. Con esta consideración presente, se procedió a definir longitudinalmente (de norte a sur) zonas que representaran caladeros de pesca y, entorno a ellas, ubicar las estaciones de muestreo para recopilar información del fondo marino y las comunidades que lo habitan.

Se definieron 8 zonas de estudio, distribuidas entre la IV y IX Regiones, en las cuales se definieron 16 estaciones de muestreo distribuidas en 4 rangos batimétricos (100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 m). En total se realizaron 126 estaciones, usando redes de arrastre para la captura de fauna bento-demersal, rastra y draga/box-corer para fauna bentónica, sensores y botellas para temperatura,

salinidad y oxígeno disuelto, y cámara submarina para registrar la diversidad y las características del fondo.

Las características oceanográficas cercanas al fondo marino permiten establecer que las temperaturas más bajas en el fondo marino ( $< 7^{\circ}\text{C}$ ) se presentaron entre los 400 y 500 m de profundidad de las zonas 5, 6, 7 y 8 mientras que las temperaturas más altas ( $> 12^{\circ}\text{C}$ ) se registraron entre los 100 y 200 m de las zonas 1 y 3. Al analizar la temperatura promedio en cada una de las zonas, se aprecia una clara tendencia de los valores a disminuir con la profundidad, siendo consistente con los rangos históricos observados.

Por su parte, la salinidad del agua cercana al fondo presentó valores que fluctuaron entre 34,019 y 34,815. En general, las salinidades más bajas ( $< 34,5$ ) se presentaron en los niveles más profundos y las más altas ( $> 34,5$ ) en las en las zonas más someras. Se aprecia una tendencia a la disminución de la salinidad de norte a sur, con valores menores a 34,2 en la zona más austral (zona 8) y valores mayores a 34,8 en la zona norte (zona 1).

La distribución longitudinal del oxígeno disuelto mostró que, en general, las menores concentraciones tienden a presentarse en la zona norte y las más altas en la zona sur. Por su parte, la distribución vertical de oxígeno disuelto sobre el fondo también mostró asociación con la batimetría, presentándose las concentraciones más altas a profundidades entre 100 y 300 m, mientras que las más bajas lo hicieron entre 300 y 500 m. Estos antecedentes permiten establecer que en el fondo marino de la zona muestreada se detecta la presencia, en diferentes proporciones, del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y del agua Intermedia Antártica (AIAA).

Un objetivo importante del presente estudio fue definir algunos conceptos de interés, entre los cuales se encuentran las “fuentes hidrotermales”, las que se caracterizan por corresponder a regiones con alto gradiente geotermal (con rocas calientes cercanas a la superficie), con un sistema de drenaje con fracturas, poros y similares que permiten la percolación de agua fría hacia abajo en la corteza, y luego esta surge por convección después de haber sido calentada. Otro concepto de interés es el de “monte submarino”, que corresponde a un volcán submarino que se eleva más de 1000 m sobre el fondo oceánico. Considerando que la zona de estudio corresponde a un margen continental, por definición no pueden existir montes submarinos en la zona de estudio.

Los “afloramientos de metano” también fueron incluidos en los conceptos a definir, los que corresponden a un tipo particular de respiradero frío, en los cuales surge gas metano desde el interior del fondo marino, los que se asocian a fallas o fracturas que conectan zonas más profundas con la superficie del fondo marino. Cabe señalar que en este caso, la estación 15 de la zona 3 constituye la segunda zona de afloramiento de metano georreferenciada en Chile, en la cual se presentaron como evidencia valvas

vacías de un bivalvo del género *Calyptogena*, tubos de poliquetos siboglinido del género *Lamellibranchia* y bloques de carbonatos autigénicos.

Un tema relevante del estudio corresponde a “corales”, término que se puede entender como el nombre genérico que reciben varios animales que pertenecen al Phylum Cnidaria específicamente a la clase Anthozoa que viven en colonias y cuyas duras secreciones dan lugar a la formación de una serie de ramificaciones calcáreas de colores y formas muy variables, encontrándose en todos los océanos, colonizando todo tipo de sustrato y en todas las profundidades. En este estudio, se identificaron 17 especies y 12 familias de corales; 1 Scleractinia, 5 Alcyonacea, 8 Gorgonacea, 2 Pennatulacea y 1 Ceriantipatharia. Por su parte, el término “arrecife de coral” se asocia a agregaciones de organismos vivos del Phylum Cnidaria, ya sean acumulaciones de escleractinios hermatípicos (formadores de arrecife) o jardines de corales blandos, por ejemplo Alcyonarios y Cerianthipatharios. En este caso, existe evidencia que afirme o descarte la presencia de ellos en el área de estudio, necesiéndose esfuerzos de muestreo más intensos para dilucidar esta temática.

En cuanto a la diversidad, se identificaron 99 especies y/o unidades taxonómicas en las muestras de macrofauna, siendo el grupo Polychaeta el más representativo en todas las zonas con un rango que varió entre 60 al 75% del total del macrobentos. El grupo Mollusca fue el segundo grupo en importancia con valores que variaron entre 8 y 18% del total. Respecto a su distribución, las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se explican principalmente por las variables latitud, profundidad y temperatura, apareciendo en segunda instancia el oxígeno disuelto.

En cuanto a la megafauna, se registró un total de 157 especies y/o unidades taxonómicas obtenidas con rastra y arrastre. Mediante rastra se obtuvieron un total de 120 especies y mediante arrastre 98. Del total global, 59 especies se capturaron exclusivamente con rastra, 37 sólo se recolectaron en arrastres con arrastre y 61 especies se capturaron con ambos sistemas. En términos de composición específica, respecto al total de organismos recolectados mediante rastra, los Phyla Mollusca, Arthropoda y Echinodermata tuvieron una representación porcentual similar (21%, 19% y 17%, respectivamente). Respecto a su distribución, las comunidades megabentónicas se explica principalmente por las variables profundidad, temperatura y oxígeno disuelto. Al incorporar la variable latitud se explica de mejor forma la distribución batimétrica y zonal.

La comunidad bento-demersal del área de estudio se compone de al menos 200 especies y/o unidades taxonómicas pertenecientes al reino Animal. Del total de especies, sólo el 17% de ellas (34 especies) presentaron frecuencia de ocurrencia mayor al 10%, lo que permite establecer la existencia de pocas especies frecuentes (o recurrentes) y muchas especies raras (o poco frecuentes). Ahora bien, el número de especies tipificantes por ensamble aumenta de norte a sur, y de aguas más someras a más profundas, siendo *Merluccius gayi gayi* la única especie presente en los ensambles establecidos para las

ocho zonas de estudio y los cuatro estratos de profundidad, sin embargo, disminuye su contribución a medida que aumenta la latitud (hacia el sur) y la profundidad. Se observó además que los ensambles de especies bento-demersales están relacionadas con tres variables oceanográficas: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, lo que está directamente relacionado con las características de las masas de agua predominantes.

Mediante el modelamiento ecotrófico fue posible establecer que la biomasa total del ecosistema marino de Chile centro-sur estimada para el año 2006 fue de 611,74 ton\*km<sup>-2</sup> (excluyendo el detrito). El fitoplancton (57,34%) dominó el aporte a la biomasa total del ecosistema. Dentro del compartimiento pelágico los mayores valores de biomasa se relacionaron con peces mesopelágicos (3,12%), anchoveta (2,67%) y sardina común (1,40%). El compartimiento demersal fue dominado por merluza común (1,45%), jibia (0,74%), congrios (0,49%) y langostino colorado (0,38%).

Los predadores tope identificados para el ecosistema de Chile centro-sur fueron albacora (NT=4,72), cetáceos (NT=4,54), tiburones pelágicos (NT=4,45) y lobo marino (NT=4,03). Por su parte, los grupos funcionales que constituyen recursos pesqueros y que presentaron los mayores niveles tróficos fueron: merluza común (NT=3,97), merluza de cola (NT=3,91), caballa (NT=3,81), congrios (NT=3,78) y besugo (NT=3,72). Los mayores valores de sobreposición de predadores y de presas correspondieron a Langostino amarillo y camarón nailon presentaron, mientras que los menores valores de sobreposición correspondieron a jibia y merluza de cola.

En términos de impactos tróficos, la flota pesquera fue el grupo que causó mayor número de impactos negativos, los cuales afectaron a tiburones pelágicos, jurel, caballa, besugo, blanquillo, albacora, jibia, merluza de cola, reineta y rayas. La jibia en tanto causó impactos tróficos positivos sobre langostino amarillo, camarón nailon, congrios, cojinoba y reineta. A su vez, sus impactos tróficos negativos afectaron a merluza común, sardina común y jibia (canibalismo). Por último, la merluza común causó impactos tróficos positivos sobre aves marinas, jibia, pejerratas y macrobentos. Sus impactos tróficos negativos fueron ejercidos sobre congrios, cojinoba, reineta, merluza de cola, merluza común (canibalismo), langostino amarillo y lenguado de ojos grandes.

## INDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
	<i>Objetivo General</i>	1
	<i>Objetivos Específicos</i>	1
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
	<i>Composición de los fondos</i>	2
	<i>Conceptos de interés</i>	5
	<i>Arrecifes de coral de aguas frías</i>	6
	<i>Montes submarinos</i>	6
	<i>Fuentes hidrotermales y afloramientos de metano</i>	7
	<i>Fondos fosforíticos</i>	8
	<i>Comunidades bentodemersales</i>	9
	<i>El enfoque ecosistémico</i>	10
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE TRABAJO</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Marco metodológico general</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivo 1.- Recopilar antecedentes sobre el conocimiento existente sobre los fondos marinos en la zona de estudio y sus principales características físicas, bióticas y abióticas.</b>	<b>16</b>
	<i>Publicaciones</i>	16
	<i>Bases de datos</i>	16
<b>3.3</b>	<b>Objetivo 2.- Definir los descriptores más representativos de las características del fondo marino, considerando variables biológicas, ecológicas, abióticas y estructuras del fondo marino.</b>	<b>17</b>
	<i>Marco introductorio</i>	17
	<i>Investigación realizada</i>	19
<b>3.4</b>	<b>Objetivo 3.- Caracterizar, a través de experiencias in situ, los fondos marinos de acuerdo a los descriptores previamente definidos segmentándolos geográficamente y confeccionar mapas que incluyan la batimetría de la zona y el tipo de fondo (actualización y/o creación de cartas pesqueras).</b>	<b>20</b>
	3.4.1 Intensidad de pesca	20

3.4.2	Batimetría	20
3.4.3	Características oceanográficas cercanas al fondo	21
3.4.4	Filmaciones submarinas	25
<b>3.5</b>	<b>Objetivo 4.- Definir y validar los conceptos de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos que deberán ser usados en el presente estudio, y Objetivo 5.- Determinar la presencia/ausencia e índices de magnitud, con una georeferenciación de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos para las actividades extractivas que se desarrollan en la zona de estudio.</b>	<b>26</b>
<b>3.6</b>	<b>Objetivo 6.- Identificar y caracterizar los ensamblajes ecológicos geográficamente distribuidos en la zona de estudio y la(s) característica(s) del hábitat al cual están asociados.</b>	<b>28</b>
3.6.1	En terreno	28
3.6.2	En laboratorio: Procesamiento de muestras	30
3.6.3	Análisis de datos	32
3.6.4	Composición comunitaria	33
3.6.5	Dominancia/Equidad de especies	34
3.6.6	Estructura comunitaria: Comunidad bentónica y bento-demersal	35
3.6.7	Relaciones especie-ambiente	36
3.6.8	Cambios temporales en la composición y estructura comunitaria	37
<b>3.7</b>	<b>Objetivo 7.- Establecer las relaciones predador presa de las especies que componen los ensamblajes ecológicos según su distribución geográfica.</b>	<b>39</b>
3.7.1	Actividades de terreno	39
3.7.2	Contenidos gástricos de la ictiofauna bento-demersal	40
3.7.3	Modelo ecotrófico multiespecífico-comunitario de Chile centro-sur	40
<b>3.8.</b>	<b>Objetivo 8.- Recomendar qué nuevos estudios se podrían ejecutar en esta misma línea de investigación.</b>	<b>50</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>Objetivo 1. Recopilar antecedentes sobre el conocimiento existente sobre los fondos marinos en la zona de estudio y sus principales características físicas, bióticas y abióticas.</b>	<b>51</b>

4.1.1	Aspectos abióticos	51
	<i>Geología marina</i>	59
4.1.2	Aspectos bióticos	65
	<i>Diversidad y relaciones comunitarias</i>	65
	<i>Estudios sobre recursos pesqueros y fauna acompañante</i>	72
	<i>Condriictios</i>	74
	<i>Corales</i>	82
<b>4.2</b>	<b>Objetivo 2.- Definir los descriptores más representativos de las características del fondo marino, considerando variables biológicas, ecológicas, abióticas y estructuras del fondo marino.</b>	<b>96</b>
4.2.1	Descriptores físicos y químicos	96
4.2.2	Descriptores ecológicos	101
<b>4.3</b>	<b>Objetivo 3.- Caracterizar, a través de experiencias <i>in situ</i>, los fondos marinos de acuerdo a los descriptores previamente definidos segmentándolos geográficamente y confeccionar mapas que incluyan la batimetría de la zona y el tipo de fondo.</b>	<b>105</b>
4.3.1	Intensidad de pesca para definición de zonas	105
4.3.2	Filmaciones submarinas	109
4.3.3	Características oceanográficas cercanas al fondo	114
4.3.4	Carbono orgánico total e isótopos estables en los sedimentos	121
4.3.5	Granulometría y Materia orgánica total	124
<b>4.4</b>	<b>Objetivo 4.- Definir y validar los conceptos de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos que deberán ser usados en el presente estudio, y Objetivo 5.- Determinar la presencia/ausencia e índices de magnitud, con una georeferenciación de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos para las actividades extractivas que se desarrollan en la zona de estudio.</b>	<b>134</b>
4.4.1	Corales y arrecifes de coral	134
4.4.2	Montes submarinos	134
4.4.3	Fuentes hidrotermales	135
4.4.4	Afloramientos de metan	136
4.4.5	Fondos fosforíticos	138

<b>4.5</b>	<b>Objetivo 6.- Identificar y caracterizar los ensambles ecológicos geográficamente distribuidos en la zona de estudio y la(s) característica(s) del hábitat al cual están asociados.</b>	<b>140</b>
4.5.1	Identificación taxonómica de especies	140
	<i>Corales (Cnidaria: Anthozoa)</i>	140
	<i>Peces: Clase Chondrichthyes</i>	142
	<i>Peces: Clases Osteichthyes y Mixinoidea</i>	146
4.5.2	Macro y Megafauna	149
	<i>Macrobentos</i>	149
	<i>Megabentos</i>	155
4.5.3	Comunidad bento-demersal	172
<b>4.6</b>	<b>Objetivo 7.- Establecer las relaciones predador presa de las especies que componen los ensambles ecológicos según su distribución geográfica.</b>	<b>195</b>
4.6.1	Contenidos gástricos de la ictiofauna bento-demersal	195
4.6.2	Modelo ecotrófico multiespecífico-comunitario de Chile centro-sur	209
<b>4.7.</b>	<b>Objetivo 8.- Recomendar qué nuevos estudios se podrían ejecutar en esta misma línea de investigación.</b>	<b>216</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSION</b>	<b>227</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>250</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>255</b>

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo obtenidas entre el 28 de julio de 2006 y el 3 de marzo de 2007. Zona 1: 29° 19,5' a 29° 33,8'S, zona 2: 31° 56,9' a 32° 04,8', zona 3: 33° 11,4' a 33° 22,5'S, zona 4: 34° 26,8' a 34° 40,4'S, zona 5: 35° 00' a 35° 19'S, zona 6: 36° 21,2' a 36° 29,5'S, zona 7: 37° 44,5' a 37° 57,5'S, zona 8: 38° 37,1' a 38° 53,4'S.
- Figura 2.** Número total de estaciones seleccionadas para el área de estudio. Se presentan 1493 estaciones obtenidas de las bases de datos del FIP y 946 estaciones obtenidas desde el NODC.
- Figura 3.** Estaciones seleccionadas para el área de estudio. a) verano, b) otoño, c) invierno, d) primavera.
- Figura 4.** Distribución espacial de los registros batimétricos disponibles a partir de proyectos FIP, PUCV y CENDHOC.
- Figura 5.** Ubicación de los mayores montes submarinos del mundo (<http://seamounts.sdsc.edu>).
- Figura 6.** Distribución latitudinal de las principales pesquerías artesanales que capturan incidentalmente condriictios. Modificado de Lamilla *et al.* (2005).
- Figura 7.** Principales especies de condriictios capturados en diferentes pesquerías artesanales chilenas. Modificado de Lamilla *et al.* (2005).
- Figura 8.** Principales pesquerías artesanales (artes de pesca) que capturan especies de condriictios. Modificado de Lamilla *et al.* (2005).
- Figura 9.** Distribución latitudinal de los principales órdenes de Corales reportados para aguas chilenas.
- Figura 10.** Geometría de búsqueda del algoritmo del inverso de la distancia.
- Figura 11.** Indicadores de la intensidad de pesca en arrastre de crustáceos.
- Figura 12.** Indicadores de la intensidad de pesca en arrastre de peces demersales.
- Figura 13.** Distribución espacial de las zonas de muestreo en cruceros.
- Figura 14.** Distribución espacial de los muestreos en pesca comercial.
- Figura 15.** Fotografías de zona 1, estación 10 - 304 m de profundidad.
- Figura 16.** Fotografías de zona 2, estación 13 - 367 m de profundidad.
- Figura 17.** Fotografías de zona 3, estación 9 - 450 m de profundidad.
- Figura 18.** Fotografías de zona 4, estación 5 - 272 m de profundidad.
- Figura 19.** Fotografías de zona 5, estación 2 - 449 m de profundidad.
- Figura 20.** Fotografías de zona 6: estación A - 310 m y estación B - 325 m de profundidad.
- Figura 21.** Fotografías de zona 7: estación 7 - 358 m y estación 2 - 436 m de profundidad.
- Figura 22.** Fotografías de zona 8: estación 12 - 254 m y estación 3 - 427 m de profundidad.
- Figura 23.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 1. Proyecto FIP N° 2005-61.

- Figura 24.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 2. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 25.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 3. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 26.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 4. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 27.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 5. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 28.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 6. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 29.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 7. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 30.-** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 8. Proyecto FIP N° 2005-61
- Figura 31.-** Distribución de isótopos estables de carbono y nitrógeno ( $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$ ) (a, b) y carbono orgánico total (COT) (c) en las distintas zonas de muestreo.
- Figura 32.-** Distribución latitudinal de C/N (a), e isótopos estables  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$  (b,c). Marcas azules indican posición de las estaciones.
- Figura 33.-** Distribución granulométrica de los sedimentos en el sector norte, zonas 1, 2 y 3 (Z1, Z2 y Z3).
- Figura 34.-** Distribución de la Materia orgánica total (MOT) en el sector norte indicado en el recuadro, en las zonas 1, 2 y 3 (Z1, Z2 y Z3).
- Figura 35.-** Distribución granulométrica de los sedimentos en el sector centro, zonas 4 y 5 (Z4 y Z5).
- Figura 36.-** Distribución de la Materia orgánica total (MOT) en el sector centro indicado en el recuadro, en las zonas 4 y 5 (Z4 y Z5).
- Figura 37.-** Distribución granulométrica de los sedimentos en el sector centro, zonas 6,7 y 8 (Z6 ,Z7 y Z8).
- Figura 38.-** Distribución de la Materia orgánica total (MOT) en el sector sur indicado en el recuadro, en las zonas 6, 7 y 8 (Z6, Z7 y Z8).
- Figura 39.-** Riqueza específica de Corales según la zona de muestreo.
- Figura 40.-** Abundancia y riqueza de especies de corales según rango batimétrico en el área de estudio.
- Figura 41.-** Porcentaje de lances totales realizados por estrato batimétrico y porcentaje de lances con captura de condrictios por estrato batimétrico.
- Figura 42.-** Rangos de distribución batimétrica de las especies de condrictios capturados durante el estudio.
- Figura 43.-** Abundancia relativa (%) del total de condrictios agrupados por familia con la frecuencia de aparición en el total de lances de arrastre.
- Figura 44.-** Abundancia relativa (%) del total de condrictios agrupados por especie con la frecuencia de aparición en el total de lances de arrastre (En rojo las especies con mayor abundancia).

- Figura 45.** Distribución porcentual de la riqueza de especies (S) para el macrobentos en las zonas 1-8, frente a Chile central (29°22' - 38°42' LS).
- Figura 46.** Distribución porcentual de las abundancias relativas para el macrobentos en las zonas 1-8, frente a Chile central (29°22', 38°42' Lat. Sur).
- Figura 47.** Distribución de las dominancias acumulativas (%) para el macrobentos en cada una de las zonas de estudio frente a Chile central (29°22', 38°42'.
- Figura 48.** Análisis de ordenación mediante escalamiento métrico no-dimensional de las estaciones de muestreo de acuerdo a su composición de la macrofauna. Los códigos de estaciones indican Zona\_nro. de estación\_profundidad.
- Figura 49.** Contribución en número de los distintos Phyla al total de especies de megafauna capturadas mediante rastra, arrastre y combinando ambos artes de pesca.
- Figura 50.** Diversidad (índice de Shannon H'), número de especies S y abundancia N (ind km<sup>2</sup>) a lo largo de toda el área de estudio y segregado en cuatro estratos de profundidad. Los códigos para las estaciones indican zona\_nro. de estación\_profundidad
- Figura 51.** Evidencias que indican la presencia de una zona de afloramiento de metano en la zona 3, estación 15. A) valvas de *Calypptogena* sp., B) tubos de *Lamellibrachia* sp., C) carbonatos autigénicos.
- Figura 52.** Análisis de ordenamiento y clasificación mediante escalamiento métrico no dimensional y agrupación por cluster. Las elipses delimitan grupos de estaciones a un nivel de similitud de 25% según el índice de Bray-Curtis
- Figura 53.** Ordenamiento de las estaciones por zona mediante escalamiento no-métrico dimensional (NMDS) y agrupadas a un nivel de similaridad de 40%. Zonas 1 a la 4.
- Figura 54.** Ordenamiento de las estaciones por zona mediante escalamiento no-métrico dimensional (NMDS) y agrupadas a un nivel de similaridad de 40%. Zonas 5 a la 8.
- Figura 55.** Análisis global de agrupación para todas las estaciones de muestreo, utilizando el método de cluster aglomerativo jerárquico (CAJ). Línea punteada indica 40% de similaridad.
- Figura 56.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 1. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40% .
- Figura 57.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 2. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.
- Figura 58.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 3. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.
- Figura 59.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 4. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.

- Figura 60.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 5. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.
- Figura 61.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 6. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.
- Figura 62.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 7. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.
- Figura 63.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 8. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.
- Figura 64.** Número de especies de la comunidad bento-demersal presentes, según rangos latitudinales (zonas de muestreo, eje X) y batimétricos (estratos de profundidad, eje Z).
- Figura 65.** Número de especies de la comunidad bento-demersal presentes según tipo de fondo (blando, duro), por zonas de muestreo y estratos de profundidad.
- Figura 66.** Valores del índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) calculados por estrato de profundidad (cada 100 m), para las ocho zonas de muestreo.
- Figura 67.** Análisis de Componentes Principales aplicado a la matriz de variables abióticas (físicas, químicas) colectadas en las estaciones de muestreo, durante el proyecto FIP 2005-61.
- Figura 68.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 1.
- Figura 69.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 2.
- Figura 70.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 3.
- Figura 71.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 4.
- Figura 72.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 5.
- Figura 73.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 6.
- Figura 74.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 7.
- Figura 75.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 8.
- Figura 76.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 9.
- Figura 77.** Índice de sobreposición trófica de los grupos incluidos en el modelo del ecosistema marino de Chile centro-sur.
- Figura 78.** Impactos tróficos combinados para el modelo del ecosistema marino de Chile centro-sur. Impactos positivos se muestran como barras hacia arriba (en negro), impactos negativos se muestran como barras hacia abajo (en gris).
- Figura 79.** Sección longitudinal de temperatura (a) y salinidad (b), frente a la costa de Perú y Chile. Adaptada de Silva & Konow (1975). El recuadro en rojo corresponde a la zona frente al área de muestreo oceanográfico del proyecto FIP N° 2005-61.

**Figura 80.** Sección longitudinal de oxígeno disuelto (a) y porcentaje de masas de agua (b) frente a la costa de Chile. Adaptada de Silva & Konow (1975). El recuadro en rojo corresponde a la zona frente al área de muestreo oceanográfico del proyecto FIP N° 2005-61.

**Figura 81.** Distribución de las masas de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) e Intermedia Antártica (AIAA) en cada una de las zonas de estudio del Proyecto FIP N° 2005-61. S/I: sin información.

## INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Límites generales de las zonas de estudio y región administrativa correspondiente.
- Tabla 2.** Rangos batimétricos para la definición de estaciones de muestreo por macrozona.
- Tabla 3.** Equipamiento empleado en la investigación.
- Tabla 4.** Fuentes de información complementaria obtenida a bordo de la flota comercial
- Tabla 5.** Indicadores potenciales del estado de los ecosistemas (Modificado de ICES, 2005).
- Tabla 6.** Muestras en que se observó presencia de sedimento y olor a ácido sulfhídrico.
- Tabla 7.** Posición geográfica (latitud, longitud) de las zonas de muestreo y rangos batimétricos contemplados durante la ejecución de los cruceros de investigación del proyecto FIP 2005-61, basado en las características biológico-ecológicas y pesqueras de merluza común, langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon.
- Tabla 8.** Índices o aproximaciones utilizados para evaluar la composición, estructura y las relaciones especie-ambiente de las comunidades bentónica y bento-demersal que habita desde la III hasta la X región de Chile.
- Tabla 9.** Año de realización, número, tipo de evaluación y número de lances de los proyectos FIP realizados entre 1993 y 2005, orientados a la evaluación de merluza común.
- Tabla 10.** Grupos tróficos incluidos en el modelo ecotrófico desarrollado para la zona Centro-Sur (32° 50'S - 41° 30' S), año 2006.
- Tabla 11.** Fuentes de información y métodos de estimación de los parámetros de entrada para el modelo ecotrófico desarrollado para la zona centro-sur (32° 50'S - 41° 30'S), año 2006.
- Tabla 12.** Incertidumbre asociada al origen de los parámetros de entrada al modelo del ecosistema marino de Chile centro-sur, año 2006.
- Tabla 13.** Listado de proyectos seleccionados dentro del área de estudio.
- Tabla 14.** Antecedentes del área de estudio y zonas aledañas (MOT: Materia orgánica total, COT: Carbón orgánico total, OD fondo: oxígeno disuelto en las aguas de fondo, Densidad sup.= densidad en base a la porosidad en la superficie de los sedimentos).
- Tabla 15.** Lista de cruceros y el año en que se efectuaron, de los cuales se tiene datos batimétricos para el presente estudio.
- Tabla 16.** Fuentes de datos batimétricos obtenidos de proyectos FIP de evaluación directa de merluza y crustáceos (1996-2005), y de proyectos de investigación de recursos demersales.
- Tabla 17.** Listado de cruceros en que se efectuó batimetría multihaz y de los cuales se utilizan datos para el presente estudio.
- Tabla 18.** Descripción de los principales antecedentes bióticos existentes para el área de estudio.
- Tabla 19.** Descripción de los principales estudios realizados entre las décadas del 60 y 80, relativo a hallazgos y exploraciones pesqueras sobre la plataforma y talud continental.
- Tabla 19.** Número de especies y Órdenes de Corales según su distribución zoogeográfica en Chile.

- Tabla 20.** Listado sistemático y distribución de las especies de corales reportados para Chile.
- Tabla 21.** Resumen de descriptores físicos y químicos asociados al fondo marino.
- Tabla 22.** Descriptores ecológicos para comunidades bentónicas y demersales.
- Tabla 23.** Resumen de información considerada para la estimación espacial de la intensidad de pesca a partir de las bases de captura de peces demersales y crustáceos entre los años 2000-2004.
- Tabla 24.** Profundidades mínima y máxima de los muestreos por zona.
- Tabla 25.** Estaciones de muestreo con filmaciones submarinas y su duración.
- Tabla 26.** Media, desviación estándar, máximo, mínimo y número de datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, en los niveles de 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 m de profundidad, para las zonas 1 a 4.
- Tabla 27.** Media, desviación estándar, máximo, mínimo y número de datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, en los niveles de 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 m de profundidad, para las zonas 5 a 8.
- Tabla 28.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 1.
- Tabla 29.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 2.
- Tabla 30.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 3.
- Tabla 31.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 4.
- Tabla 32.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 5.
- Tabla 33.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 6.
- Tabla 34.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 7.
- Tabla 35.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 8.
- Tabla 36.** Datos de la zona de afloramiento de metano identificada en el proyecto.
- Tabla 37.** Resumen de antecedentes de lugares en que existen evidencias de afloramiento de metano.
- Tabla 38.** Especies de corales y presencia en cada zona del área de muestreo.
- Tabla 39.** Abundancia relativa, frecuencia de aparición y rangos batimétricos de las especies de condrictios capturados.
- Tabla 40.** Frecuencia de ocurrencia (nº) y rangos batimétricos de las especies de teleósteos y mixines capturados en la ejecución del proyecto (pesca comercial y cruceros) por rango latitudinal.
- Tabla 41.** Frecuencia de ocurrencia (n y %) y rangos batimétricos de las especies de teleósteos y mixines capturados en cruceros por zona.
- Tabla 42.** Frecuencia de ocurrencia (nº) de las familias de peces óseos y mixines por rango de distribución batimétrica durante el proyecto (pesca comercial y cruceros).
- Tabla 43.** Lista de especies de macrofauna identificadas en el área de estudio.
- Tabla 44.** Contribución porcentual y acumulada para las especies de macroinvertebrados bentónicos en cada una de las zonas de estudio.
- Tabla 45.** Contribución porcentual y acumulado para las especies de macroinvertebrados bentónicos por rangos de profundidad.

- Tabla 46.** Resultado del procedimiento BIOENV al cotejar las matrices de similitud de datos ambientales y presencia ausencia de macrofauna. Análisis realizado en forma global incluyendo y excluyendo la latitud. En cada caso se presentan los tres grupos de variables que mejor se ajustaron y el valor de la correlación de Spearman ponderada correspondiente.
- Tabla 47.** Lista general de especies de megainvertebrados bentónicos. Se indica si proceden de rastra y/o arrastre, rango latitudinal (Zonas) y batimétrico.
- Tabla 48.** Especies más frecuentes en el total de 90 lances con rastra tipo Agassiz realizados entre las zonas 1 y 8. Se indica el número de lances en los cuales la especie/taxón estuvo presente y el % respecto al total. Se consideraron solo aquellas especies/taxa presentes en al menos 10% de los lances.
- Tabla 49.** Especies más abundantes en el total de 90 lances con rastra tipo Agassiz realizados entre las zonas 1 y 8. Se indica el número total de individuos capturados de cada especie/taxón estuvo presente y el % respecto al total de 14908 ejemplares de megafauna analizados. Se consideraron solo invertebrados y aquellas especies/taxa representando al menos 1% de la abundancia total.
- Tabla 50.** Análisis de similitud (ANOSIM) entre zonas. Los bloques sombreados indican aquellos pares de comparaciones entre los cuales se detectó diferencias significativas. Se indica el valor R y entre paréntesis el nivel de significancia.
- Tabla 51.** Resultados del análisis SIMPER por Zonas. Se indican cuales fueron las especies dentro de cada grupo que más contribuyeron o la homogeneidad al interior del ensamble faunístico de cada zona.
- Tabla 52.** Análisis SIMPER por estratos de profundidad (1: 100-200m, 2: 200-300m, 3: 300-400m, 4: >400m) y agrupando las zonas se acuerdo a lo indicado en el análisis ANOSIM.
- Tabla 53.** Resultado del procedimiento BIOENV entre las matrices de similitud de datos ambientales y de la densidad de individuos. Análisis realizado por cada zona, en forma global incluyendo la latitud y excluyendo la latitud. En cada caso se presentan los tres grupos de variables que mejor se ajustaron y el valor de la correlación de Spearman ponderada correspondiente.
- Tabla 54.** Análisis de similaridad (ANOSIM), anidado de dos vías, para comparación entre zonas, ponderando los estratos de profundidad. Los bloques sombreados indican aquellos pares de comparaciones entre los cuales se detectó diferencias significativas. Se indica el valor R y entre paréntesis el nivel de significancia.
- Tabla 55.** Especies más frecuentes en el total de 128 lances con red de arrastre de fondo tipo camaronera realizados entre las zonas 1 y 8. Se indica el número de lances en los cuales la especie/taxa estuvo presente y la frecuencia de ocurrencia respecto al total de lances (FO, %). Se consideraron solo aquellas especies/taxa presentes en al menos 10% de los lances. \* indica especie de pez cartilaginoso. Las celdas destacadas indican el grupo de especies con FO>30%.
- Tabla 56.** Valores del índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) calculados por estrato de profundidad, agrupando zonas. Grupo 1: zonas 2, 3, 4, 5 y 8. Grupo 2: zonas 1, 6 y 7. Las celdas sombreadas indican el estrato zonal de profundidad con el máximo valor de  $\beta_w$ .

- Tabla 57.** Ensamble de especies tipificantes de la comunidad bento-demersal por zona de muestreo, generados a partir del análisis SIMPER. Entre paréntesis se muestra el porcentaje de contribución a la similaridad de cada especie por ensamble. Se incluyen especies con una contribución mayor al 5%.
- Tabla 58.** Ensamble de especies tipificantes de la comunidad bento-demersal por estrato de profundidad, generados a partir del análisis SIMPER. Entre paréntesis se muestra el porcentaje de contribución a la similaridad de cada especie por ensamble. Se incluyen especies con una contribución mayor al 5%. Estratos de profundidad: 1 (100-200 m), 2 (200-300m), 3 (300-400 m), 4 (400-500).
- Tabla 59.** Porcentajes de varianza y varianza acumulada entre muestras, explicados por los cuatro primeros componentes principales (CP) del análisis ACP aplicado a la matriz de variables abióticas (físicas, químicas) colectadas en estaciones de muestreo, durante el proyecto FIP 2005-61.
- Tabla 60.** Salidas del procedimiento BIOENV para evaluar relaciones entre especies de la comunidad bento-demersal y variables abióticas (físicas, químicas). Las celdas sombreadas indican las mejores correlaciones entre grupos de variables abióticas y la matriz biológica.
- Tabla 61.** Valores mínimo, máximo, medio y desviación estándar (DS) del número de especies y de los índices de Berger-Parker ( $d'$ ) y de Whitaker ( $\beta_w$ ) calculados por año, dentro del período comprendido entre 1993 y 2005.
- Tabla 62.** Especies muestreadas y nº de estómagos con contenido analizados.
- Tabla 63.** Porcentaje de frecuencia de presas, total y por zona.
- Tabla 64.** Especies de depredadores por zona.
- Tabla 65.** Especies presa por depredador y profundidades de captura en la zona 1 (29,37°S – 29,62°S)
- Tabla 66.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 2 (31,95°S – 32,09°S).
- Tabla 67.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 3 (33,18°S – 33,75°S)
- Tabla 68.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 4 (34,45°S – 35,05°S)
- Tabla 69.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 5 (35,11°S – 36,00°S)
- Tabla 70.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 6 (36,45°S – 37,07°S).
- Tabla 71.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 7 (37,76°S – 37,94°S)
- Tabla 72.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 8 (38,64°S – 38,85°S)
- Tabla 73.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 9 (41,00°S – 41,40°S)
- Tabla 74.** Valores de los parámetros de entrada y salida (**en negrita**) del modelo global multiespecífico comunitario que representa al ecosistema marino de Chile centro-sur, año 2006.
- Tabla 75.** Matriz de composición de la dieta de los grupos funcionales incluidos en el modelo del cosistema marino de Chile centro-sur.

## INDICE DE ANEXOS

**ANEXO I.-** Personal participante por actividad

**ANEXO II.-** Posición geográfica de estaciones con registros de temperatura cercanas al fondo, asociados a los lances de pesca comercial.

**ANEXO III.-** Posición geográfica de estaciones con registros de materia orgánica y carbono total, asociados a los lances de pesca comercial.

**ANEXO IV.-** Posición geográfica de estaciones con registros de granulometría, asociados a los lances de pesca comercial.

**ANEXO V.-** Bases de datos y material fotográfico (cruceos y pesca comercial) (se adjunta en DVD)

**ANEXO VI.-** Mapas (Batimetría, pendiente y calidad del fondo) (se adjuntan 20 mapas en DVD)

**ANEXO VII.-** Filmaciones Submarinas (se adjunta en formato DVD)

**ANEXO VIII.-** Fichas de especies capturadas (se adjunta en DVD)

# 1 OBJETIVOS

## Objetivo General

Caracterizar el fondo marino en las principales áreas que constituyen caladeros de pesca de las principales pesquerías entre la III y X Regiones.

## Objetivos Específicos

- 1.- Recopilar antecedentes sobre el conocimiento existente sobre los fondos marinos en la zona de estudio y sus principales características físicas, bióticas y abióticas.
- 2.- Definir los descriptores más representativos de las características del fondo marino, considerando variables biológicas, ecológicas, abióticas y estructuras del fondo marino.
- 3.- Caracterizar, a través de experiencias *in situ*, los fondos marinos de acuerdo a los descriptores previamente definidos segmentándolos geográficamente y confeccionar mapas que incluyan la batimetría de la zona y el tipo de fondo (actualización y/o creación de cartas pesqueras).
- 4.- Definir y validar los conceptos de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos que deberán ser usados en el presente estudio.
- 5.- Determinar la presencia/ausencia e índices de magnitud, con una georeferenciación de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos para las actividades extractivas que se desarrollan en la zona de estudio.
- 6.- Identificar y caracterizar los ensambles ecológicos geográficamente distribuidos en la zona de estudio y la(s) característica(s) del hábitat al cual están asociados.
- 7.- Establecer las relaciones predador presa de las especies que componen los ensambles ecológicos según su distribución geográfica.
- 8.- Recomendar qué nuevos estudios se podrían ejecutar en esta misma línea de investigación.

## **2 ANTECEDENTES**

El hábitat de una especie, población o comunidad se define como el conjunto infinito de ejes multidimensionales que componen y estructuran el espacio ocupado por una especie, población o comunidad (Krebs, 1999). Así, cada tipo de variable biótica (ej. diversidad, especies dominantes (número, tipo), biomasa y espectros de tamaño de las especies, relaciones tróficas, etc.) y abiótica (ej. temperatura y salinidad del agua, contenido de oxígeno disuelto en la columna de agua, profundidad de penetración de la radiación solar, velocidad y dirección de las corrientes, tipo y estructura del sedimento, contenido de nutrientes en el sedimento, presencia/ausencia de refugios en el sedimento, etc.) representa un eje dentro de ese espacio multidimensional o hábitat de una especie o grupo de especies. Constituye un desafío interesante el poder diagnosticar cuál o cuáles de los ejes multidimensionales son más relevantes para mantener la estructura y función de un determinado hábitat. Lo primero que debe tenerse en cuenta es el tipo de hábitat que se desea caracterizar y el nivel biológico involucrado (ej. especie, población, comunidad). Luego, será necesario definir las escalas espaciales y temporales del estudio. A seguir, se procede a identificar cuáles son las variables bióticas y abióticas más relevantes en diferentes escalas de espacio (ej. área total de estudio, subzonas) y tiempo (ej. días, meses, estaciones anuales). Finalmente, se llega a una aproximación que intenta explicar cómo las variables bióticas y abióticas seleccionadas interactúan, en espacio y tiempo, para generar la estructura y función de un determinado hábitat.

En la última década es creciente la preocupación de los investigadores por establecer descriptores o indicadores ecosistémicos capaces de reflejar el estado de salud de los ecosistemas marinos frente a diferentes impactos, tanto naturales (ej. El Niño/La Niña, cambios de régimen) como antrópicos (ej. efectos de las pesquerías sobre los fondos marinos) (ICES, 2005). Un indicador ecosistémico se define como la propiedad que refleja el estatus y los cambios sufridos por partes bien definidas de un ecosistema. Existen dos aproximaciones para establecer un indicador: i) mediante una serie de datos única de una única variable (biótica o abiótica), quién será usada como aproximación acerca del estado del sistema, y ii) una agregación de muchas series de datos de muchas variables (bióticas y abióticas) que serán expresadas mediante un valor único (ICES, 2005).

### **Composición de los fondos**

En general en el margen continental chileno los fondos bajo los 50 m de profundidad son áreas poco estudiadas. Recientemente, durante el crucero SO156 a bordo del R/V SONNE en Marzo de 2001, se realizó una exploración de los sedimentos en varios transectos que abarcaron profundidades entre los 100 y 4600 m frente a Iquique, Antofagasta, Valparaíso, Concepción y Chiloé. Durante este crucero se utilizó un sistema hidroacústico (multibeam system HYDROSWEEP y PARASOUND) que describe el área donde se realizaron lances de testigos de gravedad, para la recolección de muestras de sedimento.

Los resultados preliminares de este estudio indican que los sedimentos están compuestos de granos muy finos y arcillas, restos de organismos y formación de depósitos autigénicos como fosforitas y carbonatos.

En la zona norte, se observó la presencia de abundantes escamas y huesos de peces depositados en sedimentos poco profundos (Milessi *et al.*, 2005) y con alto contenido de materia orgánica (30-35%). Más al sur, también se han descrito restos de organismos en los sedimentos, pero estos no son tan abundantes y presentan un menor contenido orgánico (10-20%; Muñoz *et al.*, 2004; Sellanes *in prep.*). Otros cruceros frente a Mejillones y Concepción, en zonas cercanas a la costa, señalan que estos sedimentos son ricos en materia orgánica, excepto en aquellas áreas frente a Concepción, cercanas a las desembocaduras de los ríos, donde los fondos se componen de grano más grueso (Lamy *et al.*, 1999; Muñoz *et al.*, 2004). Los sedimentos son limo arcillosos y oscuros en aquellas zonas donde la plataforma recibe el material biológico derivado de la producción primaria, así lo demuestran las altas concentraciones de pigmentos en los sedimentos superficiales, normalmente asociados a altas tasas de sedimentación (Muñoz *et al.*, *in prep.*; resumen Congreso Ciencias del Mar, 2005).

En general, estos sedimentos están bajo zonas de alta producción primaria y por lo tanto reciben el material orgánico derivado de la sedimentación de estas partículas (Hebbeln *et al.*, 2000). Sin embargo, la intensidad de la producción primaria no es el único factor que determina la composición de los sedimentos. A medida que la latitud incrementa, las tasas de sedimentación aumentan (Muñoz *et al.*, 2004); lo cual no solamente se asocia a depositación de material orgánico, sino también de aportes terrestres; por lo tanto el porcentaje de contenido orgánico en los sedimentos dependerá de la magnitud de otras fuentes. En este sentido, hacia la zona sur, el incremento en la pluviosidad (300 a > 1000 mm año<sup>-1</sup>; [www.meteochile.cl](http://www.meteochile.cl)), y el drenaje de las cuencas fluviales, producen grandes descargas de material por los ríos hacia la zona costera (1-5 km<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> a ~ 23-100 km<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>) (Arcos *et al.*, 1996; Parra y Habit, 1998; DGA-Dirección General de Aguas, Chile, [www.dga.cl](http://www.dga.cl)), lo cual constituye una fuente importante de material derivado de la Cordillera de los Andes y de la Cordillera de la Costa (Habit *et al.*, 1998; Lamy *et al.*, 1998; 1999; Pineda, 1999). Así, la contribución relativa de las rocas continentales es controlada por la hidrología local y en cuanto al tamaño y tipo de grano de los sedimentos, estos dependen de la roca fuente, del régimen de intemperización y de la vía de transporte, siendo el eólico el más importante en la zona norte y el fluvial en la zona sur (Lamy *et al.*, 1998).

Las tasas de acumulación de material también aumentan hacia las zonas profundas asociados a procesos de transporte de material sedimentario desde la plataforma (Muñoz *et al.*, 2004; Hebbeln *et al.*, 2001; Lamy *et al.*, 1999). A mayor profundidad y dependiendo del ancho de la plataforma, los sedimentos presentan evidencia de deslizamientos, los cuales parecen ser más evidentes en la zona norte (Iquique-Mejillones; Muñoz *et al.*, 2004). A lo largo del margen continental, se ha observado mezcla en los sedimentos y señales de pequeñas turbiditas producto tanto de la actividad biológica como de

deslizamientos y/o transporte de sedimento a lo largo del talud (Hebbeln *et al.*, 2001, Gutiérrez *et al.*, 2000; Muñoz *et al.*, 2004).

Así, las perturbaciones tanto biológicas como físicas, facilitan la resuspensión de las partículas y la advección de fluidos desde y hacia los sedimentos, cambiando las propiedades físicas del sedimento como la porosidad. También se estimula la degradación de la materia orgánica a través del consumo por parte de la macrofauna/meiofauna o aportando agentes oxidantes durante la ventilación. En la zona sur, en zonas donde la plataforma es más ancha (35-37°S), los sedimentos se muestran color verde oliva, y en algunos casos olor a sulfuros, producto de la degradación anaeróbica de la materia orgánica que se ha depositado. En cambio, frente a Chiloé (44°S) los sedimentos son dominados por sedimentos hemipelágicos, arcillas de color gris alternadas con arcillas de color verde oliváceas, son fondos muy duros, debido a la pérdida de material fino en superficie (Hebbeln *et al.*, 2001).

La topografía del fondo, los aportes terrestres y la producción orgánica tanto bentónica como en la columna de agua, son factores que determinan la distribución de las partículas en el margen continental. En este sentido, entre la III y la X región es posible identificar 3 zonas de acuerdo a la topografía e hidrografía del área. En la zona norte la plataforma es angosta (10-15 km; Strub *et al.*, 1998), se ensancha hacia la zona centro sur, la cual es interrumpida por cañones submarinos (~ 65 km) (Thornburg y Kulm, 1987 a, b) como el San Antonio (33°S), el cañón del Bío-Bío y el del río Itata (37°S) (Hagen *et al.*, 1996; Pineda, 1999; Sobarzo *et al.*, 2001; Laursen y Normark, 2002). Mas al sur (>42°S), el margen es altamente complejo debido a la presencia de fiordos y cuencas, y la zona de la cordillera de la costa disectada en numerosas islas (Lamy *et al.*, 1998).

Esto determina el tipo de material que se deposita en la plataforma y el talud; los cañones submarinos permiten el transporte de gran cantidad de material que es canalizado directamente hacia el talud y de acuerdo a la intensidad de las corrientes, los sedimentos finos depositados sobre la plataforma serán transportados hacia zonas más profundas, como se observó en la zona frente a Chiloé, donde los sedimentos superficiales están ausentes producto de la remoción del material mas fino. A diferencia de otras zonas donde la plataforma constituye un ambiente sedimentario, las partículas pueden tener eventos repetidos de resuspensión y re depositación antes de ser transportados (Bacon *et al.*, 1994).

Así los sedimentos muestran una variación en sentido latitudinal y longitudinal que dependerá del ancho de la plataforma, morfología del fondo (presencia de cañones submarinos), del aporte continental, de la producción de la columna de agua y de la fauna asociada a estos fondos.

## Conceptos de interés

El bentos, definido como el fondo marino y los organismos que lo habitan, constituye uno de los componentes más extensos de la biosfera. Por lo tanto, su estudio es de vital importancia para entender los cambios pasados, presentes y futuros en el sistema oceánico. La complejidad del ecosistema bentónico hace además que sea imposible su estudio como un todo. Es así que, de acuerdo a sus características ecológicas, resulta útil dividirlo en zonas. Una de las subdivisiones más aceptadas del ambiente bentónico es aquella propuesta por Hedgepeth (1957), en ella se mencionan: i) la zona intermareal, comprendida entre los niveles máximos y mínimos de la marea, ii) la zona sublitoral o plataforma continental, ubicada entre el nivel inferior de la marea baja y el quiebre de la plataforma continental, iii) la zona batial o talud continental, hasta profundidades de 2000 a 4000 m, iv) la zona abisal, hacia los 6000 m y v) la zona hadal, extendiéndose hasta las mayores profundidades oceánicas, incluidas fosas y trincheras.

De todas estas zonas, las más estudiadas son las dos primeras. De más está entrar en detalles acerca de la importancia de las zonas costeras, que albergan a la mayor parte de las zonas urbanas e industriales, así como de su ambiente bentónico adyacente, que provee gran parte de los recursos naturales y materias primas que la sociedad consume. Estas zonas cumplen además un rol crucial en los procesos biogeoquímicos del océano y del planeta en general (Nybakken, 2001).

Por otra parte, menos es lo que se conoce acerca del funcionamiento del otrora poco perturbado sistema bentónico de las zonas más profundas, el cual actualmente y en forma creciente está recibiendo una fuerte presión de explotación de sus recursos, tanto biológicos como geológicos (Gage y Tyler, 1991). Múltiples procesos pueden afectar los hábitats y ecosistemas marinos, alterando la estructura del fondo, afectando el carácter tridimensional del hábitat de las especies y cambiando la composición de las comunidades biológicas del área. Estas alteraciones, que pueden ser de origen antropogénico (eg. pesca, prospecciones mineras) o naturales (eg. fenómenos climáticos), implican a su vez cambios en las tramas tróficas y en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes (Gage y Tyler, 1991). Es así que se hace imperioso el estudio de las características de los fondos marinos, su relación con los principales recursos asociados y sus características bióticas y abióticas, de tal forma de generar los antecedentes necesarios para poder implementar pautas de manejo sustentables a largo plazo.

Últimamente, algunos tipos de hábitats marinos han cobrado especial importancia en el ámbito de la conservación. La mayoría constituyen ambientes cuyo rol en el ecosistema oceánico puede ser clave, sin embargo por la profundidad e inaccesibilidad a la cuál se encuentran, estos recién están comenzando a ser investigados. Sin embargo con el advenimiento de nuevas tecnologías pesqueras, que permiten efectuar maniobras en aguas cada vez más profundas, así como por motivo de la depauperación de

stocks más someros, estas comunidades están sufriendo de un creciente impacto. Algunos de estos particulares hábitats de océano profundo se describen a continuación:

### **Arrecifes de coral de aguas frías**

La importancia tanto de las estructuras biogénicas como las no-biogénicas en la estructuración de las comunidades bentónicas es actualmente motivo de un intenso debate (Reed, 2002). Cada vez más son los estudios que demuestran la crucial importancia de estas estructuras en proveer refugio, protección contra las corrientes y predadores, áreas de cría y descanso a la vida marina en general (Rogers, 1999). Es así que los corales, esponjas y otros animales que proveen estructuras al fondo marino, son esenciales en la ecología de la fauna demersal y bentónica (Reed, 2002).

Los corales de aguas frías o de profundidad, al igual que los que crecen en aguas más someras pueden ser básicamente de dos tipos: 1) corales duros o calcáreos, que están más emparentados con los corales formadores de arrecifes (Subclase: Zoantharia, Orden: Scleractinia) y 2) los corales blandos, que incluyen a las gorgonias (Subclase: Alcyonaria, Orden: Gorgonacea) así como a varios grupos de corales arborescentes, sin esqueletos calcáreos e incluso se podría incluir en esta categoría a las anémonas.

Debido a la gran cantidad de fauna que albergan (incluyendo especies de importancia comercial), estos hábitat se encuentran dentro de los más diversos del ambiente marino, y pueden tomar cientos de años en formarse ya que en general su tasa de crecimiento es extremadamente baja, siendo por lo tanto particularmente sensibles a las perturbaciones ambientales (Risk *et al.*, 2002).

### **Montes submarinos**

Los montes submarinos son elevaciones cuya altura supera los 1000 m sobre el fondo marino circundante pero no alcanzan a emerger. Su importancia radica básicamente en que en general sustentan una alta biodiversidad, gran parte de esta fauna siendo además endémica (Stocks, 2005). Se piensa que esto se debe a la retención de larvas en la vecindad del monte submarino y la consecuente atracción de depredadores para aprovechar la alta producción primaria en estas áreas, en comparación con otras áreas de mar abierto. A este endemismo y alta diversidad puede contribuir además el aislamiento reproductivo entre montes submarinos y sistemas cordilleranos, que parece estar además relacionado con los flujos alrededor de los montes y cordilleras submarinas, combinado con las estrategias reproductivas que limitan la dispersión larval y facilitan la especiación (Blue, 1989, Mullineaux y Mills, 1997). Son también áreas de alta producción pesquera, siendo un pez comercial típico de este hábitat el "Orange Roughy" (Clark, 1995) y además muchas veces también son el foco de explotación de corales de profundidad (Duineveld *et al.*, 2004). Todo esto hace que los ecosistemas de las grandes montañas submarinas, constituyan áreas de especial interés científico y económico. El poco conocimiento

de los montes submarinos y la creciente explotación de sus recursos han colocado de manifiesto la preocupación sobre su condición y sobre la necesidad de manejar las actividades que tienen lugar alrededor de ellos para salvaguardar su biodiversidad y realizar una explotación sustentable (Stocks, 2005).

Como ejemplo Koslow *et al.* (2001) describen las comunidades de peces encontrados alrededor de los montes submarinos como el producto de variadas familias y órdenes, que evolucionaron hacia rasgos morfológicos, ecológicos, de historia de vida y fisiológicos, que les permiten aprovechar con éxito un ambiente con intensas corrientes y un flujo mayor de materia orgánica que el observado en la mayor parte del mar profundo. Se ha descrito además ciclos de vida excepcionalmente largos y tasas de crecimiento bajas. Algunos también pueden estar sujetos a una alta variabilidad en el reclutamiento, con reclutamientos exitosos que ocurren a escalas decadales de tiempo (Leaman & Beamish, 1984; Clark, 1995).

Se postula además que estos sistemas constituyen “peldaños” en el océano para la dispersión de la fauna marina (Grigg, 1989). Es así que estudios recientes han analizado patrones biogeográficos de su fauna y la han relacionado a su vez con la evolución tectónica de la corteza oceánica (Blue, 1989). La importancia ecológica de los montes submarinos para depredadores topos es enfatizada por el hecho que algunas especies pelágicas de largo alcance concentran su apareamiento y desove en ellos.

### **Fuentes hidrotermales y afloramientos de metano**

El paradigma general del acoplamiento bento-pelágico indica que las comunidades bentónicas heterotróficas dentro de la zona afótica obtiene su energía a partir del material que les llega desde la superficie, principalmente generado por los procesos de producción primaria en las aguas superficiales (Graf, 1992). El contenido orgánico de los sedimentos de océano profundo es en general mucho menor al 1% en peso, en contraste con los valores superiores al 5% encontrado en sedimentos costeros sobre la plataforma, en bahías, estuarios y áreas de surgencia (van Dover, 2000). En consecuencia de lo anteriormente expuesto, la distribución y abundancia de los organismos bentónicos, especialmente en el océano profundo, a menudo depende de los procesos que ocurren en las aguas superficiales (Gage y Tyler, 1991).

Sin embargo, en las últimas décadas se ha constatado la existencia de excepciones a este esquema general. Actualmente, se conocen sistemas de océano profundo en los cuales el carbono es fijado localmente en forma quimiosintética por bacterias autotróficas. Ejemplos de este tipo de comunidades son las fuentes hidrotermales, los afloramientos de metano, hidrocarburos o agua salobre, carcasas de grandes organismos marinos y los sedimentos hipóxicos sulfurosos (Gage y Tyler, 1991).

Estos sistemas se caracterizan por su abundante, endémica y muchas veces “bizarra” fauna, que desde su reciente descubrimiento no ha dejado de sorprender a la comunidad científica. Las primeras exploraciones de estos sistemas indicaron un origen no-fotosintética de su principal fuente de carbono orgánico. Se comprobó además que los organismos mas abundantes y conspicuos (megafauna) en este ecosistema han desarrollado relaciones simbióticas con bacterias quimioautotróficas (Jannasch *et al.* 1985), las cuales usan compuestos reducidos (e.g. sulfuros, metano) para obtener energía. Algo similar ocurre en los sedimentos orgánicamente ricos, y por ende sulfurosos, en los cuales se desarrollan tapices de bacterias filamentosas quimioautotróficas (e.g. Thioploca, Beggiatoa), dichos tapices son comunes frente a Chile central (Gallardo, 1977; Fossing *et al.*, 1995). Sin embargo, debido al reciente descubrimiento de todas estas comunidades, detalles de su funcionamiento y rol en la estructuración de comunidades bentónicas y demersales vecinas es aún poco conocido (van Dover, 2000).

Dentro de la fauna metazoaria endémica de estos sistemas reductores se destacan almejas portadoras de bacterias endosimbiontes (e.g. de las familias Vesicomidae, Lucinidae, Solemyidae and Thyasiridae) y gusanos tubícolas (e.g. Lamellibrachia sp.). Además, abundante fauna no quimiosintética (e.g. crustáceos, gastrópodos, cefalópodos y peces) son masivamente atraídos por estos oasis de actividad biológica en el fondo marino profundo (MacAvoy *et al.*, 2002, 2003). Además tanto en las fuentes hidrotermales como en los sitios de afloramiento de metano, diversos procesos químicos, geológicos y biológicos generan grandes cantidades de sustratos duros, que contribuyen a la heterogeneidad espacial del ambiente bentónico (MacAvoy *et al.*, 2003). Estos sustratos son en general colonizados por una diversa fauna sésil y utilizados como refugio por numerosas especies, principalmente larvas, de peces e invertebrados (VanDover, 2000). Es por esto que el estudio de estos sitios, relacionado con el manejo ecosistémico integrado de áreas profundas sometidas a explotación pesquera, ha cobrado tanta importancia en los últimos tiempos.

### **Fondos fosforíticos**

Dentro de la zona eufótica la concentración de fosfato en general es muy baja, ya que este es usado como nutriente por el fitoplancton. Los vertebrados también concentran fosfato, generalmente en forma de apatita, siendo un componente esencial de los huesos de peces y mamíferos marinos. Diversos procesos como la excreción de los animales marinos, el flujo de materia orgánica hacia el fondo, incluyendo carcasas de animales muertos, concentra iones y compuestos fosfáticos bajo la zona eufótica, especialmente bajo la termoclina. Todos estos materiales se acumulan en el fondo y la disolución o remineralización de ellos liberan fosfato el cual queda en solución en el agua de fondo. Cuando el fondo se encuentra a la profundidad de la termoclina principal y especialmente en zonas de surgencia, estas concentraciones de fosfato llegan a ser lo suficientemente altas como para que este compuesto precipite en forma de nódulos y/o costras fosforíticas (Krauskopf, 1982). Los depósitos marinos de fosfato y fosforita en general están asociados con sedimentos químicamente reducidos. La fosforita se puede

formar también por reemplazo del carbonato por fosfato y en general la precipitación del fosfato se produce en la zona de mezcla de aguas con distintas concentraciones de oxígeno.

### **Comunidades bentodemersales**

La mayoría de los estudios acerca de la distribución y abundancia latitudinal y batimétrica de especies pertenecientes a la fauna bentónica y demersal han sido focalizados, durante décadas, hacia comunidades marinas presentes en ambientes intermareales rocosos y arenosos, debido al relativo fácil acceso que representa el monitoreo de estos ambientes a lo largo de la costa (Fernández *et al.* 2000; Lancellotti & Vasquez 2000). Las comunidades bentónicas submareales por su parte, han sido menos estudiadas y las investigaciones en estos sistemas han sido netamente descriptivas y enfocadas hacia los siguientes problemas: (i) factores físicos y químicos que estructuran a las comunidades de macroinvertebrados y (ii) procesos biogeoquímicos que ocurren en los sedimentos y que están relacionados especialmente a bacterias procariotas tales como *Thioploca* spp. (Gallardo 1977, Fossing *et al.* 1995).

En Chile, la mayoría de los estudios sobre composición y estructura de las comunidades bentodemersales han estado centrados a lo largo de una pequeña franja de la plataforma continental (Norte: Antofagasta; Centro: Valparaíso; Centro-Sur: Concepción; Sur: Punta Arenas) abarcando profundidades que oscilan entre 20 y 150 m (Gallardo, 1963; Brattström & Johanssen, 1983, Gallardo *et al.*, 1994, Carrasco, 1997; Carrasco *et al.*, 1988; Gutiérrez *et al.*, 2000; Sellanes & Quiroga, 2007). Sin embargo, son escasos los antecedentes orientados al estudio de la composición y estructura comunitaria en ambientes profundos. Sielfeld & Vargas (1996) estudiaron la composición y estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile, abarcando profundidades entre <30 y 1050 m. Por su parte, Menares & Sepúlveda (2005) investigaron la estructura comunitaria de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile, abarcando profundidades entre 50 y 550 m. Recientemente, Acuña *et al.* (2005) estudiaron la composición y estructura de la comunidad demersal distribuida en la plataforma y talud continental, abarcando la mayor escala espacial (22°00' - 38°00' S) y temporal (1994-2004) considerada hasta el presente. Estos autores exploraron aspectos relacionados con la diversidad biológica (riqueza, equidad) de especies asociadas a las pesquerías de los crustáceos *Cervimunida johni*, *Pleuroncodes monodon* y *Hetercarpus reedi*, estableciendo además, asociaciones faunísticas entre los componentes de la comunidad.

Investigaciones anteriores han encontrado una relación inversa entre la riqueza de especies de comunidades macrobentónicas y la profundidad, para la zona norte (Jaramillo *et al.*, 1998), centro (Gallardo *et al.*, 1994) y centro-sur (Valdovinos, 1998) de Chile, integrando a su vez la posición estacional de la zona mínima de oxígeno sobre la plataforma y talud continental. Sin embargo, estos estudios

resultan escasos y representan apenas zonas puntuales dentro del vasto territorio marítimo de Chile. Por lo tanto, resulta difícil establecer estudios comparativos con respecto a la composición y estructura de comunidades bentónicas y bento-demersales distribuidas sobre el borde y por fuera de la plataforma continental, siendo aún más difícil entender cómo las especies se relacionan con las distintas variables abióticas que modulan el ambiente donde aquellas viven y se desarrollan.

### **El enfoque ecosistémico**

El análisis de la variabilidad ambiental y pesquera en un contexto ecosistémico requiere predecir tendencias de la biomasa de un stock en términos de efectos combinados y causados por la mortalidad por pesca, el ambiente y/o las interdependencias con otros stocks o grupos tróficos (Sinclair & Murawski, 1997; Watters *et al.*, 2003). Así, el enfoque ecosistémico de las pesquerías no considera únicamente sus efectos en el ecosistema como un todo, sino que también es capaz de analizar los efectos de una pesquería dada sobre distintos componentes de un ecosistema.

Los modelos de flujos tróficos cuantifican las interacciones entre los componentes de un sistema y pueden ser útiles en las evaluaciones directas e indirectas de los efectos de la actividad pesquera sobre determinado ecosistema (Shannon *et al.*, 2000). Estos son los denominados modelos ecotróficos. Los mismos resumen la información de los principales componentes de un ecosistema en particular y sus relaciones tróficas, por tanto son útiles para describir y comparar ecosistemas (Christensen & Pauly, 1992; Pauly *et al.*, 2000).

Hasta el presente se han desarrollado modelos ecotróficos para la zona central (33°-39° S) (Neira *et al.*, 2004; Arancibia & Neira, 2005; Milessi, 2005; Arancibia *et al.* 2006); Giacaman *et al.*, 2007) y para la zona centro-norte (26°-32° S) de Chile (Arancibia *et al.* 2006). Estos modelos incluyen las principales interacciones tróficas de los grupos presentes en el área comprendida entre las regiones III-IV (centro-norte) y entre las regiones V-X (centro-sur). Dichos modelos han incluido tanto a las especies objetivo de las principales pesquerías (*Merluccius gayi*, *Heterocarpus reedi*, *Pleuroncodes monodon* *Cervimunida johni*) que operan entre la zona centro-norte y centro-sur de Chile, como así también a especies de la fauna acompañante y a otros grupos que no son explotados (e.g., mamíferos marinos, aves marinas).

En Chile central (33° S-39° S) *M. gayi* es uno de los predadores más abundantes del sistema demersal (Neira & Arancibia, 2004). Esta especie presenta amplia distribución en la costa de Chile, abarcando desde Antofagasta (23°38'S) hasta el Canal Cheap (47°08'S) (Palma *et al.*, 1998). La merluza común representa el principal recurso pesquero demersal de Chile central y da lugar a una unidad de pesquería que se extiende sobre la plataforma continental, entre 31°S (límite norte de la IV Región) hasta 41°28'S en la X Región (Subpesca, 2004a). Neira & Arancibia (2004) demostraron que dentro de este ecosistema los principales flujos tróficos van desde peces pelágicos de pequeño tamaño (sardina común

y anchoveta), invertebrados bentónicos (langostino colorado, langostino amarillo) y macrozooplancton (eufáusidos) hacia la merluza común (juveniles y adultos). Por lo tanto, la merluza común además de sustentar una importante pesquería posee un rol trófico clave en el ambiente demersal de Chile central (Cubillos *et al.*, 2003; Neira & Arancibia, 2004). Sumado a lo anterior se destaca la elevada diversidad de especies que integran la fauna acompañante de esta pesquería. En este sentido, las especies frecuentemente capturadas de forma incidental utilizando red de arrastre de fondo son la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), jibia (*Dosidicus gigas*), raya volantín (*Dipturus chilensis*), pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*), pejerratas (*Nezumia pulchella*, *Coelorhynchus aconcagua*), congrios (*Genypterus chilensis*, *G. blacodes*), camarón nylon (*H. reedi*), besugo (*Epigonus crassicaudus*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), langostino colorado (*P. monodon*) y langostino amarillo (*C. johni*). Estas especies muestran importantes interacciones tróficas tanto con la especie objetivo como con los otros integrantes de la fauna acompañante, además de poseer elevados flujos tróficos y altas biomásas (Neira & Arancibia, 2004; Neira *et al.*, 2004).

El camarón nylon, *H. reedi* habita los fondos de la plataforma continental y parte superior del talud continental de Chile central. Esta especie es explotada comercialmente por una flota arrastrera y es una de las principales y más antiguas pesquerías de crustáceos en Chile (Roa & Ernst 1996). Las pesquerías industriales y artesanales de los langostinos colorado (*P. monodon*) y amarillo (*C. johni*) han sido tradicionalmente una actividad económica de relevancia, tanto en la zona centro-sur (V a X Región) como últimamente en la zona centro-norte (III a IV Región) de Chile (Acuña *et al.*, 2004). La pesquería de la zona centro-norte ha cobrado una importancia mayor, en particular durante los últimos años, debido a que la pesquería del sur de ambas especies está sometida a una veda desde principios del año 2001 entre la V y X Región (Acuña *et al.*, 2004). Estos autores señalaron en su estudio que, la fauna acompañante de la pesquería de langostino amarillo y colorado entre la II y VIII Región estuvo representada por 31 taxa: 19 peces, 6 crustáceos, 4 moluscos y 2 mixinoídeos, destacándose la presencia de merluza común, lenguado de ojos grandes y pejerrata (*Nezumia pulchella*), los cuales concentraron el 80,5% de la captura total de la fauna acompañante. El patrón general de dominancia observado para merluza común, lenguado de ojos grandes y pejerrata se repitió en casi la totalidad de las regiones consideradas en ese estudio, con excepción de la II Región donde la jaiba mochilera (*Lophorochinia parabranchia*) fue la especie de mayor importancia dentro de la fauna acompañante. Además, merluza común presentó la importancia relativa más alta en todas las profundidades, tanto respecto al resto de la fauna acompañante como respecto a los recursos objetivos de esta pesquería (Acuña *et al.*, 2004).

### **3 METODOLOGIA DE TRABAJO**

#### **3.1 Marco metodológico general**

En las Bases Especiales del proyecto se indica la necesidad de considerar a lo menos dos cruceros de investigación para caracterizar el fondo marino, con un diseño de muestreo *ad hoc* para la caracterización del hábitat marino, sus especies e interrelaciones. Bajo estas consideraciones, la propuesta técnica se basó en dos cruceros dirigidos a cuatro zonas geográficas en dos períodos del año (marzo y septiembre). No obstante lo anterior, en reuniones del equipo de investigación con representantes de la Subsecretaría de Pesca y del Fondo de Investigación Pesquera se acordó privilegiar la cobertura espacial por sobre la cobertura temporal, en virtud de lo cual se procedió a definir una cobertura de 8 zonas de muestreo en un único período del año (a definir por el ejecutor).

#### ***Cruceros de investigación***

En primer lugar se establecieron los principales criterios para la definición de las áreas de muestreo en cruceros, correspondiendo a:

- 1°.- Batimetría y gradientes batimétricos (pendiente)
- 2°.- Niveles de captura de recursos objetivo (Pesquería de crustáceos III-VIII Región y Pesquería Demersal IV-X Región)
- 3°.- Diversidad de especies en las capturas (a partir de las especies reportadas en evaluaciones directas de recursos bento-demersales)
- 4°.- Intensidad de pesca (número de lances y lances por unidad de superficie)
- 5°.- Estudios anteriores que permitan su comparación.

A partir de lo anterior, se determinó la distribución espacial de 8 zonas de estudio, las que se encuentran entre la IV y IX Regiones (Tabla 1). Estas zonas presentan un área total superior a lo que factiblemente es posible cubrir con los recursos asignados (y la superficie comprometida en la oferta técnica), razón por la cual se estableció una sub-área de muestreo al interior de cada zona. La cobertura originalmente propuesta consistía en 4 áreas de muestreo en 400 mn<sup>2</sup>, mientras que la redistribución del esfuerzo de muestreo permite una cobertura de 8 áreas de muestreo en aproximadamente 1.000 mn<sup>2</sup>.

**Tabla 1.** Límites generales de las zonas de estudio y región administrativa correspondiente.

Macrozona (según oferta técnica)	Zona de estudio (según reestructura)	Región	Límite norte	Límite sur	Superficie de la sub-área (mn <sup>2</sup> )
1	1	IV	29° 10'	29° 45'	205
	2	IV	31° 45'	32° 15'	61
2	3	V	32° 45'	33° 30'	77
	4	VI	34° 15'	34° 50'	76
3	5	VII	35° 00'	35° 30'	168
	6	VIII	35° 45'	36° 30'	32
	7	VIII	37° 45'	38° 20'	152
4	8	IX	38° 30'	39° 10'	222

### **Plan de actividades**

Las embarcaciones utilizadas en las actividades en terreno fueron el PAM Crusoe I (Pesquera Quintero) y el PAM Lonquimay (Pesquera Isla Damas). Ambas naves fueron provistas de los equipos e insumos suficientes para operar como plataforma de investigación oceanográfica y pesquera. Conforme a lo solicitado, se presenta a continuación el siguiente plan de actividades:

- 1.- Identificación y posicionamiento de las áreas de muestreo
- 2.- Coordinación y planificación del embarque entre coordinador y armador
- 3.- Embarque del personal de trabajo y del equipamiento técnico
- 4.- Navegación a las estaciones de muestreo
  - 4.1.- Registro de posición (latitud/longitud), hora y profundidad,
  - 4.2.- Toma de muestras del bentos con box-corer/draga,
  - 4.3.- Toma de muestras de temperatura, salinidad y oxígeno con DST-CTD, sensores y botellas,
  - 4.4.- Toma de muestras con redes de arrastre y rastra,
  - 4.5.- Identificación y cuantificación de especies a bordo,
  - 4.6.- Almacenamiento de muestras para identificación en laboratorio,
  - 4.6.- Extracción y fijación de estómagos de las especies capturadas,
  - 4.7.- Filmaciones submarinas.
- 5.- Luego de haber completado 16 estaciones de muestreo en cada área, se retorna a puerto para el envío de muestras a laboratorio, y la preparación de la siguiente salida.

En la propuesta técnica se definió que cada área de muestreo sería dividida según la clasificación del ambiente marino sugerida por Lalli & Parsons (1993) en cuatro intervalos de profundidad. No obstante lo anterior, por tratarse de una nave arrastrera industrial su operación fue restringida espacialmente, lo

que sumado a la configuración del fondo marino en la zona norte del área de estudio impidió la obtención de muestras en el rango menos profundo, siendo necesario la redefinición de éstos (Tabla 2), lo cual fue discutido en el Taller Metodológico y las diversas reuniones de coordinación realizadas. No obstante lo anterior, esta nueva segregación batimétrica tiene por objetivo mantener el equilibrio de las estaciones de muestreo de manera que se mantenga un equilibrio entre zonas y profundidades.

**Tabla 2.** Rangos batimétricos para la definición de estaciones de muestreo por macrozona.

Rangos batimétricos	Rango de profundidad según propuesta técnica		Redefinición de rangos de profundidad		
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Media
I	51	100	80	200	150
II	101	200	200	300	250
III	201	350	300	400	350
IV	351	550	400	550	450

### **Equipamiento a utilizar y parámetros a medir**

Para la toma de datos *in situ* durante los cruceros de investigación, se emplearon los siguientes equipos según su funcionalidad:

**Tabla 3.** Equipamiento empleado en la investigación.

EQUIPO	FUNCION	PARAMETRO
Global position system	Posición geográfica	- Latitud-longitud
Ecosonda	Profundidad del fondo	- Profundidad
Draga <sup>3</sup> / Box-corer	Características físicas, químicas y biológicas del fondo marino	- Granulometría - Carbono Orgánico Total (COT) - Nitrógeno Total (NT) - Materia orgánica total (MOT) - Isótopos de C y N
DST-CTD	Características físicas y químicas de las masas de agua	- Temperatura - Salinidad
Botellas Niskin		- Oxígeno y Salinidad
Red de arrastre y rastra <sup>4</sup>	Registro de la fauna demersal presente en el área de estudio	- Diversidad y riqueza de especies - Relaciones predador-presa
Cámara submarina	Observación del fondo marino	- Características físicas del fondo marino - Especies bentónicas presentes - Especies demersales presentes

<sup>3</sup> El cable del winche oceanográfico se cortó durante la operación de la draga en el segundo viaje realizado (IV Región norte), perdiéndose este equipo junto a un batiquimógrafo Micrel P2T-600. Por esta razón se procedió a construir un box-corer, similar al que posee el SHOA para cruceros CIMAR.

<sup>4</sup> La rastra sufrió un enganche en fondos rocosos, perdiéndose en el primer viaje (V Región). En el segundo viaje se utilizó una rastra de iguales características construida en el marco del proyecto.

### **Información complementaria**

En la propuesta técnica se planteó la necesidad de realizar, en forma complementaria a las muestras obtenidas durante los cruceros de investigación, un procedimiento sistemático para la toma de datos a partir de lances comerciales de la flota arrastrera industrial con esfuerzo dirigido tanto a merluza común como a crustáceos demersales (langostinos y camarones). Se propuso entonces levantar información de campo referente a diversidad de especies en las capturas y contenidos estomacales de las principales especies ícticas. De este modo es posible complementar la data existente respecto a relaciones predador-presa en áreas complementarias a las establecidas para los cruceros, cumpliendo además con una cobertura espacial mayor.

En este sentido, se realizó un esfuerzo adicional al comprometido, en cuanto a salidas de pesca y actividades en terreno. A la fecha se han realizado embarques en 8 naves arrastreras industriales y artesanales con puertos base en Coquimbo, Quintero, San Vicente y Talcahuano. En estos embarques se emplearon también sensores de profundidad y temperatura en las redes de arrastre, y se dispuso un recolector de sedimento horizontal en las alas de las redes de arrastre, lo cual permitió obtener muestras de sedimento y macrofauna del fondo marino. Estas actividades aún están en desarrollo, y se espera que mediante su ejecución sea posible complementar la información de los cruceros. En resumen, las fuentes de información complementaria corresponden a:

**Tabla 4.** Fuentes de información complementaria obtenida a bordo de la flota comercial

<b>EQUIPO</b>	<b>FUNCION</b>	<b>PARAMETRO</b>
Global position system (GPS)	Posición geográfica	- Latitud-longitud
Écosonda	Profundidad del fondo	- Profundidad
Batiquimógrafos	Registro de variables	- Profundidad de la red - Temperatura
Red de arrastre	Registro de la fauna presente en lance de pesca	- Diversidad de especies - Relaciones predador-presa - Contenido estomacal
Colectores horizontales de sedimento en redes de pesca	Registro del tipo de sustrato	- Características físicas del fondo marino

### **3.2 Objetivo 1.- Recopilar antecedentes sobre el conocimiento existente sobre los fondos marinos en la zona de estudio y sus principales características físicas, bióticas y abióticas.**

Para dar cumplimiento al objetivo específico, y conforme a la propuesta técnica del proyecto, se realizó una recopilación de información a través de dos vías; la primera asociada a la literatura generada en relación a estudios de fondos marinos, ya sea publicaciones científicas o documentos técnicos, y la segunda referida al manejo de bases de datos provenientes de distintos tipos de proyectos y cruceros de investigación, nacionales e internacionales.

#### **Publicaciones**

Para el caso de la literatura existente, se ha recopilado a la fecha distintas publicaciones sobre los fondos marinos, las cuales abarcan características abióticas (oceanografía química y geología marina) y bióticas (diversidad de especies, relaciones comunitarias, distribución de recursos, antecedentes sobre condrictios y corales), las que se han desarrollado desde el año 1962 al 2006, preferentemente en aguas profundas desde el quiebre de la plataforma. De este modo, fue posible revisar más de 150 publicaciones con información relevante para diferentes ámbitos de estudio.

En forma complementaria, se recopiló información de otras publicaciones disponibles en Internet, de manera de identificar todas las posibles fuentes de información que no han sido empleadas a la fecha, logrando de este modo integrar los distintos tópicos en los grupos de trabajo del presente proyecto.

#### **Bases de datos**

En términos de bases de datos, se revisó la información disponible en:

- Fondo de investigación pesquera (proyectos ejecutados entre 1993 y 2005)
- Cendhoc
- Fondef
- Word Ocean Database (2005) del National Oceanographic Data Center EEUU (NODC)
- Bases generadas en proyectos de investigación ejecutados por la PUCV

### **3.3 Objetivo 2.- Definir los descriptores más representativos de las características del fondo marino, considerando variables biológicas, ecológicas, abióticas y estructuras del fondo marino.**

#### **Marco introductorio**

El hábitat de una especie, población o comunidad se define como el conjunto infinito de ejes multidimensionales que componen y estructuran el espacio ocupado por una especie, población, o comunidad (Krebs, 1999). Así, cada tipo de variable biótica (ej., diversidad, especies dominantes (número, tipo), biomasa y espectros de tamaño de las especies, relaciones tróficas, etc) y abiótica (ej., temperatura y salinidad del agua, contenido de oxígeno disuelto en la columna de agua, profundidad de penetración de la radiación solar, velocidad y dirección de las corrientes, tipo y estructura del sedimento, contenido de nutrientes en el sedimento, presencia/ausencia de refugios en el sedimento, etc.) representa un eje dentro de ese espacio multidimensional o hábitat de una especie o grupo de especies. Constituye un desafío interesante el poder diagnosticar cuál o cuáles de los ejes multidimensionales son más relevantes para mantener la estructura y función de un determinado hábitat. Lo primero que deberá tenerse en cuenta es el tipo de hábitat que se desea caracterizar y el nivel biológico involucrado (*i.e.*, especie, población, comunidad). Luego, será necesario definir las escalas espaciales y temporales del estudio. A seguir, se procederá a identificar cuáles son las variables bióticas y abióticas más relevantes en diferentes escalas de espacio (ej., área total de estudio, subzonas) y tiempo (ej., días, meses, estaciones anuales). Finalmente, se llega a una aproximación que intentará explicar cómo las variables bióticas y abióticas seleccionadas interactúan, en espacio y tiempo, para generar la estructura y función de un determinado hábitat.

En la última década es creciente la preocupación de los investigadores por establecer descriptores o indicadores ecosistémicos capaces de reflejar el estado de salud de los ecosistemas marinos frente a diferentes impactos, tanto naturales (ej., El Niño/La Niña, cambios de régimen) como antrópicos (ej., efectos de las pesquerías sobre los fondos marinos) (ICES, 2005). Un indicador ecosistémico se define como la propiedad que refleja el estatus y los cambios sufridos por partes bien definidas de un ecosistema. Existen dos aproximaciones para establecer un indicador: i) mediante una serie de datos única de una única variable (biótica o abiótica), quién será usada como aproximación acerca del estado del sistema, y ii) una agregación de muchas series de datos de muchas variables (bióticas y abióticas) que serán expresadas mediante un valor único (ICES, 2005). En este sentido, el Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities (WGECO) del ICES definió una serie de indicadores potenciales que pueden emplearse para evaluar el estado de los ecosistemas, entre los cuales se destacan los basados tanto en factores bióticos como abióticos, los cuales se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Indicadores potenciales del estado de los ecosistemas (Modificado de ICES, 2005).

Elemento del ecosistema	Subconjunto	Aspecto	Indicador
Habitat físico			Temperatura Estructura del fondo Tamaño del área cubierta por un hábitat específico
Columna de agua y hábitat bioquímico			Nivel de nutrientes Nivel de oxígeno Tamaño del área cubierta por un hábitat específico Área superficial de anoxia
Población	Evaluada	Estado del stock	Reclutamiento Biomasa desovante Rendimiento por recluta Mortalidad por pesca Mortalidad total Tasa de explotación Edad media de la población
		Salud	Factor de condición Incidencia de patógenos, parásitos y contaminantes Diversidad genética
	No evaluada	Estado de las especies	Biomasa total Abundancia total Presencia de indicadores-especies sensibles
		Salud	Factor de condición Incidencia de patógenos, parásitos y contaminantes Diversidad genética
Comunidad	Estructura	Abundancia	Espectro de tallas Peso y longitud medios Proporción de peces grandes Curva de dominancia
	Composición de especies	Abundancia	Presencia de especies Índice de especies ocasionales Índices de declinación o incremento Proporción de especies sensibles Presencia de especies exógenas Curvas de dominancia
		Historial	Máxima longitud media Talla de madurez al 50% Máxima edad Edad a la cual el 50% de la población es madura Fecundidad Loo y/o k de la curva de von Bertalanffy
Comunidad		Biodiversidad	Índice de diversidad taxonómica Índice especies-esfuerzo
Ecosistema		Producción	Productividad Relación P/B Carbono por unidad de área/tiempo/volumen
		Estructura trófica	Distribución de la producción por niveles tróficos, clases de talla y grupos taxonómicos Conectancia o conectividad Relación de niveles tróficos
		Eficiencia	Consumo interno por rendimiento Índice Ulanowicz
		Resiliencia	Tiempo de retorno de las propiedades alimenticias Invasibilidad

Otros índices que deberían ser relacionados con los indicadores del ecosistema corresponden a aquellos que describen la actividad pesquera, ya sean en cuanto a la presión, intensidad o esfuerzo de pesca por unidad de superficie. Estos índices son útiles también para la definición de políticas de manejo, pudiendo corresponder a número de embarcaciones, potencial total de los motores, días en el mar, horas de pesca, frecuencia de arrastre en un área determinada, lances totales, etc. (ICES, 2005).

## Investigación realizada

Las principales variables capaces de describir un ecosistema corresponden a dos fuentes principales; de origen abiótico y de origen biótico. Entre las variables abióticas se encuentran las condiciones físicas y químicas del medio, tanto del fondo como de la columna de agua, mientras que las de origen biótico se refieren a las especies, comunidades o poblaciones que habitan en el fondo marino o sobre éste con estrecha relación vital. En el marco de la investigación se ha recopilado tanto información biótica como abiótica, incluyendo las principales variables que pueden describir y caracterizar un hábitat. Conforme a lo solicitado en las Bases Especiales, se considera la profundidad, las características de las masas de agua asociadas al fondo marino, granulometría, accidentes del fondo y tipo de fondo.

Junto con medir estas variables para caracterizar los fondos marinos, se propuso realizar una revisión exploratoria de algunos indicadores del hábitat, los cuales tienen por objetivo informar del estado de salud de un ecosistema o de alguna de sus partes. Esto se logra con una combinación de diferentes tipos de indicadores (biológicos, físicos, químicos) los cuales sean capaces de reflejar el status y los cambios sufridos por un ecosistema. Según el tipo de objetivo perseguido (conservación, manejo pesquero, recreación) será el índice a utilizar, ya que algunos favorecen la estructura física del sistema por sobre las comunidades biológicas presentes en él (ICES, 2005). Algunos índices señalados en la propuesta técnica corresponden al Índice de integridad biótica (IBI) (Karr *et al.*, 1986), Índice organismo-sedimento (OSI) (Rhoads & Germano, 1986), Índice de la calidad del hábitat marino (BHQ) (Nilsson & Rosenberg, 1997) e Índice de afinidad del hábitat (HAI) (Nelson & Monaco, 1999), sin embargo los resultados de la investigación demuestran el grado de deficiencia de la información actual para sustentar el seguimiento ambiental mediante índices, más aún por la inexistencia de una línea base del ambiente.

**3.4 Objetivo 3.- Caracterizar, a través de experiencias in situ, los fondos marinos de acuerdo a los descriptores previamente definidos segmentándolos geográficamente y confeccionar mapas que incluyan la batimetría de la zona y el tipo de fondo (actualización y/o creación de cartas pesqueras).**

#### **3.4.1 Intensidad de pesca**

Respecto a la intensidad de pesca es posible señalar que en este caso se definió como el esfuerzo absoluto de área barrida en un período de tiempo. Este índice permite determinar las áreas en las cuales se ha realizado la mayor magnitud de actividad extractiva en términos de esfuerzo, asumiendo para ello una abertura de la red estándar para cada pesquería en cuestión (11 m para crustáceos y 32 m para merluza común). Para ello se trabajó a partir de una muestra significativa de lances de la flota arrastrera merlucera y camaronera/langostinera, obtenidos a partir de la información registrada en las bitácoras de pesca en el período 2000-2004. A partir de la misma fuente de información se relacionó la captura de cada lance de pesca considerado con el esfuerzo y la intensidad de pesca.

Los lances, de acuerdo a su posición, fueron asignados a cuadrículas de 3x3 mn, lo que permitió realizar un análisis espacial de la información disminuyendo la incertidumbre del dato de posición proporcionado en las bitácoras de pesca. Mediante el uso de la herramienta krigging de Surfer 7.0 fue posible un análisis geoestadístico de la información, determinando la intensidad de lances (lances/mn<sup>2</sup>), captura (ton/cuadrícula) y superficie rastreada (mn<sup>2</sup> rastreadas) tanto para pesquerías demersales de crustáceos como peces. La información de salida se utilizó para definir la distribución norte-sur de las zonas de muestreo, sin embargo la distribución batimétrica no responde directamente a los índices propuestos, debido fundamentalmente a que los caladeros de pesca no poseen un rango batimétrico tan amplio como el requerido en el presente estudio.

#### **3.4.2 Batimetría**

En la presentación de los resultados del objetivo 1 (recopilación de antecedentes) se exponen las fuentes de información empleadas para el análisis de la batimetría en el área de estudio, desde la costa hasta el veril de los 2000 m de profundidad. A su vez, el procedimiento metodológico de análisis de los datos se presenta en los resultados del objetivo 2 (descriptores del fondo marino).

En términos generales, se recopilaron datos monohaz disponibles en bases del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), Cruceros de investigación de buques extranjeros, preferentemente buques de EEUU (compilado por la National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA), Proyectos FIP de evaluaciones directas de merluza y crustáceos (1996-2005), Proyectos de

investigación en recursos demersales realizados por la PUCV y Bitácoras de pesca (SERNAPESCA). Esta última base se descartó por la imprecisión e inconsistencia que presentó. Además, se empleó los datos multihaz generados en 11 cruceros (principalmente geológicos) realizados entre 1995 y 2006. En órdenes de magnitud, la información multihaz consiste en más de 300 millones de sondas.

La escala de los mapas generados corresponden a 1:500.000, y corresponden a 4 cartas en términos de distribución norte-sur, en los siguientes rangos latitudinales; 26°-31°, 31°-35°, 35°-39°, 39°-44°. En cuanto a la información contenida en cada mapa generado, el proceso permitió realizar:

- Mapas de perfiles batimétricos
- Mapas con batimetría referencial codificada con colores
- Mapas con batimetría multihaz codificada con colores
- Mapas de pendientes (sólo con información multihaz)
- Mapas de calidad del fondo marino

Se generaron en total 20 mapas (4 zonas y 5 tipos de información) que se adjuntan en las bases de datos del proyecto.

### **3.4.3 Características oceanográficas cercanas al fondo**

#### ***Tempertura, salinidad y oxígeno disuelto***

En el periodo comprendido entre el 28 de julio de 2006 y el 3 de marzo de 2007, se muestrearon 126 estaciones oceanográficas en ocho zonas, comprendidas entre los 29° 19,5' S y 38° 53,4'S y entre los veriles de 100 a 500 m de profundidad (Fig. 1).

En estas estaciones se registró la temperatura en forma continua en la columna de agua con un mini-CTD marca DST y con una botella Niskin se tomaron muestras de agua para los análisis químicos de salinidad y oxígeno disuelto, a una profundidad de alrededor de 1 m sobre el fondo. Para ello se fijó una botella Niskin abierta sobre el marco superior de la rastra Agassiz, de modo que cuando ésta tocaba el fondo se accionaba un mecanismo de disparo y la botella se cerraba. Complementariamente, en los lances de pesca comercial realizados entre las zonas anteriores, se efectuaron registros de temperatura con el mini-CTD adosado a la red de pesca, los cuales se incluyen en el Anexo II.

El oxígeno disuelto se fijó y analizó a bordo utilizando el método de Winkler modificado para bajas concentraciones de oxígeno disuelto, para lo cual se utilizaron soluciones fijadoras (NaI-NaOH y MnCl<sub>2</sub>)

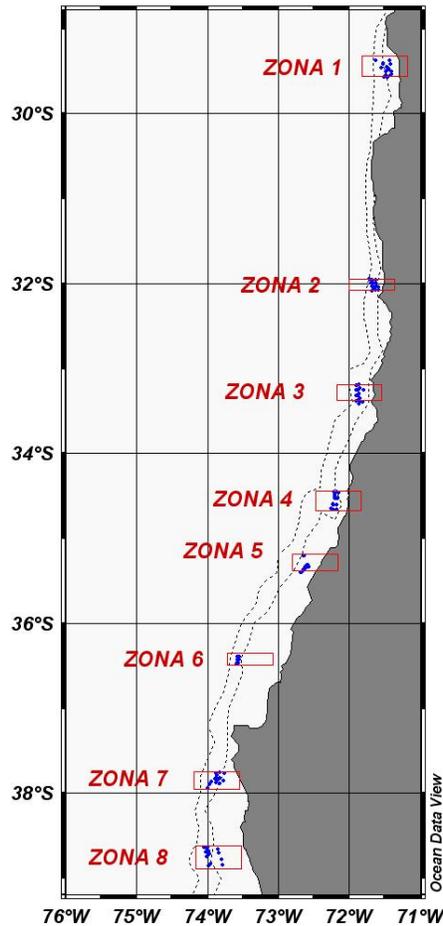
desgasificadas, libres de oxígeno. El porcentaje de saturación se calculó utilizando el algoritmo de Weiss (1970). En algunas muestras se detectó olor a ácido sulfhídrico, por lo que se estima que éste pudo haber interferido con los análisis de oxígeno disuelto, alterando los resultados de los análisis. Debido a lo anterior, estos datos no fueron considerados en las tablas estadísticas finales. Estas muestras y sus concentraciones de oxígeno disuelto medidas se indican en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Muestras en que se observó presencia de sedimento y olor a ácido sulfhídrico.

Zona	Latitud (S)	Longitud (W)	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad	Oxígeno disuelto (mL·L <sup>-1</sup> )
1	29° 22,2'	71° 37,2'	361	9,25	34,808	-
1	29° 25,2'	71° 24,6'	125	12,20	34,805	1,14
2	31° 57,6'	71° 41,4'	378	8,64	34,611	1,32
2	31° 57,6'	71° 37,8'	176	11,78	34,657	3,95
2	32° 01,8'	71° 37,8'	241	10,79	34,839	1,24
2	32° 04,2'	71° 39,0'	377	9,01	34,882	1,86
4	34° 36,6'	72° 12,6'	281	9,08	34,806	3,15
4	34° 31,8'	72° 11,4'	249	9,44	34,529	1,34
4	34° 27,6'	72° 09,0'	175	-	34,738	1,45
5	35° 03,0'	72° 38,4'	364	8,17	34,451	2,74
5	35° 03,6'	72° 21,6'	100	11,08	34,958	1,30

Las muestras de salinidad se analizaron en el Laboratorio de Biogeoquímica Marina de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso con un Salinómetro Inductivo, calibrado con agua de mar estándar. Debido a que una parte de las muestras contenía en su interior pequeñas, pero notorias cantidades de sedimento y en ocasiones olor a ácido sulfhídrico, previo a la determinación de la salinidad, se procedió a separar el sedimento mediante el trasvasije del agua de mar a una botella seca y limpia, desde la cual se procedió a tomar la muestra para su análisis. Los datos anómalos de salinidad, respecto a lo esperado para la zona y profundidad, no fueron considerados en las tablas estadísticas finales. Estas muestras y sus salinidades se indican en la Tabla 6.

La comparación de los datos obtenidos por el crucero FIP 2005-61, con datos históricos en las distintas áreas de estudio, se realizó utilizando 51 estaciones extraídas de las bases de datos de los cruceros Langostino II de 1980, FIP-IT/ 93-06 y FIP 96-09, y del National Oceanographic Data Center (NODC), de Estados Unidos. En el caso de los cruceros Langostino II de 1980, FIP –IT/ 93-06 y FIP 96-09, su muestreo fue específico para tomar muestras y registros cercanos al fondo. En el caso de las estaciones del NODC, éstas se seleccionaron tomado en cuenta que tuviese información a una profundidad menor o igual a 20 m del fondo.



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo obtenidas entre el 28 de julio de 2006 y el 3 de marzo de 2007. Zona 1: 29° 19,5' a 29° 33,8'S, zona 2: 31° 56,9' a 32° 04,8', zona 3: 33° 11,4' a 33° 22,5'S, zona 4: 34° 26,8' a 34° 40,4'S, zona 5: 35° 00' a 35° 19'S, zona 6: 36° 21,2' a 36° 29,5'S, zona 7: 37° 44,5' a 37° 57,5'S, zona 8: 38° 37,1' a 38° 53,4'S.

No fue posible usar alrededor de 828 estaciones de la base de datos del FIP debido a que estas no tenían información de la profundidad del fondo donde éstas fueron realizadas. Debido a ello no era posible estimar cuan cerca del fondo se tomó la muestra más profunda y por lo tanto si cumplían o no con el requisito de tener datos a profundidades menores o igual a 20 m del fondo. También hubo un grupo de estaciones cuyos datos de salinidad, que de acuerdo a las condiciones conocidas para la zona, no pasaron el control de calidad, por lo que tampoco fueron usadas.

Con los generados por este proyecto, se prepararon figuras de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto cercano al fondo. Con estos datos y los datos históricos rescatables, se prepararon tablas con

estadística básica de las mismas variables, para los intervalos de profundidad de 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 m para cada una de las zonas de interés.

### **Carbono orgánico total e Isótopos estables**

Para el análisis de materia orgánica total de los sedimentos, se utilizó el método de calcinación de Byers *et al* (1978). Los datos fueron expresados como porcentaje de la pérdida de peso por calcinación (% LOI). La escala utilizada para definir sus contenidos se tomó en función de un análisis comparativo de los trabajos realizados por Rudolph *et al.* 1984 (muestra total) y Muñoz *et al.* 2004 (muestras por micro estratos), a pesar de que la metodologías de análisis de las muestras fueron diferentes.

El contenido de carbono orgánico total (COT) y nitrógeno total (TN) fue determinado luego de acidificación con HCl 1 N para remover los carbonatos, usando un analizador elemental Eurovector (Milán, Italia). También se analizó los isótopos estables  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$

El  $\text{N}_2$  y  $\text{CO}_2$  resultante de la combustión fueron separados por cromatografía de gas e ingresados a un espectrómetro de masa Micromass (Manchester, UK) para la determinación de las razones  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  y  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . La precisión típica del análisis fue  $\pm 0.5\%$  para el  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\pm 0.2\%$  para el  $\delta^{13}\text{C}$ , donde  $\delta = 1000 \times (R_{\text{muestra}}/R_{\text{estándar}}) - 1\%$ , y  $R = ^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  o  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . El estándar para  $\delta^{15}\text{N}$  es nitrógeno atmosférico y VPDB (*Belemnitella americana* de la formación Peedee Carolina del Sur) para  $\delta^{13}\text{C}$ .

### **Análisis granulométrico**

La metodología empleada para el estudio de los sedimentos marinos superficiales (granulometría) y contenido de materia orgánica fue la siguiente:

- Recolectadas las muestras, éstas fueron lavadas y secadas en una estufa a temperaturas entre los 50 a 60 °C.
- Posteriormente fueron cuarteadas y submuestras para el análisis granulométrico.
- Las submuestras correspondientes al análisis granulométrico, fueron tamizadas a intervalos de  $1/2 \phi$ , empleando para ello un agitador de tamices Tayler, modelo RX-24.
- Para el caso de las muestras que presentaron porcentajes de grava significativos, se emplearon tamices de mayor tamaño y en el caso en que predominaran los fangos y las arcillas se emplearon métodos de decantación de partículas.

En el estudio de la distribución granulométrica de los sedimentos, se empleó la denominación Wentworth (1922). Los parámetros correspondientes a diámetro medio y grado de selección o desviación

de cada muestra, fueron calculados de acuerdo a las metodologías descritas por Folk y Ward (1957). De acuerdo con lo anterior las siguientes son las simbologías empleadas en las figuras:

<b>Granulometría</b>		<b>Grado de Selección</b>	
<b>Tipo de Sedimento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Tipo de Selección</b>	<b>Simbología</b>
Arena Muy Gruesa	<b>A.M.F.</b>	Muy Bien Seleccionada	<b>M.B.S.</b>
Arena Gruesa	<b>A.G.</b>	Bien Seleccionada	<b>B.S.</b>
Arena Mediana	<b>A.M.</b>	Moderadamente Seleccionada	<b>M.S.</b>
Arena Fina	<b>A.F.</b>	Poco Seleccionada	<b>P.S.</b>
Arena Muy Fina	<b>A.M.F.</b>	Mal Seleccionada	<b>Mal S.</b>
Limo Grueso	<b>L.G.</b>		
Limo Mediano	<b>L.M.</b>		
		<b>Escala utilizada</b>	
		<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Designación</b>
		> 15	<b>ALTO</b>
		5 - 15	<b>MEDIO</b>
		< 5	<b>BAJO</b>

#### 3.4.4 Filmaciones submarinas

Se realizó un cambio en la disposición del sistema de filmación respecto a la propuesta original, lo que permitió una cobertura espacial sustancialmente mayor. La propuesta consideraba el descenso de sistema de filmación en un marco rígido de sustentación, enfocando el fondo marino. Para mejorar esto, se discutió la factibilidad de ubicar el sistema de filmación en la red de arrastre, específicamente en el cielo de la red, con un ángulo estimado de 45° respecto a la horizontal, enfocando directamente el fondo.

Se obtuvieron filmaciones exitosas en 30 estaciones de muestreo entre 106 y 461 m de profundidad, totalizando alrededor de 3,7 horas de grabaciones editadas, las que pueden ser reproducidas en formato DVD.

**3.5 Objetivo 4.- Definir y validar los conceptos de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos que deberán ser usados en el presente estudio, y**

**Objetivo 5.- Determinar la presencia/ausencia e índices de magnitud, con una georeferenciación de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos para las actividades extractivas que se desarrollan en la zona de estudio.**

Se presenta una metodología común para los objetivos 4 y 5 del proyecto debido a que su contexto está referido a conceptos que en general no se encuentran en el área de estudio, y la escasa información existente sugiere proporcionar los resultados en forma integrada para su comprensión.

El bentos, definido como el fondo marino y los organismos que lo habitan, constituye uno de los componentes más extensos de la biosfera. Por lo tanto, su estudio es de vital importancia para entender los cambios pasados, presentes y futuros en el sistema oceánico. La complejidad del ecosistema bentónico hace además que sea imposible su estudio como un todo.

Es así que, de acuerdo a sus características ecológicas, resulta útil dividirlo en zonas. Una de las subdivisiones más aceptadas del ambiente bentónico es aquella propuesta por Hedgpeth (1957), en ella se mencionan: i) la zona intermareal, comprendida entre los niveles máximos y mínimos de la marea, ii) la zona sublitoral o plataforma continental, ubicada entre el nivel inferior de la marea baja y el quiebre de la plataforma continental, iii) la zona batial o talud continental, hasta profundidades de 2000 a 4000 m, iv) la zona abisal, hacia los 6000 m y v) la zona hadal, extendiéndose hasta las mayores profundidades oceánicas, incluidas fosas y trincheras.

De todas estas zonas, por obvias razones, las más estudiadas son las dos primeras. De más está entrar en detalles acerca de la importancia de las zonas costeras, que albergan a la mayor parte de las zonas urbanas e industriales, así como de su ambiente bentónico adyacente, que provee gran parte de los recursos naturales y materias primas que la sociedad consume. Estas zonas cumplen además un rol crucial en los procesos biogeoquímicos del océano y del planeta en general (Nybakken, 2001).

Por otra parte, menos es lo que se conoce acerca del funcionamiento del otrora poco perturbado sistema bentónico de las zonas más profundas, el cual actualmente y en forma creciente está recibiendo una fuerte presión de explotación de sus recursos, tanto biológicos como geológicos (Gage y Tyler, 1991). Múltiples procesos pueden afectar los hábitats y ecosistemas marinos, alterando la estructura del fondo, afectando el carácter tridimensional del hábitat de las especies y cambiando la composición de las comunidades biológicas del área. Estas alteraciones, que pueden ser de origen antropogénico (eg. pesca, prospecciones mineras) o naturales (eg. fenómenos climáticos), implican a su vez cambios en las tramas tróficas y en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes (Gage y Tyler, 1991). Es entonces imperioso el estudio de las características de los fondos marinos, su relación con los principales recursos

asociados y sus características bióticas y abióticas, de tal forma de generar los antecedentes necesarios para poder implementar pautas de manejo sustentables a largo plazo.

Últimamente, algunos tipos de hábitats marinos han cobrado especial importancia en el ámbito de la conservación. La mayoría constituyen ambientes cuyo rol en el ecosistema oceánico puede ser clave, sin embargo por la profundidad e inaccesibilidad a la cuál se encuentran, estos recién esta comenzando a ser investigados. En este sentido, toma relevancia crear un consenso en la definición de algunos conceptos relevantes, los cuales deberían ser ampliamente comprendidos a favor de futuras decisiones e iniciativas técnicas, políticas y administrativas. Estos conceptos corresponden a:

- i) arrecifes de coral
- ii) montes submarinos
- iii) fuentes hidrotermales
- iv) afloramientos de metano
- v) fondos fosfóricos

La determinación de presencia/ausencia e índices de magnitud se basa en la existencia de éstos en el área de estudio y del estado del conocimiento en la materia. En algunos se descarta *a priori* su existencia, así como en otros el estado del conocimiento es extremadamente bajo. Ahora bien, en los casos que corresponde, se indica la presencia y su georreferenciación.

### **3.6 Objetivo 6.- Identificar y caracterizar los ensambles ecológicos geográficamente distribuidos en la zona de estudio y la(s) característica(s) del hábitat al cual están asociados.**

#### **3.6.1 En terreno**

##### **Cruceros de investigación**

El diseño de muestreo, ideado para extraer muestras bióticas y abióticas que permitieron identificar los ensambles ecológicos geográficamente distribuidos entre la III y X región de Chile y las características del hábitat a la(s) cual(es) dichos ensambles se asocian, estuvo incluido dentro de un escenario que contempló:

- (i) la distribución latitudinal y batimétrica abarcada por cada una de las siguientes especies: langostino colorado (Arana *et al.*, 1994; Roa *et al.*, 1997; Barbieri *et al.*, 2001; Bahamonde *et al.*, 2000, 2002), langostino amarillo (Pavéz *et al.*, 1994; Roa *et al.*, 1998; Arredondo & Arana, 1995; Acuña *et al.*, 1998; Bahamonde *et al.*, 2002), camarón nylon (Acuña *et al.*, 2000, 2002; Arana *et al.*, 2003a, 2003b) y merluza común (Martínez, 1976; Palma *et al.*, 1998).
- (ii) la distribución geográfica abarcada por cada unidad de pesquería (Sernapesca 2006) para cada recurso objetivo (merluza común, langostino amarillo, langostino colorado y camarón nylon) entre la III y X región.
- (iii) la distribución espacial de las zonas de caladero utilizadas por las flotas arrastreras industriales (bitácoras de pesca de las naves) para extraer a cada recurso objetivo (langostino amarillo, langostino colorado y camarón nylon) entre la III y X región.

Basado en las características biológico-ecológicas (distribución latitudinal y batimétrica de las especies objetivo de cada pesquería) y pesqueras (distribución geográfica abarcada por cada unidad de pesquería, distribución espacial de las zonas de caladero), presentadas y detalladas anteriormente, se establecieron las zonas de muestreo y los rangos batimétricos considerados en el presente proyecto (Tabla 7).

**Tabla 7.** Posición geográfica (latitud, longitud) de las zonas de muestreo y rangos batimétricos contemplados durante la ejecución de los cruceros de investigación del proyecto FIP 2005-61, basado en las características biológico-ecológicas y pesqueras de merluza común, langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon.

Zona	Latitud (S)		Longitud (W)		Estrato	Rango batimétrico (m)
	Inicio	Final	Inicio	Final		
1	29,22	29,37	71,24	71,38	1	100-200
2	31,57	32,05	71,35	71,43		
3	33,11	33,24	71,48	71,54	2	200-300
4	34,27	34,62	72,09	72,15		
5	35,00	35,08	72,21	72,43	3	300-400
6	36,22	36,30	73,31	73,36		
7	37,46	37,56	73,45	74,00	4	400-500
8	38,38	38,51	73,47	74,03		

#### **Procedimiento general de muestreo a bordo de cruceros científicos**

El procedimiento general de muestreo a bordo de cruceros científicos incluyó las siguientes actividades en cada estación de muestreo:

1. Registros de fecha, latitud, longitud y profundidad del punto de muestreo.
2. Lance con CTD para obtener datos de salinidad, temperatura y oxígeno de la columna de agua. Los datos obtenidos en cada lance fueron almacenados para su posterior procesamiento en laboratorio.
3. Lance con red de arrastre para captura de especies pertenecientes a la fauna demersal, pelágica y bentónica. Se preservará al menos un ejemplar de cada especie (en formalina al 10%), para su posterior identificación taxonómica precisa en laboratorio. Los detalles de cómo se efectuó el muestreo de la captura con red de arrastre se especifican en el punto 2.1.3. *Procedimiento específico de muestreo a bordo para caracterizar la fauna capturada con red de arrastre*
4. Lance con rastra (tipo Agassiz de 1 m de apertura horizontal y 10x10 mm de luz de malla en el copo) para capturar especies pertenecientes a la megafauna bentónica. El tiempo de arrastre se estandarizó a 20 minutos de arrastre efectivo en cada punto, navegando a una velocidad de 2 nudos. Los ejemplares capturados fueron preservados en formalina al 10%, para su posterior identificación taxonómica en laboratorio.
5. Lance con draga (tipo Smith McIntyre) o boxcorer (tipo GoMex premunido de una caja de 30 x 30 cm) para la obtención de muestras de macrofauna y del sedimento asociado. Las muestras para macrofauna se tamizaron a bordo utilizando un cedazo de 0.03 mm. Los ejemplares capturados

fueron preservados en formalina al 10%, tamponada con tetraborato de sodio, para su posterior identificación taxonómica en laboratorio.

6. Filmaciones con cámara submarina (Sony TRV-17 con sistema de iluminación, alimentación y programación desarrollado por Mariscope) para lograr tomas subacuáticas buscando evidenciar: (1) presencia de organismos pelágicos, demersales y bentónicos en cada punto de muestreo, (2) tipo y composición de la fauna capturada por la red de arrastre, (3) tipo y composición del fondo en cada lance de pesca y (4) tipo de impacto generado por el trabajo de la red de arrastre durante su avance sobre el fondo marino. La ejecución de filmaciones submarinas dependió de tres factores evaluados *in situ* para cada lance: (1) la profundidad de muestreo, la cual no puede superar los 600 m ya que éste es el límite máximo de operación de la cámara submarina, (2) la autonomía diaria de la cámara submarina, ya que su batería presenta una autonomía de dos horas de filmación continua que debió ser distribuida a lo largo de los lances ejecutados durante cada día, y (3) las condiciones climáticas imperantes al momento del lance.

### **Procedimiento específico de muestreo a bordo de cruceros científicos**

El procedimiento específico de muestreo a bordo de cruceros científicos para caracterizar la fauna capturada con red de arrastre incluyó las siguientes actividades:

1. Registrar la latitud, longitud, hora y profundidad, al inicio y final de cada lance.
2. Separar una muestra de las especies capturadas por lance de pesca, asegurando la inclusión de todas las especies capturadas.
3. Contar o estimar el número total de individuos pertenecientes a las especies que aparezcan con mayor frecuencia en cada lance.
4. Registrar cada una de las especies que aparezca en la muestra, asignando un número de registro único por muestra y el nombre común de la especie.
5. Fotografiar uno o varios ejemplares por especie y preservar un ejemplar (en formalina al 10%) de cada especie para su posterior identificación taxonómica en laboratorio.

#### **3.6.2 En laboratorio: Procesamiento de muestras**

##### **Fauna bentónica**

El procesamiento de las muestras de fauna obtenidas con rastra, draga o boxcorer se realizó en laboratorio mediante el siguiente protocolo:

1. La macrofauna (muestras procedentes de draga o box-corer) fue separada del sedimento mediante un tamiz geológico de 500 µm. Para facilitar la visualización y clasificación, los individuos fueron separados en tallas pequeñas y medianas. Su identificación se realizó bajo lupa binocular (10-40 X) y con ayuda de microscopio en caso necesario.
2. De la megafauna (muestras procedentes de rastra) se trajo a laboratorio la totalidad de los ejemplares de las especies menos frecuentes. Se contó en terreno la totalidad de los ejemplares capturados de las especies más comunes y se trajo al laboratorio solo una muestra representativa para confirmar la identificación.
3. Identificación taxonómica de las especies capturadas asignando el nombre científico a cada especie. En este paso se utilizaron claves taxonómicas y literatura especializada para moluscos (Bohme 1990, 1996, Forcelli 2000), crustáceos (Retamal 1981, Boschi *et al.* 1992, Guzmán 1999), anélidos (McIntosh 1885, Wesenberg-Lund 1962, Hartmann 1964, 1967, Hartmann-Schröder 1962, 1965, Strelzov 1973, Blake 1996, Rozbaczylo & Quiroga 2000), cnidarios (Cairns, 2006; Branch & Williams, 1993; Wing & Barnard, 2004; Cairns *et al.*, 2005) todos los grupos en general (Andrade 1986, 1987, Quiroga *et al.* en prensa). Cuando fue necesario, se solicitó la colaboración de expertos tanto nacionales como internacionales para la identificación de ciertos taxa de la macro y megafauna.
4. Estimación de biomasa de la macrofauna para los distintos taxa identificados, se hizo en términos de peso húmedo y con una precisión de 0.1 mg.
5. Construcción de listas de especies y tablas de frecuencia por especie, utilizando la estimación de biomasa en los casos que esta información estuvo disponible.
6. Cuando fue posible, se destinaron muestras de ejemplares tipo para su depósito en la colección de Zoología del Museo Nacional de Historia Natural de Chile, la colección de Zoología de la Universidad Arturo Prat (Iquique), la sala de colecciones de la Universidad Austral de Chile (Valdivia) y la Colección de Zoología de la Universidad Católica del Norte (Coquimbo).

### **Fauna bento-demersal**

El procesamiento de las muestras obtenidas con red de arrastre se realizó en laboratorio mediante el siguiente protocolo:

1. Identificación taxonómica de las especies asignando el nombre científico correspondiente a cada especie que fuera identificada previamente, a bordo, bajo nombre común. En este paso se utilizaron claves taxonómicas para peces óseos, peces cartilaginosos y para invertebrados (tal como se realizó con las muestras provenientes de rastra, draga o box-corer). La identificación procedió hasta el nivel taxonomico más bajo posible.
2. Construcción de listas de especies bentónicas y bento-demersales identificadas taxonómicamente.

### **3.6.3 Análisis de datos**

#### **Comunidad bentónica (draga y rastra)**

Una vez identificadas y cuantificadas las especies bentónicas capturadas con draga y rastra durante los cruceros de investigación, se procedió a estudiar la estructura y composición de la comunidad bentónica. Esto con el fin de identificar y caracterizar los ensambles ecológicos geográficamente distribuidos en la zona de estudio y para evaluar las característica(s) del hábitat al (las) cual(es) están asociados. Debido a que las muestras de macrofauna no siempre fueron cuantitativas, para este grupo se construyó y analizó solo una matriz de presencia/ausencia de las distintas especies/taxa en cada zona y estación de muestreo. Para las muestras de arrastre se estimó además el área barrida por la rastra y las capturas se convirtieron a individuos por km<sup>2</sup>.

#### **Comunidad bento-demersal (red de arrastre)**

Una vez identificadas y cuantificadas las especies demersales y bentónicas capturadas con red de arrastre durante los cruceros de investigación, se procedió a estudiar la estructura y composición de la comunidad bento-demersal. La finalidad era identificar y caracterizar los ensambles ecológicos geográficamente distribuidos en el área de estudio y además, evaluar las característica(s) del hábitat al(las) cual(es) estaban asociados. Sin embargo, cabe señalar que debido a limitaciones de tiempo y espacio, sufridos durante los muestreos en cruceros de investigación, se cuantificó el número de individuos solamente de aquellas especies que aparecieron con mayor frecuencia en cada lance. Por lo tanto, no fue posible cuantificar a todas las especies capturadas por lance. Lo anterior promovió la confección de una matriz biológica basada en la presencia (1) o ausencia (0) de cada especie en cada lance para las ocho zonas de muestreo. Dicha matriz fue utilizada para realizar todos los análisis comunitarios que se describen a continuación.

Respecto al ordenamiento de bases de datos y generación de matrices, se subdividió a la matriz biológica general de cada tipo de comunidad en ocho submatrices, correspondientes a las ocho zonas de muestreo. En cada submatriz se eliminaron todas aquellas especies que estuvieron ausentes (0) de todos los lances en cada zona de muestreo. El procedimiento de ordenación de datos y generación de matrices fue aplicado a las bases de datos considerando por separado la comunidad bentónica (draga y rastra) y la bento-demersal (red de arrastre).

### 3.6.4 Composición comunitaria

#### ***Diversidad biológica: Comunidad bentónica***

Para cuantificar la biodiversidad específica de la megafauna se utilizó el índice de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i * \ln P_i)$$

donde S es el número de especies y  $P_i$  es la proporción de individuos de la i-ésima especie, dado por:

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

donde  $n_i$  es el número de individuos de la i-ésima especie y N es el número total de individuos en cada estación. La diversidad máxima ( $H_{\max} = \ln S$ ) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

#### ***Diversidad biológica: Comunidad bento-demersal***

La diversidad biológica de la comunidad bento-demersal fue estimada mediante el uso de siguientes índices/aproximaciones: (a) riqueza de especies (S); (b) frecuencia de ocurrencia de cada especie y (c) índice de Whittaker ( $\beta_w$ ).

**a) Riqueza de especies (S)** calculada por lance en cada zona de muestreo. S se define como el número de especies encontradas dentro de un número específico de individuos muestreados (Kempton, 1979). Se comparó, de forma exploratoria, la variación de la riqueza de especies entre zonas de muestreo,

considerando dos ejes: batimétrico y latitudinal, estableciendo dichas comparaciones por rangos de latitud (cada 1°, aproximadamente) y de profundidad (cada 100 m), respectivamente. A su vez, se comparó la variación de la riqueza de especies con respecto al tipo de fondo (blando, duro), considerando variaciones entre zonas de muestreo y estratos de profundidad.

**b) Frecuencia de ocurrencia (FO) de cada especie**, expresada en porcentaje y calculada a partir de la siguiente relación matemática:

$$FO = \left( \frac{FO_i}{T_{lances}} \right) \times 100$$

donde

$FO_i$  = frecuencia de ocurrencia de la especie  $i$  en el total de lances,

$T_{lances}$  = número total de lances

**c) Índice de Whittaker ( $\beta_w$ )** utilizado para explorar variaciones de la diversidad biológica a lo largo de dos ejes: (a) eje latitudinal: por estrato de profundidad en cada zona, y (b) eje batimétrico: grupos zonales ordenados por estrato de profundidad. Este método se basa en la presencia (1) o ausencia (0) de las especies a lo largo de un gradiente (Whittaker, 1960, cf. Magurran, 1988) y es uno de los mejores índices para establecer cambios espaciales en la diversidad biológica, basado en datos discretos. La expresión matemática del índice  $\beta_w$  es la siguiente:

$$\beta_w = S/\alpha - 1$$

donde  $S$  es el número total de especies registradas en todos los lances de cada estrato de profundidad, y  $\alpha$  es la riqueza media de especies o el número promedio de especies presentes por estrato de profundidad ( $\alpha$  se calcula a partir de todos los lances de cada estrato).

### 3.6.5 Dominancia/Equidad de especies

Para el presente estudio, no fue posible establecer la dominancia/equidad dentro la comunidad bento-demersal, es decir, se desconoce la magnitud de este segundo componente de la diversidad biológica. Esta parte deficitaria de la investigación se explica porque debieron usarse matrices biológicas construidas con datos de presencia/ausencia de las especies (datos binarios) incluidas en la comunidad bento-demersal. El uso de índices de dominancia implica contar con datos numéricos acerca del número de individuos (abundancia) de cada especie para aplicar los algoritmos que permiten cuantificar este componente segundo componente de la diversidad biológica (Magurran, 1988).

### 3.6.6 Estructura comunitaria: Comunidad bentónica y bento-demersal

Previo a la aplicación de los análisis multivariados utilizados para estimar la estructura comunitaria, se llevaron a cabo los siguientes cálculos:

- 1) Construir una matriz de similaridad global para toda el área de estudio, basada en la matriz biológica general de presencia/ausencia por especie en cada lance, por tipo de comunidad.
- 2) Construir matrices de similaridad, por zona de muestreo.

Para calcular las matrices de similaridad, en los pasos (1) y (2) se aplicó el coeficiente de 'Bray-Curtis para presencia/ausencia'. Se optó por este coeficiente porque establece una comparación de distancia entre pares de muestras (Legendre & Legendre, 1998). Debido a que en las matrices por zona existía un gran número de especies que ocurrían en muy baja frecuencia, se aplicó un filtro de exclusión de aquellas especies presentes una o dos veces en el total de las muestras, previo a la construcción de las matrices de disimilaridad por zona. En los casos en que se contó con valores de CPUA (e.g., megafauna colectada con rastra), la matriz de similaridad se construyó usando valores transformados mediante raíz cuarta para balancear los valores atípicos (especies raras y especies muy abundantes).

A continuación se aplicaron los siguientes pasos metodológicos para identificar los ensambles de especies al interior de cada tipo de comunidad (bentónica y bento-demersal):

- 1) Realizar una clasificación de las estaciones de muestreo de forma global y por zona de muestreo, considerando la matriz biológica. Para este fin se usaron métodos multivariados tales como análisis de agrupación (cluster aglomerativo jerárquico, CAJ) y de ordenación (escalamiento métrico no-dimensional, NMDS) (Clarke & Warwick, 1994). El CAJ usó el promedio grupal como modo de agrupación.
- 2) Con el fin de contrastar estadísticamente la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre zonas, exploradas previamente mediante los análisis de agrupación y ordenación, se aplicó el método no-paramétrico de permutación ANOSIM de dos vías y anidado dos factores: A (zonas de muestreo) y B (estratos de profundidad); siendo factor B incluido dentro del factor A. Este método entrega un coeficiente de similitud global (R) y un valor R para cada par de comparaciones entre muestras, todos con su respectivo valor de significancia. El valor de R varía entre -1 y +1. Para rechazar la hipótesis nula se consideró el nivel de significancia de 10%, siendo los valores de significancia iguales o menores al 10% indicadores de diferencias entre pares de muestras.
- 3) Para visualizar cuáles fueron las especies características de cada zona y a su vez, cuáles especies contribuyeron a las disimilitudes entre grupos de zonas, se utilizó el análisis SIMPER cruzado de dos vías, ponderando los mismos factores que los utilizados en el paso (2). Para determinar la disimilaridad entre pares de grupos de muestras se usó el coeficiente de Bray-Curtis.

### 3.6.7 Relaciones especie-ambiente

#### Comunidad bento-demersal

La matriz abiótica se construyó con las siguientes variables físicas: salinidad, temperatura, profundidad, tamaño de grano, y químicas: oxígeno, materia orgánica (MO), carbono orgánico total (COT), relación C/N, nitrógeno total ( $N_T$ ),  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$ . Por su parte, la matriz biológica de la comunidad bento-demersal estaba integrada por la presencia/ausencia de cada especie en cada lance de toda el área de estudio.

En primer lugar se usó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para diagnosticar cuáles de las variables físicas y químicas explicaban mejor la varianza ocurrida al interior de las muestras abióticas tomadas durante los cruceros de investigación del presente proyecto.

A continuación, se utilizó el procedimiento BIOENV (Clarke & Ainsworth, 1993) con el fin de identificar el sub-grupo de variables abióticas (físicas, químicas) capaces de explicar los patrones comunitarios observados a lo largo del área de estudio. Dicha rutina estadística identifica, mediante comparaciones iterativas entre la matriz biológica de similitud y matrices de similitud construidas a partir de variables abióticas, cuál es el sub-grupo de variables abióticas que mejor se correlaciona en forma multivariada con la matriz biológica. Para construir la matriz de variables abióticas se utilizaron variables físicas (temperatura, salinidad, tamaño de grano) y químicas ( $N_T$ , COT, C/N, MO,  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$ , Oxígeno). Los datos de cada variable fueron transformados logarítmicamente y se utilizó la Distancia Euclidiana como medida de similitud (Clarke & Ainsworth, 1993). Se utilizó la correlación de Spearman ponderada ( $\rho_p$ ) para establecer correlaciones entre matrices y el nivel de significancia de  $\rho_p$  se calculó usando el procedimiento de permutación RELATE (Clarke & Warwick, 1994). Se utilizaron las estaciones que tenían datos para todas las variables abióticas (físicas, químicas) y aquellas especies que en total tuvieron una frecuencia de ocurrencia mayor a 2.

Los análisis de CAJ, NMDS, ANOSIM, SIMPER, ACP y BIOENV fueron establecidos mediante el uso del programa computacional PRIMER v6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research, Clarke & Gorley 2005).

Los análisis utilizados para evaluar la composición, estructura y las relaciones especie-ambiente de las comunidades bentónica y bento-demersal que habitan desde la III hasta la X región de Chile se presentan en la Tabla 8. Para obtener mayor detalles de los índices utilizados deberá consultarse a Magurran (1998), Clarke & Ainsworth, 1993, Clarke & Warwick, 1994, Legendre & Legendre, 1998, y Clarke *et al.* (2006).

**Tabla 8.** Índices o aproximaciones utilizados para evaluar la composición, estructura y las relaciones especie-ambiente de las comunidades bentónica y bento-demersal que habita desde la III hasta la X región de Chile.

Comunidades bajo estudio	Aspecto	Índice / Aproximación
Bentónica y Bento-demersal	Composición	- Riqueza de especies ( $S$ ) - Frecuencia de ocurrencia de especies ( $FO$ ) - *Índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) - **Índice de Shannon ( $H'$ )
	Estructura	- Análisis de agrupación (CAJ), entre zonas - Análisis de ordenación (NMDS), entre zonas - ANOSIM, entre zonas - SIMPER, especies tipificantes por zona y estratos de profundidad
	Relaciones especie-ambiente	- *ACP, para variables abióticas (físicas, químicas) - Método BIOENV, entre variables bióticas y abióticas

**Nota:** \*: índice utilizado para la comunidad bento-demersal, \*\*: índice utilizado para la comunidad bentónica

### 3.6.8 Cambios temporales en la composición y estructura comunitaria

#### Comunidad bento-demersal

Se realizó un análisis exploratorio en busca de establecer una comparación temporal respecto a posibles cambios de composición y estructura experimentados por la comunidad bento-demersal a lo largo de los años dentro del área de estudio. Las bases de datos consideradas para establecer los análisis exploratorios corresponden a proyectos FIP orientados a la evaluación (directa, indirecta) de merluza común, ejecutados entre 1993 y 2005 (Tabla 9). La idea primaria fue comparar la información de composición y estructura de la comunidad bento-demersal generada en el año 2006 (presente proyecto) con respecto a la información generada en años anteriores (1993-2005).

**Tabla 9.** Año de realización, número, tipo de evaluación y número de lances de los proyectos FIP realizados entre 1993 y 2005, orientados a la evaluación de merluza común.

AÑO	Nº PROYECTO	EVALUACIÓN	Nº LANCES
1993	93-03	Directa	167
1997	97-12	Hidroacústica	133
1999	99-04	Hidroacústica	137
2000	2000-04	Hidroacústica	126
2001	2001-18	Hidroacústica	126
2004	2004-09	Hidroacústica	138
2005	2005-05	Hidroacústica	138

Para cada una de las bases de datos de los proyectos FIP, realizados entre 1993 y 2005, se cuantificó el número de especies y se aplicaron los índices de Berger-Parker modificado ( $d'$ ) y de

Whitaker ( $\beta_w$ , por detalles ver sección: Composición comunitaria, Diversidad biológica), considerando variaciones en los ejes latitudinal y longitudinal, por año.

A continuación se detalla la información referida al índice de Berger-Parker y la modificación que se le introdujo para su aplicación con datos de CPUE (kg/hora de arrastre). El índice de diversidad de Berger-Parker ( $d$ ) representa una estimación que combina una medida de riqueza (número) de especies con una medida de dominancia o equidad de especies al interior de una comunidad (Magurran, 1988).

$$d = N_{max} / N$$

donde

$N_{max}$  es el número de individuos en las especies más dominantes, y

$N$  es el número total de individuos

Sin embargo, el índice  $d$  debió ser modificado dado que, en la mayoría de los casos, las bases de datos de los proyectos consultados no contaban con el número de individuos por especie ( $N$ ). Por lo tanto,  $N$  fue sustituido por la CPUE (kg/hora de arrastre) como indicador de la abundancia relativa por especie. Por lo tanto, surge el índice de Berger-Parker modificado ( $d'$ ), el cual tiene la siguiente expresión matemática:

$$d' = \sum \left( CPUE_{max} / CPUE \right)$$

donde

$CPUE_{max}$  es la CPUE en las especies más dominantes en cada lance, y

$CPUE$  es la CPUE total dentro de cada lance

### **3.7 Objetivo 7.- Establecer las relaciones predador presa de las especies que componen los ensamblajes ecológicos según su distribución geográfica.**

#### **3.7.1 Actividades de terreno**

##### **Cruceros de investigación: información base**

El procedimiento de muestreo a bordo de cruceros de investigación para obtener muestras de contenido estomacal de especies de peces incluyó las siguientes actividades:

- 1.- Registrar la latitud, longitud, hora y profundidad, al inicio y final de cada lance.
- 2.- Separar una muestra de las especies capturadas por lance de pesca.
- 3.- Contar o estimar el número total de individuos pertenecientes a las especies que aparezcan con mayor frecuencia en cada lance.
- 4.- Registrar cada una de las especies que aparezca en la muestra, asignando un número de registro único y el nombre común de la especie.
- 5.- Extraer y preservar (en formalina al 10%) estómagos de las especies que aparezcan en la muestra. (Sólo se extrajeron estómagos de aquellas especies de peces que presentan dieta carnívora u omnívora. No se extrajeron estómagos de especies con dieta herbívora, detritívora o sedimentívora).
- 6.- Rotular los estómagos con un registro único para cada caso, asignando el nombre de la especie a la cual se le extrajo el estómago, la fecha, el número de lance y la profundidad del lance.
- 7.- Fotografiar y/o preservar un ejemplar (en formalina al 10%) de cada especie muestreada para su posterior identificación taxonómica en laboratorio.

##### **Pesca comercial de arrastre: información complementaria**

Se realizó un muestreo sistemático para la toma de datos a partir de lances comerciales de la flota arrastrera industrial con esfuerzo dirigido a *M. gayi* y *H. reedi*, con el fin de complementar la información de contenidos estomacales obtenida a través de cruceros de investigación. Para ello, se dispuso del embarque de dos profesionales a bordo de dos naves industriales distintas (una merlucera y una camarонера), con puertos base en Coquimbo y Talcahuano/San Vicente, respectivamente. La flota langostinera no fue contemplada dentro de estos muestreos debido a la similitud en la composición de especies capturadas de forma incidental por las flotas merlucera (Lillo *et al.*, 2005) y langostinera (Acuña *et al.*, 2004). Los embarques en cada tipo de flota arrastrera industrial fueron planificados con una periodicidad bimensual. Esta estrategia permitió complementar y ampliar, tanto espacial como temporalmente, la información generada a partir de los cruceros de investigación ejecutados en el presente proyecto. El procedimiento de muestreo a bordo de naves arrastreras comerciales para obtener

muestras de contenido estomacal de especies de peces incluyó las mismas actividades que en caso de los cruceros de investigación.

### **3.7.2 Contenidos gástricos de la ictiofauna bento-demersal**

Los peces (predadores) capturados a través de lances con red de arrastre de fondo, tanto en los cruceros de investigación (información base) como en las flotas merlucera y camaronera (información complementaria), fueron identificados mediante claves taxonómicas de peces óseos (mismas claves citadas en Objetivo 6) y cartilagosos (mismas claves citadas en Objetivo 6). La identificación procedió hasta el nivel taxonómico más bajo posible en cada caso. Por su parte, los contenidos estomacales (presas) de los peces capturados con red de arrastre en los cruceros de investigación y en las flotas merlucera y camaronera fueron identificados mediante claves taxonómicas de peces óseos (De Buen, 1961; Pequeño, 1971; Wisner, 1974), peces cartilagosos (Kato *et al.*, 1967; Melendez & Meneses, 1989), moluscos (McLean & Andrade, 1982; ), crustáceos (Andrade & Baez, 1980; Manning, 1976, 1980; Retamal, 1969-1970, 1981), anélidos (Rozbaczylo, 1980, 1985) y otros de carácter sinóptico general (Zamora, 1991). La identificación procedió hasta el nivel taxonómico más bajo posible en cada caso.

### **3.7.3 Modelo ecotrófico multiespecífico-comunitario de Chile centro-sur**

El área estudio abarcó la plataforma y talud continental de Chile centro-sur, en un área delimitada latitudinalmente entre los 32°50'S y los 41°30'S y longitudinalmente desde la línea de costa hasta la isobata de los 500 m, incluyendo una superficie total aproximada de 67931 km<sup>2</sup>. La delimitación del área de estudio se realizó en base a las unidades de pesquería de los principales recursos pelágicos (sardina, anchoveta) y demersales (merluza común) de Chile centro-sur. Conjuntamente, se consideró que el área marítima ubicada entre la V y X regiones ha sido definida biogeográficamente como una macro unidad espacial, denominada "Área Intermedia" (Camus 2001), cuyas especies constituyentes son de origen subtropical y templado frío, con predominio de afinidad subantártica.

Ecopath está incluido en el programa computacional Ecopath con Ecosim (versión 5.0) (Walters *et al.* 1997). Ecopath crea una imagen estática e instantánea de balance de masa asumiendo un equilibrio entre los flujos de entrada (producción y acumulación de biomasa) y salida (consumo y exportaciones) de cada grupo funcional incluido en el modelo (Christensen *et al.* 2000). Ecopath parametriza modelos basados en dos ecuaciones principales. Una de ellas describe la producción y la otra el balance de masa de cada grupo (Christensen *et al.* 2000). La producción de cada grupo puede ser balanceada de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P_i = Y_i + M2_i \times B_i + E_i + BA_i + M0_i \times B_i \quad (\text{Ec.1})$$

donde  $P_i$  es la tasa de producción total de cada grupo (i);  $Y_i$  corresponde a las capturas de cada grupo en toneladas;  $M2_i$  es la tasa instantánea de depredación para el grupo (i);  $E_i$  es la tasa de migración neta (emigración – inmigración);  $BA_i$  es la tasa de acumulación de biomasa para el grupo (i);  $M0_i$  es otras mortalidades para el grupo (i);  $B_i$  es la biomasa del grupo (i).

De los términos de la ecuación 1,  $M2_i$  se calcula como:

$$M2_i = \sum_{j=1}^n Q_j \times DC_{ji} / B_i \quad (\text{Ec. 2})$$

donde la sumatoria es sobre todos los  $n$  predadores que sea alimentan sobre el grupo presa (i);  $Q_j$  es la tasa de consumo del predador (j) y  $DC_{ji}$  es la fracción del consumo del predador (j) que esta constituido por la presa (i). Una importante implicancia de la ecuación anterior (Ec. 2) es que si la mortalidad por depredación para una presa es conocida la ecuación puede ser utilizada para estimar las tasas de consumo de uno o más predadores (Christensen y Walters, 2004). De la ecuación 1,  $M0_i$  corresponde a la parte de la mortalidad total del grupo i, que no es causada por depredación o por exportaciones y se calcula como:

$$M0_i = (1 - EE_i) * P/B_i \quad (\text{Ec.3})$$

donde  $P/B_i$  es la razón producción biomasa y se estima a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{P_i}{B_i} = \frac{Y_i + E_i + BA_i + \sum_j Q_j \cdot DC_{ji}}{B_i \cdot EE_i} \quad (\text{Ec.4})$$

Esta expresión puede ser resuelta si capturas ( $Y_i$ ); biomasas ( $B_i$ ) y la eficiencia ecotrófica ( $EE_i$ ) son conocidas. El término  $EE_i$  se entiende como la fracción de la producción total de cada grupo, que es usada en el sistema. Se estima a partir de:

$$EE_i = \frac{Y_i + M2_i \times B_i + E_i + BA_i}{P_i} \quad (\text{Ec.5})$$

los términos de esta ecuación han sido ya descritos anteriormente en la ecuación 1. El balance de energía de cada grupo esta dado por:

$$Q=P+R+U \quad (\text{Ec. 6})$$

donde  $Q$  es el consumo que corresponde al consumo de presas tanto dentro del sistema como de presas halóctonas (importaciones);  $P$  es producción, la que debe ser consumida por predadores, ser exportada desde el sistema o ser una contribución al detrito;  $R$  es respiración;  $U$  es alimento no asimilado por los predadores. En Ecopath los parámetros de entrada mínimos requeridos de ser ingresados para cada grupo funcional incluido en el modelo son:

**Biomasa (B):** es la masa total de cada grupo viviente. En Ecopath se ingresa como densidad y se expresa en  $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$ .  $B$  se calcula a partir de métodos de evaluación de stock tradicionales. En su defecto  $B$  puede ser estimada por Ecopath para un grupo  $i$  el cual tiene otros grupos predadores además de si mismo, con la siguiente expresión:

$$B_i = \frac{Y_i + E_i + BA_i + PartM2_i}{\frac{P_i}{B_i} \times EE_i - \frac{Q_i}{B_i} \times DC_{ii}} \quad (\text{Ec. 7})$$

donde  $PartM2_i$  es la mortalidad por depredación excluyendo el canibalismo;  $DC_{ii}$  es la fracción de la dieta del grupo  $i$  que es aportada por si mismo.

**Producción (P):** corresponde a la elaboración de tejido de una especie o grupo funcional en un período de tiempo considerado y se expresa en  $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$ . En Ecopath se incorpora como la razón producción / biomasa ( $P/B$ ) y se expresa en  $\text{año}^{-1}$ . Para la construcción de modelos de balance de masa se asume que ( $P/B$ ) es igual a la mortalidad total ( $Z$ ) para poblaciones en equilibrio con crecimiento distinto al exponencial y mortalidad descrita por una función exponencial simple (Allen, 1971)

**Consumo (Q):** es la ingestión de alimento de una especie o grupo funcional en un período de tiempo considerado, el cual es calculado por Ecopath como  $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$  (Christensen *et al.*, 2000). A Ecopath se ingresa como la razón del consumo sobre la biomasa ( $Q/B$ ) la que se expresa en  $\text{año}^{-1}$ .

**Composición de la dieta de los predadores (DC):** es la fracción con la que cada presa contribuye en peso, energía o volumen, a la totalidad de la dieta de un predador. Se obtiene a partir de análisis de contenido estomacal. En Ecopath  $DC$  se ingresa como fracción en peso.

**Eficiencia ecotrófica (EE):** es la fracción de la producción que es usada dentro del sistema, ya sea pasando a través de la cadena trófica (depredación) o como exportaciones (capturas).

**Capturas (Y):** extracción de biomasa de un grupo del sistema por pesca ( $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$ ).

De estos 4 parámetros mencionados (B, P/B, Q/B y EE), uno de ellos puede ser desconocido, siendo estimado por Ecopath mediante la solución de un grupo de ecuaciones lineales, donde existen tantas ecuaciones como grupos funcionales incluidos en el modelo, lo que asegura se cumpla la condición de balance de masa para cada grupo funcional (Christensen & Pauly, 1992; Christensen *et al.*, 2000; Christensen & Walters., 2004). El balance del modelo fue realizado siguiendo la rutina descrita por Christensen & Pauly (1992) y Christensen *et al.* (2000).

La modelación ecotrófica multiespecífica del ecosistema marino frente a Chile centro-sur se efectuó a través del módulo de análisis trófico de balance de masa de un ecosistema Ecopath (Christensen & Pauly 1992), asumiendo estado estable para el año 2005. El modelo multiespecífico estuvo integrado por 29 grupos funcionales incluyéndose los principales componentes tróficos que habitan la plataforma y talud continental (Tabla 10), los cuales fueron agrupados de acuerdo al criterio propuesto por Christensen *et al.* (2000).

### **Biomosas (B)**

La biomasa de merluza común ingresada al modelo correspondió a 600 mil ton anuales para Chile central (Gatica 2007). Para el caso de sardina común, anchoveta, langostino colorado y langostino amarillo las biomosas ingresadas al modelo fueron obtenidas a partir de metodologías de evaluación de stock directas e indirectas, año 2005. La biomasa de blanquillo se estableció en 0,045 ton, teniendo a la vista lo informado por Neira & Arancibia (2004) y Neira *et al.* (2004). Para el resto de los grupos funcionales las biomosas fueron calculadas por Ecopath.

### **Dietas (DC)**

La información de dietas disponible en literatura y utilizada en otros modelos ecotróficos (Neira *et al.* 2004, Neira & Arancibia 2004) fue complementada con la información de contenido estomacal generada en el presente proyecto a partir de muestreos bimensuales en flotas arrastreras industriales con puertos base en Coquimbo (camaronera) y Talcahuano/San Vicente (merlucera). Este fue el caso de congrios, lenguados, pejerrata, besugo, blanquillo y rayas. La composición de la dieta de jibia fue obtenida a partir de Zúñiga *et al.* (2007). Sin embargo, se realizó una modificación que correspondió a aumentar el aporte de merluza común de 11% a 15%, siguiendo la recomendación emitida durante el Taller de Difusión del Proyecto FIP 2005-38. Arancibia *et al.* (2007) proponen, en el Proyecto FIP 2005-38, usar muestras de jibia capturadas con poteras para analizar su contenido estomacal con el propósito de evitar sesgos cuando las muestras provienen de capturas de jibia obtenidas desde naves arrastreras merluceras y camaroneras industriales.

Tabla 10. Grupos tróficos incluidos en el modelo multiespecífico desarrollado para Chile centro-sur (32° 50'S - 41° 30' S), año 2005.

<b>Grupo trófico</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vernacular</b>
Cetáceos	<i>Orcinus orca</i>	orca
Cetáceos	<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	delfín chileno
Cetáceos	<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	tonina overa
Albacora	<i>Xipias gladius</i>	albacora
Tiburones pelágicos	<i>Prionace galuca</i>	tiburón azul
Tiburones pelágicos	<i>Isurus oxyrinchus</i>	tiburón mako
Lobos de mar	<i>Otaria flavescens</i>	león marino, lobo común
Lobos de mar	<i>Arctocephalus australis</i>	lobo fino
Aves marinas	<i>Spheniscus humboldtii</i>	pingüino de Humboldt
Aves marinas	<i>Larus dominicanus</i>	gaviota dominicana
Aves marinas	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	cormorán gris
Aves marinas	<i>Pelecanus thagus</i>	pelícano
Rayas	<i>Dipturus chilensis</i>	raya volantín
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	merluza común
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	merluza de cola
Congrios	<i>Genypterus chilensis</i>	congrío colorado
Congrios	<i>Genypterus maculatus</i>	congrío negro
Congrios	<i>Genypterus blacodes</i>	congrío dorado
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	besugo
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	blanquillo
Lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	lenguado ojos grandes
Pejerratas	<i>Coelorhynchus aconcagua</i>	pejerrata
Pejerratas	<i>Nezumia pulchella</i>	pejerrata azul
Jurel	<i>Trachurus symmetricus</i>	jurel chileno
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	caballa
Peces mesopelágicos	<i>Gonostomatidae</i>	gonostómidos
Peces mesopelágicos	<i>Phosichthyidae</i>	peces linterna
Peces mesopelágicos	<i>Myctophidae</i>	mictófidós
Sardina común	<i>Strangomera bentincki</i>	sardina común
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	anchoveta
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	jibia
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	langostino colorado
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	langostino amarillo
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	camarón nailon
Macrobentos	<i>Cancer porteri</i>	jaiba limón
Macrobentos	<i>Cancer edwardsii</i>	jaiba marmolada
Macrobentos	<i>Lophorochinia parabranchia</i>	jaiba mochilera
Mesozooplancton		copépodos
Plancton gelatinoso		gelatinosos
Macrozooplancton		eufáusidos
Fitoplancton		diatomeas, dinoflagelados
Detrito		detrito

## **Desembarques (Y)**

La información de desembarques ingresada al modelo fue obtenida a partir de las estadísticas oficiales del Servicio Nacional de Pesca ([www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)) para el año 2005. Se contó con registros anuales de desembarque para la mayoría de las especies que representan recursos pesqueros demersales y pelágicos. En el caso de jurel y caballa se desconoce las capturas que habrían ocurrido durante el 2005 en el área de estudio, por lo tanto, en el modelo se asumieron valores de desembarques (o capturas que habrían ocurrido en el área de estudio, exclusivamente) equivalentes a 5% de los desembarques de cada especie reportados en las estadísticas oficiales del Servicio Nacional de Pesca para las Regiones V a X.

## **Eficiencia Ecológica (EE)**

En el caso de albacora, tiburones, congrios, jaibas, caballa y jibia, los valores de EE para cada grupo son desconocidos pues no son reportados en literatura. Por lo tanto, la EE de cada grupo se fijó arbitrariamente y se asumió  $EE=0,999$ . Para langostino colorado se utilizó  $EE=0,964$ , que proviene del promedio de EE entre juveniles y adultos, según Neira & Arancibia (2004) y Neira et al. (2004). En todos los casos citados, al fijar la EE (entrada) el software estimará la biomasa mínima (salida) que habría habido en el sistema para dar cuenta de un modelo balanceado, esto es, donde las exportaciones igualen a las importaciones. Las fuentes de información y métodos de estimación de los parámetros de entrada para el modelo ecológico multiespecífico de Chile centro-sur, año 2005, se presentan en la Tabla 11.

## **Balance del modelo ecológico de Chile centro-sur**

El balance del modelo se verificó basándose en restricciones fisiológicas necesarias para que se cumpla el balance de masa, tomando en consideración los valores de EE y de la eficiencia neta de conversión de alimento (GE), donde  $0 < EE < 1$ ;  $0.05 < GE < 0.3$  (Christensen & Pauly, 1992). Para valores inconsistentes de EE o GE se debió explorar cambios en los datos de B, P/B o  $DC_{ij}$  (Christensen *et al.*, 2000).

## **Incorporando la incertidumbre al modelo**

En general, los parámetros de entrada utilizados en la construcción de los modelos Ecopath representan un valor promedio para el período de tiempo modelado, siendo modificados con el objeto de cumplir con las restricciones fisiológicas ( $EE < 1$ ;  $0.05 > GE > 0.3$ ) necesarias para lograr balance de masa, que permite obtener resultados o salidas del modelo. Estas salidas, corresponden sólo a una de muchas posibles representaciones de flujos tróficos del sistema modelado, o de otra manera, de cómo interactúan las especies que lo constituyen (Tabla 12). No obstante, en Ecopath se incorporó una aproximación estadística (Ecoranger) que permite, mediante la incorporación de la distribución de frecuencia (uniforme, triangular o normal), obtener una distribución de probabilidades de los parámetros de entrada, infiriendo valores aleatorios de las variables de entrada que entrega el modelo de mejor ajuste (el modelo con la menor suma de cuadrados residuales), cumpliendo así con las restricciones fisiológicas mencionadas

anteriormente y que son necesarias para el balance de masa. Posteriormente, se realizó un procedimiento de remuestreo (1000 iteraciones) con el uso de la rutina Monte-Carlo, en el cual una variable estadística calculada a partir de un grupo de datos es evaluada al ser comparada con la distribución obtenida al generar varios grupos de datos alternativos, utilizando funciones de máxima verosimilitud (Manly, 1997), con el objeto de seleccionar el modelo de mejor ajuste.

Tabla 11. Fuentes de información y métodos de estimación de los parámetros de entrada para el modelo ecotrófico desarrollado para la zona centro-sur (32° 50'S - 41° 30'S), año 2005.

Grupo	B (ton*km <sup>-2</sup> )	P/B (año <sup>-1</sup> )	Q/B (año <sup>-1</sup> )	EE	CD	Y (ton*km <sup>-2</sup> *año <sup>-1</sup> )
Cetáceos	EG	5	9	-	5	-
Albacora	-			PS	23	
Tiburones pelágicos	EG	1; 10; 7	10; 7	PS	10; 7	-
Lobo marino	EG	9	9; 7; 10	PS	5	-
Aves marinas	EG	4; 9	4; 9; 3	-	4; 11	-
Rayas	--			PS	1	
Merluza común	ES	ES	20; 14	-	1	12
Merluza de cola	EG					
Congrios	-	ES	2; 7; 8-	2; 7; 8	1	12
Besugo	-	EG; 4	10	PS	1	12
Blanquillo	-	EG; 4	10	PS	1;13	12
Lenguado ojos grandes	-	10	10	PS	1; 13	12
Pejerratas	-	2; 7; 10	23; 7	PS	1	12
Jurel	ES	ES	23; 14; 2; 10	-	2; 7; 10; 22	12
Caballa	-	ES	23; 10	PS	10; 7	-
Peces mesopelágicos	-	7;8	11;14	PS	7;8	-
Sardina común	ES	ES	2; 7; 8	-	2; 7; 8	12
Anchoveta	ES	ES	2; 7; 8	-	2; 7; 8	12
Jibia	-	11	16	PS	16	-
Langostino colorado	ES	ES	2; 7; 8	-	1	-
Langostino amarillo	ES	ES	2; 7; 8	-	1	12
Camarón nailon	ES	ES	7	-	1	12
Macrobentos	-	4	4	PS	1; 6	12
Plancton gelatinoso	-			PS		
Zooplancton	-	14; 18; 21	9; 2;8	-	19	-
Fitoplancton	-	EG	-	-	-	-
Detrito	-	-	-	-	-	-

Nomenclatura: EG: estimación gruesa PS: parámetro supuesto; ES: evaluación de stock; B: biomasa; P/B: razón producción/biomasa, igual a la mortalidad total (Z) bajo condiciones estado-estable (Allen, 1971) ; Q/B: Razón consumo/biomasa; CD: composición de la dieta; Y: capturas.

1= Contenido estomacal generado por el proyecto; 2= Neira *et al.* (2004); 3= Ortiz & Wolff (2002); 4 = Wolff (1994); 5= Pauly *et al.* (1998); 6= Soto (1996); 7 = Arancibia *et al.* (2002); 8= Neira & Arancibia (2004); 9= Jarre *et al.* (1989); 10= www.fishbase.org; 11= Jarre-Teichmann *et al.* (1998); 12= Anuario Estadístico de Pesca (2005); 13= Medina *et al.* (2004); 14= Moloney *et al.* (2005); 15= Arreguin-Sánchez (2000); 16= FIP 2005-38; 17= Ojeda & Jaksic (1979); 18= Escribano & McLaren (1999); 19= Hutchings *et al.* (1991); 20= FIP 2004-43; 21= Hewitson & Cruickshank (1993); 22= FIP 2005-11; 23= Arancibia *et al.*, 2006

Tabla 12. Incertidumbre asociada al origen de los parámetros de entrada al modelo del ecosistema marino de Chile centro-sur, año 2005.

Origen	Valor índice	Intervalo de confianza (+/-)
<b>1. Biomasa</b>		
Estimado por Ecopath	0.00	80
De otro modelo	0.00	80
Estimado juicio de experto	0.00	80
Método aproximado o indirecto	0.40	50
Muestreo local de baja precisión	0.70	30
Muestreo local de alta precisión	1.00	10
<b>2. P/B y 3. Q/B</b>		
Estimado por Ecopath	0.00	80
Estimado a juicio de experto	0.10	70
De otro modelo	0.20	60
Relación empírica	0.50	50
Muestreo baja precisión similar grupo, mismo sistema	0.6	40
Muestreo baja precisión mismo grupo mismo grupo y sistema	0.70	30
Muestreo alta precisión mismo grupo, similar sistema	0.8	20
Muestreo alta precisión mismo grupo y sistema	1.00	10
<b>4. Dieta</b>		
Conocimiento general de un grupo/especie relacionado	0.00	80
De otro modelo	0.00	80
Conocimiento general para el mismo grupo/especie	0.20	60
Estudio de dieta cualitativo	0.50	50
Estudio cuantitativo de dieta pero limitado	0.70	30
Estudio cuantitativo detallado de dieta	1.00	10
<b>5. Capturas</b>		
Estimado a juicio de experto	0.10	70
Desde otro modelo Ecopath	0.10	70
Estadísticas FAO	0.20	80
Estadísticas nacionales	0.50	50
Estudio local de baja precisión	0.70	30
Estudio local de alta precisión	1.00	10

## Nivel trófico

Se calculó el nivel trófico (NT) de cada grupo  $i$  presente en el modelo de acuerdo a Christensen & Pauly, (1992), donde  $NT = 1$  es por definición asignado a productores primarios y detrito. Para depredadores, NT fue estimado como  $1 +$  (el promedio ponderado de NT de las presas en el contenido estomacal del depredador).

En Ecopath la pesquería es considerada como un predador más del sistema. Consecuentemente el NT de la pesquería se calculó como:

$$NT_p = \sum_{ij} NT_i * \left( \frac{Y_i}{Y_t} \right) \quad (\text{Ec.8})$$

donde  $NT_p$  es el nivel trófico promedio de la pesquería;  $NT_i$  es el nivel trófico del grupo  $i$ ;  $Y_t$  es el desembarque total de todos los grupos.

## Sobreposición de nichos tróficos

Ecopath permite el cálculo de un índice de sobreposición de nichos, el cual se basa en el índice de sobreposición de Pianka (1973) que se deriva de los coeficientes de competencia de las ecuaciones de Lotka-Volterra (Christensen *et al.*, 2000). Este índice se calculó tanto para la sobreposición de presas como de depredadores, incluyendo dos grupos en cada comparación, siendo el índice escalado entre 1 y 0. Los valores cercanos a 1 indican que ( $j$ ) y ( $k$ ) tienen una completa sobreposición de presas y/o depredadores, mientras que valores cercanos a 0 indican que no comparten presas y/o depredadores. La sobreposición de presas entre los depredadores ( $j$ ) y ( $k$ ) se expresa matemáticamente como:

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_{ji} \cdot p_{ki})}{(\sum_{i=1}^n (p_{ji}^2 + p_{ki}^2)) / 2} \quad (\text{Ec.9})$$

donde  $P_{ji}$  y  $P_{ki}$  son las proporciones de la presa ( $i$ ) utilizadas por los depredadores ( $j$ ) y ( $k$ ).

Por su parte, la sobreposición de depredadores entre las presas ( $m$ ) y ( $n$ ) se expresa como:

$$F_{mn} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{mi} \cdot X_{ni})}{(\sum_{i=1}^n (x_{mi}^2 + x_{ni}^2)) / 2} \quad (\text{Ec.10})$$

donde  $Xm_i$  se interpreta como la fracción de la depredación total sobre la presa ( $m$ ) con la que contribuye el predador ( $l$ ). A su vez,  $Xn_i$  se interpreta como la fracción de la depredación total sobre la presa ( $n$ ) con la que contribuye el predador ( $l$ ) (Christensen *et al.*, 2000).

### Impactos tróficos combinados

Se realizó un análisis de los impactos tróficos combinados (ITC) (Ulanowicz & Puccia, 1990) con el fin de describir en qué forma un grupo (incluida la pesquería) impacta directa o indirectamente a los demás grupos del sistema (Christensen *et al.*, 2000). El cálculo de este índice se realizó mediante la construcción de una matriz de  $n \times n$ , donde los elementos  $i, j$  representan las interacciones entre el grupo impactante  $i$ , y el grupo impactado  $j$ . Entonces:

$$\text{ITC} = \text{DC}_{i,j} - \text{FC}_{j,i} \quad (\text{Ec.11})$$

donde:  $\text{DC}_{i,j}$  es la composición de la dieta en términos de cuánto  $j$  contribuye a la dieta de  $i$ ;  $\text{FC}_{j,i}$  corresponde al impacto negativo que un predador  $i$  tiene sobre su presa  $j$  y se expresa como la fracción de la depredación causada por el predador  $i$  en el total de la depredación sobre la presa  $j$ . La pesquería es incluida como un predador más, cuya composición de la dieta corresponde a la cantidad con la que cada especie contribuye en los desembarques (Christensen & Walters 2004).

### **3.8. Objetivo 8.- Recomendar qué nuevos estudios se podrían ejecutar en esta misma línea de investigación.**

En la actualidad innumerables políticas y decisiones, independientes y gubernamentales, han buscado cohesionar y cultivar en armonía la teoría del desarrollo productivo con manejo sustentable de recursos, en este caso sobre el ambiente marino. Sin embargo, ya se habla de manejo integrado de ecosistemas y de políticas aplicadas al uso y beneficio del borde costero, que no tienen otro objetivo que el de gestionar la labor que realizan las empresas que producen y contaminan, con las de aquellas que investigan y monitorean los daños e impactos que las primeras ocasionan, todo dentro de un marco regulatorio y fiscalizador por parte de un tercero.

Surge entonces una nueva tarea, ya no sólo de evitar el daño sino de evaluarlo en cuanto a su grado y proyección futura en cuanto se detecta y conoce. Diversos modelos se han generado para predecir ciertos impactos, sin embargo aún son insuficientes y suelen presentar diferencias respecto a valores referenciales, por lo cual nace la necesidad de emplear indicadores que permitan monitorear, alimentar, validar o predecir los modelos, con su sola presencia o ausencia, aumento o disminución o de acuerdo a la manifestación cabal de su conducta o de alguno de sus atributos ecológicos, que determinadas condiciones de orden oceanográfico, climático, ambiental (físico-químico), biológico (orgánico) o de causa e influencia antrópica, están imperando o registrándose en un sistema dado.

Es por esto que para el cumplimiento de este objetivo en términos metodológicos es necesario considerar que gran parte de la definición de una línea de investigación o estudios que debieran considerarse a ejecutar, se genera a partir del análisis integral de la información, en el cual sea posible incorporar la visión de los distintos grupos de trabajos en términos de las características físico-químicas del sedimento, la macro fauna, los ensamblajes ecológicos, la relación predador-presa, la actividad pesquera, entre otros, en los cuales es posible en conjunto con los descriptores generados, inferir qué línea de proyecto debe potenciarse para obtener una mayor precisión, y además cuáles indicadores tienen validez de comparación en el tiempo, de manera de observar un cuadro de evolución temporal.

Por otra parte, durante el análisis se descubren nuevas deficiencias de información y nace entonces la necesidad de incorporar otros estudios complementarios que sin duda pueden ser esenciales para una mejor comprensión desde un punto de vista ecológico, y que pueden no haber sido abordados en los objetivos de la presente investigación. En este sentido, algunas ideas preliminares se plantean en el Taller de Difusión y Discusión de Resultados.

## 4 RESULTADOS

**4.1 Objetivo 1. Recopilar antecedentes sobre el conocimiento existente sobre los fondos marinos en la zona de estudio y sus principales características físicas, bióticas y abióticas.**

### 4.1.1 Aspectos abióticos

#### Oceanográfica física y química

##### *Obtención de información oceanográfica*

Las estaciones oceanográficas seleccionadas fueron recolectadas de tres fuentes principales:

- Estaciones oceanográficas obtenidas desde las bases de datos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP),
- Estaciones oceanográficas obtenidas desde reportes de datos impresos, proporcionados por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y
- Estaciones almacenadas en el World Ocean Database (2005) del National Oceanographic Data Center EEUU (NODC).

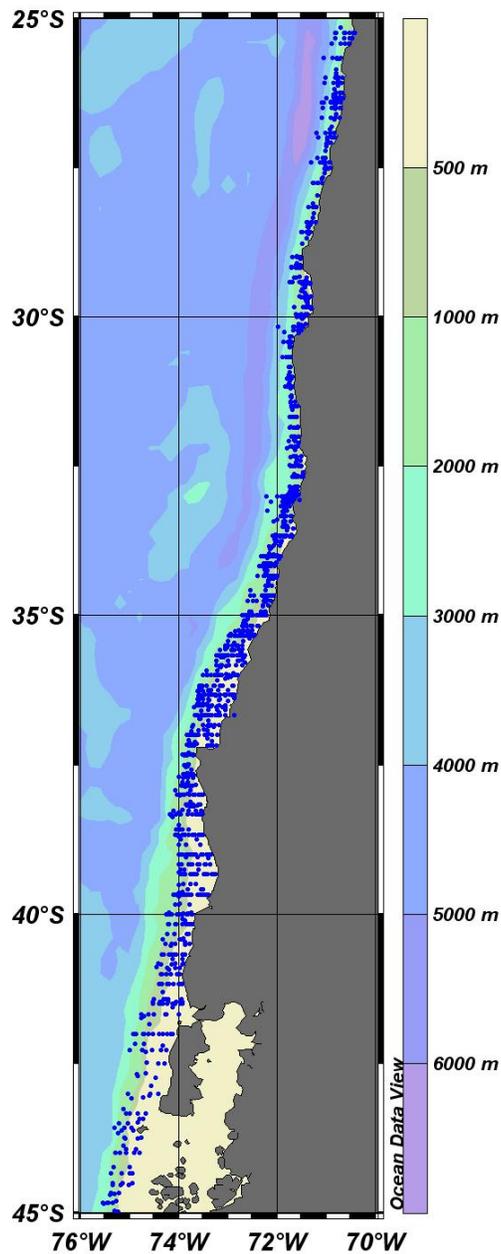
##### *Selección de la información*

Para preparar la base de datos a utilizar en el proyecto, se efectuó la revisión de 90 cruceros oceanográficos realizados en la zona de estudio. De estos cruceros, cinco, pertenecientes a las bases de datos del FIP, fueron desechados debido a problemas de ingreso de información en los archivos y/o errores evidentes en los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. El ordenamiento y revisión de los 85 cruceros restantes (Tabla 13), permitió contabilizar 2.439 estaciones oceanográficas en el área comprendida entre la III y X regiones, y frente a la costa desde los 50 hasta los 800 m de profundidad (Fig. 2).

##### *Ordenamiento de la información*

El ordenamiento de la información se realizó utilizando el software científico de distribución gratuita Ocean Data View (ODV), del Alfred Wegener Institute (AWI), el que además de permitir la visualización de la posición geográfica de las estaciones, permitió tener una estimación de la batimetría de la zona. Este paso fue fundamental en el proceso de selección de estaciones, ya que aproximadamente el 40% de ellas no posee información sobre la profundidad del fondo. La base de datos

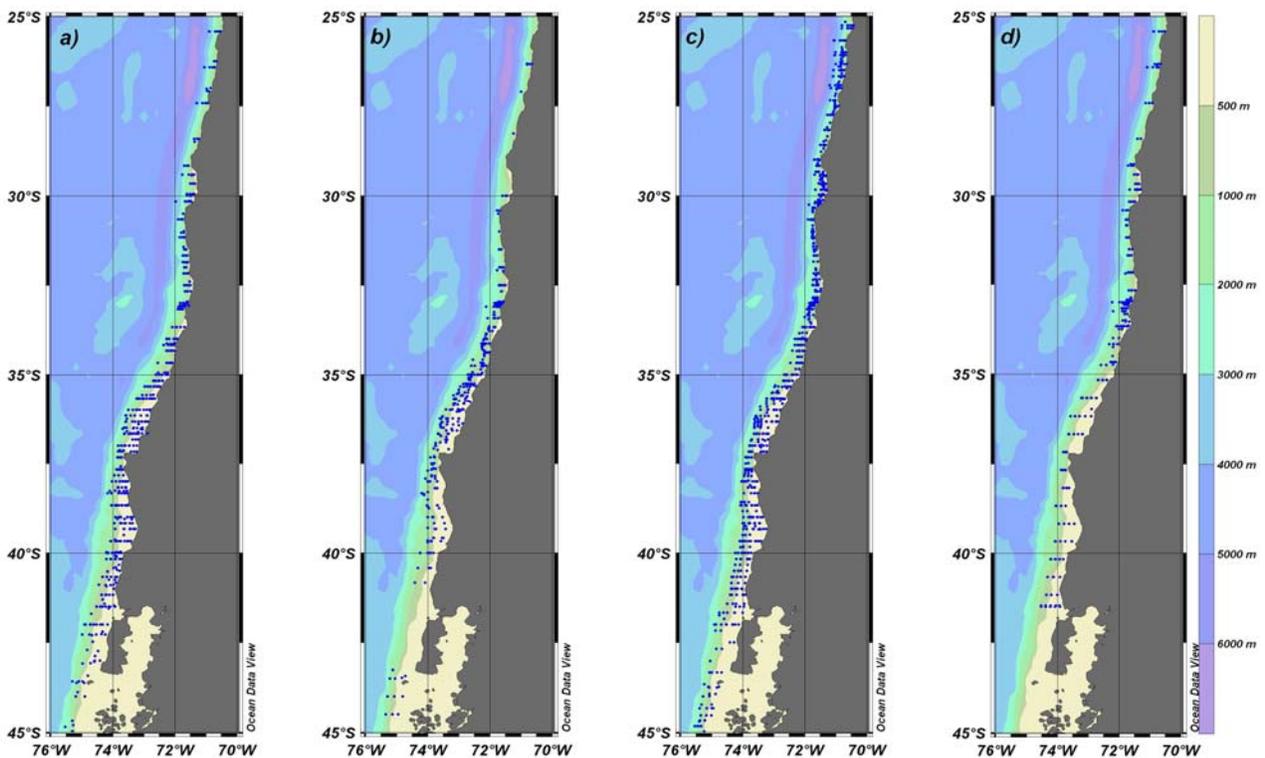
batimétrica utilizada para la confección de mapas con la posición de las estaciones seleccionadas, fue ETOPO\_5, con una resolución de  $0,2^\circ \times 0,2^\circ$ .



**Figura 2.** Número total de estaciones seleccionadas para el área de estudio. Se presentan 1493 estaciones obtenidas de las bases de datos del FIP y 946 estaciones obtenidas desde el NODC.

En una primera instancia, se procedió a ordenar las estaciones sobre la base de los meses en que se efectuó el muestreo. Ello permitió concluir la existencia de un bajo número de estaciones por mes, lo que hace inconveniente separar las estaciones oceanográficas en períodos mensuales. Por otra parte,

las estaciones se suelen concentrar en áreas particulares, de acuerdo a los objetivos de los cruceros, lo que hace difícil tener una visión promedio mensual representativa para una determinada zona. Debido a lo anterior, se procedió a agrupar las estaciones oceanográficas por estaciones climáticas, obteniéndose 571, 409, 991 y 468 estaciones para los periodos de verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente (Fig. 3). En otoño y verano, el número de estaciones es bajo y su distribución espacial es sesgada, por lo que se estima que para estos periodos, el análisis de las condiciones oceanográficas en las regiones III y X deberá ser analizada con una metodología diferente, que considere la disponibilidad de un menor número de estaciones.



**Figura 3.** Estaciones seleccionadas para el área de estudio. a) verano, b) otoño, c) invierno, d) primavera.

### *Control de calidad preliminar*

La información recopilada y ordenada por estaciones climáticas, requiere de un control de calidad adicional al que le suele hacer el NODC a sus bases de datos. La información proveniente desde los archivos del FIP, también debe ser revisada, principalmente en lo que se refiere a la falta de datos de profundidad del fondo. Este control de calidad adicional debe de ser realizado previo al análisis de la información y podría generar una nueva disminución en el número de estaciones disponibles para este estudio.

**Tabla 13.** Listado de proyectos seleccionados dentro del área de estudio.

Código Proyecto	Longitud final: Longitud inicial (°W)	Latitud final: Latitud inicial (°S)	Fecha Inicio : Fecha Término (mm/dd/aaaa)	N° de estaciones zona de estudio
FIP_96-09	(75:71)	(38:25)	(05/25/1996:08/19/1996)	204
FIP_93-05	(74:73)	(36:34)	(10/07/1993:11/30/1993)	189
FIP_97-12	(74:71)	(41:29)	(08/02/1997:09/07/1997)	82
FIP_97-23	(72:71)	(34:32)	(09/24/1997:10/09/1997)	75
FIP_99-03	(75:72)	(40:33)	(05/15/2001:06/30/2001)	25
FIP_2000-03	(74:74)	(40:37)	(05/23/2000:05/31/2000)	15
FIP_2000-04	(75:72)	(41:29)	(07/14/2000:08/25/2000)	83
FIP_2001-13	(75:72)	(40:34)	(01/06/2002:01/30/2002)	84
FIP_2001-14	(75:72)	(40:34)	(08/22/2001:09/18/2001)	87
FIP_2001-18	(75:72)	(41:29)	(07/11/2001:08/18/2001)	87
FIP_2002-02	(75:72)	(40:32)	(03/06/2002:06/17/2002)	31
FIP_2002-03	(75:72)	(42:29)	(07/31/2002:09/07/2002)	93
FIP_2002-13	(75:72)	(41:34)	(01/06/2002:01/06/2002)	106
FIP_2003-02	(75:73)	(40:34)	(06/01/2003:06/13/2003)	20
FIP_2004-01	(71:70)	(32:25)	(08/22/2004:09/03/2004)	29
FIP_2004-06	(75:73)	(40:34)	(05/29/2004:06/15/2004)	21
FIP_2004-09	(75:72)	(42:29)	(07/03/2004:08/08/2004)	77
FIP_2005-05	(75:72)	(42:29)	(03/19/2005:08/15/2005)	185
WOD05_20000003	(75:72)	(42:29)	(02/21/1960:03/19/1960)	56
WOD05_20000011	(72:72)	(33:32)	(02/05/1968:12/14/1968)	93
WOD05_20000013	(72:72)	(33:28)	(03/22/1968:03/28/1968)	3
WOD05_20000014	(72:72)	(33:28)	(08/28/1972:09/08/1972)	4
WOD05_20000030	(72:71)	(33:26)	(07/16/1976:07/28/1976)	8
WOD05_20000880	(74:72)	(37:33)	(05/17/1959:06/02/1959)	39
WOD05_20000881	(72:71)	(31:26)	(12/10/1980:12/16/1980)	7
WOD05_20000882	(71:71)	(26:26)	(05/25/1981:05/26/1981)	3
WOD05_20000883	(71:71)	(26:26)	(04/14/1982:04/14/1982)	3
WOD05_20000884	(71:71)	(26:26)	(12/16/1982:12/16/1982)	3
WOD05_20000886	(72:72)	(32:32)	(01/22/1971:03/26/1971)	8
WOD05_20000887	(72:72)	(32:32)	(04/23/1971:06/22/1971)	7
WOD05_20000888	(72:72)	(32:32)	(07/14/1967:11/24/1967)	16
WOD05_20000889	(72:72)	(32:32)	(10/27/1970:12/22/1970)	9
WOD05_20000923	(71:71)	(27:27)	(07/26/1991:07/26/1991)	1
WOD05_20000924	(73:73)	(35:35)	(11/26/1991:11/26/1991)	1
WOD05_20000928	(76:75)	(44:41)	(07/06/1992:08/01/1992)	16
WOD05_20000936	(74:72)	(39:32)	(06/22/1993:07/15/1993)	28
WOD05_20000937	(75:72)	(41:31)	(07/26/1993:08/30/1993)	73
WOD05_20000938	(72:71)	(29:25)	(08/03/1993:08/16/1993)	25
WOD05_20000939	(72:72)	(29:28)	(09/10/1993:09/15/1993)	7
WOD05_20000940	(73:72)	(33:33)	(10/01/1993:10/03/1993)	12
WOD05_20000944	(74:72)	(39:32)	(07/16/1994:08/18/1994)	52
WOD05_20000945	(72:71)	(29:25)	(09/17/1994:10/01/1994)	44
WOD05_20000946	(76:75)	(44:43)	(08/24/1994:08/31/1994)	14
WOD05_20000947	(75:72)	(40:29)	(07/19/1995:08/19/1995)	61
WOD05_20000948	(72:71)	(30:25)	(08/31/1995:09/15/1995)	49
WOD05_20000951	(76:74)	(44:39)	(06/26/1996:07/10/1996)	26

WOD05_20000952	(76:75)	(44:43)	(09/07/1996:09/13/1996)	10
WOD05_20000974	(72:71)	(30:25)	(02/15/1987:02/21/1987)	23
WOD05_20000977	(72:72)	(30:30)	(05/11/1987:05/11/1987)	2
WOD05_20000979	(72:71)	(30:25)	(10/02/1987:10/09/1987)	19
WOD05_20000990	(71:71)	(27:25)	(03/11/1990:03/13/1990)	6
WOD05_20001036	(73:72)	(33:33)	(11/24/1999:11/24/1999)	2
WOD05_20001036	(72:72)	(33:33)	(11/24/1999:11/24/1999)	1
WOD05_20001039	(72:72)	(33:31)	(04/13/2000:04/17/2000)	5
WOD05_20001039	(72:72)	(32:31)	(04/13/2000:04/15/2000)	5
WOD05_20001040	(72:72)	(32:32)	(05/02/2000:05/02/2000)	1
WOD05_20001040	(72:72)	(33:33)	(05/04/2000:05/04/2000)	1
WOD05_20001041	(74:73)	(36:34)	(06/07/2000:06/11/2000)	9
WOD05_20001041	(74:73)	(36:34)	(06/06/2000:06/11/2000)	18
WOD05_20001042	(72:72)	(33:33)	(09/08/2000:09/08/2000)	1
WOD05_20001042	(72:72)	(33:33)	(09/06/2000:09/06/2000)	1
WOD05_20001043	(73:72)	(34:32)	(11/21/2000:11/30/2000)	8
WOD05_20001043	(73:72)	(34:33)	(11/23/2000:11/30/2000)	8
WOD05_20001044	(72:72)	(32:29)	(03/19/2001:03/29/2001)	8
WOD05_20001044	(72:72)	(32:29)	(03/19/2001:03/28/2001)	6
WOD05_20001045	(74:73)	(36:36)	(04/17/2001:04/19/2001)	12
WOD05_20001045	(74:74)	(36:36)	(04/18/2001:04/19/2001)	2
WOD05_20001046	(72:72)	(33:33)	(05/02/2001:05/02/2001)	1
WOD05_20001047	(72:72)	(32:30)	(06/05/2001:06/13/2001)	8
WOD05_20001047	(72:72)	(33:30)	(06/05/2001:06/15/2001)	9
WOD05_20001050	(72:72)	(33:33)	(12/17/2001:12/17/2001)	1
WOD05_20001050	(72:72)	(33:33)	(12/10/2001:12/10/2001)	1
WOD05_20001051	(72:72)	(32:32)	(06/17/2002:06/17/2002)	1
WOD05_20001051	(72:72)	(33:33)	(06/20/2002:06/20/2002)	1
WOD05_31000650	(74:72)	(36:33)	(01/29/1960:03/12/1960)	4
WOD05_31000660	(74:71)	(36:27)	(03/15/1960:03/22/1960)	8
WOD05_31001075	(74:71)	(37:25)	(08/05/1966:08/16/1966)	20
WOD05_31010151	(76:73)	(43:35)	(05/08/1967:05/15/1967)	2
WOD05_31010152	(72:72)	(28:28)	(06/04/1967:06/04/1967)	1
WOD05_31011797	(72:72)	(32:32)	(05/04/1992:05/04/1992)	1
WOD05_31011797	(72:72)	(32:32)	(05/04/1992:05/04/1992)	3
WOD05_74000041	(73:71)	(35:27)	(05/18/1931:06/05/1931)	6
WOD05_90000352	(76:72)	(44:29)	(01/11/1972:02/16/1972)	46
WOD05_90008350	(76:74)	(44:39)	(02/12/1973:04/02/1973)	16
WOD05_90009512	(72:72)	(32:32)	(10/10/1968:10/10/1968)	1

### *Composición de los fondos*

En la investigación propuesta y considerando la información disponible para el margen continental chileno, se determinó que la granulometría y los parámetros químicos como el contenido orgánico, en combinación con la morfología del fondo, entregan una visión general de los procesos predominantes, tanto en el transporte de material como de los procesos biogeoquímicos y biológicos, los cuales permiten situar los procesos bentopelágicos en el contexto ambiental. En la Tabla 6 se resume en forma sintética la información general analizada hasta el momento, disponible en publicaciones de corriente principal y algunos informes de proyectos previos en las zonas de interés de este estudio. En esta tabla se incluye la zona norte de Chile, fuera de los objetivos de este estudio a manera de establecer relaciones comparativas que ubican el área de este estudio en un contexto regional del Pacífico SE.

De esta forma, se observa que el margen continental chileno se puede dividir en al menos 3 zonas latitudinalmente; lo cual pudiera parecer obvio ya que esto se establece considerando la interacción de parámetros como la pluviosidad y caudales de ríos; sin embargo, la topografía costera y de fondo sumado al desarrollo de las comunidades biológicas, tanto de la columna de agua como en los sedimentos, determinan la composición de los fondos. Así, en el norte de Chile (zona fuera del área de interés de este estudio) la composición de los fondos es de material proveniente del desgaste del borde costero, en cambio a medida que avanzamos hacia el centro y el sur (27-42°S; zona de interés), donde los ríos y la pluviosidad aumentan, los sedimentos obtienen un mayor porcentaje de material proveniente de la Cordillera de los Andes y con mayor grado de intemperización. Sin embargo en la medida que se avanza a la zona desmembrada de la zona sur (Chiloé), la composición de los sedimentos dependerá del área de depositación, como cuencas, cercanía de fiordos, corrientes, etc. Así en zonas de mar abierto y más profundas, los fondos se componen principalmente de sedimentos hemipelágicos y dadas las fuertes corrientes se ha perdido el material fino en superficie (Lamy *et al.*, 1998b).

Lo anterior, no puede por si solo establecer la composición de los fondos; de la misma tabla se observa que en el norte, en las zonas más someras, los sedimentos contienen un importante componente orgánico (14-22%), estructurando sedimentos fangosos, probablemente debido a que los procesos biológicos predominan sobre los geológicos. Sin embargo, esto es facilitado por la topografía de fondo, en donde una angosta plataforma (10-15 km; Strub *et al.*, 1998), recibe una gran cantidad de producción biológica desde la columna de agua. Además, cabe destacar, que las zonas consideradas en la tabla son áreas en donde se concentran núcleos de alta producción primaria y secundaria que no son continuas y por lo tanto, entre las áreas señaladas se desconoce cual es la composición de los fondos, justamente por el escaso interés científico que estas zonas han tenido. Hacia la zona central (27-30°S) la plataforma continúa siendo angosta y los sedimentos presentan un mayor componente de arenas finas a muy finas. Estas zonas ofrecen algunas áreas de mayor producción biológica en donde la composición orgánica

aumenta (16%); sin embargo, la generalidad es que el porcentaje de materia orgánica esté entre <3 y ~5%, lo cual no es suficiente para generar sedimentos fangosos. Esto puede deberse además al mayor contenido de oxígeno en las aguas de fondo (~2 ml L<sup>-1</sup>) que facilitan la diagénesis de la materia orgánica, así el desgaste del borde costero parece ser un factor predominante en la formación de los fondos.

Más hacia el sur, la plataforma se ensancha hacia los 36°S (~ 65 km; Thornburg y Kulm, 1987a,b), en donde además el borde costero ofrece una serie de bahías de gran dimensión. Esto facilita la depositación de material fino proveniente tanto de los aportes fluviales como de la producción primaria de una importante zona de surgencia que se genera en esta área. Debe considerarse además que los aportes de ríos normalmente se asocian con cañones submarinos, siendo interesante destacar: el cañón San Antonio (33°S), el cañón del río Itata y del Bío-Bío (37°S), los cuales permiten canalizar el arrastre del material grueso hacia el talud (Hagen *et al.*, 1996; Pineda, 1999; Sobarzo *et al.*, 2001; Laursen y Normark, 2002). Por otro lado permiten dividir la plataforma en cuencas, estableciendo áreas que facilitan la depositación de material. Así en esta zona se generan sedimentos fangosos, con alto contenido de materia orgánica (16-18%), lo cual podría ser comparable a otras zonas de alta producción biológica como en el norte (14-22%) a pesar de las diferencias topográficas y de pluviosidad.

En este sentido, es importante analizar la distribución longitudinal, es decir, zona de plataforma, quiebre y talud. Así considerando el ancho de la plataforma en las diferentes latitudes, se observa que en la zona sur presenta una distribución de fondos blandos y fangosos que abarca un rango más amplio de profundidades, dejando los fondos expuestos a la zona de mínimo oxígeno que se desarrolla entre los 50 y ~450 m de profundidad a lo largo del margen continental del Pacífico SE (Blanco *et al.*, 2001). A medida que avanzamos hacia el centro y el norte, esta zona de bajo contenido de oxígeno es una estructura de la columna de agua que no toca los fondos, diferenciando los procesos biogeoquímicos que se desarrollen en estos sedimentos.

Así los sedimentos muestran una variación en sentido latitudinal y longitudinal que dependerá del ancho de la plataforma, morfología del fondo (presencia de cañones submarinos), del aporte continental, de la producción de la columna de agua, el contenido de oxígeno y de la fauna asociada a estos fondos. Otras variables consideradas en la Tabla 14, son relacionados con el contenido orgánico (COT: Carbón orgánico total,  $\delta^{13}\text{C}$ : Isótopos estables, Cl-a: Clorofila-a) que permiten establecer el origen y estado de degradación de la materia orgánica depositada. Así también, en la tabla se indican datos de CaCO<sub>3</sub> y SiO<sub>2</sub> (opal) que nos dan una idea de la composición de los fondos destacando la relevancia de los aportes biogénicos de los inorgánicos, como también de los procesos biogeoquímicos que facilitan la formación de rocas autígenicas (fosforíticas y carbonáticas).

**Tabla 14.** Antecedentes del área de estudio y zonas aledañas (MOT: Materia orgánica total, COT: Carbón orgánico total, OD fondo: oxígeno disuelto en las aguas de fondo, Densidad sup.= densidad en base a la porosidad en la superficie de los sedimentos).

Latitud	Localidad	Profundidad (m)	Granulometría	MOT (%)	$\delta^{13}\text{C}$	COT %	CaCO <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	OD fondo (ml L <sup>-1</sup> )	Densidad sup. (g cm <sup>-3</sup> )	Otros antecedentes	Referencias
22°S	sur de Iquique	111-517 891	fango 55-92%	15-22	-30 a -25 -25 a -20				0.24-0.97	0.4-0.5	50-98.8 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cl-a	7,11
18-22°S	Arica-Tocopilla	180-523						1.4			Restos orgánicos: escamas de peces y huesos	6,12
23°S	Mejillones	75				~10.3		25	0.15		Sedimentos color verde oliva y presencia de restos orgánicos	15,16
23°S	Antofagasta	142 295 518	arenas (>94%) fango (73.8%) arenas (94%) fango (5.5%)	14		4.8			0.02-0.05 0.06 0.90	1.2	4.8-7.8 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cl-a en todas las profundidades	11,12
27-28°S	Caldera al sur	100-500 400-500	> arenas fina-muy fina y < rocas y arenas gruesas	6.4-16.3 (<4.7) <sup>a</sup>				0.7-1.4				2,17
27-33°S	Caldera a Valparaíso zona profunda	>969 1947	5 phi, bien sorteado, distribución leptokurtica				4.3 - 20.6 16				Bajo contenido de Fe/Al, aporte de rocas plutónicas ácidas del borde costero	1,12
29-33°S	Norte de Coquimbo a Valparaíso	100-200 400-600 1498	arenas finas a muy finas <6.5 phi, limo arcillas	<3 a ~5				0.1-2.4	0.6-2 2.1		Alta intemperización rocas del borde costero, predominancia de illitas ricas en Al y cloritas en las zonas profundas	3,12,18
34-38°S	Pichilemu al sur	160-3100									huesos de ballena, escamas de peces	6
35-42°S	Constitución a Chiloé	>680					2.3 - 11.6				Alto contenido de Fe/Al indica alto aporte de rocas basálticas-andesíticas	1
36°S	Concepción	64 122-365 535	limo arcillas, arenas (<5%) y alto contenido de fango limo arcillas, arenas (27%)	18 13-18 (6 <sup>b</sup> )	-20 a -30 en todo rango de profundidades	12.06 1.13- 3.06 2.06			0.19 0.13-0.79 2.92	0.2-0.5 en todo rango de profundidades	10.3-35.7 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cl-a en zonas más someras 2.3-3.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ en zonas más profundas	7,8,9,10, 11,12, 13
41-42°S	Chiloé	160-480 852	58-45% arenas, resto fango limo arcillas			1.3-1.6 2.1-4.5		2.6 4.0 4.5	1.28-2.79		1.5-2.50 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cl-a color verde oliva	4,5,10, 11,12,14

<sup>a</sup> zonas de arena gruesa

<sup>b</sup> cerca de la desembocadura del río Itata a los 201 m

**Referencias:**

- |  |                               |                       |
|--|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Klump et al., 2000                    | 9. Niggemann & Schubert, 2006 | 17. Proyecto FIP97-25 |
| 2. Lamy et al., 1998a                    | 10. Palma et al., 2005        | 18. Proyecto FIP99-08 |
| 3. Lamy et al., 1999                     | 11. Quiroga et al., 2005      |                       |
| 4. Lamy et al., 2001                     | 12. Romero & Hebbeln, 2002    |                       |
| 5. Lamy et al., 2002                     | 13. Schubert et al., 2000     |                       |
| 6. Milessi et al., 2005 y ref. incluidas | 14. Silva & prego, 2002       |                       |
| 7. Muñoz et al., 2004                    | 15. Valdes et al., 1998       |                       |
| 8. Neira et al., 2001                    | 16. Valdés et al., 2003       |                       |

## Geología marina

### *Batimetría*

Los datos batimétricos colectados frente a las costas de Chile son de dos tipos, atendiendo al equipo utilizado para su adquisición: ecosonda monohaz o ecosonda multihaz.

#### Batimetría monohaz

Este tipo de datos se ha tomado históricamente por parte de:

- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA)
- Cruceros de investigación de buques extranjeros, preferentemente buques de EEUU, y ha sido compilado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
- Proyectos FIP de evaluaciones directas de merluza y crustáceos (1996-2005)
- Proyectos de investigación en recursos demersales realizados por la PUCV.
- Bitácoras de pesca (SERNAPESCA).

Los datos del SHOA son aquellos que aparecen vertidos en las cartas náuticas y, por lo tanto, la referencia asociada a estos datos corresponde a la o las carta(s) náutica(s) desde las cuales se extrajo el dato batimétrico. Cabe señalar que la solicitud de información al SHOA correspondió a la totalidad de la información disponible entre los 26° y 44° LS, asociada a múltiples cartas náuticas.

Los datos de la NOAA corresponden a la compilación efectuada por dicha entidad a partir de cruceros de investigación efectuados preferentemente por buques de EEUU en investigaciones realizadas exclusivamente frente a las costas de Chile, o en investigaciones que involucraron parcialmente el paso por aguas chilenas. La Tabla 15 corresponde a un listado de los cruceros y el año en que tuvo lugar, de los cuales se extrajo datos batimétricos. El código del crucero es que el utiliza la base de datos GEOphysical DAta System (GEODAS) de la NOAA.

La información obtenida de proyectos FIP corresponde a las posiciones de inicio y fin de los lances de arrastre y sus profundidades asociadas, representando una cantidad importante de información en la sección inferior de la plataforma y superior del talud. Se suma a lo anterior la información registrada en pescas de investigación ejecutadas por la PUCV sobre recursos demersales, en especial la información generada por Melo *et al.* (2003) que cuenta con transectas perpendiculares a la costa entre las latitudes 32° 30' y 43° 30' S, desde el límite del área de reserva para la pesca artesanal y el veril de 1000 m de profundidad (Tabla 16). La información de Bases de Datos del Servicio Nacional de Pesca

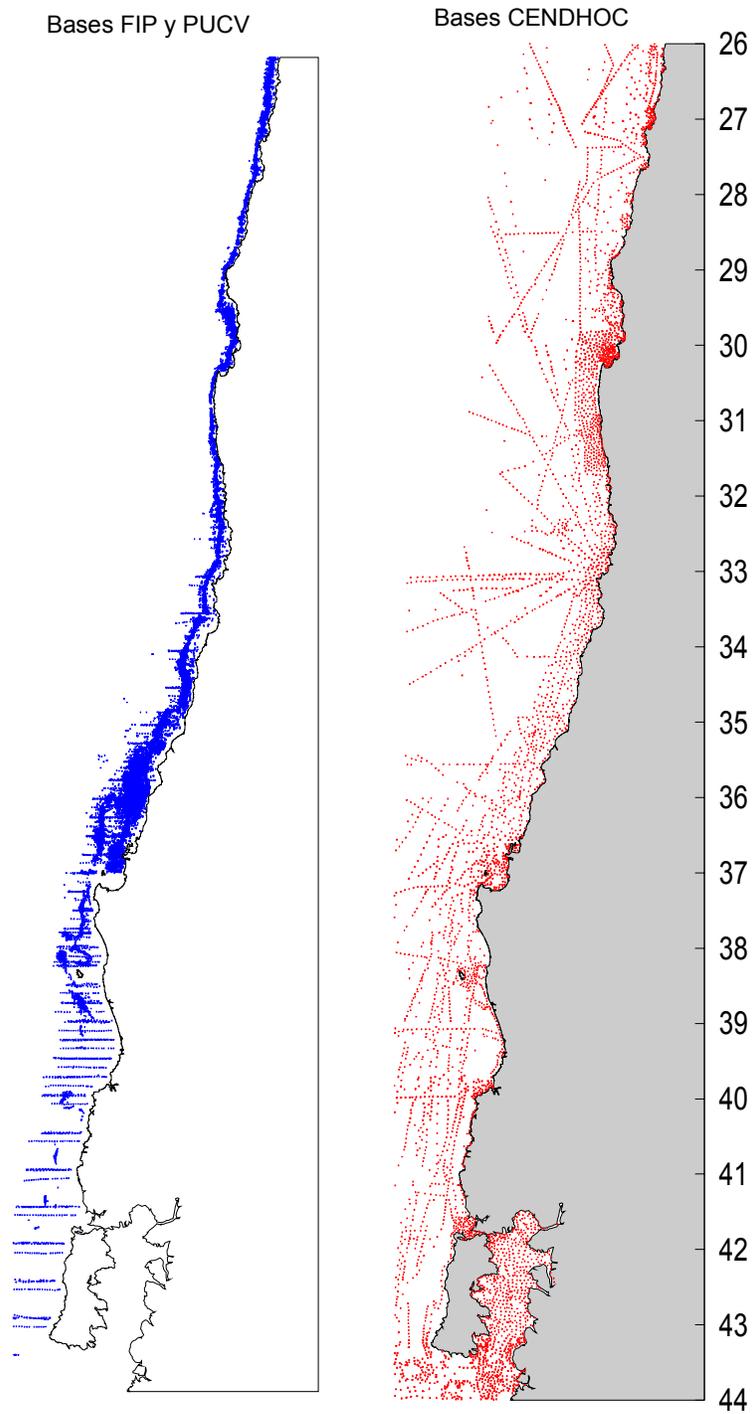
(Bitácoras de Pesca) fue descartada luego de un análisis preliminar que demostró su imprecisión, representando ser una fuente de incertidumbre que no aporta al presente estudio.

**Tabla 15.** Lista de cruceros y el año en que se efectuaron, de los cuales se tiene datos batimétricos para el presente estudio.

Año	Crucero								
1957	DNWB-BBD	1965	ELT20	1964	ELT13	1982	C2304	1991	ODP141JR
1957	DNWB-CBD	1965	ELT21	1964	ELT14	1982	C23B4	1992	19920034
1958	DNWB-DBD	1966	ELT22	1964	ELT15	1982	THA81	1992	19920035
1959	V1511	1966	ELT23	1965	C0904	1983	PROT02MV	1992	19920036
1960	V1609	1966	ELT24	1965	C0905	1984	MRTN06WT	1992	19920145
1960	V1610	1966	ELT25	1965	ELT17	1985	8502TR	1992	19920146
1961	V1705	1966	UM66-B	1965	ELT18	1985	8503	1992	AMLR92T
1961	V1706	1967	ELT28	1965	ELT19	1985	ANTIV3	1992	ODP142JR
1961	V1707	1957	DNWB-BBD	1965	ELT20	1986	ANTIV4	1992	RITS93A
1961	V1708	1957	DNWB-CBD	1965	ELT21	1986	D0186	1993	19930016
1961	V1709	1958	DNWB-DBD	1966	ELT22	1986	ICEX02MV	1993	19930021
1961	V1710	1959	V1511	1966	ELT23	1986	ICEX04MV	1993	19930022
1962	ELT03	1960	V1609	1966	ELT24	1986	ICEX05MV	1993	19930023
1962	ELT04	1960	V1610	1966	ELT25	1987	ANTVI3	1993	19930041
1962	ELT05	1961	V1705	1966	UM66-B	1987	CAV8788	1993	19930042
1962	ELT06	1961	V1706	1967	ELT28	1987	MW8709	1993	19930043
1962	V1805	1961	V1707	1975	C1804	1988	C2901	1993	19930061
1962	V1806	1961	V1708	1975	FDRK01MV	1988	C2902	1993	KN138L10
1962	V1807	1961	V1709	1975	FDRK02MV	1988	C2903	1993	KN138L12
1963	ELT07	1961	V1710	1975	FDRK03MV	1988	CD3588	1993	NBP93-1
1963	ELT08	1962	ELT03	1977	FD7701MV	1988	HYDR01MV	1994	19940042
1963	ELT09	1962	ELT04	1977	FD7702MV	1988	PD688L01	1994	19940043
1963	ELT10	1962	ELT05	1977	FD7703MV	1988	TF88-89	1994	19940045
1963	ELT11	1962	ELT06	1977	FD774DMV	1989	AMLR90T	1994	JCR10L02
1964	CARR01BD	1962	V1805	1978	C2107	1989	PD489L01	1994	WEST03MV
1964	CARR02BD	1962	V1806	1979	DSDP70GC	1989	PD989L01	1994	WEST04MV
1964	ELT12	1962	V1807	1979	INMD15MV	1989	TF89-90	1995	19950325
1964	ELT13	1963	ELT07	1980	A2107L06	1990	AMLR90	1995	19950348
1964	ELT14	1963	ELT08	1980	DSDP71GC	1991	19910013	1995	JCR10
1964	ELT15	1963	ELT09	1980	VLCN02MV	1991	19910031		
1965	C0904	1963	ELT10	1980	VLCN03MV	1991	19911032		
1965	C0905	1963	ELT11	1980	VLCN04MV	1991	EW9101		
1965	ELT17	1964	CARR01BD	1980	VLCN05MV	1991	EW9102		
1965	ELT18	1964	CARR02BD	1981	VLCN08MV	1991	EW9104		
1965	ELT19	1964	ELT12	1982	C2303	1991	EW9105		

**Tabla 16.** Fuentes de datos batimétricos obtenidos de proyectos FIP de evaluación directa de merluza y crustáceos (1996-2005), y de proyectos de investigación de recursos demersales ejecutados por la PUCV.

Fuente	Financiamiento	Area	Profundidad Mínima	Profundidad Máxima	Registros
FIP 96-23	Subpesca-FIP	34° - 37°S	49	477	324
FIP (s/id)	Subpesca-FIP	33° - 37°S	28	630	1.509
FIP 97-23	Subpesca-FIP	32° - 34°S	88	390	196
FIP 97-25	Subpesca-FIP	26° - 32°S	98	550	307
FIP 98-03	Subpesca-FIP	22° - 38°S	44	637	341
FIP 99-08	Subpesca-FIP	22° - 38°S	112	510	526
FIP 99-09	Subpesca-FIP	26° - 37°S	22	507	1.266
FIP 99-17	Subpesca-FIP	30° - 36°S	180	395	336
FIP 2000-05	Subpesca-FIP	23° - 37°S	71	614	1.584
FIP 2001-05	Subpesca-FIP	22° - 38°S	75	650	706
FIP 2001-06	Subpesca-FIP	21° - 37°S	88	514	1.364
FIP 2001-23	Subpesca-FIP	29° - 36°S	119	418	660
FIP 2002-05	Subpesca-FIP	23° - 37°S	50	603	2.340
FIP 2003-03	Subpesca-FIP	25° - 30°S	102	580	566
FIP 2003-05	Subpesca-FIP	23° - 37°S	147	550	986
FIP 2003-31	Subpesca-FIP	23° - 37°S	67	419	984
FIP 2004-10	Subpesca-FIP	23° - 37°S	118	572	1.268
FIP 2004-11	Subpesca-FIP	24° - 37°S	18	500	1.581
FIP 2004-46	Subpesca-FIP	27° - 36°S	143	516	402
FIP 2005-08	Subpesca-FIP	25° - 37°S	100	860	1.214
FIP 2005-09	Subpesca-FIP	24° - 37°S	80	524	1.614
Melo <i>et al.</i> (2002)	Privado	35° - 39°S	185	935	558
Melo <i>et al.</i> (2003)	Privado	32° - 44°S	17	2462	8.500
Melo <i>et al.</i> (2004)	Privado	35° - 40°S	46	631	323
Melo <i>et al.</i> (2005)	Privado	34° - 39°S	98	810	2.887



**Figura 4.** Distribución espacial de los registros batimétricos disponibles a partir de proyectos FIP, PUCV y CENDHOC.

## Batimetría multihaz

Este tipo de datos se ha tomado por parte de buques de investigación que han efectuado estudios frente a las costas de Chile, mayoritariamente con fines geológicos (Tabla 17).

**Tabla 17.** Listado de cruceros en que se efectuó batimetría multihaz y de los cuales se utilizan datos para el presente estudio.

Año	Crucero	Proyecto	Area	Profundidad Mínima	Profundidad Máxima	Referencias
1995	SO101	CONDOR	32° - 34°S	100	6294	Von Huene <i>et al.</i> , 1995
1995	SO103	CONDOR-1B	32° - 34°S	100	6294	Flueh <i>et al.</i> , 1995
1995	SO104	CINCA	21,9° - 24,3°S 32° - 34°S	151	8529	Hinz <i>et al.</i> 1998
1998	Melville	PANORAMA 3	12,5° - 30,8°S	129	8043	Zapata, 2001
2001- 2002	SO161	SPOC	28° - 34°S 36° - 40°S 40° - 44°S	40	7050	Reichert <i>et al.</i> , 2002; Wiedicke <i>et al.</i> 2002
2002	SO162	---	16° - 33°S	130	5300	Comunicación personal
2002	VG02	FONDEF D001104	32,6° - 42,3°S	4	4537	Sin documentación
2004	SO180	NN	29° - 32°S	1560	6500	Comunicación personal
2004- 2005	SO181	TIPTEQ	33° - 48°S	20	5100	Flueh <i>et al.</i> 2005
2006	VG06	FONDEF D0411111	32° - 37°S	30	3000	Greinert, 2006
2006	M67-1	---	33° - 37°S	100	5439	Weinrebe <i>et al.</i> 2006

## *Montes submarinos*

Kennett (1982) define un monte submarino como un volcán que se eleva más de 1000 m sobre el fondo oceánico, existiendo consenso en esta definición. En base a ello, no es posible la existencia de montes submarinos en los márgenes continentales, siendo imposible generar datos de este tipo para la zona de estudio<sup>5</sup> (Fig. 5).

## *Fuentes hidrotermales*

Al igual que en el caso de los montes submarinos, las fuentes hidrotermales no existen sobre el margen continental de Chile, siendo imposible obtener resultados exitosos para la zona de estudio.

<sup>5</sup> Mayores detalles se encuentran en los resultados del objetivo 4.



**Figura 5.** Ubicación de los mayores montes submarinos del mundo (<http://seamounts.sdsc.edu>).

#### *Afloramientos de metano*

La evidencia de afloramientos de metano con que se cuenta frente a las costas de Chile corresponde a organismos o restos de organismos de comunidades quimiosintéticas recolectados con rastra tipo Agassiz. Los sitios donde se ha encontrado estos vestigios han sido descritos por Sellanes *et al.* (2004), así como por Coffin *et al.* (2006), Houart & Sellanes (2006), Oliver & Sellanes (2005), Sellanes & Krylova (2005) y Vilvens & Sellanes (2006).

Los sitios donde se ha comprobado la existencia de sistema quimiosintéticos están localizados al noroeste de Concepción, aproximadamente en latitud 36°S. Los organismos indicadores de quimiosíntesis han sido al menos 5 nuevas especies de bivalvos de géneros *Calyptogena* y *Acharax*. Además, se recolectaron gran cantidad bloques de rocas carbonáticas, que indican oxidación anaeróbica de metano en los sedimentos. Estos antecedentes permiten sugerir que este sistema es similar a aquellos encontrados en otros regiones, como la de Hydrate Ridge (Suess *et al.*, 2001), pero con importantes componentes endémicos.

#### 4.1.2 Aspectos bióticos

##### Diversidad y relaciones comunitarias

La lista de antecedentes presentados y revisados en la Tabla 18 hace referencia a una parte importante del conocimiento existente respecto a la taxonomía, abundancia, distribución, relaciones interespecíficas (competencia, prelación), asociaciones especie-ambiente, y/o biología de microorganismos (bacterias) y macroorganismos (fitoplancton, zooplancton, crustáceos, moluscos, poliquetos, peces, mamíferos marinos) que integran las comunidades bentónicas y demersales distribuidas en aguas costeras y oceánicas de Chile.

**Tabla 18.** Descripción de los principales antecedentes bióticos existentes para el área de estudio<sup>6</sup>.

Referencia	Área de estudio	Profundidad	Aspectos relevantes
Acuña <i>et al.</i> , 2005	22°S – 38°S	Plataforma y talud continental	Se exploraron aspectos relacionados con la diversidad biológica (riqueza, equidad) de especies asociadas a las pesquerías de langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon en una escala espacial y temporal y además, se establecieron asociaciones faunísticas entre los componentes de la comunidad. Se analizaron un total de 6143 lances de pesca realizados en cruceros de evaluación y viajes comerciales efectuados entre 1994 y 2004. Se identificaron 149 taxa, siendo Teleostei el que aportó el mayor número de especies, seguido por Chondrichthyes, Decapada y Gasteropoda. El mayor número de especies se encuentra en la pesquería de camarón nailon (120), le sigue la de langostino amarillo (61) y finalmente la pesquería de langostino colorado (41). En el eje latitudinal se distinguieron tres asociaciones faunísticas: (1) entre 21°-22°S, (2) entre 23°-36°S y (3) entre 37°-38°S. En el eje batimétrico se distinguieron dos asociaciones faunísticas: (1) entre 50 y 199 m, y (2) entre 200 y 500 m.
Andrade, 1987	Zona central de Chile (29° 58'S – 35° 20'S)	250 – 500	Se analizó la distribución batimétrica y geográfica de macroinvertebrados obtenidos desde la zona central de Chile, en pescas de arrastre efectuadas entre los años 1976 y 1981. Se reconoció un total de 141 taxa: 127 bentónicos y 14 pelágicos. De acuerdo las características batimétricas se distinguieron 3 grupos de especies: (1) batiales y batiabisales; (2) batiales facultativas y de amplia distribución batimétrica, y (3) de transición. Según las características geográficas fue posible distinguir que los moluscos y crustáceos presentan un mayor número de especies típicas del Pacífico sudoriental, particularmente especies de aguas profundas; en cambio, equinodermos, demosponjas, poliquetos, actinias y ascidias están más relacionados con el Atlántico sudoccidental, islas subantárticas y región antártica.
Arancibia, 1992	Zona central de Chile (35° 85'S – 37° 00'S)	≤ 301	Se analizó la distribución espacial (batimétrica) y temporal (estacional) de la ictiofauna demersal presente en el área de pesca del langostino colorado ( <i>Pleuroncodes monodon</i> ). Se determinó que la ictiofauna demersal exhibe dos límites batimétricos, uno a profundidades de alrededor de 250±50 m y el otro alrededor de los 100 m. En consecuencia, tres ensamblajes de peces fueron reconocidos: 1) costero sobre la plataforma continental, 2) oceánica

<sup>6</sup> Se incluyen otros estudios que no corresponde al área de estudio, pero se considera apropiado incluirlos ya que permitirán una discusión más completa.

			sobre la plataforma continental, y 3) profundo sobre el talud continental. Se reconocieron cambios estacionales en la posición de los ensamblajes, lo cual podría estar relacionado con cambios en las condiciones hidrográficas que a su vez están sincronizadas con un ciclo meteorológico anual.
Arancibia & Meléndez, 1987	Zona central de Chile (34° 45'S – 36° 57'S)	No especificada	Se describió la alimentación de seis y cuatro especies de peces óseos y cartilaginosos, respectivamente; capturados en el área de la pesquería de <i>Pleuroncodes monodon</i> , aumentando y actualizando la información básica sobre las relaciones tróficas en este sistema ecológico. Los muestreos fueron realizados entre marzo y abril de 1984 utilizando una red de arrastre camaronera.
Baez & Ruiz, 2000	Zona central de Chile	300 – 400	Se describieron las características morfológicas de los estadios de puerulus y postpuerulus de la langostina espinosa de profundidad <i>Projasus bahamondei</i> . El material fue obtenido en pescas de arrastre comerciales de camarón nailon ( <i>Hetercarpus reedi</i> ) y de los langostinos colorado ( <i>Pleuroncodes monodon</i> ) y amarillo ( <i>Cervimunida johni</i> ).
Brastström & Johanssen, 1983	Costa de Chile: zona litoral		Se analizó la distribución horizontal de invertebrados litorales bentónicos a lo largo de las costas de Chile, señalado que el fenómeno de dispersión de especies pudo verse favorecido por el transporte de larvas a grandes distancias, en consideración a los sistemas de circulación oceánicos. Este fenómeno posibilitaría que especies del norte puedan ser transportadas hacia el sur, pasando desde una masa de agua a otra, e incluso hasta el Atlántico por medio de la corriente de cabo de Hornos.
Bremen et al., 2000	Dos áreas: 1. Plataforma Patagónica (50° 00'S – 55° 00'S) 2. Estrecho Magallanes	92 – 192 (Plataforma Patagónica) 30 – 800 (Estrecho Magallanes)	Se realizó una comparación preliminar de la composición faunística entre dos áreas diferentes de la Biogeoprovincia de Magallanes, a través del estudio de poliquetos bentónicos presentes en la Plataforma Patagónica y en el Estrecho de Magallanes. Veinte familias representadas por 36 taxa fueron identificados en la Plataforma Patagónica. En el Estrecho de Magallanes se identificaron 34 familias representadas por 119 taxa de poliquetos. Análisis de agrupación indicaron una baja similaridad en cuanto a composición de especies entre ambas áreas de estudio. El patrón de distribución espacial de las especies australes se considera como una consecuencia de la heterogeneidad del fondo, composición del sedimento y la profundidad donde se colectó el material.
Camus, 2001	Zona costera de Chile		Se intentó relacionar algunos de los antecedentes disponibles para contribuir a generar un escenario biogeográfico, evaluando los actuales patrones y explicaciones propuestos para la biota marina chilena, y revisando brevemente el rol de los principales eventos geológicos, climáticos y oceanográficos ocurridos en el Pacífico Sudamericano en los procesos de provincialización. Esta información finalmente es discutida en relación a las posibles interacciones entre biotas, y a la homogeneidad y mantención de las unidades biogeográficas en función de los procesos ecológicos que operan en la actualidad.
Castro et al., 2000	Frente a la costa de Talcahuano (36° 30'S – 36° 59' S, 73° 00'S – 73° 30'W)	0 – 80	Utilizando muestras de ictioplancton (huevos y larvas de <i>Engraulis ringens</i> ); características oceanográficas (S, T, O <sub>2</sub> ); condiciones oceanográficas generales (estrés del viento, temperatura superficial del mar); la abundancia y composición del microplancton (como fuente potencial de alimento para las larvas), y la abundancia de predadores invertebrados (gelatinosos), se testearon dos hipótesis: 1) la retención de huevos y larvas cercano a la costa, y 2) una baja abundancia de predadores gelatinosos. Se asumió que durante la estación invernal de desove de la anchoveta a lo largo de la costa de Chile central los campos de viento y las condiciones oceanográficas favorecerían el cumplimiento de ambas hipótesis.
Cuevas et al., 2004	Frente a la costa de Concepción (36° 30'S,	0 – 350	Se buscó realizar una evaluación más completa acerca de la importancia del bacterioplancton que interviene en los flujos de carbono en conjunto con los factores que controlan la producción bacteriana en la zona costera y aguas oceánicas adyacentes dentro

	(73° 30'W – 77° 40'W)		de un área de surgencias altamente productiva. La evaluación se realizó a través de muestras obtenidas en dos cruceros: Octubre/1998 y Julio/1999.
Daneri <i>et al.</i> , 2000	Tres zonas a lo largo de Chile: Antofagasta (22°S) Coquimbo (30°S) Concepción (36°S)	No especificada	Se reportaron medidas de producción primaria (PP) y de respiración de la comunidad planctónica (RC) de la Corriente de Humboldt (CH) distribuida a lo largo de Chile y en aguas oceánicas adyacentes. Las muestras se colectaron durante varios cruceros de investigación efectuados entre 1989-1991, 1997, 1998. Específicamente, un análisis de la PP y de RC fue usado para definir áreas de contrastante producción biológica dentro de la CH a lo largo de Chile y en aguas oceánicas adyacentes.
Fossing <i>et al.</i> , 1995	Zona Central de Chile, bahía de Concepción 36°32'S; 73°00'W	40 – 120	Se describe el hábitat y las características morfológicas de la bacteria marina <i>Thioploca</i> . Se analiza su rol en el ciclo del N en el sedimento.
Gallardo <i>et al.</i> , 1994	Frente a Bahía de Concepción (36° 32'S, 73° 00'W – 73° 10'W)	40, 64, 96	Se presentan datos de una investigación llevada a cabo entre Julio/1991 y Abril/1992 que aportó evidencias sobre el período y el sitio del reclutamiento, además de datos sobre abundancia y distribución batimétrica de juveniles recién reclutados de <i>Pleuroncodes monodon</i> en la zona central de Chile. Las muestras fueron obtenidas desde una transecta establecidas a lo ancho de la plataforma continental.
Gallardo <i>et al.</i> , 1995	Frente a bahía de Concepción (36° 32'S – 36° 33'S, 73° 01'W – 73° 13'W)	40 – 110	Se muestreó la macrobiota bentónica sublitoral sobre la zona central de Chile a través de seis cruceros establecidos entre Noviembre/1984 y Diciembre/1985. El objetivo fue entender los patrones batimétricos y estacionales de distribución y abundancia del macrobentos, incluyendo la macrofauna y la bacteria sulfurosa <i>Thioploca</i> spp., y su relación con variables oceanográficas, en particular, el oxígeno disuelto. Se evidenció una disminución en el número de especies de la macrofauna, en su abundancia numérica y en su biomasa, con el aumento de la profundidad. No se detectaron cambios en la diversidad con la profundidad. Se identificaron tres ensamblajes bióticos asociados con la profundidad: (1) ensamble somero (40 m), (2) ensamble intermedio (70-90 m) y (3) ensamble profundo (110 m). Las especies en los ensamblajes mostraron patrones estacionales y batimétricos. A pesar de la variabilidad del patrón estacional, el batimétrico parece ser modulado por el contenido de oxígeno disuelto en el agua cercana al fondo.
Gallardo <i>et al.</i> , 2004	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (35° 44'S – 73° 04'W; 36° 31'S – 73°00'W) VIII Región	122 – 903	Se estudian las relaciones entre la zonación del macrobentos ( $\geq 300\mu\text{m}$ ) y la zona mínima de oxígeno ( $\text{ZMO } 0_2 < 0.5\text{ml L}^{-1}$ ) en sedimentos de la plataforma y el talud continental, muestreando factores abióticos, densidad de la macrofauna, talla media individual y la diversidad. Los anélidos Poliquetos representaron el 71% del total de la fauna, los crustáceos 16% y los moluscos el 2%. Las abundancias por debajo de la Zona Mínima de Oxígeno (~840 m) fueron 41% crustáceos y 43% poliquetos. Los Índices de la estructura de la comunidad de la macrofauna variaron en relación a la concentración de oxígeno en el fondo del agua, Clorofila- $\alpha$ , Pheopigmentos y la concentración de sulfuro, pero la relación no fue alta para C, N, contenido de fango, porosidad, potencial redox y temperatura del agua de fondo.
Gallardo <i>et al.</i> , 1996	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 32'S; 73° 39'W) VIII Región	40 – 96	Se estudian los patrones batimétricos y estacionales de la megafauna de Chile central. El problema fue abordado estudiando las relaciones empíricas entre el índice de semejanza de la abundancia y los factores físicos del medio ambiente. Se registró la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno del agua de fondo (40, 64 y 96 m de profundidad). Para describir los atributos del ensamble de especies (23 especies) se estudió el índice de diversidad y análisis del componente principal. La riqueza específica,

			biomasa y abundancia decrecieron con la profundidad mientras que fue alta en la estación intermedia.
Gallardo, 1963	Cuadrante Entre Arica y Punta Patache (18° 29'S; 20° 48'S)	50 – 282	Se realizaron muestreos cuantitativos y cualitativos de la macrofauna bentónica durante el desarrollo de la expedición "Mar Chile" (1962) biomasa extraordinariamente bajas, coincidiendo con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en las aguas de la Corriente de Günther (Aguas Ecuatoriales Sub-superficiales).
Alud <i>et al.</i> , 1999	Cuadrante comprendido entre VII-X Regiones (35° 13'S)	34 – 4079	Se reporta el contenido orgánico en el sedimento, la biomasa de la fauna, características del sedimento como carbono orgánico, porosidad, y oxígeno disuelto en el agua de fondo.
González <i>et al.</i> , 1998	Zona costera y oceánica frente a Antofagasta: (22° 40'S – 24° 00'S, 71°52'W y la costa).	0 – 1000	Se estudiaron los siguientes procesos relacionados al reciclamiento del carbono entre la atmósfera y el océano: incorporación de CO <sub>2</sub> por el fitoplancton en diferentes profundidades de la zona fótica; la respiración del microplancton como proceso antagónico al de la fotosíntesis; flujo vertical de carbono orgánico particulado; pastoreo del zooplancton y producción bacteriana secundaria. Además, se estimó y/o midió la biomasa, abundancia y productividad tamaño-dependiente de los principales componentes del ecosistema pelágico (fitoplancton, bacterias, metazooplancton) en relación con su ambiente físico y químico. Por último, se registraron simultáneamente las concentraciones de pCO <sub>2</sub> en el océano y atmósfera.
Gutiérrez <i>et al.</i> , 2000	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 32'S)	28 – 120	Se estudió la macrofauna (> 0,05 mm) durante un ciclo estacional coincidente con el fenómeno "El Niño" 1997-1998. Se reportó información sobre la composición bioquímica del sedimento, aspectos hidrográficos del agua de fondo y grupos tróficos de la macrofauna.
Gutt <i>et al.</i> , 1999	Estrecho de Magallanes (53° S – 71°W; 56° S – 66° W) XII Región	15 – 430	Se estudiaron las comunidades epibentónicas en 55 estaciones de la región de Magallanes mediante fotografía subacuática. Se identificaron cinco comunidades con distintas características en el sistema de canales relacionadas principalmente con la profundidad y tipo de fondo. Entre dos tipos de comunidades someras y dos profundas se observaron diferencias en abundancia, número de taxones, diversidad y composición específica. Las ascidias predominaron en las comunidades someras. En una de ellas los crustáceos decápodos fueron el taxón característico mientras en la otra lo fueron los suspensívoros sésiles tales como las esponjas, antozoos o brios. En las comunidades de mayor profundidad los equinodermos fueron el grupo más notable. La quinta comunidad resultó ser muy parecida a las comunidades someras en cuanto a las especies dominantes. El bentos en las estaciones más profundas se mostró más homogéneo que las estaciones someras. Tanto en las estaciones cercanas como en las estaciones fuera de la costa predominaron los suspensívoros, mientras que los detritívoros fueron el grupo dominante en el fondo de los canales. No se detectaron diferencias faunísticas causadas por la influencia pacífica o atlántica.
Landaeta & Castro, 2002	Frente a la costa de Talcahuano (36° 10'S – 37° 10'S, 73° 30'W – 77° 00'W)	0 – 100	Los objetivos del trabajo fueron: 1) determinar el área de desove de <i>Maurolicus parvipinnis</i> , y 2) dilucidar alguna asociación entre la zona de desove y las condiciones oceanográficas. Para evaluar estos objetivos se testeó la hipótesis de que la sincronización y localización del desove de <i>M. parvipinnis</i> potencia el transporte de la nueva generación hacia áreas más costeras y someras donde existen condiciones favorables para la alimentación y crecimiento de las larvas. Las muestras se obtuvieron de cruces realizados en Septiembre/1996, Noviembre/1996 y Octubre/1998.
Malean & Andrade, 1982	Cuadrante entre IV-VIII Regiones	110 – 1480	Se estudiaron quince especies de macrogastrópodos obtenidos en faenas de pesca camaronesa por arrastre y por la expedición del B/I ANTON BRUUN en la zona central de Chile. De estas, nueve

	(25° 00'S – 70° 40'W; 35° 27'S – 73°01'W)		especies habían sido ya descritas y se hace la revisión de cada una de ellas: <i>Bathybembix macdonaldi</i> , <i>B. humboldti</i> , <i>Calliostoma chilena</i> , <i>Capulus ungaricoides</i> , <i>Fusitriton magellanicus</i> , <i>Aeneator fontainei</i> , <i>A. loisae</i> , <i>Miomelon alarconni</i> y <i>Ptychosyrinx chilensis</i> . Las seis restantes son consideradas como nuevas y se entregan sus descripciones: <i>Diodora codoceoae</i> , <i>Calliostoma delli</i> , <i>Trophon bahamondei</i> , <i>Columbarium tomicici</i> , <i>Aeneator castillai</i> y <i>Cancellaria stuardoi</i> .
Meléndez & Meneses, 1989	De Arica (18° 19'S) a Isla Mocha (38° 30'S)	500-1260	Se estudió la distribución geográfica, batimétrica y se discutieron algunos aspectos de la reproducción y alimentación de 11 especies de tiburones de profundidad, distribuidos en dos Ordenes (Squaliformes, Carcharhiniformes) y tres Familias (Echinirhinidae, Squalidae, Scyliorhinidae)
Menares & Sepúlveda, 2005	Zona centro-sur de Chile (31° 00'S – 41° 28'S)	51 – 550	Se estudió la estructura comunitaria de peces y crustáceos demersales, su relación con las condiciones hidrográficas, y el tipo de sustrato en áreas de pesca de <i>Merluccius gayi</i> , entre el 25 de julio y el 1 de septiembre de 1993. El área de estudio presentó una similitud faunística constituida por 35 especies comunes, de las cuales <i>Merluccius gayi</i> e <i>Hippoglossina macrops</i> fueron las especies dominantes. Se reconocieron tres asociaciones de fauna íctica y de crustáceos bentodemersales: (1) entre el límite de la plataforma continental y la zona batial, (2) sobre el límite de la plataforma continental, y (3) sobre la zona del talud superior. Las asociaciones están relacionadas con el Agua Ecuatorial Subsuperficial y a la mezcla entre el Agua Ecuatorial Subsuperficial y el Agua Intermedia Antártica.
Neira <i>et al.</i> , 2001	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 26'S; 36° 38'S)	27 – 120	Se estudió la meiofauna metazoaria (0,04 mm) durante un ciclo estacional concidente con el fenómeno "El Niño" 1997-1998. Se reportó información sobre la composición bioquímica del sedimento, aspectos hidrográficos del agua de fondo, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.
Oliver & Sellanes, 2005	Zona Central de Chile, Concepción (36° 22' S)	780	Se describió una nueva especie de <i>Thyasira</i> ( <i>T. methanophila</i> n. sp.) para el área de filtraciones de metano en la bahía de Concepción a profundidades batiales. Se comparó su anatomía con el subgénero <i>Maorithyas</i> .
Palma, 1994	Frente a la costa de Concepción (36° 36'S – 37° 00'S)	0 – 200	Se analizó la distribución y abundancia, tanto temporal como batimétrica y latitudinal, de larvas de langostino colorado ( <i>Pleuoncodes monodon</i> ) capturadas en 4 cruceros oceanográficos efectuados entre abril y diciembre de 1991.
Palma <i>et al.</i> , 2005	Cuadrante entre II-X Regiones (22° 47'S – 70° 25'W; 42° 35'S – 75° 12'W)	98 – 2060	Se realizó un estudio cuantitativo del macrobentos en tres transectos en la plataforma y talud continental de Chile dentro y por debajo de la zona mínima de oxígeno. Los poliquetos fueron el grupo dominante en todos los transectos y profundidades, seguidos por los crustáceos peracaridos. La riqueza específica y la diversidad se correlacionan con los cambios observados en las concentraciones de oxígeno en el fondo del agua. Los resultados muestran que las comunidades macrobentónicas fueron afectadas negativamente por la baja de oxígeno. Análisis multidimensionales evidencian la presencia de masas de agua en la región Aguas Ecuatoriales Superficiales (~50m a ~400 m de profundidad), Aguas Intermedias Antárticas (~400 a ~1200 m de profundidad) Aguas Profundas del Pacífico (> 1200 m de profundidad).
Quiroga <i>et al.</i> , 2005	Cuadrante entre la I-X Regiones (22° 13'S – 70° 38'W; 42° 34'S – 75° 12'W)	111 – 2060	Se estimó la producción secundaria y el espectro de tallas de la biomasa normalizada de las comunidades macrobentónicas en la zona mínima de oxígeno en cuatro áreas del margen continental de Chile. La presencia de bajas concentraciones de oxígeno en el Sistema de Corriente de Humboldt mostró que tiene un importante efecto en la estructura de tallas y la producción secundaria de las comunidades bentónicas. Los resultados del estudio sugieren que

			las condiciones bajas de oxígeno aparecen influenciando biomazas de espectro de tallas porque pequeños organismos tienen mejor capacidad de satisfacer sus demandas metabólicas. La producción secundaria anual fue alta para la zona norte, centro y sur de Chile. Una comparación con otros estudios en regiones con surgencia sugiere que, la producción secundaria fue alta en términos de equivalentes de carbón.
Quiroz <i>et al.</i> , 2005	Zona norte de Chile (26° 03'S – 32° 10'S)		Se analizaron factores que afectan las tasas de captura de langostino amarillo ( <i>Cervimunida jonhi</i> ) utilizando las bitácoras de pesca comercial entre los años 1993 y 2003. Se utilizaron los factores año, mes, estratos de profundidad, regiones de pesca y características operacionales de la flota como predictores lineales de un modelo lineal generalizado (MLG) que da cuenta de la variabilidad en las tasas de captura. A diferencia de otras pesquerías, en este recurso las características técnicas de la flota y su especialización explican escasamente la varianza en las tasas de captura y por el contrario, los factores temporales y su interacción son altamente significativos.
Roa <i>et al.</i> , 2000	Zona central de Chile (34° 00' – 37° 00'S)	50 – 400	Se analizó la distribución espacial de las cohortes de langostino colorado <i>Pleuroncodes monodon</i> muestreadas a lo largo de la plataforma continental de la zona centro-sur de Chile. Se reportan resultados obtenidos de un muestreo extensivo aplicado a toda la población, entre 29 de octubre y 9 de diciembre de 1996. La identificación de las cohortes en el espacio se obtuvo combinando el análisis de la frecuencia de tamaños con técnicas geoestadísticas de mapeo.
Roa <i>et al.</i> , 1995	Dos áreas de muestreo: 1. Pta. Achira (36° 10'S – 36° 40'S) 2. Golfo de Arauco (37° 00'S – 37° 10'S)	0 – 100	Se analizaron datos de un crucero de investigación especialmente diseñado para cubrir las probables áreas de cría de la fracción juvenil de la población de langostino colorado <i>Pleuroncodes monodon</i> . Se describió parte de la gran área de cría, se realizaron estimaciones de abundancia, se dilucidó la estructura de edad de los juveniles recién asentados en el bentos y de los adultos, y se describió la asociación del langostino colorado con variables oceanográficas y con la presencia de matas de <i>Thioploca</i> spp.
Rolán & Sellanes, 2004	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 30'S)	88	Se describió una especie nueva del género <i>Vitrinella</i> procedente de Concepción, Chile, que representa la primera especie conocida de este género para la costa chilena. Se comparó la nueva especie con otras morfológicamente similares.
Rivera & Santander, 2005	Área adyacente a la desembocadura del río Loa (20°40' - 21°20'S)	0 – 100	Se analizó la distribución y abundancia de los estadios larvales de langostino colorado <i>Pleuroncodes monodon</i> en la zona norte de Chile, capturados en cuatro cruceros oceanográficos efectuados en enero, mayo, agosto y octubre de 2003. Los máximos de abundancia se registraron en enero y agosto, y el mínimo en mayo. En sentido norte-sur, las mayores abundancias se encontraron en las secciones situadas en el sector norte. En sentido costa-océano se determinó un patrón diferenciado, con una preferencia oceánica de los estadios zoea III-V y megalopa. Además, se observó una tendencia estacional de los focos de mayor abundancia larvaria asociados a las estaciones con temperaturas medias de 14,0-16,0°C y a concentraciones medias de oxígeno disuelto de 1,58-4,55 ml·l <sup>-1</sup> .
Schulz <i>et al.</i> , 2000	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 32'S; 73° 00'W)	24 – 88	Se describió una población de <i>Thioploca</i> estudiando su biomasa, número total y diámetro de la vaina, número de tricomas y especies por vaina, y abundancia y distribución de la profundidad de diferentes formas morfológicas. Durante todo el verano de 1996, las concentraciones de oxígeno en el fondo del agua fueron cercanas a cero, las de nitrato fueron entre 10 a 20 µM y las biomazas fueron altas por sobre los 160 g m <sup>-2</sup> de peso húmedo sin las vainas. Durante el invierno las biomazas declinaron debido a las altas

			concentraciones de oxígeno bajo la intensidad de la reducción de la surgencia. La distribución en la profundidad de <i>Thioploca</i> cambio fuertemente debido a las variaciones estacionales, pero la estructura de la población permaneció casi sin cambios. Durante el evento de "El Niño" en 1998 con alto contenido de oxígeno y baja producción primaria la biomasa fue muy baja. En la bahía de Concepción las poblaciones de bacterias filamentosas presentaron células cortas en los filamentos y se mantuvieron sobre los 7 cm en el sedimento y con filamentos sin vainas viviendo en la superficie del sedimento.
Schwabe & Sellanes, 2004	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 29'S; 73° 40'W)	240	Se describió el molusco polioplacóforo <i>Lepidozona balaenophila</i> spec. Nov. De Chile. Esta especie fue encontrada en una única localidad en zona batial superior (240 m) frente a la costa de Concepción. Vive sobre (y probablemente se alimenta de) huesos de ballenas muertas. Esta es la primera vez que se menciona este tipo de hábitat para un quitón. También es la primera cita de una especie del género <i>Lepidozona</i> para aguas de Chile, lo que representa una ampliación considerable hacia el sur del área de distribución del género en el Pacífico oriental.
Sellanes & Krylova, 2005	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 22'S; 73° 42'W) VIII Región	760	Se describió <i>Calyptogena gallardoi</i> sp. nov. (Bivalvia: Vesicomidae) dragada a ~760 m de profundidad 40 millas al NW de la Bahía de Concepción, Chile central (~ 36° S). Los bivalvos del género <i>Calyptogena</i> son constituyentes típicos de comunidades marinas quimiosintéticas, y son indicadores de ambientes reductores. En el área de estudio <i>C. gallardoi</i> sp. nov. Se encontró asociada a filtraciones de metano recientemente reportados para Chile en el margen a lo largo de los 35°S a 45°S. En los sedimentos saturados de gas se encontraron otros fragmentos de almejas quimiosintéticas endosimbiontes de las familias Vesicomidae, Lucinidae, Thysiridae y Solemyidae.
Sellanes et al., 2003	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 32'S; 73° 00'W) VIII región	28 – 120	Se estudió la estructura de la meiofauna metazoaria y su rol en el flujo de energía en el subsistema bentónico frente a Concepción. El periodo de estudio coincidió con el evento El Niño 1997-1998 (EN). El meiobentos resultó ser poco diverso a nivel de grandes grupos, pero con abundancias y biomásas moderadas a altas, en comparación con los valores promedios reportados en la literatura para el litoral fangoso. Nematodo fue el grupo dominante, con más de un 95% de la densidad total, seguido por Copepoda y Polychaeta. Frente a Concepción el meiobentos juega un importante rol en el flujo de energía a través del subsistema bentónico. Se estimó que estos organismos podrían estar remineralizando y/o convirtiendo a biomasa hasta un 36 y 45% del carbono orgánico que llega desde la columna de agua a los sedimentos en el centro y en la boca de la bahía, respectivamente.
Sellanes et al., 2004	Zona Central de Chile, bahía de Concepción (36° 32'S; 73° 00'W) VIII Región	651 – 934	Se reportó por primera vez para Chile la existencia de una zona con filtración de metano. Se colectaron fragmentos de concha de dos especies de bivalvo del género <i>Calyptogena</i> y una especie de <i>Acharax</i> . Se colectaron gran cantidad de bloques de carbonato, indicando oxidación anaeróbica en los sedimentos de metano. Se reportaron diversas especies nuevas para la ciencia no quimiosintética. Preliminarmente se sugiere un asentamiento similar en estructura a otros reportados en distintos lugares, aunque con un gran componente endémico.
Siefeld & Vargas, 1996	Zona norte de Chile (18° 24'S – 21° 26'S; 70° 03'W – 72° 04'W)	34 – 1050	Se analizó la composición y estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile. Se registraron 50 especies pertenecientes a 16 órdenes y 31 familias de peces. El análisis batimétrico indicó la existencia de un conjunto demersal somero (0-100 m) y un conjunto demersal profundo (100-1000 m). La distribución latitudinal indicó que la comunidad representa un estado transicional entre las asociaciones de la plataforma continental y el talud del sector Panamá-Perú y Chile central, dominando elementos del primero.
Stuardo & Valdovinos,	Zona Central de Chile,	1400	Se describe una nueva especie de bivalvo <i>Calyptogena (Ectenagena) australis</i> n. sp. Se describen sus características

1988	bahía de Concepción 37°35,5'S; 73°50'W		anatómicas, las cuales son típicas de la familia Vesicomidae. Si bien la asociación que se hace en este artículo entre la presencia de esta especie y el tipo de hábitat es incorrecta, actualmente se sabe que frente a Chile estas almejas viven asociadas a zonas de filtración de metano.
Ulloa <i>et al.</i> , 2000	Zona central de Chile (32° 55'S, 71° 52'W)	0 – 900	Se analizó la presencia y distribución vertical de quetognatos en la columna de agua, como así también su relación con variables oceanográficas (T, S, O <sub>2</sub> ) dentro del área de estudio. Las muestras fueron colectadas durante un ciclo anual en aguas profundas frente a las costas de Valparaíso mediante dos cruceros realizados en Julio/1994 y Septiembre/1995.

### Estudios sobre recursos pesqueros y fauna acompañante

Los antecedentes expuestos a continuación se refieren en su mayoría a programas de exploración de recursos pesqueros financiados por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) entre los años 1965 y 1980. Dichos estudios se orientaron a la búsqueda de información para establecer la distribución y abundancia de especies en las costas de Chile, principalmente con la finalidad de sustentar actividades extractivas comerciales. En ellos se incluye información de especies principales y fauna acompañante, lo cual puede ser empleado con fines comparativos de la diversidad ecológica en las zonas en cuestión. Se incluyen también algunos trabajos orientados a aspectos biológicos que pueden ser relevantes para la presente investigación (Tabla 19).

**Tabla 19.** Descripción de los principales estudios realizados entre las décadas del 60 y 80, relativo a hallazgos y exploraciones pesqueras sobre la plataforma y talud continental.

Referencia	Zona	Profundidad	Descripción
Arana, 1970	33° 00' LS	420	Se analizan 3 ejemplares de merluza de cola capturados por pescadores artesanales con espinel (1969).
Arana & Williams, 1970	32° 55' – 33° 05' LS	< 360	Se analiza el contenido estomacal de ejemplares de merluza común capturados con espinel y redes de arrastre, indicando a los eufáusidos como el principal componente de la alimentación. Además, se encontraron estomatópodos ( <i>Pterygosquilla armata</i> ), camarones ( <i>Heterocarpus reedi</i> ), larvas, anchoas ( <i>Engraulis ringens</i> ), anchoillas ( <i>Normanichthys crokeri</i> ), pequeñas merluzas y cefalópodos (1969-1970).
Arana & Nakanishi, 1971	32° 40' – 33° 30' LS	175-500	El trabajo analiza los desplazamientos anuales de camarón nailon en la zona de Valparaíso, identificando migraciones latitudinales y en profundidad a través de los rendimientos de pesca (1969-1970).
Arana <i>et al.</i> , 1975	32° 40' – 33° 20' LS	Desde la costa hasta 600 m	Se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la región de Valparaíso a través de un programa de estudios basados en cruceros oceanográficos, de pesca exploratoria y de pesca comercial. También se entregan aspectos biológicos y pesqueros de la merluza y el camarón nailon (1975).
Bahamonde 1977	39° 54' – 47° 32' LS	0-500	Se realizó un crucero de pesca exploratoria cuyo objetivo básico fue determinar la abundancia relativa de los recursos demersales existentes. Se consideran aspectos latitudinales y batimétricos de la distribución de las principales especies encontradas (1973).
Bahamonde <i>et al.</i> , 1979	30° 00' – 38° 20' LS	50-500	Se realiza una evaluación directa de langostino, estudiando la factibilidad de ampliación de las faenas de pesca hacia fondos no

			accesibles por los artes convencionales, incluyendo fotografías submarinas en fondos entre 134 y 260 metros. Se determina las características oceanográficas y se cuantifica la productividad primaria (1979).
Barbieri <i>et al.</i> , 1980	33° 00' LS	100-200	Se realiza una pesca comparativa entre una red de arrastre camaronera y una red de arrastre de muestreo. Se indica en forma detallada la composición de especies en las capturas de ambas redes, en dos profundidades de trabajo (1974).
Flores & Rojas, 1987	33° 00' LS	800-1500	Se realizaron observaciones sobre contenido gástrico de 924 ejemplares de <i>Dissostichus eleginoides</i> , siendo este un pez carnívoro secundario oportunista, cuyas presas más frecuentes son peces ( <i>Merluccius gayi</i> , <i>Coelorhynchus sp.</i> y <i>Trachurus murphi</i> ), crustáceos ( <i>Haliporoides diomedae</i> ) y cefalópodos ( <i>Octopus sp.</i> ) (1981-1982).
Henríquez & Bahamonde 1976	Costa de Chile	Desde la costa hasta 500 m	Se elabora una clave que permita identificar de mejor forma los ejemplares de jaibas y pancoras capturadas en prospecciones pesqueras. Junto con ello se indica también información biológica, ubicación de su captura, tipo y profundidad del fondo y fauna acompañante (1964-1966).
Martínez, 1978	37° 41' – 39° 41' LS	50-300	Se estudia la estructura de tallas de las capturas en lances de arrastre dirigidos a merluza común. Junto con ello, se identifica la fauna acompañante principal, su distribución batimétrica y la magnitud de su captura (1975).
Mistakidis & Henríquez, 1966	35° 00' – 39° 00' LS	100-350	Se estudia la distribución y rendimientos de captura en términos latitudinales y batimétricos de los recursos <i>Heterocarpus reedi</i> , <i>Cervimunida johni</i> y <i>Pleuroncodes monodon</i> , realizándose una breve reseña de la fauna acompañante (1965-1966).
Pantoja <i>et al.</i> , 1973	40° 00' – 45° 20' LS	Desde la costa hasta 450 m	Se estudia la disponibilidad de los recursos potenciales, abordándose aspectos de abundancia, madurez y alimentación de las principales especies, junto con la identificación de la fauna acompañante en las capturas (1972).
Trujillo, 1972	25° 02' – 51° 30' LS	Desde la costa hasta 550	Se presenta los resultados de 540 lances de arrastre realizados con el objetivo de describir el esfuerzo y distribución de especies, su disponibilidad estacional (geográfica y batimétrica) y calcular el standing stock de algunos recursos de importancia comercial (1964-1969).
Vestnes <i>et al.</i> , 1966	35° 40' – 39° 55' LS	Desde la costa hasta 495 m	Se realizaron prospecciones acústicas de todas las variedades de peces, experimentos de pesca de arrastre para peces demersales y para peces pelágicos, experimentos sobre selección de mallas de las redes de arrastre para merluza y experimentos con trampas para jaibas (1965).
Vestnes <i>et al.</i> , 1965	36° 00' – 41° 00' LS	Desde la costa hasta 500 m	Se realizó una investigación sobre la distribución de camarones, langostinos, merluza, anchoveta, sardina y otras especies de importancia comercial (1964-1965).
Villegas <i>et al.</i> , 1967	41° 50' – 44° 50' LS	50-225	Se realiza una prospección acústica y pesquera en aguas interiores y exteriores de Chiloé hasta la Boca el Guafo. Se indica las especies capturadas y sus rendimientos de pesca (1967).
Yañez, 1974	32° 30' – 33° 30' LS	Desde la costa hasta 600 m	Se determinó la distribución batimétrica y estacional (invierno, primavera, 1972), y la abundancia relativa estacional de los recursos bentónicos y demersales disponibles a una red de arrastre camaronera frente a la costa de Valparaíso. Se identificaron aproximadamente 70 especies distribuidas en tres grupos faunísticos que estuvieron asociados a diferentes rangos batimétricos: (1) grupo litoral (1-20 m), (2) grupo batial (200-600 m) y (3) grupo faunístico sin rangos restringidos de distribución batimétrica. Las especies que destacaron por su abundancia fueron: <i>Merluccius gayi gayi</i> , <i>Heterocarpus reedi</i> , Familia Macrouridae, <i>Cervimunida johni</i> , <i>Hippoglossina macrops</i> , <i>Prolatilus jugularis</i> y <i>Mursia gaudichaudi</i> (1972).
Yañez & Barbieri, 1974	32° 30' – 33° 30' LS	Desde la costa hasta 600 m	Se determinó la distribución batimétrica y la abundancia relativa de los recursos bentónicos y demersales disponibles a una red de arrastre camaronera frente a la costa de Valparaíso, durante el

			invierno de 1973. Se identificaron aproximadamente 70 especies distribuidas en tres grupos faunísticos que estuvieron asociados a diferentes rangos batimétricos: (1) grupo litoral (1-20 m), (2) grupo batial (200-600 m) y (3) grupo faunístico sin rangos restringidos de distribución batimétrica. Las especies que destacaron por su abundancia fueron: <i>Heterocarpus reedi</i> , Familia Macrouridae, <i>Merluccius gayi gayi</i> , <i>Hippoglossina macrops</i> , <i>Prolatilus jugularis</i> , <i>Raja chilensis</i> y <i>Hymenopenaeus diomedeeae</i> (1973).
Yañez & Barbieri, 1983	Zona central de Chile (33° 00'S)		Se analizó la estructura espacial de la población de langostino colorado ( <i>Pleuroncodes monodon</i> ) en la región de Valparaíso. Se aplicaron métodos de inercia para determinar la repartición espacial de la fauna bentodemersal.
Yañez et al., 1974	32° 50' – 33° 10' LS	Desde la costa hasta 600 m	Se determinó la distribución batimétrica y estacional (otoño, invierno, primavera, 1972), y la abundancia relativa estacional de los recursos bentónicos y demersales disponibles a una red de arrastre merlucera frente a la costa de Valparaíso. Se identificaron aproximadamente 55 especies distribuidas en tres grupos faunísticos que estuvieron asociados a diferentes rangos batimétricos: (1) grupo litoral (1-20 m), (2) grupo batial (200-600 m) y (3) grupo faunístico sin rangos restringidos de distribución batimétrica. De los recursos disponibles se destaca la amplia distribución y abundancia de <i>Merluccius gayi gayi</i> (1972).

## Condrictios

### *Antecedentes generales sobre Condrictios*

La clase Chondrichthyes comprende a todas las especies marinas de peces cartilaginosos, entre las que se cuentan tiburones, rayas y quimeras. Algunas de estas especies constituyen pesquerías en Chile como es el caso del tiburón marrajo (*Isurus oxyrinchus*) y el azulejo (*Prionace glauca*), en el norte de Chile, que utilizan principalmente las aletas, mientras que los troncos son un subproducto de un menor valor comercial. También están las pesquerías de pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*), que aparece como la principal especie capturada por la flota artesanal a nivel nacional y la pesquería de raya volantín (*Dipturus chilensis*) y raya espinosa (*Dipturus trachyderma*) de la zona sur y sur austral.

La información acerca del aumento de las pesquerías de condrictios, dirigidas o incidentales durante las últimas décadas, ha sido discutida en variadas ocasiones por organismos internacionales. Los datos reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) revelan que los tiburones constituyen el 60% de la captura de condrictios en el mundo, considerando que las estadísticas de la FAO no incluyen las capturas recreativas, incidentales ni descartes, y muchos desembarques no son informados (Camhi et al., 1998, Stevens et al 2000), se puede decir que este valor está subdimensionado. Cabe señalar que solo en algunas investigaciones el descarte está pobremente documentado (Philippart, 1998).

Los 26 países más importantes en la pesca capturan más de 10.000 toneladas métricas por año de condrictios. Las estimaciones de captura a nivel mundial para 1991 fueron de 714.000 toneladas, representando aproximadamente 71 millones de animales. Sin embargo, debido a que las estadísticas de la FAO están restringidas a ciertas naciones, la estimación de la captura total de elasmobranchios podría ser el doble de la estadística oficial (714.000 t), o sea, 1.350.000 toneladas (Bonfil 1994, Stevens *et al.*, 2000).

A pesar de existir muchos vacíos en la información de captura incidental disponible, Bonfil (1994) estima que, a fines de los 80, aproximadamente 12 millones de condrictios (casi 300.000 toneladas) fueron capturados como “bycatch” cada año en mar abierto solamente. De éstos, 4 millones fueron capturados con redes de deriva y más de 8 millones con espineles (principalmente, en las pesquerías de atún de Japón, Corea y Taiwán). Nada se conoce de la composición específica de estas capturas, aparte de ser reconocidos como tiburón. Quizás la única especie que puede ser identificada a nivel específico sea el “tiburón azul”, *Prionace glauca*, especie común en las pesquerías de alta mar, del cual se estima que se capturan casi 6,5 millones de individuos cada año.

La pesquería dirigida no ha sido muy exitosa, ya que existen reportes históricos de que algunos stocks de tiburones han sido explotados por un breve periodo y, posteriormente, han colapsado. Algunos ejemplos de ello son la pesquería del “sardinero” (*Lamna nasus*) en el Atlántico Norte, la pesquería de *Galeorhinus galeus* para sopa de aleta en California, varias pesquerías del “tiburón peregrino”, (*Cetorhinus maximus*), y la pesquería del “tollo de cachos”, (*Squalus acanthias*), en el Mar del Norte y en aguas de la Columbia británica (Camhi *et al.*, 1998, Castro *et al.*, 1999, Stevens *et al.*, 2000).

En Chile, mientras algunos condrictios son desembarcados como especies objetivo e identificados en las estadísticas oficiales como tollos, marrajos, azulejos, peje-gallos y rayas, estos nombres comunes carecen de certeza taxonómica. Hasta el día de hoy, en las estadísticas oficiales todos los “tollos” son *Mustelus mento*, los “marrajos” pueden ser dos especies, todas las rayas son *rayas sp.* etc. En este sentido, Pequeño y Lamilla (1997), establecen que “lo que agrava la situación es que: a) hasta ahora no existe una clara determinación taxonómica de todas las especies involucradas en los desembarques (y por ende, de las capturas), b) la biología de las especies es prácticamente desconocida y c) hay un abierto incentivo a aumentar las capturas, sin haberse cubierto los puntos señalados en a y b, para desarrollar un manejo adecuado”.

La captura incidental de tiburones y rayas produce una mortalidad por pesca altamente significativa. Algunas pesquerías de altura u oceánicas, como las de albacora o atunes, capturan más tiburones como pesca incidental que especies objetivo. En el estudio de Acuña *et al.* (2002), se señala que entre el 2000 y 2001 dos embarcaciones, una artesanal y otra industrial, capturaron 1.099 “albacoras

o peces espada” y 3.842 condriictios, lo que representa casi 3,5 veces más tiburones que peces espada; de los condriictios capturados, 3.109 (81%) corresponden a *Prionace glauca*, (“azulejo”).

En el mar de Chile, existen al menos 3 familias de tiburones pelágicos que son capturados incidentalmente, pertenecientes a la familia Carcharhinidae, Lamnidae y Alopiidae. Dentro de los carcharhínidos, la especie *Prionace glauca*, el tiburón azul o azulejo, se encuentra en aguas templadas y tropicales oceánicas alrededor del mundo y es, probablemente, uno de los condriictios con más amplia distribución. En el Pacífico Oriental, se distribuye desde el Golfo de Alaska a Chile. Entre los lámnicos, la especie *Isurus oxyrinchus* (tiburón mako), se encuentra en todas las aguas templadas y tropicales costeras y oceánicas. *Lamna nasus*, el tiburón sardinero, se encuentra en las costas y océano distribuido en las zonas templadas de ambos hemisferios y el gran tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), se encuentra presente en un amplio rango en los océanos del mundo. Finalmente, dentro de los alópidos, *Alopias superciliosus*, el peje-zorro ojón, se encuentra en aguas oceánicas y costeras, en casi todas las aguas tropicales y templadas del planeta, y *Alopias vulpinus*, el peje-zorro, es un tiburón de hábitos tanto oceánicos como costeros se encuentra en aguas tropicales, templadas y frías, pero comúnmente en aguas templadas de todo el mundo.

Los artes y aparejos de pesca pueden alcanzar niveles de captura incidental en diferentes magnitudes según su selectividad interespecifica. Sin embargo, durante las últimas décadas, el avance tecnológico en conjunto con el acceso a mercados distantes ha causado un aumento en el esfuerzo dirigido a las capturas de tiburones así como también una expansión de sus áreas de pesca. Algunos países han mostrado preocupación acerca de las consecuencias que el incremento de las capturas tiene para ciertas poblaciones de tiburones y han planteado la necesidad de establecer planes de conservación y manejo de las especies afectadas.

Desde el punto de vista comercial, si la conservación y manejo de las poblaciones de tiburones no es mejorado, el comercio se podría interrumpir al menos por dos razones: 1) un mayor descenso de los niveles poblacionales podría reducir la viabilidad económica del comercio de tiburones y 2) presiones domésticas en algunas economías podrían forzar unilateralmente restricciones al comercio de tiburones.

Para la conservación y manejo de estas especies se necesita saber el estado de sus poblaciones, como también las prácticas empleadas en las pesquerías. Pero la mayor dificultad es la ausencia de datos de captura, esfuerzo, desembarques por especie y datos comerciales. Para obtener esta información se necesitan fondos adecuados para investigación y manejo. Este tema es de preocupación global y diversos organismos internacionales, así como diferentes revistas de divulgación científicas o generales han presentado este problema a la comunidad: BBC News (2002), Discovery News (2003), National Geographic (2002), Nature (2002), New Scientist (2002), Science (2002), Science News (2002), South China Morning Post (2002), The New Cork Times (2002), Canadian Wildlife (2003),

Daily News (2003), Science Central News (2003), The Mercury News (2003), The Miami Herald (2003), Wildlife Conservation Society News (2003) y NRDC (2004). Estos artículos llaman la atención a la comunidad científica y política acerca de la problemática global del manejo y conservación de los tiburones y, particularmente, sobre la práctica del corte de aleta o “finning”.

Actualmente, algunas naciones, entre ellas Chile, ya han implementando planes de acción con respecto al manejo y conservación de los tiburones (Shotton, 1999). Este es el caso de Estados Unidos que, al igual que otras naciones, ha prohibido la práctica del corte de aleta (finning) y descarte del resto del cuerpo al océano (Camhi *et al.*, 1998, Musick *et al.*, 2000). Prohibiciones similares se están considerando actualmente en Australia y Namibia. En Venezuela, un programa de monitoreo recopila información acerca de las capturas incidentales de tiburones en la pesca dirigida a los túnidos y pez espada (Arocha *et al.*, 2002). En Uruguay, también existe un programa de monitoreo de elasmobranchios pelágicos, con énfasis en los tiburones (Domingo *et al.*, 2002).

En Chile, la Subsecretaría de Pesca, a través del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y la Universidad Austral de Chile, lideran la iniciativa tanto en la formulación como en la implementación del Plan de Acción Nacional de Tiburones, el cual tiene como objetivo asegurar la conservación y ordenación de las pesquerías de tiburones y su aprovechamiento sustentable en el largo plazo (Lamilla *et al.*, 2005).

### *Captura de condrictios en Chile*

#### Especies objetivo

Los tiburones *Prionace glauca* e *Isurus oxyrinchus* son considerados como especie objetivo dentro del sector pesquero artesanal de la I a la IV Región, pero su utilización principal es la obtención de aletas, mientras que los troncos o carcazas son un subproducto de muy bajo valor comercial. El pejegallo aparece como la principal especie objetivo capturada por la flota artesanal en casi todo el país. Las rayas *Dipturus chilensis* y *D. trachyderma* son pesca objetivo desde la VIII a la X Región. Por su parte, la mantaraya *Myliobatis chilensis* (probablemente incluyendo a otras especies) es considerada como especie objetivo en las regiones del norte (I a IV) y la manta raya (*Mobula tarapacana*) en los barcos industriales de la VIII Región. En la I Región hay un comercio local poco evidente de especies de peces guitarra (*Rhinobatus planiceps*) y de angelotes como *Squatina armata*. En total, hasta el año 2005 existirían 9 especies objetivo (Lamilla *et al.*, 2005).

De las investigaciones realizadas por Lamilla *et al.* (2005), la cual proviene de encuestas a bordo y en puerto a lo largo de Chile, se demuestra que aproximadamente el 20% de la flota artesanal

encuestada se dedica a la extracción de alguna especie de Chondrichthyes como especie objetivo en alguna época del año.

#### Especies capturadas en forma incidental

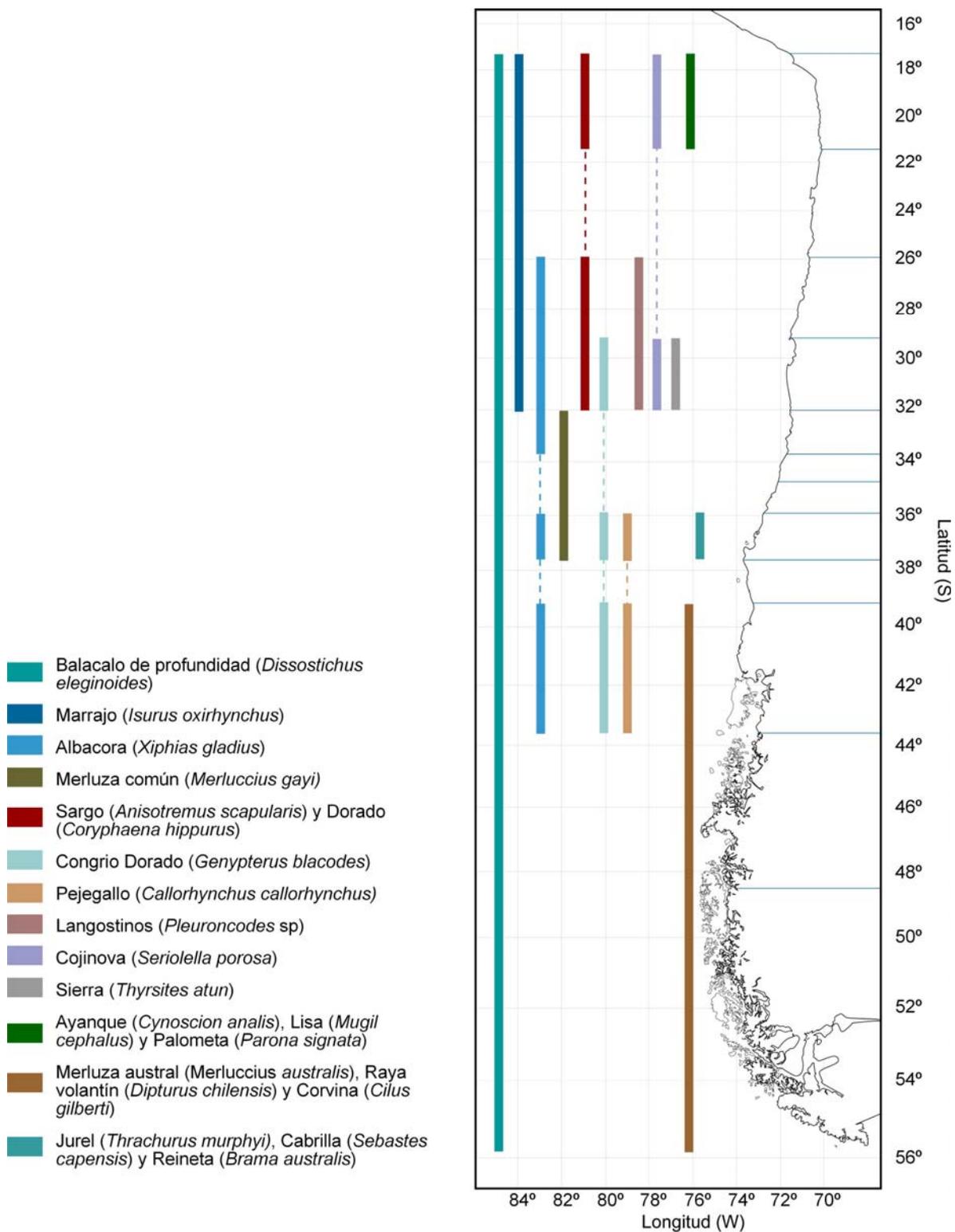
Los Chondrichthyes representan casi un 20% del total de especies capturadas en forma incidental por la flota artesanal. En total registramos 21 especies capturadas incidentalmente. Las especies con mayor captura incidental son las rayas (incluyendo a varias especies), seguido del tollo. En la Figuras 6, 7 y 8 se presentan las especies de Chondrichthyes capturados en forma incidental por la flota artesanal de todas las Regiones.

La información recolectada por medio de las encuestas y muestreos (Lamilla *et al.*, 2005), presenta un mayor número de especies de Chondrichthyes capturadas por el sector artesanal al comparar esta información con los anuarios estadísticos del SERNAPESCA.

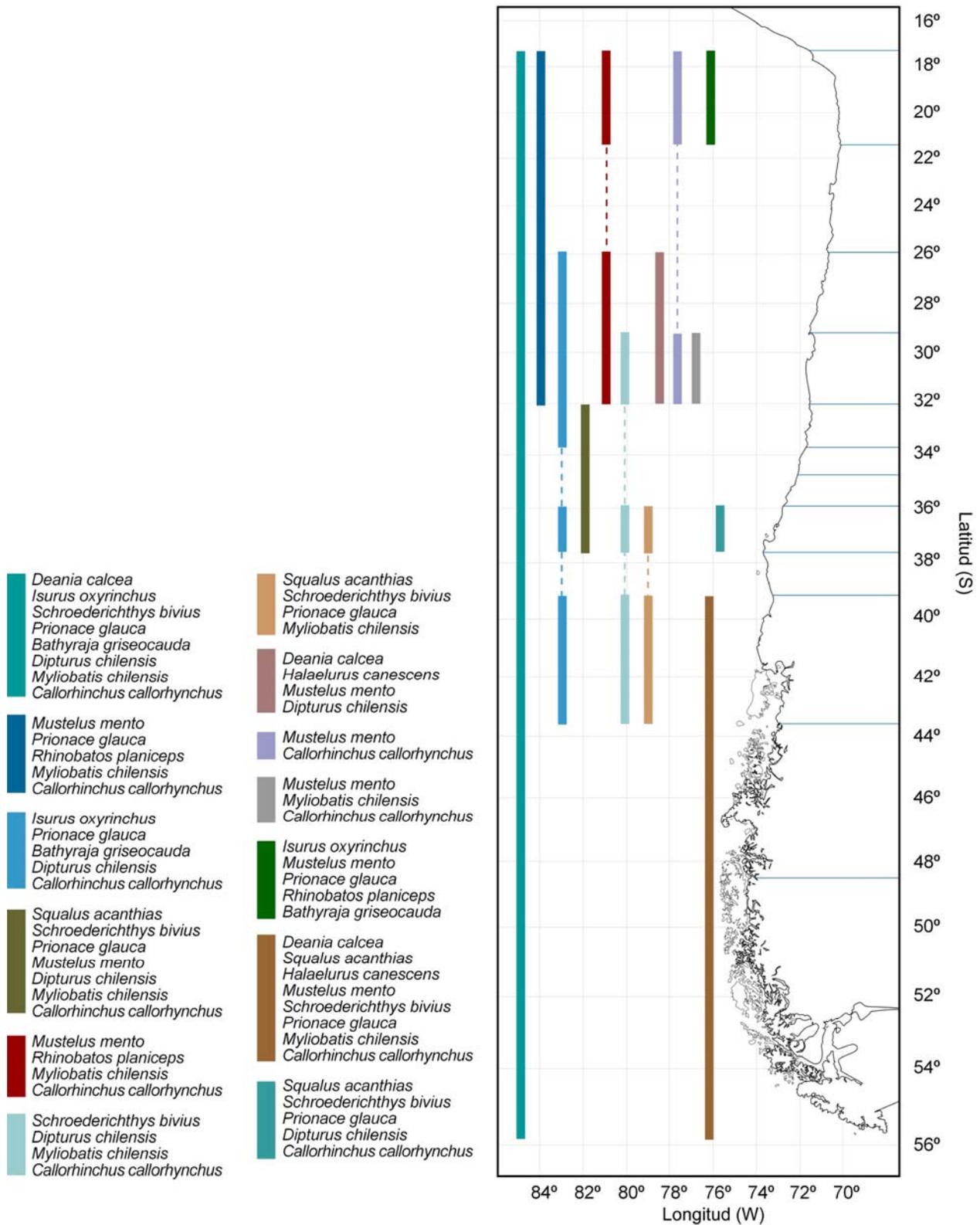
Las encuestas permiten contabilizar 21 especies, más que las 7 registradas en los anuarios. Esta comparación entre ambas fuentes permite diagnosticar confusiones y omisiones en el número y nombre de especies identificadas y registradas por SERNAPESCA en sus anuarios estadísticos. Tal es el caso del grupo de las rayas, que son agrupadas en todos los anuarios emitidos hasta el año 2002 bajo el género *Raja* spp. O el caso del tollo cazón (*Galeorhinus galeus*), la cual no fue registrada a través de las encuestas realizadas.

#### Especies consideradas descarte dentro de la captura

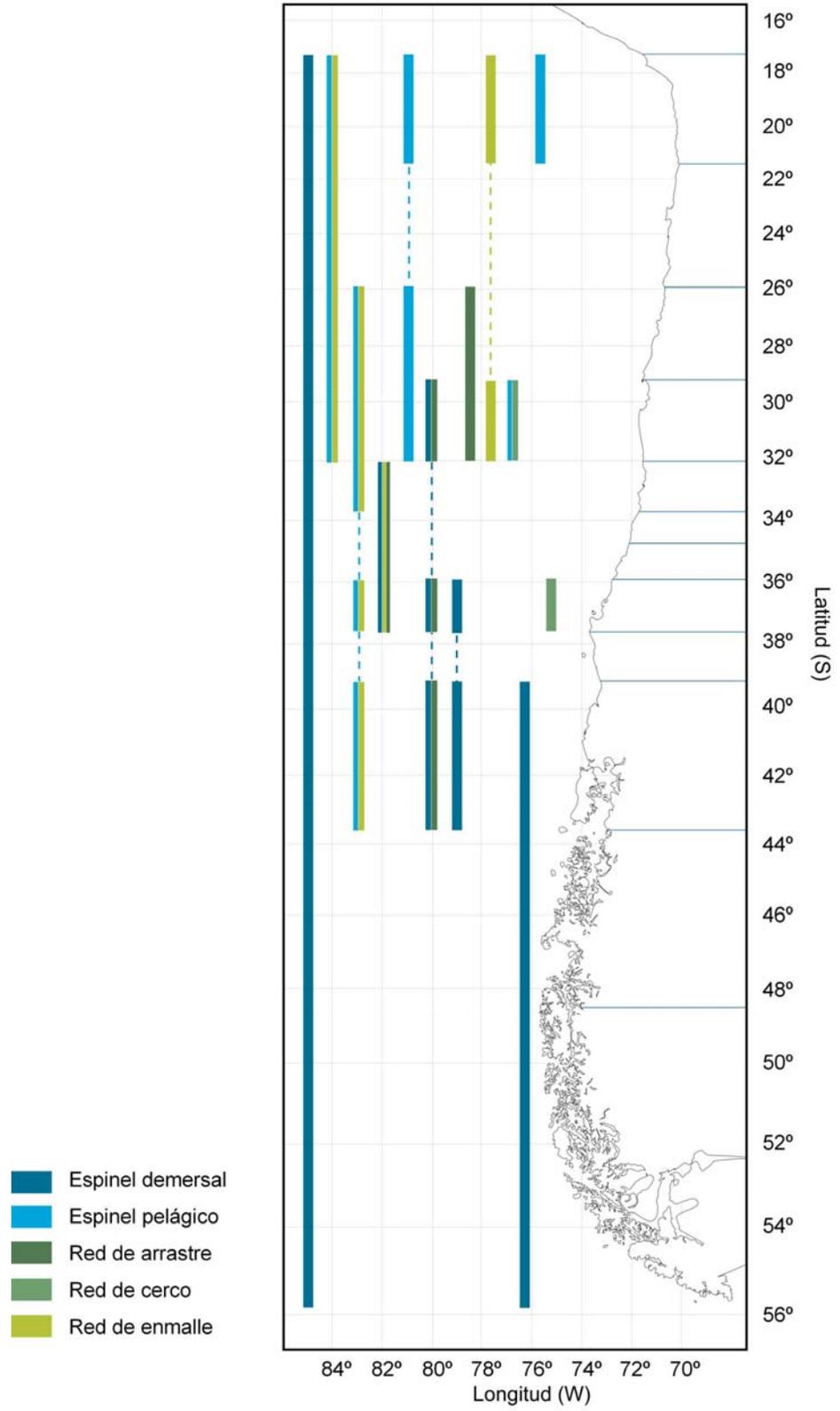
De acuerdo a las encuestas realizadas por Lamilla *et al.* (2005), dentro del sector artesanal, la mayoría de los encuestados declaró que sus naves descartan alguna especie de Chondrichthyes durante la faena de pesca. A su vez, se registró un total de 15 especies de cartilaginosos descartadas al mar por botes y lanchas. Las principales especies descartadas corresponden al grupo de las rayas, seguidas en importancia por el tiburón azul y la pintarroja. Cabe señalar que estos valores pueden estar subestimados y es probable que a través de los muestreos a bordo se pueda cuantificar de forma más precisa, tanto el número de especies como sus porcentajes de descarte. Al comparar el número total de especies de Chondrichthyes capturadas en forma incidental (21 especies) y el número total de especies descartadas (15), se infiere que el 71% de las especies de Chondrichthyes capturadas en forma incidental no son aprovechadas y se consideran descarte por parte de la flota artesanal.



**Figura 6.** Distribución latitudinal de las principales pesquerías artesanales que capturan incidentalmente condriictos. Modificado de Lamilla *et al.* (2005).



**Figura 7.** Principales especies de condriktios capturados en diferentes pesquerías artesanales chilenas. Modificado de Lamilla *et al.* (2005).



**Figura 8.** Principales pesquerías artesanales (artes de pesca) que capturan especies de condrictios. Modificado de Lamilla *et al.* (2005).

## **Corales**

### *Antecedentes generales sobre Corales*

El término coral se puede interpretar de muchas maneras, se puede entender como una multitud de estructuras esqueléticas fijas al sustrato y casi siempre constituidas por carbonato de calcio, que sobreviven a la muerte de los organismos que las originan. Existe una convergencia entre grupos de animales sin parentesco, que presentan este tipo de formaciones esqueléticas externas, p.e. foraminíferos, poliquetos, briozoos (Schuhmacher, 1978), pero el término es aplicado esencialmente a los verdaderos corales que pertenecen al Phylum Cnidaria específicamente a la clase Anthozoa.

Dentro de esta Clase Anthozoa se describen a las Subclases: Alcyonaria, Ceriantipatharia, Hexacorallia y Zoantharia (pólipos que no secretan un esqueleto), de acuerdo a la clasificación taxonómica propuesta por Brusca & Brusca (1990).

La Subclase Alcyonaria (corales blandos) no presenta un esqueleto calcáreo sólido, el elemento esquelético son espículas calcáreas microscópicas, que se encuentran dispersas en todo el tejido y que pueden estar tan densamente empaquetadas, que le confieren el aspecto de colonias duras y carnosas (Pechenik, 2005). Dentro de este grupo los Ordenes de mayor importancia son: Gorgonacea (corales córneos), la mayoría son especies coloniales que son soportadas por un esqueleto central firme de un material proteico llamado gorgonina; Pennatulacea (plumas de mar), de tejido carnoso que están adaptados a sustrato blando y son mayormente solitarios; Alcyonacea (corales blandos), su esqueleto está formado por espículas calcáreas (escleritas) (Schuhmacher, 1978; Pechenik, 2005).

La Subclase Ceriantipatharia (corales negros) presentan una estructura esquelética sólida, compuesta de fibrillas quitinosas y protéicas, se encuentran principalmente en aguas profundas (Pechenik, 2005).

Dentro de la Subclase Hexacorallia, sólo el Orden Scleractinia representa a los verdaderos corales (corales duros). Son especies coloniales o solitarias que secretan un esqueleto externo sólido de carbonato de calcio, estos pueden ser del tipo hermatípico (formadores de arrecifes) o ahermatípico (no forman arrecifes). La mayoría de los corales hermatípicos están restringidos a aguas transparentes templadas, especialmente en áreas tropicales del Indo-Pacífico, formando cadenas de islas y otras estructuras de masivas proporciones (Pechenik, 2005).

Los corales se encuentran en todos los océanos, colonizando todo tipo de sustrato y en todas las profundidades. Los corales de aguas frías a diferencia de los que viven en aguas más someras tienen un crecimiento mucho más lento (Rogers, 2004). Pueden vivir en profundidades con completa oscuridad al

no poseer algas simbióticas, solo dependen de una fuente de materia orgánica y zooplancton transportado por las corrientes (Rogers, 2004). Sin embargo, algunas especies consideradas de profundidad, se pueden encontrar en aguas someras (<200 m) (Morgan *et al.*, 2005).

Para capturar el alimento eficientemente muchas especies de corales forman estructuras complejas, tridimensionales con forma de árboles, en cuyas ramificaciones están insertos los pólipos, estas formas pueden proporcionar micro-hábitat para otros organismos (Freiwald *et al.*, 2004).

La formación de arrecifes de coral no está restringida solamente a regiones tropicales y subtropicales de aguas cálidas y poco profundas, existen registros geológicos de arrecifes de corales de aguas frías que han existido por millones de años (Freiwald *et al.*, 2004). Expediciones científicas han encontrado arrecifes de corales de aguas frías en montes submarinos, en la plataforma continental y cadenas de islas oceánicas sumergidas, registrándose a grandes profundidades en altas y bajas latitudes (Rogers, 2004).

Las complejas estructuras de los corales de profundidad han sido discutidas como un importante factor que contribuye a la diversidad de los microhábitat (Krieger & Wing, 2002; Etnoyer & Morgan, 2003). El tamaño de los organismos es un aspecto importante en la estructuración del hábitat ya que contribuyen con un relieve vertical, creando una mayor área de superficie para el asentamiento o retención de otros organismos (Tissot *et al.*, 2006).

### *Corales en Chile*

Dos son los primeros trabajos en los que se incluye a especies de coral en el siglo XIX, Gay (1854) realiza uno de los primeros registros para nuestro país de la especie *Bathycyathus chilensis* (escleractinio) y Philippi (1866) registra a la especie *Lophogorgia platyclados* (gorgonáceo). Importantes también son las recolecciones de corales para Chile, realizados en la expedición británica del "H.M.S. Challenger" durante los años 1873-76, en su viaje oceanográfico alrededor del mundo, resultados que publicaron diversos autores (p.e Brook, 1889; Wright & Studer, 1889). Moyano en 1995 publica la primera recopilación bibliográfica sobre corales, en la cual se detallan 60 especies descritas para Chile. Después de ésta revisión otros autores (Parin *et al.*, 1997; Hebbeln *et al.*, 2001; López-González & Williams, 2002; Pérez & Zamponi, 2004; Bravo *et al.*, 2005; Cairns *et al.*, 2005; Glynn *et al.*, 2005; Williams & López-González, 2005; Van Ofwegen *et al.*, 2006), con sus investigaciones han contribuido a aumentar el número de especies citadas para aguas chilenas.

Moyano (1995) reporta un total de 26 especies de Hexacorales señalados en la literatura. La fauna de escleractinios para Chile es considerada pobre, ya que sólo representa un 3% de las especies conocidas de azooxantelados (Cairns *et al.*, 2005). La mayoría de los corales calcáreos que se

encuentran frente a Chile son individuos solitarios, algunos coloniales y en general, no alcanzan grandes dimensiones (Cairns *et al.*, 2005). Cairns (2005) reporta 23 especies en aguas chilenas, dos son nuevas especies, siendo al menos cuatro endémicas de nuestro país, y la mayoría de aguas profundas (incluyendo una encontrada a 4.195 m de profundidad).

En la actualidad se citan en la literatura para Chile un total de 40 especies de escleractinios. Respecto a la distribución latitudinal la costa de Chile se divide en tres regiones zoogeográficas según Brattström & Johanssen (1983), la Región Cálida Templada (RCT) entre los 18° y 42° S; la Región Fría templada (RFT) desde los 42° S hasta los 56° S y un Zona de Transición (ZT) en la cual muchas especies coexisten en ambas regiones, que va desde los 30° (33) a los 42° (46) S. Además de la región insular de Isla de Pascua (IP), Archipiélago de Juan Fernández (JF), Cordón de Nazca (CNz) y la Región Antártico Chilena (RACH). De acuerdo a esto, tres de las especies se encuentran en la RCT, nueve en la ZT y 12 son registradas en la RFT; cuatro pertenecientes al Archipiélago de Juan Fernández y dos en los montes submarinos de Sala y Gómez y el cordón de Nazca (Tabla 19). Para la fauna de scleractinios presentes en Isla de Pascua, se reportan un total de 16 especies para esta zona geográfica. *Porites lobata* es una especie presente en Isla de Pascua, y es importante en la formación de arrecifes tropicales (Cortés & Guzmán, 1998), al igual que el género *Pocillopora*, también presente en esta región y que son considerados los principales constructores de arrecife en la región Pacífico Oriental (Glynn & Wellington, 1983; Guzmán & Cortés 1993).

**Tabla 19.** Número de especies y Órdenes de Corales según su distribución zoogeográfica en Chile.

REGIÓN	Scleractinia	Alcyonacea	Gorgonacea	Pennatulacea	Antipatharia
18° y 42°S (RCT)	3	*	9	*	3
30° y 42°S (ZT)	9	2	9	5	
42° y 56°S (RFT)	12	6	23	1	7
I. Pascua (IP)	16	*	1	*	2
Arch J. Fernández (JF)	4	*	*	*	1
C. Nazca (CNz)	2	*	*	*	3
R. Antártica (RACH)	*	*	1	1	*

Observaciones realizadas por Fösterra & Häussermann (2003), en la zona de los fiordos al sur de Chile, en donde la macrofauna bentónica es bastante diversa; esta es dominada principalmente por escleractinios azooxantelados solitarios, los que comúnmente habitan a mayores profundidades. En esta zona se encuentran a poca profundidad formando densas agregaciones, las cuales pueden cubrir varias decenas de metros cuadrados, en profundidades bajo los 25 m. Estas agregaciones están compuestas principalmente por *Desmophyllun dianthus* y *Caryophyllia huinayensis* (Fösterra & Häussermann, 2003;

Cairns *et al.*, 2005), las cuales pueden ser comparables con las agregaciones formadas por el coral de aguas frías, *Lophelia pertusa* en el océano Atlántico (Hovland *et al.*, 1997; Fossa *et al.*, 2002).

Para la Subclase Alcyonaria, Moyano (1995) recopila en la literatura 26 especies entre Alcionáceos (3), Penatuláceos (1), y Gorgonáceos (22). Posteriormente escasos trabajos (Pérez, 1996; Pérez & Zamponi, 2004; Bravo *et al.*, 2005; Williams & López-González, 2005; Cairns, 2006; Van Ofwegen *et al.*, 2006;) han reportado nuevas especies o confirmado los registros de especies de Alcyonaria en Chile.

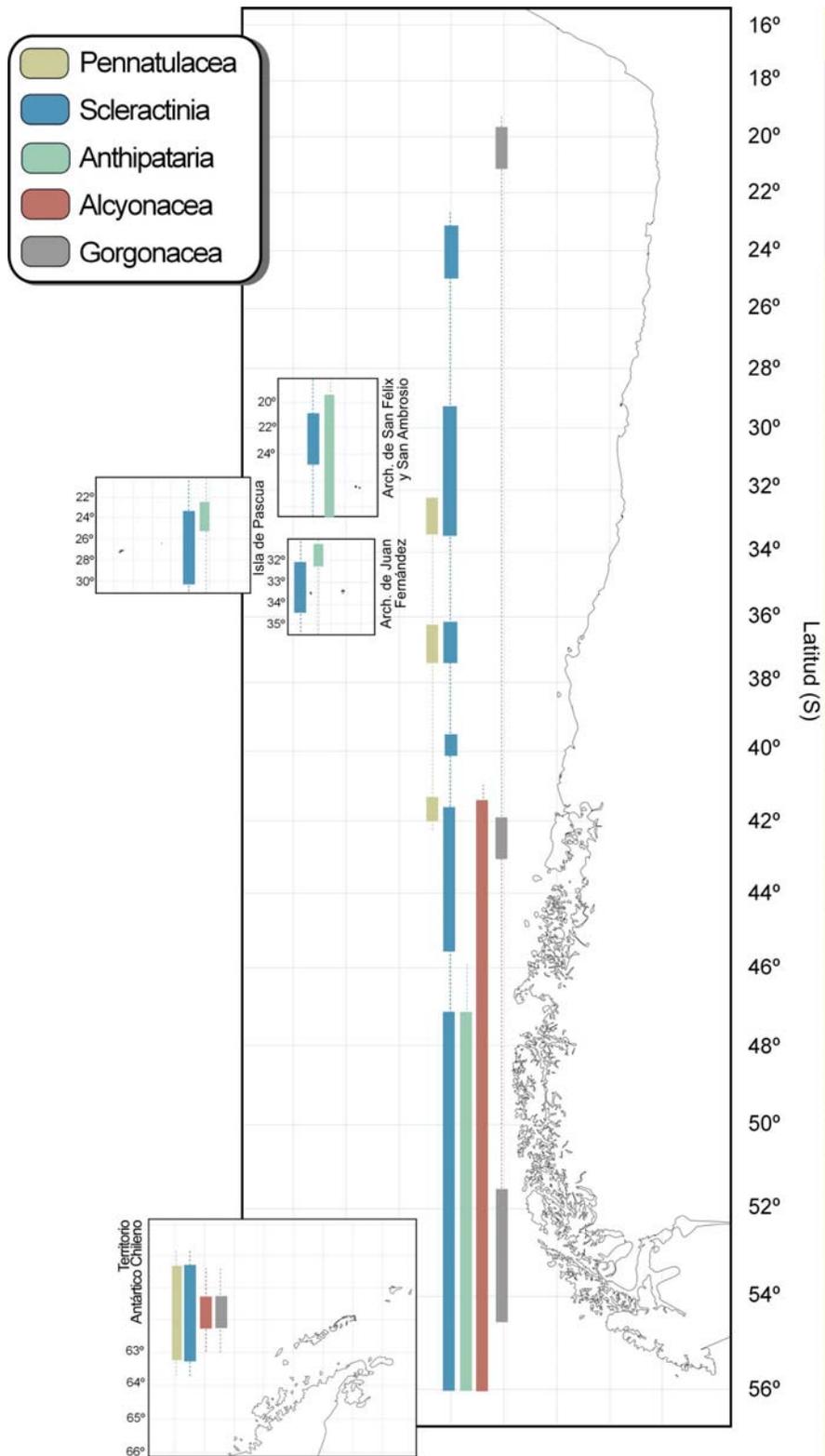
En la actualidad los registros de Alcyonaria en la literatura han aumentado, reportando 54 especies para Chile. Respecto a su distribución latitudinal, 9 especies están descritas para la RCT, 16 para la ZT, 30 para la RFT y para la RACH dos (Tabla 19).

Hebbeln *et al.* (2001) reportan una abundante y variada fauna de corales blandos frente a Chiloé, a profundidades de alrededor de los 500 m. Se destaca la presencia de géneros de gorgonias similares a las presentes en aguas Antárticas (p. e. *Plumarella* sp., *Thouarella* sp y *Fanyella spinosa*), también frente a Chiloé, pero a profundidades mayores (800 a 1200 m). Dichos autores reportan la presencia de diversas especies de corales calcáreos solitarios (p. e. *Flabellum apertum*) y coloniales (*Desmophyllum* sp, *Bathyciathus chilensis*).

En el orden Antipatharia, los reportes de corales negros para aguas chilenas son más escasos. Actualmente son 16 las especies de corales negros reportados en la literatura, tres se encuentran en la RCT, siete en la RFT; Parin *et al.* (1997), registran tres géneros en los montes submarinos de Sala y Gómez y el cordón de Nazca. DiSalvo *et al.*, (1998) registra dos Antipatharios para Isla de Pascua y Bravo *et al.*, (2005) uno para Juan Fernández (Tabla 19).

Un total de 110 especies de corales, son reportadas en la literatura para Chile, sus islas oceánicas y región Antártica chilena (Tabla 20). Cruceros de investigación centrados en la región polar meridional y subpolar como el R/V Polarstern y otros esfuerzos, han revelado una abundancia de taxos de invertebrados marinos, incluyendo nuevos géneros de octocorales desconocidos para la ciencia (Williams & López-González, 2005).

Estudios realizados por Pérez & Zamponi (2004), revelan evidencias de una distribución continua bioceánica (Pacífico sur-este y Atlántico sur-oeste) de octocorales a lo largo de toda la costa sur del continente americano, esto podría deberse a que son especies que son parte de la fauna Antártica y Subantártica transportadas por la corriente fría de las Malvinas (Zamponi *et al.*, 1997); este tipo de estudio revela la posible afinidad de especies de las costas americanas Australes con la región Antártica e islas Subantárticas.



**Figura 9.** Distribución latitudinal de los principales órdenes de Corales reportados para aguas chilenas.

**Tabla 20.** Listado sistemático y distribución de las especies de corales reportados para Chile.

Especie	Distribución	Referencia	Familia
<b>Subclase Hexacorallia</b>			
<b>Orden Scleractinia</b>			
<b><i>Leptoseris scabra</i></b> Vaughan 1907	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Hanga Roa Hotel, 43 m.	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988; Glynn <i>et al.</i> , 2005	Agariciidae
<b><i>Leptoseris solida</i></b> (Quelch, 1886)	Isla de Pascua; Sectores: Hanga Roa Bay, 80-100 m; Motu Nui, 70 m.	Wells 1971; DiSalvo <i>et al.</i> , 1988; Glynn <i>et al.</i> , 2005;	Agariciidae
<b><i>Bathycyathus chilensis</i></b> Milne Edwards and Haime, 1848	(33°38,2`S,78°56,6`W) Isla Róbinson Crusoe; 33°41,2`S, 78°57W; 33°34,3`S, 78°54,9`W (160-180m); 33°37,5`S, 78°40,7`W; 33°37`18``S, 78°50`20``W (26-29 m); 33°37`S, 78°50`50``W; 32° 71`S, 71°36`W Papudo.	Andrade, 1987; Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Caryophyllia diomedea</i></b> Marenzeller, 1904	Nazca, 1760 m (21°31'S, 81°31' W).	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Caryophyllia huinayensis</i></b> sp. nov.	Caleta Gonzalo, Fiordo Riñihue a 30 m (42°32`46,6"S, 72°37`0,2"W); Lenca, Seno de Reloncaví (41°38`20,4`S, 72°40`07,4"W) 27 m; Fiordo Quintupeu (42°09'S, 72°25'W) 23-26 m; Challenger 308 (50°08'30"S, 74°41'00"W) 256 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Caryophyllia</i> sp. cf. <i>C. quadragenaria</i></b> Alcock, 1902	34°07'S, 72°19'W, 730-750 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Caryophyllia smithii</i></b> Stokes and Broderip, 1828	Chile	Reyes-Bonilla, 2002	Caryophylliidae
<b><i>Caryophyllia squiresi</i></b> Cairns, 1982	Cabo de Hornos a 406 m: 56°28,1'S, 66°56,4' W); Islas Falkand a 659 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae

Continuación

Espece	Distribución	Referencia	Familia
<b><i>Deltocyathus parvulus</i></b> Keller, 1982	24°24'S, 80°47' W, 4195 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Desmophyllum dianthus</i></b> (Esper, 1794)	Caleta Gonzalo a 28m(42°32'46.6"S, 72°37'00.2"W); Lenca a 27 m (41°38'20.4"S, 72°40'07.4"W); Puyuhuapi, 24 m; Isla Cailin , 8 m; Isla Juan Fernández, Sector el Pangal, Bahía Cumberland, 4-5m (IZUA); Seno Baker, 300 m, (47°49'S, 73°34'S); Isla Inocentes.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Tethocyathus endesa</i></b> sp. nov.	Fiordo Quintupeu 23-26 m (42°09'S; 72°25' W); Caleta Gonzalo, Fiordo Reñihue a 28 m (42°33'12,7'S, 72°35'22.3' W); Caleta Gonzalo, Fiordo Reñihue a 30 m (42°32' 46.6'S, 72°37'00.2"W); Concepción (36°29,9'S, 73°40,8' W) a 240 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Solenosmilia variabilis</i></b> Duncan, 1873	Península Tres Montes a 1146 m (47°01'S, 75°44'W)	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Caryophylliidae
<b><i>Balanophyllia malouinensis</i></b> Squires, 1961	53°12.0'S, 74°51.6' W, 396 m; 55°06.2'S, 71°58.7' W, 132 m. Pasaje Drake en Cabo de Hornos a 494-1137 m; Isla Desolación (53°S) a 132 m; Venezuela a Tierra del Fuego.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Dendrophylliidae
<b><i>Leptastrea purpurea</i></b> (Dana, 1846)	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Hanga Roa Bay, 10 m; Pirámide, 21 m.	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988; Reyes-Bonilla, 2002; Glynn <i>et al.</i> , 2005	Faviidae
<b><i>Leptastrea transversa</i></b> Klunzinger, 1879	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Anakena Cove, 8-10 m; Pirámide, 16-19 m; Ovahi Bay, 12 m; Motu Tautara, 20 m.	Glynn <i>et al.</i> , 2005	Faviidae
<b><i>Flabellum (U.) apertum</i></b> Moseley, 1876	34°07'S, 72°19'W, 730-750 m; 52°48.7'S, 52°50.3' W, 317 m; 53°44.4'S, 53°46.3'W, 482 m ; 55°04.'S, 72°10.0' W, 193 m; 56°05.2'S, 70°02.6' W, 435 m . Moseley hace el primer reporte para el Golfo de Penas 48°S;	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Flabellidae

Continuación

Espece	Distribución	Referencia	Familia
<b><i>Flabellum (F.) curvatum</i></b> Moseley, 1881	55°01.7'S, 72°27.2'W, 275 m; Pasaje Drake en Cabo de Hornos (406-1137m); Isla Stewart (275m, 55°S);	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Flabellidae
<b><i>Javania cailleti</i></b> (Duchassaing and Michelotti, 1864)	Canal Mesier (48°27'S) entre 627-821 m	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Flabellidae
<b><i>Truncatoflabellum truncum</i></b> Cairns, 1982	Isla Desolación a Taltal (25°-53°S, 950-1896 m); La Placa de Falkland (595 m)	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Flabellidae
<b><i>Fungiacyathus (B.) marenzelleri</i></b> (Vaughan, 1906)	Valparaíso (33°S) a 2514 m (Moseley 1881); Valdivia (41°S) a 3639 m (Cairns 1982).	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Fungiacyathidae
<b><i>Fungiacyathus (B.) pliciseptus</i></b> Keller, 1981	Sala y Gomez a 480 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Fungiacyathidae
<b><i>Fungiacyathus (B.) pseudostephanus</i></b> Keller, 1976	7°10'S, 85°50' W, 4124 m en 1961; Antofagasta (23°19'S, 70°57'W) a 3840 m.	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Fungiacyathidae
<b><i>Cycloseris vaughani</i></b> (Boschma, 1923)	Isla de Pascua; Sectores: Anakena Cove, Ovahi Bay y Motu Nui.	Wells 1971; Reyes-Bonilla, 2002; Glynn <i>et al.</i> 2005	Fungiidae
<b><i>Leptotenus hypocoelus</i></b> Moseley, 1881	33°31' S, 74°43' W Valparaíso, a 3949 m. ( <i>Challenger</i> 299)	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Micrabaciidae
<b><i>Bathelia candida</i></b> Moseley, 1881	47°01'S, 75°44'W (Península Tres Montes) a 1146m, Isla Róbinson Crusoe de Juan Fernandez entre 26-180 m.	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Oculinidae
<b><i>Madrepora oculata</i></b> Linnaeus, 1758	Valdivia (39°59'S; 73°43'W) entre 2000 y 2500 m.	Cairns <i>et al.</i> , 2005; Bravo <i>et al.</i> , 2005	Oculinidae
<b><i>Madracis pharensis</i></b> (Heller, 1868)	Isla de Pascua	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Pocilloporidae
<b><i>Pocillopora damicornis</i></b> (Linnaeus, 1758)	Isla de Pascua; Sectores: Hanga Roa Bay, 13 m; Papa Haoa, 25 m.	Wells 1971; Reyes-Bonilla, 2002; Glynn <i>et al.</i> , 2005; DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Pocilloporidae

Continuación

Especie	Distribución	Referencia	Familia
<i>Pocillopora danae</i> Verrill, 1864	Isla de Pascua; Sectores: Hanga Roa Bay, 8-12 m; Hanga Roa Hotel, 14-18 m; La Perouse Bay, 13 m; Anakena Cove, 7-9 m; Motu Nui y Motu Iti, 8-40 m; Papa Haoa, 24-27 m; Colorado, 18-43 m; Pirámide, 10-23 m.	Wells 1971; Reyes-Bonilla, 2002; Glynn <i>et al.</i> , 2005	Pocilloporidae
<i>Pocillopora eydouxi</i> Milne Edwards & Haime, 1860	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Hanga Piko, 8 m; Motu Nui, 30 m; Pirámide, 18 m; Anakena Cove 10 m;	Glynn <i>et al.</i> , 2005; DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Pocilloporidae
<i>Pocillopora ligulata</i> Dana, 1846	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Pirámide, 10-23 m; La Perouse Bay, 13 m; Papa Haoa, 24-27 m; Hanga Roa Hotel, 14-18 m; Hanga Roa Bay, 8-12 m; Motu Nui, 10-30 m; Anakena Cove 7-9 m; Ovahi Bay, 8-10 m.	Glynn <i>et al.</i> , 2005	Pocilloporidae
<i>Pocillopora meandrina</i> Dana, 1846	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Motu Iti y Motu Nui, 10-30 m; Anakena Cove 8 m; Hanga Piko, 8 m; Pirámide, 10-20 m;	Glynn <i>et al.</i> , 2005	Pocilloporidae
<i>Pocillopora verrucosa</i> (Ellis & Solander, 1786)	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Hanga Roa Hotel, 14-18 m; Papa Hoa, 24-27 m; Motu Nui, 30 m; Motu Iti, 3-10 m; Ovahi Bay, 9-10 m.	Glynn <i>et al.</i> , 2005; DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Pocilloporidae
<i>Porites lobata</i> Dana, 1846	Isla de Pascua; Sectores: Hanga Roa Bay, 10-14 m; Hanga Tee pool; Pirámide, 16-25 m; La Perouse Bay, 10-14 m; Anakena Cove, 8-10 m; Hanga Piko.	Wells 1971; Reyes-Bonilla, 2002; Glynn <i>et al.</i> , 2005	Poritidae
<i>Astrangia</i> sp.	Juan Fernández; Isla Róbinson Crusoe.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Rhizangiidae
<i>Culicia rubeola</i> (Quoy & Gaimard, 1833)	Isla de Pascua	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Rhizangiidae
<i>Culicia stellata</i> Dana, 1846	33°38'20"S, 78°48'50"W Isla Róbinson Crusoe (3-12 m); 33°38'20"S, 78°49'00"W, 2-8 m; 33°37'00"S, 78°50'50"W, 0-10 m; Costa Este Roca Más Afuera, Isla San Ambrosio en el intermareal.	Cairns <i>et al.</i> , 2005	Rhizangiidae

Continuación

Espece	Distribución	Referencia	Familia
<i>Psammocora superficialis</i> Gardiner, 1898	Isla de Pascua	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988; Reyes-Bonilla, 2002	Siderasteridae
<i>Psammocora stellata</i> (Verrill 1866)	Isla de Pascua (109°22' W, 27°07' S). Sectores: Colorado, 40 m; Hanga Roa Bay, 7-10 m; La Perouse, 8 m; Pirámide, 15 m; Hanga Roa Hotel, 8 m.	Glynn <i>et al.</i> , 2005	Thamnasteriidae
<i>Sphenotrochus gardineri</i> Squires, 1961	Isla Guafo a 121-152 m. Tierra del Fuego entre 9- 403 m.	Reyes-Bonilla, 2002; Cairns <i>et al.</i> , 2005	Turbinoliidae
<b>Subclase Alcyonarea</b>			
<b>Orden Alcyonacea</b>			
<i>Alcyonium haddoni</i> Wright & Studer, 1889	Canal Messier (48°30' S, 74°30' W; 320m); Bahía Tom, 50°8'30"S; 74°41'0"W.	Moyano, 1995; Perez & Zamponi, 2004	Alcyoniidae
<i>Alcyonium paessleri</i> May, 1899	Canal Smyth; Estrecho de Magallanes 53° 23' S.; 70° 54.6' W (150 m)	Verseveldt, 1967; Perez & Zamponi, 2004	Alcyoniidae
<i>Alcyonium sollasi</i> Wright & Studer, 1889	Entrada Atlántica, Estrecho de Magallanes, 52°20' S; 67°37' O (100 m)	Moyano, 1995	Alcyoniidae
<i>Alcyonium sp.</i>	Provincia Magallanica	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Alcyoniidae
<i>Anthomastus sp.</i>	Coquimbo, 29° 58' ; Los Vilos, 31° 56' ; Zapallar, 32° 33' .	Andrade, 1987	Alcyoniidae
<i>Clavularia magelhanica</i> Studer, 1878	Estrecho de Magallanes	Studer, 1978; Ofwegen <i>et al.</i> , 2006	Clavulariidae
<i>Incrustatus comauensis sp.</i> <i>nov.</i>	Punta Llonco, 42°19.894' S, 72°27.661' W	Ofwegen <i>et al.</i> 2006	Clavulariidae
<i>Pachyclavularia rosea</i> (Studer, 1878)	Estrecho de Magallanes y Canal Smyth (52°02' S, 73°48' W)	Verseveldt, 1967	Clavulariidae
<b>Orden Gorgonacea</b>			
<i>Acanthogorgia sp.</i>	Baral Monte Submarino (25,66° S; 86,56° W)	Parin <i>et al.</i> , 1997	Acanthogorgiidae
<i>Dasygorgia flexilis</i> Wright & Studer, 1889	Chiloé, Canal Messier, Puerto Grappler	Moyano, 1995	Chrysogorgiidae
<i>Gorgonacea</i>	Isla de Pascua	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Gorgonacea
<i>Gorgonaria sp1.</i>	Provincia Peruviana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Gorgonacea

Continuación

Especie	Distribución	Referencia	Familia
<b><i>Gorgonaria sp2.</i></b>	Provincia Peruviana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Gorgonacea
<b><i>Leptogorgia platyclados</i></b>	Provincia Peruviana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Gorgoniidae
<b><i>Leptogorgia arbuscula</i></b> (Philippi, 1866)	Bahía Tom, 50°8'30"S; 74°41'0"W, 320m	Moyano, 1995	Gorgoniidae
<b><i>Leptogorgia densa</i></b>	Chile Central	Moyano, 1995	Gorgoniidae
<b><i>Leptogorgia subcompressa</i></b>	Chile Central	Moyano, 1995	Gorgoniidae
<b><i>Leptogorgia purpurea</i></b> (Pallas, 1767)	Canal Sarmiento (51°27'30" S; 74°41'0" W, 320m)	Moyano, 1995	Gorgoniidae
<b><i>Leptogorgia rosea</i></b> Lamarck, 1815	Chile Central	Moyano, 1995	Gorgoniidae
<b><i>Phycogorgia fucata</i></b> (Valenciennes, 1846)	Chile	Williams & Lindo, 1997;	Gorgoniidae
<b><i>Acanella chilensis</i></b> Wright & Studer, 1889	Puerto Grappler 49°24'30" S; 74°23'30" W (cercano a Pto. Edén) Canal Messier	Moyano, 1995	Isididae
<b><i>Isididae sp.1</i></b>	Provincia Magallanica	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Isididae
<b><i>Isididae sp.2</i></b>	Provincia Peruana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Isididae
<b><i>Paragorgiidae sp.</i></b>	Provincia Peruana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Paragorgiidae
<b><i>Acanthogorgia laxa</i></b> Wright & Studer, 1889	Bahía Tom, 50°8'30" S; 74°41'0" W, 320m (Archipiélago Madre de Dios)	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Acanthogorgia ridleyi</i></b> Wright & Studer, 1889	Puerto Grappler 49°24'30" S; 74°23'30" W	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Anthomuricea argentea</i></b> Wright & Studer, 1889	Puerto Grappler 49°24'30" S; 74°23'30" W	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Clematisa obtusa</i></b> Wright & Studer, 1889	Puerto Churruca, 52°45'30" S; 74°46'0" W	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Clematisa robusta</i></b> Wright & Studer, 1889	Canal Sarmiento (51°27'30" S; 74°41'0" W, 320m)	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Paramuricea laxa</i></b> Wright & Studer, 1889	Canal Sarmiento 51°27'30" S; 74°41'0" W (320 m)	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Paramuricea ramosa</i></b> Wright & Studer, 1889	Bahía Tom, 50°8'30" S; 74°41'0" W (320 m)	Moyano, 1995	Paramuriceidae
<b><i>Paramuriceidae</i></b>	Coquimbo, 29° 58' ; Los Vilos, 31° 56'.	Andrade, 1987	Paramuriceidae

Continuación

Espece	Distribución	Referencia	Familia
<b><i>Bayegorgia vermidona</i></b> Williams & López-González, sp.nov.	Pasaje Drake, 61°26.08' S, 58°06.2' W (1047-1227 m); Elephant Island, 61°18.14' S, 56°8.27' W (281.1-288.6 m); Shag Rocks, 53°23.59' S, 42°41.78' W (223.6-307.1 m); South Shetland Islands, West Elephant Island, 61°19' S, 056°28' W (403 m).	Williams & López-González, 2005	Plexauridae
<b><i>Eunicia palmata</i></b>	Bahía Tom, 50°8'30"S; 74°41'0"W, 320m	Moyano, 1995	Plexauridae
<b><i>Muriceides sp.</i></b>	Coquimbo, 29° 58' ; Pichidangí 32° 08' ; Quintero, 32° 42'.	Andrade, 1987	Plexauridae
<b><i>Swiftia sp.</i></b>	Coquimbo, 29° 58' ; Papudo 32° 31'.	Andrade, 1987	Plexauridae
<b><i>Callogorgia sp.</i></b>	Coquimbo, 29° 58' ; Los Vilos, 31° 56' ; Pichidangí 32° 08' ; Papudo 32° 31' ; Caraumilla, 33° 05'.	Andrade, 1987	Primnoidae
<b><i>Primnoella biserialis</i></b> Wright & Studer, 1889	BahíaTom, 50°10'S,74°42'W (815 m); Canal Smyth.	Perez & Zamponi, 2004; Bravo <i>et al.</i> , 2005	Primnoidae
<b><i>Primnoella compressa</i></b> Kükenthal, 1908	Iquique; Provincia Magallanica	Perez & Zamponi, 2004; Bravo <i>et al.</i> , 2005; Cairns, 2006	Primnoidae
<b><i>Primnoella flagellum</i></b> Wright & Studer, 1889	Bahía Tom, 50°8'30" S; 74°41'0" W (320 m).	Moyano, 1995	Primnoidae
<b><i>Primnoella magellanica</i></b> Wright & Studer, 1889	Estrecho de Magallanes	Moyano, 1995	Primnoidae
<b><i>Primnoella philippi</i></b> Aurivillius, 1931	Chile	Cairns, 2006	Primnoidae
<b><i>Primnoella sp.</i></b>	Estrecho de Magallanes	Ríos <i>et al.</i> , 2005	Primnoidae
<b><i>Plumarella delicatissima</i></b> Wright & Studer, 1889	Puerto Grappler 49°24'30" S; 74°23'30" W	Moyano, 1995	Primnoidae
<b><i>Plumarella sp.</i></b>	Provincia Peruviana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Primnoidae
<b><i>Thouarella chilensis</i></b> Kükenthal, 1908	Provincia Peruviana y Magallanica	Bravo <i>et al.</i> , 2005; Cairns, 2006	Primnoidae
<b><i>Thouarella köllikeri</i></b> Wright & Studer, 1889	Bahía Tom, 50°10' S, 74°42' W (53 m), Canal Sarmiento, (122 m).	Perez & Zamponi, 2004	Primnoidae
<b><i>Thouarella variabilis</i></b>	Estrecho de Magallanes	Ríos <i>et al.</i> , 2005	Primnoidae

Continuación

<b>Orden Pennatulacea</b>			
<b><i>Kophobelemnon</i> sp.</b>	Sin información de distribución en el escrito.	Báez <i>et al.</i> , 2005	Kophobelemnidae
<b><i>Renilla reniformis</i></b>	Frente a Valparaíso, Estrecho de Magallanes.	Riveros, 1948	Renillidae
<b><i>Renilla chilensis</i></b> Philippi, 1892	Frente a Valparaíso	Riveros, 1948; Perez & Zamponi, 1999	Renillidae
<b><i>Renilla octodentata</i></b> Zamponi & Pérez, 1995	Bahía de Valparaíso.	Pérez, 1996	Renillidae
<b><i>Gilibelemnon octodentatum</i></b> sp. nov.	Isla Rey Jorge, Islas Sur Shetland (62°18.73' S 58°33.57' W) 353-378 m; Isla Elefantes, Shetland del Sur (61°10.38' S, 55°56.01' W) 110-129 m; Islas Livingston, Shetland del Sur (62°30.18'S, 61°25.64'W) 112-114 m.	López-González & Williams, 2002	Stachyptilidae
<b><i>Balticina</i> sp.</b>	Coquimbo, 29° 58' ; Los Vilos, 31° 56' ; Papudo 32° 31' y 32° 33'	Andrade, 1987	Virgulariidae
<b>Subclase Ceriantipatharia</b>			
<b>Orden Antipatharia</b>			
<b><i>Anthipathes assimilis</i></b> (Brook, 1889)	50°8'30" S, 74°41'0" W; Estrecho de Magallanes.	Brook, 1889	Antipathidae
<b><i>Antipathes contorta</i></b> (Brook, 1889)	50°8'30" S, 74°41'0" W; Estrecho de Magallanes.	Brook, 1889	Antipathidae
<b><i>Antipathes minor</i></b> (Brook, 1889)	50°8'30" S, 74°41'0" W; Estrecho de Magallanes.	Brook, 1889	Antipathidae
<b><i>Antipathes speciosa</i></b> (Brook, 1889)	50°8'30" S, 74°41'0" W; Estrecho de Magallanes.	Brook, 1889	Antipathidae
<b><i>Anthipathes</i> sp. 1</b>	Isla de Pascua.	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Antipathidae
<b><i>Anthipathes</i> sp. 2</b>	Isla de Pascua.	DiSalvo <i>et al.</i> , 1988	Antipathidae
<b><i>Bathypathes patula</i></b>	Provincia Peruviana	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Antipathidae
<b><i>Bathypathes</i> sp.</b>	Ichthyologists Monte Submarino (25,11° S; 99,58° W)	Parin <i>et al.</i> , 1997	Antipathidae

Continuación

<b><i>Cirripathes</i> sp.</b>	Igolnaya (Needle) Monte Submarino (25,18° S; 100,83° W); Great (Bol'shaya) Monte Submarino (25,66° S; 85,45° W); Novaya (New) Monte Submarino (25,31° S; 85,11° W); Profesor Mesyatzen Monte Submarino (21,41° S; 81,63° W)	Parin <i>et al.</i> , 1997	Antipathidae
<b><i>Cladopathes</i> sp., cf. <i>C. plumosa</i></b>	Provincia Magallanica.	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Antipathidae
<b><i>Curtipathes</i> sp.</b>	Ichthyologists Monte Submarino (25,11° S; 99,58° W)	Parin <i>et al.</i> , 1997	Antipathidae
<b><i>Chrysopathes</i> sp.</b>	Provincia Peruviana.	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Antipathidae
<b><i>Leiopathes</i> sp.</b>	Provincia Peruviana.	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Antipathidae
<b><i>Lillipathes</i> sp.</b>	Provincia Magallanica.	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Antipathidae
<b><i>Plumapathes</i> aff. <i>fernandezi</i></b> (Pourtalès, 1874)	Juan Fernández	Bravo <i>et al.</i> , 2005	Antipathidae
<b><i>Tylopathes crispata</i></b> (Brook, 1889)	Canal Sarmiento (51°27'30" S; 74°3'0" W)	Brook, 1889	Antipathidae

## 4.2 Objetivo 2.- Definir los descriptores más representativos de las características del fondo marino, considerando variables biológicas, ecológicas, abióticas y estructuras del fondo marino.

Conforme a lo solicitado en las Bases Especiales del proyecto, y de acuerdo al estado de avance de la investigación, es posible proceder a señalar los descriptores más representativos de las características del fondo marino (o próximos a éste), considerando variables bióticas y abióticas. Lo anterior se basa en el conocimiento existente (Objetivo 1) y la información que se ha propuesto recopilar en los cruceros y en pesca comercial. La selección de los descriptores se basa principalmente en el juicio experto de los investigadores que participaron en el presente estudio, discutiéndose la validez y utilidad de los éstos conforme al alcance de la investigación y disponibilidad de información para sustentarlos.

### 4.2.1 Descriptores físicos y químicos

1.- Temperatura y salinidad: De acuerdo a la visualización y análisis general de las estaciones seleccionadas para el proyecto (bases de datos y zona de estudio), se propone emplear como descriptores de las condiciones oceanográficas en las profundidades cercanas al fondo, la temperatura y salinidad del agua, los cuales permiten identificar las masas de agua en las diferentes regiones (Silva & Konow, 1975; Sievers & Silva, 1975).

2.- Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto representa una variable importante en la caracterización ambiental de las aguas profundas ya que en las profundidades de estudio se ubica la zona de mínimo de oxígeno disuelto (Brandhorst, 1963; Silva & Konow, 1975). Sin embargo, no todas las estaciones seleccionadas de las bases de datos poseen información de esta variable, por lo que inicialmente sólo podría ser considerada como un descriptor ocasional. Posteriormente y luego de una revisión más detallada, en las áreas donde exista información, se puede tomar una decisión definitiva respecto a ella, lo que se complementará con la información recabada en terreno mediante el uso de botellas. En este último caso, el oxígeno disuelto se está determinado de acuerdo a la metodología de titulación con tiosulfato de Winkler modificada para bajas concentraciones de oxígeno, para lo cual se preparó reactivos libres de oxígeno utilizando gas N<sub>2</sub> y se utilizó una microbureta de sensibilidad de 2 uL para la titulación.

3.- Batimetría: Para efectos del presente estudio, esta variable se definirá como la profundidad del fondo marino como función de la posición geográfica, esto es, como función de la longitud y latitud geográficas. Matemáticamente, esto queda descrito por la expresión:

$$z = f(\phi, \lambda)$$

Donde: z es la profundidad

$\phi$  es la longitud geográfica

$\lambda$  es la latitud geográfica

Los datos batimétricos pueden haber sido adquiridos ya sea con ecosonda monohaz, como con ecosonda multihaz. Sin embargo, no importando su origen, en definitiva éstos siempre quedan registrados como una triupla longitud, latitud, profundidad ( $\phi_i, \lambda_i, z_i; i=1, \dots, n$ ).

Para efectos de trabajar con los datos batimétricos, como por ejemplo, cuando se quiere producir una carta batimétrica, es comprobadamente más simple resumir los datos batimétricos en una malla (también llamada grilla), cuyos nodos estén equiespaciados en longitud y latitud. Matemáticamente esto equivale a producir una matriz, cuyas columnas de datos representan meridianos equiespaciados, y cuyas filas representan paralelos equiespaciados.

$$\bar{z}_{ij} = \begin{bmatrix} \bar{z}_{11} & \cdots & \bar{z}_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{z}_{n1} & \cdots & \bar{z}_{nm} \end{bmatrix}$$

Donde:  $j$  representa la longitud  $\phi = \phi_0 + (j-1)*\Delta\phi, j=1, \dots, m$

$i$  representa la latitud  $\lambda = \lambda_0 + (i-1)*\Delta\lambda, i=1, \dots, n$

$\phi_0$  es la longitud más occidental de la malla;

$\Delta\phi$  es la distancia longitudinal entre columnas de la malla;

$\lambda_0$  es la latitud de más al sur de la malla;

$\Delta\lambda$  es la distancia latitudinal entre filas de la malla.

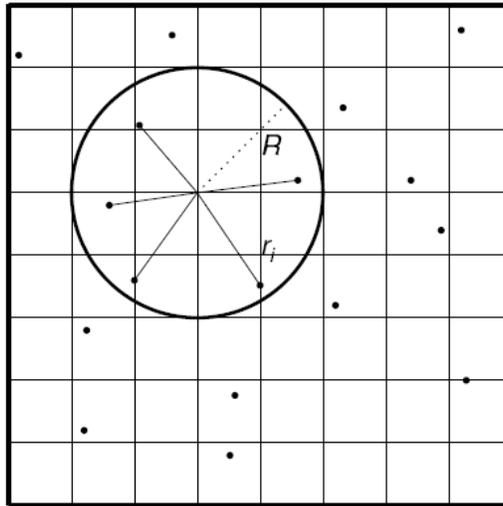
La generación de dicha malla involucra efectuar una interpolación bidimensional de la batimetría, a partir de los datos adquiridos en terreno. En la literatura se describen varios métodos de interpolación bidimensional. Para efectos de este estudio se ha preferido utilizar el método del inverso de la distancia, implementado en el paquete GMT de Wessel & Smith (1991; 1995a; 1995b; 1998). Esta implementación posee la ventaja de que produce interpolaciones que reflejan muy bien la batimetría adquirida originalmente, sin introducir artificios en la batimetría interpolada. En particular, en las regiones geográficas donde no existen datos, el algoritmo no extrapola, y la matriz genera el código de falta de datos "NaN" (Not a Number), que es estándar en el sistema operativo Unix. Dicho código produce un efecto tal, que en los mapas batimétricos la falta de datos aparece como una zona en blanco.

El algoritmo queda ilustrado por las siguientes expresiones (Fig. 10):

$$\bar{z} = \frac{\sum_{i=1}^n z_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \text{con:} \quad w_i = \left(1 + \frac{9r_i^2}{R^2}\right)^{-1}$$

Donde:  $\bar{z}$  es el valor que se quiere interpolar en un nodo de la malla;

$z_i$  es un valor de profundidad medido en terreno;  
 $w_i$  es el peso con que se pondera al valor  $z_i$ ;  
 $r_i$  es la distancia que hay entre el valor  $z_i$  y  $\bar{z}$ ;  
 $R$  es el radio de búsqueda de valores  $z_i$  en torno de  $\bar{z}$ ;  
 $n$  es el número de datos medidos en terreno contenidos dentro del radio de búsqueda  $R$ .



**Figura 10.** Geometría de búsqueda del algoritmo del inverso de la distancia.

Si bien existen otros algoritmos de interpolación bidimensional, el antes mencionado es el que ofrece más ventajas prácticas. Específicamente no se considera utilizar el método de Kriging por cuanto para aplicar esta técnica los datos deben ser estacionarios y ergódicos, entre otras propiedades; situación que en la mayoría de los casos de interpolación de datos batimétricos no se cumple (Smith, 2004).

4.- Pendiente: La pendiente del fondo marino en un punto, corresponde al máximo ángulo (vertical) que forma la superficie del fondo con la horizontal al considerar todas las posibles direcciones horizontales en que se mida este ángulo vertical. Matemáticamente la máxima variación de una superficie viene dada por el gradiente de la función que describe a dicha superficie:

si  $z = f(\phi, \lambda)$ , entonces:  $gradf(\phi, \lambda) = \nabla f(\phi, \lambda)$ .

El módulo del gradiente de  $f(\phi, \lambda)$ ,  $\|\nabla f(\phi, \lambda)\|$ , corresponde a la tangente del ángulo máximo ( $\delta$ ) que forma el fondo marino con la horizontal. Esto es  $\tan \delta = \|\nabla f(\phi, \lambda)\|$ . Por lo tanto, para obtener el ángulo  $\delta$  se debe efectuar la siguiente operación:  $\delta = \tan^{-1}(\|\nabla f(\phi, \lambda)\|)$ .

Considerando que la batimetría va estar contenida en mallas con nodos equiespaciados en latitud y longitud a intervalos discretos, las derivas parciales  $\partial f/\partial\phi$  y  $\partial f/\partial\lambda$  involucradas en el gradiente de  $f$  ( $\nabla f(\phi, \lambda)$ ) deben computarse mediante un esquema de diferencias finitas:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial\phi}\right)_{ij} \approx \frac{z_{i,j+1} - z_{i,j-1}}{2\Delta\phi} \quad \text{y} \quad \left(\frac{\partial f}{\partial\lambda}\right)_{ij} \approx \frac{z_{i+1,j} - z_{i-1,j}}{2\Delta\lambda}.$$

De este modo se puede obtener una malla de la pendiente del fondo marino en términos del ángulo  $\delta$ , es decir:

$$\delta_{ij} = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \cdots & \delta_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{n1} & \cdots & \delta_{nm} \end{bmatrix}.$$

En consecuencia se puede efectuar mapas temáticos de la pendiente del fondo marino, análogos a los que se efectúan con la batimetría. Los cómputos involucrados se efectuarán con el paquete GMT de Wessel y Smith (1991; 1995a; 1995b; 1998).

5.- Calidad del fondo marino: Los datos tomados en los cruceros de los buques de investigación alemanes Sonne y Meteor efectuados a contar del año 2001 han sido obtenidos mediante el ecosonda multihaz Simrad EM120. Este equipo no sólo registra la profundidad del fondo marino, sino también, la magnitud del eco. Dado que la magnitud del eco depende en gran medida, aunque no únicamente, de la dureza del fondo marino, se puede evaluar cualitativamente a semicuantitativamente la dureza del fondo según la magnitud del eco (Medwin & Clay, 1998; Urick, 1983).

Los datos de magnitud del eco (en inglés backscatter signal) son registrados en forma análoga a los de batimetría, pero pueden presentar discrepancias para una misma zona geográfica entre cruceros diferentes, si es que el nivel basal del eco no es exactamente igual entre uno y otro crucero. Este es un valor que se ajusta desde la consola de control del ecosonda multihaz (Kongsberg, 2006).

Por esta razón, en este caso es más conveniente no efectuar una malla con valores interpolados, sino que confeccionar una carta temática tipo “mosaico” con las franjas barridas por todos los cruceros en una región determinada. Todo el procesamiento de dato involucrado se efectuará simultáneamente con los paquetes GMT de Wessely Smith (1991; 1995a; 1995b; 1998) y MB-System de Caress y Chayes (1995; 1996; 2006).

6.- Porosidad: La porosidad permite la caracterización física de los sedimentos, estimándose a partir del porcentaje de pérdida de agua y la densidad de los sólidos.

7.- Granulometría: Junto con la porosidad, el tamaño de los gránulos se emplea en la caracterización del sedimento, procediéndose en primer lugar a lavar y secar las muestras en estufa entre 50 y 60°C, para posteriormente cuartearlas y obtener submuestras que se tamizan a intervalos de ½ phi. Para el caso de muestras que presenten porcentajes de grava significativos, se emplearán tamices de mayor tamaño, y en el caso que predominaran fangos y arcillas se emplearán métodos de decantación de partículas.

8.- Contenido de materia orgánica: Para el análisis de materia orgánica total de los sedimentos, se utiliza el método de calcinación de Byers *et al* (1978). Los datos son expresados como porcentaje de la pérdida de peso por calcinación (% LOI).

9.- Contenido de carbono orgánico total (TOC) y nitrógeno total (TN): El contenido de carbono orgánico total (TOC) y nitrógeno total (TN) es determinado luego de acidificación con HCl 1 N para remover los carbonatos, usando un analizador elemental Heraeus-CHN. También se analiza los isótopos estables  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  medidos sobre la base de su proporción respecto de los estándares VPDB (*Belemnite americana* de la formación Peedee Carolina del Sur) y nitrógeno atmosférico.

**Tabla 21.** Resumen de descriptores físicos y químicos asociados al fondo marino.

DESCRIPTOR	AMBITO
1.- Temperatura y salinidad	Física de la columna de agua
2.- Oxígeno disuelto	Química de la columna de agua
3.- Batimetría	
4.- Pendiente	Conformación del fondo marino
5.- Calidad del fondo marino	
6.- Porosidad	Física de los sedimentos
7.- Granulometría	
8.- Contenido de materia orgánica	Química de los sedimentos
9.- Contenido de carbono orgánico total y nitrógeno total	

#### 4.2.2 Descriptores ecológicos

Para la caracterización de los distintos tipos de comunidades bentónicas y demersales presentes en el área de estudio se consideran ciertos descriptores ecológicos basados en la combinación de variables biológicas, geológicas, físicas y químicas. Para ello se propone combinar cuatro aspectos abióticos básicos, los cuales se ordenan jerárquicamente de la siguiente manera:

Nivel 1.- Mega-hábitat

Nivel 2.- Concentración de oxígeno en el agua de fondo

Nivel 3.- Tipo de sustrato

Nivel 4.- Macro-hábitat

El Nivel 1 se basa en las principales divisiones, en cuanto a sus características morfológicas y tectónicas, de un margen continental oriental entre la III y X regiones. El Nivel 2 incluye la concentración de oxígeno en el agua de fondo. Como es sabido este factor controla en gran medida la presencia-ausencia de ciertas especies bentónicas y demersales, siendo un aspecto de particular importancia para la zona norte y central de Chile. A su vez en la zona de estudio, el área de fondo marino afectado por concentraciones de oxígeno bajas (que a efectos prácticos se considerará niveles inferiores o iguales a  $1 \text{ ml L}^{-1}$ ) varía según la profundidad, la latitud y la estación anual.

El Nivel 3 comprende el tipo de sustrato, que a su vez es indicador de otros factores físicos como corrientes de fondo, tasas de sedimentación, contenido orgánico etc., que también determinan en gran medida el tipo de fauna presente (ej., organismos suspensívoros, depositívoros, móviles, sésiles, etc.). Finalmente, el Nivel 4 implica la caracterización fina del tipo de ambiente, siendo el sedimentario el más común de todos, e incluyendo ambientes particulares de potencial importancia en la zona en relación a los ciclos de vida de distintas especies. Dentro de estos últimos se consideran otros tipos de hábitats de menor extensión espacial pero cuya importancia en los ciclos biológicos de algunas especies es aún poco conocida en la zona. Se incluyen aquí cañones submarinos, montes submarinos, fondos duros asociados al quiebre de la plataforma y zonas de afloramiento de metano. Dentro de cada uno de los cuatro niveles se consideran los siguientes aspectos abióticos:

##### **Mega-hábitat (Nivel 1)**

- Plataforma continental
- Quiebre de la plataforma
- Talud continental

##### **Concentración de oxígeno (Nivel 2)**

- ZMO (oxígeno de fondo < a  $1 \text{ ml L}^{-1}$ )

- No-ZMO (oxígeno de fondo > a 1 ml L-1)

### **Tipo de sustrato (Nivel 3)**

- Duro (ej. laja)
- Blando (ej. fango)
- Biogénico (ej. conchilla)

### **Macro-hábitat (Nivel 4)**

- Sedimentario
- Pared cañón submarino
- Fondo cañón submarino
- Arrecife coral
- Monte submarino
- Afloramiento de metano

La combinación de atributos de cada uno de los cuatro niveles permitiría caracterizar todos los posibles tipos de hábitats bentónicos y demersales presentes en el área de estudio. Ahora bien, los tipos de hábitat se relacionan con los aspectos ecológicos, cuyos descriptores corresponden a:

10.- Diversidad biológica: El índice de Berger-Parker ( $d$ ) representa una estimación que combina una medida de riqueza de especies con una medida de dominancia o equidad de especies al interior de una comunidad. Sin embargo, en la mayoría de los casos no será posible contar con el número de individuos por especie en cada lance, con lo cual no será posible calcular el Índice de Berger-Parker. Por lo tanto, se utilizarán dos tipos de índices que permitirán estimar en forma complementaria las dos facetas de la diversidad biológica. Por un lado, se estimará la riqueza de especies mediante el establecimiento del número de especies presentes ( $S$ ). Por otro lado, se estimarán los cambios espaciales en la diversidad biológica a través del Índice de Whittaker ( $\beta_w$ ).

11.- Dominancia de especies: Al igual que en el caso anterior, dado que en la mayoría de los casos no se cuenta con el número de individuos por especie, no será posible calcular el Índice de Simpson. Por lo tanto, se sustituye este índice por el Índice de Berger-Parker modificado ( $d'$ ) el cual emplea la CPUE (kg/hora de arrastre) como indicador de la abundancia relativa por especie. El índice  $d'$  es el resultado de una modificación al índice de Berger-Parker y tiene la siguiente expresión matemática:

$$d' = \sum \left( \frac{CPUE_{max}}{CPUE} \right)$$

donde

CPUE<sub>max</sub> es la CPUE de las especies más dominantes en cada lance, y CPUE es la CPUE total dentro de cada lance.

12.- Similitud faunística: En la propuesta técnica se propuso emplear el índice de Sanders debido a su facilidad de aplicación y, además, por no demandar el uso de más información que la abundancia relativa de cada especie, expresada como porcentaje de la captura total por lance. Sin embargo, el índice de Sanders no tiene un uso tan extenso y reconocido en ecología. Por el contrario, el coeficiente de Bray-Curtis ha sido extensamente usado en ecología terrestre y marina y sus propiedades son bien conocidas (Clarke, 1993). Además, Bray-Curtis es un método robusto al momento de establecer similitud/disimilitud entre ensamblajes ecológicos.

13.- Ensamblajes ecológicos (Identificación, Similitud/disimilitud): Según Rice (2000) el AC tiene serias limitaciones cuando la base de datos incluye tanto a especies generalistas como a especialistas, a especies con un óptimo de distribución pobremente definido, o a especies que están sujetas a un sustancial error de muestreo. Por su parte, el non-metric multidimensional scaling (NMDS) es una metodología robusta al momento de analizar distribuciones de abundancias altamente irregulares y con gran varianza en el muestreo. Como resultado, NMDS ha demostrado ser la técnica preferida para establecer ordenaciones ecológicas en comunidades de peces y bentónicas (Rice, 2000). Por su parte, la intención de utilizar un análisis de clasificación o cluster (UPGMA) está basado en el amplio uso que se le ha dado a este método en la literatura. Además, Acuña *et al.* (2005) realizó un estudio previo para una zona similar (22°-38° S) al área de estudio, y utilizando el análisis de clasificación o cluster, identificó las asociaciones fanísticas (o ensamblajes ecológicos) presentes en los componentes latitudinal y batimétrico. Por lo motivos anteriormente expuestos fue que se decidió optar por el uso de los métodos NMDS y UPGMA en vez del método AC.

14.- Relaciones predador-presa (a. principales componentes de la trama trófica, y b. principales flujos de materia y energía entre componentes de la trama trófica): La aproximación multiespecífica Ecopath con Ecosim (Christensen & Pauly, 1992; Walters *et al.*, 1997) ha sido ampliamente aplicada a ecosistemas acuáticos (ver [www.ecopath.org](http://www.ecopath.org)), permitiendo la descripción cuantitativa de los ecosistemas (Christensen & Pauly, 1993b) y generalidades de las redes tróficas marinas (Pauly & Christensen, 1995).

15.- Asociación entre especies y ambiente: En la propuesta técnica se indicó la aplicación del método de Perry & Smith (1994) basado en un muestreo estratificado al azar. Sin embargo, el diseño de muestreo utilizado en los cruceros del presente proyecto no fue estratificado al azar, lo cual limita la aplicación del citado método para identificar asociaciones especie-ambiente. Dada la limitación por diseño de muestreo se aplicará el procedimiento BIOENV (Clarke & Ainsworth, 1993), el que corresponde a un método de correlación no paramétrico por rangos el cual relaciona matrices de disimilaridad biológica y física. Es

decir, selecciona el conjunto de parámetros físicos que mejor explica la matriz biológica., permitiendo de esa forma establecer relaciones especie-ambiente.

**Tabla 22.** Descriptores ecológicos para comunidades bentónicas y demersales.

Elemento del ecosistema	Aspecto	Descriptor	Índice/Aproximación
Comunidades bentónicas y demersales	Composición	Diversidad biológica	- Riqueza de especies (S) - Whittaker ( $\beta_w$ )
		Dominancia de especies	- Berger-Parker modificado ( $d'$ )
	Estructura	Distribución latitudinal de las especies	- Componentes principales (ACP)
		Distribución batimétrica de las especies	- Componentes principales (ACP)
		Identificación de ensamblajes ecológicos	- Agrupación (UPGMA) - Ordenación (NMDS)
		Similitud/disimilitud entre ensamblajes ecológicos	- Bray Curtis
		Relaciones predador-presa <sup>7</sup> : - Principales componentes de la trama trófica - Principales flujos de materia y energía entre componentes de la trama trófica	- ECOPATH (aproximación ecotrófica y multiespecífica )
		Asociaciones entre especies y variables ambientales	- BIOENV (Clarke & Ainsworth, 1993)

<sup>7</sup> Relacionado principalmente con su determinación en comunidades demersales.

**4.3 Objetivo 3.- Caracterizar, a través de experiencias *in situ*, los fondos marinos de acuerdo a los descriptores previamente definidos segmentándolos geográficamente y confeccionar mapas que incluyan la batimetría de la zona y el tipo de fondo.**

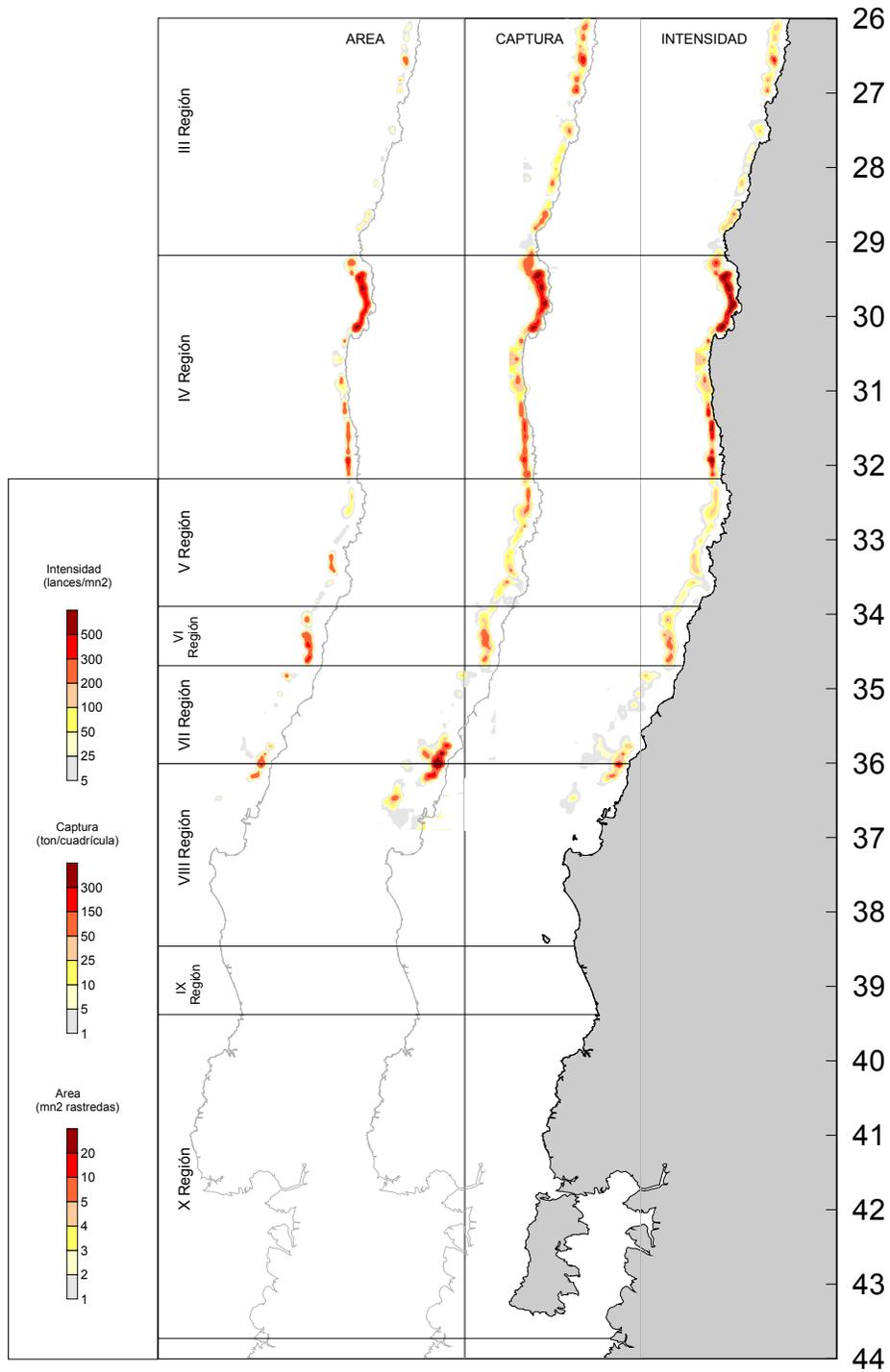
**4.3.1 Intensidad de pesca para definición de zonas**

Para la definición de las zonas de muestreo, se procesó un total de 48.983 lances de arrastre dirigidos a peces demersales (merluza común y besugo) entre los años 2000 y 2004, mientras que en crustáceos (camarón nailon, langostino amarillo, langostino colorado y gamba) la cantidad de lances correspondió a 66.948 para el mismo período. Aplicando un procedimiento de validación de la información en base a criterios preestablecidos según diferenciales de posición (distancia rastreada), duración de los lances y velocidades de arrastre (como resultante del delta posición y delta duración) fue posible eliminar la información errónea o dudosa, quedando disponible para el análisis 47.271 lances en la base de peces demersales y 64.560 lances en la base de crustáceos (Tabla 23).

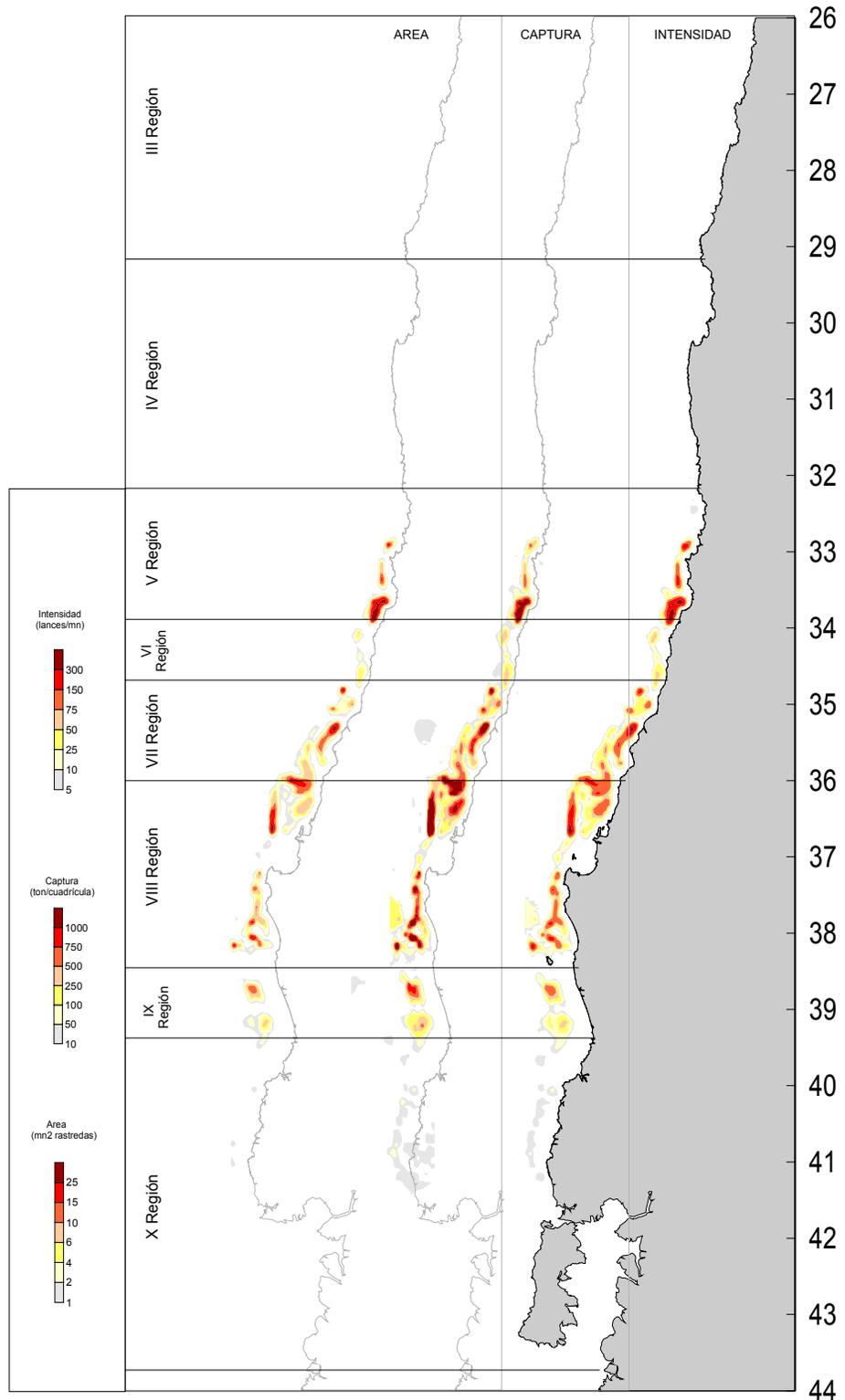
**Tabla 23.** Resumen de información considerada para la estimación espacial de la intensidad de pesca a partir de las bases de captura de peces demersales y crustáceos entre los años 2000-2004.

RECURSOS	AÑO	NUMERO DE LANCES	DISTANCIA RASTREADA (mn)	CAPTURA (ton)
PECES DEMERSALES	2000	7.759	41.577	67.276
	2001	8.698	48.772	73.753
	2002	8.389	43.801	67.877
	2003	11.093	68.097	73.968
	2004	11.332	83.342	47.741
	Total	47.271	285.589	330.615
CRUSTACEOS	2000	20.773	88.753	15.782
	2001	14.814	58.708	5.707
	2002	12.041	53.698	3.676
	2003	10.030	50.262	4.166
	2004	6.902	32.073	3.658
	Total	64.560	283.493	32.989

Los lances, de acuerdo a su posición, fueron asignados a cuadrículas de 3x3 mn, lo que permitió realizar un análisis espacial de la información disminuyendo la incertidumbre del dato de posición proporcionado en las bitácoras de pesca. De este modo, mediante el uso de la herramienta krigging de Surfer 7.0 fue posible un análisis geoestadístico de la información, determinando la cantidad de lances por cuadrícula, captura por cuadrícula, y superficie rastreada por cuadrícula y total. De este modo, es posible representar la información espacialmente distribuida para la identificación y selección de zonas de muestreo desde la perspectiva de esfuerzo y captura. En las figuras 11 y 12 se presenta gráficamente las salidas del análisis, tanto para peces demersales como para el caso de crustáceos.



**Figura 11.** Indicadores de la intensidad de pesca de arrastre de crustáceos.



**Figura 12.** Indicadores de la intensidad de pesca de arrastre de peces demersales.

**a) Zonas de estudio: Cruceros**

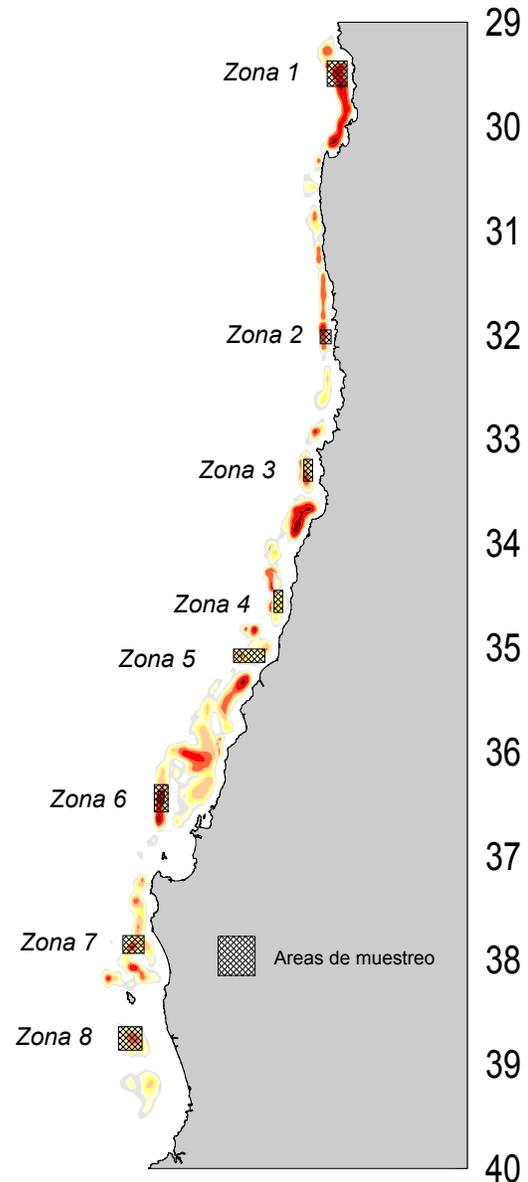
La información anterior, junto a los restantes criterios indicados en la metodología general, permitió establecer 8 áreas de muestreo distribuidos entre el límite norte de la IV Región hasta el límite norte de la IX Región (Fig. 13).

Se definieron 128 estaciones de muestreo en total, equivalentes a 16 estaciones por zona y 4 por rango batimétrico, sin embargo hubo 2 estaciones que no pudieron realizarse, razón por la cual se totalizaron 126 estaciones de muestreo.

En términos batimétricos, fue posible cubrir entre 97 y 492 m, rango variable según la zona en cuestión (Tabla 24).

Tabla 24. Profundidades mínima y máxima de los muestreos por zona.

ZONA	z_Mín	z_Máx
1	117	484
2	149	492
3	134	475
4	164	461
5	97	491
6	165	452
7	140	451
8	124	482



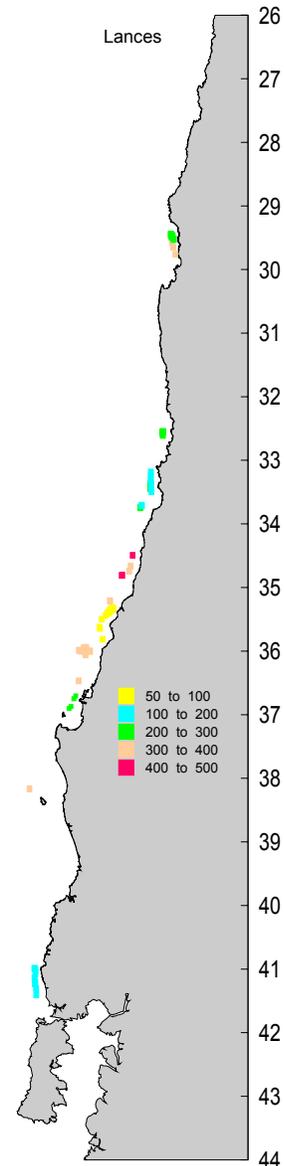
**Figura 13.** Distribución espacial de las zonas de muestreo en cruceros.

## b) Muestreos complementarias: Pesca comercial

En la propuesta técnica se indicó la posibilidad de realizar embarques en la la flota arrastrera industrial con puertos base en Coquimbo y Talcahuano con el objetivo de recolectar información de la composición de la captura, muestras de contenido estomacal y muestras de sustrato.

En términos generales, se realizaron embarques en 8 naves arrastreras, tanto de la flota artesanal como industrial, con puertos base en Coquimbo (L/M Isabel S, PAM Lonquimay y PAM Nisshin Maru III), Quintero (PAM Maori), Tomé (L/M Tomé), San Vicente (PAM Leopardo) y Talcahuano (PAM Biomar V y PAM Bonn).

En el sentido norte-sur, fue posible obtener muestras entre los paralelos 29° 30' y 41° 30' LS, y entre 65 y 405 metros de profundidad (Fig. 14). Se registró información de captura en 153 lances de arrastre, recolectándose 70 muestras de sustrato y 450 estómagos con contenido correspondientes a más de 20 especies. Además, en 87 lances se obtuvo datos de profundidad y temperatura mediante sensores dispuestos en las redes.



**Figura 14.** Distribución espacial de los muestreos en pesca comercial.

### 4.3.2 Filmaciones submarinas

El sistema de filmación se dispuso en el cielo de la red de arrastre durante los lances de muestreo, lográndose obtener 30 filmaciones exitosas en estaciones de profundidad variable entre 106 y 461 metros (Tabla 25). La información generada, correspondiente a 3,7 horas de registros efectivos, han sido editados en un DVD que forma parte integral de los productos obtenidos en el proyecto. A continuación se exponen algunas fotografías extraídas de las filmaciones, indicándose la zona, estación y profundidad en que fueron obtenidas (Figuras 15 a 22).

**Tabla 25.** Estaciones de muestreo con filmaciones submarinas y su duración.

ZONA	ESTACIÓN	DURACIÓN GRABACIÓN (min)	PROFUNDIDAD (m)
1	6	0:31	126
	10	8:16	305
	13	4:25	453
2	8	8:11	155
	10	8:17	252
	13	8:01	370
	16	8:18	448
3	7	8:17	265
	9	7:35	450
	10	5:58	351
	13	3:09	138
4	3	8:15	174
	5	8:17	269
	7	8:16	352
	8	8:17	461
5	2	5:42	454
	6	5:38	358
	11	7:58	256
	16	4:22	106
6	8	1:03	250
	13	1:13	357
	A(*)	11:05	310
	B(*)	14:00	325
7	2	7:21	436
	7	3:55	358
	9	8:16	240
	14	6:33	149
8	3	8:15	427
	8	5:14	356
	12	8:18	254

(\*) corresponden a filmaciones realizadas fuera de las estaciones de muestreo, en cercanías a la zona 6.



**Figura 15.** Fotografías de zona 1, estación 10 - 304 m de profundidad.



**Figura 16.** Fotografías de zona 2, estación 13 - 367 m de profundidad.



**Figura 17.** Fotografías de zona 3, estación 9 - 450 m de profundidad.



**Figura 18.** Fotografías de zona 4, estación 5 - 272 m de profundidad.



**Figura 19.** Fotografías de zona 5, estación 2 - 449 m de profundidad.



**Figura 20.** Fotografías de zona 6: estación A - 310 m y estación B - 325 m de profundidad.



**Figura 21.** Fotografías de zona 7: estación 7 - 358 m y estación 2 - 436 m de profundidad.



**Figura 22.** Fotografías de zona 8: estación 12 - 254 m y estación 3 - 427 m de profundidad.

### 4.3.3 Características oceanográficas cercanas al fondo

#### Temperatura

La temperatura del agua de fondo fluctuó entre un máximo de 12,19°C (zona 1, 100-200 m) y un mínimo de 5,95°C (zona 8, 400-500 m). En general, las temperaturas más bajas ( $< 7^{\circ}\text{C}$ ) se presentaron entre los 400 y 500 m de profundidad de las zonas 5, 6, 7 y 8 mientras que las temperaturas más altas ( $> 12^{\circ}\text{C}$ ) fueron registradas entre los 100 y 200 m de las zonas 1 y 3 (Figs. 23a a 30a). Al analizar la temperatura promedio en cada una de las zonas, se apreció una clara tendencia de los valores a disminuir con la profundidad (Figs. 23a a 30a; Tablas 26 y 27).

Las mayores variaciones entre temperaturas máximas y mínimas (desviación estándar  $> \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) se presentaron en el intervalo de profundidad de 300-400 m de la zona 1 y en el de 400 a 500 m de las zonas 1 y 5 (Tablas 26 y 27).

#### Salinidad

La salinidad del agua cercana al fondo presentó valores que fluctuaron entre 34,019 y 34,815. En general, las salinidades más bajas ( $< 34,5$ ) se presentaron en los niveles más profundos y las más altas ( $> 34,5$ ) en las en las zonas más someras (Figs. 23b a 30b; Tablas 26 y 27). Aunque la variación de los valores medios de salinidad con la latitud no fue igual para todos los intervalos de profundidad, la tendencia general fue una disminución de norte a sur, con valores menores a 34,2 en la zona más austral (zona 8) y valores mayores a 34,8 en la zona 1, ubicada al norte (Figs. 23b a 30b; Tablas 26 y 27).

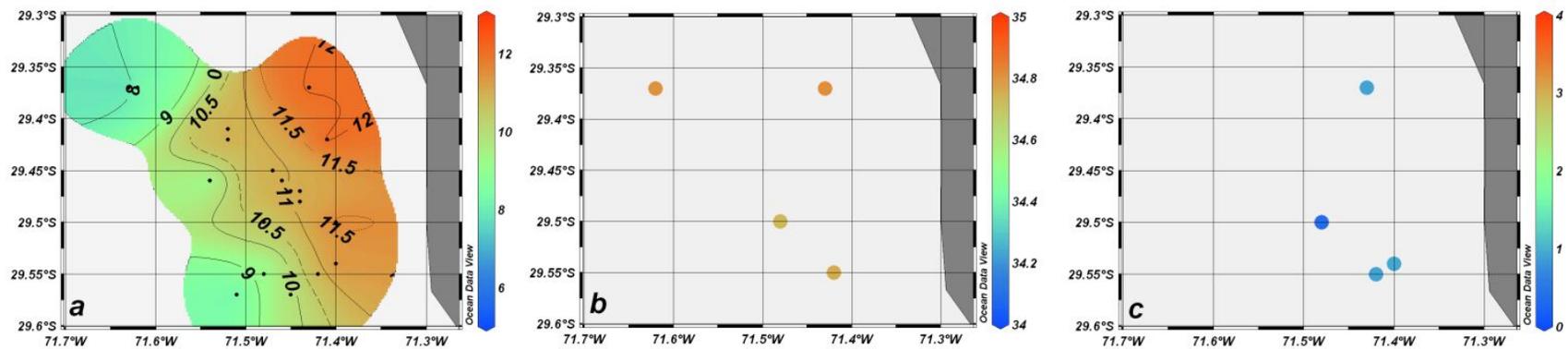
#### Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto cerca del fondo fluctuó entre concentraciones de 0,35 y 3,72 mL·L<sup>-1</sup> (Tablas 26 y 27). Estos valores corresponden a porcentajes de saturación de 5,6 y 54,5 % respectivamente.

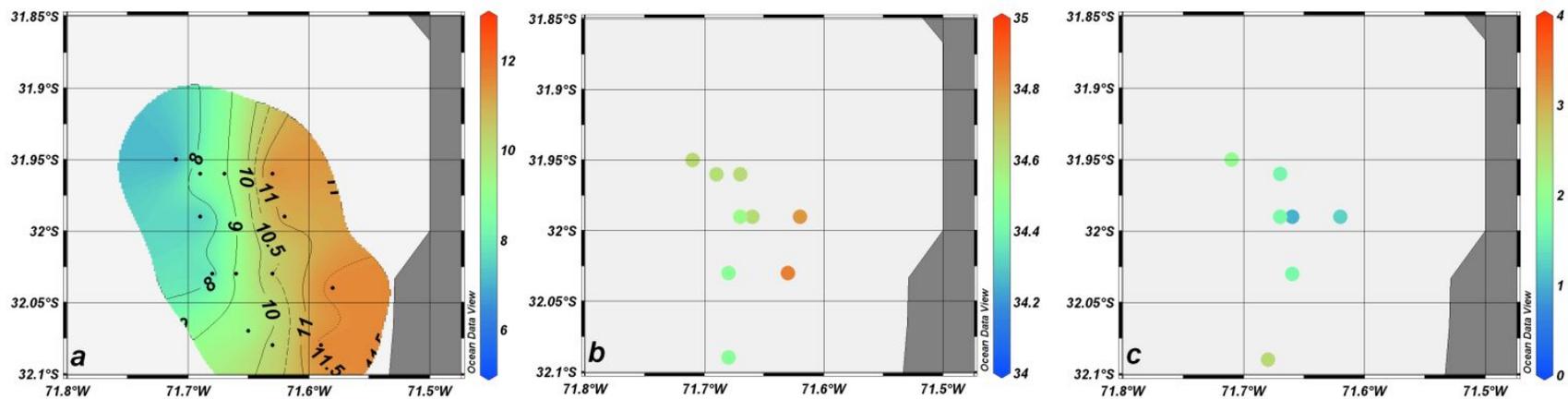
La distribución longitudinal del oxígeno disuelto mostró que, en general, las menores concentraciones tienden a presentarse en la zona norte y las más altas en la zona sur (Figs. 23c a 30c; Tablas 26 y 27). La distribución de oxígeno disuelto con la profundidad de cada una de las zonas no presentó un patrón definido para toda el área, disminuyendo hacia las zonas más profundas en las zonas 6 y 7 y aumentando en las zonas 2, 3, 4, 5 y 8.

#### Masas de agua

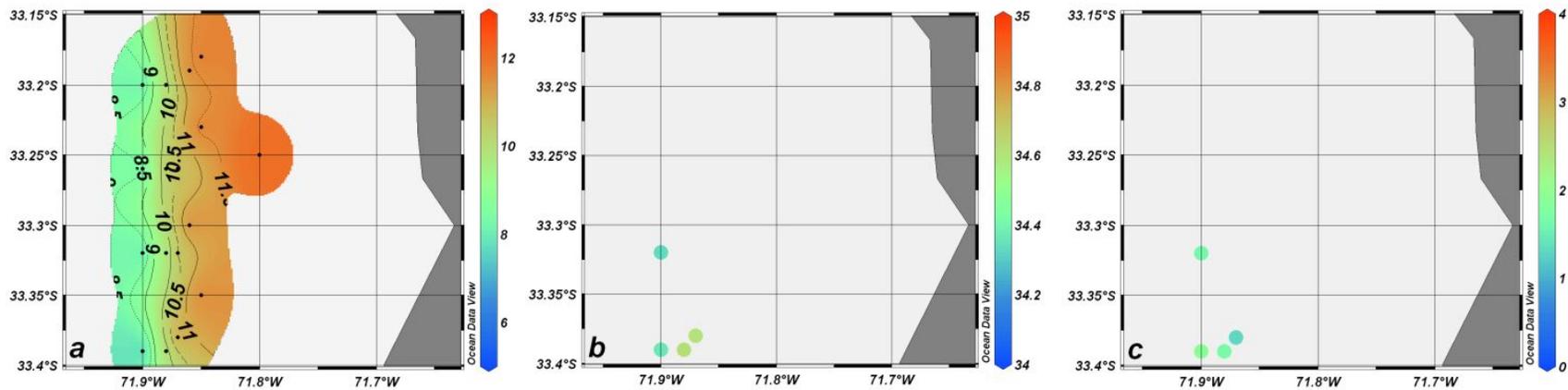
Sobre el fondo de la zona muestreada se detectó la presencia del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y del agua Intermedia Antártica (AIAA).



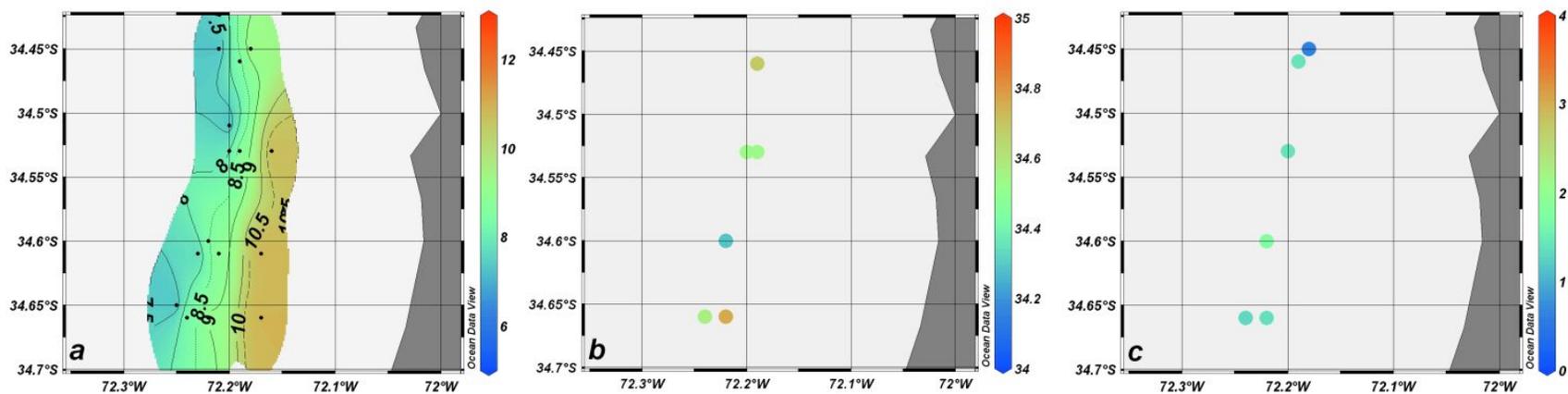
**Figura 23.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 1. Proyecto FIP N° 2005-61.



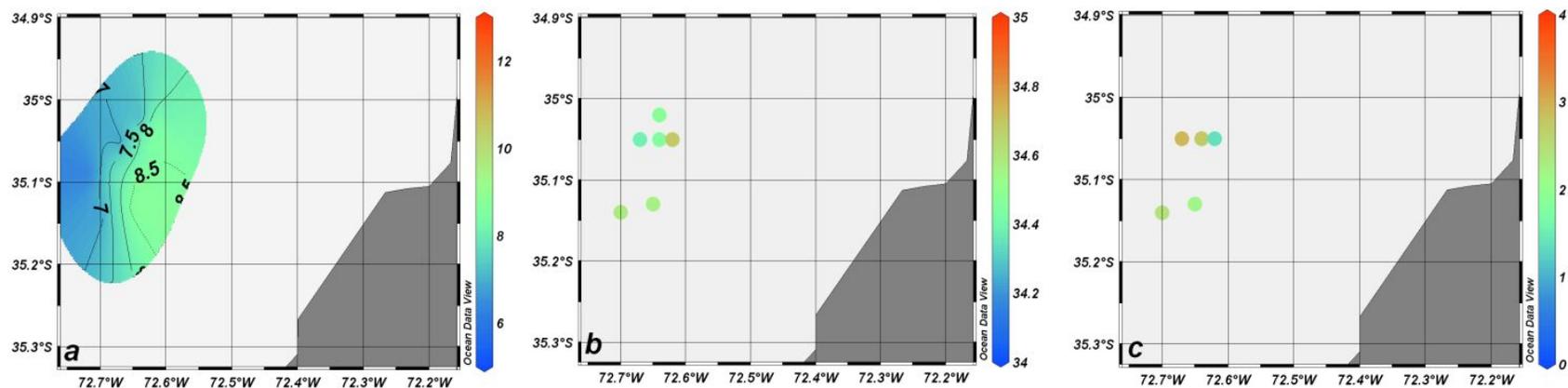
**Figura 24.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 2. Proyecto FIP N° 2005-61.



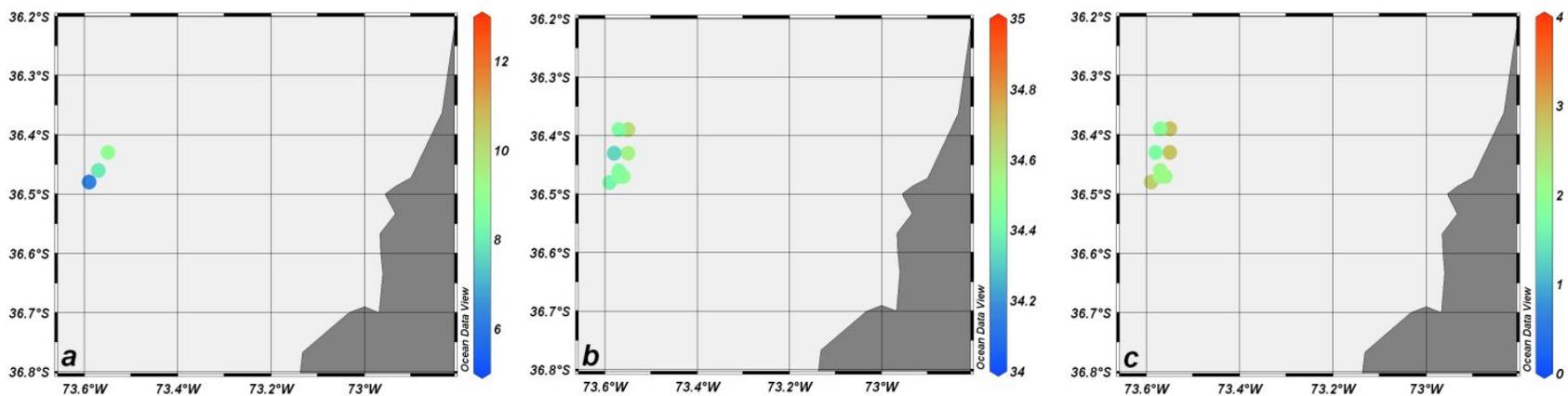
**Figura 25.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 3. Proyecto FIP N° 2005-61.



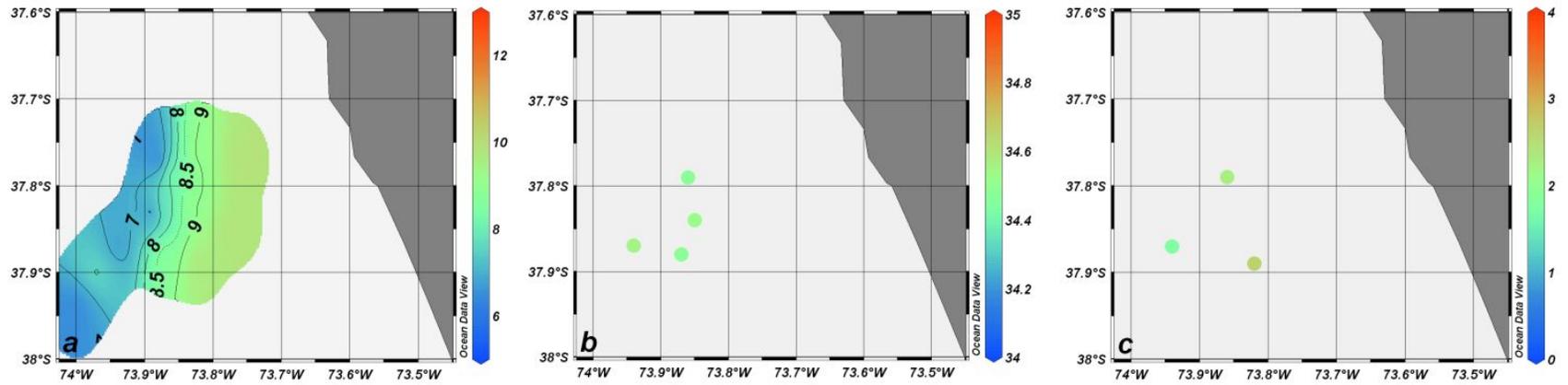
**Figura 26.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 4. Proyecto FIP N° 2005-61.



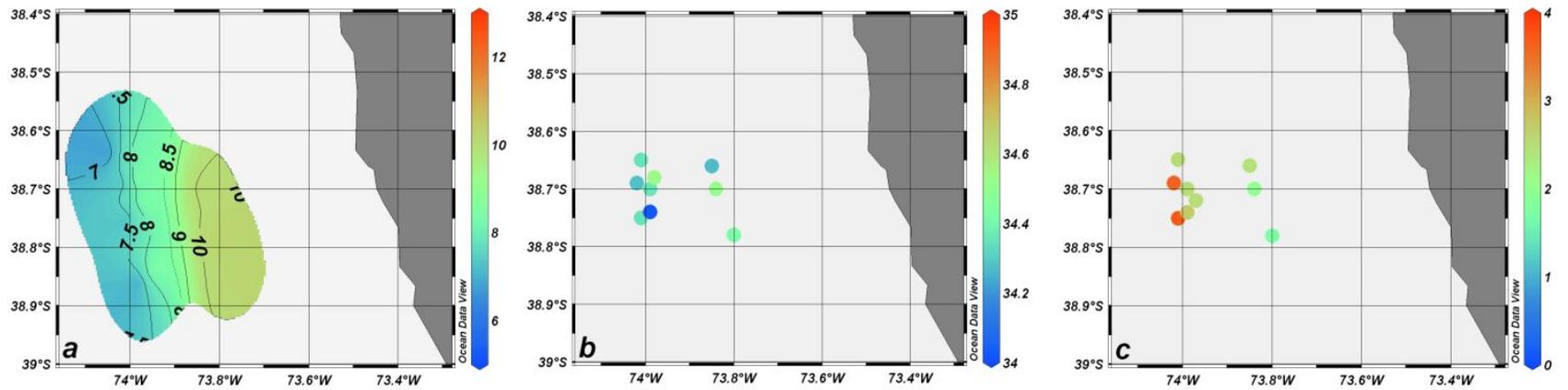
**Figura 27.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 5. Proyecto FIP N° 2005-61.



**Figura 28.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 6. Proyecto FIP N° 2005-61.



**Figura 29.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 7. Proyecto FIP N° 2005-61.



**Figura 30.** Distribución de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c), en la zona 8. Proyecto FIP N° 2005-61.

**Tabla 26.** Media, desviación estándar, máximo, mínimo y número de datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, en los niveles de 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 m de profundidad, para las zonas 1 a 4.

ZONA	T	S	O	T	S	O	T	S	O	T	S	O
	100-200			200-300			300-400			400-500		
<b>ZONA1-Fip2005-61</b>												
MEDIA	12,12	34,815	0,89	11,24	34,756	0,92	9,39	34,768	0,35	7,54	-	-
MINIMO	12,04	-	-	10,85	-	0,91	8,98	34,728	-	6,83	-	-
MAXIMO	12,20	-	-	11,75	-	0,93	10,33	34,808	-	8,04	-	-
DESV. ESTANDAR	0,11	-	-	0,42	-	0,02	0,64	0,057	-	0,63	-	-
N	2	1	1	5	1	2	4	2	1	3	-	-
<b>ZONA1-Histórico</b>												
MEDIA	11,75	34,799	0,66	-	34,671	0,45	9,27	34,646	0,67	-	-	-
MINIMO	11,49	34,777	0,20	-	-	-	8,88	34,614	0,46	-	-	-
MAXIMO	11,91	34,838	1,27	-	-	-	9,55	34,688	0,78	-	-	-
DESV. ESTANDAR	0,23	0,027	0,45	-	-	-	0,31	0,028	0,14	-	-	-
N	3	4	5	-	1	1	5	5	4	-	-	-
<b>ZONA2-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	11,60	34,728	1,26	10,54	-	-	9,03	34,603	1,49	6,99	34,528	2,29
MINIMO	11,17	34,657	-	10,30	-	-	8,64	34,533	1,01	6,59	34,466	2,03
MAXIMO	11,78	34,799	-	10,79	-	-	9,38	34,634	1,66	7,21	34,639	2,54
DESV. ESTANDAR	0,29	0,100	-	0,34	-	-	0,30	0,048	0,32	0,35	0,096	0,36
N	4	2	1	2	-	-	4	4	4	3	3	2
<b>ZONA2-Histórico</b>												
MEDIA	11,63	34,673	0,75	10,66	34,699	0,90	10,03	34,699	0,43	-	-	-
MINIMO	-	-	-	10,35	34,665	0,36	-	-	-	-	-	-
MAXIMO	-	-	-	11,08	34,725	1,25	-	-	-	-	-	-
DESV. ESTANDAR	-	-	-	0,38	0,031	0,47	-	-	-	-	-	-
N	1	1	1	3	3	3	1	1	1	-	-	-
<b>ZONA3-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	11,78	-	-	11,23	34,600	1,31	9,80	34,612	1,64	7,75	34,344	1,76
MINIMO	11,58	-	-	10,95	-	-	9,18	-	-	7,32	34,329	1,61
MAXIMO	12,01	-	-	11,59	-	-	10,33	-	-	7,97	34,359	1,91
DESV. ESTANDAR	0,18	-	-	0,33	-	-	0,48	-	-	0,29	0,021	0,21
N	6	-	-	4	1	1	4	1	1	4	2	2
<b>ZONA3-Histórico</b>												
MEDIA	-	-	-	10,23	34,638	1,09	9,91	34,642	0,72	-	-	-
MINIMO	-	-	-	10,15	34,624	0,92	9,84	34,597	0,52	-	-	-
MAXIMO	-	-	-	10,31	34,651	1,26	9,94	34,675	1,25	-	-	-
DESV. ESTANDAR	-	-	-	0,11	0,019	0,24	0,04	0,033	0,36	-	-	-
N	-	-	-	2	2	2	4	4	4	-	-	-
<b>ZONA4-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	10,92	-	-	9,39	34,645	0,99	8,25	34,520	1,46	6,82	-	-
MINIMO	10,92	-	-	9,08	34,529	0,61	7,93	34,291	1,29	6,48	-	-
MAXIMO	10,92	-	-	9,68	34,761	1,37	8,68	34,689	1,78	7,14	-	-
DESV. ESTANDAR	0	-	-	0,25	0,164	0,54	0,32	0,167	0,22	0,35	-	-
N	3	-	-	4	2	2	4	4	4	4	-	-
<b>ZONA4-Histórico</b>												
MEDIA	10,51	34,637	0,53	9,54	34,572	0,47	9,64	34,557	0,66	-	-	-
MINIMO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXIMO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESV. ESTANDAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-

**Tabla 27.** Media, desviación estándar, máximo, mínimo y número de datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, en los niveles de 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 m de profundidad, para las zonas 5 a 8.

ZONA	T	S	O	T	S	O	T	S	O	T	S	O
	100-200			200-300			300-400			400-500		
<b>ZONA5-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	10,82	-	-	9,05	34,624	1,76	7,88	34,451	-	6,24	34,481	2,66
MINIMO	-	-	-	9,01	34,559	1,36	7,66	-	-	6,06	34,387	2,40
MAXIMO	-	-	-	9,08	34,688	2,16	8,17	-	-	6,31	34,577	2,92
DESV. ESTANDAR	-	-	-	0,03	0,091	0,56	0,23	-	-	0,12	0,095	0,26
N	1	-	-	4	2	2	4	1	-	4	3	3
<b>ZONA5-Histórico</b>												
MEDIA	10,67	34,590	0,52	10,22	34,639	0,40	9,54	34,288	0,40	6,64	34,404	2,47
MINIMO	10,61	34,532	0,28	-	-	-	-	-	-	6,19	34,392	-
MAXIMO	10,73	34,647	0,75	-	-	-	-	-	-	7,10	34,415	-
DESV. ESTANDAR	0,08	0,081	0,33	-	-	-	-	-	-	0,64	0,016	-
N	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
<b>ZONA6-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	-	-	-	8,95	34,564	2,59	7,97	34,448	2,14	6,24	34,388	2,09
MINIMO	-	-	-	-	34,526	2,12	-	34,439	2,14	-	34,321	1,72
MAXIMO	-	-	-	-	34,618	2,83	-	34,456	2,14	-	34,435	2,66
DESV. ESTANDAR	-	-	-	-	0,048	0,41	-	0,012	0	-	0,060	0,50
N	-	-	-	1	3	3	1	2	2	1	3	3
<b>ZONA6-Histórico</b>												
MEDIA	11,05	34,592	0,64	10,60	34,612	0,45	7,80	34,471	1,79	7,63	34,438	1,95
MINIMO	10,95	34,523	0,21	10,60	34,588	0,41	-	-	-	-	-	-
MAXIMO	11,16	34,695	0,81	10,60	34,636	0,49	-	-	-	-	-	-
DESV. ESTANDAR	0,08	0,058	0,22	0	0,034	0,06	-	-	-	-	-	-
N	8	8	8	2	2	2	1	1	1	1	1	1
<b>ZONA7-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	9,78	-	2,63	9,00	34,502	-	8,01	34,481	2,26	6,48	34,547	1,77
MINIMO	9,68	-	-	8,74	34,484	-	7,66	-	-	6,09	-	-
MAXIMO	9,84	-	-	9,15	34,520	-	8,48	-	-	6,80	-	-
DESV. ESTANDAR	0,09	-	-	0,22	0,025	-	0,42	-	-	0,30	-	-
N	3	-	1	3	2	-	3	1	1	4	1	1
<b>ZONA7-Histórico</b>												
MEDIA	10,83	34,570	0,58	9,65	34,531	0,89	7,61	34,451	2,32	-	-	-
MINIMO	-	-	-	-	-	-	7,14	34,432	2,08	-	-	-
MAXIMO	-	-	-	-	-	-	8,08	34,469	2,56	-	-	-
DESV. ESTANDAR	-	-	-	-	-	-	0,67	0,026	0,34	-	-	-
N	1	1	1	1	1	1	2	2	2	-	-	-
<b>ZONA8-Fip 2005-61</b>												
MEDIA	10,17	34,402	2,04	8,99	34,532	2,48	7,76	34,244	2,59	6,40	34,313	3,66
MINIMO	10,10	34,273	1,73	8,54	-	-	7,63	34,019	2,49	5,95	34,277	3,61
MAXIMO	10,26	34,513	2,42	9,18	-	-	8,04	34,360	2,73	6,73	34,348	3,72
DESV. ESTANDAR	0,07	0,121	0,35	0,30	-	-	0,19	0,195	0,13	0,39	0,050	0,08
N	3	3	3	4	1	1	4	3	3	4	2	2
<b>ZONA8-Histórico</b>												
MEDIA	10,10	34,309	1,76	-	-	-	-	-	-	5,95	34,338	4,53
MINIMO	9,23	34,028	1,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXIMO	10,97	34,590	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESV. ESTANDAR	1,23	0,397	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	2	2	2	-	-	-	-	-	-	1	1	1

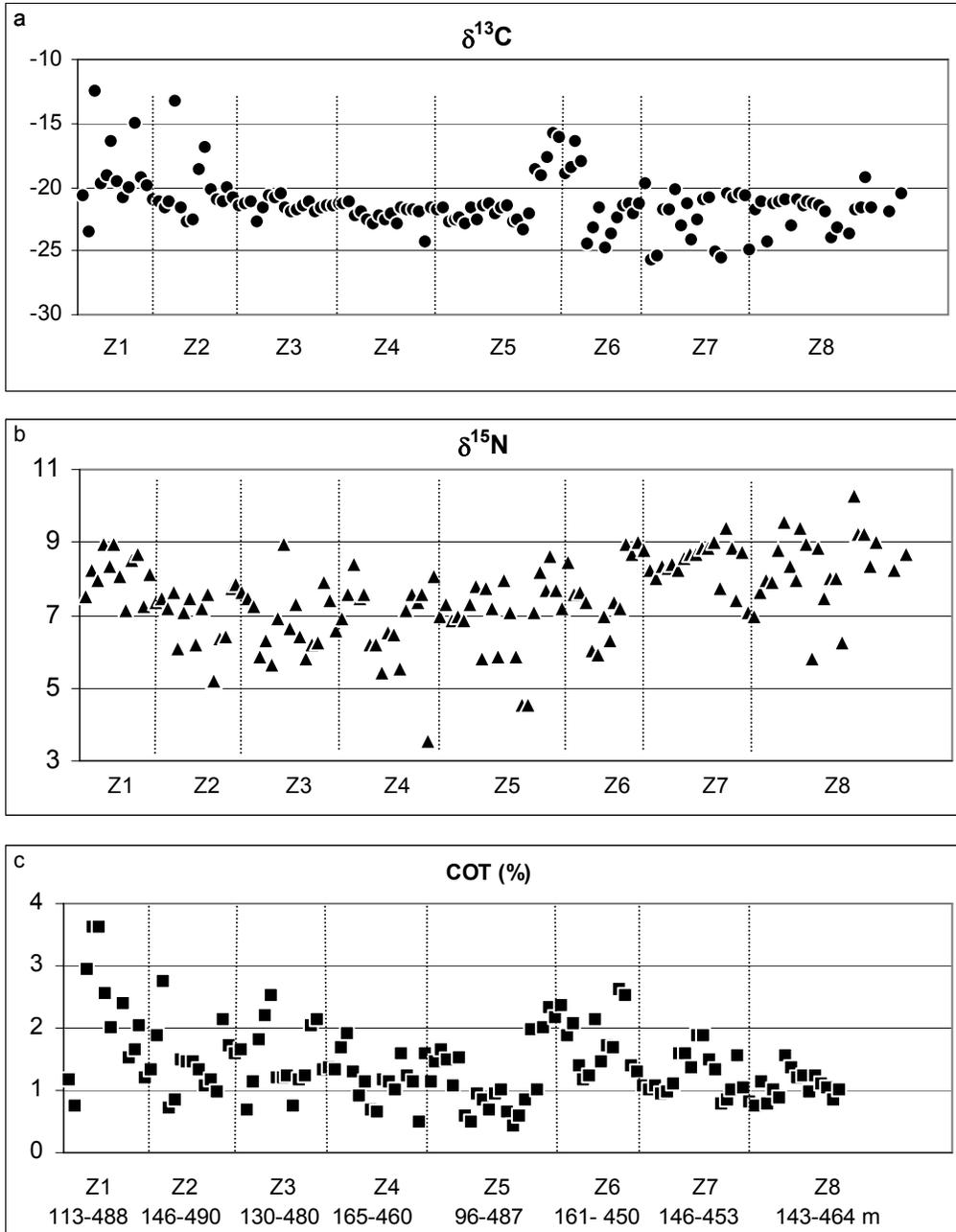
#### 4.3.4 Carbono orgánico total (COT) e isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{15}\text{N}$ ) en los sedimentos

En general las concentraciones de carbono orgánico total (COT) no presentan un patrón claro, pudiéndose observar que en algunas zonas hay una tendencia a incrementar en zonas medias y disminuir en las áreas más profundas y someras (zona 1, 7 y 8), en caso contrario en otras zonas el COT tiende a disminuir en las áreas medias y aumentar en las más someras y profundas (zona 2, 3, 4, 5 y 6). Los valores más bajos se observan en profundidades intermedias y corresponden a valores bajo el 1%, siendo la zona 5 la que presenta el menor con  $\sim 0,4\%$ . Los valores más altos ( $3,6\%$ ) se observan en la zona 1 también en áreas intermedias (200-300 m) (Fig. 31 c).

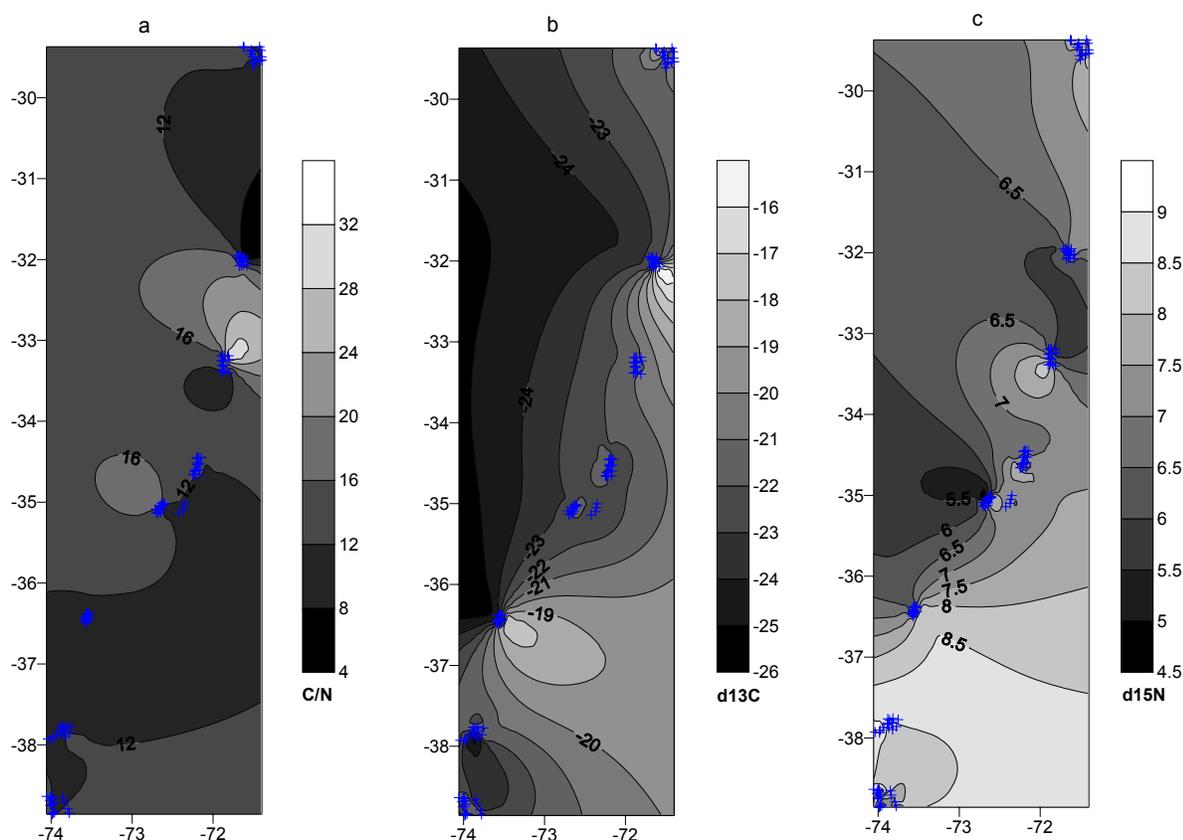
La razón C/N indica un material orgánico bastante degradado, los valores están principalmente entre 8 y 12, existiendo valores máximos de más de 16 en la zona 3 y 4, en las estaciones costeras y profundas respectivamente indicando fuentes de carbono distinto de la fitoplanctónica. (Fig. 32a).

El  $\delta^{13}\text{C}$  se encontró entre  $-20\text{‰}$  y  $-25\text{‰}$ , valores típicos de materia orgánica de origen marino, excepto en algunas estaciones como en la zona 1 que presenta un incremento significativo en profundidades intermedias con valores cercanos o mayores a  $-15\text{‰}$ , y en la zona 5 en las estaciones más profundas, y en la zona 6 en las estaciones más someras, con valores menores de  $-15\text{‰}$  (Fig. 31a). Esto podría corresponder a carbono fijado en la columna de agua en zonas de alta producción primaria, lo cual se sustenta también por los altos valores de carbono orgánico en las mismas estaciones (Fig. 31a,c). En general los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  muestran una mayor dispersión en las zonas 5, 6 y 7 (en el sector sur) donde incluso algunas estaciones presentan valores menores de  $-25$  pudiendo ser causados por aportes terrígenos dada la presencia de importantes fuentes fluviales en el sector (Fig. 31a).

El  $\delta^{15}\text{N}$  se encontró mayoritariamente entre 6 y 9, excepto altos valores cercanos a  $11\text{‰}$  en la zona 8 y bajos valores de menos de  $4\text{‰}$  y más de  $4\text{‰}$ , en la zona 4 y 5 respectivamente (Fig. 31b). Los valores más altos se presentan en la zona 1, 7 y 8 (sector sur). En general, la composición isotópica de la materia orgánica se acerca a los valores típicamente marinos sobre la plataforma, la cual se ensancha ostensiblemente cerca de los  $36^\circ$  de latitud. En zonas más profundas los valores disminuyen, observándose un mayor gradiente costa océano en la zona norte donde la plataforma es muy angosta.



**Figura 31.** Distribución de isótopos estables de carbono y nitrógeno ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) (a, b) y carbono orgánico total (COT) (c) en las distintas zonas de muestreo.



**Figura 32.** Distribución latitudinal de C/N (a), e isótopos estables  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  (b, c). Marcas azules indican posición de las estaciones.

Así, el gradiente costa-océano del  $\delta^{15}\text{N}$  nos muestra que los valores de profundidades intermedias son valores típicos de zonas de alto consumo de  $\text{NO}_3$  durante la degradación de la materia orgánica, que a través de la nitrificación deja los sedimentos enriquecidos en  $\delta^{15}\text{N}$ ; en las zonas más profundas el aporte de material orgánico es menor y así mismo el consumo es también menor, y con ello menor  $\delta^{15}\text{N}$ . De la misma manera el COT es mayor en profundidades medias indicando mayor aporte de material orgánico desde la columna de agua proveniente del enriquecimiento de las aguas debido a la surgencia, esto se observa justamente en las zonas 1 y 6, caracterizadas por presentar alta productividad biológica. Así también, mientras mayor es el  $\delta^{15}\text{N}$  mayor es la degradación del material y viceversa, los valores mas bajos indican material fresco como se observa en algunas estaciones de la zona 4 y 5 en donde también hay alto contenido de COT, pero a diferencia de las otras estaciones, este material esta menos degradado. Latitudinalmente no se observa una tendencia clara, solo un leve aumento del valor promedio del  $\delta^{15}\text{N}$  lo que también indica que hacia el sur hay una mayor degradación del material que sedimenta, siendo material sedimentario más viejo.

#### 4.3.5 Granulometría y Materia orgánica total

El análisis de las características de los sedimentos marinos superficiales se describe por sectores, considerando la predominancia areal del diámetro medio, grado de selección y contenido de materia orgánica expresada en porcentajes (%). De Norte a Sur, las zonas analizadas son las siguientes:

##### Zona 1 (29° 22' S y 29° 37' S)

En la Zona 1 se distribuyeron un total de 13 muestras entre los 113 y 488 m de profundidad, esta zona se caracteriza por un predominio areal de arenas finas (0.137 mm. de diámetro medio), observándose hacia el centro de esta zona un bolsón de arenas medianas (Fig. 33); el grado de selección es variable entre fracciones poco y moderadamente seleccionadas (Tabla 28). El contenido de materia orgánica (Fig. 8) oscila entre 4,39 y 9,51% presentando un valor medio de  $6,16 \pm 1,75\%$ , que de acuerdo a clasificación utilizada correspondería a un valor medio (Fig. 6; Tabla 28).

**Tabla 28.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 1.

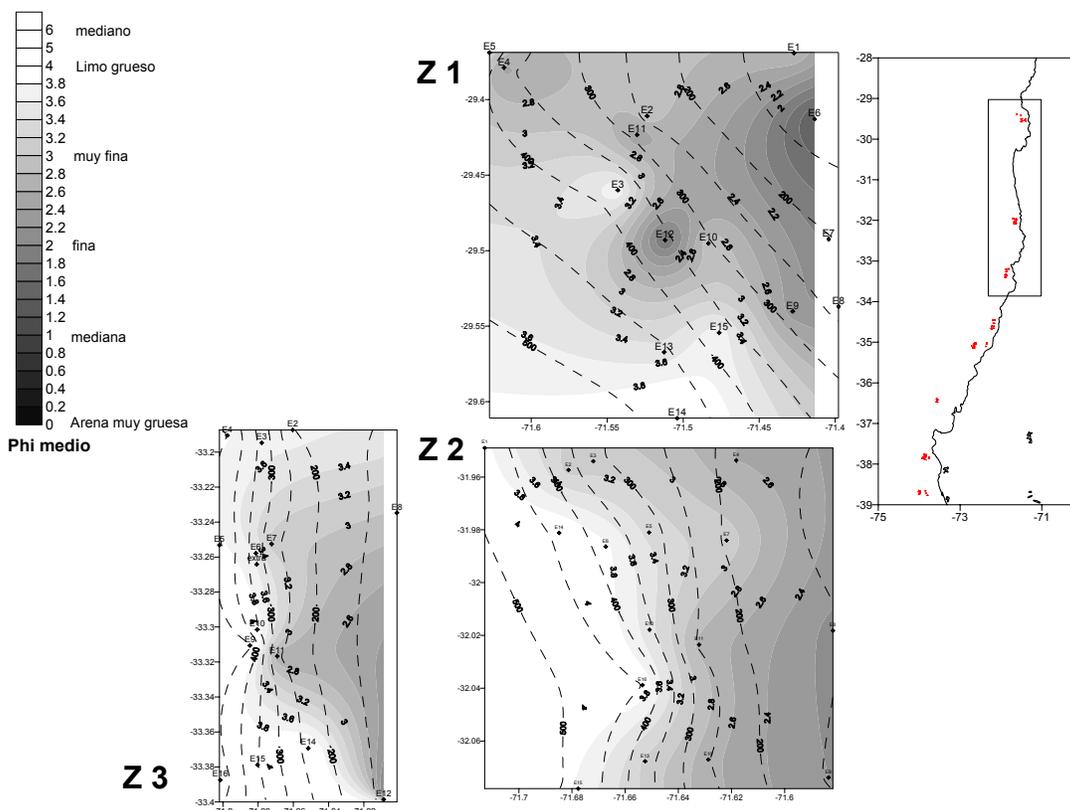
Est.	Z (m)	Peso (g)									Diametro			G. S.	Clasificación		Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm	σ	Arena		Selección	(mg/g)	%	
1	113	0.00	0.04	1.30	19.37	38.52	27.86	4.99	7.31	2.82	0.142	1.02	Fina	Poco seleccionada	43.90	4.39		
2	236	0.20	0.14	0.45	1.05	49.94	36.88	0.85	0.46	2.95	0.129	0.46	Fina	Bien seleccionada	93.40	9.34		
3	383	0.00	0.07	0.03	0.16	1.44	9.62	5.25	1.02	3.77	0.073	0.58	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	55.00	5.50		
4	355	0.24	0.24	0.72	19.06	54.56	23.55	1.23	0.33	2.55	0.170	0.66	Fina	Moderadamente seleccionada	48.10	4.81		
5	454	0.59	0.25	0.53	5.92	27.22	56.19	6.20	2.85	3.15	0.113	0.74	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	52.50	5.25		
6	123	4.53	5.37	58.11	53.68	15.84	12.24	1.76	1.13	1.37	0.388	1.09	Mediana	Poco seleccionada	47.00	4.70		
7																		
8																		
9	286	10.24	1.24	13.77	18.67	73.60	35.25	2.88	0.98	2.28	0.205	1.39	Fina	Poco seleccionada	95.10	9.51		
10	304	5.20	0.77	5.54	11.29	36.01	86.31	5.47	1.92	2.95	0.129	0.95	Fina	Moderadamente seleccionada	63.10	6.31		
11	291	18.74	1.75	5.30	10.70	76.89	42.50	2.28	0.67	2.40	0.189	1.67	Fina	Poco seleccionada	70.60	7.06		
12	360	0.00	2.42	4.04	4.44	7.64	22.67	2.61	0.77	1.73	0.301	1.31	Mediana	Poco seleccionada	46.30	4.63		
13	459	5.27	0.89	1.08	2.42	24.79	82.40	21.88	13.08	3.47	0.090	0.88	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	49.10	4.91		
14	488	0.09	0.07	0.13	0.54	0.75	35.70	32.82	28.66	4.16	0.055	0.55	L. Grueso	Moderadamente seleccionado	76.50	7.65		
15	366	0.31	0.08	0.30	1.46	3.68	118.61	21.96	10.66	3.72	0.076	0.44	Muy Fina	Bien seleccionada	59.70	5.97		

##### Zona 2 (31° 56' S y 32° 04' S)

Esta zona se caracteriza por presentar bandas de distribución granulométrica paralelas a la costa, desde arenas finas a limos gruesos (Fig. 33), se observa que las 15 muestras distribuidas entre los 179 y los 490 m de profundidad denotan arealmente un predominio de arenas muy finas (0,102 mm de diámetro medio) asociado a un equilibrio de fracciones moderadamente y poco seleccionadas que se distribuyen también en bandas paralelas a la costa (Tabla 29). Las concentraciones de materia orgánica oscilan entre 3,14 y 6,49% con valor medio de  $4,60 \pm 0,81$ , que de acuerdo a escala utilizada correspondería a un valor bajo de materia orgánica que se distribuye en la franja central de ésta zona (Fig. 34; Tabla 29).

**Tabla 29.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 2.

Est.	Z (m)	Peso (g)								Diámetro		G. S.	Clasificación	Materia Orgánica		
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm			σ	Arena	Selección
1	483	0.02	0.77	1.40	0.64	3.51	93.86	32.82	20.18	3.85	0.069	0.52	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	41.90	4.19
2	371	0.13	0.40	2.70	9.41	47.11	80.62	7.25	5.49	3.13	0.114	0.76	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	41.10	4.11
3																
4	179	0.05	0.42	13.91	33.17	50.12	40.77	7.47	10.16	2.60	0.165	1.19	Fina	Poco seleccionada	46.60	4.66
5	325	0.06	0.15	5.29	4.80	27.45	102.10	11.73	6.54	3.33	0.099	0.73	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	38.00	3.80
6	380	0.02	0.03	0.06	0.87	1.23	128.16	35.21	21.56	3.85	0.069	0.45	Muy Fina	Bien seleccionada	43.20	4.32
7	192	0.06	0.28	11.92	10.34	29.88	80.50	10.90	12.68	3.13	0.114	1.05	Muy Fina	Poco seleccionada	43.30	4.33
8	156	0.39	1.96	26.98	35.49	24.35	25.42	7.21	5.98	2.13	0.228	1.31	Fina	Poco seleccionada	64.90	6.49
9	146	0.00	0.36	22.55	29.62	21.48	13.50	5.21	7.15	2.20	0.218	1.39	Fina	Poco seleccionada	57.70	5.77
10	252	0.12	0.14	5.19	37.57	33.76	40.51	7.01	6.69	2.67	0.157	1.07	Fina	Poco seleccionada	43.10	4.31
11	243	0.05	0.03	2.40	34.60	51.88	58.24	5.95	2.99	2.73	0.150	0.84	Fina	Moderadamente seleccionada	45.60	4.56
12	358	0.02	0.09	0.20	2.98	24.98	96.27	19.69	7.19	3.47	0.090	0.60	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	31.40	3.14
13	367	0.21	1.29	16.98	8.14	17.08	82.80	17.46	13.44	3.15	0.113	1.18	Muy Fina	Poco seleccionada	47.00	4.70
14	440	0.03	0.05	0.06	0.15	1.08	74.50	49.00	30.97	4.03	0.061	0.45	L.Grueso	Bien seleccionada	53.60	5.36
15	490	0.06	0.07	1.20	1.08	2.08	63.67	19.77	11.64	3.77	0.073	0.52	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	43.20	4.32
16	450	0.00	0.01	0.16	0.25	1.16	98.24	37.00	25.50	3.97	0.064	0.49	Muy Fina	Bien seleccionada	49.50	4.95



**Figura 33.** Distribución granulométrica de los sedimentos en el sector norte, zonas 1, 2 y 3 (Z1, Z2 y Z3).

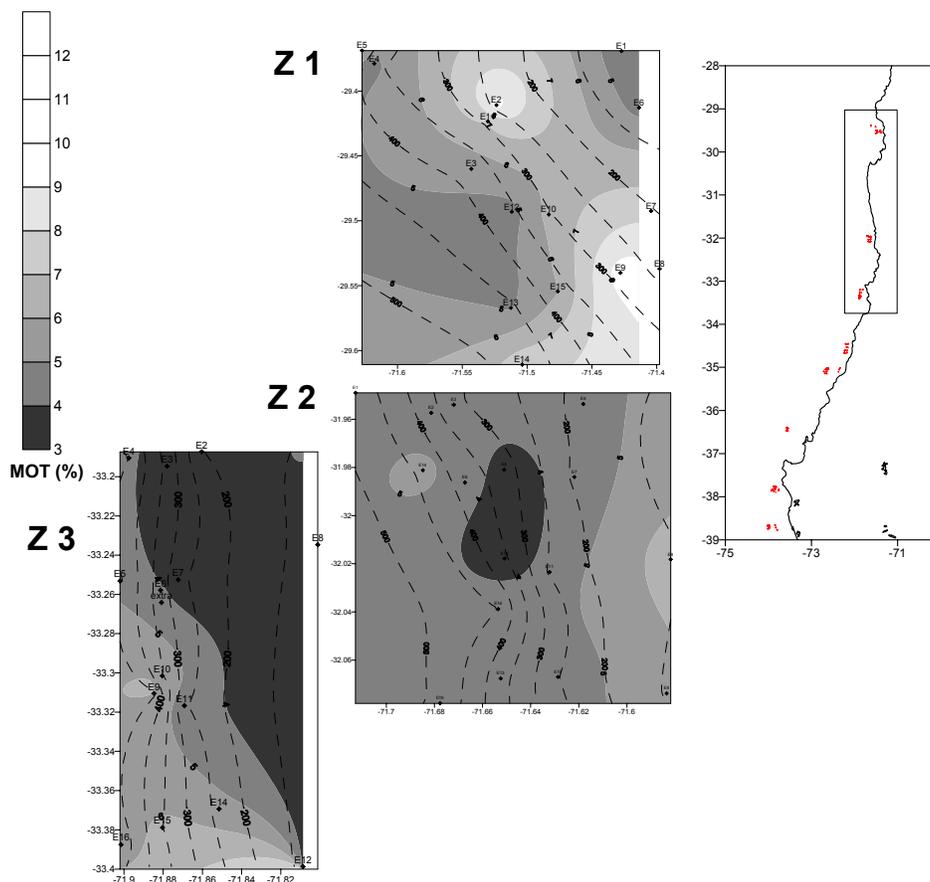
### Zona 3 (33° 11'S y 33° 24'S)

La zona 3 tiene 13 estaciones distribuidas entre los 139 y 480 m de profundidad, cuyos sedimentos presentan un predominio areal de arenas muy finas (0,084 mm de diámetro medio) denotándose hacia el sector sur limos gruesos (Fig. 33), dicha distribución de granos se encuentran asociada a un predominio de fracciones moderadamente seleccionadas (Tabla 30). La distribución del

contenido de materia orgánica en este sector muestra hacia el sector norte valores bajos y hacia el sur valores medios, dichos valores están comprendidos entre 3,07 y 8,99%, con un valor medio de 5,03 ±1,59 (Fig. 34; Tabla 30), que de acuerdo a escala corresponde a un valor medio.

**Tabla 30.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 3.

Est.	Z (m)	Peso (g)								Diametro		G. S.	Arena	Clasificación	Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm				(mg/g)	%
1		5.19	3.12	4.75	3.50	2.91	110.22	17.44	9.47	3.57	0.084	0.92	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	40.40	4.04
2	202	0.88	0.97	0.82	1.52	1.44	107.13	15.61	11.55	3.70	0.077	0.45	Muy Fina	Bien seleccionada	37.30	3.73
3	336	0.15	0.95	1.21	1.67	1.27	23.01	6.05	4.74	3.68	0.078	0.92	Muy Fina	Moderadamente seleccionada		
4																
5	458	0.03	0.18	0.45	1.73	0.78	63.11	17.12	15.83	3.85	0.069	0.61	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	47.30	4.73
6	326	4.36	2.91	1.76	2.91	3.98	118.23	20.77	7.65	3.60	0.082	0.82	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	42.50	4.25
7	266	4.69	10.22	6.88	3.46	3.31	106.39	11.69	5.59	3.10	0.117	1.23	Muy Fina	Poco Seleccionada	31.70	3.17
8																
9	460	0.00	0.06	0.06	0.32	0.31	28.00	33.74	27.79	4.27	0.051	0.53	L. Grueso	Moderadamente seleccionado	60.10	6.01
10	352	0.04	0.36	0.56	0.95	1.14	81.04	42.51	28.66	3.98	0.063	0.51	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	58.60	5.86
11	258	2.74	4.54	4.88	3.24	1.72	38.89	5.18	3.26	2.65	0.159	1.60	Fina	Poco seleccionada	44.00	4.40
12		0.17	19.14	75.11	24.27	11.57	43.46	7.17	4.73	1.57	0.337	1.51	Mediana	Poco seleccionada	30.70	3.07
13	139	0.10	0.15	0.13	0.31	22.95	24.55	45.40	53.67	4.01	0.062	0.84	L. Grueso	Moderadamente seleccionado	89.90	8.99
14	235	0.34	0.80	0.82	1.22	5.23	20.65	36.98	27.54	4.10	0.058	0.70	L. Grueso	Moderadamente seleccionada	53.70	5.37
15	351	0.12	0.26	0.37	2.53	1.95	68.71	31.48	26.86	3.93	0.065	0.61	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	62.40	6.24
16	480	0.11	0.26	1.34	2.40	4.99	102.90	29.98	30.26	3.87	0.069	0.62	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	54.90	5.49



**Figura 34.** Distribución de la Materia orgánica total (MOT) en el sector norte indicado en el recuadro, en las zonas 1, 2 y 3 (Z1, Z2 y Z3).

### Zona 4 (34° 26' S y 34° 39' S)

Las 16 muestras de esta zona están distribuidas entre los 165 y 460 m de profundidad, denotan un predominio areal de arenas muy finas (0,090 mm de diámetro) observándose hacia el centro un bolsón de arena fina (Fig. 35) la granulometría se encuentra asociada a un predominio de fracciones moderadamente y poco seleccionadas (Tabla 31). Las concentraciones de materia orgánica oscilan entre 3,77 y 9,20% (Tabla 31; Fig. 36) con un valor medio de  $5,82 \pm 1,76$ , que de acuerdo a escala utilizada correspondería a un valor medio.

**Tabla 31.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 4.

Est.	Z (m)	Peso (g)								Diámetro		G. S.		Clasificación		Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm	σ	Arena	Selección	(mg/g)	%	
1	178	0.00	0.03	0.08	0.60	57.52	69.76	10.92	15.51	3.33	0.099	0.74	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	43.60	4.36	
2	175	0.16	0.13	0.37	1.56	45.32	79.10	19.26	20.99	3.52	0.087	0.77	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	37.70	3.77	
3	177	3.92	0.12	0.14	0.80	1.37	43.78	22.63	39.88	4.20	0.054	0.82	L. Gueso	Moderadamente seleccionado	56.10	5.61	
4	165	0.00	0.08	0.09	0.69	0.39	30.59	25.40	15.30	4.10	0.058	0.51	L. Gueso	Moderadamente seleccionado	92.00	9.20	
5	272	11.63	4.56	9.84	25.48	11.26	56.35	11.24	7.37	2.53	0.173	1.88	Fina	Poco seleccionada	57.70	5.77	
6	280	0.44	1.24	9.88	16.54	34.60	71.85	12.23	6.24	3.01	0.124	1.06	Muy Fina	Poco seleccionada	48.50	4.85	
7	360	12.46	4.39	6.64	7.64	17.14	82.32	10.65	10.88	2.78	0.145	2.78	Fina	Poco Seleccionada	59.40	5.94	
8	460	0.07	0.09	0.52	1.09	0.90	57.44	17.09	18.58	3.92	0.066	0.57	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	67.40	6.74	
9	336	4.43	6.54	5.64	4.04	2.28	104.27	15.56	9.09	3.52	0.087	0.94	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	49.00	4.90	
10	237	0.14	0.30	1.14	1.06	1.01	99.48	26.27	24.69	3.83	0.068	0.49	Muy Fina	Bien seleccionada	38.20	3.82	
11	250	0.31	0.12	0.30	0.82	2.86	65.23	30.00	24.20	3.95	0.065	0.49	Muy Fina	Bien seleccionada	38.10	3.81	
12	353	7.73	2.64	4.28	8.30	51.93	50.30	10.96	14.59	3.02	0.123	1.42	Muy Fina	Poco seleccionada	71.80	7.18	
13	441	4.32	0.79	2.54	8.60	14.40	31.31	6.76	8.18	3.07	0.119	1.77	Muy Fina	Poco seleccionada	83.80	8.38	
14	448	1.22	0.21	4.28	10.97	3.21	54.79	18.17	12.20	3.30	0.102	1.15	Muy Fina	Poco seleccionada	68.50	6.85	
15	345	0.58	0.35	0.82	2.51	24.20	56.69	12.65	16.40	3.55	0.085	0.91	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	80.40	8.04	
16	430	0.77	0.19	0.80	2.57	19.75	14.03	31.34	30.12	3.88	0.068	0.96	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	39.30	3.93	

### Zona 5 (35° 00' S y 35° 08' S)

En la Zona 1 se distribuyeron un total de 15 muestras entre los 96 y 487 m de profundidad, esta zona se caracteriza por un predominio areal de arenas finas (0,129 mm. de diámetro medio), observándose franjas paralelas desde limos medianos en menor profundidad hacia arenas medianas en sectores de mayor profundidad (Fig. 35); el grado de selección es variable con un predominio de fracciones mal seleccionadas (Tabla 32). El contenido de materia orgánica oscila entre 3,56 y 8,78% presentando un valor medio de  $5,74 \pm 1,82\%$  (Fig. 36; Tabla 32), que de acuerdo a clasificación utilizada correspondería a un valor medio.

**Tabla 32.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 5.

Est.	Z (m)	Peso (g)								Diámetro		G. S.		Clasificación		Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm	σ	Arena	Selección	(mg/g)	%	
1	467	1.88	0.62	0.40	13.75	8.81	32.47	41.33	52.66	4.02	0.062	1.06	L. Gueso	Poco seleccionada	42.30	4.23	
2	449	11.94	11.51	6.84	6.67	6.32	45.87	33.38	31.10	2.78	0.145	2.19	Fina	Mal seleccionada	37.70	3.77	
3	487	0.14	0.50	1.08	1.64	8.40	121.20	12.38	11.79	3.60	0.082	0.52	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	46.20	4.62	
4	430	1.01	0.20	0.30	0.54	0.88	17.99	93.00	30.44	4.23	0.053	0.32	L. Gueso	Muy Bien seleccionado	41.60	4.16	
5	357	30.97	17.56	8.78	5.13	3.79	49.10	6.66	9.19	1.70	0.308	2.64	Mediana	Mal seleccionada	87.80	8.78	
6	360	34.65	21.30	15.33	8.96	10.60	52.56	6.01	7.42	1.40	0.379	2.42	Mediana	Mal seleccionada	65.00	6.50	
7	362	29.67	30.58	10.77	8.07	5.60	51.67	9.04	9.72	1.52	0.349	2.52	Mediana	Mal seleccionada	61.70	6.17	
8	351	35.28	19.23	13.69	12.39	9.15	67.16	7.47	6.85	1.60	0.329	2.52	Mediana	Mal seleccionada	54.90	5.49	
9	251	9.70	5.49	6.66	8.60	33.09	83.80	7.49	2.57	2.75	0.149	1.39	Fina	Poco seleccionada	35.60	3.56	
10																	
11	253	60.58	28.38	11.51	4.43	6.19	69.99	7.30	4.92	0.66	0.630	2.66	Gruesa	Mal seleccionada	38.80	3.88	
12	270	56.77	21.02	1.48	4.98	4.64	55.09	4.50	3.53	0.25	0.841	2.95	Gruesa	Mal seleccionada	42.50	4.25	
13	99	0.06	0.27	1.09	3.33	15.53	15.63	20.09	15.35	5.31	0.025	0.58	L. Mediano	Moderadamente seleccionado	81.80	8.18	
14	99	0.00	0.07	0.14	0.33	1.82	7.35	3.68	27.61	5.85	0.017	0.38	L. Mediano	Bien seleccionado	75.10	7.51	
15	96	0.00	0.00	1.16	0.71	5.53	9.12	19.30	70.76	5.73	0.019	0.48	L. Mediano	Bien seleccionado	73.60	7.36	
16	103	0.00	0.00	0.06	0.15	0.73	0.57	29.39	54.58	5.92	0.016	0.49	L. Mediano	Bien seleccionada	77.50	7.75	

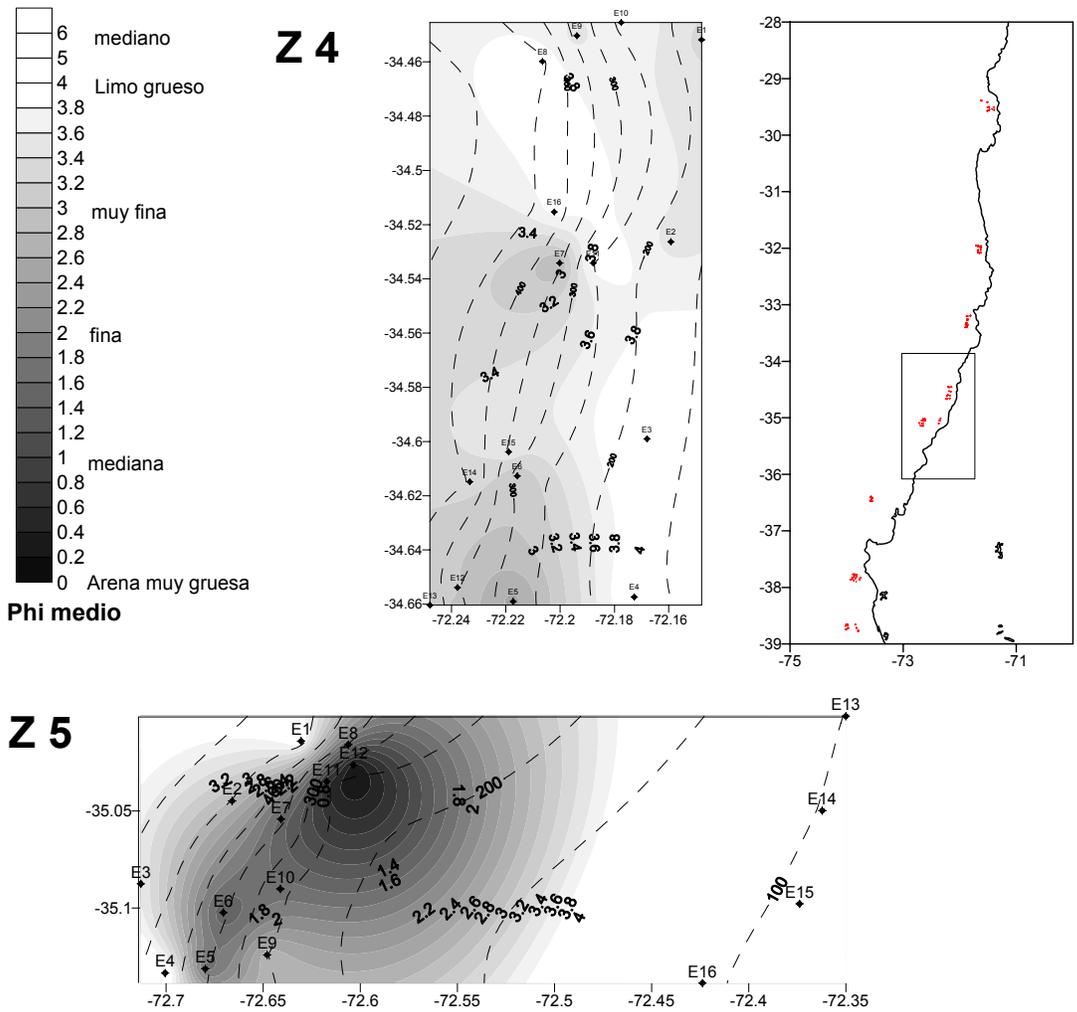
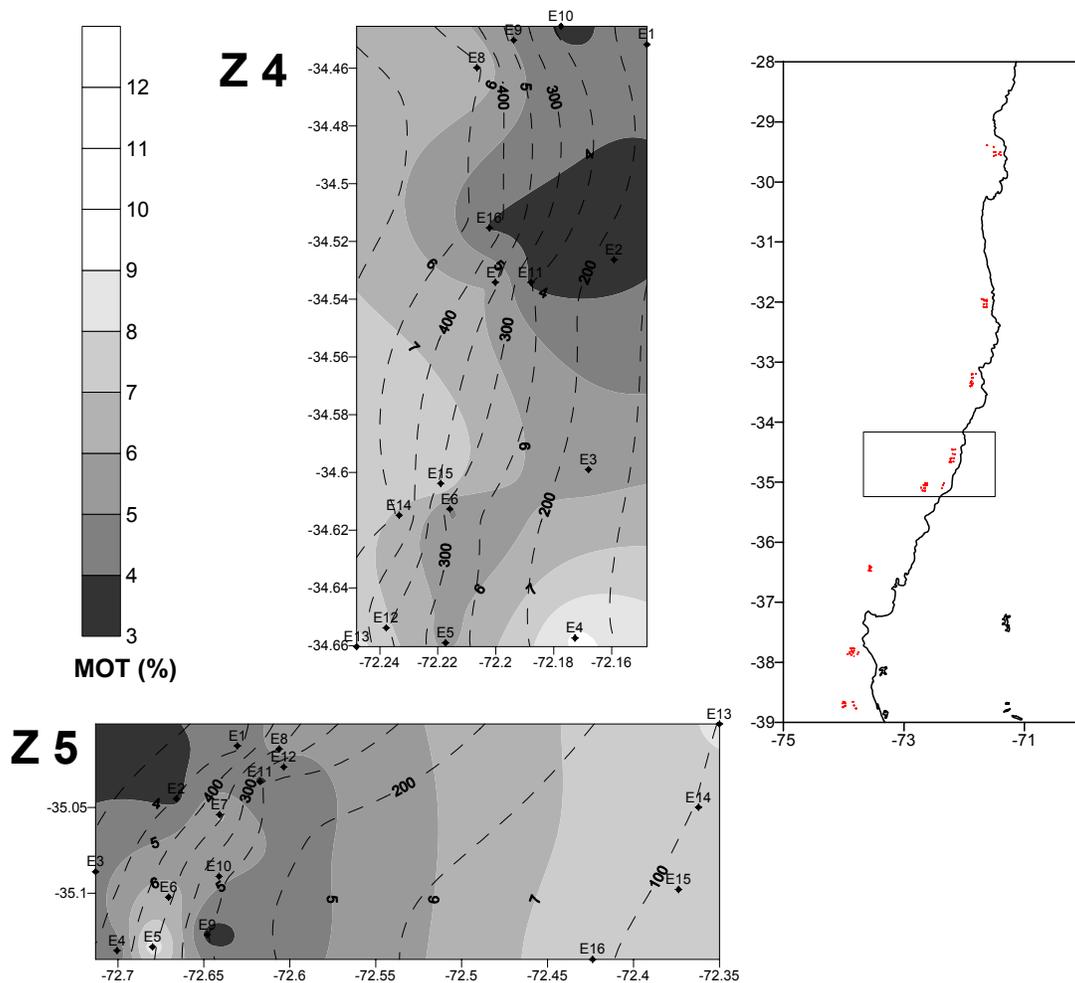


Figura 35. Distribución granulométrica de los sedimentos en el sector centro, zonas 4 y 5 (Z4 y Z5).



**Figura 36.** Distribución de la Materia orgánica total (MOT) en el sector centro indicado en el recuadro, en las zonas 4 y 5 (Z4 y Z5).

### Zona 6 (36° 22' S y 36° 29' S)

Esta zona se caracteriza por presentar bandas de distribución granulométrica paralelas a la costa, desde arenas finas a limos gruesos (Fig. 37). Se observa que las 13 muestras distribuidas entre los 161 y los 450 m de profundidad denotan arealmente un predominio de arenas medias (0,255 mm de diámetro medio) asociado a un predominio de fracciones mal seleccionadas que se distribuyen también en bandas paralelas (Tabla 33). Las concentraciones de materia orgánica oscilan entre 4,67 y 8,78% (Fig. 38; Tabla 33) con valor medio de  $6,41 \pm 1,18$ , que de acuerdo a escala utilizada correspondería a un valor medio.

**Tabla 33.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 6.

Est.	Z (m)	Peso (g)								Diametro		G. S.	Clasificación		Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm		Arena	Selección	(mg/g)	%
1	180	37.94	4.08	3.89	19.29	41.57	50.72	3.58	1.71	1.60	0.329	2.10	Mediana	Mal seleccionada	48.90	4.89
2	177	28.93	23.38	20.94	32.26	25.30	32.25	3.30	2.07	1.16	0.445	2.02	Mediana	Mal seleccionada	46.70	4.67
3	161	0.00	1.76	3.86	5.49	34.04	80.41	12.52	14.77	3.31	0.100	0.90	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	56.70	5.67
4	252	0.52	5.17	4.86	29.25	28.33	66.42	11.47	13.48	3.06	0.119	1.11	Muy Fina	Poco Seleccionada	65.90	6.59
5	261	1.90	6.13	10.11	31.52	16.13	71.68	8.91	6.74	2.75	0.149	1.30	Fina	Poco Seleccionada	53.90	5.39
6	262	12.82	1.11	2.35	8.91	17.82	30.18	1.03	0.33	1.77	0.293	2.58	Mediana	Mal seleccionada	67.00	6.70
7	346	23.47	15.32	17.05	23.51	19.70	15.16	1.11	0.43	0.86	0.548	2.75	Gruesa	Mal seleccionada	55.90	5.59
8	250	51.77	3.92	4.02	25.29	23.09	21.83	1.51	0.70	0.20	0.870	3.30	Gruesa	Mal seleccionada	76.60	7.66
9	359	43.41	15.45	9.12	11.07	6.58	18.75	1.79	1.04	-0.03	1.023	2.85	Muy Gruesa	Mal seleccionada	66.40	6.64
10	440	3.50	0.11	0.14	2.48	9.22	21.86	17.17	28.01	4.01	0.064	1.18	L.Grueso	Poco Seleccionada	60.80	6.08
11																
12	450	2.96	4.20	3.64	7.28	20.49	32.57	11.61	10.04	3.08	0.118	1.50	Muy Fina	Poco seleccionada	72.00	7.20
13	352	39.66	2.49	0.78	1.97	4.81	9.49	17.19	10.33	0.73	0.602	3.56	Gruesa	Mal seleccionada	87.80	8.78
14	445	2.39	1.43	4.06	8.26	15.48	31.59	10.84	9.10	3.10	0.117	1.35	Muy Fina	Poco seleccionada	74.80	7.48

### Zona 7 (37° 45' S y 37° 56' S)

La zona 7 presenta doce muestras distribuidas entre los 146 y 453 m de profundidad, con una granulometría de predominio areal de arenas muy finas (0,081 mm de diámetro medio) (Fig. 37), dichos granos se encuentran asociada a un predominio de fracciones moderadamente seleccionadas (Tabla 34). La distribución del contenido de materia orgánica en este sector muestra valores comprendidos entre 4,09 y 11,57% (Fig. 38; Tabla 34), con un valor medio de  $6,70 \pm 2,38$ , que de acuerdo a escala empleada corresponde a un valor medio.

**Tabla 34.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 7.

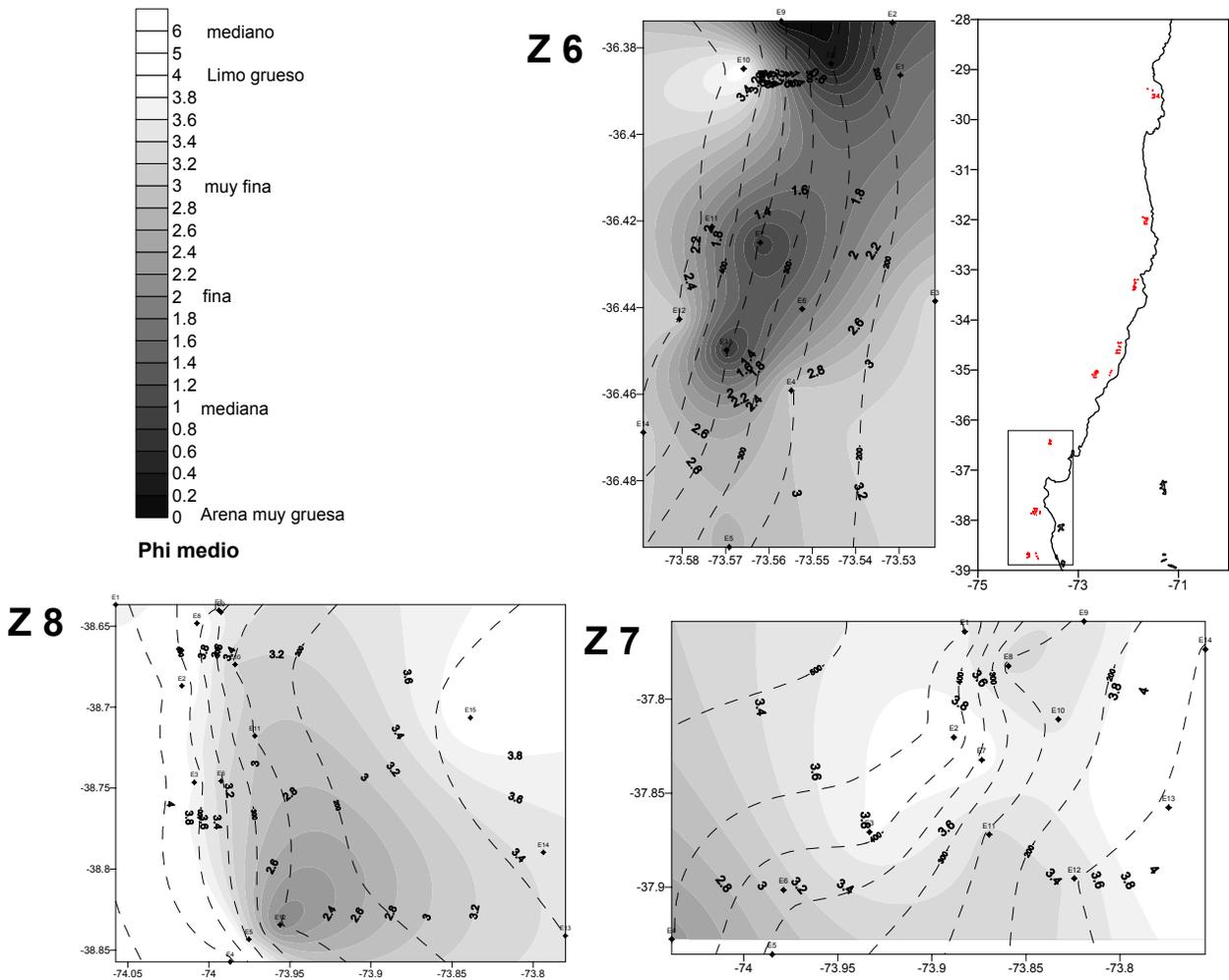
Est.	Z (m)	Peso (g)								Diametro		G. S.	Clasificación		Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	Ø medio	mm		Arena	Selección	(mg/g)	%
1	452	0.00	0.00	0.03	0.23	20.75	100.41	15.23	13.41	3.62	0.082	0.58	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	49.90	4.99
2	433	0.00	0.08	0.11	0.41	1.96	80.56	38.42	30.69	4.02	0.062	0.56	L. Grueso	Moderadamente seleccionada	81.00	8.10
3	414	0.07	0.14	0.70	1.29	3.60	47.47	15.93	11.63	3.82	0.071	0.62	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	63.40	6.34
4	453	0.08	1.28	4.89	37.42	60.05	13.66	3.24	3.15	2.30	0.203	0.85	Fina	Moderadamente seleccionada	56.30	5.63
5																
6																
7	339	0.00	0.18	0.18	1.49	2.27	94.62	33.46	21.35	3.88	0.068	0.51	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	63.50	6.35
8	234	0.12	0.44	5.44	7.63	37.47	95.99	19.01	14.07	3.36	0.098	0.87	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	49.40	4.94
9	241	0.00	0.07	0.34	1.90	28.58	111.60	15.17	4.67	3.43	0.092	0.55	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	50.10	5.01
10	241	0.00	0.04	0.14	1.81	23.29	136.10	19.86	11.32	3.55	0.085	0.51	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	40.90	4.09
11	242	0.21	0.10	0.57	6.72	38.12	107.04	13.70	10.38	3.35	0.098	0.70	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	49.20	4.92
12	151	0.02	0.09	0.55	8.50	43.98	94.90	26.15	18.26	3.43	0.093	0.79	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	78.20	7.82
13	146	0.00	0.00	0.00	0.04	0.55	9.89	29.59	31.97	4.40	0.048	0.39	L. Grueso	Bien Seleccionado	100.60	10.60
14	147	0.57	0.00	0.04	0.12	0.74	27.07	29.51	38.69	4.40	0.048	0.59	L. Grueso	Mal seleccionado	115.70	11.57

### Zona 8 (38° 38' S y 38° 51' S)

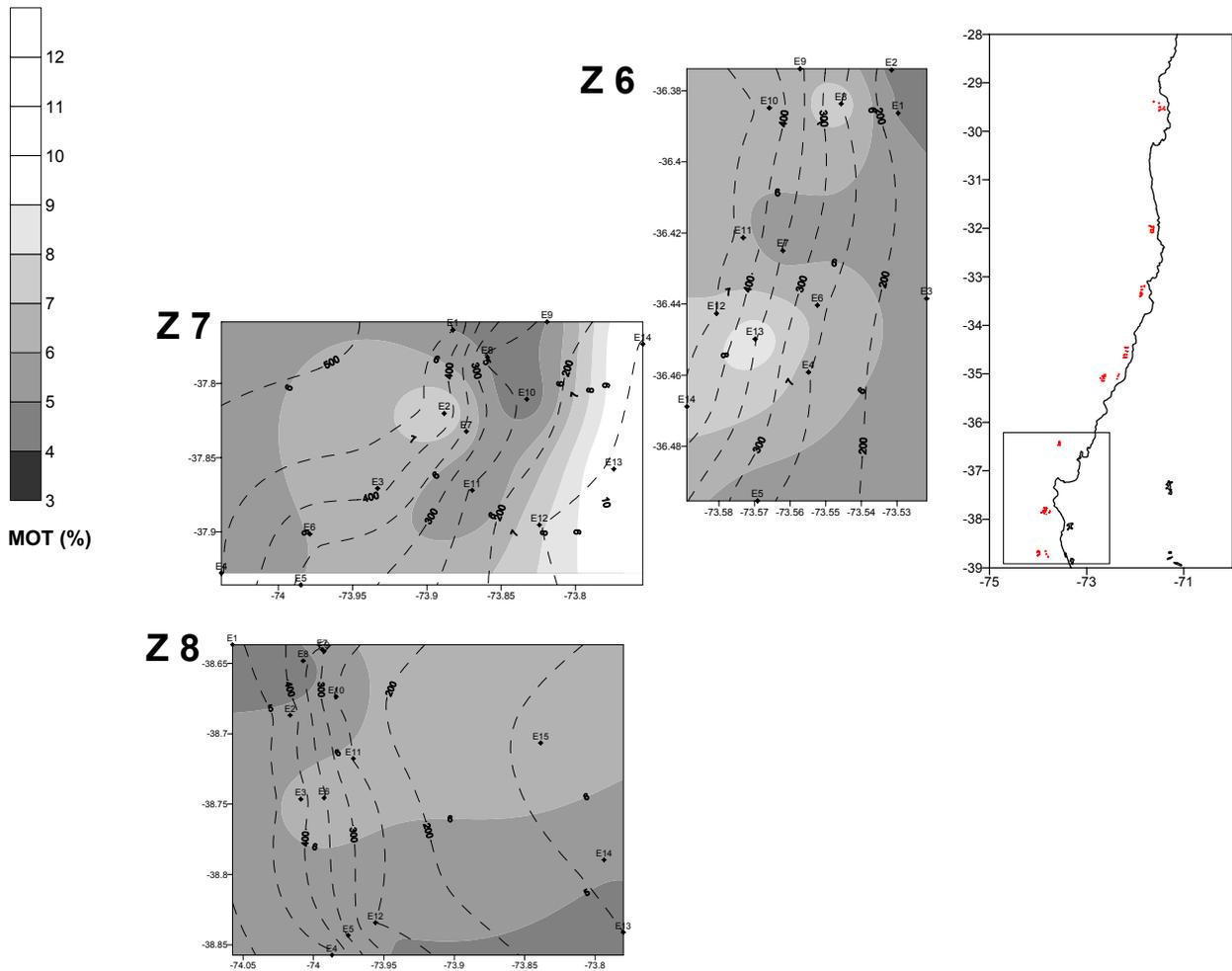
Las 15 muestras de esta zona están distribuidas entre los 143 y 464 m de profundidad; denotan un predominio areal de arenas muy finas (0,082 mm de diámetro) (Fig. 37) y la granulometría se encuentra asociada a un predominio de fracciones moderadamente y poco seleccionadas (Tabla 35). Las concentraciones de materia orgánica oscilan entre 4,24 y 6,91% (Fig. 38; Tabla 35) con un valor medio de  $5,52 \pm 0,73$ , que de acuerdo a escala utilizada correspondería a un valor medio.

**Tabla 35.** Características Granulométricas y contenido de Materia Orgánica en sedimentos de la zona 8.

Est.	Z (m)	Peso (g)								Diametro		G. S.	Clasificación		Materia Orgánica	
		-1	0	1	2	3	4	4,45	Platina	ø medio	mm	σ	Arena	Selección	(mg/g)	%
1	461	2.13	1.03	0.48	0.71	0.72	30.46	50.16	14.95	3.62	0.082	0.41	Muy Fina	Bien seleccionada	47.80	4.78
2	430	0.00	0.04	0.03	0.28	0.80	30.09	19.60	12.96	4.05	0.060	0.53	L. Grueso	Moderadamente seleccionada	52.20	5.22
3	420	0.00	0.11	0.42	3.04	19.71	68.62	45.82	25.32	3.80	0.071	0.73	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	62.10	6.21
4	464	0.00	0.17	0.05	0.43	2.27	12.47	56.49	63.94	5.65	0.019	0.59	L. Mediano	Moderadamente seleccionado	50.90	5.09
5	344	1.53	0.91	0.09	6.70	18.98	22.46	29.57	3.29	3.36	0.097	0.94	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	57.20	5.72
6	354	1.13	0.56	1.45	8.16	15.23	34.41	10.26	7.39	3.27	0.104	1.25	Muy Fina	Poco seleccionada	63.60	6.36
7	346	0.02	0.62	1.07	12.16	27.75	80.77	28.21	26.89	3.56	0.084	0.97	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	60.90	6.09
8	365	0.00	0.12	0.09	2.26	4.49	39.22	42.32	29.18	4.07	0.059	0.60	L. Grueso	Moderadamente seleccionado	42.40	4.24
9	290	0.31	1.06	2.36	2.30	8.86	51.46	12.98	8.90	3.62	0.081	0.84	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	56.30	5.63
10	243	2.85	1.63	3.76	3.74	17.35	61.31	8.11	5.96	3.20	0.109	1.05	Muy Fina	Poco seleccionada	56.00	5.60
11	247	6.52	8.44	1.87	15.41	43.82	59.91	16.02	15.64	3.01	0.124	1.49	Muy Fina	Poco seleccionada	60.90	6.09
12	250	8.54	3.92	1.32	9.74	27.40	20.51	2.90	2.51	2.05	0.241	1.97	Fina	Poco seleccionada	50.00	5.00
13	150	1.44	0.45	0.26	1.61	21.21	72.60	11.73	10.29	3.46	0.090	0.72	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	47.00	4.70
14	143	0.42	0.62	0.09	1.48	16.53	74.54	8.27	6.21	3.46	0.090	0.60	Muy Fina	Moderadamente seleccionada	51.30	5.13
15	143	0.01	0.03	0.04	0.31	4.23	77.12	49.62	33.32	4.03	0.061	0.45	L. Grueso	Bien seleccionado	69.10	6.91



**Figura 37.** Distribución granulométrica de los sedimentos en el sector centro, zonas 6,7 y 8 (Z6 ,Z7 y Z8).



**Figura 38.** Distribución de la Materia orgánica total (MOT) en el sector sur indicado en el recuadro, en las zonas 6, 7 y 8 (Z6, Z7 y Z8).

En general, la granulometría de todos los sectores estudiados indica la predominancia de arenas finas a muy finas y la presencia de limos medianos a gruesos en algunas zonas. La selección se va empobreciendo latitudinalmente, debido esto a los mayores aportes de sedimentos terrígenos por vía fluvial, aumentando en estas zonas las estaciones que presentan distribución poco y mal seleccionada. El contenido de materia orgánica es considerado un valor medio para la mayoría de las zonas y estaciones, con un rango que va de 3 a 9%. Sin embargo los valores son levemente más altos hacia el sur, con un rango que va de 4 a 12%. Además del subsidio fluvial mencionado anteriormente, esto es consistente a su vez con los mayores valores de productividad primaria reportados para la zona frente a Concepción respecto al área frente a Coquimbo (Daneri *et al.*, 2000).

### **Conclusiones del Objetivo 3**

- Las temperaturas más bajas en el fondo marino ( $< 7^{\circ}\text{C}$ ) se presentaron entre los 400 y 500 m de profundidad de las zonas 5, 6, 7 y 8 mientras que las temperaturas más altas ( $> 12^{\circ}\text{C}$ ) se registraron entre los 100 y 200 m de las zonas 1 y 3. Al analizar la temperatura promedio en cada una de las zonas, se apreció una clara tendencia de los valores a disminuir con la profundidad.
- A profundidades equivalentes, las temperaturas de fondo observadas durante el desarrollo de este proyecto son similares a las observadas para los datos históricos y fluctúan alrededor de los intervalos de  $9^{\circ}$  a  $12^{\circ}\text{C}$  para las profundidades de 100-200 m,  $8,5^{\circ}$  a  $11,5^{\circ}\text{C}$  para 200-300 m,  $7^{\circ}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  para 300-400 m y  $6^{\circ}$  a  $8^{\circ}\text{C}$  para el nivel más profundo de 400-500 m.
- La salinidad del agua cercana al fondo presentó valores que fluctuaron entre 34,019 y 34,815. En general, las salinidades más bajas ( $< 34,5$ ) se presentaron en los niveles más profundos y las más altas ( $> 34,5$ ) en las en las zonas más someras. Se aprecia una tendencia a la disminución de la salinidad de norte a sur, con valores menores a 34,2 en la zona más austral (zona 8) y valores mayores a 34,8 en la zona norte (zona 1).
- La distribución longitudinal del oxígeno disuelto mostró que, en general, las menores concentraciones tienden a presentarse en la zona norte y las más altas en la zona sur. Por su parte, la distribución vertical de oxígeno disuelto sobre el fondo también mostró asociación con la batimetría, presentándose las concentraciones más altas a profundidades entre 100 y 300 m, mientras que las más bajas lo hicieron entre 300 y 500 m.
- Sobre el fondo marino de la zona muestreada se detectó la presencia, en diferentes proporciones, del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y del agua Intermedia Antártica (AIAA).

**4.4 Objetivo 4.- Definir y validar los conceptos de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos que deberán ser usados en el presente estudio, y**

**Objetivo 5.- Determinar la presencia/ausencia e índices de magnitud, con una georeferenciación de arrecifes de coral, montes submarinos y respiraderos hidrotérmicos para las actividades extractivas que se desarrollan en la zona de estudio.**

#### **4.4.1 Corales y arrecifes de coral**

El término coral se puede entender como el nombre genérico que reciben varios cnidarios antozoos que viven en colonias y cuyas duras secreciones dan lugar a la formación de una serie de ramificaciones calcáreas de colores y formas muy variables. Así también, podemos entender como coral a una multitud de estructuras esqueléticas fijas al sustrato y casi siempre constituidas por carbonato de calcio, que sobreviven a la muerte de los organismos que las originan, encontrándose en todos los océanos, colonizando todo tipo de sustrato y en todas las profundidades.

Existe una convergencia entre grupos de animales sin parentesco, que presentan este tipo de formaciones esqueléticas externas, p. e. foraminíferos, poliuetos, briozoos (Schuhmacher, 1978), pero el término coral es aplicado esencialmente a los verdaderos corales que pertenecen al Phylum Cnidaria específicamente a la clase Anthozoa. Dentro de esta Clase se describen a las Subclases Alcyonaria, Ceriantipatharia, Hexacorallia y Zoantharia (pólipos que no secretan un esqueleto), de acuerdo a la clasificación taxonómica propuesta por ITIS (2006).

Un arrecife de coral puede ser definido como una extensa acumulación de estructuras de esqueleto rígido en la cual los corales duros son el principal constituyente (Rogers, 2004). El término arrecife ha sido debatido en la literatura científica, diferentes autores sugieren variados términos para referirse a éste. Con el fin de establecer un consenso general, nos referiremos al término ARRECIFE, como agregaciones de organismos vivos del Phylum Cnidaria, ya sean acumulaciones de escleractinios hermatípicos (formadores de arrecife) o jardines de corales blandos, por ejemplo Alcyonarios y Cerianthipatharios.

#### **4.4.2 Montes submarinos**

La definición de monte submarino es “volcán submarino que se eleva más de 1000 m sobre el fondo oceánico” (Kennett, 1982). Atendiendo a esta definición, sobre el margen continental de Chile no puede haber montes submarinos, puesto que sobre el margen continental no se forman volcanes submarinos. Además, la definición establece que estos volcanes submarinos surgen desde el fondo

oceánico, lo cual implica que se forman sobre la corteza oceánica; es decir, no sobre el margen continental.

Luego, considerando que la zona de estudio corresponde a un margen continental, en esta zona por definición no existen montes submarinos. Las variaciones que presenta la topografía submarina en esta zona son debidas a otros rasgos fisiográficos, dentro de los cuales destacan los cañones submarinos y las cuencas sedimentarias.

#### 4.4.3 Fuentes hidrotermales

Un sistema hidrotermal se caracteriza por los siguientes dos aspectos esenciales:

- Una región con alto gradiente geotermal, con rocas calientes cercanas a la superficie.
- Un sistema de drenaje con fracturas, poros y similares que permiten la percolación de agua fría hacia abajo en la corteza, y luego está surge por convección después de haber sido calentada.

El movimiento del agua hacia abajo es lento y difuso sobre una gran área. En tanto, el flujo de agua hacia arriba está concentrado a través de un reducido número de canales, lo que explica por qué suele surgir en forma tan vigorosa como geysers (Open University, 1998).

Por otra parte, se entiende por gradiente geotermal a la razón de cambio entre la temperatura y la profundidad al interior de la Tierra sólida. Matemáticamente esto se expresa como:  $gradT = \partial T / \partial z \approx \Delta T / \Delta z$ . Asociado a este concepto está el de flujo de calor ( $q_z$ ), el cual es igual a  $q_z = k * gradT = k\Delta T / \Delta z$ , donde  $k$  es la conductividad térmica del medio. El flujo de calor tiene un valor promedio de  $87mWm^{-2}$  al considerar a toda la Tierra, y de  $65mWm^{-2}$  al considerar la corteza continental y de  $101mWm^{-2}$  al considerar la corteza oceánica (Pollack *et al.*, 1993). Para que haya circulación hidrotermal, el flujo de calor debe ser mucho más alto que los promedios antes señalados. Los valores típicos son de  $200mWm^{-2}$  o superiores. Ejemplos de zonas con flujo hidrotermal son aquellas en donde se presenta vulcanismo actual: tanto en las regiones volcánicas asociadas a los márgenes activos o zonas de subducción, como junto a la dorsales mesoocéánicas.

La región geográfica que es motivo de este estudio está a profundidades de agua de 0 a 500m, sobre el margen continental, esto es sobre el continente. Corresponde a la plataforma continental y al talud continental superior. En conclusión, dado que la zona de estudio no está localizada junto a ninguna zona propicia para la existencia de fuentes hidrotermales, estas fuentes simplemente no se presentan en el área de estudio.

#### 4.4.4 Afloramientos de metano

Un respiradero frío es un área del fondo marino donde ocurre escape de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), metano ( $CH_4$ ) u otros fluidos ricos en hidrocarburos. Los respiraderos fríos son diferentes de los respiraderos o fuentes hidrotermales: los primeros corresponden a emisiones de fluidos a la misma temperatura que la del ambiente circundante; mientras que en las fuentes hidrotermales los fluidos poseen una temperatura mucho más alta que del medio circundante.

Luego, los afloramientos de metano corresponden a un tipo particular de respiradero frío, en los cuales surge gas metano desde el interior del fondo marino. Este afloramiento está asociado a fallas o fracturas que conectan zonas más profundas con la superficie del fondo marino. Debe aclararse que un afloramiento de metano no necesariamente está ligado a la existencia de los así llamados hidratos de gas.

Uno de los afloramientos de metano más estudiados ha sido el de Hydrate Ridge frente a las costas de Oregon en EEUU (Suess *et al.*, 2001). En la cresta de Hydrate Ridge alberga una variedad de hidratos de gas en sedimentos próximos a la superficie. La formación y destrucción continua de hidratos modela la topografía de esta dorsal. Patrones de anomalías de cloruro intersticial en conjunto con muestreo guiado por video han establecido que la columna de sedimentos superior contiene varias capas distintivas de hidratos de gas las cuales están expuestas en el fondo marino. Consorcios de bacterias metano-oxidadoras vive sobre el hidrato expuesto. Asimismo existe una macrofauna asociada.

La descarga de metano a partir de hidratos que se desestabilizan en el fondo marino estimula una alta tasa de consumo de oxígeno bentónico. Sin embargo, estas tasas varían en varios órdenes de magnitud, tanto espacialmente, como temporalmente. Se observan dos tipos de formaciones de hidratos de gas: una muy porosa con una porosidad estimada del 60%; y otra de tipo masiva, la cual, en forma aparente, no muestra porosidad. Ambos tipos contienen variadas cantidades de cloruro. El hidrato poroso tiene baja densidad, lo cual puede producir liberaciones periódicas de trozos de hidrato desde el fondo marino. Estos trozos flotan y ascienden a la superficie constituyendo un importante mecanismo de transporte de metano desde el fondo marino directamente a la atmósfera.

#### *Hallazgo*

En la presentación de resultados del objetivo 6 se entrega información referente a una estación de muestreo que presentó el mayor número de especies para una estación (18 especies). En dicha estación se encontraron valvas vacías de una especie de bivalvo del género *Calyptogena* (probablemente una especie nueva para la ciencia) y tubos de un poliqueto siboglinido del género *Lamellibrachia*. Ambos géneros se caracterizan por presentar bacterias endosimbiontes quimiosintéticas y obligatoriamente viven

asociadas a ambientes reductores. En dicha zona se encontraron además abundantes bloques de carbonatos autigénicos, característicos de zonas donde hay escape de metano del sedimento (Sellanes *et al.* 2004; Sellanes & Krylova, 2005) por lo cual se puede afirmar que en dicha estación o inmediaciones existe una zona de afloramiento de metano (Tabla 36).

**Tabla 36.** Datos de la zona de afloramiento de metano identificada en el proyecto.

NOMBRE ASIGNADO	El Quisco
ZONA	3
ESTACION	15
LATITUD	33° 23,4'
LONGITUD	71° 52,8'
PROFUNDIDAD	349 m

En términos generales, frente a la costa de Chile se conocen 4 lugares en que existen evidencias de afloramientos de metano, y corresponden a:

**Tabla 37.** Resumen de antecedentes de lugares en que existen evidencias de afloramiento de metano.

Sector	Profundidad	Evidencias	Posición
Limarí	1000-1500 m	<i>Lamellibrachia</i> sp	Se desconoce
El Quisco	349 m	<i>Lamellibrachia</i> sp. <i>Calyptogena</i> sp. <i>Thyasira</i> sp. +alta diversidad	Se conoce con precisión
Concepción	~ 800 m	<i>Lamellibrachia</i> sp. 4 vesicomidos 2 thyasiridos 1 lucinido 1 solemyido +alta diversidad	Se conoce con precisión
Isla Mocha	1500 m	<i>Ectenagena australi</i>	Se desconoce

#### 4.4.5 Fondos fosforíticos

Dentro de la zona eufótica la concentración de fosfato en general es muy baja, ya que este es usado como nutriente por el fitoplancton. Los vertebrados también concentran fosfato, generalmente en forma de apatita, siendo un componente esencial de los huesos de peces y mamíferos marinos. Diversos procesos como la excreción de los animales marinos, el flujo de materia orgánica hacia el fondo, incluyendo carcazas de animales muertos, concentraciones y compuestos fosfáticos bajo la zona eufótica, especialmente bajo la termoclina. Todos estos materiales se acumulan en el fondo y la disolución o remineralización de ellos liberan fosfato el cual queda en solución en el agua de fondo. Cuando el fondo se encuentra a la profundidad de la termoclina principal y especialmente en zonas de surgencia, estas concentraciones de fosfato llegan a ser lo suficientemente altas como para que este compuesto precipite en forma de nódulos y/o costras fosforíticas (Krauskopf, 1982). Los depósitos marinos de fosfato y fosforita en general están asociados con sedimentos químicamente reducidos. La fosforita se puede formar también por reemplazo del carbonato por fosfato y en general la precipitación del fosfato se produce en la zona de mezcla de aguas con distintas concentraciones de oxígeno.

Coincidente en general con la zona de quiebre de la plataforma continental y talud superior (150-500 m) y dentro del dominio de la zona de mínimo oxígeno, en varias zonas frente a Chile (e.g. Antofagasta, Concepción y Chiloé) se encuentra una zona de fondos duros, principalmente de composición fosforítica (Hebbeln *et al.*, 2001), zona que coincide además con la presencia de abundantes restos óseos de organismos marinos (Milessi *et al.*, 2005). El rol de estas zonas de fondos duros como áreas de cría y refugio de especies marinas de importancia económica es aún desconocido.

### **Conclusiones de los Objetivos 4 y 5**

- Una fuente hidrotermal se caracteriza por constituirse en una región con alto gradiente geotermal (con rocas calientes cercanas a la superficie), con un sistema de drenaje con fracturas, poros y similares que permiten la percolación de agua fría hacia abajo en la corteza, y luego esta surge por convección después de haber sido calentada. La zona de estudio no está localizada junto a ninguna zona propicia para la existencia de fuentes hidrotermales, por lo tanto estas fuentes no se presentan entre la III y X Regiones desde la costa y hasta los 2.000 m de profundidad.

- Se define monte submarino a un “volcán submarino que se eleva más de 1000 m sobre el fondo oceánico” (Kennett, 1982). Considerando que la zona de estudio corresponde a un margen continental, en esta zona por definición no existen montes submarinos. Las variaciones que presenta la topografía submarina en esta zona se debe a otros rasgos fisiográficos, dentro de los cuales destacan los cañones submarinos y las cuencas sedimentarias. Para caracterizar el fondo marino se entregan mapas de batimetría del fondo marino (referencial, multihaz y perfiles) y pendiente del fondo marino.

- Si bien los datos de retrodispersión acústica son abundantes y promisorios, requieren de un procesamiento mayor que escapa a los alcances del presente proyecto, razón por la cual *a priori* no es posible caracterizar la calidad del fondo marino en tan extensa área. En términos generales, se entregan 4 mapas (26°-31°, 31°-35°, 35-39° y 39°-44° LS) con datos de retrodispersión acústica disponibles en diversas fuentes.

- Los afloramientos de metano corresponden a un tipo particular de respiradero frío, en los cuales surge gas metano desde el interior del fondo marino, los que se asocian a fallas o fracturas que conectan zonas más profundas con la superficie del fondo marino. En el presente estudio, la estación 15 de la zona 3 constituye la segunda zona de afloramiento de metano georreferenciada en Chile, en la cual se presentaron como evidencia valvas vacías de un bivalvo del género *Calyptogena*, tubos de poliquetos siboglinido del género *Lamellibranchia* y bloques de carbonatos autigénicos.

- El término coral se puede entender como el nombre genérico que reciben varios animales que pertenecen al Phylum Cnidaria específicamente a la clase Anthozoa que viven en colonias y cuyas duras secreciones dan lugar a la formación de una serie de ramificaciones calcáreas de colores y formas muy variables, encontrándose en todos los océanos, colonizando todo tipo de sustrato y en todas las profundidades.

- Se define arrecife de coral a las agregaciones de organismos vivos del Phylum Cnidaria, ya sean acumulaciones de escleractinios hermatípicos (formadores de arrecife) o jardines de corales blandos, por ejemplo *Alcyonarios* y *Cerianthipatharios*.

#### 4.5 Objetivo 6.- Identificar y caracterizar los ensamblajes ecológicos geográficamente distribuidos en la zona de estudio y la(s) característica(s) del hábitat al cual están asociados.

De modo introductorio, se presenta en primer lugar los resultados correspondientes a la identificación taxonómica de especies presentes en lances de identificación, en particular de Cnidarios de la Clase Anthozoa y peces de las Clases Chondrichthyes, Osteichthyes y Mixinoidea. En segundo lugar se procede a detallar los resultados de macro y mega fauna bentónica, incluyendo diversidad de especies y asociaciones ambientales. Por último, se exponen los resultados del análisis de comunidades bento-demersales.

##### 4.5.1 Identificación taxonómica de especies

###### a) Corales (Cnidaria: Anthozoa)

Entre la III y X región se encontraron un total de 17 especies de corales (Tabla 38), del total se colecta sólo una especie de la Subclase Hexacoralia, Orden Scleractinia (*Bathycyathus chilensis*), especie endémica para nuestro país. La Subclase Alcyonaria registro la máxima riqueza de especies con un total de 15 especies (5 del Orden Alcyonacea, 8 del Orden Gorgonacea y 2 del Orden Pennatulacea). De la Subclase Ceriantipatharia se recolectó una especie perteneciente al Orden Antipatharia (Figura 39)

En el norte de la IX Región (zona 8) se observó el mayor valor de riqueza de especies (10) con al menos un representante de cada Orden. Del total de estaciones de muestreo se encontró en 46 alguna especie de coral (35%). Las especies con mayor frecuencia de aparición fueron el alcyonáceo *Anthomastus* sp, presente en cinco zonas; el gorgonáceo *Swiftia* sp en cuatro zonas junto con Alcyoniidae sp A presente en tres zonas. El rango de distribución batimétrica de presencia de corales en general, varía entre los 241-467 m, colectando del total de 46 lances, un 28% entre los 241-400 m en contraste con un 72% entre los 401-467m (Figura 40). La mayor cantidad de especies se observó entre los 401 y 467 m, con 16 especies.

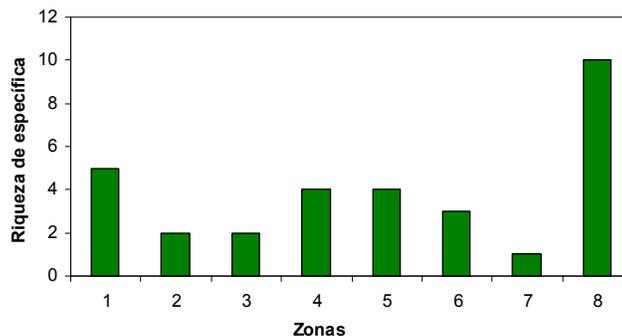
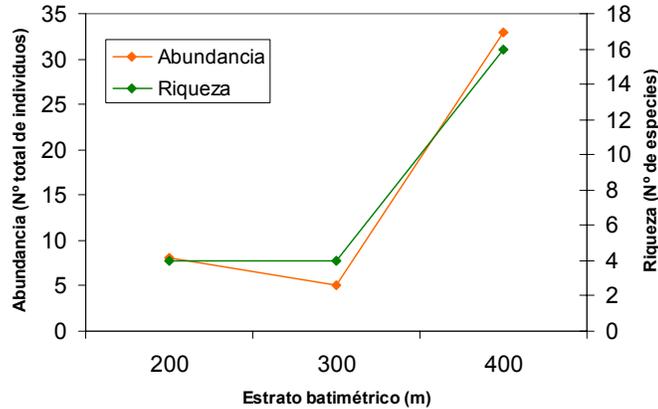


Figura 39. Riqueza específica de Corales según la zona de muestreo.

**Tabla 38.** Especies de corales y presencia en cada zona del área de muestreo.

Orden	Familia/Especie	Profundidad	Zonas								Observaciones	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Scleractinia</b>												
<b>Caryophylliidae</b>												
	<i>Bathycyathus chilensis</i>	464									x	Isla Robinson Crusoe, Papudo (Cairns <i>et al.</i> , 2005)
<b>Alcyonacea</b>												
<b>Alcyoniidae</b>												
	<i>Anthomastus</i> sp.	241-458			x		x	x	x	x		Coquimbo; Los Vilos, Zapallar (Andrade, 1987)
	Alcyoniidae sp A	250-362	x			x	x					Todos en Magallanes
	Alcyoniidae sp B	356	x									Todos en Magallanes
<b>Clavulariidae</b>												
	<i>Clavularia</i> sp A	445-467	x	x			x					Magallanes (Ofwegen <i>et al.</i> , 2006)
	<i>Clavularia</i> sp B	290-460									x	Magallanes (Ofwegen <i>et al.</i> , 2006)
<b>Gorgonacea</b>												
<b>Acanthogorgiidae</b>												
	<i>Acanthogorgia</i> sp.	461									x	Baral Monte Submarino (Parin <i>et al.</i> , 1997)
<b>Chrysogorgiidae</b>												
	Chrysogorgiidae	464									x	Magallanes (Moyano, 1995)
<b>Paramuriceidae</b>												
	<i>Swiftia</i> sp.	352-467				x	x	x			x	Coquimbo, Papudo (Andrade, 1987)
<b>Paragorgiidae</b>												
	<i>Paragorgia</i> sp.	447				x						Provincia Peruviana (Bravo <i>et al.</i> , 2005)
<b>Primnoidae</b>												
	<i>Callogorgia</i> sp.	464									x	No hay reportes en la literatura
	<i>Thouarella</i> sp.	461									x	Provincia Peruviana y Magallanica (Cairns, 2006)
	Gorgonacea sp A	262-448				x			x			
	Gorgonacea sp B	445	x	x	x							
<b>Pennatulacea</b>												
<b>Renillidae</b>												
	<i>Renilla chilensis</i>	464									x	Frente a Valparaíso (Perez & Zamponi, 1999)
<b>Virgulariidae</b>												
	<i>Halipteris</i> sp.	445	x									Coquimbo, Los Vilos, Papudo (Andrade, 1987)
<b>Ceriantipatharia</b>												
<b>Antipathidae</b>												
	<i>Antipathes speciosa</i>	464									x	Magallanes (Brook, 1889)



**Figura 40.** Abundancia y riqueza de especies de corales según rango batimétrico en el área de estudio.

#### b) Peces: Clase Chondrichthyes

De un total de 129 lances de pesca de arrastre de fondo realizados durante el proyecto se obtuvo un total de 75 lances con captura de condriictios. Durante el proyecto se reconoció un total de 24 especies de condriictios pertenecientes a 7 órdenes y 11 familias, capturándose en un rango entre 149 y 492 m de profundidad (Fig. 42). El rango de profundidad y el número de lances en los cuales las especies fueron encontradas junto con el número total de individuos capturados se pueden ver en la Tabla 39.

Las familias mejor representadas numéricamente fueron: Dalatiidae, Scyliorhinidae, Arhynchobatidae y Rajidae con 4, 3, 6 y 4 especies respectivamente. En relación a la abundancia relativa (%), destacaron las familias Dalatiidae (63%), Scyliorhinidae (17%) y Rajidae (12%) (Fig. 43); y las especies *Centroscyllium granulatum* (36%), *Halaelurus canescens* (13%) y *Centroscyllium nigrum* (10%) (Fig. 44).

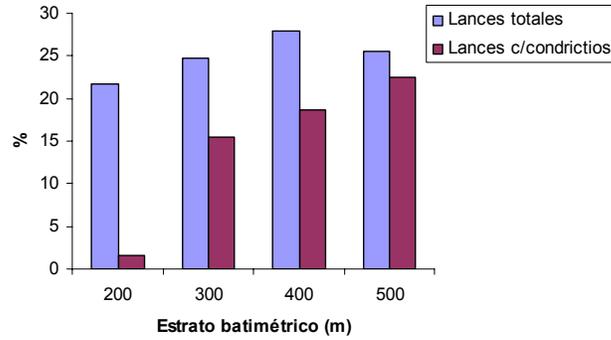
La especie más abundante fue *Centroscyllium granulatum*, concentrándose las capturas entre los 350 y 450 m de profundidad. Del total de lances realizados, se encontró que en 54 de estos lances se capturó alguna especie de tiburón (42%), en 65 lances se capturó alguna especie de rayas (50%) y en 8 lances alguna especie de quimera (6%). Las especies con mayor frecuencia de aparición en los distintos lances de pesca fueron *Halaelurus canescens* (36%), *Bathyraja peruana* (23%) y *Centroscyllium granulatum* (19%).

Se confeccionaron 24 fichas en total, con fotografías inéditas de las especies capturadas, con datos de procedencia, distribución latitudinal, distribución batimétrica y clasificación taxonómica actual.

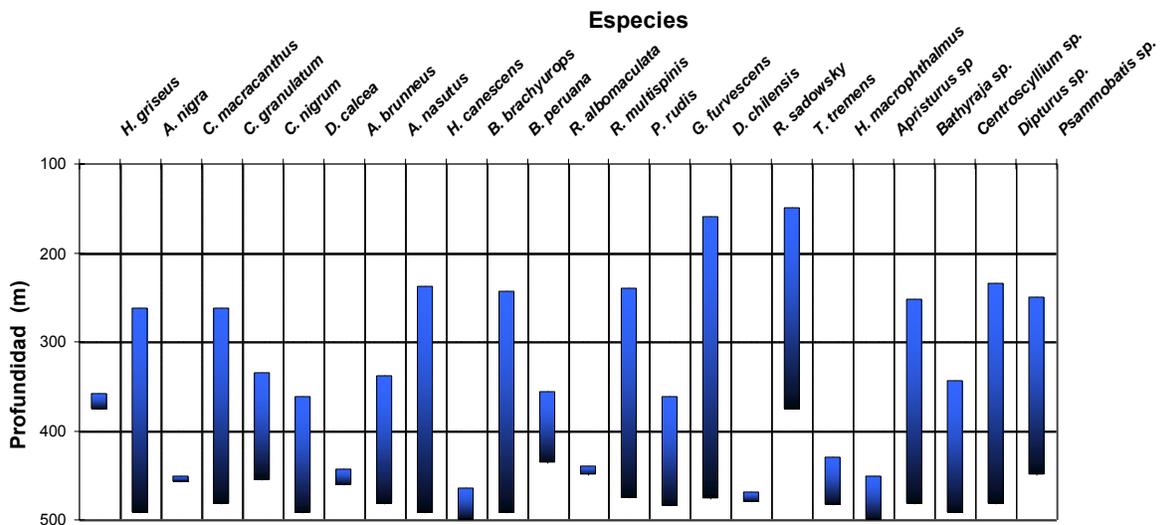
**Tabla 39.** Abundancia relativa, frecuencia de aparición y rangos batimétricos de las especies de condrictios capturados.

Orden	Familia / Especie	Abundancia		Frecuencia		Rango batimetrico (m)
		n	%	n	%	
<b>Hexanchiformes</b>						
	<b>Hexanchidae</b>					
	<i>Hexanchus griseus</i>	5	0.2	2	3	358 - 376
<b>Squaliformes</b>						
	<b>Dalatiidae</b>					
	<i>Aculeola nigra</i>	112	3	16	21	262 - 492
	<i>Centroscymnus macracanthus</i>	1	0.03	1	1	455
	<i>Centroscyllium granulatum</i>	1146	36	24	32	262 - 482
	<i>Centroscyllium nigrum</i>	322	10	16	21	335 - 455
	<i>Centroscyllium sp.</i>	445	13.9	11	15	344 - 492
	<b>Centrophoridae</b>					
	<i>Deania calcea</i>	78	2	18	24	362 - 492
<b>Carchariniformes</b>						
	<b>Scyliorhinidae</b>					
	<i>Apristurus brunneus</i>	6	0.2	3	4	443 - 461
	<i>Apristurus nasutus</i>	101	3	11	15	338 - 482
	<i>Apristurus sp.</i>	7	0.2	1	1	476
	<i>Halaelurus canescens</i>	420	13	46	61	237 - 492
	<b>Squalidae</b>					
	<i>Squalus acanthias*</i>	1	0.03	1	1	*
<b>Rajiformes</b>						
	<b>Arhynchobatidae</b>					
	<i>Bathyraja brachyurops</i>	1	0.03	1	1	482
	<i>Bathyraja peruana</i>	61	2	30	40	243 - 492
	<i>Bathyraja sp.</i>	6	0.2	3	4	252 - 482
	<i>Rhinoraja albomaculata</i>	4	0.1	4	5	356 - 436
	<i>Rhinoraja multispinis</i>	1	0.03	1	1	445
	<i>Psammobatis rudis</i>	62	2	19	25	240 - 475
	<i>Psammobatis sp.</i>	19	0.6	6	8	250 - 450
	<i>Rhinoraja magellanica*</i>	1	0.03	1	1	*
	<b>Rajidae</b>					
	<i>Gurgesiella furvescens</i>	22	1	7	9	362 - 484
	<i>Dipturus chilensis</i>	191	6	9	12	159 - 476
	<i>Dipturus sp.</i>	165	5.2	32	43	234 - 482
	<i>Rajella sadowsky</i>	3	0.1	1	1	475
	<i>Dipturus trachyderma*</i>	1	0.03	1	1	*
<b>Torpediniformes</b>						
	<b>Torpedinidae</b>					
	<i>Torpedo tremens</i>	6	0.2	5	7	149 - 376
<b>Myliobatiformes</b>						
	<b>Myliobatidae</b>					
	<i>Myliobatis chilensis*</i>	1	0.03	1	1	*
<b>Chimaeriformes</b>						
	<b>Callorhynchidae</b>					
	<i>Callorhynchus callorhynchus*</i>	1	0.03	1	1	*
	<b>Chimaeridae</b>					
	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	12	0.4	8	11	430 - 483

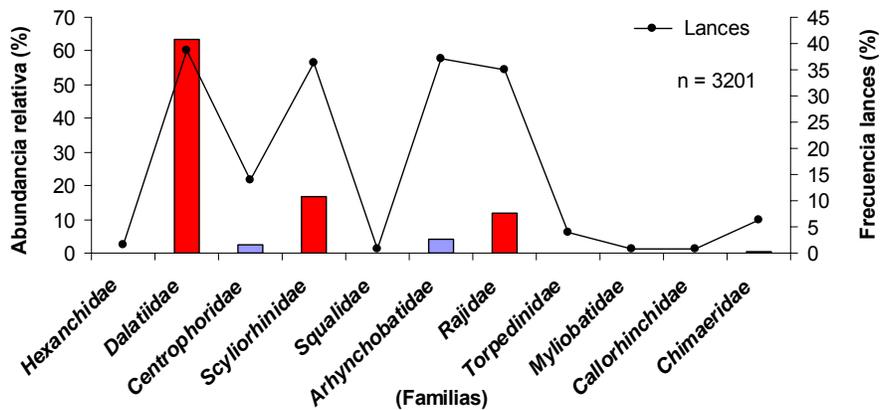
\* Sin datos de captura.



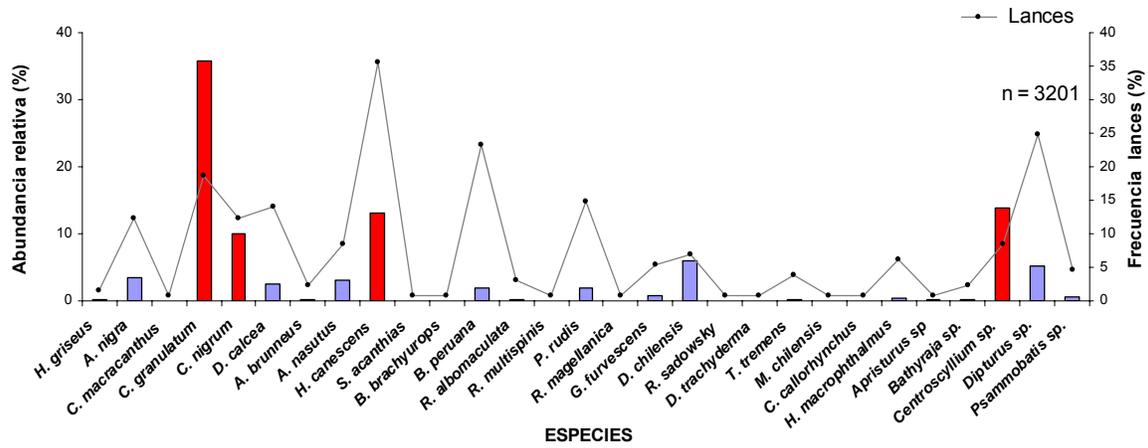
**Figura 41.** Porcentaje de lances totales realizados por estrato batimétrico y porcentaje de lances con captura de condictios por estrato batimétrico.



**Figura 42.** Rangos de distribución batimétrica de las especies de condictios capturados durante el estudio.



**Figura 43.** Abundancia relativa (%) del total de condictios agrupados por familia con la frecuencia de aparición en el total de lances de arrastre.



**Figura 44.** Abundancia relativa (%) del total de condriictios agrupados por especie con la frecuencia de aparición en el total de lances de arrastre (En rojo las especies con mayor abundancia).

**c) Peces: Clases Osteichthyes y Mixinoidea**

Durante la ejecución del proyecto, incluyendo lances de pesca orientados a la captura de peces y crustáceos, junto con los lances realizados en el marco de los cruceros, fue posible identificar peces óseos y mixines correspondientes a 14 órdenes, 31 familias y 48 especies (Tabla 40), en un rango batimétrico que cubrió entre 64 y 492 m. El número total de lances correspondió a 291 (153 lances en pesca comercial y 128 lances en cruceros).

**Tabla 40.** Frecuencia de ocurrencia (nº) y rangos batimétricos de las especies de teleósteos y mixines capturados en la ejecución del proyecto (pesca comercial y cruceros) por rango latitudinal.

Orden	Familia	Especie	Distribución observada	28° 30' - 29° 30'	29° 30' - 30° 30'	30° 30' - 31° 30'	31° 30' - 32° 30'	32° 30' - 33° 30'	33° 30' - 34° 30'	34° 30' - 35° 30'	35° 30' - 36° 30'	36° 30' - 37° 30'	37° 30' - 38° 30'	38° 30' - 39° 30'	39° 30' - 40° 30'	40° 30' - 41° 30'
Anguilliformes	Congridae	<i>Bassanago albescens</i>	262 - 482													
	Ophichthidae	<i>Ophichthus pacifici</i>	135 - 403	2	2		2	1	1			1				
Beryciformes	Trachichthyidae	<i>Hoplostethus mento</i>	436 - 442								1		1			
	Anoplogastridae	<i>Anoplogaster brachycera</i>	462	1												
	Melamphaidae	<i>Melamphaes longivels</i>	484		1											
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	179 - 216				5									
Gadiformes	Merlucciidae	<i>Macruronus magellanicus</i>	307 - 474					1		3	4		3	2		
		<i>Merluccius gayi gayi</i>	64 - 492				54	8	48	21	35	11	8	9		
	Macruoridae	<i>Caelorinchus aconcagua</i>	98 - 484	3	5	9	9	3	18	11			10	11		
		<i>Caelorinchus chilensis</i>	116 - 492	1	2	5	3	1	8	6			6	5		
		<i>Caelorinchus fasciatus</i>	252 - 426												5	
		<i>Caelorinchus sp.</i>	153 - 445								1				1	
		Fam. macruoridae	84 - 453	2	4	1	1	2		6	14	15	1			
		<i>Nezumia nigromaculata</i>	243 - 482								1		3	5		
		<i>Nezumia pulchella</i>	450 - 462	1			1									
	<i>Nezumia sp.</i>	432											1			
	<i>Trachyrincus sp.</i>	351 - 492	3		5	1										
	<i>Trachyrincus villegai</i>	356 - 484		2							1					
	Moridae	Fam. moridae	153 - 482	1	1	4	5	1	10	8			9	11		
		<i>Laemonema sp.</i>	436											1		
		<i>Lepidion ensiferus</i>	461						1							
		<i>Notophycis marginata</i>	365	1												
		<i>Physiculus sp.</i>	241											1		
	Myctophiformes	Myctophidae	<i>Diaphus sp.</i>	453 - 461		1			1							
	Myxiniformes	Myxinidae	<i>Eptatretus polytrema</i>	143 - 405		1			3	2	14	2	3	1		
			<i>Myxine sp.</i>	280						1						
Notacanthiformes	Notacanthidae	<i>Notacanthus sexspinis</i>	338 - 492	1		4	1		2	6		3	2			
Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Brotolotaenia sp.</i>	442 - 484		1						1					
		Fam. ophidiidae	484		1											
		<i>Genypterus blacodes</i>	80 - 482						1	7	6		3	5	1	
		<i>Genypterus chilensis</i>	71 - 72							2						
	<i>Genypterus maculatus</i>	64 - 354							18	7	2			3		
	Bythitidae	<i>Cataetx messieri</i>	351 - 448			1			1							
	Osmeriformes	Alepocephalidae	Fam. alepocephalidae	442 - 449								1		1		
<i>Holtbyrnia sp.</i>			426 - 492			1								1		
<i>Talismania aphos</i>			442 - 492			1	1		1							
Perciformes	Apogonidae	<i>Epigonus crassicaudus</i>	358 - 461		1		1	1	2							
		<i>Epigonus robustus</i>	241										1			
		<i>Epigonus sp.</i>	240 - 482	2		8	4		11	3			1			
	Fam. apogonidae	188 - 405					2	6	1	8	1					
	Pinguipedidae	<i>Prolatilus jugularis</i>	64 - 167				2		1		3	1	1	6		
	Carangidae	<i>Trachurus symmetricus murphyi</i>	64 - 160						12					1		
	Zoarcidae	<i>Lycenchelys scaurus</i>	351 - 484	1	3		1		1							
		<i>Melanostigma gelatinosum</i>	442 - 475								3					
	Gempylidae	<i>Thyrsites atun</i>	73 - 167						3	1					4	
	Stromateidae	<i>Stromateus stellatus</i>	64 - 160						7						1	
	Centrolophidae	Fam. centrolophidae	64 - 77						6							
	Sciaenidae	Fam. sciaenidae	64 - 74						5							
	Haemulidae	<i>Isacia conceptionis</i>	80 - 95						4							
Bramidae	<i>Brama australis</i>	91								1						
Platyroctidae	Searsidae	<i>Pellisulus facilis</i>	356 - 449							2			3			
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	Fam. paralichthyidae	64 - 369	11	5		38	4	17	7	21	2			9	
		<i>Hippoglossina mystacium</i>	137 - 357		2	4	2		1							
		<i>Hippoglossina sp.</i>	98 - 459	4	1	2	3	2	9	5			4	7		
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Helicolenus lengerichi</i>	148 - 482						2		4	4	10	7		
Stomiiformes	Stomiidae	Fam. stomiidae	432 - 432										2			
		<i>Chauliodus sloani</i>	453 - 482		1									1		
		<i>Idiacanthus niger</i>	459						1							
		<i>Stomias boa</i>	492			1										
		<i>Stomias longibarbus</i>	453 - 492			1			1							
	Malanostomiatidae	<i>Melanostomias melanops</i>	461 - 484		1				1							
	Sternoptychidae	<i>Argyrolepecus sp.</i>	445			1										

Al considerar los lances en cruceros, cubriendo entre las zonas 1 y 8 (29° 20' a 38° 53' S), se reconocen 13 órdenes y 23 familias, entre los cuales las especies *Merluccius gayi gayi* (Merlucciidae) y *Caelorinchus aconcagua* y *Caelorinchus chilensis* (Macruoridae) presentan frecuencia de ocurrencia superior al 20% de los lances. Otras familias que también son recurrentes en los lances corresponden a Moridae, Apogonidae y Paralichthyidae (Tabla 41).

**Tabla 41.** Frecuencia de ocurrencia (n° y %) y rangos batimétricos de las especies de teleósteos y mixines capturados en cruceros por zona.

Orden	Familia	Especie	Distribución observada	Frecuencia ocurrencia	Frecuencia relativa	ZONAS							
						Z 1	Z 2	Z 3	Z 4	Z 5	Z 6	Z 7	Z 8
Anguilliformes	Congridae	<i>Bassanago albescens</i>	262 - 482	10	8%					1	1	3	5
	Ophichthidae	<i>Ophichthus pacifici</i>	174 - 365	5	4%	4			1				
Beryciformes	Trachichthyidae	<i>Hoplostethus mento</i>	436 - 442	2	2%						1	1	
	Anoplogastridae	<i>Anoplogaster brachycera</i>	462	1	1%	1							
	Melamphaidae	<i>Melamphaes longivelis</i>	484	1	1%	1							
Gadiformes	Merlucciidae	<i>Macruronus magellanicus</i>	356 - 474	9	7%			1		3		3	2
		<i>Merluccius gayi gayi</i>	97 - 492	93	73%	13	15	15	13	13	6	10	8
	Macruoridae	<i>Caelorinchus aconcagua</i>	98 - 484	79	62%	8	9	9	10	11	11	10	11
		<i>Caelorinchus chilensis</i>	116 - 492	37	29%	3	5	3	4	5	6	6	5
		<i>Caelorinchus fasciatus</i>	252 - 426	5	4%								5
		<i>Caelorinchus sp</i>	153 - 445	2	2%						1		1
		Fam. macruoridae	196 - 453	4	3%	2	1	1					
		<i>Nezumia nigromaculata</i>	243 - 482	9	7%						1	3	5
		<i>Nezumia pulchella</i>	450 - 462	2	2%	1		1					
		<i>Nezumia sp</i>	432	1	1%								1
	<i>Trachyrincus sp</i>	351 - 492	9	7%	3	5	1						
	<i>Trachyrincus villegai</i>	356 - 484	3	2%	2						1		
	Moridae	Fam. moridae	153 - 482	50	39%	2	4	5	6	5	8	9	11
		<i>Laemonema sp</i>	436	1	1%								1
		<i>Lepidion ensiferus</i>	461	1	1%				1				
		<i>Notophycis marginata</i>	365	1	1%	1							
		<i>Physiculus sp</i>	241	1	1%								1
Myctophiformes	Myctophyidae	<i>Diaphus sp</i>	453 - 461	2	2%	1			1				
Myxiniformes	Myxinidae	<i>Eptatretus polytrema</i>	175 - 357	16	13%	1		3	6	3	2	1	
Notacanthiformes	Notacanthidae	<i>Notacanthus sexspinis</i>	338 - 492	19	15%	1	4	1		2	6	3	
Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Brotulotaenia sp.</i>	442 - 484	2	2%	1					1		
		Fam. ophidiidae	484	1	1%	1							
		<i>Genypterus blacodes</i>	158 - 482	8	6%						1	2	5
	<i>Genypterus maculatus</i>	98 - 105	2	2%					2				
	Bythitidae	<i>Cataetyx messieri</i>	351 - 448	2	2%		1		1				
Osmeriformes	Alepocephalidae	Fam. alepocephalidae	442 - 449	2	2%						1	1	
		<i>Holtbyrnia sp</i>	426 - 492	2	2%		1						
		<i>Talismania aphos</i>	442 - 492	3	2%		1	1	1				
Perciformes	Apogonidae	<i>Epigonus crassicaudus</i>	358 - 461	5	4%	1		1	2	1			
		<i>Epigonus robustus</i>	241	1	1%							1	
		<i>Epigonus sp</i>	240 - 482	29	23%	2	8	4	4	7	3	1	
	Pinguipedidae	<i>Prolatilus jugularis</i>	137 - 153	4	3%			2				1	
	Zoarcidae	<i>Lycenchelys scaurus</i>	351 - 484	6	5%	4		1	1				
	<i>Melanostigma gelatinosum</i>	442 - 475	3	2%						3			
Platyroctidae	Searsiidae	<i>Pellisulus facilis</i>	356 - 449	5	4%						2	3	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Hippoglossina mystacium</i>	137 - 357	9	7%	2	4	2	1				
		<i>Hippoglossina sp</i>	98 - 459	37	29%	5	2	3	6	5	5	4	7
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Helicolenus lengerichi</i>	148 - 482	15	12%					1		4	
Stomiiformes	Stomiidae	<i>Chauliodus sloani</i>	453 - 482	2	2%	1							1
		Fam. stomiidae	432 - 436	2	2%							2	
		<i>Idiacanthus niger</i>	459	1	1%					1			
		<i>Stomias boa</i>	492	1	1%		1						
		<i>Stomias longibarbat</i>	453 - 492	2	2%			1		1			
	Malanostomiidae	<i>Melanostomias melanops</i>	461 - 484	2	2%	1			1				
	Sternoptychidae	<i>Argyropelecus sp</i>	445	1	1%		1						

Si bien es cierto la frecuencia de ocurrencia por rango de profundidad está influenciada por el objetivo de captura en los lances comerciales y, además, algunos peces principalmente pelágicos son vulnerados por el arte de pesca durante la maniobra de virado, lo cual puede llevar a error en la interpretación de la información. Considerando estos aspectos, es factible destacar algunas familias de peces que presentan amplia distribución batimétrica, como son Merlucciidae, Macruoridae, Ophidiidae y Paralichthyidae presentes entre 50 y 500 m. Scorpaeniidae, Moridae y Apogonidae se observaron entre 150 y 500 m.

Algunos Perciformes de las familias Carangidae, Pinguipedidae, Gempylidae, Engraulidae, Stromateidae, Centrolophidae, Sciaenidae, Haemulidae y Bramidae se ubican en lances a profundidades inferiores a 150 m. De forma análoga, 9 familias de peces se encontraron sólo en estratos profundos, principalmente entre 400 y 500 m correspondientes a las familias Anoplogastridae, Alepocephalidae, Trachichthyidae, Melamphaidae, Myctophidae, Bythitidae, Stomiidae, Malanostomiatidae y Sternoptychidae (Tabla 42).

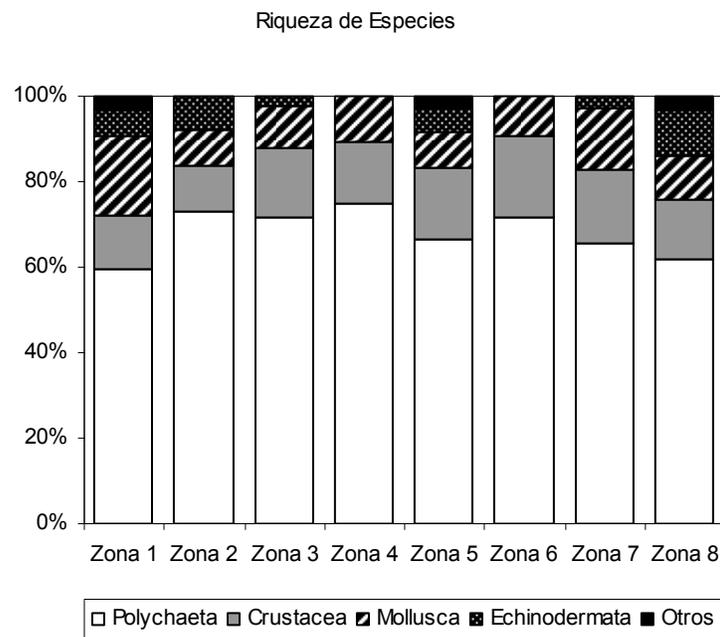
**Tabla 42.** Frecuencia de ocurrencia (nº) de las familias de peces óseos y mixines por rango de distribución batimétrica durante el proyecto (pesca comercial y cruceros).

FAMILIA	ALEPOCEPHALIDAE	ANOPLOGASTRIDAE	APOGONIDAE	BRAMIDAE	BYTHITIDAE	CARANGIDAE	CENTROLOPHIDAE	CONGRIDAE	ENGRAULIDAE	GEMPYLIDAE	HAEMULIDAE	MACRUORIDAE	MALANOSTOMIATIDAE	MELAMPHAIDAE	MERLUCCIIDAE	MORIDAE	MYCTOPHYDAE	MYXINIDAE	NOTACANTHIDAE	OPHICHTIDAE	OPHIDIIDAE	PARALICHTHYIDAE	PINGUIPIDAE	SCIAENIDAE	SCORPAENIDAE	SEARSIIDAE	STERNOPTYCHIDAE	STOMIIDAE	STROMATEIDAE	TRACHICHTHYIDAE	ZOARCIDAE
50-100				1		12	6			4	4	2			25						23	21	3	5						7	
100-150												3			25					1	2	16	4		1						
150-200			1			1			4	4		7			52	1		1		3	5	48	7		9				1		
200-250			4						1	1		13			41	3		3				36			2						
250-300			9					1				22			26	5		6		1	1	20			3						
300-350			8					1				26			23	3		8	1		5	10		4							
350-400			15		1			3				54			33	15		5	5	3	12	8		4	1					5	
400-450	4		9		1			6				31			12	11		3	7	1	7			1	4	1	2		2	2	
450-500	3	1	7					2				35	2	1	17	16	2		6		3	1		3			6			2	

#### 4.5.2 Macro y Megafauna

##### a) Macrobentos

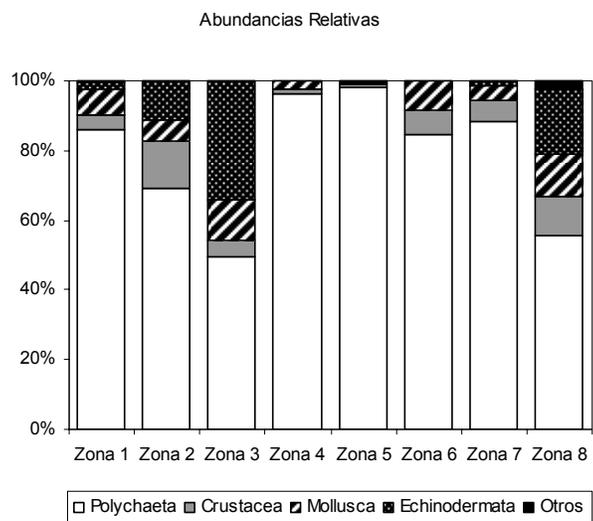
Se analizaron un total de 150 muestras provenientes de las 8 zonas geográficas. En total, se registró macrofauna en 140 de las muestras. Un total de 99 especies y/o unidades taxonómicas fueron identificadas (Tabla 43). En términos de composición específica, el grupo Polychaeta fue el más representativo en todas las zonas con un rango que varió entre 60 al 75% del total del macrobentos. El grupo Mollusca fue el segundo grupo en importancia con valores que variaron entre 8 y 18% del total del macrobentos. Echiurida, Sipunculida y Nemertina presentaron la menor contribución al total del macrobentos (Fig. 45). En términos de composición por grupos mayores, el macrobentos en el área de estudio no mostró diferencias significativas entre zonas (Fig. 46). En general, el grupo Polychaeta contribuyó entre el 98 y 49% al total del macrobentos y los moluscos en segundo lugar. Una excepción lo constituye la Zona 3, en donde el grupo Echinodermata fue el segundo grupo en importancia (34%).



**Figura 45.** Distribución porcentual de la riqueza de especies (S) para el macrobentos en las zonas 1-8, frente a Chile central (29°22' - 38°42' LS).

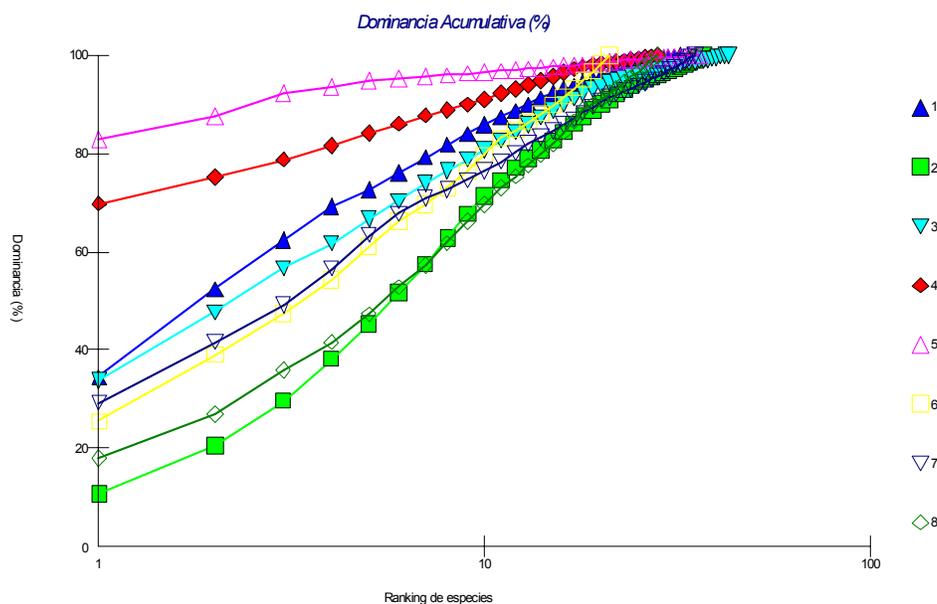
**Tabla 43.** Lista de especies de macrofauna identificadas en el área de estudio.

<b>Polychaeta</b>	<b>Polychaeta</b>
<b>Familia Spionidae</b>	<b>Familia Polynoidae</b>
<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	Polynoidae sp A
<i>Prionospio peruana</i> Hartmann-Schroder, 1962	Polynoidae sp B
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	<b>Familia Phyllococidae</b>
<i>Spiophanes soederstroemi</i> Hartman, 1953	Phyllococidae sp
<i>Rhynchospio glutaea</i> (Ehlers, 1897)	<b>Familia Hesionidae</b>
<i>Prionospio</i> sp	Hesionidae sp
<b>Familia Paraonidae</b>	<b>Familia Flabelligeridae</b>
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	Flabelligeridae sp
<i>Aricidea catherinae</i> Laubier, 1967	
<i>Aricidea strelzovi</i> Hartmann-Schröder & Rosenfeldt, 1990	<b>Crustacea</b>
<i>Aricidea albatrossae</i> Pettibone, 1957	<b>Decapoda</b>
<i>Levinsenia</i> sp	<b>Familia Majidae</b>
<i>Aricidea</i> sp	<i>Libidoclaea smithi</i> (Miers, 1886)
<b>Familia Maldanidae</b>	<b>Familia Paguridae</b>
<i>Maldane sarsi antarctica</i> Arwidsson, 1911	<i>Pagurus</i> sp.
<i>Maldane</i> sp	<b>Familia Galatheididae</b>
<i>Praxillella</i> sp	<i>Pleuroncodes monodon</i> H. Milne Edwards, 1837
<i>Asychis</i> sp	<i>Munida</i> sp
Maldanidae sp	Decapoda indet.
<b>Familia Lumbrineridae</b>	<b>Amphipoda</b>
<i>Lumbrineris composita</i> Hartmann-Schröder, 1965	Amphipoda sp A
<i>Lumbrineris tetraura</i> (Schmarda, 1861)	Amphipoda sp B
<i>Ninnoe chilensis</i> Kinberg, 1865	Amphipoda sp C
Lumbrineridae sp A	Amphipoda sp D
Lumbrineridae sp B	Amphipoda sp E
Lumbrineridae sp C	Amphipoda sp F
<b>Familia Nephtyidae</b>	Amphipoda indeterminatae
<i>Nephtys macroura</i> (Schmarda, 1861)	<b>Cumacea</b>
<i>Nephtys ferruginea</i> (Hartman, 1940)	Cumacea sp A
<i>Nephtys</i> sp	Cumacea sp B
<b>Familia Onuphidae</b>	<b>Tanaidacea</b>
<i>Nothria iridescens</i> Johnson, 1901	Tanaidacea sp A
<i>Hyalinoecia</i> sp	Tanaidacea sp B
<i>Ceratophale</i> sp	Tanaidacea sp C
Onuphidae sp A	
Onuphidae sp B	<b>Isopoda</b>
<b>Familia Pilargidae</b>	Isopoda sp A
<i>Pilargis berkeleyae</i> Monro 1933	Isopoda sp B
<i>Sigambra bassi</i> Hartman, 1947	
<i>Ancistrosyllis</i> sp	<b>Mollusca</b>
<b>Familia Scalibregmidae</b>	<b>Familia Limifossoridae</b>
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1943	<i>Scotopus chilensis</i> Salvini-Plaven, 1972
<b>Familia Amphinomididae</b>	<b>Familia Dentaliidae</b>
<i>Paramphionome australis</i> Monro, 1930	<i>Fissidentalium majorinum</i> Mabile & Rochebrune, 1891
<b>Familia Glyceridae</b>	<b>Familia Limopsidae</b>
<i>Glycera americana</i> Leidy, 1855	<i>Limposis marionensis</i> Smith, 1885
<b>Familia Eunicidae</b>	<b>Familia Nuculidae</b>
<i>Eunice magellanica</i> McIntosh, 1885	<i>Ennucula grayi</i> (Orbigny, 1846)
<b>Familia Orbiniidae</b>	<i>Nuculana</i> sp
<i>Orbinella</i> sp	<b>Familia Cuspidariidae</b>
<i>Naineris</i> sp	<i>Cuspidaria</i> sp
Orbiniidae sp A	<b>Familia Thyasiridae</b>
<b>Familia Cirratulidae</b>	<i>Thyasira</i> sp
<i>Tharyx</i> sp	<b>Familia Veneroidea</b>
<i>Caullieriella</i> sp	<i>Eurhomalea</i> sp
Cirratulidae sp A	<b>Familia Carditidae</b>
Cirratulidae sp B	<i>Cyclocardia</i> sp
<b>Familia Cossuridae</b>	<b>Familia Calliostomatidae</b>
<i>Cossura</i> sp	<i>Calliostoma</i> sp
<b>Familia Syllidae</b>	<b>Echinodermata</b>
<i>Exogone</i> sp	<b>Familia Ophiuridae</b>
<b>Familia Ophelidae</b>	<i>Ophiecten aminitum</i> Lyman, 1878
<i>Ammotrypane</i> sp	<b>Familia Ophiolopidae</b>
Ophelidae sp	<i>Ophiomusium biporicum</i> Alarcon, 1968
<b>Familia Ampharetidae</b>	<b>Ophiuroidea</b>
Ampharetidae sp A	Ophiuroidea sp A
Ampharetidae sp B	Ophiuroidea sp B
<b>Familia Fauvelopsidae</b>	<b>Holothuroidea</b>
Fauvelopsidae sp A	Holothuroidea sp
<b>Familia Sphaerodoridae</b>	<b>Echiurida</b>
Sphaerodoridae sp A	Echiuridae sp
<b>Familia Gonianidae</b>	<b>Sipunculida</b>
Gonianidae sp A	Sipunculida sp
<b>Familia Capitellidae</b>	<b>Nemertina</b>
Capitella sp A	Nemertina sp
<b>Familia Terebellidae</b>	
Terebellidae sp A	
<b>Familia Sabellidae</b>	
Sabellidae sp	



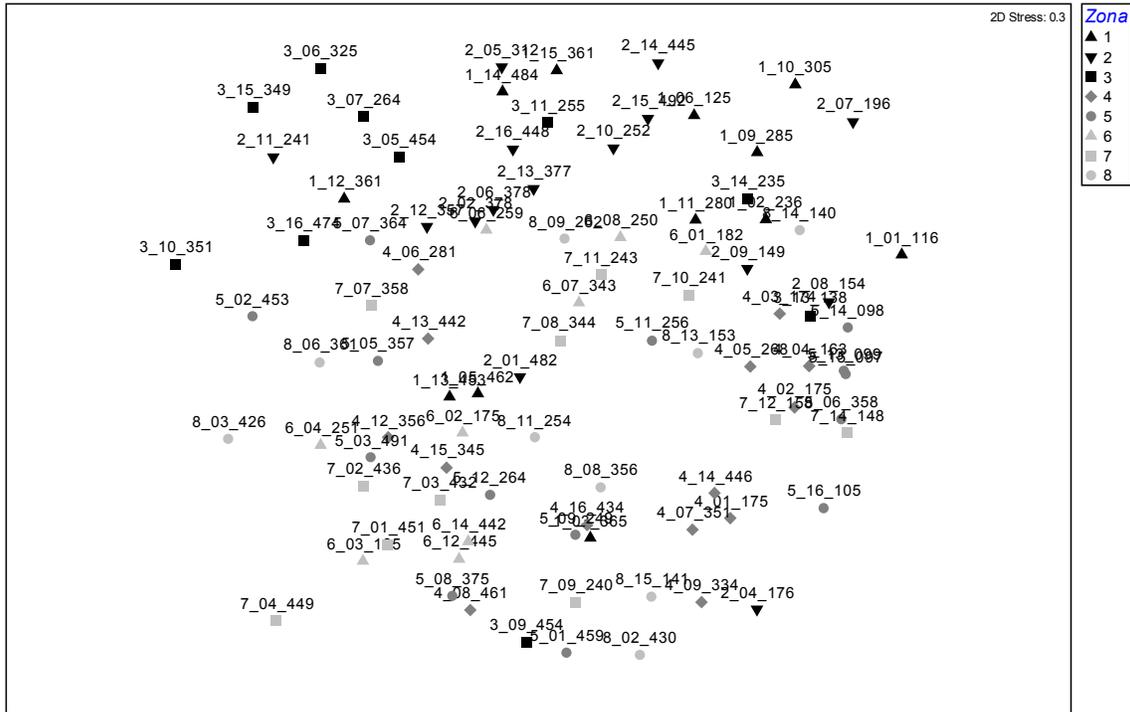
**Figura 46.** Distribución porcentual de las abundancias relativas para el macrobentos en las zonas 1-8, frente a Chile central (29°22', 38°42' Lat. Sur).

Las zona 4 y 5 mostraron las mayores dominancias, las cuales fueron superiores al 60% del total del macrobentos, siendo las especies *Prionospio* sp. y *Ampharetidae* sp., las responsables por la mayor contribución numérica al total del macrobentos. (Figura 47, Tabla 44). En contraste, las zonas 2 y 8, exhibieron las menores dominancias para sus conjuntos faunísticos. Esto último se debería a la menor contribución de las especies *Levinsenia gracilis* y *Paramphinoe australis*, respectivamente (Tabla 45).



**Figura 47.** Distribución de las dominancias acumulativas (%) para el macrobentos en cada una de las zonas de estudio frente a Chile central (29°22', 38°42').

La Fig. 48 muestra un análisis de clasificación numérica (NMDS) basado en la presencia y ausencia de las diferentes unidades taxonómicas identificadas en las zonas de estudio. No se observan patrones claros de agrupación y/o tendencias espaciales claras. Además, los valores de similitud entre las zonas registraron bajos valores, sugiriendo que el patrón de distribución no muestra una influencia geográfica o por zonas (i.e., norte- sur).



**Figura 48.** Análisis de ordenación mediante escalamiento métrico no-dimensional de las estaciones de muestreo de acuerdo a su composición de la macrofauna. Los códigos de estaciones indican Zona\_nro. de estación\_profundidad.

Por otra parte, la Tabla 45 muestra la contribución individual y acumulada (%) de las principales especies pertenecientes al macrobentos en relación a tres estratos de profundidad. En el rango < 150 m de profundidad, las especies *Cossura* sp., *Prionospio* sp. y una especie de Ophiuroidea sp. fueron las más importantes en términos de las abundancias relativas. En el rango de los 150-350 m de profundidad, una especie perteneciente a la familia Cirratulidae y *Cossura* sp. contribuyeron al 40% de las abundancias relativas para el área de estudio. En el estrato más profundo (350-500 m), las especies Ampharetidae sp A., Amphipoda sp A., *Paramphinome australis* y una especie de poliqueto Maldánido del género *Asychis* sp. fueron las especies más importantes en relación con su aporte a las abundancias relativas en el área de estudio.

**Tabla 44.** Contribución porcentual y acumulada para las especies de macroinvertebrados bentónicos en cada una de las zonas de estudio.

Zona 1	contribución (%)	acumulado (%)	Zona 5	contribución (%)	acumulado (%)
<i>Cirratulidae</i> sp A	38.23	38.23	<i>Prionospio</i> sp	52.95	52.95
<i>Aricidea</i> sp	30.37	68.6	<i>Ampharetidae</i> sp A	17.97	70.92
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	10.82	79.42	<i>Amphipoda</i> sp A	7.94	78.86
<i>Cossura</i> sp	6.74	86.15	<i>Paramphinome australis</i> Monro, 1930	6.12	84.98
<i>Nuculana</i> sp	4.97	91.13	<i>Cossura</i> sp	2.53	87.51
			<i>Aricidea catherinae</i> Laubier, 1967	2.32	89.83
			<i>Maldane sarsi antarctica</i> Arwidsson, 1911	1.55	91.37
Zona 2	contribución (%)	acumulado (%)	Zona 6	contribución (%)	acumulado (%)
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	22.48	22.48	<i>Asychis</i> sp	45.63	45.63
<i>Cirratulidae</i> sp A	15.42	37.9	<i>Cirratulidae</i> sp A	42.99	88.62
<i>Ophiuroidea</i> sp A	13.88	51.78	<i>Ampharetidae</i> sp A	3.85	92.47
<i>Cossura</i> sp	13.24	65.02			
<i>Ampharetidae</i> sp A	7.83	72.85	Zona 7	contribución (%)	acumulado (%)
<i>Amphipoda</i> sp A	5.88	78.72	<i>Paramphinome australis</i> Monro, 1930	54.52	54.52
<i>Thyasira</i> sp	4.87	83.6	<i>Cossura</i> sp	9.26	63.78
<i>Sphaerodoridae</i> sp A	3.21	86.81	<i>Asychis</i> sp	8.77	72.55
<i>Lumbrineridae</i> sp A	2.62	89.43	<i>Ninoe chilensis</i> Kinberg, 1865	6.58	79.13
<i>Levinsenia</i> sp	2.58	92.01	<i>Ampharetidae</i> sp A	6.13	85.27
			<i>Cirratulidae</i> sp A	4.51	89.77
			<i>Levinsenia</i> sp	3.59	93.36
Zona 3	contribución (%)	acumulado (%)	Zona 8	contribución (%)	acumulado (%)
<i>Amphipoda</i> sp A	23.33	23.33	<i>Paramphinome australis</i> Monro, 1930	46.85	46.85
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1943	12.8	36.14	<i>Ophiuroidea</i> sp A	16.62	63.47
<i>Fauvelopsidae</i> sp A	9.74	45.88	<i>Amphipoda</i> sp A	10.84	74.11
<i>Aricidea</i> sp	8.43	54.31	<i>Ophiocten aminitum</i> Lyman, 1878	8.04	82.15
<i>Nothria iridescens</i> Johnson, 1901	8.3	62.61	<i>Cossura</i> sp	5.94	88.09
<i>Lumbrineridae</i> sp A	5.48	68.1	<i>Levinsenia</i> sp	5.41	93.49
<i>Ampharetidae</i> sp A	4.88	72.98			
<i>Ninoe chilensis</i> Kinberg, 1865	3.57	76.55			
<i>Thyasira</i> sp	3.11	79.66			
<i>Cossura</i> sp	3.07	82.73			
<i>Ophiuroidea</i> sp A	2.88	85.62			
<i>Ennucula grayi</i> (Orbigny, 1846)	2.33	87.95			
<i>Cumacea</i> sp A	2.15	90.09			
Zona 4	contribución (%)	acumulado (%)			
<i>Prionospio</i> sp	44.3	44.3			
<i>Ampharetidae</i> sp A	19.39	63.7			
<i>Cirratulidae</i> sp B	14.18	77.88			
<i>Lumbrineris tetraura</i> (Schmarda, 1861)	5.16	83.04			
<i>Amphipoda</i> sp A	5.1	88.14			
<i>Cossura</i> sp	4.63	92.77			

### Asociaciones ambientales

Con el fin de identificar el sub-grupo de variables ambientales que mejor explica los patrones comunitarios de la macrofauna observados a lo largo del área de estudio, se utilizó el procedimiento BIOENV (Clarke y Ainsworth, 1993). Dicha rutina identifica, mediante comparaciones iterativas entre la matriz biótica de similitud y matrices de similitud construidas a partir de variables ambientales, el sub-grupo de variables ambientales que mejor se correlaciona en forma multivariada con la matriz biológica. Se realizó un análisis global incluyendo los siguientes parámetros o variables ambientales: latitud, profundidad, tipo de fondo, temperatura del agua de fondo, carbono orgánico total, nitrógeno total, razón C:N, contenido de materia orgánica, tamaño de grano del sedimento, grado de selección del sedimento y concentración de oxígeno del agua de fondo, los resultados se presentan en la Tabla 46.

El grupo de variables que mejor explicaron la distribución multivariada de las distintas especies de macrofauna fue la latitud, profundidad, temperatura (LAT, PROF y T), aunque con un bajo valor de correlación ( $\rho_p = 0.14$ ). El oxígeno es otra de las variables que aparece en segunda instancia pero sin variar sustancialmente la correlación. Esta baja correlación entre la estructura comunitaria y las variables ambientales puede deberse a que para este análisis no se utilizaron datos cuantitativos sino una matriz presencia/ausencia.

En el caso de la macrofauna, la diferencia principal en la estructura comunitaria en distintos sitios en muchos casos esta dada, más que por la composición específica, por la abundancia relativa de cada una de las especies. Por ejemplo, hay especies de poliquetos espionidos sumamente adaptados a vivir en condiciones deficientes en oxígeno, que si bien también se encuentren en condiciones óxicas, sus mayores abundancias se encuentran en ambientes hipóxicos. Por lo anteriormente expuesto, de haber utilizado datos cuantitativos, si bien no se habrían generado diferencias en los grupos de variables que mejor explicaron los patrones observados, se habría obtenido si una mejor correlación

**Tabla 45.** Contribución porcentual y acumulado para las especies de macroinvertebrados bentónicos por rangos de profundidad.

<b>Rango de profundidad: 0-150 m</b>	<b>contribución (%)</b>	<b>acumulado (%)</b>
<i>Cossura</i> sp	33.07	33.07
<i>Prionospio</i> sp	28.08	61.14
Ophiuroidea sp A	20.56	81.7
<i>Aricidea catherinae</i> Laubier, 1967	4	85.7
<i>Ninoe chilensis</i> Kinberg, 1865	3.69	89.4
Cirratulidae sp B	1.62	91.02
<b>Rango de profundidad: 150-350 m</b>	<b>contribución (%)</b>	<b>acumulado (%)</b>
Cirratulidae sp A	29.61	29.61
<i>Cossura</i> sp	19.48	49.08
Ampharetidae sp A	6.72	55.81
<i>Paramphinome australis</i> Monro, 1930	5.6	61.4
<i>Prionospio</i> sp	5	66.41
<i>Aricidea</i> sp	4.94	71.35
Amphipoda sp A	4.72	76.07
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	3.88	79.95
Ophiuroidea sp A	2.79	82.73
Lumbrineridae sp A	2	84.74
<i>Asychis</i> sp	1.98	86.72
<i>Scotopus chilensis</i> Salvini-Plaven, 1972	1.68	88.39
Cirratulidae sp B	1.26	89.65
<i>Levinsenia</i> sp	1.19	90.83
<b>Rango de profundidad: 350-500 m</b>	<b>contribución (%)</b>	<b>acumulado (%)</b>
Ampharetidae sp A	28.35	28.35
Amphipoda sp A	15.73	44.08
<i>Paramphinome australis</i> Monro, 1930	12.33	56.41
<i>Asychis</i> sp	9.45	65.86
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	5.7	71.57
Cirratulidae sp A	4.5	76.07
<i>Thyasiridae</i> sp	4.22	80.29
<i>Levinsenia</i> sp	2.53	82.81
Lumbrineridae sp A	2.16	84.98
<i>Ninoe chilensis</i> Kinberg, 1865	1.94	86.91
<i>Aricidea</i> sp	1.56	88.47
<i>Nothria iridecens</i> Johnson, 1901	0.9	89.37
<i>Prionospio</i> sp	0.8	90.17

**Tabla 46.** Resultado del procedimiento BIOENV al cotejar las matrices de similitud de datos ambientales y presencia ausencia de macrofauna. Análisis realizado en forma global incluyendo y excluyendo la latitud. En cada caso se presentan los tres grupos de variables que mejor se ajustaron y el valor de la correlación de Spearman ponderada correspondiente.

<b>Global</b>		<b>Global excluyendo Lat</b>	
Variables	$\rho_p$	Variables	$\rho_p$
Lat, Prof, T	0.14	Prof, T, Grano, OD	0.136
Lat, Prof, T, OD	0.14	Prof, T, OD	0.135
Lat, Prof, T, Grano, OD	0.13	Prof, T, Grano, CN, C	0.134

## b) Megabentos

### **Consideraciones generales**

Se revisaron un total de 90 lotes de muestras provenientes de rastras positivas (con fauna), así como ejemplares provenientes de 129 lances efectuados con red de arrastre. En total, se registró un total de 157 especies y/o unidades taxonómicas (Tabla 47). Mediante rastra se obtuvieron un total de 120 especies y mediante arrastre 98. Del total global, 59 especies se capturaron exclusivamente con rastra, 37 sólo se recolectaron en arrastres con red de pesca comercial y 61 especies se capturaron con ambos artes de pesca. En la Tabla 47 se presenta el rango por zonas y por profundidades así como el método con el cual cada especie y/o unidades taxonómicas fueron recolectadas. Dado que la rastra fue: i) el arte que capturó la mayor cantidad de especies y por lo tanto resultó ser el método más eficiente para caracterizar la comunidad megabentónica, ii) a que para cada rastra se cuantificó el total de la captura y iii) a efectos estadísticos es más convenientes no introducir errores que se podrían generar al combinar datos generados por distintos equipos de muestreo, de aquí en más los análisis relacionados con megabentos se referirán solo a la fauna capturada mediante rastra. Las especies capturadas mediante arrastre serán analizadas en la sección correspondiente a comunidades bento-demersales.

### **Patrones generales de composición de la fauna y diversidad**

En términos de composición específica, respecto al total de organismos recolectados mediante rastra, los Phyla Mollusca, Arthropoda y Echinodermata tuvieron una representación porcentual similar (21%, 19% y 17%, respectivamente). Cabe destacar además que el Phylum Cnidaria, grupo de interés para este proyecto, tuvo una representación relativamente importante (11%) en el total (Fig. 49). En cuanto a las especies más frecuentes en los lances efectuados, los crustáceos *Pterygosquilla armata* y *Heterocarpus reedi* estuvieron presentes en mas de la mitad de ellos (Tabla 48). Otras especies cuya ocurrencia estuvo entre el 20 y 40 % de los lances fueron los moluscos *Aeneator fontainei*, *A. loisae* y *Limopsis marionensis* y los crustáceos *Pagurus delsolari*, *Cervimunida johni*, *Mursia gaudichaudi*, *Cancer porteri*, *Haliporoides diomedeeae*, *Libidoclaea granaria*. A pesar de haber aportado sustancialmente al número total de especies, no hay ninguna especie del Phylum Echinodermata que se haya encontrado en mas del 10% de los lances, siendo la más frecuente *Poraniopsis echinaster* con una ocurrencia del 10%. Algo similar ocurre con los cnidarios (grupo que incluye a los corales) que si bien presentó varias especies y/o unidades taxonómicas, principalmente en las estaciones más australes y profundas, pero ninguna destacó por su abundancia.

**Tabla 47.** Lista general de especies de megainvertebrados bentónicos. Se indica si proceden de rastra y/o arrastre, rango latitudinal (Zonas) y batimétrico.

Phylum	Especie	Rastra	Arrastre	Zonas	Profundidad (m)
<b>Porifera</b>					
Demospongiae					
	<i>Tetilla leptoderma</i> Sollas, 1886	X		Z3	143
	<i>Suberites puncturatus</i> Thiele, 1905	X	X	Z1-Z8	134-488
	<i>Pseudosuberites</i> sp.	X	X	Z1-Z2	331-325
	<i>Polymastia isidis</i> Thiele, 1905		X	Z2-Z3	134-380
	Porifera indet. 1	X		Z5-Z8	243-430
	Porifera indet. 2	X		Z1-Z3	143-169
	Porifera indet. 3	X	X	Z2	247-255
	Porifera indet. 4		X	Z6	255
	Porifera indet. 5	X		Z3	143-208
	Porifera indet. 6	X		Z2	143
	Porifera indet. 7	X		Z3	134-323
	Porifera indet. 8	X		Z3	134
	Porifera indet. 9	X		Z5-Z8	99-453
	Porifera indet. 10		X	Z8	247
	Porifera indet. 11		X	Z5-Z8	143
	Porifera indet. 12		X	Z5	247
	Porifera indet. 13		X	Z5	247
<b>Cnidaria</b>					
Hydrozoa					
	Plumularidae indet. 1	X	X	Z1-Z8	192-449
	Hydrozoa indet. 1		X	Z4	177-448
	Hydrozoa indet. 2		X	Z4	336
	Hydrozoa indet. 3	X		Z5	467
	Hydrozoa indet. 4	X		Z1-Z5	140-400
Anthozoa					
Actinaria					
	Actinostolidae indet. 1	X	X	Z1-Z8	182-490
	Hormathiidae indet. 1	X	X	Z1-Z8	243-445
	Actinia indet. 1	X		Z3	180
Alcyonacea					
	<i>Alcyonium</i> sp.	X	X	Z1-Z5	250-356
	<i>Anthomastus</i> sp.	X	X	Z3-Z8	266-467
	<i>Clavularia</i> sp.	X	X	Z2-Z5	371-467
	<i>Paragorgia</i> sp.	X	X	Z4-Z8	461
Gorgonacea					
	<i>Acanthogorgia</i> sp. A		X	Z8	461
	<i>Acanthogorgia</i> sp. B		X	Z8	464
	Chrysogorgiidae indet. 1		X	Z8	464
	<i>Swiftia</i> sp.	X	X	Z4-Z8	420-467
	<i>Callogorgia</i> sp. A		X	Z8	461
	<i>Callogorgia</i> sp. B		X	Z8	464
	<i>Thouarella</i> sp. A		X	Z8	461
	<i>Thouarella</i> sp. B		X	Z8	464
	Gorgonacea indet. 1		X	Z4	448
	Gorgonacea indet. 2		X	Z6	262
	Gorgonacea indet. 3	X		Z1	445
Pennatulacea					
	<i>Balticina</i> sp.	X		Z1	445
	<i>Halipteris</i> sp.	X	X	Z1-Z8	276-471
	<i>Renilla chilensis</i> Philippi, 1892	X		Z8	150
Ceriantipatharia					
	<i>Antipathes speciosa</i>		X	Z8	464
Scleractinia					
	<i>Bathycyathus chilensis</i> Milne-Edwards & Haine, 1848		X	Z8	464

Tabla 47. Cont.

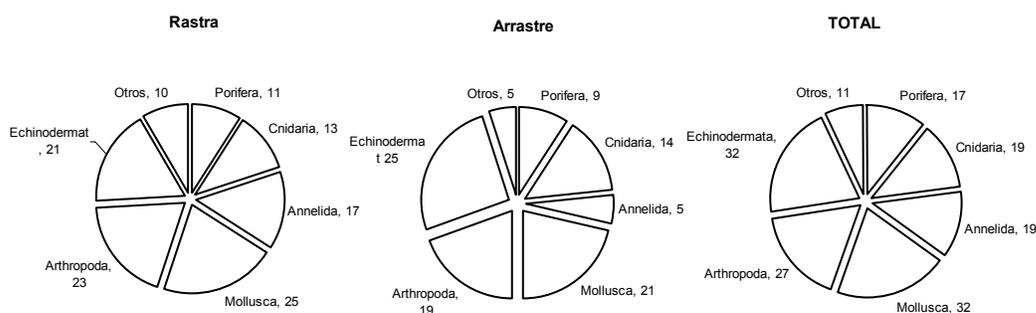
Phylum	Especie	Rastra	Arrastre	Zonas	Profundidad (m)
<b>Annelida</b>					
Polychaeta					
	<i>Abarenicola</i> sp.	X		Z2-Z4	243
	<i>Aphrodita magellanica</i> Malard, 1891	X		Z2-Z8	140-400
	Capitellidae indet. 1	X		Z4-Z8	365
	<i>Cossura</i> sp.	X		Z2	243
	<i>Eunice</i> sp.	X	X	Z1-Z8	235-270
	Flabelligeridae indet. 1	X	X	Z7-Z4	165-202
	<i>Glycera</i> sp.	X		Z4-Z7	140-400
	<i>Laetmonice producta</i> Grube, 1877		X	Z2	452-483
	<i>Lamellibrachia</i> sp.*	X		Z3	340
	Lumbrineridae indet. 1	X		Z8	243
	<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1866	X	X	Z2-Z8	250-325
	Maldanidae indet. 1	X		Z7	151
	Nephtyidae indet. 1	X		Z6	440
	<i>Nothria</i> sp.	X		Z7	359
	Orbiniidae indet. 1	X		Z2	243
	<i>Phragmatopoma</i> sp.	X		Z2	243
	Polychaeta indet. 1		X	Z7	182-206
	Sigalionidae indet. 1	X		Z2	243
	Terebellidae indet. 1	X		Z4-Z5	466
<b>Mollusca</b>					
Polyplacophora					
	<i>Lepidozona balaenophila</i> Schwabe & Sellanes, 2004	X	X	Z1-Z6	266-2354
Gastropoda					
	<i>Aeneator castillai</i> ** McLean & Andrade, 1982	X		?	?
	<i>Aeneator fontainei</i> (D'Orbigny, 1841)	X	X	Z1-Z8	143-355
	<i>Aeneator loisae</i> Rehder, 1971	X	X	Z1-Z8	252-456
	<i>Astyris</i> sp.	X		Z2	192
	<i>Bathybembix humboldti</i> Rehder, 1971	X	X	Z1-Z5	365-450
	<i>Bathyscyadium pacificum</i> Dall 1908	X	X	Z2-Z4	252-456
	<i>Calliostoma delli</i> (McLean & Andrade, 1982)	X		Z5	466
	<i>Columbarium tomicici</i> (McLean & Andrade, 1982)	X		Z2	462
	<i>Crucibulum</i> sp.	X	X	Z1	208
	<i>Drillia</i> sp.	X		Z2	192
	<i>Fusitriton magellanicus</i> (Röding, 1798)	X	X	Z6-Z8	241-451
	<i>Miomelon alarconi</i> Stuardo & Villarroel, 1974	X	X	Z1-Z8	134-488
	<i>Nassarius gayi</i> (Kiener, 1834)	X	X	Z2-Z5	96-192
	Opisthobranchia indet. 1		X	Z5	270
	<i>Polinices patagonicus</i> (Philippi, 1847)	X		Z8	290
	<i>Ptychosyrinx chilensis</i> Berry, 1968	X		Z3-Z7	96-452
	<i>Xantochorus cassidiformis</i> (Blainville, 1832)	X	X	Z8	143-150
	<i>Zetela alphonsi</i> Vivens, 2002		X	Z6	440
Bivalvia					
	<i>Acesta patagonica</i> (Dall, 1902)		X	Z8	464
	<i>Calyptogena</i> sp.	X		Z3	340
	<i>Cyclocardia velutinus</i> (E. A., Smith, 1881)	X		Z7-Z8	234-365
	<i>Cyclopecten vitreus</i> (Gmelin, 1791)		X	Z3	326
	<i>Ennucula grayi</i> (D'Orbigny, 1846)	X		Z3-Z7	146-441
	<i>Ennucula puelcha</i> (D'Orbigny, 1842)	X	X	Z4	460
	<i>Limopsis marionensis</i> E. A., Smith, 1885	X	X	Z1-Z8	243-500
	<i>Malletia chilensis</i> (Desmoulins, 1832)		X	Z8	464
	<i>Pitar tomeana</i> (Dall, 1902)	X		Z5	95-96
	<i>Tindaria striata</i> (King & Broderip, 1832)	X		Z3	359
Cephalopoda					
	<i>Benthoctopus</i> sp.	X	X	Z1-Z7	253-488
	<i>Todarodes filippovae</i> Adam, 1975		X	Z1-Z8	414-461
	<i>Semirossia</i> sp.		X	Z3-Z5	352-488

Tabla 47. Cont.

Phylum	Especie	Rastra	Arrastre	Zonas	Profundidad (m)
<b>Arthropoda</b>					
Chelicerata					
Pycnogonida					
	<i>Pallenopsis</i> sp.	X	X	Z1-Z5	272-490
	Pycnogonida indet. 1	X		Z8	344
Crustacea					
Cirripedia					
	<i>Scalpellum</i> sp.	X	X	Z1-Z8	250-459
Stomatopoda					
	<i>Pterygosquilla armata</i> (Milne-Edwards, 1837)	X	X	Z1-Z8	140-400
Isopoda					
	<i>Aega</i> sp.	X		Z7	243
Amphipoda					
	Amphipoda indet. 1		X	Z6	270-350
Decapoda					
	<i>Calastacus rostriserratus</i> Andrade & Báez, 1977	X		Z1	445
	<i>Campylonotus semistriatus</i> Bate, 1888	X		Z3	340
	<i>Cancer porteri</i> Rathbun, 1930	X	X	Z1-Z5	96-336
	<i>Cervimunida johni</i> Porter, 1903	X	X	Z1-Z8	134-366
	<i>Eurypodius longirostris</i> Miers, 1886		X	Z8	430
	Galatheidae indet. 1	X		Z3	330
	Galatheidae indet. 2	X		Z3	269
	<i>Glyphocrangon alata</i> (Faxon, 1893)	X	X	Z1-Z5	449-490
	<i>Haliporoides diomedae</i> (Faxon, 1893)	X	X	Z1-Z7	270-480
	<i>Heterocarpus reedi</i> Bahamonde, 1955	X	X	Z1-Z7	134-490
	<i>Libidoclaea granaria</i> Milne-Edwards & Lucas, 1842	X	X	Z2-Z8	146-467
	<i>Munida propinqua</i> Faxon, 1893	X	X	Z1-Z8	243-488
	<i>Mursia gaudichaudii</i> (Milne-Edwards, 1837)	X	X	Z1-Z8	150-366
	<i>Notiax</i> sp.	X		Z3	336-340
	<i>Oncopagurus</i> cf. <i>haigae</i> (de Saint Laurent, 1972)	X	X	Z1-Z8	134-500
	<i>Pagurus delsolari</i> Haig, 1974	X	X	Z1-Z6	272-488
	<i>Pleuroncodes monodon</i> (Milne-Edwards, 1837)	X	X	Z1-Z8	96-355
	<i>Projasus bahamondei</i> George, 1976	X		Z2	462
	<i>Stereomastis sculpta</i> (Smith, 1882)	X	X	Z2-Z8	150-490
	<i>Trachycarcinus hystricosus</i> Garth, 1971		X	Z2	357
	<i>Uroptychus parvulus</i> Henderson, 1885		X	Z8	464
<b>Echinodermata</b>					
Ophiuroidea					
	<i>Astrodia</i> sp.		X	Z8	464
	<i>Astrotoma agassizi</i> Lyman, 1875	X	X	Z2-Z8	329-464
	<i>Gorgonocephalus chilensis</i> (Philippi, 1858)		X	Z5-Z8	352-467
	<i>Ophiacantha antarctica</i> Koehler, 1900	X	X	Z1-Z8	265-500
	<i>Ophiomusium biporicum</i> Castillo, 1968	X		Z7-Z8	243-466
	<i>Ophionotus victoriae</i> Bell, 1902		X	Z8	464
	Ophiuroidea indet. 1	X		Z1	360
	Ophiuroidea indet. 2	X	X	Z2	480
	Ophiuroidea indet. 3	X		Z2-Z8	143-352
	Ophiuroidea indet. 4	X	X	Z3-Z8	134-456
	Ophiuroidea indet. 5	X		Z2-Z5	151-457
	<i>Stegophiura</i> sp.		X	Z7-Z8	250-359

Tabla 47. Cont.

Phylum	Especie	Rastra	Arrastre	Zonas	Profundidad (m)
<b>Echinodermata (cont.)</b>					
Asteroidea					
	<i>Acodontaster elongatus elongatus</i> (Koehler, 1912)	X	X	Z5-Z8	243-467
	<i>Comasterias lurida</i> (Philippi, 1870)	X	X	Z2-Z7	371-467
	<i>Ctenodiscus australis</i> Lütken, 1872		X	Z8	420
	<i>Doraster qawashqari</i> Moyano & Larrain, 1976	X	X	Z5-Z8	143-487
	<i>Hippasteria hyadesi</i> Perier, 1891		X	Z1-Z8	354-454
	<i>Hymenaster</i> sp.		X	Z2	120
	<i>Luidia maguellanica</i> Leipoldt, 1895		X	Z3	138-336
	<i>Odontaster penicillatus</i> (Philippi, 1870)	X	X	Z8	243-344
	<i>Paralophaster antarcticus</i> (Koehler, 1912)	X	X	Z1-Z5	272-454
	<i>Porianiopsis echinaster</i> Perrier, 1891	X	X	Z2-Z8	143-483
	<i>Psilaster charcoti</i> (Koehler, 1906)	X		Z2	500
	<i>Solaster regularis</i> Sladen, 1889		X	Z8	344
	Asteroidea indet. 1	X		Z4-Z5	250-360
	Asteroidea indet. 2	X	X	Z6-Z8	234-452
	Asteroidea indet. 3	X	X	Z1-Z7	247-457
	Asteroidea indet. 4	X	X	Z4-Z8	143-452
	Asteroidea indet. 5	X		Z3	359
Echinoidea					
	<i>Arbacia dufresnei</i> (Blainville, 1825)		X	Z2-Z8	146-344
Holothuroidea					
	Holothuroidea indet. 1		X	Z5	253
	Holothuroidea indet. 2	X	X	Z7-Z8	134-433
<b>Lophophorata</b>					
Briozoa					
	Briozoa indet. 1	X	X	Z1-Z8	140-400
Brachiopoda					
	<i>Liothyrella</i> cf. <i>scotti</i> Foster, 1974	X		Z3	143
<b>Sipuncula</b>					
	Sipuncula indet. 1	X		Z1-Z5	250-369
	Sipuncula indet. 2	X		Z4-Z7	265-360
	Sipuncula indet. 3	X		Z3	143
	Sipuncula indet. 4	X		Z5	358
<b>Priapula</b>					
	Priapula indet. 1	X		Z4-Z8	140-400
<b>Chordata</b>					
Ascidiacea					
	<i>Molgula diaguíta</i> Monniot & Andrade, 1983	X	X	Z1-Z4	140-400
	Ascidiacea indet. 1		X	Z5	449
	Ascidiacea indet. 2	X	X	Z3-Z8	143-451
	Ascidiacea indet. 3	X	X	Z3-Z4	445



**Figura 49.** Contribución en número de los distintos Phyla al total de especies de megafauna capturadas mediante rastra, arrastre y combinando ambos artes de pesca

**Tabla 48.** Especies más frecuentes en el total de 90 lances con rastra tipo Agassiz realizados entre las zonas 1 y 8. Se indica el número de lances en los cuales la especie/taxón estuvo presente y el % respecto al total. Se consideraron solo aquellas especies/taxa presentes en al menos 10% de los lances.

Especie	Phylum	Clase	Nro. Lances	% del total
<i>Pterygosquilla armata</i>	Arthropoda	Crustacea	52	58
<i>Heterocarpus reedi</i>	Arthropoda	Crustacea	49	54
<i>Aeneator fontainei</i>	Mollusca	Crustacea	35	39
<i>Pagurus delsolari</i>	Arthropoda	Crustacea	33	37
<i>Cervimunida johni</i>	Arthropoda	Crustacea	28	31
<i>Limopsis marionensis</i>	Mollusca	Bivalvia	22	24
<i>Mursia gaudichaudii</i>	Arthropoda	Crustacea	20	22
<i>Aeneator loisae</i>	Mollusca	Gastropoda	19	21
<i>Cancer porteri</i>	Arthropoda	Crustacea	18	20
<i>Haliporoides diomedae</i>	Arthropoda	Crustacea	18	20
<i>Libidoclaea granaria</i>	Arthropoda	Crustacea	18	20
<i>Miomelon alarconi</i>	Mollusca	Gastropoda	16	18
<i>Ptychosyrinx chilensis</i>	Mollusca	Gastropoda	13	14
<i>Stereomastis sculpta</i>	Arthropoda	Crustacea	13	14
<i>Maldane sarsi</i>	Annelida	Polychaeta	12	13
<i>Pleurancodes monodon</i>	Arthropoda	Crustacea	11	12
Actinia indet. 1	Cnidaria	Anthozoa	10	11
Actinia indet. 2	Cnidaria	Anthozoa	9	10
Asteroideo indet. 2	Echinodermata	Asteroidea	9	10
<i>Porianiopsis echinaster</i>	Echinodermata	Asteroidea	9	10
<i>Suberites puncturatus</i>	Porifera	Demospongiae	9	10

Es así que al analizar la contribución de las distintas especies al total de ejemplares capturados (Tabla 49), *Heterocarpus reedi* es claramente la especie más abundante, representando casi el 50% de todos los organismos capturados. Las demás especies son en general las mismas que se destacaron anteriormente por su frecuencia de ocurrencia pero con contribuciones a la abundancia general que en general se ubican entre el 1% y 10% del total de ejemplares capturados. Todo esto nos indica que en el área de estudio hay una alta dominancia, indicado esto por la presencia de pocas especies muy comunes y un gran número de especies muy escasas. Como ejemplo, de la Tabla 49 se desprende que sólo 6 especies contribuyen a más del 80% de la abundancia total.

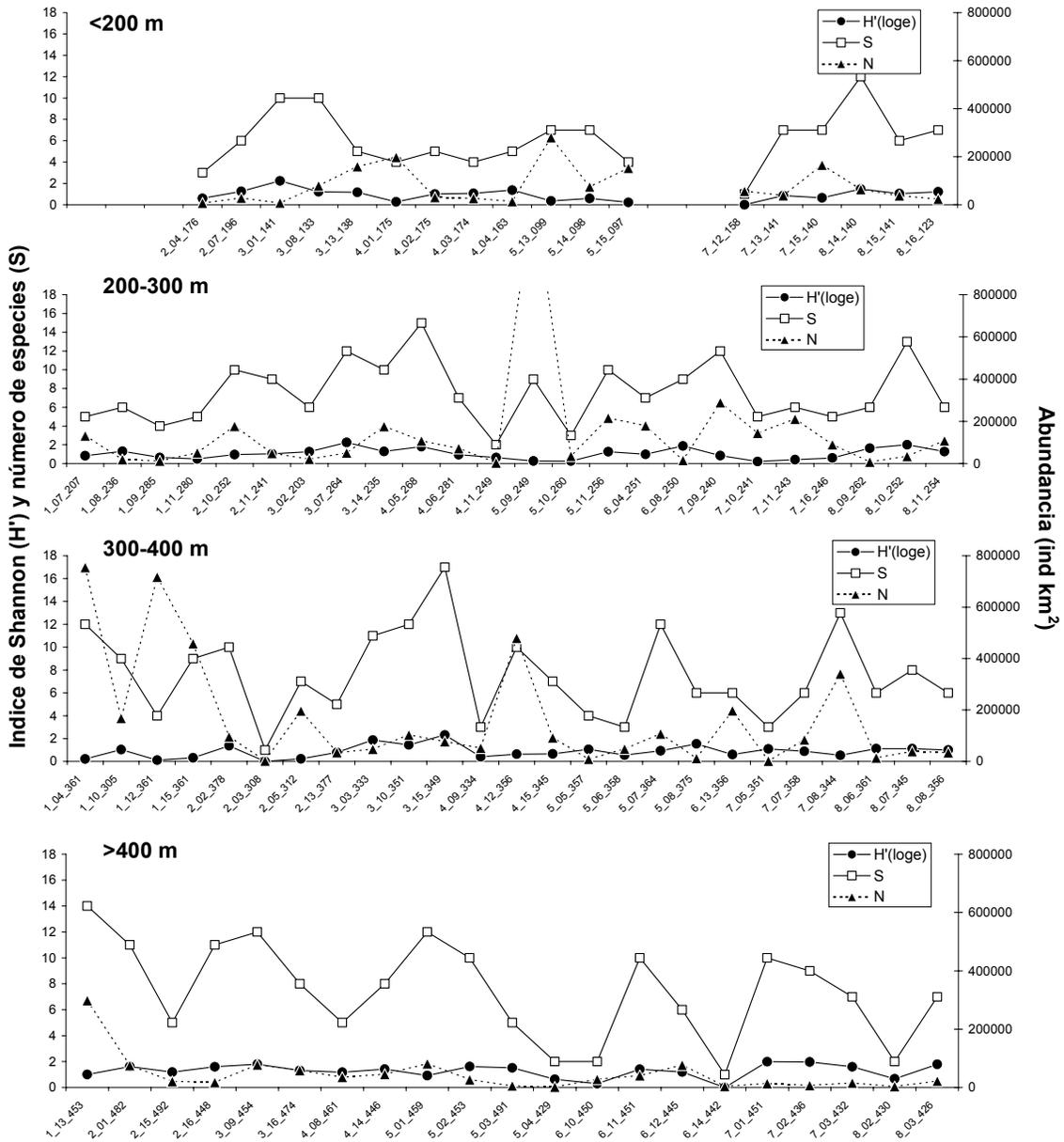
**Tabla 49.** Especies más abundantes en el total de 90 lances con rastra tipo Agassiz realizados entre las zonas 1 y 8. Se indica el número total de individuos capturados de cada especie/taxón estuvo presente y el % respecto al total de 14908 ejemplares de megafauna analizados. Se consideraron solo invertebrados y aquellas especies/taxa representando al menos 1% de la abundancia total.

Especie	Phylum	Clase	Nro. Total indiv.	Frecuencia (%)
<i>Heterocarpus reedi</i>	Arthropoda	Crustacea	7341	49
<i>Pterygosquilla armata</i>	Arthropoda	Crustacea	1775	12
<i>Limopsis marionensis</i>	Mollusca	Bivalvia	1110	7
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Arthropoda	Crustacea	1089	7
<i>Cervimunida johni</i>	Arthropoda	Crustacea	669	4
<i>Aeneator fontainei</i>	Mollusca	Mollusca	444	3
Holoturoideo indet. *	Echinodermata	Holothuroidea	386	3
<i>Mursia gaudichaudii</i>	Arthropoda	Crustacea	338	2
<i>Libidoclaea granaria</i>	Arthropoda	Crustacea	283	2
<i>Pagurus delsolari</i>	Arthropoda	Crustacea	200	1
<i>Haliporoides diomedae</i>	Arthropoda	Crustacea	192	1

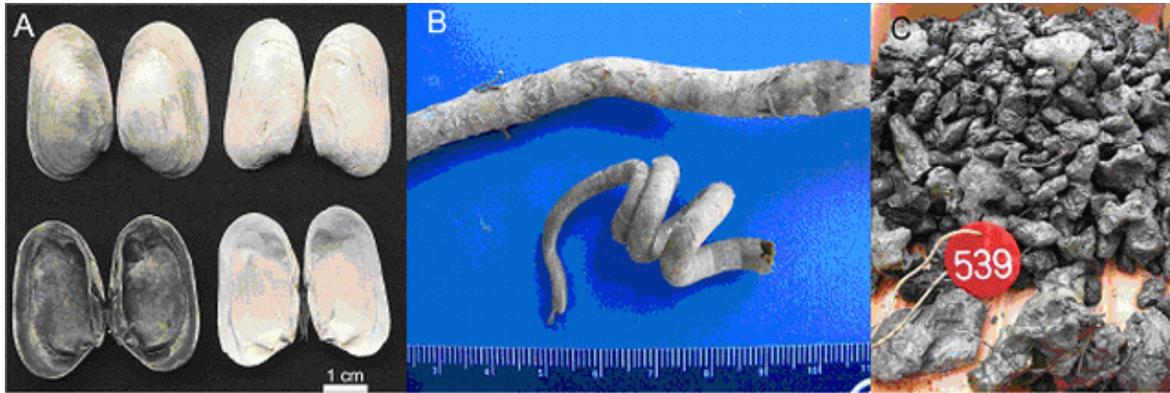
\* 368 especímenes en una sola estación, Zona 7, Est. 8, 344m.

Al analizar la diversidad, número de especies y abundancias totales por estaciones de muestreo y segregando además por estratos de profundidad, no emergen patrones claros en cuanto a esto parámetros (Fig. 50). Sin embargo es destacable que, en general, los valores más altos de número de especies en la zona norte fueron en las estaciones mas profundas, en la zona central a profundidades intermedias y en la zona sur en las estaciones más someras. Patrón similar siguió la diversidad, con los mayores valores correspondientes a la zona 3. Es destacable que el mayor número de especies para una estación (18) justamente se encontró en la estación 15 de esta zona, a 349 m de profundidad. En esta estación se encontraron valvas vacías de una especie de bivalvo del género *Calypptogena* (probablemente una especie nueva para la ciencia) y tubos de un poliqueto siboglinido del género *Lamellibrachia* (Fig. 51). Ambos géneros se caracterizan por presentar bacterias endosimbiontes quimiosintéticas y obligatoriamente viven asociadas a ambientes reductores. En dicha zona se encontraron además abundantes bloques de carbonatos autigénicos (Fig. 51C), característicos de zonas donde hay escape de metano del sedimento (Sellanes *et al.* 2004, Sellanes & Krylova 2005) por lo cual se puede afirmar que en dicha estación o inmediaciones existe una zona de afloramiento de metano.

Por último, los valores extremos en abundancia observados en algunas estaciones en general corresponden a altas densidades de *H. reedi* (e.g., zona 1 estación 4, zona 1 estación 12, zona 5 estación 9, zona 1 estación 13) y en menor grado *L. granaria* (zona 4 estación 12) y *P. monodon* (zona 5 estación 13).



**Figura 50.** Diversidad (índice de Shannon H'), número de especies S y abundancia N (ind km<sup>2</sup>) a lo largo de toda el área de estudio y segregado en cuatro estratos de profundidad. Los códigos par alas estaciones indican zona\_nro. de estación\_profundidad



**Figura 51.** Evidencias que indican la presencia de una zona de afloramiento de metano en la zona 3, estación 15. A) valvas de *Calyptogena* sp., B) tubos de *Lamellibrachia* sp., C) carbonatos autigénicos

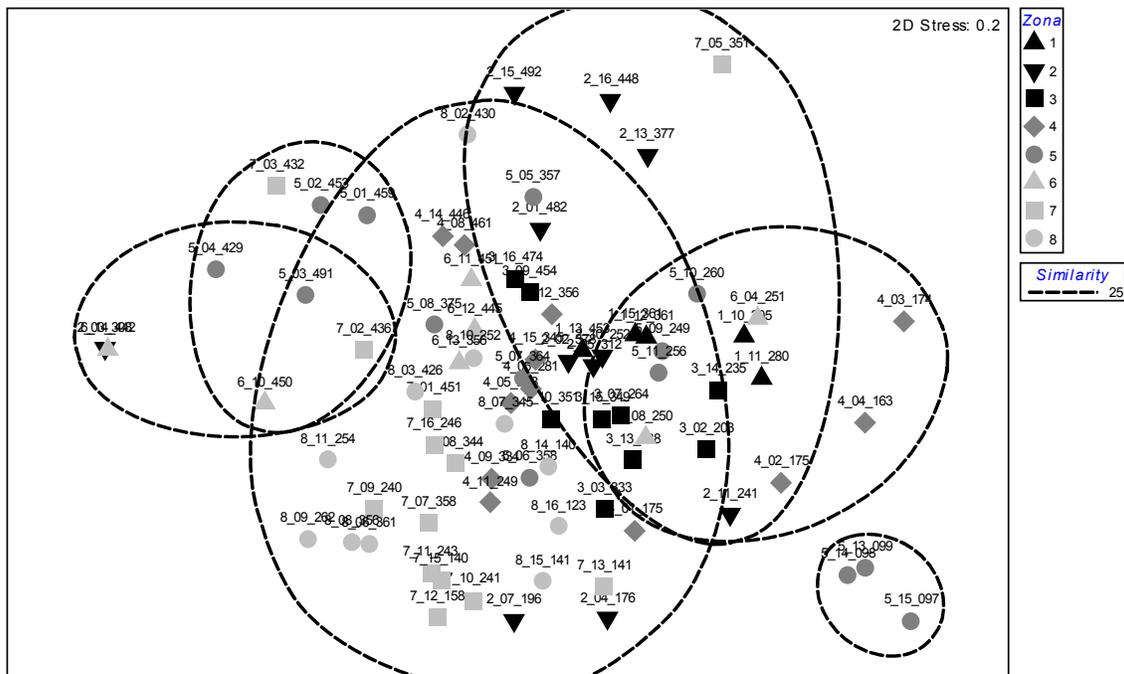
### ***Patrones de zonación latitudinal y batimétrica***

Para analizar los patrones de distribución latitudinal de los distintos ensamblajes faunísticos, se realizó un análisis de clasificación numérica (análisis de cluster) y ordenación (escalamiento métrico no dimensional, NMDS) basado en la CPUA de las diferentes unidades taxonómicas identificadas en las zonas de estudio. Similar a lo ocurrido con la macrofauna, los valores de similitud entre las zonas fueron bajos, sugiriendo que el patrón de distribución muestra solo una débil influencia geográfica o por zonas (i.e., norte- sur). Sin embargo de todos modos se puede establecer un cierto gradiente, como se observa en la Fig. 52. Aunque a un bajo nivel de similitud (25%), se observan 6 grupos principales los cuales en líneas generales incluyen: Grupos I y II) estaciones profundas de las zonas 5 y 6, Grupo III) la mayor parte de las estaciones pero principalmente las de las zonas 7 y 8, Grupo IV) principalmente estaciones entre las zonas 1 y 3, Grupo V) estaciones en torno a los 200 m entre las zona 1 y 5 y, Grupo VI) tres estaciones en el rango de los 100 m de la zona 5 que se diferenciaron del resto por sus altas CPUA de *Pleuroncodes monodon*.

A modo de testear estadísticamente la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre zonas, en la Tabla 50 se detallan los resultados de el método de permutación no paramétrica ANOSIM, análisis que indica diferencias entre zonas ( $R$  global = 0.59,  $p = 0.1\%$ ). En cuanto a las estaciones que constituyeron grupos homogéneos, en general se observan tres grupos principales, las estaciones comprendidas entre las zonas 1 y 6, excluyendo la estación 2 y otro grupo conformado básicamente por las estaciones 7 y 8.

Para visualizar cuales fueron las especies características de cada zona y a su vez que especies contribuyeron a las disimilitudes entre grupos de zonas se utilizó el análisis SIMPER. Los resultados de esta prueba se resumen en la Tabla 51. Se puede ver que en general, la dominancia de *Heterocarpus*

*reedi* y en algunos casos *Cervimunida jhoni* en las estaciones comprendidas entre la zona 1 a 6 (exceptuando la 2) es la principal causante de la homogeneidad al interior de este grupo. La zona 2, si bien comparte gran cantidad de especies con la zona 1 (Tabla 47) la marcada presencia del cangrejo ermitaño *Pagurus delsolari*, *Stereomastis sculpta* y el caracol *Aeneator fontainei* fue lo que hizo que esta estación difiriera del resto (Tabla 50). En cuanto a las dos zonas más al sur (7 y 8), ambas se caracterizaron por las altas abundancias de zapateadores *Pterygosquilla armata* y jaiba mochilera *Libidoclaea granaria* y varias especies características de zonas más australes, principalmente cnidarios y moluscos.



**Figura 52.** Análisis de ordenamiento y clasificación mediante escalamiento métrico no dimensional y agrupación por cluster. Las elipses delimitan grupos de estaciones a un nivel de similitud de 25% según el índice de Bray-Curtis

**Tabla 50.** Análisis de similitud (ANOSIM) entre zonas. Los bloques sombreados indican aquellos pares de comparaciones entre los cuales se detectó diferencias significativas. Se indica el valor R y entre paréntesis el nivel de significancia.

		ZONA						
		1	2	3	4	5	6	7
1								
2	0.70 (2.9)							
3	0.29 (14.3)	0.58 (2.9)						
4	0.22 (14.3)	0.51 (2.9)	0.099 (28.6)					
5	0.06 (34.3)	0.34 (2.9)	0.05 (40.0)	-0.05 (54.3)				
6	0.42 (20)	0.65 (2.9)	0.33 (14.3)	-0.03 (57.1)	-0.12 (71.4)			
7	0.79 (2.9)	0.87 (2.9)	0.76 (2.9)	0.28 (2.9)	0.26 (8.6)	0.39 (2.9)		
8	0.76 (5.7)	0.78 (2.9)	0.65 (2.9)	0.22 (5.7)	0.12 (28.6)	0.28 (11.4)	0.15 (20.0)	

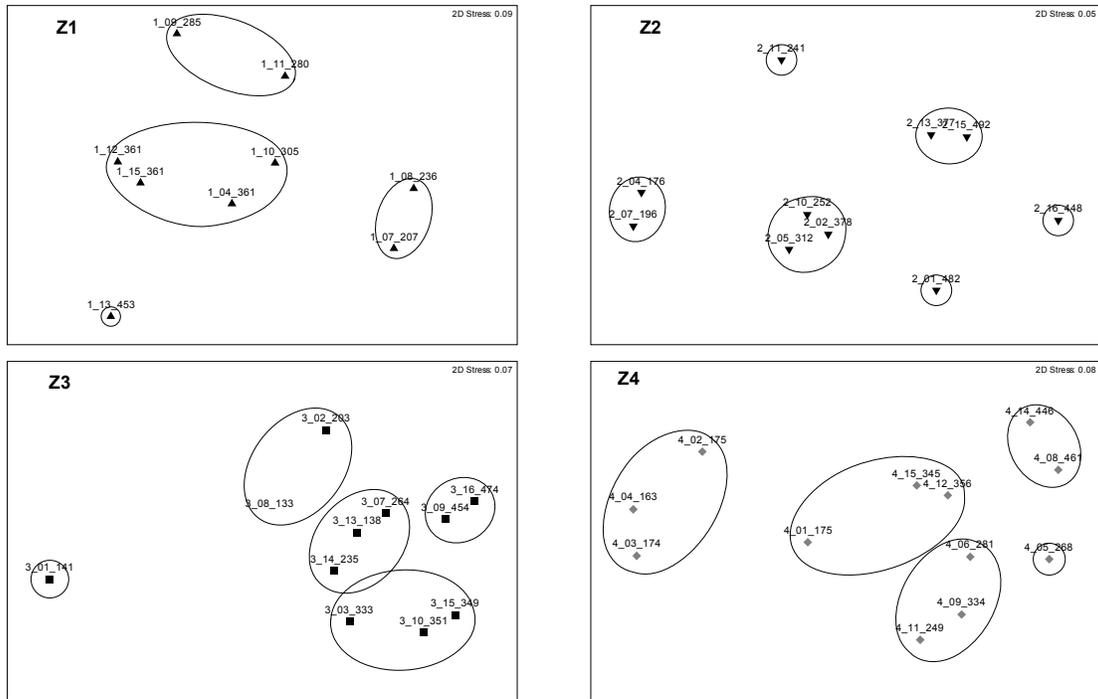
Nivel de significancia entre paréntesis (%), se considera 10 % como nivel de corte.

Tal como se había adelantado al comienzo, estos resultados confirman que en general son unas pocas especies dominantes las que determinan las asociaciones faunísticas megabentónicas en el área de estudio. Se desprende además que a grandes rasgos se pueden delimitar tres zonas biogeográficas: i) el área comprendida entre las zonas 1 a la 2 (29-32°S), que si bien estas zonas no difirieron entre si de acuerdo a los resultados del test ANOSIM, en ambas se observa la presencia de gran número de especies para las cuales estas zonas constituyen su límite de distribución sur, ii) de la zona 3 a la 6 (33-36°S) y iii) de la zona 7 a la 8 (37-38°S). Estos quiebres que se encontraron en las comunidades de plataforma y talud continental superior se corresponden relativamente bien con los identificados en el Proyecto FIP 2004-28 (Inv. Responsable Dr. E. Jaramillo), en el cual se proponen 9 zonas biogeográficas a lo largo de la costa de Chile continental y de ellas el límite entre las zonas IV y V se ubicaría a los 33°S y el límite entre la zona V y VI a los 38°S. En dicho proyecto se consideraron diversas bases de datos considerando invertebrados y peces de la zona intermareal y sub-mareal.

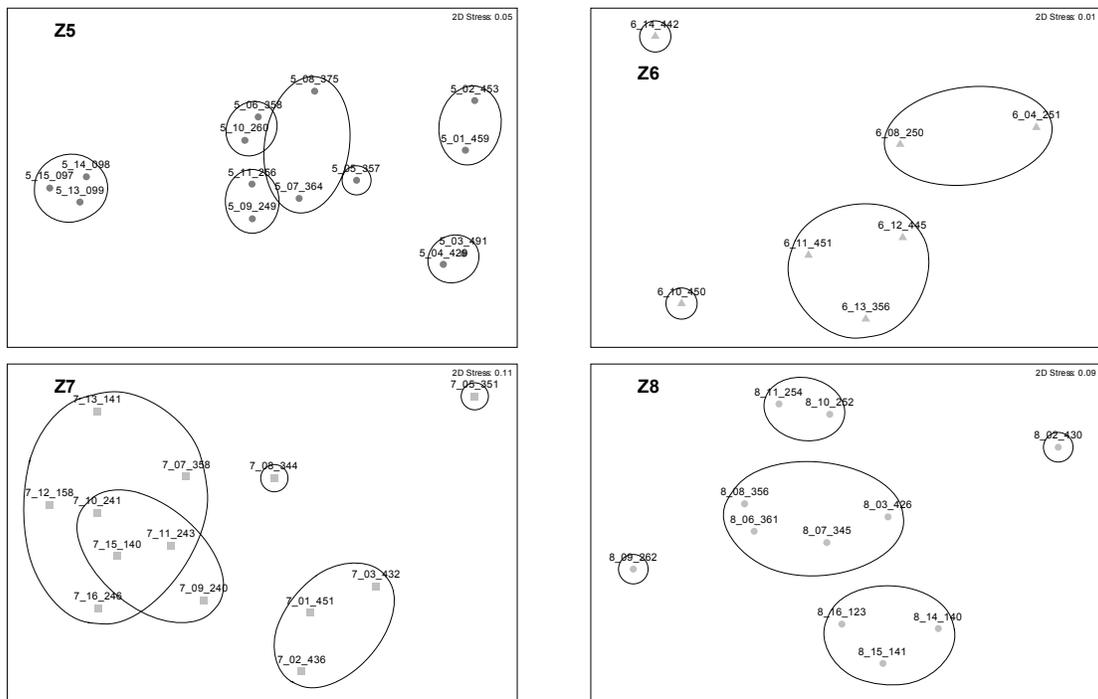
En cuanto a la zonación batimétrica de los distintos ensamblajes para las distintas zonas, en la Fig. 53 se presentan análisis de ordenación (NMDS + Cluster) para las zonas 1 a la 4 y en la Fig. 54 los correspondientes a las zonas 5 a la 8. En todas las zonas hay un marcado patrón de zonación batimétrica, y se observa en general que las estaciones que lograron mejores agrupaciones fueron aquellas cuya profundidad fue menor a los 200 m (e.g., zona 2, 4, 5 y 8), y aquellas cuya profundidad fue superior a los 400 m (e.g., zona 3, 4, 5, 7). En el rango intermedio (200-400 m) las tendencias no son claras.

**Tabla 51.** Resultados del análisis SIMPER por Zonas. Se indican cuales fueron las especies dentro de cada grupo que más contribuyeron o la homogeneidad al interior del ensamble faunístico de cada zona.

<b>Zona 1</b>		Sim. promedio: 44.27			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Heterocarpus reedi</i>	15.48	16.27	1.04	36.75	36.75
<i>Cervimunida johni</i>	7.23	8.11	1.06	18.32	55.07
<b>Zona 2</b>		Sim. promedio: 30.17			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Pagurus delsolari</i>	6.22	9.36	1.31	31.01	31.01
<i>Aeneator fontainei</i>	4.6	4.66	0.53	15.43	46.45
<i>Stereomastis sculpta</i>	1.78	2.83	0.6	9.39	55.84
<b>Zona 3</b>		Sim. promedio: 37.39			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Heterocarpus reedi</i>	9.5	6.7	1.07	17.92	17.92
<i>Pterygosquilla armata</i>	7.23	5.67	1.15	15.15	33.07
<i>Cervimunida johni</i>	6.49	3.36	0.71	8.98	42.05
<i>Cancer porteri</i>	2.62	2.74	0.72	7.34	49.39
<i>Pagurus delsolari</i>	3.61	2.7	0.53	7.23	56.61
<b>Zona 4</b>		Sim. promedio: 42.27			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Cervimunida johni</i>	3.67	10.58	0.87	25.04	25.04
<i>Heterocarpus reedi</i>	8.09	9.18	0.98	21.71	46.75
<i>Pterygosquilla armata</i>	6.3	7.63	0.84	18.06	64.81
<b>Zona 5</b>		Sim. promedio: 40.25			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Heterocarpus reedi</i>	7.53	10.42	0.91	25.89	25.89
<i>Pleuroncodes monodon</i>	4.15	5.53	0.43	13.74	39.63
<i>Limopsis marionensis</i>	4	5.11	0.68	12.7	52.33
<b>Zona 6</b>		Sim. promedio: 24.96			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Haliporoides diomedaeae</i>	6.01	10.26	0.77	41.1	41.1
<i>Heterocarpus reedi</i>	8.24	3.68	0.58	14.74	55.84
<b>Zona 7</b>		Sim. promedio: 40.45			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Pterygosquilla armata</i>	12.53	20.58	1.32	50.87	50.87
<b>Zona 8</b>		Sim. promedio: 43.26			
Especie	Abund. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum. %
<i>Pterygosquilla armata</i>	9.54	16.53	2.1	38.2	38.2
<i>Libidoclaea granaria</i>	4.8	6.54	1.11	15.13	53.33



**Figura 53.** Ordenamiento de lss estaciones por zona mediante escalamiento no-métrico dimensional (NMDS) y agrupadas a un nivel de similitud de 40%. Zonas 1 a la 4.



**Figura 54.** Ordenamiento de lss estaciones por zona mediante escalamiento no-métrico dimensional (NMDS) y agrupadas a un nivel de similitud de 40%. Zonas 5 a la 8.

### **Asociaciones faunísticas**

Para visualizar cuales son las especies típicas de dichos estratos de profundidad se realizó un análisis de similitud SIMPER agrupando las estaciones por estratos de profundidad (1: <200 m, 2: 200-300 m, 3: 200-400 m y 4: >400 m) (Tabla 52). Además, para mantener la consistencia del análisis con los grupos de zonas identificadas mediante el análisis ANOSIM, el análisis por estratos de profundidad se realizó agrupando las zonas 1-2, 3 a 6 y 7-8. Este análisis confirma que hay una marcada zonación batimétrica (presencia y abundancia) y además indica que la importancia de las especies en los distintos estratos varía latitudinalmente. Como ejemplo, una de las pocas especies que mantiene su importancia a lo largo de toda la zona de estudio en el estrato más somero es el caracol *Aeneator fontainei*, en el estrato 2 las especies comerciales de crustáceos (*Heterocarpus reedi*, *Pleuroncodes monodon* y *Cervimunida jhoni*) dominan en las zonas mas al norte y gradualmente pierden su dominancia hacia la zona sur. De hecho en las zonas 7 y 8 *H. reedi* es la única especie que mantiene cierta importancia pero solo a mayor profundidad, en el estrato 4. Una especie típica de estratos intermedios es el zapateador, *Pterygosquilla armata*, mientras que en el estrato mas profundo dominan la gamba *H. diomedeeae* y el caracol *Aeneator loisae*. Aparecen además en los estratos más profundo de las zonas 7 y 8 algunas especies características de aguas australes como la jaiba mochilera (*Libidoclaea granaria*), algunos equinodermos como la estrella *Doraster qawashqari* y un holothuroideo indeterminado, que fue particularmente abundante en las estaciones más profundas de la zona 8. Por último, si bien por su escasa abundancia no se encuentran dentro del grupo de especies más características de algún grupo de zonas y estratos de profundidad, es destacable la mayor presencia y diversidad de corales blandos (gorgonias) e incluso algunos corales duros (*Bathycyathus chilensis*) y coral negro (*Antipathes speciosa*) hacia el sur de la zona 4 y en general en los estratos mas profundos (Tabla 47). Esto en parte es esperable, ya que estos grupos son más característicos de aguas frías y probablemente también refleje la menor incidencia de arrastre comercial en las zonas más profundas y ubicadas más hacia el sur.

**Tabla 52.** Análisis SIMPER por estratos de profundidad (1: 100-200m, 2: 200-300m, 3: 300-400m, 4: >400m) y agrupando las zonas se acuerdo a lo indicado en el análisis ANOSIM.

<b>Zonas 1 y 2</b>					
<b>&lt;200m</b>					
Similaridad promedio: 22.14					
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%
<i>Ophiuroidea indet. 3</i>	7.08	13.32	4.56	60.16	60.16
<i>Aeneator fontainei</i>	5.7	8.82	0.58	39.84	100
<b>200-300m</b>					
Similaridad promedio: 22.65					
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%
<i>Aeneator fontainei</i>	7.78	9.83	1.41	43.39	43.39
<i>Suberites puncturatus</i>	4.58	3.53	0.58	15.57	58.97
<i>Cervimunida johni</i>	4.86	2.48	0.38	10.95	69.92
<i>Pleuroncodes monodon</i>	4.78	2.39	0.39	10.55	80.47
<i>Heterocarpus reedi</i>	4.89	2.1	0.38	9.26	89.73
<i>Pagurus delsolari</i>	2.84	1.25	0.39	5.5	95.22
<b>300-400m</b>					
Similaridad promedio: 41.04					
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%
<i>Heterocarpus reedi</i>	19.78	19.23	1.38	46.86	46.86
<i>Cervimunida johni</i>	8.01	7.2	1.34	17.55	64.41
<i>Pagurus delsolari</i>	4.83	3.96	0.84	9.64	74.05
<i>Pterygosquilla armata</i>	4.62	3.04	0.61	7.41	81.46
<i>Limopsis marionensis</i>	3.97	1.51	0.36	3.69	85.15
<i>Pagurus imarpe</i>	2.29	1.33	0.39	3.24	88.39
<i>Mursia gaudichaudii</i>	2.78	1.25	0.39	3.04	91.43
<b>&gt;400m</b>					
Similaridad promedio: 28.42					
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%
<i>Pagurus delsolari</i>	10.46	13.46	3.4	47.37	47.37
<i>Stereomastis sculpta</i>	4.89	4.72	0.87	16.62	63.99
<i>Munida propinqua</i>	5.62	3.4	0.89	11.98	75.97
<i>Heterocarpus reedi</i>	8.33	1.93	0.41	6.81	82.78
<i>Limopsis marionensis</i>	3.38	1.64	0.41	5.78	88.57
<i>Actinia indet. 2</i>	3.27	1.21	0.41	4.27	92.83
<b>Zona 3-6</b>					
<b>&lt;200m</b>					
Similaridad promedio: 22.71					
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%
<i>Cervimunida johni</i>	5.6	4.87	0.52	21.43	21.43
<i>Cancer porteri</i>	4.01	4.84	0.9	21.3	42.72
<i>Pleuroncodes monodon</i>	5.81	2.21	0.26	9.74	52.47
<i>Aeneator fontainei</i>	4.44	2.04	0.38	9	61.47
<i>Mursia gaudichaudii</i>	3	1.8	0.38	7.94	69.41
<i>Glycera sp.</i>	2.73	1.8	0.37	7.91	77.32
<i>Maldane sarsi</i>	2.24	1.66	0.38	7.32	84.64
<i>Flabelligeridae indet. 1</i>	2.71	1.05	0.26	4.63	89.26
<i>Pterygosquilla armata</i>	2.71	0.86	0.26	3.78	93.05
<b>200-300m</b>					
Similaridad promedio: 34.80					
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%
<i>Heterocarpus reedi</i>	13.56	13.7	1.65	39.38	39.38
<i>Cervimunida johni</i>	7.5	6.43	1.22	18.49	57.87
<i>Pterygosquilla armata</i>	6.7	5.82	0.9	16.73	74.6
<i>Mursia gaudichaudii</i>	5.29	2.64	0.59	7.58	82.18
<i>Cancer porteri</i>	3.83	2.22	0.59	6.38	88.55
<i>Pagurus delsolari</i>	3.02	1.29	0.45	3.72	92.27

Tabla 52. Cont.

<b>Zona 3-6 (Continuación)</b>						
<b>300-400m</b>						
Similaridad promedio: 36.76						
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%	
<i>Heterocarpus reedi</i>	11.48	15.92	2.73	43.3	43.3	
<i>Pterygosquilla armata</i>	9.64	11.45	1.39	31.14	74.44	
<i>Limopsis marionensis</i>	4.64	1.59	0.42	4.33	78.78	
<i>Haliporoides diomedea</i>	2.57	1.25	0.34	3.41	82.19	
<i>Maldane sarsi</i>	2.8	1.12	0.46	3.04	85.23	
<i>Ptychosyrinx chilensis</i>	2.92	1.09	0.46	2.95	88.18	
Ophiuroidea indet. 4	2.33	0.93	0.34	2.53	90.71	
<b>&gt;400m</b>						
Similaridad promedio: 27.93						
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%	
<i>Haliporoides diomedea</i>	7.49	8.53	0.99	30.55	30.55	
<i>Aeneator loisae</i>	4.55	6.7	0.63	23.98	54.54	
<i>Heterocarpus reedi</i>	5.82	3.73	0.51	13.34	67.88	
<i>Pagurus delsolari</i>	4.05	2.69	0.64	9.64	77.51	
<i>Limopsis marionensis</i>	3.84	2.12	0.4	7.61	85.12	
<i>Stereomastis sculpta</i>	2.05	1.16	0.41	4.14	89.27	
<i>Libidoclaea granaria</i>	2.62	0.92	0.31	3.3	92.57	
<b>Zonas 7 y 8</b>						
<b>&lt;200m</b>						
Similaridad promedio: 38.57						
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%	
<i>Pterygosquilla armata</i>	14.23	26.29	3.07	68.17	68.17	
<i>Mursia gaudichaudii</i>	5.13	4.91	0.77	12.73	80.9	
<i>Aeneator fontainei</i>	3.76	2.36	0.47	6.12	87.02	
Priapulida indet. 1	2.87	1.63	0.48	4.23	91.25	
<b>200-300m</b>						
Similaridad promedio: 33.07						
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%	
<i>Pterygosquilla armata</i>	14.94	18.77	2.16	56.76	56.76	
<i>Libidoclaea granaria</i>	7.39	7.28	1.44	22.01	78.77	
<i>Aeneator fontainei</i>	3.45	1.49	0.39	4.5	83.27	
Actinia indet. 1	3	1.42	0.39	4.31	87.57	
<i>Miomelon alarconi</i>	2.37	1.26	0.39	3.81	91.38	
<b>300-400m</b>						
Similaridad promedio: 29.65						
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%	
<i>Pterygosquilla armata</i>	10.1	13.31	1.28	44.89	44.89	
<i>Libidoclaea granaria</i>	4.89	4.09	0.74	13.78	58.68	
Asteroidea indet. 2	3.39	3.56	0.75	12.01	70.69	
Holothuroidea indet. 2	6.46	2.46	0.47	8.31	78.99	
<i>Pagurus delsolari</i>	3.13	2.07	0.45	6.98	85.98	
<i>Cyclocardia velutinus</i>	2.69	1.52	0.47	5.13	91.11	
<b>&gt;400m</b>						
Similaridad promedio: 31.48						
Especie	Ab. Promedio	Sim.Promedio	Sim/DS	Contrib%	Acum.%	
<i>Stereomastis sculpta</i>	5.02	8.41	1.07	26.7	26.7	
<i>Heterocarpus reedi</i>	5.22	8.31	1.04	26.39	53.09	
<i>Doraster qawashqari</i>	4.74	4.42	0.62	14.04	67.13	
Asteroidea indet. 2	4.16	3.94	0.62	12.52	79.65	
Holothuroidea indet. 2	2.82	2.74	0.62	8.7	88.35	
<i>Pterygosquilla armata</i>	3.45	2.63	0.62	8.35	96.7	

## Asociaciones fauna-ambiente

Al igual que para la macrofauna, con el fin de identificar el sub-grupo de variables ambientales que mejor explica los patrones comunitarios observados a lo largo del área de estudio, se utilizó el procedimiento BIOENV (Clarke y Ainsworth, 1993). Los datos se analizaron por zonas y en forma global, al analizar por zona se excluyó la variable latitud del análisis. Los parámetros o variables ambientales utilizados fueron: latitud, profundidad, tipo de fondo, temperatura del agua de fondo, carbono orgánico total, nitrógeno total, razón C:N, contenido de materia orgánica, tamaño de grano del sedimento, grado de selección del sedimento y concentración de oxígeno del agua de fondo, los resultados se presentan en la Tabla 53. Al analizar por zona, en la mayoría de los casos los grupos de variables que mejor explicaron la distribución multivariada de las distintas especies fueron la profundidad, temperatura y el oxígeno disuelto (PROF, T y OD; Tabla 53) y en algunos casos como el contenido de materia orgánica (MO) en las zonas 2 y 3. El análisis global de los datos confirma a estas variables como las más importantes. Al incorporar en este análisis la variable latitud, esta resultó ser junto con las anteriormente mencionadas la que mejor explico en este caso la zonación tanto batimétrica como zonal.

**Tabla 53.** Resultado del procedimiento BIOENV entre las matrices de similitud de datos ambientales y de la densidad de individuos. Análisis realizado por cada zona, en forma global incluyendo la latitud y excluyendo la latitud. En cada caso se presentan los tres grupos de variables que mejor se ajustaron y el valor de la correlación de Spearman ponderada correspondiente.

<b>Zona 1</b>		<b>Zona 2</b>		<b>Zona 3</b>		<b>Zona 4</b>	
Variables	Corr.	Variables	$\rho_p$	Variables	$\rho_p$	Variables	$\rho_p$
Prof	0.71	Prof, MO, OD	0.65	Prof, MO, OD	0.28	Prof, CN, Grano, OD	0.75
Prof, OD	0.71	T, MO, OD	0.63	Prof, T, MO, OD	0.27	Prof, Fdo, CN, Grano, OD	0.75
Prof, T, COT, OD	0.63	Prof, T, MO, OD	0.61	Prof, T, COT, MO, OD	0.27	Prof, T, CN, Grano, OD	0.74
<b>Zona 5</b>		<b>Zona 6</b>		<b>Zona 7</b>		<b>Zona 8</b>	
Variables	Corr.	Variables	$\rho_p$	Variables	$\rho_p$	Variables	$\rho_p$
T, CN, OD	0.81	T, COT, OD	0.23	Prof, NT	0.62	Prof, T, OD	0.42
T, CN	0.80	Prof, T, COT, OD	0.22	Prof, FDO, NT	0.62	Prof, OD	0.40
Prof, T, OD	0.79	Prof, T, NT, OD	0.17	Prof, NT, OD	0.62	T, GS	0.40
<b>Global</b>		<b>Global excluyendo Lat</b>					
Variables	Corr.	Variables	$\rho_p$				
Lat, Prof, T, OD	0.33	Prof, T, OD	0.32				
Lat, Prof, T, Grano, OD	0.32	Prof, T, Grano, OD	0.31				
Lat, Prof, T, GS, OD	0.32	T, OD	0.31				

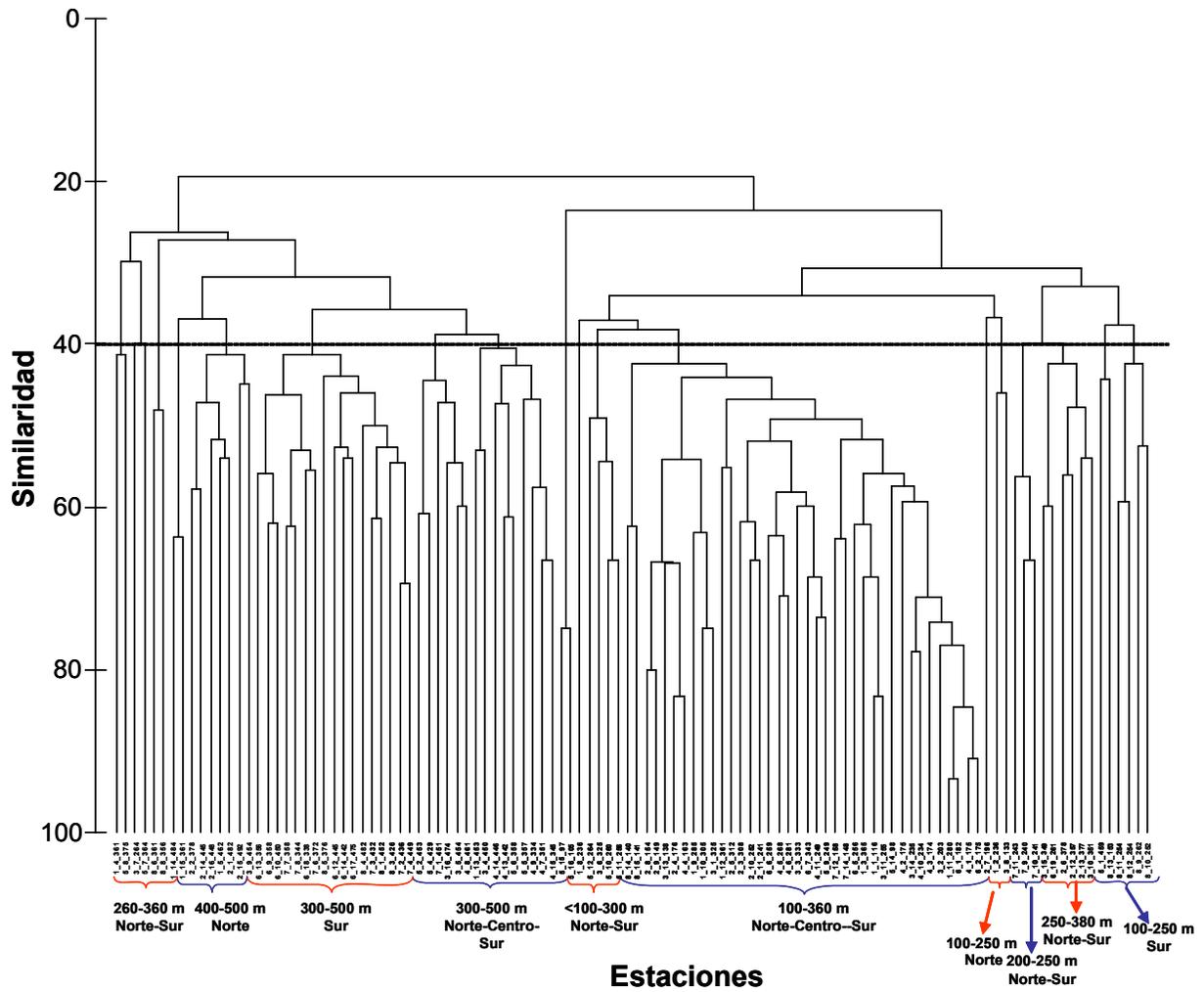
### 4.5.3 Comunidad bento-demersal

#### ***Patrón general de zonación latitudinal y batimétrica***

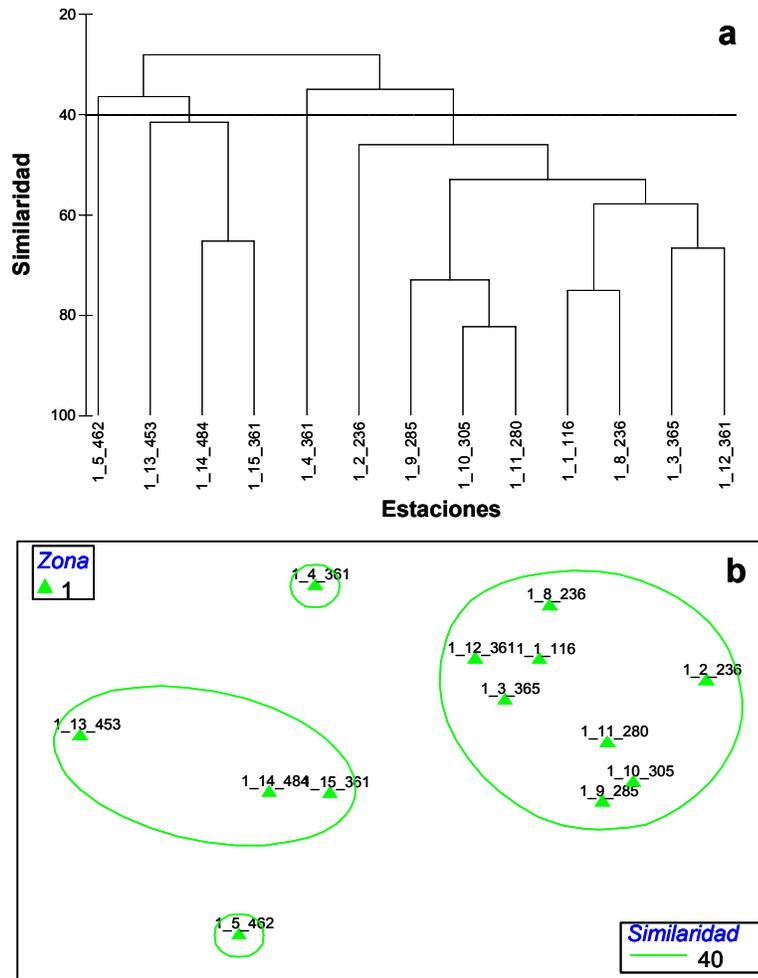
El análisis global de agrupación entre estaciones biológicas de muestreo generó 10 grupos, bajo el corte de 40% de similaridad. Se conformaron grupos posicionados espacialmente según dos ejes: latitudinal (norte, centro, sur) y batimétrico (somero, intermedio, profundo), surgiendo así cuatro grupos de estaciones dominadas por el eje latitudinal (norte-someras, norte-profundas, sur-someras, sur-profundas) y seis grupos dominados por el eje batimétrico de forma transzonal (<100-300 m/norte-sur; 100-360/norte-centro-sur; 260-360 m/norte-sur; 250-380 m/norte-sur; 300-500 m/norte-centro-sur) (Figura 55). Por otro lado, el resultado del análisis global de ordenación (NMDS) no mostró un patrón de agrupación claro dada la baja similitud general entre estaciones. Por lo tanto, se decidió omitir este resultado y presentar, a cambio, los resultados de ordenación de estaciones de muestreo por zona (ver siguiente sección). Esta alternativa permite una mejor comprensión de los patrones de ordenación generados entre estaciones de muestreo.

#### ***Patrón zonal de agrupación batimétrica***

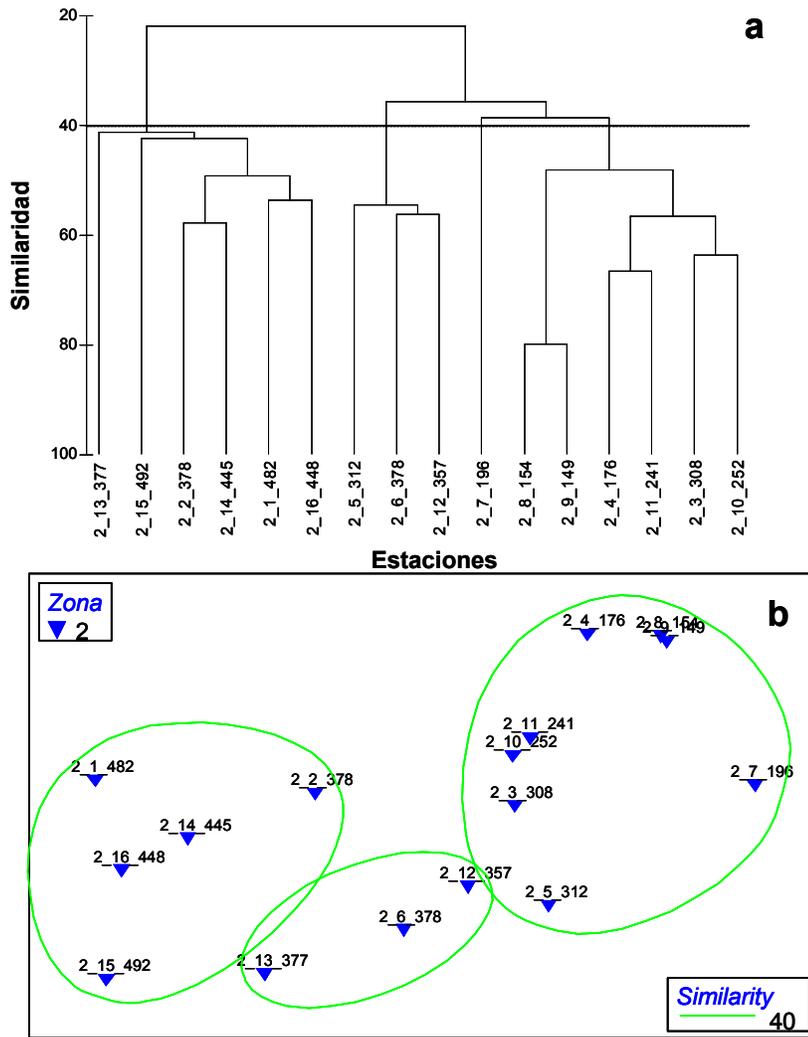
En la zona 1 las estaciones biológicas se agrupan según rangos batimétricos somero-intermedios (100-360 m) y profundos (360-500 m) (Fig. 56a, b). En la zona 2 las estaciones se presentan agrupadas espacialmente según rangos batimétricos someros (100-310 m), intermedios (350-380 m) profundos (370-500 m) (Fig. 57a, b). La zona 3 presenta agrupaciones espaciales de estaciones según rangos batimétricos someros (130-270 m), intermedios (325-350 m) y profundos (450-500 m) (Fig. 58a, b). En la zona 4 las estaciones se agrupan según rangos batimétricos someros (160-280 m), intermedios (330-350 m) y profundos (440-500 m) (Fig. 59a, b). La zona 5 presenta grupos espaciales de estaciones según rangos batimétricos someros (<100-110 m; 100-270 m), intermedios (350-375 m) y profundos (360-500 m) (Fig. 60a, b). En la zona 6 las estaciones se agrupan según rangos batimétricos someros (170-340 m) e intermedio-profundos (340-500 m) (Fig. 61a, b). La zona 7 presenta estaciones agrupadas espacialmente según rangos batimétricos someros (140-240 m) e intermedio-profundos (340-500 m) (Fig. 62a, b). Por último, en la zona 8 las estaciones se agrupan según rangos batimétricos someros (140-150 m; 250-260 m), intermedios (350-360 m) y profundos (370-500 m) (Fig. 63a, b).



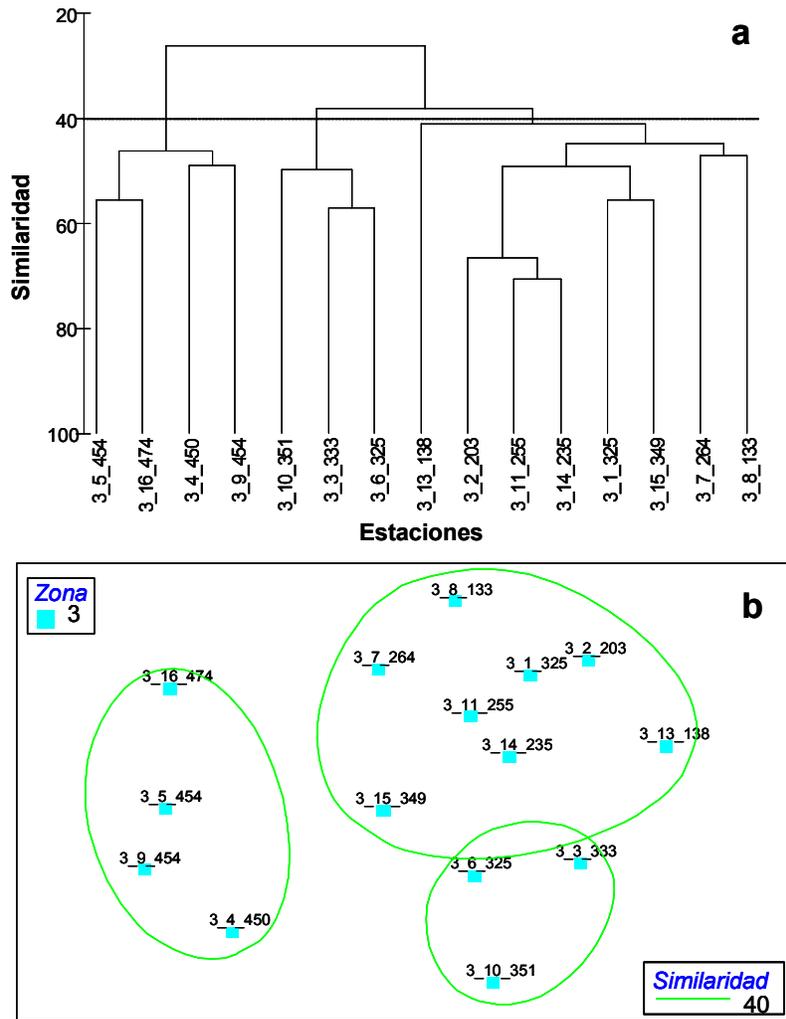
**Figura 55.** Análisis global de agrupación para todas las estaciones de muestreo, utilizando el método de cluster aglomerativo jerárquico (CAJ). Línea punteada indica 40% de similaridad.



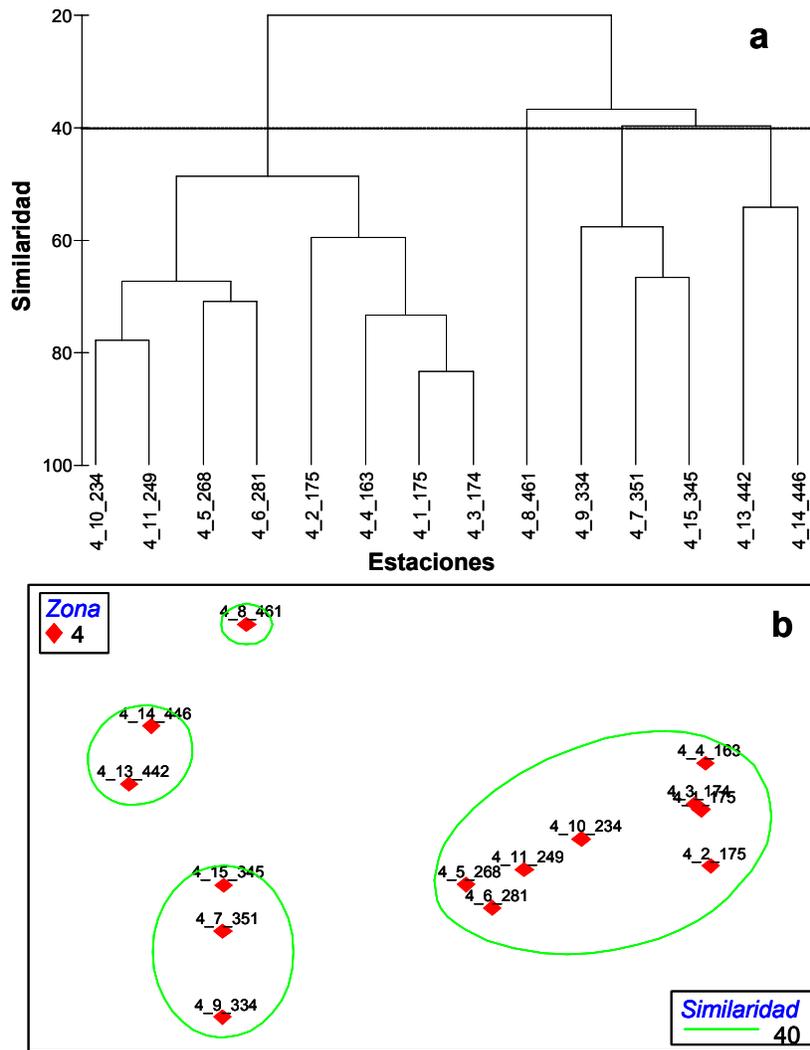
**Figura 56.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 1. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40% .



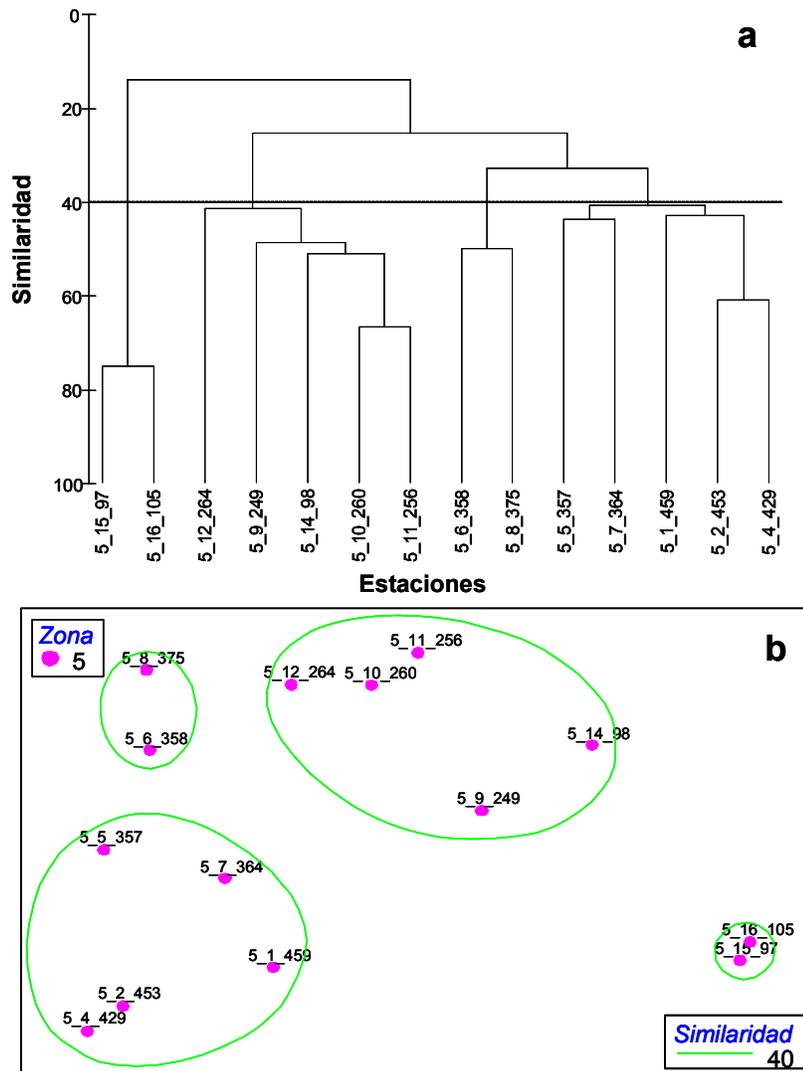
**Figura 57.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 2. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.



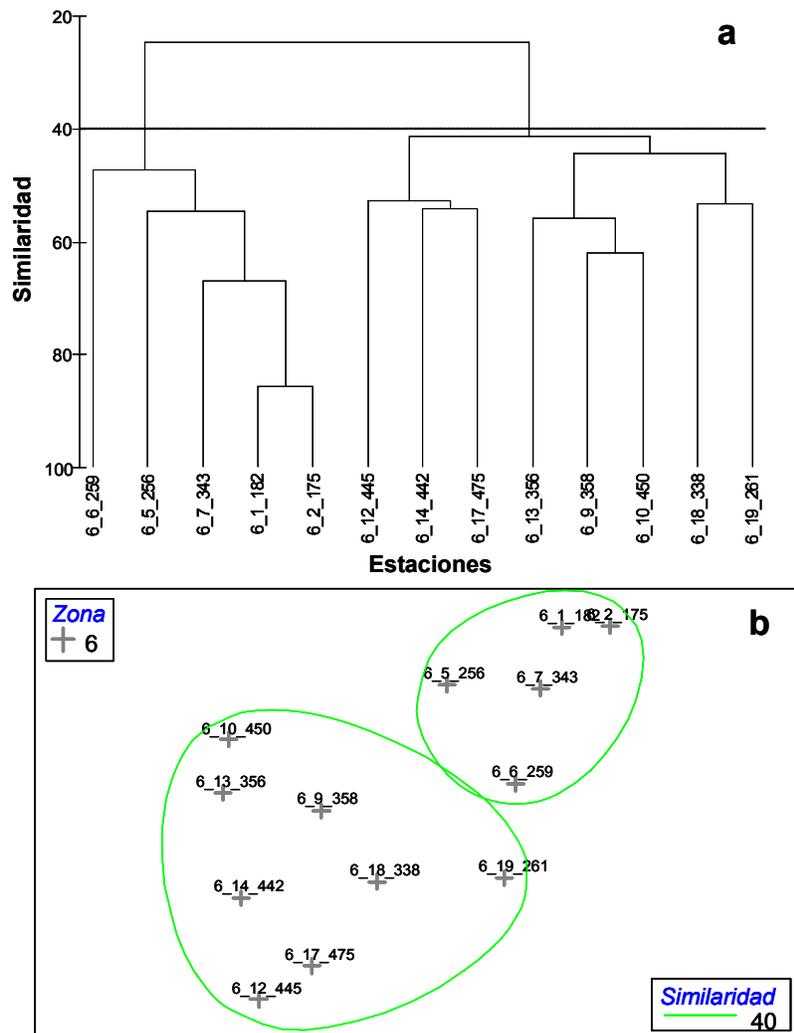
**Figura 58.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 3. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.



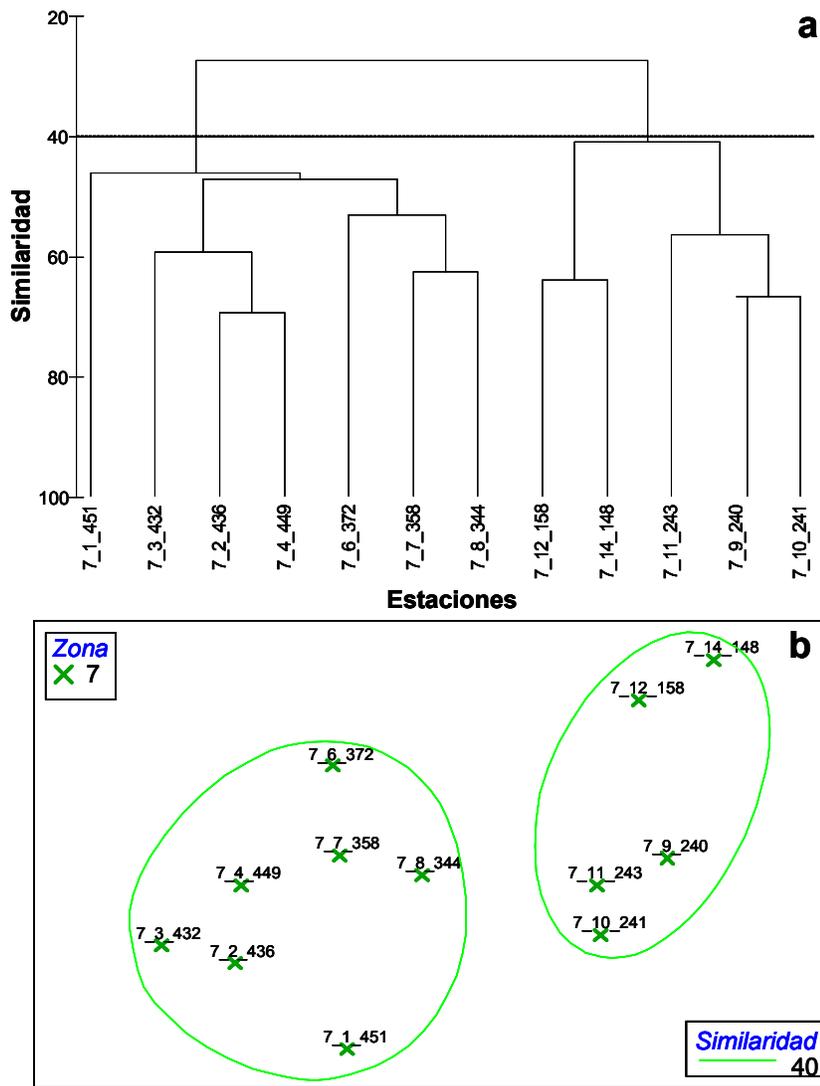
**Figura 59.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 4. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.



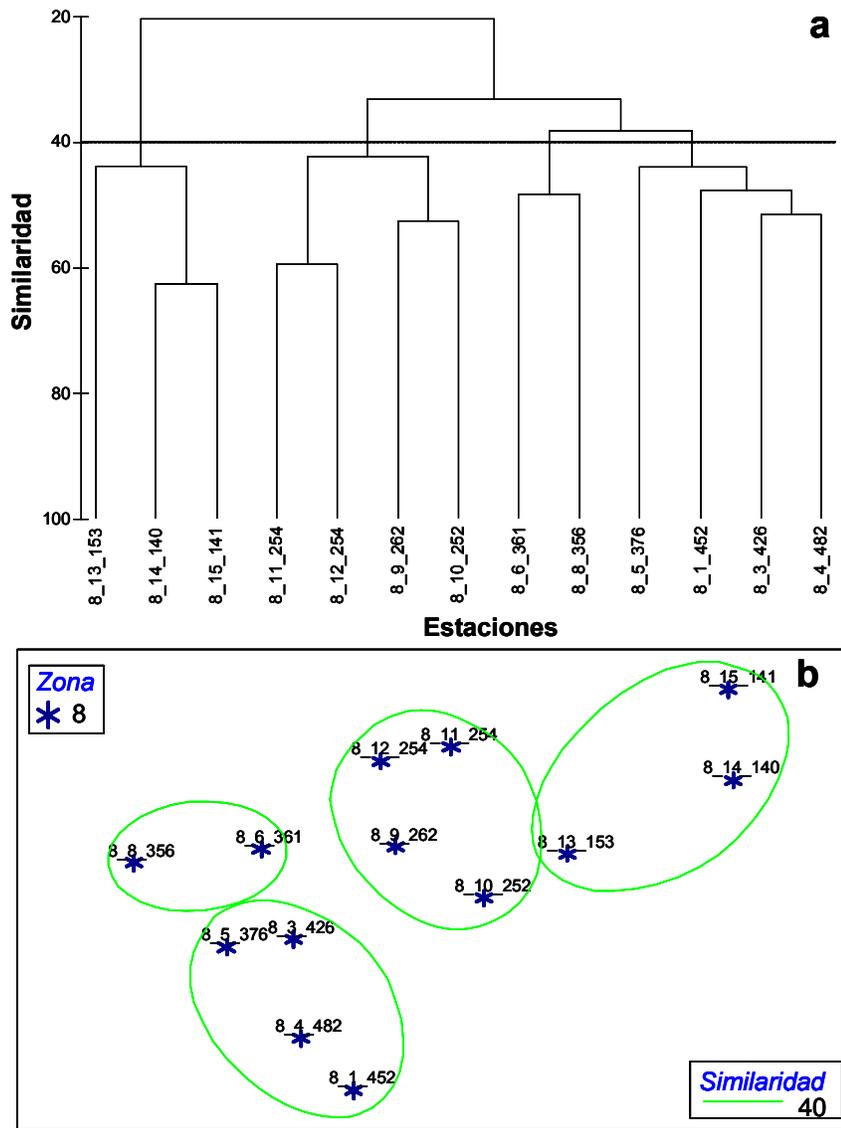
**Figura 60.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 5. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similitud de 40%.



**Figura 61.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 6. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.



**Figura 62.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 7. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.



**Figura 63.** Agrupación (a) y ordenación (b) de las estaciones de muestreo mediante escalamiento métrico no dimensional (NMDS), para la zona 8. Línea punteada (a) y verde (b) indican estaciones agrupadas a un nivel de similaridad de 40%.

### Comparación entre zonas, ponderando estratos de profundidad

El análisis de similaridad (ANOSIM) para comparación entre zonas reveló la existencia de diferencias significativas ( $R= 0.26$ ;  $p = 0.2\%$ ) entre la zona 1 con respecto a las zonas 2, 3, 7 y 8. Además se encontraron diferencias entre la zona 2 con respecto a las demás zonas de muestreo, como así también entre la zona 3 y las zonas 7 y 8. Por otro lado, no se encontraron diferencias entre las zonas 1 y 3 con respecto a las zonas 4, 5 y 6; entre la zona 4 con respecto a las zonas 5, 6, 7 y 8; entre la zona 5 con respecto a las zonas 6, 7 y 8; entre la zona 6 con respecto a las zonas 7 y 8, y entre la zona 7 respecto a la zona 8 (Tabla 54).

**Tabla 54.** Análisis de similaridad (ANOSIM), anidado de dos vías, para comparación entre zonas, ponderando los estratos de profundidad. Los bloques sombreados indican aquellos pares de comparaciones entre los cuales se detectó diferencias significativas. Se indica el valor R y entre paréntesis el nivel de significancia. Se consideró 10 % como nivel de corte.  $R_{\text{global}} = 0,265$ ,  $p = 0.2\%$ .

		ZONA							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1									
2		0.50 (2.9)							
3		0.29 (8.6)	0.54 (2.9)						
4		0.20 (17.1)	0.41 (5.7)	0.23 (17.1)					
5		0.03 (37.1)	0.37 (5.7)	0.20 (17.1)	-0.15 (71.4)				
6		0.30 (11.4)	0.49 (5.7)	0.32 (11.4)	0.07 (31.4)	-0.07 (57.1)			
7		0.49 (5.7)	0.61 (2.9)	0.51 (5.7)	0.17 (20.0)	0.07 (34.3)	0.10 (34.3)		
8		0.60 (2.9)	0.63 (2.9)	0.68 (5.7)	0.28 (11.4)	0.27 (11.4)	0.24 (14.3)	-0.15 (68.6)	

### Composición de la comunidad bento-demersal

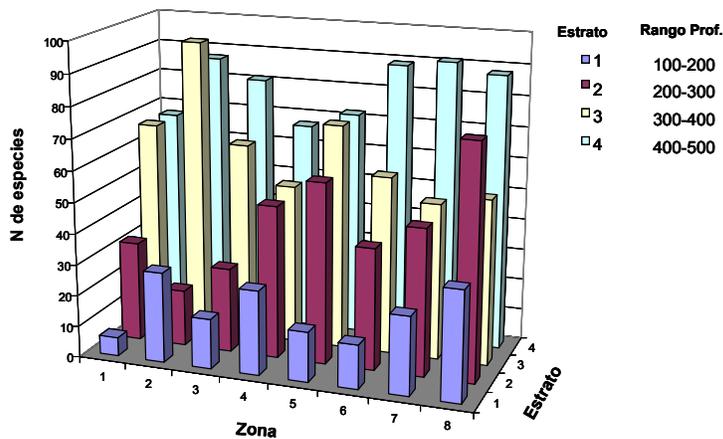
La comunidad bento-demersal estuvo representada por un total de 200 especies y/o unidades taxonómicas. Los grupos de animales invertebrados representados fueron: Annelida (Polychaeta), Mollusca (Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Polyplacophora), Crustacea (Decapoda, Amphipoda, Isopoda, Stomatopoda, Cirripedia), Echinodermata (Ophiuroidea, Asteroidea, Equinoidea, Holothuroidea), Lophophorata (Briozoa, Brachiopoda), Cnidaria (Hydrozoa, Anthozoa, Zoantharia, Octocorallia) y Porifera (Demospongiae). Dentro de los representantes del Phylum Chordata se determinó la presencia de la clase Ascidiacea (especies por identificarse). A su vez, los grupos de vertebrados representados fueron: Teleostei y Chondrichthyes (Elasmobranchii, Holocapalii). Se confeccionaron listas para los diferentes grupos de animales invertebrados y vertebrados identificados y cuantificados, las cuales fueron

incluidas en diferentes capítulos del presente proyecto, a saber: Objetivo 4: Cnidaria; Objetivo 6: Polychaeta, Mollusca, Crustacea y Equinodermata (macro- y megafauna bentónica), Teleostei y Chondrichthyes.

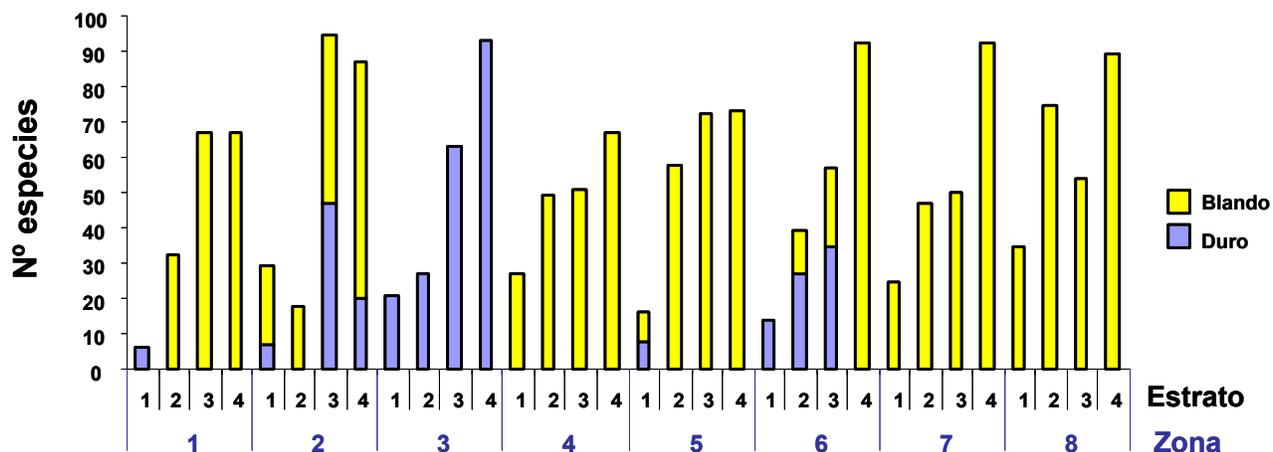
***Diversidad biológica de la comunidad bento-demersal***

Riqueza de especies (S): La relación entre riqueza de especies (S) de la comunidad bento-demersal y variaciones de latitud y profundidad, consideró las ocho zonas y los cuatro estratos de profundidad identificados para establecer los muestreos del presente proyecto (ver Tabla 6.1). La zona 8 fue quien presentó el mayor número de especies en los estratos de profundidad 1 (35 especies) y 2 (75 especies), con respecto a las demás zonas. Las zonas 6 (89 especies), 7 (91 especies) y 8 (88 especies) presentaron los valores de S más altos dentro del estrato más profundo (estrato 4, 400-500 m). A su vez, la zona 1 presentó el número de especies más bajo en los estratos de profundidad 1 (6 especies) y 4 (67 especies), con respecto a las demás zonas de muestreo. Por último, para todas las zonas, excepto la zona 2, el estrato más profundo (estrato 4, 300-400 m) fue el que concentró el mayor número de especies. En el caso de la zona 2, el mayor número de especies se presentó en el estrato 3 (300-400 m) (Fig. 64).

Por su parte, al analizar la relación entre riqueza de especies y el tipo de fondo se observó que el número de especies es mayor en fondos blandos que en fondos duros. En las zonas 4, 7 y 8 todas las especies fueron capturadas sobre fondos blandos, en todos los estratos de profundidad. En las zonas 1, 2, 5 y 6 las especies fueron capturadas tanto en fondos blandos como duros, siendo la zona 6 la que presentó, dentro de este grupo de zonas, el mayor número de especies capturadas sobre fondos duros (estratos 1 a 3). Por último, cabe destacar que la zona 3 fue la única zona en la que todas las especies fueron capturadas sobre fondos duros, en todos los estratos (Fig. 65).



**Figura 64.** Número de especies de la comunidad bento-demersal presentes, según rangos latitudinales (zonas de muestreo, eje X) y batimétricos (estratos de profundidad, eje Z).



**Figura 65.** Número de especies de la comunidad bento-demersal presentes según tipo de fondo (blando, duro), por zonas de muestreo y estratos de profundidad.

Frecuencia de ocurrencia de cada especie (FO)

93 especies de la comunidad bento-demersal estuvieron presentes en  $\leq 2$  lances (FO  $\leq 1.56\%$ ) y 34 especies aparecieron en al menos 10 lances (FO  $\geq 11.72\%$ ). De este total, 11 especies presentaron una FO comprendida entre 25% y 42.19% y solamente 3 especies (*Caelorinchus aconcagua*, *Heterocarpus reedi*, *Merluccius gayi*) presentaron una FO comprendida entre 61% y 71%. Cabe señalar la ocurrencia de 7 especies de peces cartilaginosos cuya FO varió entre 11.72% (*Centroscyllium nigrum*) y 35.52% (*Halaaelurus canescens*) (Tabla 55). Se destaca la baja FO de *Pleuroncodes monodon* (9.38%) en el total de lances con red de arrastre de fondo tipo camaronera realizados a través de las ocho zonas de muestreo.

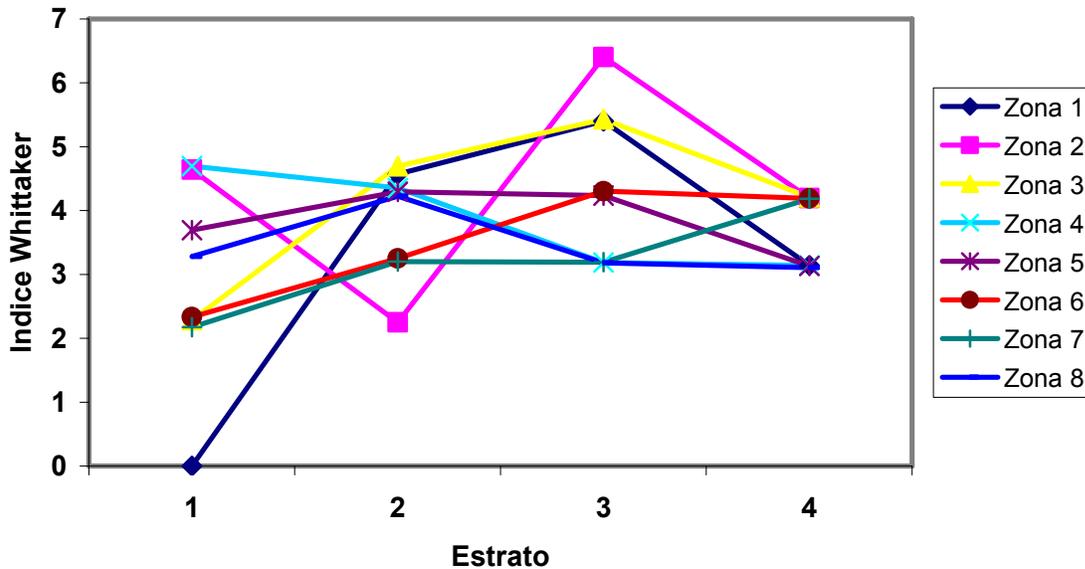
**Tabla 55.** Especies más frecuentes en el total de 128 lances con red de arrastre de fondo tipo camaronera realizados entre las zonas 1 y 8. Se indica el número de lances en los cuales la especie/taxa estuvo presente y la frecuencia de ocurrencia respecto al total de lances (FO, %). Se consideraron solo aquellas especies/taxa presentes en al menos 10% de los lances. \* indica especie de pez cartilaginoso. Las celdas destacadas indican el grupo de especies con FO>30%.

Especie	Nro. Lances	FO (%)
<i>Merluccius gayi</i>	91	71,09
<i>Heterocarpus reedi</i>	79	61,72
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	78	60,94
<i>Mursia gaudichaudii</i>	54	42,19
<i>Cervimunida johni</i>	51	39,84
<i>Libidoclaea granaria</i>	51	39,84
<i>Haliporoides diomedae</i>	48	37,50
<i>Halaelurus canescens</i>	46	35,52
Moridae	43	33,59
<i>Hippoglossina sp</i>	37	28,91
<i>Caelorinchus chilensis</i>	36	28,13
<i>Cancer porteri</i>	33	25,78
<i>Dipturus sp</i>	33	25,78
Aeneatorloisae	32	25,00
* <i>Bathyraja peruana</i>	30	23,44
<i>Epigonus sp</i>	29	22,66
<i>Squilla armata</i>	27	21,09
Actinia indet3	26	20,31
* <i>Centroscyllum granulatum</i>	24	18,75
<i>Benthoctopus sp</i>	23	17,97
<i>Poraniopsis echinaster</i>	23	17,97
* <i>Psammobatis rudis</i>	20	15,63
<i>Aeneator fontainei</i>	19	14,84
<i>Notacanthus sexspinis</i>	19	14,84
* <i>Deania calea</i>	18	14,06
Actinia indet1	18	14,06
<i>Pterygosquilla armata</i>	17	13,28
* <i>Aculeola nigra</i>	16	12,50
<i>Eptatretus polytrema</i>	16	12,50
* <i>Centroscyllum nigrum</i>	15	11,72
<i>Doraster qawashqari</i>	15	11,72
<i>Helicolenus lengerichi</i>	15	11,72
<i>Stereomastis sculpta</i>	15	11,72

#### Cambios espaciales en la diversidad biológica: Índice de Whittaker ( $\beta_w$ )

El índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) calculado por estrato de profundidad para cada una de las ocho zonas de muestreo no indicó un patrón claro de aumento de la diversidad  $\beta_w$  en el gradiente latitudinal, como sucedió para el caso de la riqueza de especies (Fig. 66). No obstante aquello, cabe señalar que los límites mínimo y máximo de  $\beta_w$  para siete zonas, excepto la zona 2, estuvieron comprendidos en el rango

de valores entre 2.0 y 5.5. En el caso de la zona 2, el rango de variación de  $\beta_w$  fue más amplio, irregular y se observó una tendencia opuesta a la presentada por las demás zonas a nivel del estrato 2 (200-300 m). Por último, cabe señalar que la diversidad biológica aumentó con la profundidad y alcanzó su máximo valor en el estrato 3 (de zonas 1-3-5-6) y estrato 4 (de zona 7). No obstante, este patrón no se mantuvo en las zonas 4 y 8, donde ocurrió lo inverso,  $\beta_w$  disminuyó con la profundidad y el valor máximo se situó en los estratos 1 y 2, respectivamente (Fig. 66).



**Figura 66.** Valores del índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) calculados por estrato de profundidad (cada 100 m), para las ocho zonas de muestreo.

Para el análisis de cambios de la diversidad en el eje batimétrico se generaron dos grupos zonales: el grupo 1 que incluyó a las zonas 2, 3, 4, 5 y 8, y el grupo 2 que incluyó a las zonas 1, 6 y 7. El criterio utilizado para formar los grupos zonales se basó en los resultados de los análisis CAJ y NMDS, donde se diagnosticó la presencia de un rango batimétrico intermedio, de amplitud restringida (máximo: 55 m) que se mantiene bastante uniforme a través de las cinco zonas incluidas en el grupo 1. En la Tabla 56 se presentan los valores zonales del índice  $\beta_w$ , encontrándose que el grupo zonal 1 presenta los valores más altos de  $\beta_w$  con respecto al grupo zonal 2, por y entre estratos de profundidad. En ambos grupos ocurre un aumento de  $\beta_w$  a medida que aumenta la profundidad, llegando a su valor máximo en el estrato 3 (300-400 m), para disminuir nuevamente en el estrato 4 (>400 m).

**Tabla 56.** Valores del índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) calculados por estrato de profundidad, agrupando zonas. Grupo 1: zonas 2, 3, 4, 5 y 8. Grupo 2: zonas 1, 6 y 7. Las celdas sombreadas indican el estrato zonal de profundidad con el máximo valor de  $\beta_w$ .

Grupo	Estrato	$\beta_w$
1	1	18,39
	2	19,55
	3	22,41
	4	17,76
2	1	5,6
	2	10,9
	3	12,9
	4	11,5

### **Estructura comunitaria**

#### Ensamblajes de especies por zonas de muestreo

Los resultados del análisis SIMPER por zonas revelaron que, en general, para los ensamblajes de especies detectados el número de especies tipificantes (siete especies) fue mayor en las zonas 7 y 8, ubicadas en la parte sur del área de estudio. *M. gayi* es la única especie presente en los ensamblajes de todas las zonas, disminuyendo su porcentaje de contribución a la similaridad de cada ensamble de norte a sur. *H. reedi* y *C. aconcagua* son dos especies de importancia en cuanto a su presencia en gran parte de las zonas. *H. reedi* forma parte de los ensamblajes establecidos para las zonas 1, 2, 3 (norte), 5 y 6 (sur), mientras que, *C. aconcagua* pertenece a ensamblajes distribuidos entre las zonas 4 (centro), 5, 6, 7 y 8 (sur). *C. johni* forma parte de los ensamblajes de las zonas 1, 2, 3 (norte) y 4 (centro). *P. monodon* se presenta en la zona 5 (sur), exclusivamente. *Mursia gaudichaudii* se presenta en los ensamblajes de las zonas 2, 3 (norte) y 4 (centro), mientras que, *Libidoctaea granaria* y Moridae únicamente forman parte de ensamblajes ubicados en las zonas 6, 7 y 8 (sur). A su vez, *Haliporoides diomedae* integra ensamblajes ubicados en las zonas 5, 6 y 7 (sur), únicamente. Por último, hay especies que forman parte de un ensamble en una zona, tales como *Epigonus* sp. (zona 2), *Cancer porteri* (zona 4), *Centrosyllium granulatum* (zona 7), *Hippoglossina* sp. (zona 8), *Helicolenus lengerichi* (zona 8) y *Dipturus chilensis* (zona 8) (Tabla 57).

**Tabla 57.** Ensamble de especies tipificantes de la comunidad bento-demersal por zona de muestreo, generados a partir del análisis SIMPER. Entre paréntesis se muestra el porcentaje de contribución a la similaridad de cada especie por ensamble. Se incluyen especies con una contribución mayor al 5%.

Zona	Ensamble de especies	Similaridad promedio
1	<i>Merluccius gayi</i> (21,56) <i>Heterocarpus reedi</i> (16,27) <i>Cervimunida johni</i> (15,94)	41,22
2	<i>Mursia gaudichaudii</i> (13,48) <i>Merluccius gayi</i> (13,20) <i>Heterocarpus reedi</i> (9,55) <i>Cervimunida johni</i> (9,42) <i>Epigonus</i> sp (7,15)	50,15
3	<i>Merluccius gayi</i> (15,99) <i>Heterocarpus reedi</i> (15,11) <i>Cervimunida johni</i> (14,68) <i>Mursia gaudichaudii</i> (9,81)	44,37
4	<i>Merluccius gayi</i> (14,10) <i>Cancer porteri</i> (12,43) <i>Mursia gaudichaudii</i> (12,43) <i>Cervimunida johni</i> (10,03) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (7,13)	63,45
5	<i>Merluccius gayi</i> (15,20) <i>Heterocarpus reedi</i> (10,47) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (9,48) <i>Pleuroncodes monodon</i> (6,85) <i>Haliporoides diomedae</i> (5,49)	47,32
6	<i>Heterocarpus reedi</i> (13,17) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (12,92) <i>Libidoclaea granaria</i> (8,86) <i>Haliporoides diomedae</i> (6,33) Moridae (6,33) <i>Merluccius gayi</i> (5,15)	45,55
7	<i>Actinia indet1</i> (7,02) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (6,93) Moridae (6,90) <i>Merluccius gayi</i> (6,77) <i>Libidoclaea granaria</i> (6,65) <i>Haliporoides diomedae</i> (6,03) <i>Centroscyllium granulatum</i> (6,03)	57,04
8	<i>Caelorinchus aconcagua</i> (8,47) Moridae (8,47) <i>Merluccius gayi</i> (8,42) <i>Hippoglossina</i> sp (8,42) <i>Libidoclaea granaria</i> (7,74) <i>Helicolenus lengerichi</i> (6,13) <i>Dipturus chilensis</i> (5,71)	47,00

#### Ensamblados de especies por estratos de profundidad

En los ensambles detectados por estratos de profundidad, el número de especies tipificantes es mayor en el estrato más profundo (4: 400-500 m). *M. gayi* es la única especie presente en los ensambles de todos los estratos, disminuyendo su porcentaje de contribución a la similaridad de cada ensamble a medida que aumenta la profundidad. *H. reedi* y *C. aconcagua* se presentaron en los ensambles de los

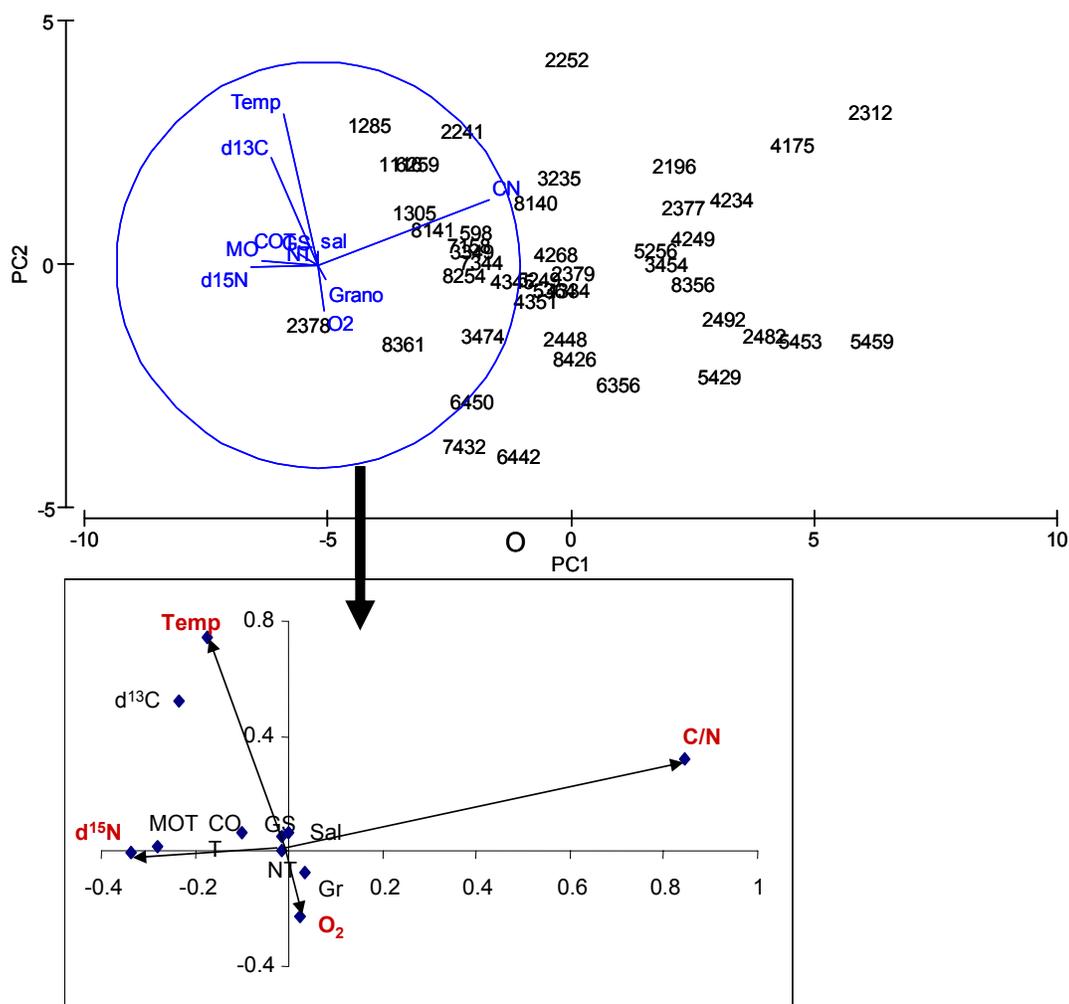
estratos 2, 3 y 4, siendo en el estrato 3 donde ambas especies contribuyeron en mayor porcentaje a la similaridad de ese ensamble. Por su parte, *C. johni* y *M. gaudichaudii* integran los ensambles establecidos para los estratos 1 y 2, y 1 y 3, respectivamente. Finalmente, hay especies que forman parte de un ensamble en un solo estrato, tal es el caso de *Hippoglossina* sp. (estrato 2), *Libidoclaea granaria* (estrato 3), *Haliporoides diomedae* (estrato 4), *Halaelurus canescens* (estrato 4), *Caelorinchus chilensis* (estrato 4) y Moridae (estrato 4) (Tabla 58).

**Tabla 58.** Ensamble de especies tipificantes de la comunidad bento-demersal por estrato de profundidad, generados a partir del análisis SIMPER. Entre paréntesis se muestra el porcentaje de contribución a la similaridad de cada especie por ensamble. Se incluyen especies con una contribución mayor al 5%. Estratos de profundidad: 1 (100-200 m), 2 (200-300m), 3 (300-400 m), 4 (400-500).

Estrato de profundidad	Ensamble de especies	Similaridad promedio
1	<i>Merluccius gayi</i> (24,15) <i>Mursia gaudichaudii</i> (18,35) <i>Cervimunida johni</i> (17,14)	58,18
2	<i>Merluccius gayi</i> (16,67) <i>Cervimunida johni</i> (12,00) <i>Heterocarpus reedi</i> (11,21) <i>Hippoglossina</i> sp. (7,99) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (7,86)	53,21
3	<i>Heterocarpus reedi</i> (14,24) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (12,62) <i>Merluccius gayi</i> (9,23) <i>Mursia gaudichaudii</i> (9,18) <i>Libidoclaea granaria</i> (5,77)	44,42
4	<i>Haliporoides diomedae</i> (9,53) <i>Halaelurus canescens</i> (7,33) <i>Heterocarpus reedi</i> (6,91) <i>Caelorinchus chilensis</i> (6,51) <i>Caelorinchus aconcagua</i> (6,14) <i>Merluccius gayi</i> (6,02) Moridae (5,19)	47,20

### **Relaciones especie-ambiente: Diagnóstico de principales variables físicas y químicas**

Los resultados gráficos (Fig. 67) y numéricos (Tabla 59) del ACP, aplicado a la matriz de variables físicas y químicas, indicaron que las variables abióticas que mejor explicaron la varianza explicada al interior de las muestras abióticas fueron: temperatura de fondo (CP1), contenido de oxígeno disuelto (CP1), relación C/N (CP2) y  $\delta^{15}\text{N}$  (CP2) (Fig. 67).



**Figura 67.** Análisis de Componentes Principales aplicado a la matriz de variables abióticas (físicas, químicas) colectadas en las estaciones de muestreo, durante el proyecto FIP 2005-61.

**Tabla 59.** Porcentajes de varianza y varianza acumulada entre muestras, explicados por los cuatro primeros componentes principales (CP) del análisis ACP aplicado a la matriz de variables abióticas (físicas, químicas) colectadas en estaciones de muestreo, durante el proyecto FIP 2005-61.

CP	% Varianza	% Var. Acum.
1	47.4	47.4
2	20.1	67.4
3	11	78.4
4	9.2	87.6

### **Relaciones especie-ambiente: correlación entre variables abióticas y biológicas**

Cabe recordar que para establecer el análisis BIOENV se incluyeron a todas las variables abióticas (físicas, químicas) medidas durante el proyecto FIP 2005-61. El grupo de variables abióticas que presentó la mayor correlación con las especies fue la combinación de temperatura de fondo y salinidad de fondo (correlación=0.625). Al incorporar las variables NT y oxígeno al grupo anterior, estas nuevas variables abióticas no mejoran la correlación obtenida con el menor número de variables. Por otro lado, se detectó que la combinación de temperatura de fondo y oxígeno, presenta un valor de correlación similar (0.624) al obtenido con el grupo conformado por temperatura de fondo y salinidad (Tabla 60).

**Tabla 60.** Salidas del procedimiento BIOENV para evaluar relaciones entre especies de la comunidad bento-demersal y variables abióticas (físicas, químicas). Las celdas sombreadas indican las mejores correlaciones entre grupos de variables abióticas y la matriz biológica.

<b>Nº de variables</b>	<b>Valor de correlación (<math>\rho_p</math>)</b>	<b>Variables seleccionadas</b>
1	0.623	Temperatura de fondo
2	0.625	Temperatura de fondo, Salinidad de fondo
2	0.624	Temperatura de fondo, Oxígeno disuelto
3	0.625	Temperatura, Oxígeno, Salinidad
3	0.625	Temperatura, Nitrógeno total, Salinidad
3	0.623	Temperatura, Nitrógeno total, Oxígeno
4	0.625	Temperatura, Nitrógeno total, Oxígeno, Salinidad

### **Cambios temporales en la composición y estructura comunitaria**

Los valores mínimo, máximo, medio y desviación estándar para el número de especies y para los índices de Berger-Parker ( $d'$ ) y de Whitaker ( $\beta_w$ ), calculados por año, dentro del período comprendido entre 1993 y 2005, se presentan en la Tabla 61. Se observó que el número máximo de especies identificadas en cada proyecto no es igual, fluctuando entre 20 y 23 especies, llegando en algunos casos a un número extremadamente bajo de especies identificadas (e.g., 1997, 6 especies; 2001, 6 especies; 2004, 16 especies). Lamentablemente esto refleja la baja resolución taxonómica de los anteriores proyectos y provocó que los resultados de estos sean solo parcialmente útiles a los efectos de esta comparación.

**Tabla 61.** Valores mínimo, máximo, medio y desviación estándar (DS) del número de especies y de los índices de Berger-Parker ( $d'$ ) y de Whitaker ( $\beta w$ ) calculados por año, dentro del período comprendido entre 1993 y 2005.

AÑO	VARIABLES ESTADÍSTICAS	Nº ESPECIES	$d'$	$\beta w$
1993	Mínimo	5	0.24	0.007
	Máximo	23	0.95	0.030
	Medio (DS)	14 (4.71)	0.65 (0.20)	0.019 (0.006)
1997	Mínimo	1	0.41	0.006
	Máximo	6	1.00	0.033
	Medio (DS)	3(1.29)	0.83(0.18)	0.018(0.006)
1999	Mínimo	2	0.24	0.002
	Máximo	23	0.98	0.031
	Medio (DS)	11(4.79)	0.63(0.22)	0.014(0.006)
2000	Mínimo	2	0.21	0.003
	Máximo	20	0.99	0.034
	Medio (DS)	8(4.59)	0.84(0.19)	0.014(0.007)
2001	Mínimo	1	0.5	0
	Máximo	6	1	0.04
	Medio (DS)	2(0.95)	0.79(0.23)	0.016(0.007)
2004	Mínimo	3	0.24	0.005
	Máximo	16	0.95	0.023
	Medio (DS)	7(2.96)	0.66(0.19)	0.013 (0.004)
2005	Mínimo	1	0.22	0.001
	Máximo	22	1.00	0.028
	Medio (DS)	9(4.36)	0.63(0.19)	0.012(0.005)

Es así que, en el presente informe no se incluyeron resultados referidos a variaciones anuales de los índices de  $d'$  y  $\beta w$ , en los ejes latitudinal y longitudinal, por considerarse poco fiables. Esta medida se justifica porque un indicador comunitario tan básico como el número de especies presentó valores muy bajos para cada año y además, se advirtieron importantes fluctuaciones en los valores de los índices  $d'$  y  $\beta w$  entre años. Este tipo de inconsistencias básicas y estructurales diagnosticadas al interior de las siete bases de datos consultadas impidieron establecer una comparación temporal respecto a posibles cambios de composición y estructura experimentados por la comunidad bento-demersal a lo largo de los años dentro del área de estudio.

### Conclusiones del Objetivo 6

- En este estudio, se identificaron 17 especies y 12 familias de corales; 1 Scleractinia, 5 Alcyonacea, 8 Gorgonacea, 2 Pennatulacea y 1 Ceriantipatharia.

- El 35% de las estaciones de muestreo reportan presencia de corales, siendo la Subclase Alcyonaria la que presentó mayor riqueza de especies (15 especies). En cuanto a su distribución, en el rango batimétrico más profundo (entre 400 y 467 m) se recolectó el 72% del total de corales, presentando también la mayor riqueza de especies. La mayor riqueza de especies de coral se presentó en la zona 8, mientras que las especies de coral más abundantes fueron *Anthomastus* sp (Alcyonacea) y *Swiftia* sp (Gorgonacea).

- Se reconocieron 24 especies de condriictios; 10 tiburones, 12 rayas y 2 quimeras. En cuanto a número de especies, los condriictios fueron representados mayormente por las familias de tiburones Dalatiidae y Scyliorhinidae, y por las familias de rayas Arhynchobatidae y Rajidae.

- En cuanto a la abundancia relativa porcentual, destacaron las familias Dalatiidae (63%), Scyliorhinidae (17%) y Rajidae (12%); y las especies *Centroscyllium granulatum* (36%), *Halaelurus canescens* (13%) y *Centroscyllium nigrum* (10%).

- Del total de estaciones de muestreo, se encontró que en 54 de éstas se capturó alguna especie de tiburón (42%), en 65 se capturó alguna especie de raya (50%) y en 8 alguna especie de quimera (6%). Las especies con mayor frecuencia de aparición fueron *Halaelurus canescens* (36%), *Bathyraja peruana* (23%) y *Centroscyllium granulatum* (19%).

- Se identificaron 99 especies y/o unidades taxonómicas en las muestras de macrofauna. En términos de composición específica, el grupo Polychaeta fue el más representativo en todas las zonas con un rango que varió entre 60 al 75% del total del macrobentos. El grupo Mollusca fue el segundo grupo en importancia con valores que variaron entre 8 y 18% del total.

- La distribución de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se explica principalmente por las variables latitud, profundidad y temperatura, apareciendo en segunda instancia el oxígeno disuelto.

- Se registró un total de 157 especies y/o unidades taxonómicas de megafauna obtenidas con rastra y arrastre. Mediante rastra se obtuvieron un total de 120 especies y mediante arrastre 98. Del total global, 59 especies se capturaron exclusivamente con rastra, 37 sólo se recolectaron en arrastres con arrastre y 61 especies se capturaron con ambos sistemas.

- En términos de composición específica, respecto al total de organismos recolectados mediante rastra, los Phyla Mollusca, Arthropoda y Echinodermata tuvieron una representación porcentual similar (21%, 19% y 17%, respectivamente).
- La distribución de las comunidades megabentónicas se explica principalmente por las variables profundidad, temperatura y oxígeno disuelto. Al incorporar la variable latitud se explica de mejor forma la distribución batimétrica y zonal.
- El mayor número de especies megabentónicas se encontró en la zona 3 estación 15 (349 m de profundidad), asociada a una zona cercana de afloramiento de metano.
- A partir de las asociaciones faunísticas megabentónicas se desprende además que a grandes rasgos el área de estudio se puede delimitar en tres zonas biogeográficas: i) el área comprendida entre las zonas 1 a la 2 (29-32°S), ii) de la zona 3 a la 6 (33-36°S) y iii) de la zona 7 a la 8 (37-38°S).
- La comunidad bento-demersal del área de estudio se compone de al menos 200 especies y/o unidades taxonómicas pertenecientes al reino Animal.
- Del total de especies, sólo el 17% de ellas (34 especies) presentaron frecuencia de ocurrencia mayor al 10%, lo que permite establecer la existencia de pocas especies frecuentes (o recurrentes) y muchas especies raras (o poco frecuentes).
- El número de especies tipificantes por ensamble aumenta de norte a sur, y de aguas más someras a más profundas. *Merluccius gayi gayi* es la única especie presente en los ensambles establecidos para las ocho zonas de estudio y los cuatro estratos de profundidad, sin embargo, disminuye su contribución a medida que aumenta la latitud (hacia el sur) y la profundidad.
- Los ensambles de especies bento-demersales se distribuyen, mediante análisis de agrupación y ordenación, en cuatro rangos biogeográfico: i) 29° S (zona 1), ii) 31°-35° S (zonas 2-3-4-5), iii) 36°-37° S (zonas 6-7) y iv) 37°-38 S (zona 8).
- Los ensambles de especies bento-demersales están relacionadas con tres variables oceanográficas: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, lo que está directamente relacionado con las características de las masas de agua predominantes.

**4.6 Objetivo N° 7.- Establecer las relaciones predador presa de las especies que componen los ensamblajes ecológicos según su distribución geográfica.**

**4.6.1 Contenidos gástricos de la ictiofauna bento-demersal**

Las muestras de estómagos de peces de las distintas zonas de pesca involucradas en el proyecto suman 789 distribuidos entre 26 especies depredadoras (Tabla 62), las cuales presentaron distintos comportamientos alimentarios, con diferencias en su dieta de acuerdo a la zona de procedencia y profundidad de captura. No todas las muestras se corresponden con todas las especies que aparecen en las zonas estudiadas, sino que representan aquellas cuyos estómagos presentaron contenidos analizables. Los resultados no consideran el peso del contenido gástrico ni el peso de las presas debido al avanzado estado de digestión de las presas. La identificación de éstas se realizó sobre la base de estructuras óseas o partes corporales identificables con características de valor taxonómico. En muchos casos, por ejemplo, el número de eufáusidos se estimó contando pares de ojos; los estomatópodos se estimaron contando la cantidad de telson presentes, estructura que también permite identificar la especie, y asumiendo que los ejemplares serían de la misma especie que el organismo mas completo que se pudo identificar individualmente en ese estómago en particular.

**Tabla 62.** Especies muestreadas y n° de estómagos con contenido analizados.

PREDADOR	n	PREDADOR	n
ACULEOLA NIGRA	4	GENYPTERUS MACULATUS	35
BASSANAGO ALBESCENS	5	HALAELURUS CANESCENS	35
BATHYRAJA PERUANA	8	HELICOLENUS LENGERICHI	6
CAELORINCHUS ACONCAGUA	5	HIPOGLOSSINA MYSTACIUM	6
CAELORINCHUS CHILENSIS	2	HIPOGLOSSINA SP.	104
CALLORHINCHUS CALLORHYNCHUS	19	HYDROLAGUS MACROPHTHALMUS	5
CENTROSCYLLIUM NIGRUM	8	ISACIA CONCEPTIONIS	11
DEANIA CALCEA	6	MACRURONUS MAGELLANICUS	2
DIPTURUS CHILENSIS	35	MERLUCCIUS GAYI	339
DIPTURUS SP.	62	PROLAILUS JUGULARIS	30
DOSSIDICUS GIGAS	8	PSAMMOBATUS RUDIS	3
EPIGONUS SP.	22	PSAMMOBATUS SP.	4
GENYPTERUS BLACODES	17	SCIAENIDAE	6

Los resultados se presentan por separado por zona, incluyendo una novena zona en el extremo sur del área de estudio, correspondiente a datos complementarios de muestreos en embarcaciones comerciales. Las presas que conforman la dieta alimentaria de estos depredadores pertenecen a los órdenes Annelida, Crustacea, Elasmobranchii, Mollusca y Teleostomi; de los cuales el orden Crustacea, en general, representa en promedio el 71,7% de la dieta de los organismos depredadores, seguido por el orden Teleostomi (19,7%). Dentro de cada zona, la incidencia de cada orden tiende a mantenerse, no obstante los otros ítemes no siempre están presentes (Tabla 63).

**Tabla 63.** Porcentaje de frecuencia de presas, total y por zona.

% / Zona	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Annelida	2,3	x	x	2,0	2,2	4,9	0,7	x	14,3	0,9
Crustacea	79,1	70	60,5	80,9	65,2	66,2	88,2	64,2	57,1	85,3
Elamobranchii	0,2	x	x	x	x	0,4	x	1,2	x	x
Mollusca	1,8	x	7,9	1,3	8,7	2,2	1,5	18,5	14,3	0,9
Teleostomi	16,7	30	31,6	15,8	23,9	26,2	9,6	16	14,3	12,8

Independiente de la distribución geográfica de las especies depredadores, producto del muestreo de estómagos con contenido se generan diferencias entre zonas respecto de la comunidad íctica presente (Tabla 64). La razón para presentar estos resultados en esta forma, obedece a que por lo general en los estudios de contenidos estomacales se suele presentar los resultados en forma globalizada, de tal modo que queda la impresión que un determinado depredador está consumiendo un gran número de especies indistintamente o con ciertas preferencias ilustradas ya sea por la frecuencia de aparición de una presa o por su número. Sin embargo, en el proceso de identificar los contenidos gástricos, se observa que en un estómago en particular, no vienen más de dos o tres especies siendo lo más frecuente la presencia de una única especie en cada caso. Es más, considerando la movilidad del depredador, también se observa que la dieta varía según el área geográfica y la profundidad a la cual fue capturado.

**Tabla 64.** Especies de depredadores por zona.

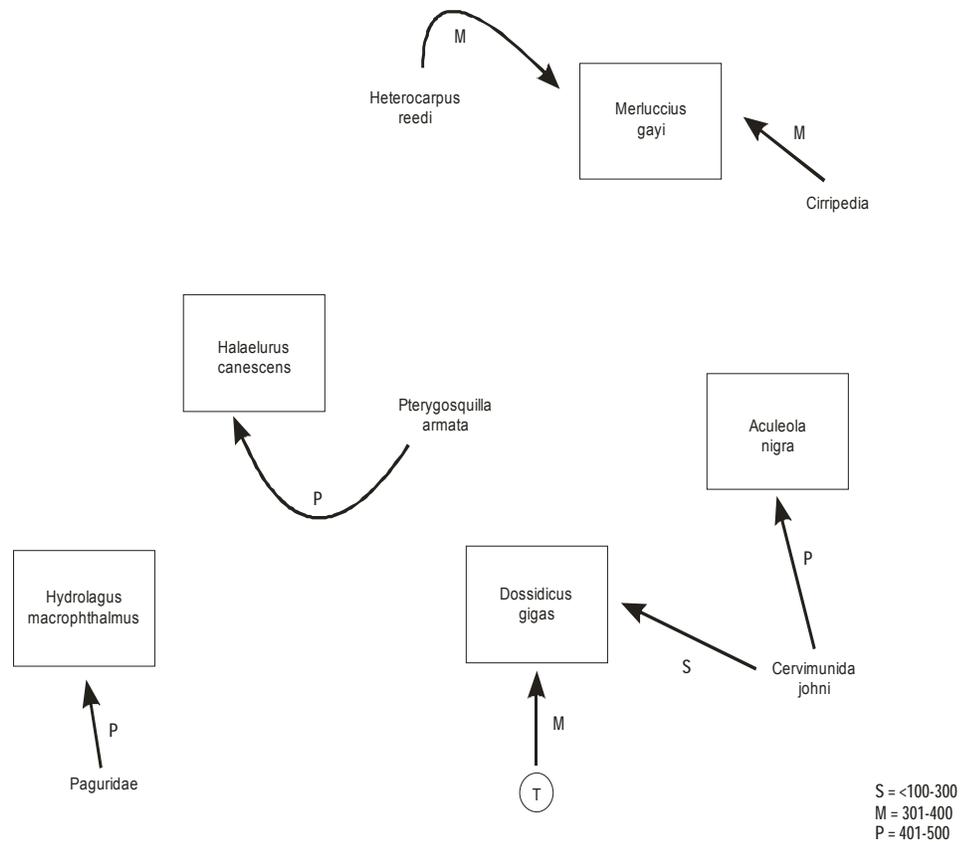
ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>CEPHALOPODA</b>									
<i>Dossidicus gigas</i>	SI	SI	X	X	X	X	X	X	X
<b>HOLOCEPHALI</b>									
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	X	X	X	X	X	SI	X	X	SI
<i>Hydrotaea macrophthalmus</i>	SI	SI	X	SI	X	X	X	X	X
<b>ELASMOBRANCHII</b>									
<i>Aculeola nigra</i>	SI	X	X	SI	X	X	X	X	X
<i>Centroscyllium nigrum</i>	X	SI	SI	X	X	X	X	X	X
<i>Deania calcea</i>	X	X	X	SI	SI	X	SI	X	X
<i>Halaelurus canescens</i>	SI	SI	SI	SI	SI	X	SI	X	X
<i>Bathyraja peruana</i>	X	X	X	SI	X	X	X	X	X
<i>Dipturus chilensis</i>	X	X	X	X	X	X	SI	X	X
<i>Dipturus sp.</i>	X	SI	X	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<i>Psammobatis rudis</i>	X	X	X	X	X	X	SI	X	X
<i>Psammobatis sp.</i>	X	X	SI	SI	X	X	X	X	X
<b>TELEOSTOMI</b>									
<i>Epigonus sp.</i>	X	X	X	SI	X	SI	X	X	X
<i>Prolatilus jugularis</i>	X	X	SI	X	SI	SI	X	X	SI
<i>Isacia conceptionis</i>	X	X	X	X	SI	X	X	X	X
<i>Helicolenus lengerichi</i>	X	X	X	X	X	SI	X	X	SI
<i>Genypterus blacodes</i>	X	X	X	SI	SI	X	SI	SI	X
<i>Genypterus maculatus</i>	X	X	X	X	SI	SI	X	X	X
<i>Bassanago albescens</i>	X	X	X	X	SI	X	SI	SI	X
<i>Sciaena suavis</i>	X	X	X	X	SI	X	X	X	X
<i>Hipoglossina sp.</i>	X	SI	SI	X	SI	SI	SI	X	SI
<i>Hipoglossina mystacium</i>	X	SI	SI	SI	X	X	X	X	X
<i>Merluccius gayi</i>	SI								
<i>Macruronus magellanicus</i>	X	X	SI	SI	X	X	X	X	X
<i>Coelorhynchus aconcagua</i>	X	X	X	X	SI	X	X	X	X
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	X	X	SI	X	X	X	X	X	X

Los resultados obtenidos de los estómagos analizados, agrupados por zona y profundidad (en metros), a las cuales fueron capturados los depredadores, se presentan a continuación en tablas; donde la profundidad de la presa es aquella a la cual el depredador consumió dicha presa (Tablas 65 a 73). Estas tablas contienen los datos de los depredadores ordenados, en la primera mitad de la tabla, por orden, familia, especie y profundidad de captura. Cada una de las especies de depredadores se relaciona en la segunda mitad de la tabla con el contenido de los estómagos analizados, estos contenidos se presentan por clase, orden, familia, especie y profundidad a la cual fueron consumidas. La especie se indica solo en aquellos casos en que fue posible identificar los restos a ese nivel. Junto con las tablas se entrega una representación gráfica, igualmente por zonas, de la asociación entre estos depredadores y su contenido estomacal, en donde se indica sobre las flechas, mediante una inicial, el rango de profundidad a la cual fueron consumidas (Figuras 68 a 76).

Las figuras mencionadas anteriormente fueron construidas basándose en las tablas antes mencionadas (Tablas 65 a 73); estas asociaciones presentan rangos de profundidad, los cuales se generaron para simplificar las figuras y son los siguientes: se considera profundidades someras a aquellas entre menos de 100m y 300m (S = <100m - 300m); profundidades intermedias entre 301m y 400m (M = 301m - 400m); y profundas a aquellas entre los 401m y 500m (P = 401m - 500m).

**Tabla 65.** Especies presa por depredador y profundidades de captura en la zona 1 (29,37°S - 29,62°S)

DEPREDADORES			PRESAS				
		PROFUNDIDADES (m)				PROFUNDIDADES (m)	
<b>CEPHALOPODA</b>							
<b>Ommastrephidae</b>	<i>Dosidicus gigas</i>	236 - 362	Crustacea	Anomura	Galatheidae	<i>Cervimunida johni</i>	236
			Teleostomi			spp.	236, 362
<b>HOLOCEPHALI</b>							
<b>Chimaeridae</b>	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	453	Crustacea	Brachyura	Paguridae	spp.	453
<b>ELASMOBRANCHII</b>							
<b>Squalidae</b>	<i>Aculeola nigra</i>	484	Crustacea	Anomura	Galatheidae	<i>Cervimunida johni</i>	484
<b>Scyllorhinidae</b>	<i>Halaellurus canescens</i>	453	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	453
<b>TELEOSTOMI</b>							
<b>Mertucciidae</b>	<i>Merluccius gayi</i>	362 - 366	Crustacea	Caridea	Pandalidae	<i>Heterocarpus reedi</i>	362
				Cirripedia		spp.	366



**Figura 68.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 1.

**Tabla 66.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 2 (31,95°S - 32,09°S).

DEPREDADORES			PRESAS				
CEPHALOPODA		PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)
Ommastrephidae	Dossidicus gigas	313	Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	313
			Teleostomi			spp.	313
HOLOCEPHALI							
Chimaeridae	Hydrolagus macrophthalmus	448 - 483	Crustacea	Anomura	Galatheidae	Cervimunida johni	448
					Paguridae	spp.	483
ELASMOBRANCHII							
Squalidae	Centroscyllium nigrum	448 - 492	Crustacea	Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	448
			Teleostomi			spp.	492
Rajidae	Dipturus sp.	358 - 378	Mollusca	Cephalopoda		spp.	378
			Crustacea	Brachyura	Calappidae	Mursia gaudichaudi	378
				Stomatopoda	Squillidae	Pterygosquilla armata	378
						Squilla aculeata	378
Scyliorhinidae	Halaelurus canescens	448 - 492	Mollusca	Cephalopoda		spp.	448, 492
			Crustacea	Anomura	Galatheidae	spp.	448
				Stomatopoda	Squillidae	Squilla aculeata	448
			Teleostomi			spp.	492
TELEOSTOMI							
Paralichthyidae	Hipoglossina mystacium	308	Crustacea	Penaeida	Penaeidae	Haliporoides diomedae	308
			Teleostei			spp.	308
	Hipoglossina sp.	242 - 252	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	242, 252
Merlucciidae	Merluccius gayi	149 - 378	Crustacea	Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	308
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	149 - 252
			Teleostomi		Macrouridae	spp.	308, 378

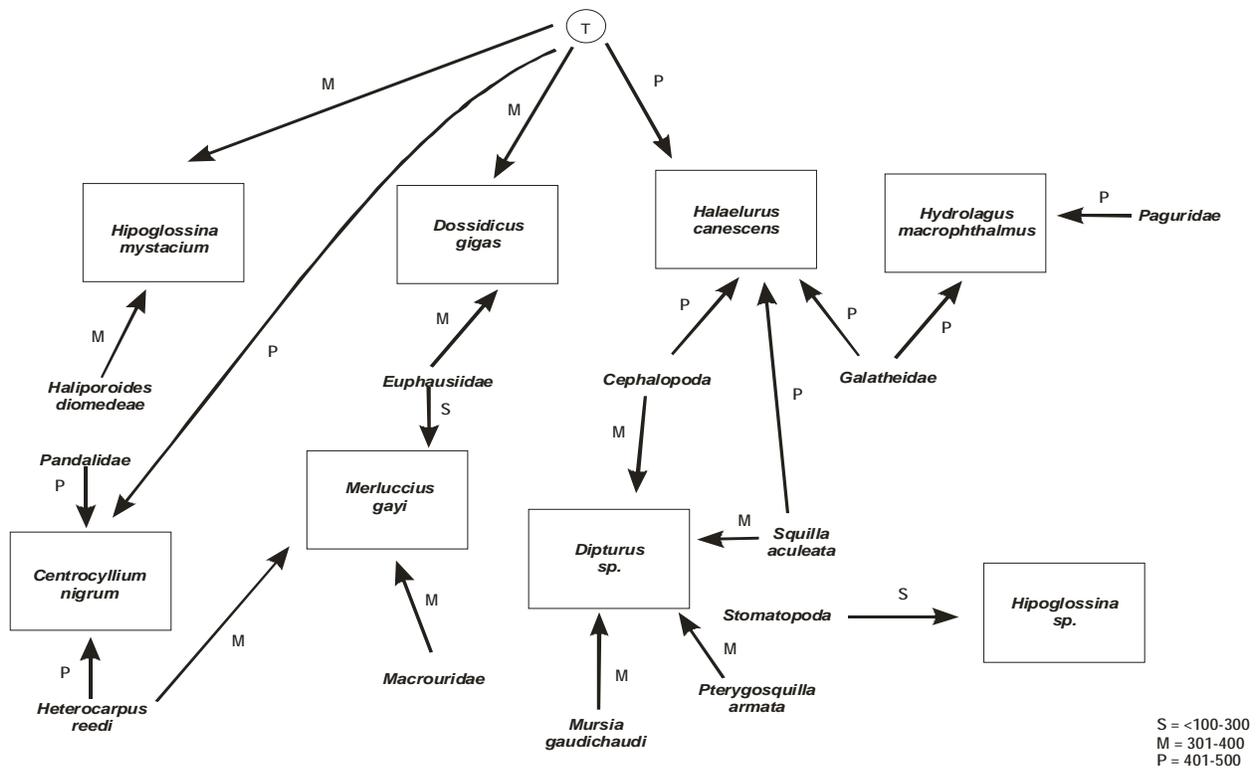


Figura 69. Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 2.

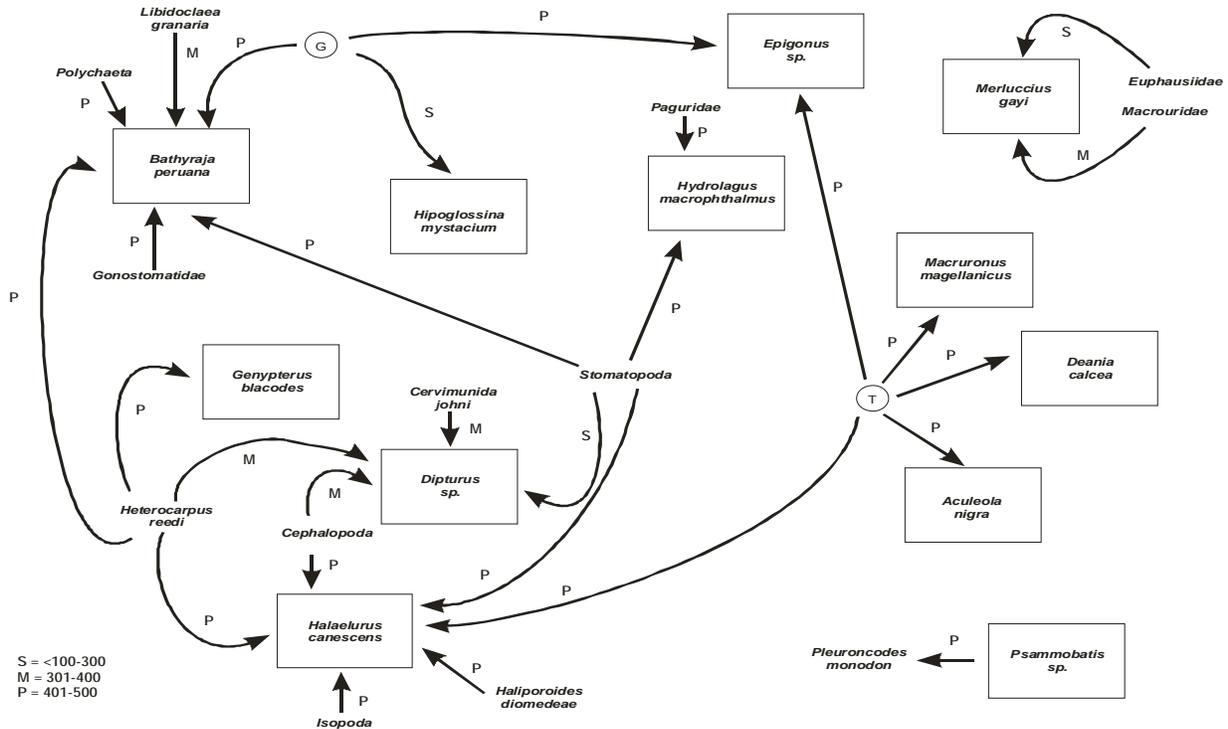
Tabla 67. Especies presa por depredador y profundidades en la zona 3 (33,18°S - 33,75°S)

DEPREDADORES			PRESAS					
ELASMOBRANCHII	PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)		
Rajidae	Psammobatis sp.	350 -450	Crustacea	Penaeida	Penaeidea	Haliporoides diomedea	450	
				Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	350	
Squalidae	Centrocyllium nigrum	450 - 492	Teleostomi			spp.	450	
			Mollusca	Cephalopoda			450	
			Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	450	
			Teleostomi			spp.	450, 492	
Scyliorhinidae	Halaelurus canescens	351 - 492	Mollusca	Cephalopoda		spp.	492	
			Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	351, 492	
			Teleostomi			spp.	492	
TELEOSTOMI								
Paralichthyidae	Hipoglossina mystacium	138	Annelida	Polychaeta		spp.	138	
			Crustacea			spp.	138	
			Teleostomi			spp.	138	
		Hipoglossina sp.	138 - 280	Crustacea	Anomura	Galathea	Cervimunida johni	174 - 224
						Pleuroncodes monodon	138	
					Stomatopoda	Squillidae	Pterygosquilla armata	187 - 280
			Teleostomi			spp.	168 - 176	
Merlucciidae	Macruronus magellanicus	475	Teleostomi			spp.	475	
	Merluccius gayi	149 - 325	Crustacea	Anomura	Galathea	Cervimunida johni	190	
				Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	280 - 351	
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	149 - 325	
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	174 - 180	
				Brachyura		spp.	190	
	Teleostomi		Merlucciidae	Merluccius gayi	174 - 190			
			Myctophidae	spp.	174 - 265			
Branchiostegida	Prolatilis jugularis	138	Annelida	Polychaeta		spp.	138	
Macrouridae	Coelorhynchius chilensis	450	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	450	



**Tabla 68.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 4 (34,45°S - 35,05°S)

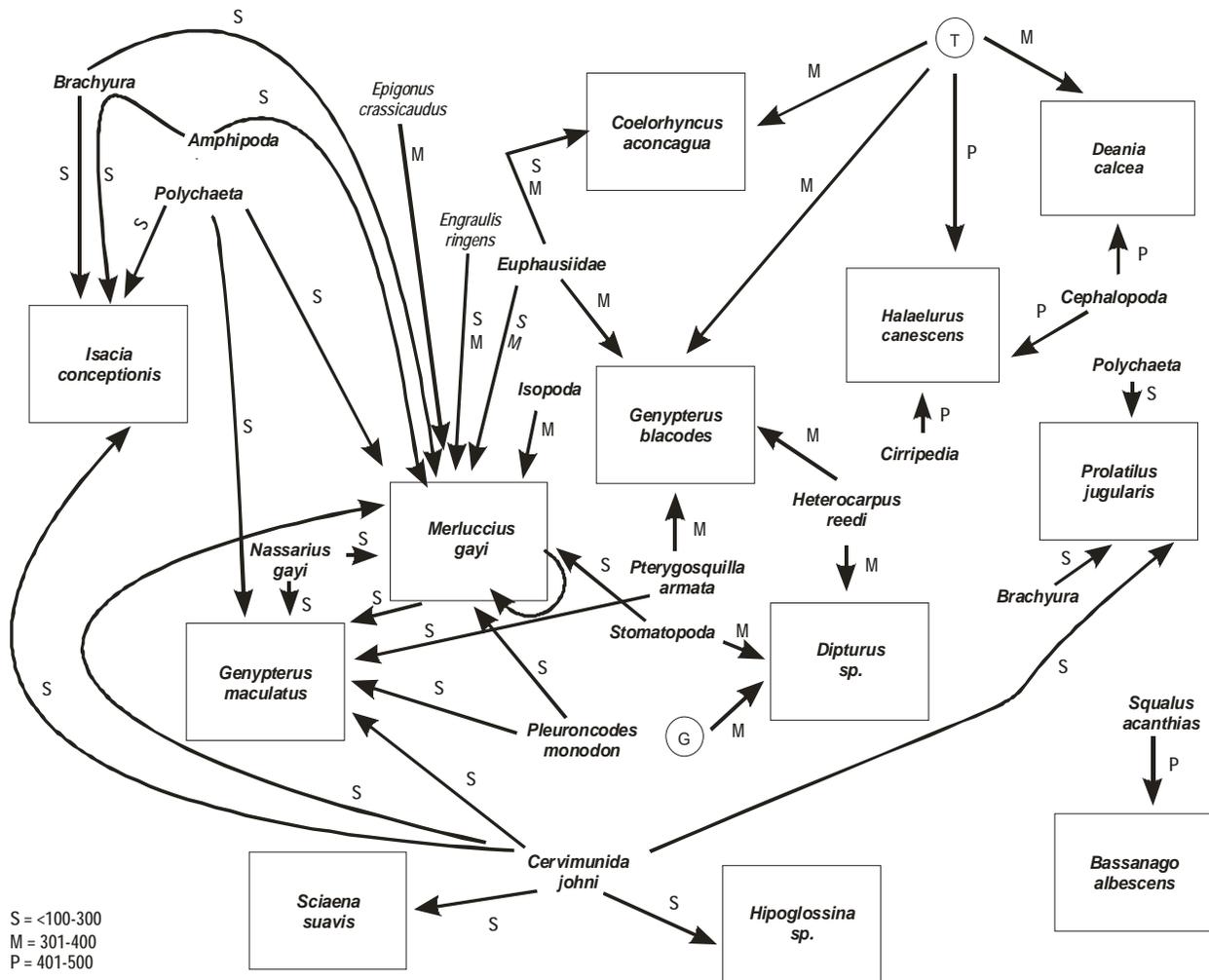
DEPREDADORES			PRESAS				
HALOCEPHALI	PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)	
Chimaeridae	Hydrolagus macrophthalmus	461	Crustacea	Anomura	Paguridae	spp.	461
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	461
<b>ELASMOBRANCHII</b>							
Squalidae	Aculeola nigra	461	Teleostomi			spp.	461
	Deania calcea	461	Teleostomi			spp.	461
Rajidae	Bathyraja peruana	350 - 450	Annelida	Polychaeta		spp.	442
			Crustacea	Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	442
				Brachyuro	Majidae	Libidoclaea granaria	352
				Anomura	Galatheidae	spp.	442
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	442
			Teleostomi		Gonostomatidae		442
	Dipturus sp.	250 - 400	Mollusca	Cephalopoda		spp.	350
			Crustacea	Anomura	Galatheidae	Cervimunida johni	385
				Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	350
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	269, 281
	Psammobatis sp.	460	Crustacea	Anomura	Galatheidae	Pleuroncodes monodon	460
Scyliorhinidae	Halaelurus canescens	400 - 460	Mollusca	Cephalopoda		spp.	406 - 460
			Crustacea	Penaeida	Penaeidae	Haliporoides diomedea	454 - 460
				Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	460
				Isopoda		spp.	406
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	442
			Teleostomi			spp.	454
<b>TELEOSTOMI</b>							
Apogonidae	Epigonus sp.	442	Crustacea	Anomura	Galatheidae	spp.	442
			Teleostomi			spp.	442
Ophidiidae	Genypterus blacodes	406	Crustacea	Caridea	Pandalidae	Heterocarpus reedi	406
Paralichthyidae	Hipoglossina mystacium	164	Crustacea	Anomura	Galatheidae	spp.	164
Merlucciidae	Macruronus magellanicus	454	Teleostomi			spp.	454
	Merluccius gayi	164 - 385	Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	164
			Teleostomi		Macrouridae	spp.	385



**Figura 71.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 4.

**Tabla 69.** Especies presa por depredador y profundidades en la zona 5 (35,11°S - 36,00°S)

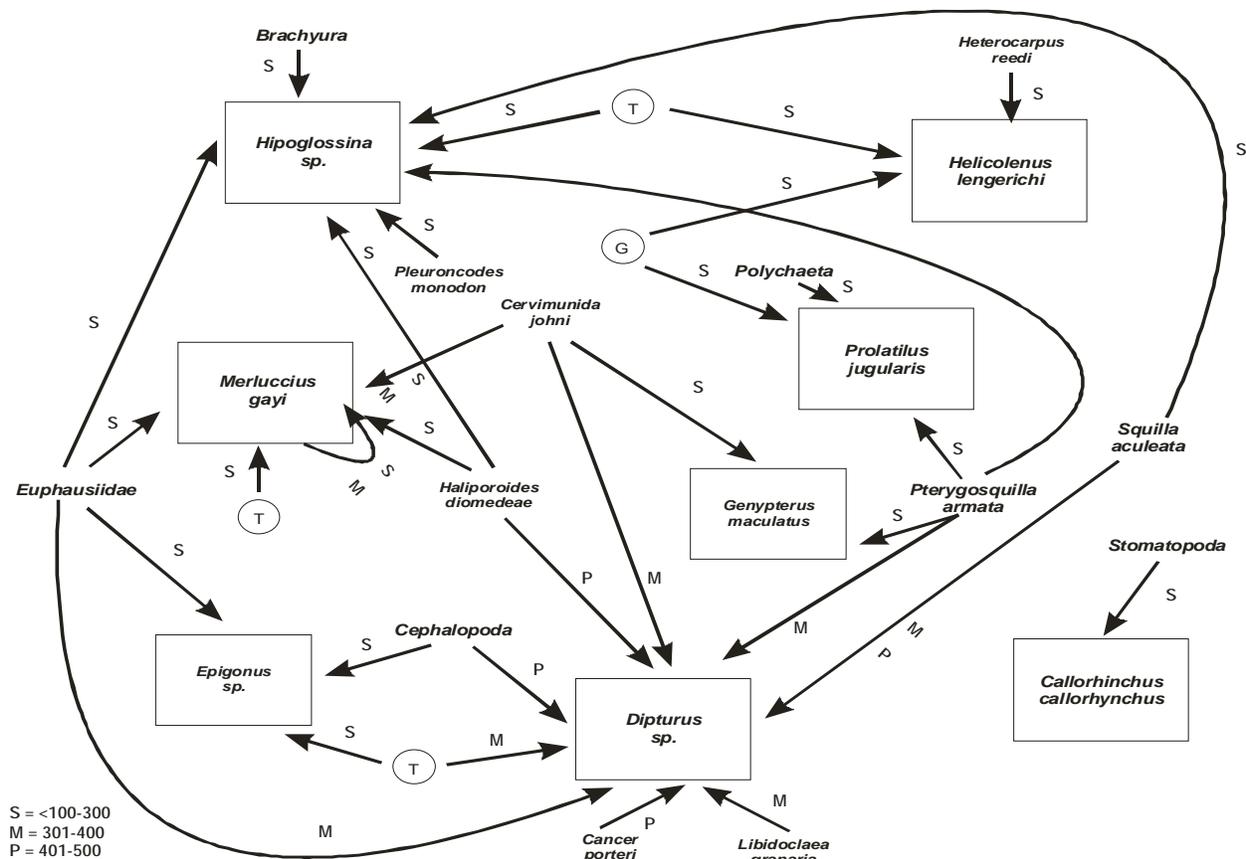
DEPREDADORES			PRESAS				PROFUNDIDADES (m)
ELASMOBRANCHII		PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)
<b>Rajidae</b>	<i>Dipturus</i> sp.	358	Crustacea	Anomura	Galatheididae	spp.	358
				Caridea	Pandalidae	<i>Heterocarpus reedi</i>	358
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	358
<b>Squalidae</b>	<i>Deania calcea</i>	430	Mollusca	Cephalopoda		spp.	430
			Teleostomi			spp.	430
<b>Scyliorhinidae</b>	<i>Halaaelurus canescens</i>	430	Mollusca	Cephalopoda		spp.	430
			Crustacea	Cirripedia		spp.	430
			Teleostomi			spp.	430
<b>TELEOSTOMI</b>							
<b>Sciaenidae</b>	<i>Sciaena suavis</i>	65 - 73	Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	65 - 73
<b>Congridae</b>	<i>Bassanago albescens</i>	430	Elasmobranchii		Squalidae	<i>Squalus acanthias</i>	430
<b>Macrouridae</b>	<i>Coelorrhynchus aconcagua</i>	379	Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	379
			Teleostomi			spp.	379
<b>Ophidiidae</b>	<i>Genypterus blacodes</i>	366 - 393	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	393
				Caridea	Pandalidae	<i>Heterocarpus reedi</i>	366
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	366
			Teleostomi			spp.	366
	<i>Genypterus maculatus</i>	65 - 106	Annelida	Polychaeta		spp.	65 - 85
			Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	85
						<i>Pleuroncodes monodon</i>	85
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	85
			Mollusca	Neogastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius gayi</i>	65
			Teleostomi		Merlucciidae	<i>Merluccius gayi</i>	65 - 81
<b>Paralichthyidae</b>	<i>Hipoglossina</i> sp.	72	Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	72
<b>Haemulidae</b>	<i>Isacia conceptionis</i>	81 - 85	Annelida	Polychaeta		spp.	81 - 85
			Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	81 - 85
				Amphipoda		spp.	81
				Brachyura		spp.	81
<b>Merlucciidae</b>	<i>Merluccius gayi</i>	65 - 307	Annelida	Polychaeta		spp.	70 - 85
			Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	65 - 77
						<i>Pleuroncodes monodon</i>	97
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	77 - 307
				Isopoda		spp.	307
				Stomatopoda	Squillidae	spp.	65 - 96
				Brachyura		spp.	67 - 96
				Amphipoda		spp.	80
			Mollusca	Neogastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius gayi</i>	72 - 96
			Teleostomi		Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	65 - 307
					Apogonidae	<i>Epigonus crassicaudus</i>	307
					Merlucciidae	<i>Merluccius gayi</i>	70 - 77
<b>Branchiostegidae</b>	<i>Prolatilus jugularis</i>	65	Annelida	Polychaeta		spp.	65
			Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	65
				Brachyura		spp.	65



**Figura 72.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 5.

**Tabla 70.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 6 (36,45°S - 37,07°S).

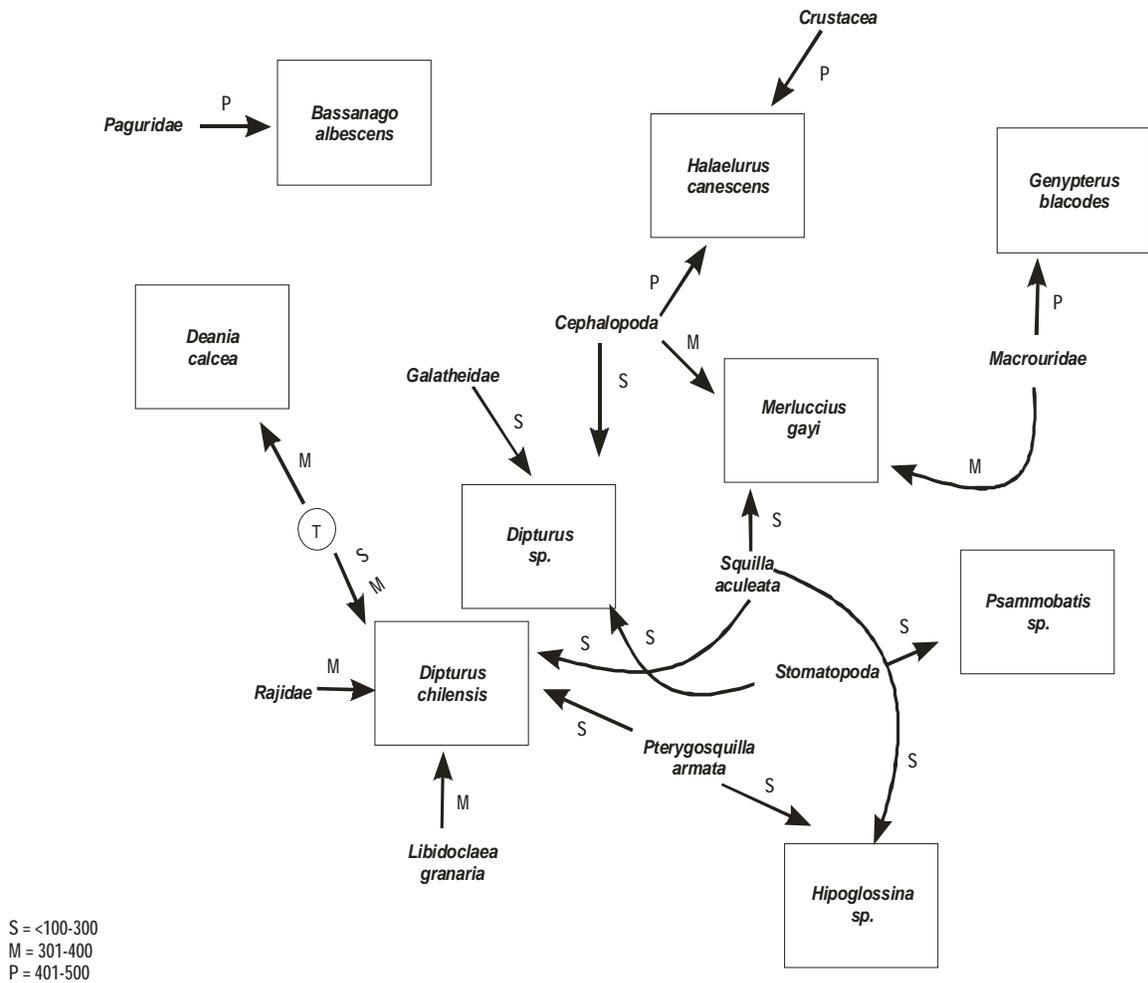
DEPREDADORES			PRESAS				PROFUNDIDADES (m)
HOLOCEPHALEI		PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)
<b>Callorhynchidae</b>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	81 - 99	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	81 - 99
<b>ELASMOBRANCHII</b>							
<b>Rajidae</b>	<i>Dipturus</i> sp.	304 - 445	Mollusca	Cephalopoda		spp.	445
			Crustacea	Brachyura	Cancridae	<i>Cancer porteri</i>	445
					Majidae	<i>Libidoclaea granaria</i>	304
				Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	304
				Penaeida	Penaeidae	<i>Haliporoides diomedae</i>	445
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	304
						<i>Squilla aculeata</i>	445 (1), 304
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	304
			Teleostomi			spp.	304
<b>TELEOSTOMI</b>							
<b>Apogonidae</b>	<i>Epigonus</i> sp.	188 - 253	Mollusca	Cephalopoda		spp.	188
			Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	188 - 253
			Teleostomi			spp.	253
<b>Ophidiidae</b>	<i>Genypterus maculatus</i>	102	Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	102
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	102
<b>Scorpaenidae</b>	<i>Helicolenus lengerichi</i>	230	Crustacea	Caridea	Pandalidae	<i>Heterocarpus reedi</i>	230
				Anomura	Galatheididae	spp.	230
			Teleostomi			spp.	230
<b>Paralichthyidae</b>	<i>Hipoglossina</i> sp.	122 - 256	Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	123 - 256
						<i>Pleuroncodes monodon</i>	256
				Penaeida	Penaeidae	<i>Haliporoides diomedae</i>	256
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	123
						<i>Squilla aculeata</i>	123
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	139 - 205
				Brachyura		spp.	186
			Teleostomi			spp.	139
<b>Merlucciidae</b>	<i>Merluccius gayi</i>	81 - 304	Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	123 - 304
				Penaeida	Penaeidae	<i>Haliporoides diomedae</i>	256
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	81 - 256
			Teleostomi		Merlucciidae	<i>Merluccius gayi</i>	102 - 304
<b>Branchiostegidae</b>	<i>Prolatilus jugularis</i>	102	Annelida	Polychaeta		spp.	102
			Crustacea	Anomura	Galatheididae	<i>Cervimunida johni</i>	102
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	102



**Figura 73.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 6.

**Tabla 71.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 7 (37,76°S - 37,94°S)

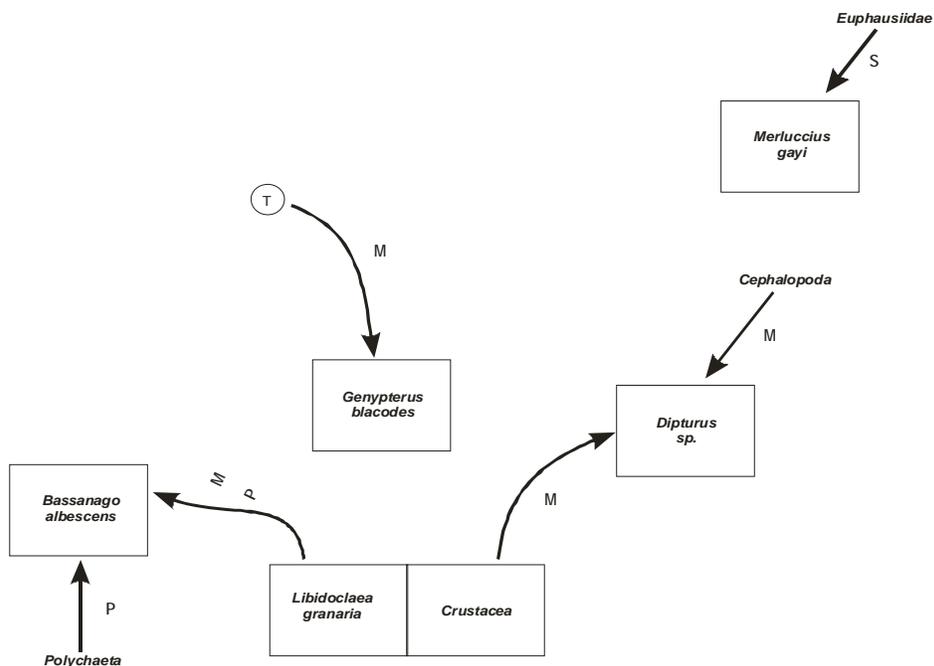
DEPREDADORES			PRESAS					
ELASMOBRACHII	PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)		
Rajidae	Dipturus sp.	240	Mollusca	Cephalopoda	spp.	240		
	Dipturus chilensis	240, 372	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	240	
			Crustacea	Anomura	Galatheididae	spp.	240	
				Brachyura	Majidae	Libidoclaea granaria	372	
				Stomatopoda	Squillidae	Pterygosquilla armata	240	
						Squilla aculeata	240	
			Elasmobranchii		Rajidae	spp.	372	
						Teleostomi	spp.	240, 372
	Psammobatis rudis	240	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	spp.	240	
Squalidae	Deania calcea	372	Teleostomi			spp.	372	
Scyliorhinidae	Halaelurus canescens	449	Mollusca	Cephalopoda		spp.	449	
			Crustacea			spp.	449	
TELEOSTOMI								
Congridae	Bassanago albescens	436	Crustacea	Brachyura	Paguridae	spp.	436	
Ophidiidae	Genypteris blacodes	432	Teleostomi		Macrouridae	spp.	432	
Paralichthyidae	Hipoglossina sp.	159	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	Pterygosquilla armata	159	
						Squilla aculeata	159	
Merlucciidae	Merluccius gayi	159, 372	Mollusca	Cephalopoda		spp.	372	
			Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	Squilla aculeata	159	
			Teleostomi		Macrouridae	spp.	372	



**Figura 74.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 7.

**Tabla 72.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 8 (38,64°S - 38,85°S)

DEPREDADORES			PRESAS				
		PROFUNDIDADES (m)				PROFUNDIDADES (m)	
Rajidae	Dipturus sp.	376	Mollusca	Cephalopoda	spp.	376	
			Crustacea		spp.	376	
<b>TELEOSTOMI</b>							
Congridae	Bassanago albescens	356 - 452	Annelida	Polychaeta	spp.	452	
			Crustacea	Brachyura	Majidae	Libidoclaea granaria	356 - 452
Ophidiidae	Genypterus blacodes	356	Teleostomi		spp.	356	
Merucciidae	Merluccius gayi	252	Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	252

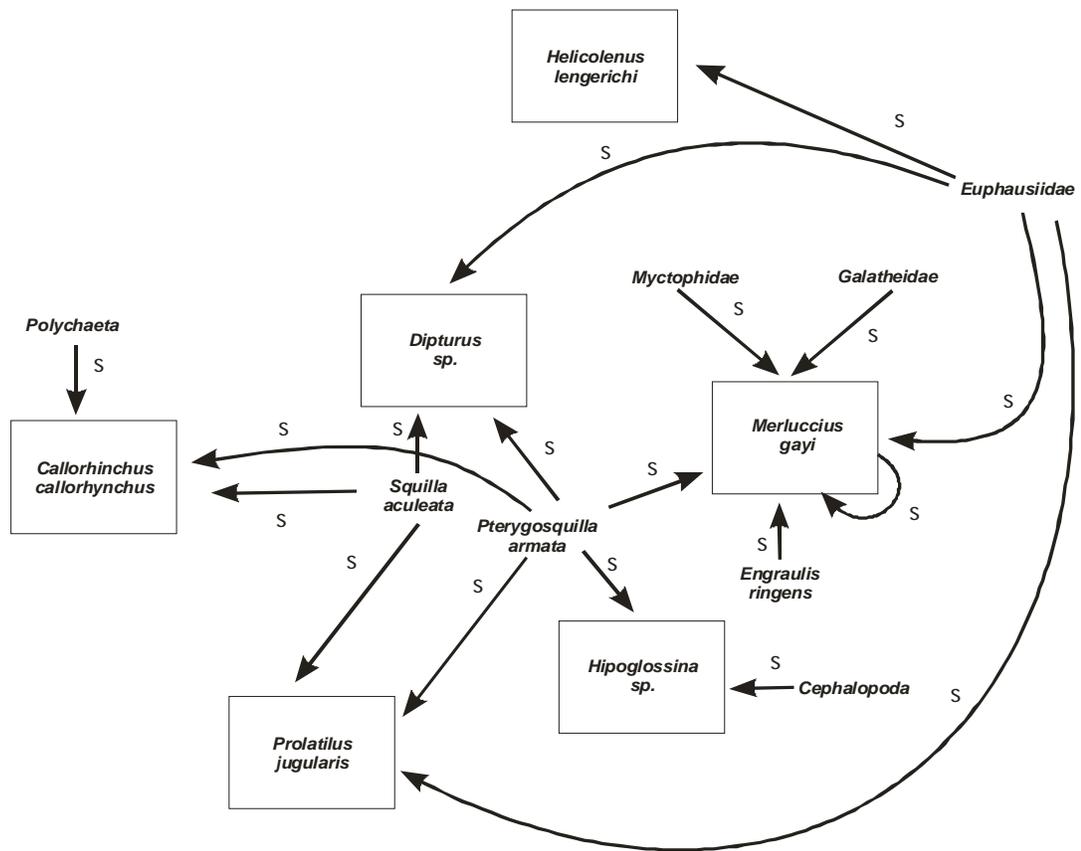


S = <100-300  
M = 301-400  
P = 401-500

**Figura 75.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 8.

**Tabla 73.** Especies presa por depredador y profundidades de predación en la zona 9 (41,00°S - 41,40°S)

DEPREDADORES			PRESAS				
HOLOCEPHALI		PROFUNDIDADES (m)					PROFUNDIDADES (m)
<b>Callorhynchidae</b>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	160 - 165	Annelida	Polychaeta		spp.	160
			Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla aculeata</i>	160
						<i>Pterygosquilla armata</i>	165
<b>ELASMOBRANCHII</b>							
<b>Rajidae</b>	<i>Dipturus sp.</i>	158 - 160	Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	160
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla aculeata</i>	158
						<i>Pterygosquilla armata</i>	160
<b>TELEOSTOMI</b>							
<b>Scorpaenidae</b>	<i>Helicolenus lengerichi</i>	156	Crustacea	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	156
<b>Paralichthyidae</b>	<i>Hipoglossina sp.</i>	160 - 163	Mollusca	Cephalopoda		spp.	160
			Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	163
<b>Merlucciidae</b>	<i>Merluccius gayi</i>	153 - 168	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	<i>Pterygosquilla armata</i>	153 - 165
				Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	158-168
				Anomura	Galatheidae	spp.	160
			Teleostomi	Merlucciidae	<i>Merluccius gayi</i>		160 - 165
				Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>		160
<b>Branchiostegidae</b>	<i>Prolatilus jugularis</i>	158 - 165	Crustacea	Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla aculeata</i>	158 - 160
						<i>Pterygosquilla armata</i>	160 - 165
			Teleostomi	Euphausiacea	Euphausiidae	spp.	165
			Teleostomi		spp.	160	



**Figura 76.** Asociación de organismos depredadores y sus presas en la zona 9.

En síntesis, la dieta de las diferentes especies de depredadores analizados varía según la latitud y profundidad en la que se encuentra. Si bien, al presentar un esquema globalizado de las relaciones depredador-presa éste aparece muy complejo, tal complejidad tiende a desaparecer al considerar las variables antes señaladas. Se observa que lo más común es que el contenido gástrico del depredador no contenga más de dos a tres especies presa a la vez.

#### **4.6.2 Modelo ecotrófico multiespecífico-comunitario de Chile centro-sur (año 2005)**

Los valores de los parámetros de entrada y salida del modelo balanceado se muestran en la Tabla 74. El presente modelo multiespecífico estimó que la biomasa total (BTS) del ecosistema marino de Chile centro-sur fue de 611,744 ton/km<sup>2</sup> en 2005, excluyendo el detrito (Tabla 74). Este ecosistema fue dominado por los aportes del fitoplancton y mesozooplancton, quienes contribuyeron con el 57,30% y 28,50% de la BTS, respectivamente. Dentro del compartimiento pelágico los mayores valores de biomasa se relacionaron con peces mesopelágicos (3,12%), anchoveta (2,67%) y sardina común (1,40%). Por su parte, el jurel aportó tan solo con el 0,38% de la BTS. El compartimiento demersal fue dominado por merluza común (1,45%), jibia (0,74%), congrios (0,49%) y langostino colorado (0,38%). Los predadores tope (albacora, tiburones pelágicos, lobo marino) aportaron con menos del 0,01% de la BTS (Tabla 74).

#### **Nivel trófico de las especies del ecosistema marino de Chile centro-sur**

El nivel trófico (NT) promedio de cada una de los grupos de especies incluidos en el modelo multiespecífico-comunitario del ecosistema marino de Chile centro-sur se presenta en la Tabla 74. Se observó que los predadores tope de este ecosistema marino correspondieron a albacora (NT=4,72), cetáceos (NT=4,54), tiburones pelágicos (NT=4,45) y lobo marino (NT=4,03). La jibia (NT=3,75) y las aves marinas (NT=3,62) se posicionaron en NT superiores. Por su parte aquellos grupos funcionales, que constituyen recursos pesqueros y que presentaron los mayores niveles tróficos fueron: merluza común (NT=3,97), merluza de cola (NT=3,91), caballa (NT=3,81), congrios (NT=3,78) y besugo (NT=3,72). Otras especies de peces tales como peces mesopelágicos, jurel, blanquillo, reineta, cojinoba, rayas, pejerratas y lenguado de ojos grandes se posicionaron con valores de NT entre 3,59 y 2,94. La posición trófica del plancton gelatinoso (NT=2,62) fue superior a la ocupada por sardina común, anchoveta e invertebrados bentónicos (langostino amarillo, langostino colorado, camarón nailon, macrobentos), quienes fueron los recursos pesqueros con menor NT, fluctuando entre 2,03 y 2,00. Por su parte el fitoplancton constituyó el nivel trófico basal (NT=1).

Tabla 74. Valores de los parámetros de entrada y salida (**en negrita**) del modelo ecotrófico multiespecífico para el ecosistema marino de Chile centro-sur, año 2005.

Grupo	Parámetro	NT	<b>B</b> (t/km <sup>2</sup> )	<b>P/B</b> (/year)	<b>Q/B</b> (/year)	<b>Y</b>	<b>E.E.</b>	<b>P/Q</b>
1. Cetáceos		4,54	0,01000	1,000	10,000		<b>0,100</b>	0,100
2. Tiburones		4,45	<b>0,0119</b>	0,500	2,000	0,005	0,999	0,250
3. Lobo marino		4,03	<b>0,0396</b>	1,050	15,000		0,540	0,070
4. Aves marinas		3,62	0,0300	5,000	20,000		0,000	0,250
5. Albacora		4,72	<b>0,00439</b>	0,500	5,000	0,001	0,999	0,100
6. Merluza común		3,97	8,903	1,000	5,160	0,701	<b>0,956</b>	0,194
7. Sardina común		2,02	8,560	2,270	14,600	3,180	<b>0,454</b>	0,155
8. Anchoveta		2,02	16,320	2,130	11,000	6,631	<b>0,523</b>	0,194
9. Jibia		3,75	<b>4,556</b>	1,750	5,400	3,707	0,999	0,324
10. Langostino colorado		2,00	<b>2,319</b>	3,570	14,000	0,001	0,964	0,255
11. Langostino amarillo		2,00	0,380	3,570	14,100	0,004	<b>0,889</b>	0,253
12. Camarón nailon		2,00	0,290	2,500	12,000	0,037	<b>0,906</b>	0,208
13. Jurel		3,59	2,370	0,570	14,200	0,711	<b>0,542</b>	0,040
14. Caballa		3,81	<b>0,0974</b>	1,360	8,400	0,128	0,999	0,162
15. Congrios		3,78	<b>2,971</b>	0,800	4,000	0,030	0,990	0,200
16. Mesopelágicos		3,51	<b>19,071</b>	1,200	12,000		0,850	0,100
17. Pejerrata		3,00	2,206	1,400	11,000	0,015	0,920	0,127
18. Merluza de cola		3,91	11,110	0,550	5,500	0,513	0,281	0,100
19. Cojinoba		3,35	<b>1,542</b>	1,190	2,900	0,007	0,770	0,410
20. Reineta		3,20	<b>1,883</b>	1,130	3,800	0,189	0,750	0,297
21. Besugo		3,72	0,240	0,320	4,500	0,032	<b>0,482</b>	0,071
22. Blanquillo		3,18	0,0450	0,700	7,000	0,0004	<b>0,013</b>	0,100
23. Rayas		3,14	0,220	0,700	4,000	0,0370	<b>0,528</b>	0,175
24. Lenguado		2,94	<b>1,541</b>	0,700	3,000	0,007	0,790	0,233
25. Macrobentos		2,03	<b>1,113</b>	1,200	10,000		0,990	0,120
26. Plancton gelatinoso		2,62	<b>1,043</b>	0,580	1,420		0,570	0,408
27. Meso zooplancton		2,11	<b>152,317</b>	45,000	154,200		0,450	0,292
28. Macrozooplancton		2,72	<b>22,042</b>	13,000	31,710		0,960	0,410
29. Fitoplancton		1,00	<b>350,536</b>	120,000	-		0,460	-
Detrito		1,00	1,000	-	-		<b>0,002</b>	-

La matriz de composición de la dieta de los grupos funcionales incluidos en el modelo se presenta en la Tabla 75

Tabla 75. Matriz de composición de la dieta de los grupos funcionales incluidos en el modelo ecotrófico multiespecífico de Chile centro-sur, año 2005.

Presa \ Predador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1. Cetáceos	0,010																											
2. Tiburones		0,040																										
3. Lobo marino	0,220	0,020																										
4. Aves marinas																												
5. Albacora		0,050																										
6. Merluza común	0,110	0,200	0,240	0,200		0,070			0,150						0,050							0,070	0,010					
7. Sardina común	0,060	0,020	0,220	0,410	0,010				0,145				0,050															
8. Anchoqueta	0,080	0,080	0,160	0,200	0,010	0,010			0,135				0,090	0,020							0,630							
9. Jibia	0,190	0,050	0,120						0,070									0,040										
10. Lang. colorado		0,010				0,060									0,110		0,140				0,040						0,050	
11. Lang. amarillo		0,010				0,020																0,080	0,030	0,050				
12. Camarón nailon		0,010				0,008																0,050	0,050					
13. Jurel	0,110	0,010			0,480																							
14. Caballa	0,020	0,100																										
15. Congrios		0,100	0,010			0,050																	0,020					
16. Mesopelágicos	0,100		0,010	0,110		0,147			0,047				0,010	0,150				0,180										
17. Pejerrata		0,100				0,020			0,0009						0,160													
18. Merluza de cola	0,020		0,070		0,500	0,020			0,010																			
19. Cojinoba	0,005		0,040			0,029			0,0009														0,010					
20. Reineta	0,005		0,060			0,029			0,0008																			
21. Besugo	0,050																											
22. Blanquillo																												
23. Rayas		0,010																					0,050					
24. Lenguado	0,020	0,100	0,010			0,010			0,010																		0,030	
25. Macrobentos															0,010							0,730	0,600		0,040			
26. Planc. gelatinoso													0,010	0,010														
27. Mesozooplancton							0,020	0,020					0,070	0,020		0,150			0,550					0,090		0,560	0,110	0,650
28. Macrozooplancton			0,060			0,363			0,050				0,770	0,800	0,010	0,780		0,780	0,350	0,230	0,970		0,010					
29. Fitoplancton							0,980	0,980								0,070										0,440	0,800	0,350
30. Detrito										1,0	1,0	1,0												0,800				
Importaciones		0,090		0,080		0,165			0,380						0,660		0,860		0,100	0,100	0,030	0,120	0,230	0,720	0,160		0,090	
Sum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

## Sobreposición de nichos tróficos

La salida obtenida a partir del cálculo del índice de sobreposición de nichos tanto de presas ( $O_{jk}$ ) como de predadores ( $P_{mn}$ ) se presenta en la Figura 77. Langostino amarillo y camarón nailon presentaron los mayores valores de sobreposición de predadores y de presas ( $P_{mn} \approx 1,0$ ,  $O_{jk} \approx 1$ ). A su vez, cojinoba y reineta fueron grupos con una gran sobreposición de predadores, siendo muy baja la sobreposición de presas ( $P_{mn} = 1,0$ ,  $O_{jk} \approx 0,0$ ). Los pares de grupos integrados por cetáceos/tiburones pelágicos y merluza de cola/cojinoba presentaron alta sobreposición de predadores y una sobreposición de presas intermedia ( $P_{mn} = 1,0$ ,  $O_{jk} \approx 0,5$ ). Por su parte, plancton gelatinoso y macrozooplancton presentaron una alta sobreposición de presas y muy baja sobreposición de predadores ( $P_{mn} \approx 0,0$ ,  $O_{jk} = 1,0$ ). La merluza común y merluza de cola presentaron valores altos de sobreposición de presas y predadores ( $P_{mn} = 0,8$ ,  $O_{jk} = 0,79$ ). Los pares de grupos con mayores valores de sobreposición de presas ( $O_{jk} \approx 1,0$ ) fueron: peces mesopelágicos/merluza de cola, langostino colorado/langostino amarillo, sardina común/anchoveta, caballa/besugo, peces mesopelágicos/anchoveta y jurel/besugo. En el compartimento demersal, el par conformado por jibia/merluza de cola presentaron los menores valores de sobreposición tanto de presas como de predadores ( $P_{mn} \approx 0,0$ ,  $O_{jk} \approx 0,0$ ). A su vez, jibia y merluza común presentaron baja sobreposición de presas y predadores (Figura 77).

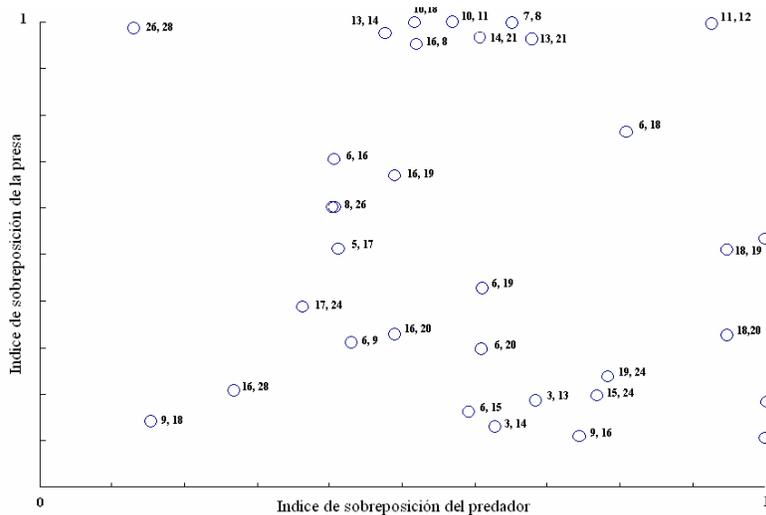


Figura 77. Índice de sobreposición trófica de los grupos incluidos en el modelo del ecosistema marino de Chile centro-sur, año 2005. Se presentan los grupos que obtuvieron un valor del índice superior a 0,2. Los números corresponden a: 1 -Cetáceos; 2 - Lobo marino; 3 –Tiburones pelágicos; 4 - Aves marinas; 5 - Albacora; 6 - Merluza común; 7 - Sardina común; 8 - Anchoveta; 9 -Jibia; 10 -Langostino colorado; 11 -Langostino amarillo; 12 -Camarón nailon; 13 - Jurel; 14 - Caballa; 15 -Congrios; 16 –Mesopelágicos; 17 - Pejerrata; 18 -Merluza de cola; 19 -Cojinoba; 20 -Reineta; 21 -Besugo; 22 -Blanquillo; 23 -Rayas; 24 -Lenguado; 25 -Macrobentos; 26 –Plancton gelatinoso; 27 –Mesozooplancton.; 28 -Macrozooplancton; 29 -Fitoplancton; 30- Detrito; 31- Pesquería.

## Impactos tróficos combinados

A nivel de predadores tope los cetáceos provocaron impactos tróficos negativos sobre sí mismos y sobre lobo marino. Igual resultado se genera al considerar los impactos negativos ejercidos por los tiburones pelágicos sobre albacora. Merluza común causó impactos tróficos positivos sobre aves marinas, jibia, pejerratas y macrobentos. Por otro lado, los impactos negativos de merluza común fueron ejercidos sobre congrios, cojinoba, reineta, merluza de cola, merluza común (canibalismo), langostino amarillo y lenguado de ojos grandes. La jibia causó los mayores impactos tróficos negativos sobre merluza común, sardina común y jibia (canibalismo). A su vez, los impactos tróficos positivos de la jibia afectaron a langostino amarillo, camarón nailon, congrios, cojinoba y reineta. El langostino colorado generó impactos tróficos negativos sobre langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon. El jurel provocó impactos tróficos negativos sobre el plancton gelatinoso, mientras que congrios ejercieron similar efecto sobre pejerratas. Por último, la flota pesquera causó un alto impacto trófico positivo sobre plancton gelatinoso y en menor medida sobre macrobentos (tres especies de jibias) y peces mesopelágicos (mictófididos). Se destaca los impactos tróficos negativos ejercidos por la pesquería, los cuales recaen sobre tiburones pelágicos, jurel, caballa, besugo, blanquillo, albacora, jibia, merluza de cola, reineta y rayas, en ese orden de importancia.

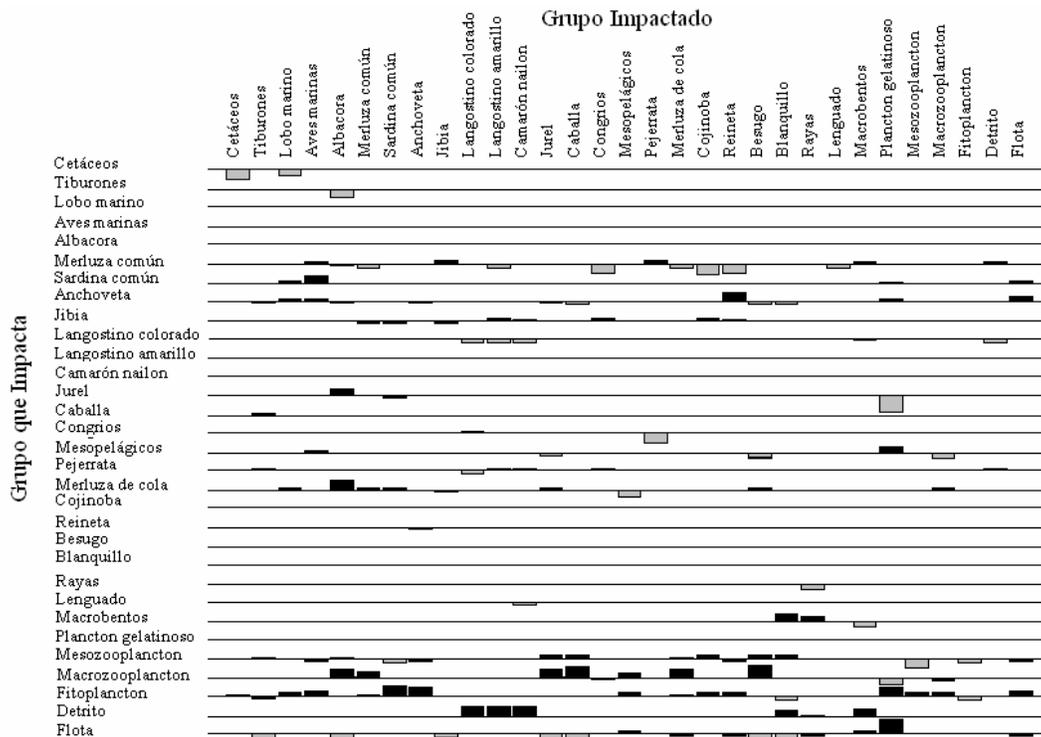


Figura 78. Impactos tróficos combinados para el modelo del ecosistema marino de Chile centro-sur, año 2005. Impactos positivos se muestran como barras hacia arriba (en negro), impactos negativos se muestran como barras hacia abajo (en gris).

### **Conclusiones del Objetivo 7**

- La biomasa total del ecosistema marino de Chile centro-sur estimada para el año 2005 fue de 611,744 ton/km<sup>2</sup> (excluyendo el detrito). El fitoplancton (57,30%) y el mesozooplancton (28,50%) dominaron los aportes a la biomasa total del ecosistema.
- Dentro del compartimiento pelágico los mayores valores de biomasa se relacionaron con peces mesopelágicos (3,12%), anchoveta (2,67%) y sardina común (1,40%).
- El compartimiento demersal fue dominado por merluza común (1,45%), jibia (0,74%), congrios (0,49%) y langostino colorado (0,38%).
- Los predadores tope identificados para el ecosistema de Chile centro-sur fueron albacora (NT=4,72), cetáceos (NT=4,54), tiburones pelágicos (NT=4,45) y lobo marino (NT=4,03).
- Los grupos funcionales que constituyen recursos pesqueros y que presentaron los mayores niveles tróficos fueron: merluza común (NT=3,97), merluza de cola (NT=3,91), caballa (NT=3,81), congrios (NT=3,78) y besugo (NT=3,72).
- La posición trófica del plancton gelatinoso (NT=2,62) fue superior a la ocupada por sardina común, anchoveta e invertebrados bentónicos (langostino amarillo, langostino colorado, camarón nailon, macrobentos).
- Langostino amarillo y camarón nailon presentaron los mayores valores de sobreposición de predadores y de presas ( $P_{mn} \approx 1,0$ ,  $O_{jk} \approx 1$ ).
- Jibia y merluza de cola presentaron los menores valores de sobreposición tanto de presas como de predadores ( $P_{mn} \approx 0,0$ ,  $O_{jk} \approx 0,0$ ).
- La flota pesquera fue el grupo que causó mayor número de impacto tróficos negativos los cuales afectaron a tiburones pelágicos, jurel, caballa, besugo, blanquillo, albacora, jibia, merluza de cola, reineta y rayas.
- La jibia causó impactos tróficos positivos sobre langostino amarillo, camarón nailon, congrios, cojinoba y reineta. A su vez, sus impactos tróficos negativos afectaron a merluza común, sardina común y jibia (canibalismo).

- La merluza común causó impactos tróficos positivos sobre aves marinas, jibia, pejerratas y macrobentos. Por otro lado, sus impactos tróficos negativos fueron ejercidos sobre congrios, cojinoba, reineta, merluza de cola, merluza común (canibalismo), langostino amarillo y lenguado de ojos grandes.

#### **4.7. Objetivo 8.- Recomendar qué nuevos estudios se podrían ejecutar en esta misma línea de investigación.**

El presente estudio tuvo una cobertura espacial muy grande y ciertamente marcará un hito en lo que se refiere al conocimiento del sistema bentodemersal de Chile central. Se comprobó además que no existía una línea de base, en cuanto a la composición de la comunidad bentónica, previa a los posibles impactos causados por efectos antropogénicos. Esto debido principalmente a la pobre resolución taxonómica de estudios anteriores en la zona. Quedan aún vastas áreas del sistema bentónico, tanto hacia la zona norte como hacia la zona sur cuyo conocimiento es aún más limitado. Lo mismo ocurre con los hábitats bentónicos por debajo de los 500 m de profundidad a lo largo de todo Chile.

Se ha comprobado que ciertos tipos de hábitats, como los asociados a fondos duros y particularmente las zonas de afloramiento de metano constituyen áreas de mayor diversidad y abundancia de fauna, probablemente debido a la heterogeneidad espacial que estas generan así como a la producción primaria quimiosintética local. Al respecto es interesante destacar que se ha planteado que en el margen Chileno los niveles de producción primaria fotosintética no son suficientes para sustentar los altos niveles de producción secundaria y desembarques de peces pelágicos observados (Cubillos *et al.*, 1998). Esto lleva a pensar que hay fuentes de carbono adicionales que subsidian esta alta producción secundaria y que el flujo de energía a través del sistema bento-pelágico está lejos de ser entendido en su cabalidad.

Por otra parte, se han descrito vastos yacimientos de hidratos de metano, principalmente a lo largo del margen de Chile central, aunque es esperable su presencia a lo largo de todo Chile (Morales, 2003). Es probable que existan numerosas zonas donde este metano pueda estar escapando a la superficie del sedimento y generando numerosas zonas donde proliferen comunidades bentónicas quimiosintéticas. Estas zonas son análogas en su estructura faunística y funcionamiento a las fuentes hidrotermales, originalmente incluidas como áreas prioritarias para este proyecto. La primera de estas zonas de afloramiento de metano cuya ubicación ha sido constatada con precisión es la ubicada frente a Concepción, a aproximadamente 800 m de profundidad (Sellanes *et al.*, 2004). La relación de este tipo de áreas con alta diversidad y abundancia de fauna, entre esta, recursos pesqueros de alto valor comercial como el bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), está actualmente siendo comprobada frente a Concepción (J. Sellanes obs. pers.).

En el presente proyecto, la zona de afloramiento de metano descubierta frente a El Quisco (segunda localizada a la fecha frente a Chile) presentó, en relación a las demás estaciones muestreadas, una de las mayores diversidades en términos de fauna así como de abundancia de distintas especies bentónicas, entre ellas algunas de interés comercial como el langostino amarillo y el camarón nailon. En esta zona además se constató la presencia de especies nuevas para la ciencia, lo cual indica el aún

pobre conocimiento de la fauna bentónica por debajo de la zona de quiebre de la plataforma continental. En ambos casos la señal de eco (retrodispersión) también puede ser analizada para obtener la calidad (dureza) del fondo marino, sin embargo el procesamiento de estos datos requiere de personal altamente calificado y dedicado exclusivamente a su análisis.

Respecto a la morfología del fondo marino, se identifica un déficit importante de sondas sobre la plataforma continental que puedan ser utilizables para la elaboración de cartas batimétricas. La utilización de información multihaz es claramente una opción en el talud, sin embargo es deseable identificar fuentes complementarias de información que permitan retroalimentar áreas en que esta técnica no resulta técnica y económicamente viable. Una posibilidad es realizar esfuerzos conjuntos con la flota pesquera que podría almacenar datos durante sus tracks de navegación siendo necesaria por cierto la calibración de los equipos utilizados con dichos fines. En el caso de la batimetría multihaz el equipamiento requerido no se encuentra disponible en Chile, razón por la cual se debería priorizar claramente las áreas de estudio en futuros proyectos.

Por último y también en relación a aspectos taxonómicos, al analizar proyectos anteriores se observó que, si bien hubo una buena identificación a nivel de las especies más importantes comercialmente y/o abundantes, este aspecto en ciertas especies, incluso ciertos Phyla fue deficitario. Como ejemplo basta mencionar que en ningún estudio de fauna acompañante de anteriores proyectos FIP se menciona la presencia de cnidarios, Phylum al cual pertenecen los corales de profundidad de interés para el presente proyecto. Tampoco nunca se mencionan decenas de las especies más escasas observadas en este estudio, muchas de las cuales probablemente presenten problemas en cuanto a su estado de conservación pero no hay ninguna línea de base ante la cual contrastar estos probables cambios en sus abundancias.

En base a lo anteriormente expuesto se recomienda impulsar estudios tendientes a:

- 1.- Caracterizar mejor hábitats particulares dentro del área de estudio, poniendo especial énfasis a aquellos que constituyen reservorios de biodiversidad, como lo son las zonas de afloramiento de metano y otros ambientales particulares de potencial importancia cuyo conocimiento es aún escaso, como por ejemplo cañones submarinos, zonas de fondos duros, etc..

Los resultados del presente estudio dejan en evidencia la carencia de información básica y sistemática que sustente efectos temporales y/o permanentes sobre la biodiversidad, destacándose la necesidad de impulsar en el corto plazo estudios en zonas que se reconoce pueden constituir ambientes frágiles.

Nombre de actividad o proyecto: Caracterización de hábitats que pueden constituir reservorios de biodiversidad.

Objetivo general : Identificar y caracterizar hábitats sensibles que pueden constituir reservorios de biodiversidad y deberían ser protegidas de la acción antrópica.

Area de estudio : A lo largo de toda la costa de Chile, y preferentemente donde se realicen actividades de pesca extractiva. Se sugiere segmentación espacial a lo largo de la costa de Chile.

Plazo de ejecución : Depende de la cobertura espacial y la intensidad de muestreo.

2.- Extender este tipo de estudios hacia el norte y sur del área investigada en esta oportunidad, así como extender la cobertura batimétrica hacia áreas más profundas que actualmente tienen una presión pesquera menor.

Se destaca que el presente estudio cubrió una fracción representativa del área en la cual se realiza parte importante de la actividad pesquera extractiva, sin embargo es altamente conveniente conocer aspectos bióticos y abióticos en un área más amplia, pudiéndose focalizar el esfuerzo de investigación en sólo algunos descriptores según el objetivo particular que se defina.

Nombre de actividad o proyecto: Caracterización del fondo marino: Parte II.

Objetivo general : Identificar y caracterizar hábitats que pueden constituir reservorios de biodiversidad y de los cuales existe gran incertidumbre respecto a su composición y dinámica.

Area de estudio : Areas complementarias a las cubiertas en el presente estudio, en particular hacia el norte de la IV Región, sur de la IX Región, y zonas profundas bajo 500 m en toda la costa de Chile.

Plazo de ejecución : Separando el área de estudio, es necesario a lo menos una duración de 12 meses para las zonas comprendidas entre la I y III Regiones, 12 meses para zonas profundas entre la IV y IX Regiones, y 15 meses para zonas comprendidas entre la X y XII Regiones.

Limitantes : Una limitación importante es la disponibilidad de un barco de investigación acorde a las condiciones de cada zona de estudio, en especial respecto a condiciones climáticas y profundidades de trabajo.

3.- Generar protocolos de muestreo de fauna y condiciones abióticas estándar, y forma de entrega centralizada de datos, de modo de generar y alimentar bases de datos coherentes y útiles para seguimientos a largo plazo.

Se considera oportuno realizar un estudio que permita evaluar la información recopilada en proyectos de investigación y su validez para sustentar indicadores bióticos y abióticos del área de estudio. Es importante destacar que difícilmente se llegará al óptimo de identificar todas las especies capturadas en los artes y aparejos de pesca, razón por la cual debería definirse el nivel taxonómico apropiado que permite sustentar un seguimiento de la biodiversidad, sin que constituya una exigencia que escape de las posibilidades prácticas de muestreo y las capacidades de los muestreadores a bordo de las naves.

Nombre de actividad o proyecto: Protocolos de muestreo y sistematización de la información biótica y abiótica.

Objetivo general : Definir procedimientos de muestreo y de sistematización de información para seguimiento de variables bióticas y abióticas asociadas al fondo marino.

Area de estudio : Este estudio debería considerar una revisión general para todas las pesquerías realizadas en Chile.

Plazo de ejecución : Se estima que en un plazo de 8 meses sería factible determinar las variables relevantes.

4.- Generar un listado de expertos en distintos grupos taxonómicos, a los cuales se pueda acudir para constatar la identificación de las especies que presenten dudas en cuanto a su identidad taxonómica.

Nombre de actividad o proyecto: Nómina de expertos en identificación taxonómica de especies.

Objetivo general : Generar un listado actualizado de expertos que pueden identificar distintos grupos taxonómicos.

Area de estudio : Se debe contemplar los grupos taxonómicos presentes en las pesquerías nacionales.

Plazo de ejecución : Se estima que en un plazo de 3 meses es posible definir la nómina.

5.- Impulsar iniciativas tendientes a estandarizar y validar las bases de datos existentes, necesariamente debería realizarse por capa temática con especialistas que puedan discriminar la calidad e incertidumbre del dato, de tal manera de poder rescatar la data existente e indicar los requisitos de formato y revisión para el almacenamiento de datos en una fuente única. Se destaca la necesidad de estandarizar en primer lugar las bases de datos oceanográficas (en la columna de agua y cercanas al fondo) y biológicas (diversidad de especies).

Nombre de actividad o proyecto: Estandarización de bases de datos.

Objetivo general : Estandarizar las bases de datos que incluyan información biótica y abiótica que pueda ser utilizada para la caracterización del fondo marino y el seguimiento de los descriptores relevantes.

Area de estudio : Se debe contemplar las bases de datos de proyectos realizados en Chile.

Plazo de ejecución : Se estima que en un plazo de 18 meses sería factible ordenar, estandarizar y sistematizar las bases de datos de variables bióticas y abióticas disponibles en Chile, considerando un plazo prudente para solicitar rectificación a los ejecutores en el caso de errores graves en la información disponible en las bases de datos actuales.

6.- Caracterizar la calidad de los fondos marinos empleando la información existente, siendo esta temática objetivo principal de un proyecto debido a los requerimientos de dedicación en el procesamiento y análisis de la información de retrodispersión.

Nombre de actividad o proyecto: Caracterización de la calidad del fondo marino.

Objetivo general : Caracterizar la calidad del fondo marino basándose en información de retrodispersión multihaz registrada en cruceros científicos.

Area de estudio : Se debe contemplar la caracterización del fondo marino en las áreas donde existan datos de retrodispersión acústica multihaz (para mayor detalle se sugiere ver mapa que se adjunta al presente estudio).

Plazo de ejecución : Se estima que en un plazo de 18 meses sería factible procesar y analizar los datos disponibles, considerando que este trabajo no ha sido desarrollado en Chile en una escala espacial amplia.

7.- Contribuir a alimentar colecciones de referencia tanto en Universidades como Museos, principalmente la del Museo Nacional de Historia Natural. Esto corresponde a una actividad deseable que debería discutirse como requerimiento en proyectos de investigación.

8.- Que las bases de datos locales generadas contribuyan además a alimentar otras bases a escala global, como por ejemplo el OBIS (Ocean Biogeographic Information System), del cual existe un nodo en Chile pero que hasta el momento el aporte de datos al mismo ha sido deficitario. Esto corresponde a una actividad deseable que debería discutirse como requerimiento en proyectos de investigación.

### **Taller de difusión y discusión de resultados**

El día viernes 22 de junio se realizó en dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso el Taller de Difusión y Discusión de Resultados, en el cual se expusieron los siguientes temas:

<b>Tema</b>	<b>Relator</b>
Marco general del estudio	Teófilo Melo F.
Condiciones oceanográficas cercanas al fondo	Nelson Silva.S.
Caracterización de los sedimentos marinos	Javier Sellanes L.
Morfología del fondo marino	Juan Díaz-Naveas
Corales: Conceptos generales, especies y su distribución	Alejandro Bravo
Distribución de tiburones, rayas y quimeras	Carlos Bustamante D.
Comunidad bentónica: composición, estructura y relaciones especie-ambiente	Javier Sellanes L.
Comunidad bento-demersal: composición, estructura y relaciones especie-ambiente	Rodolfo Vögler S.
Composición de la dieta de la comunidad de peces	José Iván Sepúlveda V.
Relaciones predador-presa del ecosistema marino entre la III y X región	Rodolfo Vögler S.

Se distribuyeron invitaciones al Taller a la Subsecretaría de Pesca, Fondo de Investigación Pesquera, Servicio Nacional de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, Instituto de Investigación Pesquera, Universidad Católica del Norte, Universidad de Concepción, Universidad Austral de Chile, Asociaciones de Industriales y Agrupaciones de Pescadores Artesanales. El listado de asistentes al Taller, incluyendo al equipo de investigación, es el siguiente:

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>
Francisco Ponce	SUBPESCA
Eduardo Alzamora	FIP
Ruben Rojas T.	DIRECTEMAR
Beatriz Yannicelli	IFOP
Aquiles Sepúlveda O.	INPESCA
Luis Felipe Moncada A.	ASIPES
Jorge Garrido	Asociación Industriales IV R.
Marcel Moenne	Pesquera El Golfo S.A.
M <sup>a</sup> Alicia Baltierra	SONAPESCA
Héctor Bacigalupo F.	Consejero FIP
Guillermo Martínez G.	PUCV
Rene Cerda D.	PUCV

Mauricio Ahumada	PUCV
Jacqueline Campalans B.	PUCV
Jaime Aguilera F.	PUCV
Teófilo Melo F.	PUCV
Nelson Silva S.	PUCV
Juan Diaz-Naveas	PUCV
Javier Sellanes L.	UCN
Alejandro Bravo	UACH
Carlos Bustamante	UACH
José Sepúlveda V.	PUCV
Rodolfo Vögler	Consultor Independiente
Patricia Rojas Z.	PUCV
Felipe Hurtado F.	PUCV
Ivonne Montenegro U.	PUCV
Yenny Guerrero A.	PUCV
Erick Gaete A.	PUCV
Dante Queirolo P.	PUCV

El Sr. Teófilo Melo F., en su calidad de Jefe de proyecto, abre la discusión sobre los puntos y planteamiento tratados en el taller de resultados del proyecto FIP 2005-61 “Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones” resaltando el enfoque multidisciplinario, y no interdisciplinario, con el que se abordaron los diferentes tópicos del estudio, destacando además el mérito de haber integrado a diversas áreas del conocimiento, y también en cierta forma haberlas acotado, para dar cumplimiento de buena manera a los términos básicos de referencia planteados por el proponente (Fondo de Investigación Pesquera). En este contexto y para responder al objetivo específico N° 8, referente a sugerencias de proyectos o líneas de Investigación que se generan a partir de los resultados del estudio, abre la discusión al público asistente considerando la problemática actual de la inexistencia de líneas de investigación, sino más bien la tendencia a realizar investigaciones que apuntan a la solución de temas particulares o problemas puntuales de un momento dado, no presentando una secuencia de trabajo consistente en el tiempo.

En este proyecto en particular y de acuerdo a los objetivos planteados, agrega el Sr. Melo, no se buscaron asociaciones del tipo causa-efecto, como tampoco la determinación de la influencia de alguna pesquería sobre el fondo marino, sino que apuntaba en la dirección de caracterizar el fondo marino en términos de su composición biótica y abiótica. De este modo, lo que se presenta en este taller da cuenta de los distintos descriptores planteados cuyos resultados se incluyen en el Pre-Informe Final. Es de interés que cada uno de los especialistas de las disciplinas involucradas en la investigación abran la discusión en términos de integrar las consideraciones y conclusiones particulares, relacionándolas con los distintos componentes del proyecto para considerar la factibilidad de consensuar y presentar al FIP un programa de largo aliento en esta área de investigación con la finalidad de abordar estas temáticas de una forma sistemática y consistente en el tiempo, para entregar los lineamientos de qué es lo que es importante estudiar, cambiar o mejorar para contribuir al conocimiento de los fondos marinos del país y su eventual protección.

En primer término el Sr. Nelson Silva (PUCV) planteó que la temática del fondo marino como objetivo central es compleja de estudiar, en este sentido los proyectos de investigación tanto de la columna de agua como del sedimento deben responder directamente las preguntas de las entidades que están trabajando e interactuando en este ámbito (administración pesquera o empresa privada), con la finalidad de realizar una explotación sustentable de los recursos, tanto para los organismos como para su hábitat. En este contexto, el Sr. Silva plantea la complejidad que presentan estos muestreos por la extensión de las zonas involucradas y la intensidad necesaria de efectuar en ellos para tener una información completa, apareciendo dificultades en términos de cobertura espacial, estrategias de muestreo y equipamientos necesarios para llevar a cabo estas actividades. De esta forma se contraponen criterios como la cobertura deseada versus la intensidad de muestreo requerida, aunque en este ámbito se debe sumar la nula o pobre existencia de datos anteriores utilizables para estos fines. El Sr. Melo agrega en este aspecto la necesidad del levantamiento de información estandarizada, para poder validar su uso en otras investigaciones con protocolos claros y precisos que no sean fuente de error alguna en posteriores análisis, citando como ejemplo los datos con distintos GPS (distintos datum) que no presentan concordancia al compararlos entre sí o usarlos en otras investigaciones y por ende se convierten en datos no válidos o al menos no comparables con futuros trabajos que se realicen.

El Sr. Javier Sellanes (UCN) plantea la importancia de contar con plataformas de trabajo adecuadas para las labores de investigación que se realizan, con la finalidad de evitar eventuales problemas logísticos que se pudieran producir, a lo que el Sr. Rodolfo Vögler (Consultor) agrega el concepto de la validación del uso como plataforma de trabajo de las embarcaciones pesqueras, a la luz del trabajo realizado y de los resultados obtenidos en la investigación. Respecto este tema, el Sr. Silva plantea la necesidad previa de conocer o establecer los lineamientos de las investigaciones y desde ese punto analizar cómo se abordan estas problemáticas, considerando que Chile tiene 88.000 km de costa (incluyendo canales, fiordos, islas, etc.), y que no existe la cantidad de embarcaciones necesarias en el país para cubrir las necesidades de conocimiento de esta amplia zona. Referida a esta temática el Sr. Dante Queirolo (PUCV) aclara la limitante presupuestaria para cubrir una zona de esta amplitud y que, previa consulta al FIP, se desestimó la variable estacional para privilegiar la componente espacial (cobertura) en la zona de estudio.

Como propuesta inicial, se planteó en la asamblea que la definición de puntos de control con muestreos sistemáticos en el tiempo, sería útil para disponer de herramientas que mejoren la capacidad de análisis que se dispone actualmente y de este modo visualizar eventuales cambios y/o efectos que se produzcan en el fondo marino y su fauna asociada. Con respecto a la periodicidad en el seguimiento de estos puntos control, el Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA) plantea que de la investigación debiera salir una matriz del hábitat, con parámetros oceanográficos y bióticos, que permita comparar los resultados con futuras repeticiones mejoradas de las actividades en 5 o 10 años (escala macro), aumentando la

intensidad de muestreos en determinadas zonas de interés particular. Respecto de la caracterización de estas zonas en particulares (de una baja cobertura espacial), se pueden monitorear sus condiciones año a año y realizar un seguimiento de las variaciones que allí se tienen en una escala micro.

Respecto de batimetría, ecogramas y calidad del fondo el Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA) afirma que existe información detallada de la flota industrial de arrastre para algunos lugares específicos, que constituyen caladeros frecuentes de pesca o de navegación obligada para esta flota, pero no está disponible por el carácter privado de esta información y el costo asociado a su obtención, aún cuando eventualmente se podría acceder a ella en forma separada, asociándola sólo al fondo marino de estos lugares y no a su columna de agua respectiva. El Sr. Juan Díaz (PUCV), agrega que esta información recopilada con ecosondas científicos es de gran utilidad para registrar la batimetría e identificar la calidad del fondo marino, ya que la tecnología de ecosondas multihaz no es eficiente en bajas profundidades o sobre la plataforma continental, por la disminución en el área de cobertura que afecta a estos equipos en aguas someras, en este contexto el Sr. Díaz manifestó la conveniencia de implementar el uso de sonares de barrido lateral para satisfacer los requerimientos de este tipo de estudios en el país.

Con respecto a la componente ecológica de la investigación, el Sr. Vögler manifestó que las actividades realizadas fueron un importante desafío y catalogó el proyecto como “vanguardista en el tema” respecto de las zonas estudiadas y el enfoque multidisciplinario con que se abordó la temática. También planteó la necesidad de no abandonar el enfoque de macroecología aplicada en pesquerías, para realizar un buen seguimiento de la condición de los fondos marinos y finalmente realizar una actividad sustentable en el tiempo, considerando que lo que se avanzó es un camino perfectamente viable de realizar, aparece la alternativa de realizar monitoreos periódicos respecto del estado de los fondos marinos y advertir eventuales cambios que se pudieran producir en él o en las especies que allí se desarrollan.

El Sr. Queirolo agrega que es importante precisar la periodicidad de los seguimientos de las zonas, pues un monitoreo anual de las zonas estudiadas en este proyecto se transforma en una alternativa inviable, principalmente por el tiempo y dinero involucrado en realizar este tipo de estudios, por lo tanto las propuestas se deben encaminar a responder qué es lo económicamente viable de realizar y que además permitan aportar información de utilidad para el manejo del sistema pesquero por parte de la autoridad.

La Srta. Beatriz Yannicelli (IFOP) planteó como una posible alternativa montar y utilizar las capacidades aquí adquiridas en los seguimientos de pesquerías que realiza su institución, aún cuando no se puede desconocer la dificultad intrínseca de cada proyecto en particular con sus objetivos y actividades claramente definidos, y que por ende impiden sumar actividades adicionales en términos de las limitantes de tiempo y personal disponible en las embarcaciones pesqueras.

El Sr. Eduardo Alzamora (FIP) plantea al equipo de trabajo si al integrar toda la información recopilada ¿se detectó algún ecosistema de interés especial susceptible de ser protegido y que sean sensibles a algún arte de pesca? En este contexto el Sr. Queirolo responde que la zona de afloramiento de metano identificada es importante de estudiar. Con respecto a los corales encontrados en la zona de estudio, el Sr. Alejandro Bravo (UACH), plantea la problemática de poner nombre o encasillar los hallazgos con información que hoy es parcial o no existe; en síntesis, actualmente con el conocimiento que se dispone no están identificadas áreas de jardines o arrecifes de coral para la zona de estudio, pero sí se pueden establecer áreas de control con intensidades de muestreo anual y áreas patrón con muestreos cada 5 años, período en el cual se pueden producir cambios dramáticos en un ecosistema. Entendiendo que los muestreos extensivos de cierta forma ya están realizados en este proyecto, sería un aporte al conocimiento en esta materia realizar muestreos más intensivos para evaluar qué pasa en zonas y situaciones particulares que ameriten ser investigadas.

El Sr. Nelson Silva plantea un consenso sobre las materias planteadas en el taller sobre establecer grupos de trabajo sobre esta temática en particular, presentando como ejemplo el Comité Ejecutivo de CIMAR, con cruceros quinquenales que permiten continuar los estudios base, aumentar el conocimiento y finalmente definir procesos que se desarrollan en las zonas estudiadas. En este contexto, el Sr. Juan Díaz agrega la importancia de planear estudios en lugares, profundidades, y pendientes de lugares en que ya se tiene alguna información, evitando definir puntos de monitoreo donde no se dispone información alguna, con la finalidad de destinar el esfuerzo de muestreo en intensificar el conocimiento y no en realizar estudios exploratorios. Para el caso de esta investigación y tema en particular, el conocimiento extensivo no está realizado aún, pues se debe monitorear si lo que aquí se ha encontrado se mantiene o presenta cambios en el tiempo (dinámicos). A modo de ejemplo menciona los numerosos hallazgos o “sorpresas” que se encontraron en las ocho zonas de estudio considerando que los cañones submarinos no están muestreados biológicamente en cuanto a las comunidades que presentan.

Francisco Ponce (SUBPESCA) planteó la necesidad de definir qué es lo que se quiere perseguir como objetivo de las investigaciones futuras que se desarrollen en esta temática, para apuntar correctamente a las distintas fuentes de financiamiento que existen para estos efectos. En respuesta a esto Juan Díaz señaló que en Chile no existen fondos para investigación desde un punto inicial o cero (excepto CIMAR), en este caso en particular el FIP financió el costo de poder conocer lo que no era conocido, pero al ser la primera investigación con este enfoque, se adquirió un importante conocimiento como también variadas preguntas o interrogantes por falta de criterios previamente establecidos. En este sentido, el Sr. Queirolo plantea que es a la autoridad (SUBPESCA) a quien le compete dirigir el enfoque estratégico de las investigaciones, teniendo consecuencia con las políticas públicas de protección de los recursos. A modo de ejemplo, en países avanzados en materia pesquera, se destaca la tendencia a identificar las zonas vulnerables y que son susceptibles de ser protegidas en una primera instancia (zonas de reclutamiento, fragilidad del ecosistema, etc.), para posteriormente adoptar medidas de

administración tendientes a desarrollar una actividad sustentable. El Sr. Vögler agrega la necesidad contar con indicadores ecosistémicos que con un seguimiento en el tiempo, entregarían una valiosa herramienta para la toma de decisiones y adoptar las eventuales protecciones específicas que sean requeridas.

Como conclusiones generales que presentaron un consenso entre los asistentes al taller de presentación se pueden mencionar las siguientes:

- La necesidad de contar con líneas de Investigación coherentes con el quehacer pesquero, y además con secuencias de trabajo consistente en el tiempo.
- Se requiere una estandarización de los procesos de levantamiento de información y en la generación de bases de datos con el objetivo de contar con información utilizable para cualquier unidad investigadora que lo requiera a posterior.
- Se sugiere establecer puntos o zonas de control (como en este proyecto) con muestreos sistemáticos de preferencia cada 5 años y en el caso de zonas puntuales, monitorear sus condiciones anualmente.
- Respecto de jardines y arrecifes de coral, se mencionó que no existe evidencia que afirme o descarte la presencia de ellos en el área de estudio, necesitándose esfuerzos de muestreo más intensos para dilucidar esta temática.

## 5. DISCUSION

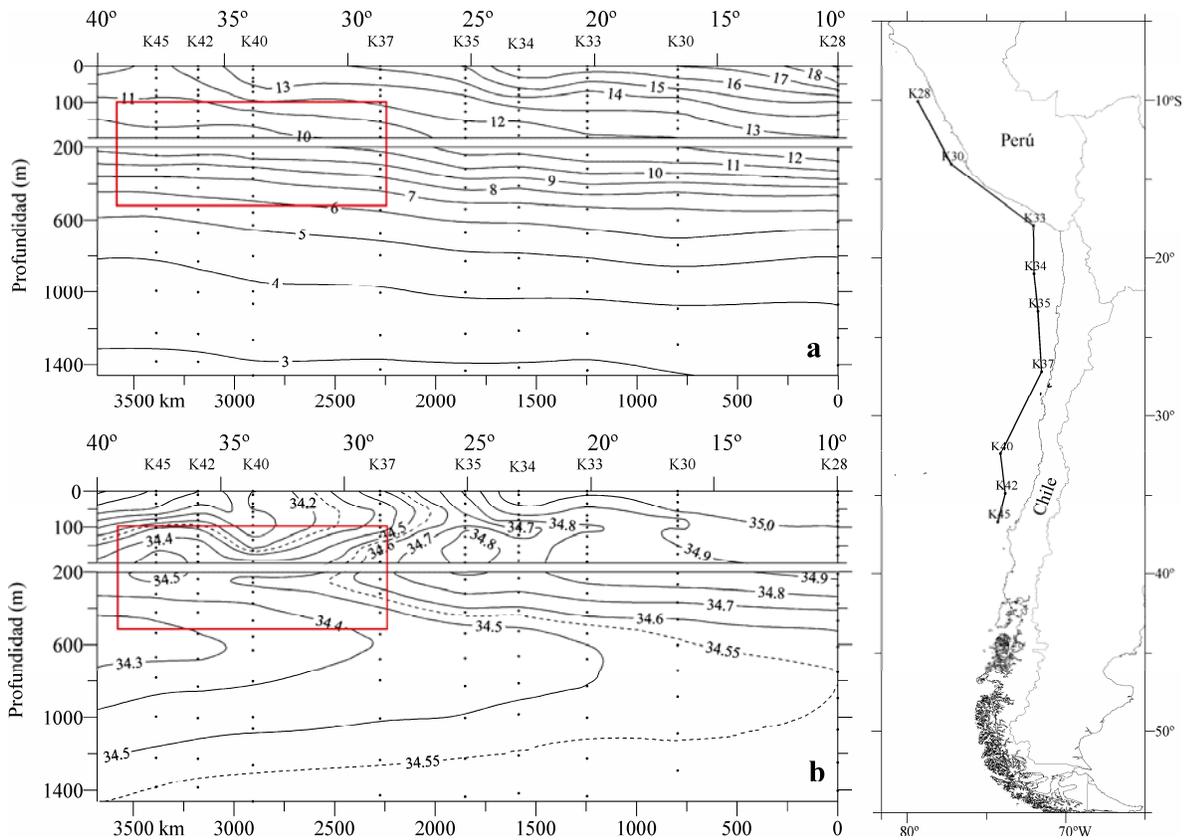
### Temperatura

La distribución vertical de la temperatura sobre el fondo de las ocho zonas estudiadas mostró una clara asociación con la batimetría, presentándose las temperaturas más altas en las zonas más someras (100-200 m) y las más bajas en los niveles más profundos de cada una de las zonas (400-500 m) (Figs. 23a a 30a; Tablas 26 y 27). Esta distribución responde a que las aguas más someras están más cercanas a la superficie y por lo tanto al efecto de la radiación solar incidente, de allí que son más cálidas que las profundas. Lo anterior coincide con la distribución mostrada por los datos históricos recopilados en las mismas zonas de estudio (Tablas 26 y 27).

A profundidades equivalentes, las temperaturas de fondo observadas durante el desarrollo de este proyecto son similares a las observadas para los datos históricos y fluctúan alrededor de los intervalos de 9° a 12°C para las profundidades de 100-200 m, 8,5° a 11,5°C para 200-300 m, 7° a 10°C para 300-400 m y 6° a 8°C para el nivel más profundo de 400-500 m.

En el sentido longitudinal, en general, no se apreció un efecto temporal notable en los registros de temperatura obtenidos sobre el fondo, apreciándose un patrón general de disminución de norte a sur. Esta disminución de la temperatura hacia el sur es una característica permanente del área, tal como lo muestra la sección longitudinal de temperatura frente a la costa de Chile adaptada de Silva & Konow (1975) (Fig. 79a), o los niveles de 250 y de 600 m del Atlas Oceanográfico de Chile (Rojas & Silva, 1996).

Escapa al patrón anterior la zona 3 en que la temperatura aumentó levemente, respecto a lo esperado (Tabla 26). Es importante tener en cuenta que el muestreo no se realizó en la misma época del año, para toda el área de estudio. Las zonas 1, 2, 4 y 5 fueron muestreadas en julio-agosto de 2006, las zonas 6, 7 y 8 en noviembre-diciembre de 2006 y finalmente la zona 3 que fue muestreada dos veces, una en julio de 2006 y otra en marzo de 2007, por lo que se estima que este aumento no sería el resultado de un efecto estacional. Una posible explicación, puede ser planteada sobre la base de movimientos turbulentos, tales como la presencia esporádica de remolinos, ondas internas o corrientes de borde (Newman & Pierson, 1966). Estos movimientos pueden provocar que las isotermas sufran depresiones, por lo que aguas más cálidas llegarían a mayor profundidad en la zona afectada por ellos.



**Figura 79.** Sección longitudinal de temperatura (a) y salinidad (b), frente a la costa de Perú y Chile. Adaptada de Silva & Konow (1975). El recuadro en rojo corresponde a la zona frente al área de muestreo oceanográfico del proyecto FIP N° 2005-61.

## Salinidad

En general, la distribución vertical de la salinidad sobre el fondo mostró asociación con la batimetría, presentándose las salinidades más altas a profundidades entre 100 y 300 m, mientras que las salinidades más bajas lo hicieron entre 300 y 500 m (Tablas 26 y 27; Figs. 23b a 30b).

La distribución longitudinal de la salinidad sobre el fondo, mostró valores comparativamente altos (34,4 a 34,9), correspondientes a aguas típicamente ecuatoriales subsuperficiales en los intervalos de profundidad de 100 a 400 m, en las zonas 1 y 2, de 200 a 400 m, en la zona 3 y de 100 a 300 m en las zonas 4 a 6. En la zona más profunda las salinidades fueron comparativamente bajas (34,1 a 34,5), típicamente intermedios antárticos, en los intervalos de profundidad de 300 a 500 m de las zonas 5, 6, 7 y 8 y de 400 a 500 m de las zonas 2 y 3 (Tablas 26 y 27; Figs. 23b a 30b).

En el sentido longitudinal, en general, no se apreció un efecto temporal notable en los registros de salinidad obtenidos sobre el fondo, apreciándose un patrón general de disminución de norte a sur. Esta disminución de la salinidad hacia el sur es una característica permanente del área, tal como lo muestra la sección longitudinal de salinidad frente a la costa de Chile adaptada de Silva & Konow (1975) (Fig. 79b), o los niveles de 250 y de 600 m del Atlas Oceanográfico de Chile (Rojas & Silva, 1996).

Estos valores de salinidad y su distribución geográfica concuerdan con lo reportado para estas mismas zonas por los cruceros Langostino II (ECM-UCV, 1980), FIP-IT/ 93-06 (ECM-UCV, 1993), FIP 96-09 (ECM-UCV, 1996) y el Atlas Oceanográfico de Chile (Rojas y Silva, 1996).

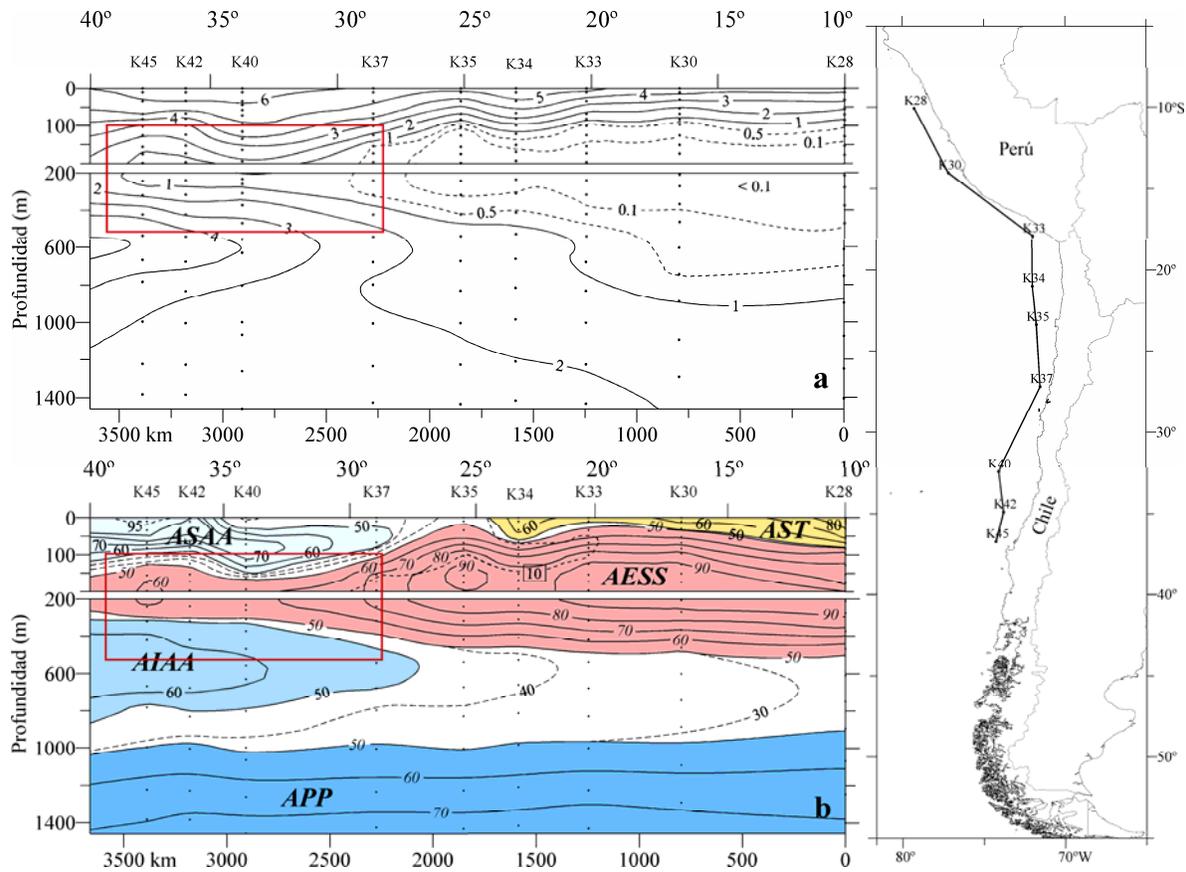
A profundidades similares, las salinidades medidas para este proyecto con respecto a las salinidades históricas, varían en menos de 0,1 llegando, en algunos casos a ser menor a 0,02 (Tablas 26 y 27). Estas pequeñas diferencias implican que a las profundidades y zonas muestreadas, no se apreciaron cambios salinos notables asociados a las diferentes épocas y años en que se realizaron los diferentes muestreos.

## **Oxígeno disuelto**

En general, la distribución vertical de oxígeno disuelto sobre el fondo también mostró asociación con la batimetría, presentándose las concentraciones más altas a profundidades entre 100 y 300 m, mientras que las más bajas lo hicieron entre 300 y 500 m (Tablas 26 y 27; Figs. 23c a 30c).

La distribución longitudinal de oxígeno disuelto sobre el fondo, tendió a presentar concentraciones bajas ( $< 1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $< 6\%$  saturación) en la zona norte (zona 1), típicas de aguas ecuatoriales subsuperficiales, provenientes desde la zona frente al Perú (Silva & Konow, 1975). Hacia el sur presentó concentraciones comparativamente altas ( $> 3,5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $> 50\%$  saturación) (zona 8; Tablas 26 y 27, Figs. 23c a 30c), lo que es típico de la presencia en la zona de aguas intermedias antárticas más oxigenadas provenientes desde Frente Polar (Reid, 1965; Silva & Konow, 1975; Schneider *et al.*, 2003).

En general, no se apreció un efecto temporal notable en las concentraciones de oxígeno disuelto sobre el fondo, apreciándose un patrón general de aumento de norte a sur. Este aumento del oxígeno hacia el sur es una característica permanente del área, tal como lo muestra la sección longitudinal de salinidad frente a la costa de Chile adaptada de Silva & Konow (1975) (Fig. 80a), o los niveles de 250 y de 600 m del Atlas Oceanográfico de Chile (Rojas & Silva, 1996).



**Figura 80.** Sección longitudinal de oxígeno disuelto (a) y porcentaje de masas de agua (b) frente a la costa de Chile. Adaptada de Silva & Konow (1975). El recuadro en rojo corresponde a la zona frente al área de muestreo oceanográfico del proyecto FIP N° 2005-61.

Llama la atención que las concentraciones de oxígeno disuelto sobre el fondo fueron en general bajas, como es lo conocido para la zona, sin embargo, estas fueron más altas que las reportadas para estas mismas zonas por los cruceros Langostino II (ECM-UCV, 1980), FIP-IT/ 93-06 (ECM-UCV, 1993), FIP 96-09 (ECM-UCV, 1996) y por el Atlas Oceanográfico de Chile (Rojas & Silva, 1996). Cabe la duda si esto es una situación real, o podría estar relacionado con problemas de muestreo y/o interferencias en el análisis de las muestras. En esta zona y a estas profundidades, se espera que los valores de salinidad altos estén asociados con concentraciones de oxígeno disuelto más bajas (ver por ejemplo figuras 80b y 80a). Sin embargo, aunque la salinidad fluctuó levemente ( $\pm 0,1$ ), cuando esta aumentó, el oxígeno disuelto no disminuyó, sino que por el contrario aumentó en alrededor de  $1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  (Tablas 26 y 27). Es posible que al tocar la rastra el fondo se levantara sedimento junto con su agua intersticial, siendo éstos atrapados en la botella Niskin, lo cual explicaría la presencia de sedimento y ácido sulfhídrico en algunas de las muestras. El ácido sulfhídrico y otros compuestos propios de la diagénesis del sedimento, tales

como nitrito, posteriormente interferirían en las reacciones químicas de análisis, alterando sus resultados. Es sabido que la presencia de nitrito produce un aumento aparente de las concentraciones de oxígeno disuelto, por lo que cuando éste está presente debe usarse la modificación de Alsterberg para el método de Winkler, inhibiendo la acción del nitrito (Martín, 1972).

### Masas de agua

Sobre la base de los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, se pudo inferir que las zonas cercanas al fondo de área de estudio estuvieron cubiertas, en diferentes proporciones, por el agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y el agua Intermedia Antártica (AIAA). En términos generales, esta cobertura tuvo un patrón de distribución longitudinal y batimétrico bien definido, ubicándose el AESS preferentemente sobre la plataforma continental y parte del borde superior de talud, mientras que el AIAA lo hizo sobre el borde superior de talud, inmediatamente bajo el AESS. El núcleo del AESS se encuentra centrado alrededor los 200 m en la zona de estudio, tal como lo muestra la sección longitudinal de porcentaje de masas de agua frente a la costa de Chile adaptada de Silva & Konow (1975). En el caso del AIAA, su núcleo se presenta centrado a 600 m (Fig. 80b).

Zona \ Prof. (m)	8	7	6	5	4	3	2	1
100-200						S/I		
200-300			AESS					
300-400		AIAA			AESS-AIAA			
400-500					S/I	AIAA		S/I

**Figura 81.** Distribución de las masas de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) e Intermedia Antártica (AIAA) en cada una de las zonas de estudio del Proyecto FIP N° 2005-61. S/I: sin información.

El AESS, que se observó entre los 100 y 400 m de las zonas 1 y 2, entre los 200 y 400 m de la zona 3 y entre los 100 y 300 m de las zonas 4 a 6 (Fig. 81), se caracterizó por temperaturas mayores de 9°C, salinidades mayores a 34,4 y contenidos de oxígeno disuelto menores a 3 mL·L<sup>-1</sup>.

A pesar que el muestreo realizado no alcanzó la profundidad de núcleo del AIAA, la parte superior de esta agua se observó en las zonas 5, 6, 7 y 8 a profundidades de 300 a 500 m y en las zonas 2 y 3 entre los 400 y 500 m (Fig. 81, Tabla 23) y se caracterizó por temperaturas menores a 8°C, salinidades menores a 34,5 y contenidos de oxígeno disuelto mayores a 2 mL·L<sup>-1</sup>.

Entre los 300 y 400 m de la zona 4 se presentaron valores de temperatura y salinidad entre AESS y el AIAA (Fig. 81). Este comportamiento se debe a que a medida que el AESS se desplaza hacia el sur sobre el AIAA que se desplaza hacia el norte, sus características se van modificando producto de la mezcla vertical en las zonas fronteras entre ambas masas de agua. El AESS al desplazarse hacia el sur se va haciendo menos salina y más oxigenada, mientras que AIAA al desplazarse hacia el norte se va haciendo más salina y menos oxigenada (Figs. 79b, 80a y 80b).

### **Caracterización general de las condiciones oceanográficas de fondo**

Las condiciones oceanográficas sobre el fondo de la zona de estudio corresponden, en términos generales a aguas relativamente frías (6 a 12°C), salinas (34,3 a 34,8) y poco oxigenadas (0,3 a 4 mL·L<sup>-1</sup>; 5 a 20% saturación).

Longitudinalmente, de norte a sur, en el estrato 100-500 m, las aguas sobre el fondo suelen disminuir su temperatura y salinidad y aumentar su contenido de oxígeno disuelto.

Latitudinalmente, con el aumento de profundidad, las aguas sobre el fondo suelen disminuir su temperatura, salinidad y contenido de oxígeno disuelto.

El zona entre 29° y 38°S, se encuentra cubierta zonalmente por AESS y AIAA, cubriendo la primera, la porción inferior de la plataforma continental a todo lo largo del área y el quiebre entre ésta y el talud continental, mientras que la segunda cubre la parte superior del talud continental.

### **Carbono orgánico, Isótopos estables y granulometría**

El carbono orgánico total (COT) presentó altas concentraciones en la zona 1 y zona 6 (Z1, Z6; Fig. 31c), también asociada a la alta producción primaria en la columna de agua que a su vez se corresponden con relativamente bajas concentraciones de OD, especialmente en la zona 1, pues estos parámetros se relacionan justamente por el consumo a través de la degradación de la materia orgánica, que a su vez se superpone al efecto de las bajas concentraciones de oxígeno disuelto característico de las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) que en el margen continental del Pacífico SE forman parte de la ZMO. En el caso de la zona 2 y zona 3, los valores de COT son bajos y similares a los de otras zonas (Fig. 31c) probablemente por una rápida degradación del material que se deposita en los fondos. Esto se corrobora con la distribución de la razón C/N que indica altos valores hacia las zonas más profundas, indicando material altamente degradado y refractario, y en las zonas más someras sobre la plataforma, los bajos valores sugieren material más fresco menos degradado (Fig. 32). Ambos

parámetros (COT y C/N) tienen una distribución más bien paralela a la costa, exceptuando ciertas áreas donde se observan bolsones de material orgánico más abundante asociado a grano fino (zona 1, 3, 5, 6 y 7; Figs. 34,38 y 38). Es probable que estas zonas escapen a la redistribución del material en los fondos y por lo tanto constituyen depocentros de material sedimentario.

Los altos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en la zona 1 y zona 6 se puede explicar principalmente por la fijación de carbono a través del fitoplancton y depositación de material fresco en los sedimentos, lo cual se corrobora por los altos valores de COT, pues se ha observado que altas tasas de productividad originan altas razones  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  especialmente diatomeas (Fry y Wainwright, 1991). Ambas zonas son reconocidas por presentar altas tasas de producción primaria (Gonzalez *et al.* 1998; Dellarosa, 1998; Daneri *et al.* 2000). También, en la zona sur (zona 6) los aportes terrígenos parecen otra fuente probable, ya que además se presentaron los tamaños de grano más gruesos y mal seleccionados (aportes fluviales) (Fig. 31a), los cuales han sido descritos para el área (Lamy *et al.*, 1998). En el caso de  $\delta^{15}\text{N}$ , los altos valores de la zona 7 y 8 puede indicar degradación aeróbica de la materia orgánica en la columna de agua y los valores cercanos a 4 podrían corresponder a degradación anaeróbica de la materia orgánica o la presencia de biomasa bacteriana empobrecida en  $^{15}\text{N}$  (Arnaboldi y Meyers, 2006). Esto considerando que las alteraciones del  $\delta^{15}\text{N}$  del material orgánico que esta sedimentando ocurre principalmente en la columna de agua superficial y no en los sedimentos, así esto ocurre independiente del grado de oxigenación de las aguas de fondo (Saino y Hattori, 1987; Altabet *et al.*, 1999). Los valores más bajos se encuentran entre la zona 2 a la 6, probablemente esto corresponde a material sedimentario más degradado en condiciones suboxicas o por la presencia de fuentes de materia orgánica con bajos valores isotópicos. Los isótopos en general indican que la principal fuente de material orgánico es marina, lo cual está determinando la composición de los fondos, así como los procesos asociados a la degradación de este material. El  $\delta^{15}\text{N}$  muestra un área de especial interés frente a los 35°S (zona 5) (Fig. 32c) con valores más bajos que se alejan de los valores típicamente marinos, lo cual podría corresponder a fuentes metanogénicas. De hecho, en el presente proyecto se detectó la presencia de un área de afloramiento de metano en la zona 3, estación 15 a 340 m de profundidad. Además se constató la existencia en la zona de chimeneas carbonáticas originadas en las zonas donde se canaliza el flujo de metano desde el sedimento hacia la superficie.

La granulometría se destacan los granos tipo arenas finas a muy finas, excepto en áreas someras donde se encontró limos que se asocian a los mayores valores de MOT y COT. El grado de selección varía de poco a moderadamente seleccionadas indicando que las fuentes son poco diversas, probablemente el predominio de la fuente orgánica de la zona fótica, especialmente en la zona 6 donde la mala selección y el predominio de arenas medias en un sector debido el aporte fluvial de la zona. En general la distribución es paralela a la costa, salvo algunos depocentros de material más fino en algunas zonas como ha sido mencionado anteriormente o de material más grueso (zona 5) lo cual podría

corresponder a pequeñas elevaciones donde el material fino ha sido transportado por las corrientes de fondo. Así, la composición del material del fondo está también regulado por la topografía, siguiendo la línea del quiebre de la plataforma, la cual es más angosta hacia el norte ensanchándose hacia el sur, siendo cortada en varios puntos por la presencia de cañones submarinos que influyen en la circulación de fondo, en el caso de la zona sur (36°S) la presencia del cañón del Bio Bío intensifica las corrientes de fondo desde el borde de la plataforma hacia fuera (Sobarzo *et al.*, 2001; Sobarzo y Djurfeldt, 2004), lo cual permite el transporte del material fino, dejando fondos duros expuestos como ha sido sugerido para otras zonas (Lamy *et al.*, 1998).

## **Corales**

Desde la revisión realizada por Moyano (1995), ha habido un incremento en el número de especies de corales en la última década, registrándose en la actualidad 110 especies. Esto evidencia el escaso esfuerzo realizado para conocer este taxón en nuestro territorio, tanto en la plataforma, talud continental, islas oceánicas, montes submarinos y región Antártica chilena. Una dificultad importante que presenta la identificación de las especies de corales, es la falta de expertos nacionales en este taxón; y el bajo número de publicaciones taxonómicas que den cuenta de las especies reportadas para Chile.

Las agregaciones de corales proveen el ambiente para que muchas especies se asocien, creando parches de biodiversidad en los fondos marinos (Probert *et al.*, 1997). A nivel mundial se ha incrementado el interés del potencial impacto que generarían algunos de los artes de pesca en este tipo de hábitat (Probert *et al.*, 1997). Jones (1992) considera que es urgente determinar el impacto de la pesca de arrastre en aguas profundas, en donde los estudios indican que los efectos son diversos y que la recuperación del hábitat podría tardar décadas.

Las especies encontradas en el área de estudio podrían estar relacionadas a la recolonización y sucesión ecológica en comunidades macrobentónicas, específicamente en corales como ha sido modelado para el ecosistema marino antártico por Gili *et al.* (2000). En este caso, especies de Primnoidae, briozoos, esponjas e hidrozoos conforman el ensamble de especies suspensívoras a cargo de la recolonización o repoblamiento de fondos blandos, los cuales pueden verse interrumpidas por la perturbación mecánica del fondo.

La composición específica presente en el área de estudio, no sólo de corales si no de la macrofauna bentónica, sugiere la presencia de estructuras comunitarias complejas, en estructura y función, bajo los 450 m de profundidad. Meléndez & Meneses (1989) en cruceros de investigación realizados a principios de la década de los 80, entre los 18° y 38°S comunican la presencia y abundancia de gorgonáceos de gran tamaño y corales no determinados, los cuales al no ser objeto de investigación

en aquella época fueron descartados (Meléndez *com. pers.*). El bajo número de especímenes y la baja riqueza específica encontrada en el estrato medio del talud continental (200-400 m) podría estar en relación a cambios sucesionales o de recolonización de la macrofauna debido a perturbaciones mecánicas del fondo marino.

Los resultados del presente estudio no son concluyentes al definir la dinámica sucesional de las comunidades macrobentónicas o las posibles fuentes de perturbación que habría estructurado las comunidades. Nuevos esfuerzos para entender la dinámica en la macrofauna y el rol de los corales de aguas frías, debieran considerar un amplio rango batimétrico en zonas con antecedentes de alta diversidad como la encontrada en este estudio en la IX Región. Se reconoce que es importante identificar las zonas donde existen parches o agregaciones de corales de aguas frías en Chile, con el fin de proteger estas áreas de la acción antrópica con el fondo marino, pudiéndose generar así zonas de protección y manejo, que preserven la biodiversidad, el hábitat béntico, mantener poblaciones viables y los procesos ecológicos (Witherell & Coon, 2000).

## **Condrictios**

Durante el estudio se constató la dificultad de la identificación de ciertas especies, como *Centroscylium granulatum* y *C. nigrum*, que según la literatura en Chile han sido confundidos entre sí (Garman, 1899; Compagno, 1984). En el caso de *Apristurus brunneus* y *A. nasutus*, la dificultad de identificación está ligada a un problema taxonómico de fondo que se encuentra en debate actualmente por diversos autores (Springer, 1979; Nakaya, 1975; Kato *et al.*, 1967; Compagno, 1984, Meléndez & Meneses, 1989) donde algunos dejan la posibilidad de sinonimia entre ambas especies o continúan con la incertidumbre señalando que se necesita mayor material para estudiar. En este sentido se concuerda con Meléndez & Meneses (1989), ya que la diferencia para separar a estas dos especies es muy sutil, ya que solo compara la longitud preoral y la distancia que separa las aletas dorsales. Ante esta incertidumbre se consideran válidas las dos especies hasta contar con mayor cantidad de material de estudio.

Se considera que la diversidad de condrictios obtenida durante este estudio entre el 29° 22' - 38° 51' LS es alta en comparación con los estudios similares hechos anteriormente en Chile como los de Meléndez & Meneses (1989) entre el 18°19' - 38°30' LS, quienes encontraron en total 11 especies de tiburones, también Acuña & Villarroel (2002) entre el 26° - 36° LS, con 15 especies de condrictios, y Acuña *et al.*, (2005) entre el 22° - 38° LS con 22 especies de condrictios.

Al analizar la diversidad encontrada por autores anteriores (Meléndez & Meneses, 1989; Acuña & Villarroel, 2002 y Acuña *et al.*, 2005) y la presente investigación es posible observar que siguen

apareciendo constantemente algunas especies durante estos estudios como son: *Aculeola nigra*, *Centroscyllum granulatum*, *Centroscyllum nigrum*, *Deania calcea*, *Apristurus nasutus* y *Halaelurus canescens*.

En relación a la abundancia, en el presente trabajo destaca la especie *Centroscyllum granulatum* con la mayor abundancia relativa y en segundo lugar *Halaelurus canescens*, mientras que Meléndez & Meneses (1989) indican que el mayor número de ejemplares es *Halaelurus canescens* y en segundo lugar a *Centroscyllum nigrum*, y finalmente según Acuña & Villarroel (2002), se presenta con el mayor porcentaje relativo por peso de los peces condriictios capturados como bycatch a *Aculeola nigra* y en segundo lugar a *Halaelurus canescens*.

Los resultados actualmente obtenidos constituyen un avance preliminar de lo que se espera conseguir con mayores análisis de los datos, y con los datos faltantes de captura de crustáceos con los que se podrán obtener resultados importantes como la proporción de captura anual de elasmobranquios (PCA). De esta manera este trabajo se transforma en un impulso a continuar trabajando dado el escaso conocimiento actual que se da en Chile hacia el estudio de los condriictios y que es aún menor en el caso de los condriictios de aguas profundas como lo demuestra la poca cantidad de literatura publicada en el tema que se deja en evidencia en la revisión bibliográfica.

## **Macro y megafauna**

El único estudio previo que caracterizó las comunidades de macroinvertebrados bentónicos asociadas a las zonas de pesca de crustáceos de importancia comercial que presenta una resolución taxonómica similar al presente trabajo es el de Andrade (1987). Dicho trabajo se basó en el estudio de la fauna acompañante recolectada en 85 lances de pesca de crustáceos entre los 30°S y los 35°S y entre los 180 y 450 m de profundidad (principalmente entre 280 y 450 m) realizados entre los años 1976 y 1980. Si bien tanto el esfuerzo de muestreo, la cobertura espacial y el rango batimétrico del presente estudio fue superior al de Andrade, este último reporta un total de 127 especies y/o unidades taxonómicas. Más allá de las diferencias en experiencia taxonómica y otros factores que puedan generar discrepancias entre estos estudios, la diferencia en número de especies va más allá de cualquier sesgo implícito en las metodologías utilizadas. Tomando como ejemplo los gasterópodos, cuya identificación resulta relativamente sencilla, al analizar la lista de especies de Andrade y la generada en este proyecto se observa que hay al menos 9 especies (*Diodora codoceoae*, *Bathybembix mcdonaldi*, *Calliostoma chilena*, *Calliostoma delli*, *Capulus ungaricoides*, *Trophon bahamondei*, *Columbarium tomicici*, *Aeneator castillai*, *Cancellaria stuardoi*) que no se capturaron mediante arrastre (y la mayoría tampoco con rastra) en la zona de estudio y que son reportados por Andrade. El mismo patrón se repite en general para los otros grupos taxonómicos. Por otra parte, Acuña *et al.* 2005, basados en 6143 lances de pesca de crustáceos

entre los 21°S y 38°S reportan sólo 56 especies de invertebrados lo cual probablemente se deba a una menor resolución taxonómica, tal cual se reconoce en el propio estudio.

En cuanto a la distribución de la macrofauna, el grupo de variables que mejor explicaron la distribución multivariada de las distintas especies de macrofauna fue la *latitud, profundidad, temperatura* (LAT, PROF y T), aunque con un bajo valor de correlación ( $\rho_p = 0.14$ ). El oxígeno es otro de las variables que aparece en segunda instancia pero sin variar sustancialmente la correlación.

En la región, se han realizado diversas expediciones científicas en el marco de investigaciones internacionales y nacionales (Hartmann-Schröder, 1965; Hartman, 1967; Gallardo *et al.*, 2004; Palma *et al.*, 2005). Los resultados obtenidos durante estas investigaciones sugieren la influencia de las diferentes masas de agua en la región sobre los patrones de distribución batimétrica de la macrofauna bentónica (Palma *et al.*, 2005). De hecho, en el área de estudio, la presencia de las aguas Ecuatoriales sub-superficiales (AESS), ricas en nutrientes y con un bajo contenido en oxígeno, y el agua Intermedia Antártica (AIAA), caracterizada por un alto contenido de oxígeno disuelto, serían los responsables de la distribución batimétrica del macrobentos en relación a la composición de especies.

La presencia de las especies *Nothria iridescens*, *L. gracilis* y *P. australis*, *Maldane sarsi*, han sido asociadas con las áreas más profunda del talud continental en Chile central. Es más, Palma *et al.* (2005) han señalado la presencia de *M. sarsi*, *Aricidea strelzovi*, *Levinsenia oculata*, *P. australis*, y *Scotopus chilensis* en la región batial. Por otra parte, estos autores señalan para la plataforma continental la presencia de *Paraprionospio pinnata*, *Cossura chilensis*, *Cirratulus cirratus*, y *Magelona phyllisae* como las especies más comunes en el margen continental. No obstante, estas especies fueron poco representadas en el presente estudio, destacando la presencia de un poliqueto espionido *Prionospio* sp. y *Cossura* sp.

En cuanto al megabentos, al analizar la diversidad, número de especies y abundancias totales por estaciones de muestreo y segregando además por estratos de profundidad, no emergen patrones claros en cuanto a estos parámetros (Fig. 50). Sin embargo es destacable que, en general, los valores más altos de número de especies en la zona norte fueron en las estaciones más profundas, en la zona central a profundidades intermedias y en la zona sur en las estaciones más someras. Patrón similar siguió la diversidad, con los mayores valores correspondientes a la zona 3. Es destacable que el mayor número de especies para una estación (18) justamente se encontró en la estación 15 de esta zona, a 349 m de profundidad. En esta estación se encontraron valvas vacías de una especie de bivalvo del género *Calyptogena* (probablemente una especie nueva para la ciencia) y tubos de un poliqueto siboglinido del género *Lamellibrachia* (Fig. 51). Ambos géneros se caracterizan por presentar bacterias endosimbiontes quimiosintéticas y obligatoriamente viven asociadas a ambientes reductores. En dicha zona se

encontraron además abundantes bloques de carbonatos autigénicos (Fig. 51C), característicos de zonas donde hay escape de metano del sedimento (Sellanes et al. 2004, Sellanes & Krylova 2005) por lo cual se puede afirmar que en dicha estación o inmediaciones existe una zona de afloramiento de metano.

Al analizar por zona, en la mayoría de los casos los grupos de variables que mejor explicaron la distribución multivariada de las distintas especies fueron la *profundidad*, *temperatura* y *el oxígeno disuelto* (PROF, T y OD; Tabla 53) y en algunos casos como el contenido de materia orgánica (MO) en las zonas 2 y 3. El análisis global de los datos confirma a estas variables como las más importantes. Al incorporar en este análisis la variable *latitud*, esta resultó ser junto con las anteriormente mencionadas la que mejor explicó en este caso la zonación tanto batimétrica como zonal.

### **Comunidad bento-demersal**

El presente proyecto abarcó una extensa cobertura latitudinal (desde 29° 22' S-71° 24' W hasta 38° 51' S-73° 47' W), además incluyó una cobertura batimétrica importante (desde 97 m hasta 500 m) y una cobertura temporal restringida (otoño y primavera/2006, fines de verano/2007). Estas variaciones espacio-temporal representan fuentes de incertidumbre y cobran especial relevancia al momento de interpretar la composición, estructura y las relaciones especie-ambiente de la comunidad bento-demersal presente en el área de estudio. Cabe señalar que para el presente estudio los análisis de estructura comunitaria no consideraron variaciones interanuales (estacionales). Por su parte, las variaciones latitudinales y batimétricas referidas a composición y estructura comunitaria deben ser consideradas como aproximaciones, dado que la cobertura espacial de los muestreos no fue extensiva al compararla con la inmensa cobertura espacial del área de estudio (entre la III y la X Regiones).

La agrupación y ordenación de estaciones según rangos de profundidad someros, intermedios y profundos, fue un patrón que se mantuvo en la mayoría de las zonas de muestreo, exceptuando las zonas 1, 6 y 7. En estas zonas, las muestras se ordenaron según rangos de profundidad somero-intermedios y profundos (en zona 1), o según rangos someros e intermedio-profundos (en zonas 6 y 7). Cabe destacar que el rango batimétrico intermedio, de amplitud restringida (máximo: 55 m), se mantiene bastante uniforme a través de las cinco zonas donde aparece (zonas 2-3-4-5-8), oscilando entre 325 y 380 m. Este conjunto de resultados sugiere la conformación de posibles zonas biogeográficas comprendidas entre los siguientes rangos latitudinales: i) 29° S (zona 1), ii) 31°-35° S (zonas 2-3-4-5), iii) 36°-37° S (zonas 6-7), iv) 37°-38° S (zona 8).

El método ANOSIM reveló que las zonas ubicadas en la parte norte del área de estudio (zonas 1, 2 y 3) se diferencian significativamente ( $p = 0.2\%$ ) entre sí. Además, solamente una zona ubicada al norte (zona 2) se diferencia significativamente ( $p = 0.2\%$ ) de las restantes siete zonas de muestreo. Por último,

se advierte que zonas posicionadas en la parte norte (zonas 1 y 3) se diferencian significativamente ( $p = 0.2\%$ ) de las zonas posicionadas en el extremo sur (zonas 7 y 8).

La presente investigación determinó que la comunidad bento-demersal, en el área de estudio, más específicamente entre la IV y IX Regiones, se compone de al menos 200 especies y/o unidades taxonómicas pertenecientes al Reino Animal, incluyendo representantes de invertebrados (poliquetos, crustáceos, moluscos, equinodermos, lofoforados, cnidarios, poríferos), cordados (Ascidiacea) y vertebrados (peces óseos, peces cartilaginosos). Los únicos estudios que tienen una escala de análisis latitudinal y batimétrica comparable a las de este proyecto son los de Andrade (1987) y Acuña *et al.* (2005). Andrade (1987) analizó la distribución batimétrica y geográfica de macro-invertebrados obtenidos desde la zona central ( $29^{\circ} 58'S - 35^{\circ} 20'S$ ; 250 a 500 m) de Chile, en pescas de arrastre efectuadas durante 5 años (1976-81), reconociendo un total de 141 taxa: 127 bentónicos y 14 pelágicos. La comparación y discusión de resultados relacionados con macro-invertebrados bentónicos son presentadas en la *sección destinada a la Comunidad Bentónica*, dentro del presente Objetivo 6. Por otra parte, Acuña *et al.* (2005) exploraron aspectos relacionados con la diversidad biológica (riqueza, equidad) de especies asociadas a las pesquerías de los crustáceos *C. johni*, *P. monodon* y *H. reedi*. Estos autores identificaron 149 taxa, siendo Teleostei el grupo que aportó el mayor número de especies, seguido por Chondrichthyes, Decapada y Gastropoda. En términos comparativos, la escala espacial del estudio de Acuña *et al.* (2005) es similar a la cobertura alcanzada por el presente proyecto, no así la temporal. Por lo tanto, la escala latitudinal de aquel estudio ( $22^{\circ} 00' S - 38^{\circ} 00' S$ ) fue similar a la considerada en el presente proyecto ( $29^{\circ} 22' S - 38^{\circ} 51' S$ ). El rango batimétrico también fue similar entre ambos estudios, abarcando de 50 a 500 m (Acuña *et al.* 2005) y de >100 a 500 m (FIP 2005-61). Algo muy distinto sucede con la escala temporal, ya que Acuña *et al.* (2005) consideraron 10 años de datos (1994-2004) e incorporaron 6143 lances de pesca realizados en cruceros de evaluación y viajes comerciales. Por su parte, el FIP 2005-61 abarcó apenas meses de los años 2006 y 2007 e incorporó 128 lances realizados en cruceros de investigación. Teniendo en cuenta estas consideraciones, es posible detectar la importante diferencia en el número de especies/taxa identificadas ( $N=200$ ) por el presente proyecto respecto a lo reportado por Acuña *et al.* (2005). La resolución taxonómica alcanzada por ambos estudios, principalmente a nivel de invertebrados, probablemente sea la causa de las diferencias reveladas en cuanto al número de especies/taxa identificadas. Sería de esperar que hubiese ocurrido lo inverso dado que el presente proyecto abarcó una ventana temporal muy breve (meses), mientras que el trabajo de Acuña *et al.* (2005) consideró una ventana temporal importante (una década).

La riqueza de especies y la equitabilidad entre especies son los dos componentes que combinados determinan la diversidad comunitaria (Begon *et al.* 2005). En el presente estudio no fue posible determinar la equitabilidad entre especies o por el contrario, la dominancia de algunas especies de la comunidad bento-demersal, dado la limitante de trabajar con datos binarios de presencia/ausencia por especie.

La utilización del número (o riqueza, S) de especies como medida descriptora de la composición comunitaria entrega una percepción inmediata acerca de la diversidad biológica presente en una comunidad (Magurran, 1988). A partir de este descriptor comunitario fue posible establecer que la diversidad biológica de la comunidad bento-demersal aumenta a medida que la latitud y la profundidad también aumentan, encontrándose mayor número de especies en la zona ubicada en el extremo sur del área de estudio (zona 8) a profundidades someras (estrato 1, 100-200 m) e intermedias (estrato 2, 200-300 m). En este sentido, también se encontró que zonas contiguas y ubicadas en la parte sur (zonas 6, 7, 8) presentaron el mayor número de especies en el estrato más profundo (estrato 4). A la inversa, la diversidad comunitaria más baja fue encontrada en el extremo norte del área de estudio (zona 1) a profundidades someras (estrato 1). Estos resultados concuerdan, en parte, con los reportados por Acuña *et al.* (2005), quienes encontraron que el mayor número de especies aumenta con la profundidad, siendo mayor en el rango de 200-499 m (96 especies) respecto al rango de 50-199 m (62 especies), dentro del rango latitudinal 23°-36° S. Cabe señalar que estos autores no establecieron comparaciones de la diversidad biológica en el eje latitudinal, concentrando sus esfuerzos hacia el estudio de variaciones temporales (interanuales) de la diversidad comunitaria. Por lo tanto, el presente proyecto se constituye en el primer antecedente que demuestra el aumento del número de especies con el aumento de la latitud, para la comunidad bento-demersal distribuida sobre la parte externa de la plataforma continental y talud continental dentro del rango latitudinal 29° 22' S- 38° 51' S.

La comparación de la riqueza de especies bento-demersales respecto al tipo de fondo se estableció en forma cualitativa y descriptiva, principalmente porque no se contó con datos cuantitativos de buena resolución (e.g., granulometría para todas las estaciones de muestreo, datos de prospección del fondo marino). No obstante, fue posible constatar que en todos los casos, el número de especies aumenta hacia los estratos más profundos dentro de cada zona y de forma independiente al tipo de fondo. Esta conclusión se pone de manifiesto al comparar zonas que presentan tipos de fondos distintos, por ejemplo, al comparar zonas que presentaron sólo fondos blandos (zonas 4, 7, 8) con respecto a una zona que presentó sólo fondos duros (zona 3). La misma independencia se observó en las demás zonas donde existió la presencia de fondos tanto duros como blandos, excepto en la zona 2. En este último caso, el máximo número de especies se presentó en el estrato 3 cuya composición estuvo representada por fondos duros y blandos en una relación cercana al 50% para cada tipo de fondo.

Del total de 200 especies bento-demersales identificadas apenas un 17% (34 especies) presentaron una FO  $\geq 10\%$ . La gran mayoría de las especies (N=166) se destacaron por una FO muy baja, que en general se ubicó entre el 1% y 10% del total de lances ejecutados. Las especies con las mayores FO fueron *M. gayi* (91%), *H. reedi* (79%) y *C. aconcagua* (78%). Estas evidencias indican que en el área de estudio hay pocas especies frecuentes y un gran número de especies escasas. Esta tendencia definiría a una comunidad dominada por pocas especies, siendo la mayoría especies raras y por ende la diversidad comunitaria sería baja. Sin embargo, no será posible discutir este segundo

componente de la diversidad comunitaria porque no se pudo abordar cuantitativamente, por las razones ya expuestas al inicio de la presente sección.

Respecto a los cambios espaciales en la diversidad, no se encontró un patrón claro de aumento de la diversidad biológica en el gradiente latitudinal, según el descriptor comunitario  $\beta_w$ . Este comportamiento del índice  $\beta_w$  no reflejó lo sucedido con la riqueza de especies donde, en general, las zonas ubicadas en la parte sur del área de estudio concentraron el mayor número de especies. Es posible que la inconsistencia entre el índice  $\beta_w$  y la riqueza de especies, pueda deberse al hecho que el número de estaciones dentro de cada estrato de profundidad fue variable al comparar entre zonas, siendo que en 11 arreglos, tipo zona-estrato, el valor promedio de especies por estrato ( $\alpha$ , denominador en la fórmula matemática para calcular  $\beta_w$ ) se calculó a partir de dos o tres estaciones de muestreo. Por lo tanto, se considera pertinente reafirmar lo sugerido al principio, indicando que la diversidad biológica es mayor a medida que aumenta la latitud, usando a la riqueza de especies como descriptor comunitario.

Por otro lado, el índice  $\beta_w$  evidenció cambios espaciales en la diversidad biológica a lo largo del gradiente batimétrico, alcanzando su valor máximo en el estrato 3 (300-400 m). Este patrón se mantuvo en los dos grupos zonales de muestras generados para este análisis, aunque el grupo zonal 1 fue el que presentó los valores más altos de  $\beta_w$ . En síntesis, es posible afirmar que la diversidad biológica aumenta con la profundidad hasta alcanzar su máximo en el estrato 3 y posiblemente en el rango batimétrico de 325 a 380 m. Llama la atención el comportamiento presentado por  $\beta_w$  para el caso del grupo zonal 2, ya que el análisis NMDS no presentó una arreglo de estaciones dentro del rango batimétrico intermedio para las zonas 1, 6 y 7. Por último, cabe destacar que este patrón batimétrico encontrado para la diversidad de la comunidad bento-demersal es similar al encontrado para la riqueza de especies de la comunidad bentónica dentro de la zona 3, donde se destaca la estación 15 a 349 m de profundidad. Tal como se mencionó anteriormente, en esta estación se encontró evidencias de afloramiento de metano. Ahora bien, será objetivo de una próxima investigación identificar qué relación existe entre la diversidad comunitaria en el rango de 325-380 m a lo largo de las zonas 2, 3, 4, 5 y 8. Será necesario explorar qué factores ambientales son limitantes como así también la dinámica interna y las limitantes de dispersión de cada una de las especies bentónicas y demersales que conforman ese tipo de ensamblaje comunitario distribuido en dicho rango batimétrico.

En cuanto a la estructura comunitaria, es necesario tener en cuenta que al momento de establecer los ensambles de especies o ensambles ecológicos, lo que se describe al fin es la propia comunidad, ya que según Begon *et al.* (2005) una comunidad se define como “un ensamblaje de poblaciones de especies que ocurren juntas en espacio y tiempo”. Se estableció una tendencia al aumento en el número de especies tipificantes por ensamble con respecto a los ejes latitudinal y batimétrico, siendo mayor en las zonas ubicadas en la parte sur del área de estudio (zonas 7 y 8) y en el estrato más profundo (4: 400-500 m). Esta tendencia confirmó lo encontrado al analizar la riqueza de

especies (ejes latitudinal y batimétrico) y el índice  $\beta_w$  (eje batimétrico). *M. gayi* es la única especie presente en los ensamblajes establecidos para las ocho zonas y los cuatro estratos de profundidad. Sin embargo, esta especie disminuye su contribución a la similaridad de cada ensamblaje donde participa, a medida que aumenta la latitud y la profundidad. *H. reedi* y *C. aconcagua* son las especies que presentan el segundo nivel de importancia dado que forman los ensamblajes establecidos en buena parte de las zonas distribuidas de norte a sur. *H. reedi* es un crustáceo cuya distribución abarca desde el norte (zonas 1, 2 y 3), se interrumpe en el centro (zona 4) y vuelve a aparecer en la parte sur (zonas 5 y 6) del área de estudio. Por otro lado, *C. aconcagua* es un pez óseo cuya distribución abarca desde el centro (zona 4) hacia el sur (zonas 5, 6, 7 y 8). Cabe señalar que *H. reedi* y *C. aconcagua* comparten los mismos ensamblajes únicamente dentro de las zonas 5 y 6 (sur). Otra particularidad compartida por ambas especies es su participación en ensamblajes distribuidos dentro de los estratos batimétricos intermedio (2: 200-300 m) y profundos (3: 300-400 m; 4: 40-500 m), a través de todas las zonas.

En el caso de *C. johni* y *M. gaudichaudii*, estos crustáceos co-ocurren prácticamente en los mismos ensamblajes que se forman a lo largo del eje latitudinal (zonas 2, 3 y 4), excluyendo a la zona 1, donde no está presente *M. gaudichaudii*. A su vez, ambas especies co-ocurren en cierto rango del eje batimétrico, estando presentes en el ensamblaje del estrato más somero (1: 100-200 m), sin embargo, no sucede lo mismo en los estratos 2 y 3, siendo que *C. johni* está ligada a un estrato intermedio (2: 200-300 m) y *M. gaudichaudii* a un estrato profundo (3: 300-400 m). Se detectaron especies que sólo ocurren en ensamblajes ubicados dentro de un rango latitudinal específico. En este sentido, *Epigonus* sp. ocurrió solamente en la parte norte (zona 2) y *C. porteri* estuvo presente únicamente en el centro (zona 4). Otro grupo de especies ocurrieron únicamente en la parte sur del área de estudio, tal es el caso de *P. monodom* (zona 5), *H. diomedae* (zonas 5, 6 y 7); *L. granaria* y Moridae (zonas 6, 7 y 8), *C. granulatum* (zona 7); *Hippoglossina* sp., *H. legerichi* y *D chilensis* (zona 8). Al considerar el eje batimétrico también se identificó la ocurrencia de especies dentro de cierto rango de profundidad. *Hippoglossina* sp. sólo ocurrió en un estrato intermedio de profundidad (estrato 2) y *L. granaria* integró únicamente un ensamblaje de estrato profundo (estrato 3). En el caso de *H. diomedae*, Moridae, *C. chilensis* y *H. canescens*, fueron especies co-ocurrentes en el ensamblaje del estrato más profundo (estrato 4), exclusivamente. Cabe destacar que no se detectó ninguna especie que solamente ocurriera en el estrato de profundidad más somero (estrato 1).

En el presente proyecto se identificaron, mediante análisis de agrupación y ordenación, cuatro rangos latitudinales dentro de los cuales se distribuyen los ensamblajes de especies bento-demersales, a saber: i) 29° S (zona 1), ii) 31°-35° S (zonas 2-3-4-5), iii) 36°-37° S (zonas 6-7) y iv) 37°-38° S (zona 8). Por otro lado, Camus (2001) propone, para la zona costera, una "zona de transición de contacto" entre 26° S y 29° S, donde existiría un gran intercambio faunístico entre la Provincia Peruana y el Distrito Septentrional. Nuestros resultados confirman la existencia de una zona dentro del paralelo 29° S que se distingue de las demás zonas. Lo anterior permite sugerir que: 1) el paralelo 29° S indicaría el límite sur

de la “zona de transición de contacto”, y 2) la extensión batimétrica de la “zona de transición de contacto” no sólo abarcaría la zona costera sino que también estaría presente hacia la plataforma continental externa y parte superior del talud. A su vez, el siguiente rango latitudinal identificado en el presente proyecto, entre 31°-35° S, es el más extenso y coincide en gran parte con la demarcación zonal del Distrito Septentrional (29° S-33° S) propuesta por Camus (2001) para la zona costera. Por último, en la parte sur del área de estudio del presente proyecto se distinguieron dos rangos latitudinales distintos, uno entre 36°-37° S y otro entre 37°-38 S. Acuña *et al.* (2005) también detectaron la existencia de este último rango latitudinal y fue el único resultado que coincidió con los encontrados en el presente proyecto, dado que los mencionados autores identificaron asociaciones faunísticas dentro de los siguientes rangos: (1) entre 21°-22° S, (2) entre 23°-36° S y (3) entre 37°-38° S.

Al considerar el eje batimétrico, Acuña *et al.* (2005) establecieron ensambles de especies en dos rangos: (1) 50-199 m y (2) 200-499 m. Por el contrario, en el presente proyecto se establecieron ensambles faunísticos en cuatro rangos batimétricos, cada 100 m, entre 100-500 m. Según Acuña *et al.* (2005) el ensamble faunístico somero (50-199 m) estuvo conformado por *C. johni*, *P. monodon*, *M. gayi* y *Hipoglossina macrops*. En el presente proyecto se encontró a *M. gayi*, *M. gaudichaudii* y *C. johni* como las tres especies típicas del ensamble faunístico más somero (100-200 m). Al comparar resultados entre los estudios, se detectó la coincidencia acerca de la presencia de dos especies (*M. gayi*, *C. johni*), y la diferencia en cuanto a la presencia de *P. monodon* y *H. macrops* (Acuña *et al.*, 2005) respecto a *M. gaudichaudii* (este proyecto), como especies típicas del ensamble faunístico más somero. Dentro del estrato más profundo (200-499 m), Acuña *et al.* (2005) proponen un ensamble faunístico conformado por las mismas especies que las encontradas dentro del ensamble somero, aunque destacan cambios de abundancia relativa de las especies entre ensambles. En el caso del presente proyecto, los ensambles de especies fueron distintos al comparar entre estratos de profundidad y a su vez, el número de especies típicas de cada ensamble fue mayor a medida que aumentó la profundidad. Por lo tanto, no fue posible establecer comparaciones entre estudios, a nivel de estratos de profundidad mayores a 200 m. Por último, Acuña *et al.* (2005) detectaron la presencia del crustáceo *M. gaudichaudii* dentro de los estratos somero y profundo, aunque con abundancia relativa muy baja por estrato (1.1%). Dicho crustáceo no fue considerado como especie típica de algunos de los ensambles, en ningún caso. Este hecho llama poderosamente la atención ya que en el presente estudio, a diferencia de Acuña *et al.* (2005), *M. gaudichaudii* representa una de las tres especies típicas del ensamble faunístico ubicado entre 100-200 m (estrato 1) y además, es una de las cinco especies típicas del ensamble identificado entre 300-400 m (estrato 3).

En cuanto a las relaciones especie-ambiente, el ACP aplicado a la matriz de variables físicas y químicas indicó que las variables abióticas que mejor explicaban la varianza entre muestras abióticas eran la temperatura de fondo y el contenido de oxígeno disuelto, principalmente. El aporte de ambas variables explicó el 47.4% de la varianza total encontrada. Por su parte, el procedimiento BIOENV indicó

a dos grupos de variables abióticas (grupo 1: temperatura de fondo+salinidad de fondo y grupo 2: temperatura de fondo+oxígeno) como sendas combinaciones de variables físicas y/o químicas capaces de explicar la distribución de las especies en sentido latitudinal y batimétrico. Estos resultados permiten sugerir que la conformación de los ensambles de especies establecidos a lo largo de los ejes latitudinal y batimétrico estaría relacionada con tres variables oceanográficas: *temperatura de fondo*, *salinidad de fondo* y *contenido de oxígeno disuelto*. Es muy importante tener en cuenta que dichas variables abióticas son indicadores esenciales para identificar masas de agua en el espacio. A grandes rasgos se podría decir que el rango batimétrico más somero (<300 m) estaría influenciado por Aguas Ecuatoriales Sub-Superficiales (AESS), con un bajo contenido de oxígeno y mayor temperatura. Especies típicas asociada a este tipo de agua son *Aeneator fontainei* y *P. monodon*. Por debajo de este rango batimétrico se produce un efecto de “borde” de mínima de oxígeno, debido a los gradientes cruzados de oxígeno y materia orgánica (Levin et al. 1991). En estas zonas de “borde”, en general, se encuentra una abundante y variada fauna bentónica, dominada por especies de crustáceos de importancia comercial tales como *H. reedi* y *C. johni*. Avanzando en dirección a la zona batial (inferior al quiebre de la plataforma, >300 m) se ubica el agua Intermedia Antártica (AIAA), caracterizada por alto contenido de oxígeno disuelto y baja temperatura. Especies típicas de esta masa de agua son, por ejemplo, *H. diomedeeae*, *Aeneator loisae*, y *Stereomastis sculpta*.

En el presente proyecto no se identificaron rangos de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno disuelto dentro de los cuales pudieran asociarse mejor las especies bento-demersales, a lo largo de los ejes latitudinal y batimétrico. Esta limitación se debió a que la cobertura espacial de los muestreos no fue extensiva, al compararla con la inmensa cobertura espacial del área de estudio (entre la III y la X región). En cambio, el esfuerzo de muestreo se orientó hacia aquellas zonas donde históricamente se han concentrado los focos de pesca de ciertos recursos pesqueros (camarón nailon, langostinos amarillo y colorado, merluza común). Por lo tanto, resultaría aventurado tratar de establecer asociaciones de las especies a rangos preferenciales de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno disuelto. Sin embargo, se recomienda que en futuros estudios similares al establecido en el presente proyecto, se consideren dichas variables oceanográficas al momento de establecer relaciones especie-ambiente. Además, se sugiere ampliar la cobertura espacial de los muestreos e intensificar el esfuerzo de muestreo de variables abióticas, para coleccionar un mayor número de datos por estación, considerando toda la columna de agua. Estos lineamientos permitirán mejorar la representación de las variables temperatura, salinidad y contenido de oxígeno en toda la columna de agua, junto con mejorar la resolución de las asociaciones especie-ambiente establecidas, será posible identificar los rangos de preferencia de las especies para cada variable abiótica.

## **Cambios temporales en la composición y estructura comunitaria**

El bajo número de especies pertenecientes a la comunidad bento-demersal que fueron identificadas en las bases de datos de proyectos FIP de evaluación directa o indirecta de merluza común, ejecutados entre 1993 y 2005, impidió que se pudiera establecer un análisis comparativo entre la base de datos del presente proyecto (2006, 200 especies) y aquellas generadas en años anteriores dentro de áreas de estudio similares. Por lo tanto, hasta la fecha no se cuenta con información fehaciente para generar estudios comparativos orientados a detectar posibles cambios espacio-temporales de composición y estructura experimentados a lo largo de los años, por parte de la comunidad bento-demersal que habita entre la III y X región de Chile. Esta profunda limitante radica en la calidad de las bases de datos generadas en proyectos anteriores y durante 12 años de investigación, donde se descuidó el proceso fundamental de identificación taxonómica de las especies capturadas como así también la cuantificación de ciertos parámetros poblacionales (e.g., abundancia por especie). En las siete bases de datos consultadas, ambos aspectos afectaron de forma contundente a las especies consideradas como “fauna acompañante”. Se propone, por tanto, unificar los criterios de muestreo a bordo y en laboratorio, utilizando protocolos que permitan: a) a bordo: identificar a las especies por nombre científico y preservar ejemplares por especie, para su posterior identificación por especialistas; b) a bordo: cuantificar (estimar) el número de individuos por especie; c) en laboratorio: comprobar la identificación taxonómica de las especies y corroborar la asignación de nombre científico a cada una, y d) destinar ejemplares por especie para generar colecciones zoológicas actualizadas que sean depositadas en museos y centros de investigación distribuidos a lo largo del país. En este sentido, se recomienda generar una lista de expertos en taxonomía de los distintos grupos a los cuales se pueda recurrir para solicitar asesoría en esta disciplina.

## **Contenidos gástricos**

En cuanto a las profundidades de alimentación (Tablas 65 a 73), es fácil suponer que los organismos depredadores migran verticalmente en la columna de agua, no obstante estos organismos pueden no sólo desplazarse verticalmente sino también horizontalmente, lo que explicaría de manera lógica las distintas profundidades a las que estos organismos se están alimentando, aprovechando más su traslado ascendiendo por sobre el fondo para alimentarse que estar realizando una migración vertical para dicho propósito.

Los resultados indican que hay variaciones en las dietas sugiriendo que algunos depredadores presentan hábitos más generalistas y otros son más selectivos, aunque en algunos casos es poco determinante encajar en alguna de las dos categorías a una especie en particular. Cada una de las zonas presenta una composición distinta de especies depredadoras, principalmente como producto del

muestreo, de las especies presentes o de la existencia de contenido gástrico. Dentro de estas composiciones es posible observar que hay zonas en que los depredadores se repiten. Se obtienen así, nueve mallas tróficas con diferencias importantes (Figuras 68 a 76). Se puede observar grupos de asociaciones entre distintas especies depredadoras según la profundidad a la que fueron capturadas, como por ejemplo las asociaciones entre *C. aconcagua* y *M. gayi*, que se encuentran asociadas únicamente en la zona 5, donde se podría decir que la presencia de *C. aconcagua* aumenta en profundidad, reemplazando la presencia de *M. gayi* que tiene una distribución en profundidad más somera; otra asociación que se observa es la de *P. jugularis* y *M. gayi*, las cuales suelen estar asociadas en zonas costeras (someras) (Arancibia, 1992), tal y como se ve en las zonas 3, 5, 6 y 9; *M. gayi* con el género Hipoglossina se ve asociada costa afuera, sobre todo en profundidades someras a intermedias de las zonas 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9.

Si bien se da una asociación según la profundidad, también se da una asociación según la presa consumida; en el caso de *C. aconcagua* y *M. gayi*, se da una asociación en el recurso utilizado, ya que ambas especies consumen eufáusidos en la zona 5. Con respecto a la asociación entre *P. jugularis* y *M. gayi*, se da que tan solo en la zona 6, ésta corresponde a una asociación por profundidades, en el resto de las zonas los depredadores se encuentran asociados por el recurso consumido, en el caso de la zona 3 se asocian por el consumo de *H. reedi*, en la zona 5 por el consumo de *C. johni* y en el caso de la zona 9 por el consumo de eufáusidos. Ahora bien, la asociación entre el género Hipoglossina y *M. gayi*, al igual que la de *M. gayi* con *P. jugularis*, no sólo se restringe a una asociación de profundidades, esta situación se da tan solo en las zonas 4 y 2; en el resto de las zonas se asocian por recurso consumido, en las zonas 3 y 5 se asocian a través de *C. johni*, en la zona 6 (la que contiene más recursos en común) se asocian por el consumo de teleósteos, eufáusidos, *H. diomedae* y *C. johni*; en la zona 7 y 9 se asocian por el consumo de estomatópodos (*S. aculeata* y *P. armata*, respectivamente).

### **Consideraciones generales de modelos ecotróficos**

En el presente proyecto no se aplicó la versión dinámica ECOSIM incluida en el paquete computacional Ecopath (EwE, Walters *et al.*, 1997; Christensen & Walters, 2000), aunque se sugirió inicialmente su uso al momento de presentar la Propuesta Técnica. La razón para desistir de usar EwE se debió a que finalmente los muestreos permitieron una cobertura temporal restringida (otoño y primavera/2006; fines de verano/2007) y además no se ponderaron variaciones estacionales (intraanuales), aglutinando toda la información colectada en una única base de datos. Estas limitaciones impidieron establecer una aproximación, usando EwE, tendiente a entender la dinámica comunitaria dentro del ecosistema marino de Chile centro-sur durante el año 2005.

Hasta el presente se han desarrollado varios modelos ecotróficos para la zona central de Chile (33°-39° S), cubriendo desde la V hasta la IX región (Neira *et al.*, 2004; Arancibia & Neira, 2005; Milessi, 2005; Arancibia *et al.* 2006; Giacaman *et al.*, 2007). Estos modelos globales multiespecíficos fueron aplicados dentro de una franja comprendida entre la zona costera y la parte superior del talud continental. Por su parte, el presente proyecto generó el modelamiento multiespecífico de las principales interacciones tróficas ocurridas entre especies de mamíferos marinos, aves marinas, peces cartilagosos, peces óseos e invertebrados marinos que habitan el ecosistema marino desde 32° 50' S hasta 41° 30' S (Chile centro-sur), para el año 2005.

### **Modelo ecotrófico multiespecífico de Chile centro-sur (año 2005)**

La biomasa total (BTS) del ecosistema marino de Chile centro-sur para el año 2005 se estimó en 611,744 ton/km<sup>2</sup>. La BTS fue dominada por el fitoplancton y el mesozooplancton, que en conjunto contribuyeron con el 85,80%. El componente pelágico aportó con 7,90% y el componente demersal con 6,12% de la BTS. Dentro del componente pelágico los mayores aportes en biomasa correspondieron a peces pelágicos pequeños (4,07%) y peces mesopelágicos (3,12%). Por su parte, en el componente demersal las mayores biomásas fueron aportadas por merluza de cola (1,82%), merluza común (1,45%) y jibia (0,74%). Los predadores tope aportaron en forma mínima a la BTS (0,01%).

### **Nivel trófico de las especies del ecosistema marino de Chile centro-sur**

El nivel trófico (NT) promedio calculado para cada una de los grupos de especies incluidos en el modelo multiespecífico de Chile centro-sur indicó que, los predadores de mayor nivel trófico correspondieron (NT=4,72), cetáceos (NT=4,54), tiburones pelágicos (NT=4,45) y lobo marino (NT=4,03). Es importante destacar que el alto nivel trófico calculado para albacora se debió a que se asumió una dieta compuesta por un 50% de merluza de cola y un 48% de jurel (Arancibia *et al.*, 2006). Estos antecedentes indican que la información de la dieta de albacora carece de buena resolución en términos de grupos presa integrantes y su representatividad en la dieta. Estas importantes consideraciones dejan de manifiesto, una vez más, la falta de conocimiento cuantitativo de alta resolución acerca de la dieta de predadores tope y por consiguiente se exhorta a la realización de estudios tróficos que apunten a mejorar el conocimiento de la dieta de los predadores tope que habitan el ecosistema marino de Chile centro-sur. Cabe destacar a Hückstädt *et al.* (2007) como un ejemplo en este sentido, quienes orientaron sus esfuerzos hacia la reconstrucción de la dieta del lobo común (*Otaria flavescens*) y la estimación de su posición trófica dentro del ecosistema marino de Chile central (32°-39° S), utilizando isótopos estables. Por su parte, los grupos funcionales que constituyen recursos pesqueros y que presentaron los mayores niveles tróficos fueron: merluza común (NT=3,97), merluza de cola (NT=3,91), caballa (NT=3,81),

congrios (NT=3,78) y besugo (NT=3,72). Estos resultados dan cuenta de la importancia de conocer las relaciones tróficas de los recursos pesqueros, los cuales han sido señalados como especies que pueden jugar roles importantes en la estructura y dinámica de este ecosistema marino (Quiñónez *et al.*, 1997; Neira *et al.*, 2004). En este sentido, se destaca a la merluza común, especie que ha sido señalada como el grupo cuyos cambios en biomasa perturban de mayor forma la biomasa de las otras especies que integran el ecosistema marino de Chile centro-sur (Neira *et al.*, 2005; Giacaman *et al.*, 2007) así como en otros ecosistemas de surgencia (Shannon & Cury, 2003).

### **Sobreposición de nichos tróficos**

Los mayores valores de sobreposición de nichos entre predadores y presas estuvieron asociados a langostino amarillo y camarón nailon, indicando que entre estos grupos existe una similitud tanto en sus presas como en sus predadores (ver Figura 1). Estos resultados sugieren que el langostino amarillo y el camarón nailon comparten una “similaridad funcional” (Abrams, 1996; Collins & Benning, 1996) dentro del compartimento demersal del ecosistema marino de Chile centro-sur. Esta “similaridad funcional” puede ser medida y entendida al comparar el nivel trófico similar (NT=2,0) ocupado por estos crustáceos dentro de la trama trófica. Por su parte, la merluza común y la merluza de cola presentaron valores altos de sobreposición de presas y predadores ( $P_{mn}=0,8$ ,  $O_{jk}=0,79$ ), indicando una elevada competencia por presas y la existencia de predadores compartidos entre ambos grupos. Seis pares de grupos funcionales (peces mesopelágicos/merluza de cola, langostino colorado/langostino amarillo, sardina común/anchoveta, caballa/besugo, peces mesopelágicos/anchoveta, jurel/besugo) denotaron una alta sobreposición de presas, indicando una clara competencia trófica entre sí. El par conformado por jibia y merluza de cola presentó la menor sobreposición tanto de presas como de predadores, denotando una baja competencia entre ambos grupos. Finalmente, cabe destacar la baja sobreposición de presas y predadores que presentaron la jibia y la merluza común.

### **Impactos tróficos combinados**

Los impactos tróficos combinados (ITC) están íntimamente relacionados con la calidad de la información de dieta del predador. En general, los predadores causaron impactos negativos sobre sus presas y a su vez, estas causaron impactos positivos sobre sus predadores (ver Figura 2). A nivel de predadores tope se generaron impactos tróficos negativos de cetáceos hacia sí mismos y sobre lobo marino, ocurriendo lo propio desde los tiburones pelágicos hacia albacora. En ambos casos la explicación radica en la competencia generada entre grupos de predadores tope.

La pesquería fue el grupo que generó el mayor número de impactos tróficos negativos hacia los demás grupos tróficos del ecosistema marino de Chile centro-sur. Sus impactos negativos afectaron a integrantes de los componentes pelágico (tiburones pelágicos, jurel, caballa, albacora, besugo, blanquillo, reineta) y demersal (jibia, merluza de cola, rayas). A su vez, los impactos tróficos positivos generados por la pesquería contribuyeron al beneficio del plancton gelatinoso (NT=2,62), crustáceos bentónicos (macrobentos, NT=2,03) y peces mesopelágicos (mictófidos, NT=3,51). Estos ITC ejercidos por la pesquería contribuyen a disminuir la diversidad biológica presente en el ecosistema marino y podrían ocasionar pérdidas de algunos grupos funcionales que ocupan niveles tróficos altos y que representan recursos pesqueros (e.g, merluza común (NT=3,97), merluza de cola (NT=3,91), caballa (NT=3,81), congrios (NT=3,78) y besugo (NT=3,72)).

Merluza común causó impactos tróficos positivos sobre aves marinas, jibia, pejerratas y macrobentos. Por otro lado, los impactos negativos de merluza común fueron ejercidos sobre congrios, cojinoba, reineta, merluza de cola, posiblemente por competencia. A su vez, la merluza común generó impactos tróficos negativos sobre sí misma por canibalismo, además de afectar por predación a langostino amarillo y lenguado de ojos grandes.

La jibia ha sido señalada como un cefalópodo que juega un importante rol en la estructura trófica de los ecosistemas marinos del mundo (Rodhouse & Nigmatullin, 1996), siendo considerado uno de los factores naturales causales de la disminución de la biomasa del stock de la merluza común dentro del ecosistema marino de Chile centro-sur (Tascheri et al., 2004; Lillo et al., 2005; Lillo et al., 2006). Los resultados de los ITC obtenidos en este estudio siguen la tendencia señalada al causar la jibia importantes impactos tróficos negativos, por predación, sobre merluza común, para seguir luego con sardina común y sobre sí misma por canibalismo.

Finalmente, cabe señalar que no fue posible contar con información actualizada y de buena resolución para todos los grupos tróficos incluidos en el presente modelo multiespecífico. Por lo tanto, se reconoce las limitaciones que brinda esta aproximación al momento de establecer relaciones depredador-presa entre los integrantes del ecosistema marino de Chile centro-sur.

## 6 CONCLUSIONES

- Las temperaturas más bajas en el fondo marino ( $< 7^{\circ}\text{C}$ ) se presentaron entre los 400 y 500 m de profundidad de las zonas 5, 6, 7 y 8 mientras que las temperaturas más altas ( $> 12^{\circ}\text{C}$ ) se registraron entre los 100 y 200 m de las zonas 1 y 3. Al analizar la temperatura promedio en cada una de las zonas, se apreció una clara tendencia de los valores a disminuir con la profundidad.

- A profundidades equivalentes, las temperaturas de fondo observadas durante el desarrollo de este proyecto son similares a las observadas para los datos históricos y fluctúan alrededor de los intervalos de  $9^{\circ}$  a  $12^{\circ}\text{C}$  para las profundidades de 100-200 m,  $8,5^{\circ}$  a  $11,5^{\circ}\text{C}$  para 200-300 m,  $7^{\circ}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  para 300-400 m y  $6^{\circ}$  a  $8^{\circ}\text{C}$  para el nivel más profundo de 400-500 m.

- La salinidad del agua cercana al fondo presentó valores que fluctuaron entre 34,019 y 34,815. En general, las salinidades más bajas ( $< 34,5$ ) se presentaron en los niveles más profundos y las más altas ( $> 34,5$ ) en las en las zonas más someras. Se aprecia una tendencia a la disminución de la salinidad de norte a sur, con valores menores a 34,2 en la zona más austral (zona 8) y valores mayores a 34,8 en la zona norte (zona 1).

- La distribución longitudinal del oxígeno disuelto mostró que, en general, las menores concentraciones tienden a presentarse en la zona norte y las más altas en la zona sur. Por su parte, la distribución vertical de oxígeno disuelto sobre el fondo también mostró asociación con la batimetría, presentándose las concentraciones más altas a profundidades entre 100 y 300 m, mientras que las más bajas lo hicieron entre 300 y 500 m.

- Sobre el fondo marino de la zona muestreada se detectó la presencia, en diferentes proporciones, del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y del agua Intermedia Antártica (AIAA).

- Una fuente hidrotermal se caracteriza por constituirse en una región con alto gradiente geotermal (con rocas calientes cercanas a la superficie), con un sistema de drenaje con fracturas, poros y similares que permiten la percolación de agua fría hacia abajo en la corteza, y luego esta surge por convección después de haber sido calentada. La zona de estudio no está localizada junto a ninguna zona propicia para la existencia de fuentes hidrotermales, por lo tanto estas fuentes no se presentan entre la III y X Regiones desde la costa y hasta los 2.000 m de profundidad.

- Se define monte submarino a un “volcán submarino que se eleva más de 1000 m sobre el fondo oceánico” (Kennett, 1982). Considerando que la zona de estudio corresponde a un margen continental, en esta zona por definición no existen montes submarinos. Las variaciones que presenta la topografía

submarina en esta zona se debe a otros rasgos fisiográficos, dentro de los cuales destacan los cañones submarinos y las cuencas sedimentarias. Para caracterizar el fondo marino se entregan mapas de batimetría del fondo marino (referencial, multihaz y perfiles) y pendiente del fondo marino.

- Si bien los datos de retrodispersión acústica son abundantes y promisorios, requieren de un procesamiento mayor que escapa a los alcances del presente proyecto, razón por la cual *a priori* no es posible caracterizar la calidad del fondo marino en tan extensa área. En términos generales, se entregan 4 mapas (26°-31°, 31°-35°, 35-39° y 39°-44° LS) con datos de retrodispersión acústica disponibles en diversas fuentes.

- Los afloramientos de metano corresponden a un tipo particular de respiradero frío, en los cuales surge gas metano desde el interior del fondo marino, los que se asocian a fallas o fracturas que conectan zonas más profundas con la superficie del fondo marino. En el presente estudio, la estación 15 de la zona 3 constituye la segunda zona de afloramiento de metano georreferenciada en Chile, en la cual se presentaron como evidencia valvas vacías de un bivalvo del género *Calyptogena*, tubos de poliquetos siboglinido del género *Lamellibranchia* y bloques de carbonatos autigénicos.

- El término coral se puede entender como el nombre genérico que reciben varios animales que pertenecen al Phylum Cnidaria específicamente a la clase Anthozoa que viven en colonias y cuyas duras secreciones dan lugar a la formación de una serie de ramificaciones calcáreas de colores y formas muy variables, encontrándose en todos los océanos, colonizando todo tipo de sustrato y en todas las profundidades. En este estudio, se identificaron 17 especies y 12 familias de corales; 1 Scleractinia, 5 Alcyonacea, 8 Gorgonacea, 2 Pennatulacea y 1 Ceriantipatharia.

- El 35% de las estaciones de muestreo reportan presencia de corales, siendo la Subclase Alcyonaria la que presentó mayor riqueza de especies (15 especies). En cuanto a su distribución, en el rango batimétrico más profundo (entre 400 y 467 m) se recolectó el 72% del total de corales, presentando también la mayor riqueza de especies. La mayor riqueza de especies de coral se presentó en la zona 8, mientras que las especies de coral más abundantes fueron *Anthomastus* sp (Alcyonacea) y *Swiftia* sp (Gorgonacea).

- Se define arrecife de coral a las agregaciones de organismos vivos del Phylum Cnidaria, ya sean acumulaciones de escleractinios hermatípicos (formadores de arrecife) o jardines de corales blandos, por ejemplo Alcyonarios y Cerianthipatharios.

- Se reconocieron 24 especies de condriictios; 10 tiburones, 12 rayas y 2 quimeras. En cuanto a número de especies, los condriictios fueron representados mayormente por las familias de tiburones Dalatiidae y Scyliorhinidae, y por las familias de rayas Arhynchobatidae y Rajidae.

- En cuanto a la abundancia relativa porcentual, destacaron las familias Dalatiidae (63%), Scyliorhinidae (17%) y Rajidae (12%); y las especies *Centroscyllium granulatum* (36%), *Halaelurus canescens* (13%) y *Centroscyllium nigrum* (10%).

- Del total de estaciones de muestreo, se encontró que en 54 de éstas se capturó alguna especie de tiburón (42%), en 65 se capturó alguna especie de raya (50%) y en 8 alguna especie de quimera (6%). Las especies con mayor frecuencia de aparición fueron *Halaelurus canescens* (36%), *Bathyraja peruana* (23%) y *Centroscyllium granulatum* (19%).

- Se identificaron 99 especies y/o unidades taxonómicas en las muestras de macrofauna. En términos de composición específica, el grupo Polychaeta fue el más representativo en todas las zonas con un rango que varió entre 60 al 75% del total del macrobentos. El grupo Mollusca fue el segundo grupo en importancia con valores que variaron entre 8 y 18% del total.

- La distribución de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se explica principalmente por las variables latitud, profundidad y temperatura, apareciendo en segunda instancia el oxígeno disuelto.

- Se registró un total de 157 especies y/o unidades taxonómicas de megafauna obtenidas con rastra y arrastre. Mediante rastra se obtuvieron un total de 120 especies y mediante arrastre 98. Del total global, 59 especies se capturaron exclusivamente con rastra, 37 sólo se recolectaron en arrastres con arrastre y 61 especies se capturaron con ambos sistemas.

- En términos de composición específica, respecto al total de organismos recolectados mediante rastra, los Phyla Mollusca, Arthropoda y Echinodermata tuvieron una representación porcentual similar (21%, 19% y 17%, respectivamente).

- La distribución de las comunidades megabentónicas se explica principalmente por las variables profundidad, temperatura y oxígeno disuelto. Al incorporar la variable latitud se explica de mejor forma la distribución batimétrica y zonal.

- El mayor número de especies megabentónicas se encontró en la zona 3 estación 15 (349 m de profundidad), asociada a una zona cercana de afloramiento de metano.

- A partir de las asociaciones faunísticas megabentónicas se desprende además que a grandes rasgos el área de estudio se puede delimitar en tres zonas biogeográficas: i) el área comprendida entre las zonas 1 a la 2 (29-32°S), ii) de la zona 3 a la 6 (33-36°S) y iii) de la zona 7 a la 8 (37-38°S).

- La comunidad bento-demersal del área de estudio se compone de al menos 200 especies y/o unidades taxonómicas pertenecientes al reino Animal.
- Del total de especies, sólo el 17% de ellas (34 especies) presentaron frecuencia de ocurrencia mayor al 10%, lo que permite establecer la existencia de pocas especies frecuentes (o recurrentes) y muchas especies raras (o poco frecuentes).
- El número de especies tipificantes por ensamble aumenta de norte a sur, y de aguas más someras a más profundas. *Merluccius gayi gayi* es la única especie presente en los ensambles establecidos para las ocho zonas de estudio y los cuatro estratos de profundidad, sin embargo, disminuye su contribución a medida que aumenta la latitud (hacia el sur) y la profundidad.
- Los ensambles de especies bento-demersales se distribuyen, mediante análisis de agrupación y ordenación, en cuatro rangos biogeográfico: i) 29° S (zona 1), ii) 31°-35° S (zonas 2-3-4-5), iii) 36°-37° S (zonas 6-7) y iv) 37°-38° S (zona 8).
- Los ensambles de especies bento-demersales están relacionadas con tres variables oceanográficas: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, lo que está directamente relacionado con las características de las masas de agua predominantes.
- La biomasa total del ecosistema marino de Chile centro-sur estimada para el año 2005 fue de 611,744 ton/km<sup>2</sup> (excluyendo el detrito). El fitoplancton (57,30%) y el mesozooplancton (28,50%) dominaron los aportes a la biomasa total del ecosistema.
- Dentro del compartimiento pelágico los mayores valores de biomasa se relacionaron con peces mesopelágicos (3,12%), anchoveta (2,67%) y sardina común (1,40%).
- El compartimiento demersal fue dominado por merluza común (1,45%), jibia (0,74%), congrios (0,49%) y langostino colorado (0,38%).
- Los predadores tope identificados para el ecosistema de Chile centro-sur fueron albacora (NT=4,72), cetáceos (NT=4,54), tiburones pelágicos (NT=4,45) y lobo marino (NT=4,03).
- Los grupos funcionales que constituyen recursos pesqueros y que presentaron los mayores niveles tróficos fueron: merluza común (NT=3,97), merluza de cola (NT=3,91), caballa (NT=3,81), congrios (NT=3,78) y besugo (NT=3,72).

- La posición trófica del plancton gelatinoso ( $NT=2,62$ ) fue superior a la ocupada por sardina común, anchoveta e invertebrados bentónicos (langostino amarillo, langostino colorado, camarón nailon, macrobentos).
- Langostino amarillo y camarón nailon presentaron los mayores valores de sobreposición de predadores y de presas ( $Pmn\approx 1,0$ ,  $Ojk\approx 1$ ).
- Jibia y merluza de cola presentaron los menores valores de sobreposición tanto de presas como de predadores ( $Pmn\approx 0,0$ ,  $Ojk\approx 0,0$ ).
- La flota pesquera fue el grupo que causó mayor número de impacto tróficos negativos los cuales afectaron a tiburones pelágicos, jurel, caballa, besugo, blanquillo, albacora, jibia, merluza de cola, reineta y rayas.
- La jibia causó impactos tróficos positivos sobre langostino amarillo, camarón nailon, congrios, cojinoba y reineta. A su vez, sus impactos tróficos negativos afectaron a merluza común, sardina común y jibia (canibalismo).
- La merluza común causó impactos tróficos positivos sobre aves marinas, jibia, pejerratas y macrobentos. Por otro lado, sus impactos tróficos negativos fueron ejercidos sobre congrios, cojinoba, reineta, merluza de cola, merluza común (canibalismo), langostino amarillo y lenguado de ojos grandes.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrams, P. A. 1996.** Evolution and the consequences of species introductions and deletions. *Ecology*. 77: 1321-1328.
- Acuña, E., J.C. Villarroel & R. Grau. 2002.** Fauna íctica asociada a la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius Linnaeus*). *Gayana (Concepción)* 66 (2):263-267.
- Acuña, E., & J.C. Villarroel. 2002.** Bycatch of sharks and rays in the deep sea crustacean fishery off the Chilean coast. IUCN/SSC Shark Specialist Group, *Shark News*, 14: 16-18.
- Acuña, E., Villarroel, J.C. Andrade, M. Cortés & M. 2005.** Fauna acompañante en pesquerías de arrastre de crustáceos de Chile: implicancias y desafíos desde la perspectiva de la biodiversidad. *Biodiversidad Marina: valoración, usos y perspectivas ¿hacia dónde va Chile?* E. Figueroa Editor. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 586 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, R. H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, P. Haye, R. León, G. Martínez & S. Neira. 2004.** Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informe Final. Proyecto FIP N° 2004-11, 405 pp.
- Acuña, E., Arancibia, H., Cid, L., Alarcón, R., Cubillos, L. & Sepúlveda, A. 2002.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, Año 2001. Informe Final, FIP 2001-05. Universidad Católica del Norte. Informes Técnicos, FIP-IT/ 2001-05: 209 pp.
- Acuña, E., E. Pérez, M. Berríos, L. Cid, J. Moraga, A. Mujica & R. Alarcón. 2000.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, Año 1999. Informe Final, FIP 99-08. Universidad Católica del Norte, Coquimbo: 208 pp.
- Acuña, E., Berríos, M., Cid, L., Díaz, C., Moraga, J., Mujica, A., Olivares, J. & Roa, R. 1998.** Análisis de la pesquería y evaluación del stock de langostino amarillo en el litoral de la III y IV Regiones. Informe Final Proyecto FIP-IT/97-25, Universidad Católica del Norte / Universidad de Concepción, 104 pp. + 7 anexos.
- Acuña, F.H. & M.O. Zamponi. 1992.** Pennatulacea (Cnidaria: Octocorallia) de la región Subantártica: nuevos taxa y registros. *IHERINGIA. Sér. Zool.* (73): 47-53
- Allen, K. R. 1971.** Relation between production and biomass. *J. Fisher. Res. Board Can.* 28, 1573-1581.
- Altabet, M.A., C. Pilskaln, R. Thunell, C. Pride, D. Sigman, F. Chavez, & R. Francois. 1999.** The nitrogen isotope biogeochemistry of sinking particles from the margin of the Eastern North Pacific. *Deep Sea Research I* 46, 65-679.
- Amos, C.L., & J.T. Judge. 1991.** Sediment transport on the eastern Canadian continental shelf. *Continental Shelf Research*, 11: 1037-1068.
- Andrade, H. 1986.** Observaciones biológicas sobre invertebrados demersales de la zona central de Chile. In: P. Arana (ed.). *La pesca en Chile*: 51-56.
- Andrade, H. 1987.** Distribución batimétrica y geográfica de macro-invertebrados del talud continental de Chile central. *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA.* 11: 61-94
- Andrade, H. & P. Baez. 1980.** Crustáceos decápodos asociados a la pesquería de *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955 en la zona central de Chile. *Bol. Mus. Hist. Nat. Chile*, 37: 261-267.
- Arana, P. 1970.** Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg) frente a la costa de Valparaíso. *Invest. Mar.*, 1 (3): 57-67.
- Arana, P. & S.F. Williams. 1970.** Contribución al conocimiento del régimen alimentario de la merluza (*Merluccius gayi gayi*). *Invest. Mar.*, 1 (7): 139-154.
- Arana, P. & A. Nakanishi. 1971.** La pesquería del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso. *Invest. Mar.*, 2 (4): 61-92.
- Arana, P., M. Ahumada & A. Guerrero. 2003b.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, Año 2002 (Proyecto FIP N°2002-05). Informe Final. *Estud. Doc. Universidad Católica de Valparaíso*, 05/2003: 318 pp.
- Arana, P., Arredondo, M., Silva, N. & Venturini, V. 1994.** Evaluación directa del stock de langostino colorado, por el método de área barrida en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 93-05. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 24/94:140 pp.
- Arana, P., T. Melo, L. Noziglia, I. Sepúlveda, N. Silva, G. Yany & E. Yáñez. 1975.** Los recursos demersales de la Región de Valparaíso, Chile. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 3: 39-61.
- Arana, P., Ahumada, M., Guerrero, A, Palma, S., Melo, T., Queirolo, D., Bahamonde, R., Barbieri, M. A. & Canales, C. 2003a.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, Año

- 2003 (Proyecto FIP N°2003-05). Informe Final. Estud. Doc. Universidad Católica de Valparaíso, 06/2004: 297 pp.
- Arancibia, H. 1992.** Distribution patterns of the demersal fish assemblage off Central Chile. *Biología Pesquera*, 21: 43-53.
- Arancibia, H. & R.C. Meléndez. 1987.** Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleuroncodes monodon* Milne Edwards. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 34: 113-128.
- Arancibia, H. & S. Neira. 2005.** Long-term changes in the mean trophic level of Central Chile fishery landings. *Sci. Mar.* 69, 295-300.
- Arancibia, H., Neira, S., Christensen, V., Olson, R., Cubillos, I., R, Quiñones., Gatica, C., Medina, M. 2002.** Enfoque metodológico para el análisis ecosistémico en la administración de pesquerías de la zona central de Chile. Informe Final Proyecto FIP-2001-29, Universidad de Concepción, 278 pp
- Arancibia, H., Milessi A., Neira S., Cubillos L., León R., Aedo G., Barros M. y Acuña E. 2006.** Informe Pre-final Evaluación de la mortalidad por predación de la merluza común sobre el langostino colorado y langostino amarillo, y canibalismo. Fase metodológica. Universidad de Concepción/Universidad Católica del Norte, 299 págs. + anexos.
- Arcos, D.F., S.E. Núñez & A. Acuña. 1996.** Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano (Chile Central): Identificación y dinámica de áreas de retención larval. *Gayana Oceanológica* 4 (1): 21-58.
- Arnaboldi, M. & P. Meyers. 2006.** Patterns of organic carbon and nitrogen isotopic compositions of latest Pliocene sapropels from six locations across the Mediterranean Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 235, 149-167.
- Arocha, F., O. Arocha & L. Marcano. 2002.** Observed shark bycatch from Venezuelan tuna and swordfish fishery from 1994 through 2000. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(4): 1123-1131.
- Arredondo, M. & P. Arana. 1995.** Evaluación directa del stock de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) entre Valparaíso (V Región) y Talcahuano (VIII Región). En: P. Arana (ed). Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación del recurso entre la V y VIII región. *Estud. Doc.*, Universidad Católica Valparaíso, 48/95: 231-281.
- Arreguin Sánchez, F. 2000.** Modelación de flujos de biomasa en Centros de Actividades Biológicas. En: D. Lluch Belda, J. Elorduy Garay, S.E. Lluch Cota y Ponce Díaz, G. (Eds.) BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT. 13-27.
- Bacon, M.P., R.A. Belastck & M.H. Bothner. 1994.** 210Pb balance and implications for particle transport on the continental shelf, U.S. Middle Atlantic Bight. *Deep-Sea Research II* 41: 511-535.
- Báez, P., E. González, G. Pizarro & N. Contreras. 2005.** Fauna asociada a la pesquería del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* frente a la zona central y sur de Chile. XXV Congreso de Ciencias del Mar de Chile. Universidad Católica de Valparaíso.
- Baez, R.P. & L.R. Ruiz. 2000.** Puerulus and postpuerulus of *Projasus bahamondei* George, 1976 (Crustacea, Decapoda, Palinuridae). *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 28: 15-25.
- Bahamonde, R. 1977.** Distribución y abundancia relativa (preliminar) de los principales recursos demersales entre Corral y Golfo de Penas. *Serie Investigación Pesquera, Inst. Fom. Pesq.*, N° 27: 46 pp.
- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez & N. Silva. 1979.** Evaluación recursos camarón y langostinos entre Coquimbo e Isla Mocha. CORFO, Gerencia Desarrollo. IFOP. AP 79-40: 194 pp.
- Bahamonde, R., Canales, C., Barbieri, M. A., Leiva, B., Arana, P., Palma S. & Melo, T. 2002.** Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2001. Informe Final Proyecto FIP 2001-06. Instituto de Fomento Pesquero. 202 pp.
- Bahamonde, R., Barbieri, M. A., Canales, C., Peñailillo, T., Galvéz, P., Montenegro, C., Pool, H., Galvéz, M., Nuñez, S., Rebolledo, H., Cubillos, L., Hernández, A. & Silva, N. 2000.** Evaluación directa de langostino colorado entre la V y VIII Regiones, año 1999. Informe Final Proyecto FIP 99-07. Instituto de Fomento Pesquero. 113 pp.
- Barbieri, M.A., T. Melo & E. Yáñez. 1980.** Eficiencia relativa de captura de una red de arrastre de muestreo. *Invest. Mar.* 8(1-2): 183-201.
- Barbieri, M. A.; Canales, C. Leiva, B. Bahamonde, R. Peñailillo, T. Pool H. & Montenegro, C. 2001.** Evaluación directa de langostino colorado de la I a IV Regiones, año 1999. Informe Final Proyecto FIP 99-30. Instituto de Fomento Pesquero. 95 pp.

- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2005.** Ecology: from individuals to ecosystems. 4ta. edición. 759 pp.
- Begon, M., J.L. Harper, & C.R. Townsend. 1986.** Ecology: Individuals, Populations and Communities. Blackwell: Oxford.
- Bergman, M.J.N., & J.W. Van Santbrink. 1994.** A new benthos sledge. Netherlands Journal of Sea Research, 33: 129-133.
- Blake, J. 1996.** Family Paraonidae Cerruti, 1909. En: Blake J, Hilbig B, Scott P (eds) Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and western Santa Barbara channel, vol 6. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, Calif. pp 27–66.
- Blanco, J.L., A. Thomas, M.E. Carr & P.T. Strub. 2001.** Seasonal climatology of the hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. Journal of Geophysical Research 106 (C6), 11451-11467.
- Blue, S.D. 1989.** Biogeography of the Chaetodontidae: an analysis of allopatry among closely related species. Environmental Biology of Fishes 25: 9-31.
- Bohme, J. R. 1990-1996.** Moluscos de Chile. Vol. I (1996) Archaeogastropoda, 2nd. Ed. ; Vol. II (1996) Mesogastropoda 2nd. Ed. ; Vol. III (1990) Neogastropoda ; Vol. IV (1993) Bivalvia (Tomo I).
- Bonfil, R. 1994.** Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper no. 341. Rome: FAO". 119 pp.
- Boschi, E.E., C.E. Fischbach & M.I. Iorio. 1992.** Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo, 10, Sec. A: 7-94
- Branch, M. & G. Williams. 1993.** The Hydrozoa, Octocorallia and Scleractinia of subantarctic Marion and Prince Edward Islands: Illustrated keys to the species and results of the 1982-1989 University of Cape Town surveys. South African Journal of Antarctic Research, 23(1-2):3-24
- Brandhorst, I. & W. 1963.** Descripción de las condiciones oceanográficas en las aguas costeras entre Valparaíso y el Golfo de Arauco, con especial referencia al contenido de oxígeno y su relación con la pesca., pp. 55, Laboratorio de Oceanografía y Biología Pesquera, Dirección de Agricultura y Pesca, Ministerio de Agricultura, Santiago.
- Brattström, H. & A. Johanssen. 1983.** Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. Sarsia 68:289-339.
- Bravo, A., G. Fösterra & V. Häussermann. 2005.** Fishing in Troubled waters, evidence for higher diversity and high abundance of Cold Water Corals along the Chilean Coast. 3rd International Symposium on Deep-Sea coral, Science and Management. Rosentiel School of Marine Atmospheric Science. Miami, Florida, USA.
- Bremec, C., R. Elias & M.C. Gambi. 2000.** Comparison of the polychaete fauna composition from the patagonian shelf and the strait of magellan. Preliminary results from cruises shinkai maru IV, V, X, and XI (1978-1979) and second italian oceanographic cruise (1991). Bulletin of Marine Science, 67(1):189-197.
- Brook, G. 1889.** Report on the Antipatharia collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger During the Years 1873-76. Zoology 32 (1): i-iii, 1-222.
- Brusca, R. & G. Brusca. 1990.** Invertebrates. Sinauer associates, INC. Publishers. Sunderland, Massachusetts, U.S.A.
- Burukovskii, R. 1992.** Key to shrimps and lobsters. Pishchevaya Promyshlennost Publishers, Moscow, 174 pp.
- Byers, S., C. Mills & P. Steward. 1978.** A Comparison of methods of determining organic carbon in marine sediments, with suggestions for a standard method. Hydrobiologia 58 (1) 43-47
- Cáceres, M. & A. Valle-Levinson. 2004.** Transverse variability of flow on both sides of a sill/contraction combination in a fjord-like inlet of southern Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science 60(2):325-338.
- Cairns, S.D. 1999.** Species richness of Recent Scleractinia. Atoll Research Bulletin, 459, 12 pp.
- Cairns, S.D. 2006.** Studies on western Atlantic Octocorallia (Coelenterata: Anthozoa). Part 6. The genera Primnoella Gray, 1858; Thouarella Gray, 1870; Dasystenella Versluys, 1906. Proc. Biol. Soc. Wash. 119(2): 161-194, 15 pls. (122). Cairns, S., V. Häussermann & G. Fösterra. 2005. A review of the Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) of Chile, with the description of two new species. Zootaxa 1018: 14-46.

- Cairns, S.D., V. Häussermann & G. Försterra. 2005.** A review of the Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) of Chile, with the description of two new species. *Zootaxa* 1018: 15–46
- Camhi M., S. Fowler, J. Musick, A. Bräutigam & S.V. Fordham. 1998.** Sharks and their relatives: Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. IV + 39 pp.
- Camus, P.A. 2001.** Biogeografía marina de Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 587-617.
- Caress, D. W., & D. N. Chayes. 1995.** New software for processing sidescan data from sidescan-capable multibeam sonars, *Proceedings of the IEEE Oceans 95 Conference*, 997-1000.
- Caress, D. W., & D. N. Chayes. 1996.** Improved processing of Hydrosweep DS multibeam data on the R/V Maurice Ewing, *Mar. Geophys. Res.*, 18, 631-650.
- Caress, D.W., & D.N. Chayes. 2006.** MB-System: Mapping the Seafloor, <http://www.mbari.org/data/mbsystem> and <http://www.ideo.columbia.edu/res/pi/MB-System>.
- Carrasco, F.D. 1997.** Sublittoral macrobenthic fauna off Punta Coloso, Antofagasta, northern Chile: high persistence of the polychaete assemblage. *Bulletin of Marine Science* 60, 443–459.
- Castro, J.J., C. Woodley & E. Brudek. 1999.** A Preliminary evaluation of the status of sharks species. *FAO Fisheries Technical Paper no. 380*. Rome: FAO. 72pp.
- Castro, L.R., G.R. Salinas & E.H Hernandez. 2000.** Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 197: 247-258.
- Christensen, V. & D. Pauly. 1992.** ECOPATH II- a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecol. Modell.*, 61,169-185.
- Christensen, V. & D. Pauly (Ed.) 1993.** Trophic models of aquatic ecosystems. *ICLARM Conference Proceedings*, 26. International Center for Living Aquatic Resources Management: Manila, Philippines. ISBN 971-1022-84-2. x, 390 pp.
- Christensen, V., 2000.** Indicators for marine ecosystems affected by fisheries. *Mar. Freshwater Res.* 51, 447–450.
- Christensen, V. & C. Walters. 2000.** Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Fish. Cent. Res.Rep.* 8,79-105.
- Christensen, V. & C. Walters. 2004.** Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Ecol. Modell.* 172, 109-139.
- Christensen, N. L., M., Bartuska, J., Brown, S., Carpenter, C., D'Antonio, R., Francis, J., Franklin, J., MacMahon, R., Noss, D., Parsons, C., Peterson, M., Turner, & R., Woodmansee. 1996.** Report of the Ecological Society of American Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecol. Appl.* 61, 665-691.
- Clark, M. 1995.** Experience with the management of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand, and the effects of commercial fishing on stocks over the period 1980 –1993. In Hopper. A.G. (Ed.) *Deep –water fisheries of the North Atlantic 82 Oceanic Slope*. Kluwer Academic Publishers, London, pp 251-266.
- Clarke, K. R. 1993.** Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18:117–143.
- Clarke, K.R. & M. Ainsworth. 1993.** A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 205–219.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1994.** Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Natural Environmental Research Council.
- Clarke, K. & R. Gorley. 2001.** PRIMER v5: UserManual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. 2005.** PRIMER v6: User manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth UK, 91 pp.
- Clarke, K.R., Somerfield, P.J. & Chapman, M.G. 2006.** On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray–Curtis coefficient for denuded assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 330: 55-80.
- Coffin, R., J. Sellanes, J. Gardner & J. Díaz-Naveas. 2006.** Cruise Report – Mid Chilean Margin, October 2004. Documento no publicado del proyecto FONDEF D0011104 de Hidratos de Gas Submarinos.
- Collins S. L. & T. L. Benning. 1996.** Spatial and temporal patterns in functional diversity. *En: Biodiversity: a biology of numbers and difference*. (K J. Gaston, ed.) pp 253-280. Blackwell Science, Oxford.

- Compagno, L.J.V. 1984.** FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. an annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date". Part 1 –Hexanchiformes to lamniformes. FAO Fish. Synop. 125(4/1): 1-249.
- Cortés, J. & H. Guzmán. 1998.** Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica: descripción, distribución geográfica e historia natural de los corales zooxantelados (Anthozoa: *Scleractinia*) del Pacífico. Rev. Biol. trop, mar., 46 (1):55-92
- Cubillos, L.A., S. Núñez & D.F. Arcos. 1998.** Producción primaria requerida para sustentar el desembarque de peces pelágicos en Chile. Investigación Marina (Chile). 26: 83-96.
- Cubillos, L. A., H., Rebolledo & A., Hernández. 2003.** Prey composition and estimation of Q/B for the Chilean hake, *Merluccius gayi* (Gadiformes-Merlucciidae), in the central-south area off Chile (34°-40°S). Arch. Fish. Mar. Res. 50, 271-286.
- Cuevas L.A., G. Daneri, B. Jacob & P. Montero. 2004.** Microbial abundance and activity in the seasonal upwelling area off Concepción, central Chile: A comparison of upwelling and non-upwelling conditions. Deep Sea Research II, 51(20-21):2427-2440.
- Daneri, G., V. Dellarosa, R. Quiñones, B. Jacob, P. Montero & O. Ulloa. 2000.** Primary production and community respiration in the Humboldt currents system off Chile and associated oceanic areas. Marine Ecology Progress Series 197, 41-49.
- De Buen, F. 1961.** Peces chilenos. Familias Alepocephalidae, Muraenidae, Sciaenidae, Scorpaenidae, Liparidae y Bothidae. Montemar 1: 1-52.
- Dellarosa, V. 1998.** Producción primaria anual en sistemas de alta producción biológica. PhD thesis, Universidad de Concepción, Chile, unpublished.
- Disalvo, L.H., J.E. Randall & A. Cea. 1988.** Ecological reconnaissance of the Easter Island sublittoral marine environment. National Geographic Research, 4(4):451-473
- Domingo A., O. Mora & M. Cornes. 2002.** Evolución de las capturas de elasmobranquios pelágicos en la pesquería de atunes de Uruguay, con énfasis en los tiburones azul (*Prionace glauca*), Moro (*Isurus oxyrinchus*) y Porbeagle (*Lamna nasus*)". Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(4): 1406-1420.
- Duineveld, G.C.A., M.S.S Lavaleye & E.M. Berghuis. 2004.** Particle flux and food supply to a seamount cold-water coral community (Galicia Bank, NW Spain). Marine Ecology Progress Series 277: 13-23 2004.
- Escuela de Ciencias del Mar, UCV. 1980.** Condiciones oceanográficas presentes durante el crucero Langostino II. (1 de mayo-1 de junio, 1980). Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 2/80: 81 pp.
- Escuela de Ciencias del Mar, UCV. 1993.** Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la zona centro-norte. Informe final. Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 12/97: 338 pp.
- Escuela de Ciencias del Mar, UCV. 1996.** Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte. Informe final. Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 12/97: 338 pp.
- Escribano, R. & I. McLaren. 1999.** Production of *Calanus chilensis* in the upwelling area of Antofagasta, northern Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 177, 147-156.
- Etnoyer, P. & L. Morgan. 2003.** Occurrences of Habitat-forming Deep Sea Corals in the Northeast Pacific Ocean. A Report to NOAA's Office of Habitat Conservation.
- Fager, E.W. 1957.** Determination and analyses of recurrent groups. *Ecology.* 38, 586-595.
- FAO. 2001.** Reykjavik conference on responsible fisheries in the marine ecosystem: <http://www.refisheries2001.org>. Resumen 13 pp.
- Flores, H. & P. Rojas. 1987.** Contenido gástrico de *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898 capturado frente a Valparaíso (Perciformes – Nototheniidae). *Invest. Mar.* 15: 33-40.
- Flueh, E.R., N. Vidal, C.R. Ranero, A. Hojka, R. von Huene, J. Bialas, K. Hinz, D. Cordoba, J.J. Danobeitia & C. Zelt. 1998.** Seismic investigation of the continental margin off- and onshore Valparaíso, Chile. *Tectonophysics* 288 (1-4): 251-263
- Flueh, E. and the scientific party of the SO103 cruise. 1995.** Cruise Report SO103 – CONDOR 1B. GEOMAR Report 41. GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 140pp.
- Folck, R. & W. Ward. 1957.** Brazos River Bar, a study in the significance of grain-size. *J. Sediment. Petrol.* 27: 3-27.
- Forcelli, D. 2000.** Moluscos magallánicos. Vázquez Mazzini eds. Buenos Aires, Argentina, 200 pp.

- Försterra, G. & V. Häussermann. 2003.** First report on large scleractinian (Cnidaria: *Anthozoa*) accumulations in cold-temperate shallow water of south Chilean fjords. *Zoologische Verhandlungen Leiden* 345: 117-128
- Fossa, J.H., P.B. Mortensen & D.M. Furevik. 2002.** The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impacts. *Hydrobiol.*, 471: 1-12.
- Fossing H., V.A. Gallardo, B.B. Joergensen, M. Huettel, L.P. Nielsen, H. Schulz, D.E. Canfield, S. Forster, R.N. Glud, J.K. Gundersen, J. Kuever, N.B. Ramsing, A. Teske, B. Thamdrup & O. Ulloa. 1995.** Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium *Thioploca*. *Nature*, 374: 713-715.
- Freiwald, A., J.H. Fossa, A. Grehan, T. Koslow & J.M. Roberts. 2004.** Coldwater coral reefs- Out of sight- no longer out of mind. UNEP-WCMC Biodiversity series report, 22: 1-84.
- Friedlander, A. M., G.W. Boehlert, M.E. Field, J.E. Mason, J.V. Gardner & P. Dartnell. 1999.** Sidescan-sonar mapping of benthic trawl marks on the shelf and slope off Eureka, California. *Fishery Bulletin*, 97: 786-801.
- Frisk, M.G., T.J. Miller & M.J. Fogarty 2001.** Estimation of Biological Parameters in Elasmobranch Fishes: a Comparative Life History Study. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 969-981.
- Froese, R. & D. Pauly eds. 2005.** FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Fry, B. & S.C. Wainwright. 1991.** Diatom sources of <sup>13</sup>C-rich carbon in marine food webs. *Marine Ecology Progress Series* 76, 149-157.
- Gage, J.D. & P.A. Tyler. 1991.** Deep-Sea Biology. A Natural History of Organisms at the Deep-Sea Floor. University Press, Cambridge, U.K. 524 pp.
- Gallardo, V.A., F.D. Carrasco, R. Roa & J.I. Cañete. 1995.** Ecological patterns in the benthic macrobiota across the continental shelf off central Chile. *Ophelia* 40(3): 167-188.
- Gallardo, V.A. 1963.** Notas sobre la densidad de la fauna bentónica en el sublitoral del norte de Chile. *Gayana Zoológica*, 10: 1-15.
- Gallardo, V.A. 1977.** Large benthic microbial communities in sulfide biota under Peru–Chile subsurface countercurrent. *Nature* 268: 331–332.
- Gallardo, V.A., J.I. Cañete, R. Roa, S. Enríquez-Briones & M. Baltazar. 1994.** Recruitment of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf of central Chile. *Journal of Crustacean Biology* 14(4): 665-669.
- Gallardo, V.A., M. Palma, F.D. Carrasco, D. Gutierrez, L.A. Levin & J.I. Cañete. 2004.** Macrobenthic zonation caused by the oxygen minimum zone on the shelf and slope off central Chile. *Deep Sea Research II*, 51(20-21):2475-2490.
- Gallardo, V.A., R. Roa, F.D. Carrasco, J.I. Cañete, S. Enríquez-Briones & M. Baltazar. 1996.** Bathymetric and seasonal patterns in the sublittoral megafauna off central Chile. *Journal of the Marine Biology Association U.K.*, 76: 311-326.
- Garman, S. 1899.** Reports of an exploration of west coast of Mexico, Central and South America and the Galapagos Island, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross", during 1891, Lieut. Cmdr. Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. XXVI: The fishes. *Memorian Museum Comp. Zoological*. Harvard University 24: 1-431.
- Gay, C. 1854.** Atlas de la historia física y política de Chile. **Giacaman, J., S. Neira & C. Gatica. 2007.** Fuerza de interacción de los principales recursos pesqueros de la plataforma continental en Chile central. XII Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar (COLACMAR). Florianópolis, Brasil, 2007. Libro de resúmenes, 642 p.
- Gili, J.M., C. Orejas, J. Ros, P. López & W.E. Arntz. 2000.** La Vida en los Fondos Antárticos. *Investigación Y Ciencia*.
- Glynn, P.W. & G.M. Wellington. 1983.** Corals and Coral Reefs of the Galápagos Islands. Berkeley: University of California Press. 330 pp.
- Glynn, P.W., G.M. Wellington, B. Riegl, D.B. Olson, E.H. Borneman & E.A. Wieters. 2005.** The Scleractinian coral fauna of Easter Island (Rapa Nui) revisited: 1999-2005. *Pacific Science*. In submission.
- González, H.E., G. Daneri, D. Figueroa, J.L. Iriarte, N. Lefèvre, G. Pizarro, R. Quiñones, M. Sobrazo & A. Troncoso. 1998.** Producción primaria y su destino en la trama trófica pelágica y océano profundo e intercambio océano-atmósfera de CO<sub>2</sub> en la zona norte de la Corriente de Humboldt (23°S): Posibles efectos del evento El Niño 1997-98 en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71(4): 429-458.

- González, P., M. Palma, J. Sellanes, V.A. Gallardo & L. Muñoz. 2005.** Variación temporal (2003-2004) de las comunidades bentónicas de la plataforma continental frente a Chile central (36°S). Libro de Resúmenes XXV Congreso de Ciencias del Mar, Viña del Mar-Chile, pag. 148.
- Graf, G. 1992.** Benthic-pelagic coupling: a benthic view. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 30:149-190
- Greenstreet, S. P. R., I.D. Tuck, G.N. Grewar, E. Armstrong, D.G. Reid & P.J. Wright. 1997.** An assessment of the acoustic survey technique, RoxAnn, as a means of mapping seabed habitat. *ICES Journal of Marine Science*, 54:939-959.
- Greinert, J. 2006.** VG06 Cruise Multibeam Mapping. Informe no publicado. 11pp.
- Gremare, A., D. Gutierrez, P. Anschutz, J.M. Amouroux, B. Deflandre & G. Vétion. 2005.** Spatio-temporal changes in totally and enzymatically hydrolyzable amino-acids of superficial sediments from three contrasted areas. *Progress in Oceanography* 65: 89-111
- Grevemeyer, I., J.L. Diaz-Naveas, C.R. Ranero & H.W. Villinger. 2003.** Heat flow over the descending nazca plate in central Chile, 32° S to 41° S: Observations from ODP leg 202 and the occurrence of natural gas hydrates. *Earth and Planetary Science Letters*, 213(3-4):285-298.
- Grigg, R.W. 1989.** Bridging the East Pacific Barrier: the Effect of Stepping Stones, Terranes and El Niño. VI Pac. Sci. Inter-Congress Chile, Aug 7-10
- Gubanov, Y. P. 1978.** The reproduction of some species of pelagic sharks from the equatorial zone of the Indian Ocean. *Journal of Ichthyology* 15: 37-43.
- Gutiérrez, D. 2000.** Bioperturbación y macrofauna en fondos sublitorales de un área de surgencias frente a Chile Central (36°30'S): Variación espacial y temporal en el período 1997-1999. PhD Thesis, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.
- Gutiérrez, D., V.A. Gallardo, S. Mayor, C. Neira, C. Vásquez, J. Sellanes, M. Rivas, A. Soto, F. Carrasco & M. Baltasar. 2000.** Effects of dissolved oxygen and fresh organic matter on the bioturbation potential of macrofauna in sublittoral sediments off central Chile during the 1997/1998 El Niño. *Marine Ecology Progress Series*, 202: 81-99.
- Gutt J., E. Helsen, W. Arntz & A. Buschmann. 1999.** Biodiversity and community structure of the megapibenthos in the Magellan region (South America). *Scientia Marina*, 63: 155-170.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1993.** Arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical: revisión y perspectivas, *Rev. Biol. Trop.*, 40: 535-557.
- Habit, E., C. Bertrán, S. Arévalo & P. Victoriano. 1998.** Benthonic fauna of the Itata river and irrigation canals (Chile). *Irrigation Science* 18: 91-99.
- Hagen, R.A., H. Vergara & D. Naar. 1996.** Morphology of San Antonio submarine canyon on the central Chile forearc. *Marine Geology* 129: 197-205.
- Hartman, O. 1964.** Polychaeta Errantia of Antarctica. *Antarctic Res. Ser.*, 3: 1-131.
- Hartman, O. 1967.** Polychaetous annelids collected by the USNS Eltain and Staten Islan Cruises Chiefly from Antarctic Saes. Allan Hancock monographs in marine biology. Los Angeles California. Printed for the Allan Hancock Foundation University of Southern California. 387 pp.
- Hartmann-Schröder, G. 1962.** Zur Kenntnis des Eulitorals der chilenischen Pazifikküste und der argentinischen Küste Sudpatagoniens unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden. TI. II. Die Polychaeten des Eulitorals. *Mitt Hamburg Zool Mus Inst suppl* 60: 57-167.
- Hartmann-Schröder, G. 1965.** Zur Kenntnis des Sublitorals der chilenischen Küste unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden. TI. II. Die polychaeten des Sublitorals. *Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst.*, 62 (Suppl.): 59-305.
- Hartmann-Schröder, G. & G. Hartmann. 1965.** Zur Kenntnis des Sublitorals der chilenisehen Küste unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden (Mit Bemerkungen über den Einfluss sauerstoffarmer Stroemungen aufdie Besiedlung von marinen Sedimenten). *Mitt hamb zool Mus Inst suppl* 62: 1-384.
- Hebbeln, D. & Cruise participants. 2001.** PUCK: Report and preliminary results of R/V Sonne Cruise SO 156, Valparaiso (Chile) – Talcahuano (Chile), March 29 – May 14, 2001. *Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen*, 182:195 pp
- Hebbeln, D., M. Marchant, T. Freudenthal T & G. Wefer. 2000.** Surface sediment distribution along the Chilean continental slope related to upwelling and productivity. *Marine Geology*, 164 (3-4): 119-137
- Hedgepeth, J. 1957.** Classification of marine environments and concepts of marine ecology. En *The treatise on marine ecology and paleoecology*. Vol 1. New York: Geological Society of America.

- Henríquez, G. & N. Bahamonde. 1976.** Clave de identificación y datos biológicos de jaibas y pancoras frecuentes en las pesca comercial de Chile (Crustacea, Decapada, *Brachyura*). Serie Investigación Pesquera, Inst. Fom. Pesq., N° 21: 73 pp.
- Hewitson, J. & R.A. Cruickshank. 1993.** Production and consumption by planctivorous fish in the northern Benguela ecosystem in the 1980s. *S. Afr. J. M. Sci.* 13, 1031-1050.
- Hewitt, J. E., S.E. Thrush & V.J. Cummings. 2001.** Assessing environmental impacts: effects of spatial and temporal variability at likely impact scales. *Ecological Applications*, 11(5): 1502-1516.
- Hinz, K. & The scientific party of the SO104 cruise. 1998.** CINCA. SONNE Cruise SO-104. Final Report. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Hannover. 217pp.
- Houart, R. & J. Sellanes. 2006.** New data on recently described Chilean trophonines (Gastropoda: Muricidae), description of a new species and notes of their occurrence at a cold seep site. *Zootaxa*, 1222: 53-68.
- Hovland, M., P.B. Mortensen, P.B. Thomsen & T. Brattegard. 1997.** Substratum-related ahermatypic coral banks on the Norwegian continental shelf. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.*, 2, 1203-1206.
- Hückstädt, L.A. & M.C. Krautz. 2004.** Interaction between southern sea lions *otaria flavescens* and jack mackerel *Trachurus symmetricus* commercial fishery off central Chile: A geostatistical approach. *Marine Ecology Progress Series*, 282: 285-294.
- Hückstädt, L. A., Rojas, C. P. & Antezana, T. 2007.** Stable isotope analysis reveals pelagic foraging by the Southern sea lion in central Chile. 347: 123-133.
- Hutchings, N.J. 1991.** Spatial heterogeneity and other sources of variance in sward height as measured by the sonic and HFRO sward sticks *Grass and Forage Science* 46 (3), 277-282.
- Hutchings, J. A. 2000.** Collapse and recovery of marine fishes. *Nature*. 406, 882-885.
- Huthnance, J. M. 1981.** Large tidal currents near Bear Island and related tidal energy losses from the North Atlantic. *Deep Sea Research*, 28(1): 51-70.
- ICES. 2000.** Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities. ICES, Copenhagen, ICES CM2000/ACME:02 Ref: ACFM + E, 93pp.
- ICES. 2002.** Report on the Study Group on the Mapping of Cold Waters Corals. ICES CM 2002/ACE: 05
- ICES. 2005.** Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities (WGECO), 12-19 April 2005, ICES Headquarters, Copenhagen. ACE:04. 146 pp.
- ITIS. 2006.** Integrated Taxonomic Information System on-line database. Disponible en: <http://www.itis.gov>.
- Jackson, J., M. X., Kirby, W. H., Berger, K. A., Bjorndal, L. W., Botsford, B. J., Bourque, R. H., Bradbury, R., Cooke, J., Erlandson, J. A., Estes, T. P., Hughes, S. Kidwell, C. B., Lange, H. S., Lenihan, J. M., Pandolfi, C. H., Peterson, R. S., Steneck, M. J., Tegner & R. R., Warner. 2001.** Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*. 293, 629-638.
- Jannasch, H.W. 1995.** Life at the sea floor. *Nature* 374: 676-677.
- Jaramillo, E., F. Carrasco, P. Quijon, M. Pino & H. Contreras. 1998.** Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 459-478.
- Jarre-Teichmann, A. 1998.** The potencial rol of mass balance models for the management of upwelling ecosystems. *Ecol. Appl.* 8, 93-103.
- Jarre-Teichmann, A. Muck, P. & Pauly, D. 1989.** Interactions between fish stocks in the Peruvian upwelling ecosystem. *ICES Mar. Sci. Symp*, Paper N° 27, ICLARM Contribution N° 563, 23 pp.
- Jennings, S. & M.J. Kaiser. 1998.** The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 34: 201-352.
- Jones, J. B. 1992.** Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26: 59-67.
- Karr, J.R., K. Fausch, P. Angermeier, P. Yant & I. Schlosser. 1986.** Assessing biological integrity in running waters, a method and its rational. *Illinois Natural History Survey, special Publication* 5.
- Kato, S., S. Springer & M. Wagner. 1967.** Field Guide to Eastern Pacific and Hawaiian Sharks. U.S. Fish. Wildl. Service. Circ, 271, 47 pp.
- Kempton, R.A. 1979.** Structure of species abundance and measurement of diversity. *Biometrics*. 35, 307-322.
- Kennett, J.P. 1982.** *Marine Geology*. Prentice-Hall Inc., 813 pp.

- Kilian, R & J.H. Behrmann. 2003.** Geochemical constraints on the sources of Southern Chile Trench sediments and their recycling in arc magmas of the Southern Andes. *Journal of the Geological Society*, 160: 57-70
- Klump, J., D. Hebbeln & G. Wefer. 2000.** The impact of sediment provenance on barium-based productivity estimates. *Mar. Geol.*, submitted.
- Klump, J., D. Hebbeln & G. Wefer. 2001.** High concentrations of biogenic barium in Pacific sediments after termination I--a signal of changes in productivity and deep water chemistry. *Marine Geology* 177(1-2):1-11.
- Kongsberg. 2006.** Operator Manual. EM Series. Datagram formats. Base version. Kongsberg Maritime AS. 80pp.
- Koslow, J.A., K. Gowlett-Holmes, J.K. Lowry, G.C.B. Poore & A. Williams. 2001.** The seamount benthic macrofauna off southern Tasmania: community structure and impacts of trawling. *Marine Ecology Progress Series* 213: 111-125
- Krauskopf, K.B. 1982.** Carbonate sediments. In: Emery KO, Legget RF, Murray B, Sloss L (Eds), *Introduction to Geochemistry*. McGraw-Hill Book Company, Second edition, pp. 51-78.
- Krebs, C. J. 1999.** *Ecological methodology*. 2nd Edition. Addison Wesley Longman: Menlo Park, California. 85
- Krebs, C.J. 2001.** *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 5th Edition. Addison Wesley Longman: San Francisco, California.
- Krieger, K.J., & B.L. Wing. 2002.** Megafauna associations with deepwater corals (*Primnoa* spp.) in the Gulf of Alaska. *Hydrobiologia* 471: 83-90.
- Lalli, C. & T. Parsons. 1993.** *Biological oceanography an introduction*. Butterworth-Heinemann, Oxford, 314 pp.
- Lamilla, J. & C. Bustamante. 2005.** Guía para el reconocimiento de: tiburones, rayas y quimeras de Chile. *Oceana* 17:1-80.
- Lamilla, J., E. Acuña, M. Araya, M. Oliva, I. Kong, J.C. Villaroel, S. Hernández, F. Concha, R. Vögler, C. Bustamante & E. Mutche. 2005.** Lineamientos básicos para desarrollar el Plan de Acción Nacional de Tiburones. Informe Final Proyecto F.I.P. N° 2004-18. 2 Volúmenes + 7 Anexos
- Lamy, F., D. Hebbeln & G. Wefer. 1998.** Late quaternary precessional cycles of terrigenous sediment input off the norte chico, Chile (27.5 degree S) and palaeoclimatic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 141(3-4):233-251
- Lamy, F., D. Hebbeln, U. Röhl & G. Wefer. 2001.** Holocene rainfall variability in southern Chile: A marine record of latitudinal shifts of the southern westerlies. *Earth and Planetary Science Letters*, 185(3-4):369-382.
- Lamy, F., D. Hebbeln & G. Wefer. 1998a.** Late quaternary precessional cycles of terrigenous sediment input off Norte Chico (27.5°S) and palaeoclimatic implications. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 141, 233-251.
- Lamy, F., D. Hebbeln & G. Wefer. 1998b.** Terrigenous sediment supply along Chilean continental margin: modern regional patterns of texture and composition. *Geologische Rundschau* 87: 477-494.
- Lamy, F., D. Hebbeln & G. Wefer. 1999.** High-resolution marine record of climatic change in mid-latitude Chile during the last 28,000 years based on terrigenous sediment parameters. *Quaternary Research* 51(1):83-93.
- Lamy, F., D. Hebbeln, U. Röhl & G. Wefer. 2001.** Holocene rainfall variability in southern Chile: a marine record of latitudinal shifts of Southern Westerlies. *Earth and Planetary Science letters* 185, 369-382.
- Lamy, F., Rulemán, D. Hebbeln, U. Röhl & G. Wefer. 2002.** High- and low-latitude climate control on the position of the southern Peru-Chile Current during Holocene. *Paleoceanography* 17, 10.1029/2001PA000727.
- Lancelotti, D. y J.A. Vásquez. 2000.** Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. *Revista chilena Historia Natural* 73: 99-129.
- Landaeta M.F. & L.R. Castro. 2002.** Spring spawning and early nursery zone of the mesopelagic fish *Maurollicus parvipinnis* at the coastal upwelling zone off Talcahuano, central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 226: 179-191.
- Laursen, J. & W.R. Normark. 2002.** Late quaternary evolution of the San Antonio submarine canyon in the central Chile forearc (33° S). *Marine Geology*, 188(3-4):365-390.

- Laursen, J. & W.R. Normark. 2003.** Impact of structural and autocyclic basin-floor topography on the depositional evolution of the deep-water Valparaíso forearc basin, central Chile. *Basin Research*, 15: 201-226
- Leaman, B.M. & R.J. Beamish .1984.** Ecological and management implications of longevity in some Northeast Pacific groundfishes. *International North Pacific Fisheries Commission Bulletin* 42: 85-97.
- Legendre, P & Legendre, L. 1998.** Numerical ecology: Developments in environmental modelling. Second Edition. 839 pp.
- Leth, O., G. Shaffer & O. Ulloa. 2004.** Hydrography of the eastern south pacific ocean: Results from the Sonne 102 cruise, may-june 1995. *Deep Sea Research II*, 51(20-21):2349-2369.
- Levin, L. A, JD Gage, C Martin & PA Lamont. 2000.** Macrobenthic community structure within and beneath the oxygen minimum zone, NW Arabian Sea. *Deep-Sea Research II*. 47:189-226.
- Levin, L., D. Gutiérrez, A. Rathburn, C. Neira, J. Sellanes, P. Muñoz, V. Gallardo & M. Salamanca. 2002.** Benthic processes on the Peru margin: a transect across the oxygen minimum zone during the 1997-98 El Niño. *Progress in Oceanography* 53, 1-27.
- Levin, L.A., Huggett, C.L. & Wishner, K.F.1991.** Control of deep-sea benthic community structure by oxygen and organic matter gradients in the Eastern Pacific Ocean. *Journal of Marine Research* 49: 763-800
- Li, C. & A.L. Clark. 1991.** SeaMARC II study of a giant submarine slump on the northern Chile continental slope. *Marine Geotechnology*, 10(3-4):257-268.
- Lillo, S. V., Olivares, J. C., Braun, M. A., Díaz, E., Nuñez, S., Saavedra, A., Saavedra, J. & Tascheri, R. 2005.** Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2004. Informe Final. Proyecto FIP 2004-09. Instituto de Fomento Pesquero. 395 pp.
- Lillo, S. V., Rojas, M., Tascheri, R., Ojeda, V., Olivares, J. C., Balbontín, F., Bravo, R., Nuñez, S., Braun, M., Ortiz, J., Torres, P., Véjar, F., Cubillos, L. & Saavedra, A. 2003.** Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002. Informe Final. Proyecto FIP 2002-03. Instituto de Fomento Pesquero. 379 pp.
- López-González P.J. & G.C. Williams. 2002.** A new genus and species of Sea Pen (Octocorallia: Pennatulacea: Stachyptilidae) from the Antarctic peninsula. *Invertebrate Systematics*, 16(6): 919-929
- Lindeman, R.L., 1942.** The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23, 399-418.
- López-González, P.J. & G.C. Williams. 2002.** A New Genus and Species of Sea Pen (Octocorallia : Pennatulacea : Stachyptilidae) From the Antarctic Peninsula. *Invertebrate Systematics*. Vol. 16. Núm. 6: 919-929.
- MacAvoy, S.E., R.S. Carney, C.R. Fisher & A. Macko. 2002.** Use of chemosynthetic biomass by large, mobile, benthic predators in the Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 225:65-78
- MacAvoy, S.E., S.A. Macko & R.S. Carney. 2003.** Links between chemosynthetic production and mobile predators on the Louisiana continental slope: stable carbon isotopes of specific fatty acids. *Chemical Geology* 201: 229-237.
- Magorrian, B. H., Service, M., & Clarke, W. 1995.** An acoustic bottom classification survey of Strangford-Lough, Northern Ireland. *Journal of the Marine Biological Association United Kingdom*, 75(4): 987-992.
- Magurran, A.E. 1988.** Ecological Diversity and its Measurement. Croom Helm: London.
- Manly, B. 1997.** Randomization, bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. Chapman & Hall, London. 398 p.
- Manning, R.B. 1976.** Notes on some Eastern Pacific stomatopod crustacea, with description of a new genus and two new species of Lysiosquillidae. *Proceed. Biol. Soc. Wash.* 89(16): 221-232.
- Manning, R.B. 1980.** The superfamilies, families and genera of recent stomatopod crustacea, with diagnoses of six new families. *Proceed. Biol. Soc. Wash.* 93(2): 362-373.
- Marchant, M., D. Hebbeln & G. Wefer. 1999.** High resolution planktic foraminiferal record of the last 13,300 years from the upwelling area off Chile. *Marine Geology* 161(2-4):115-128.
- Martín, D. 1972.** Marine chemistry. Volume 1: Analytical methods. Marcel Decker Inc. New York, 389 pp.
- Martínez, C. 1978.** Análisis biológico de las capturas obtenidas por el B/A Arcos en pesca comerciales y de prospección realizadas entre Lebu (37° 41'S) y Corral (39° 41'S) (agosto 1975). Serie Informes Pesqueros, Inst. Fom. Pesq., N° 66: 19 pp.
- Martínez, E. 1976.** Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valp. 16: 71-93.

- McIntosh, W.C. 1885.** Report on the Annelida Polychaeta collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Challenger Rep., 12: 1-554.
- McLean, J.H. & H. Andrade. 1982.** Large archibenthal gastropods of central Chile: collections from an expedition of the R/V Anton Bruun and the Chilean shrimp fishery. Contributions in Science. Natural History Museum of Los Angeles County. No. 342. 20pp.
- Medina, M., Araya, M. & Vega, C. 2004.** Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Invest. Mar.* 32, 33-47.
- Medwin, H. & C. S. Clay. 1998.** Fundamentals of Acoustical Oceanography. Academic Press. 712pp.
- Meléndez, R. & D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'S) e isla Mocha (38°30'S), Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 17: 3-73.
- Melo, T., C. Hurtado, D. Queirolo & P. Rojas. 2003.** Evaluación de la interacción merluza de cola-merluza común con redes de arrastre de media agua en la pesquería centro-sur. *Estud. Doc.* 18/2003. 80 pp.
- Melo, T., D. Queirolo, C. Hurtado, I. Montenegro & E. Gaete. 2005.** Evaluación del uso de ventanas de escape de malla cuadrada en la pesquería de arrastre de merluza común. Informe Final. *Estud. Doc.*, P. Univ. Católica Valparaíso, 31/2005: 82 pp.
- Melo, T., J. Marabolí, C. Hurtado & D. Queirolo. 2002.** Factibilidad técnica de desarrollar una pesquería de arrastre de mediagua de merluza de cola entre la VII y X regiones. Primera etapa: Pesca experimental. Informe Final. *Estud. Doc.* 04/2002, 135 pp.
- Melo, T., P. Pavez, H. Cerisola, C. Hurtado, D. Queirolo, B. Menares & V. Espejo. 2004.** Parámetros biológico-pesqueros del recurso besugo (*Epigonus crassicaudus*) entre la III y la X Región. *Estud. Doc.* 24/2004. 76 pp.
- Menares, B. & J.I. Sepúlveda. 2005.** Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 33(1): 91-100.
- Milessi, A. C. 2005.** Influencia de la variabilidad oceanográfica y pesquera en las interacciones tróficas y en la estructura de las redes alimentarias en el ecosistema marino de Chile central. Tesis para optar al grado de Doctor en Oceanografía. Departamento de Oceanografía. Universidad de Concepción.
- Milessi, A.C., J. Sellanes, V.A. Gallardo & C. Lange. 2005.** Osseous skeletal material and fish scales in marine sediments under the oxygen minimum zone off northern and central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64:185-190.
- Mistakidis, M.N. & G. Henríquez. 1966.** Report on the shrimp-langostino exploratory survey in the Constitución-Isla Mocha area, October-november, 1965. *Publnes. Inst. Fom. Pesq.*, 16: 37 pp.
- Mollenhauer, G, Kienast M, Lamy F, Meggers H, Schneider RR, Hayes JM & Eglinton TI. 2005.** An evaluation of 14C age relationships between co-occurring foraminifera, alkenones, and total organic carbon in continental margin sediments. *Paleoceanography* 20(1)
- Moloney, C., Jarre, A., Arancibia, H., Bozec, Y.-M., Neira, S., Roux, J.-P., Shannon, L.J., 2005.** Comparing the Benguela and Humboldt marine upwelling ecosystems with indicators derived from inter-calibrated models. *ICES J. Mar. Sci.* 62 (3), 493-502.
- Montiel, A & B. Hilbig. 2004.** *Aricidea pisanoi* (annelida: Polychaeta), a new species of paraonidae from the southernmost waters of south america (Chile). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(1):43-45.
- Moraga, J, A. Valle-Levinson & J. Olivares. 1999.** Hydrography and geostrophy around easter island. *Deep-Sea Research I*, 46(4):715-731.
- Morales, E. 2003.** Methane hydrates in the Chilean continental margin. *Biotechnology Issues for Developing Countries*, 6, 80-84. Available online from: <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol6/issue2/issues/1/index.html>.
- Morgan, LE., P. Etnoyer, AJ. Scholz, M. Mertens & M. Powell. 2005.** Conservation and management implications of deep-sea coral and fishing effort distributions in the Northeast Pacific Ocean. In: Freiwald A, Roberts JM (Eds). *Cold-water Corals and Ecosystems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 171-1187 pp
- Mortensen, P. B., Roberts, J. M., & Sundt, R. C. 2000.** Videoassisted grabbing: a minimally destructive method of sampling azooxanthellate coral banks. *Journal of the Marine Biological Association United Kingdom*, 80(2): 365-366.
- Moyano, H. 1995.** Cnidaria. En: JA Simonetti, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (Eds.). *Diversidad Biológica en Chile*. CONICYT, Santiago, pp. 100-116.

- Mullineaux, L.S. & S.W. Mills. 1997.** A Test of the Larval Retention Hypothesis in Seamount-Generated Flows. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 44(5): 745-770.
- Muñoz, P.N. & M.A. Salamanca. 2003.** Input of atmospheric lead to marine sediments in a south-east pacific coastal area (~36° S). *Marine Environmental Research*, 55(4):335-357.
- Muñoz, P., C.B. Lang, D. Gutiérrez, D. Hebbeln, M.A. Salamanca, L. Dezileau, J.L. Reyss & L. Benninger. 2004.** Recent sedimentation and mass accumulation rates based on 210Pb along the Peru-Chile continental margin. *Deep Sea Research II*, 51, 2523-2541.
- Muñoz, P., M.A. Salamanca, C. Neira & J. Sellanes. 2004.** Nitrogen sediment fluxes in an upwelling system off central Chile (Concepción Bay) during the 1997-98 El Niño event. *Revista Chilena de Historia Natural*, in press.
- Musick, J., G. Burgess, G. Cailliet, M. Cahmi & S. Fordham. 2000.** Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries*. 25 (3). 5 pp.
- Myers, R. A., Hutchings, J. A., & Barrowman, N. J. 1996.** Hypotheses for the decline of cod in the North Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 138(1-3): 293-308.
- Nakaya, K. 1975.** Taxonomy, comparative anatomy and phylogeny of Japanese catsharks, Scyliorhiniidae. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 23, 1-94.
- Neira, S. & H., Arancibia. 2004.** Trophic interactions and community structure in the upwelling system off Central Chile (33–39° S). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 312, 349-366.
- Neira, S., H., Arancibia & L., Cubillos. 2004.** Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecol. Modell.* 172, 233-248.
- Neira, C., J. Sellanes, L.A. Levin & W.E. Arntz. 2001.** Meiofaunal distributions on the Peru margin: relationship to oxygen and organic matter availability. *Deep-Sea Research I* 48: 2453-2472
- Neira, C., J. Sellanes, A. Soto, D. Gutiérrez & V.A. Gallardo. 2001.** Meiofauna and sedimentary organic matter off central Chile: response to changes caused by the 1997-1998 El Niño. *Oceanologica Acta*, 24 (3): 313-328.
- Nelson, D. & M. Monaco. 1999.** <http://www.gap.uidaho.edu/Meetings>.
- Neumann, G. & W.J. Pierson Jr. 1966.** Principles of Physical Oceanography. Prentice-Hall Inc. New York, 545 pp.
- Niggemann, J. & C. Schubert. 2006.** Fatty acid biogeochemistry of sediments from the Chilean coastal upwelling region: sources and diagenetic changes. *Organic Geochemistry* 37, 626-647.
- Nilsson, H., y R. Rosenberg. 1997.** Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of marine systems*. 11: 249-264.
- Nybakken, J.W. 2001.** Marine biology: an ecological approach. Addison Wesley Longman Inc. San Francisco CA, USA. 516 pp.
- Ojeda, F. P. & Jaksic, F. 1979.** Utilización diferencial de recursos alimenticios por dos poblaciones simpátricas de *Scomber japonicus peruanus* y *Sarda sarda chilensis* en el norte de Chile. *Medio Ambiente*. 4, 19-23.
- Oliver, P. G. & J. Sellanes. 2005.** New species of Thyasiridae from a methane seepage area off Concepción, Chile. *Zootaxa*, 1092: 1–20.
- Open University. 1998.** The ocean basins: Their structure and evolution. Second Edition. Pergamon Press, Cambridge, 171pp.
- Ortiz, M. & Wolff, M. 2002.** Trophic models of four benthic communities in Tongoy Bay (Chile): comparative analysis and preliminary assessment of management strategies. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 268, 205-235.
- Palma, G.S. 1994.** Distribution and abundance of red shrimp larvae *Pleuroncodes monodon* off the Concepcion coast, Chile. *Investigaciones Marinas*. Valparaíso, 22: 13-29.
- Palma, M., E. Quiroga, V.A. Gallardo, W. Arntz, D. Gerdes, W. Schneider & D. Hebbeln. 2005.** Macrobenthic animal assemblages of the continental margin off Chile (22° to 42°S). *Journal of the Marine Biological Association UK* 85, 233–245.
- Palma, S. 1994.** Distribution and abundance of red shrimp larvae *Pleuroncodes monodon* off the Concepción coast, Chile. *Investigaciones Marinas*, Valparaíso, 22: 13-29.
- Palma, S., Ulloa, R., Linacre, L. & Arana, P. 1998.** Estudio de los hábitos alimentarios de la merluza común *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1948), frente a Papudo (32°30'S) y su relación con las condiciones oceanográficas. *Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso*, 10/98, 48 pp.
- Palomares, M. L. D. & Pauly, D. 1989.** A multiple regression model for predicting the food consumption estimates used by ecosystem modelers. *ICES Counc. Meet.* 1990/G. 17, 8 pp.

- Pantoja, V., F. Orellana & E. Alarcón. 1973.** Evaluación preliminar de los recursos potencialmente explotables situados entre la Bahía de Corral e Isla Guamblin. *Publins. Inst. Fom. Pesq.*, 53: 73 pp.
- Parin, N.V., A.N. Mironov & K.N. Nesis. 1997.** Biology of the Nazca and Sala-y-Gomez submarine ridges, an outpost of the Indo-West Pacific fauna in the Eastern Pacific ocean: Composition and distribution of the fauna, its community and history. *Adv. Mar. Biol.*, 32:145-242.
- Parra, O. & E. Habbit. 1998.** Documento de síntesis, estudio de línea base para la evaluación de impacto ambiental del Complejo Forestal Industrial Itata (celulosa Arauco y Constitución, S.A.). Parra, O., Habbit, E. (Eds.), Centro Eula-Chile, Universidad de Concepción, Chile, 172 pp.
- Pauly, D. & V. Christensen. 1995.** Primary production required to sustain global fisheries. *Nature* 374:255-257.
- Pauly, D., V. Christensen & C. Walters. 2000.** Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of Fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 697-706.
- Pauly, D., Trites, A. W., Capuli, E. & Christensen, V. 1998.** Diet composition and trophic levels of marine mammals. *J. Mar. Sci.* 55, 467-481.
- Pauly, D., V., Christensen, J., Dalsgaard, R., Froese & F., Torres Jr. 1998.** Fishing down marine foods webs. *Science.* 279, 860-863.
- Pavéz, P., Peñailillo, T., Palma, S., Silva, N., Miranda, H., & Giakoni, I. 1994.** Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la zona centro-norte. Informe Final. Proyecto FIP-IT/93-06. Universidad Católica de Valparaíso, 132 p. + 10 anexos.
- Pechenik, J.A. 2005.** Biology of the invertebrates. McGraw-Hill, Boston, Massachusetts, USA.
- Peden, A.E. 1972.** Redescription and distribution of the rare deep-sea eel *Xenomystax atrarius* in the eastern Pacific ocean. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 29(1):1-12.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de macruriformes de Chile. *Bol. Mus. Hist. Nat. Chile.* 32: 269.
- Pequeño, G. 1989.** Peces De Chile, Lista Sistemática Revisada y Comentada. *Revista de Biología Marina*, Vol. 24(2) 1-132
- Pequeño, G. 1997.** Peces De Chile. Lista Sistemática Revisada y Comentada: Addendum. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 32(2): 77-94.
- Pequeño G. 2000.** Índice bibliográfico sobre biodiversidad acuática de Chile: Ciclostomi (Vertebrata, *Craniana*). *Cienc. Tec. Mar.* 23:163-168.
- Pequeño, G. & J. Lamilla. 1997.** Las pesquerías de condriactos en Chile: Primer análisis. *Biología Pesquera* 26: 13-24.
- Pérez, C.D. 1996.** Presencia de *Renilla octodentata* Zamponi y Pérez, 1995 (*Cnidaria, Pennatulacea, Renillidae*) en la Bahía de Valparaíso (33°S - 72°W). *Invest. Mar.*, 24: 145-147.
- Pérez, C.D. & M.O. Zamponi. 1999.** El caso de *Renilla chilensis* Philippi, 1892 (*Octocorallia, Pennatulacea*). *Investig. mar.*, 27:115-117.
- Pérez, C.D. & M.O. Zamponi. 2004.** New records of Octocorals (*Cnidaria, Anthozoa*) from southwestern Atlantic Ocean, zoogeographic considerations. *Zootaxa*, 630(0):1-12
- Perry, R.I. & S.J. Smith. 1994.** Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 51, 589-602.
- Philippart, C.M. 1998.** Long-term impact of bottom fisheries on several by-catch species of demersal fish and benthic invertebrates in the south-eastern North Sea. – *ICES Journal of Marine Science*, 55: 342–352.
- Philippi, R.A. 1866.** Elementos de Historia Natural.
- Pikitch, E. K., C., Santora, E. A., Babcock, A., Bakun, R., Bonfil, D. O., Conover, P., Dayton, P., Doukakis, D., Fluharty, B., Heneman, E. D., Houde, J., Link, P. A., Livingston, M., Mangel, M. K., McAllister, J., Pope & K. J., Sainsbury. 2004.** Ecosystem-Based Fishery Management. *Science.* 305, 346-347.
- Pilskaln, C. H., Churchill, J. H., & Mayer, L. M. 1998.** Resuspension of sediment by bottom trawling in the Gulf of Maine and potential geochemical consequences. *Conservation Biology*, 12(6): 1223-1229.
- Pineda, V. 1999.** El cañón submarino del Bio-Bío: Aspectos dinámicos y ambientales. PhD thesis, Centro EULA, Universidad de Concepción, Concepción-Chile, unpublished.
- Pohle, G., F. Montelatto & M.L. Negreros-Frangozo. 1999.** Larval Decapoda (*Brachuyra*). En: D. Boltovskoy (ed.). *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1281-1351.

- Pollack, H.N, S.J. Hurter & J.R. Johnson. 1993.** Heat flow from the Earth's interior: analysis of the global data set. *Reviews of Geophysics*, 31: 267-280.
- Probert PK, DG Mcknight & SL Grove. 1997.** Benthic invertebrate bycatch from a deep-water trawl fishery, Chatham Rise, New Zealand. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 7:27-40
- Proyecto FIP N°97-25.** Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la III y IV regiones. Ejecutor: Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Proyecto FIP N°99-08.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II a VIII regiones. Ejecutor: Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Quiñones, R., Serra, R., Nuñez, S., Arancibia, H., Córdova, J. & Bustos, F. 1997.** Relación entre el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y sus presas en la zona centro-sur de Chile. En: Tarifeño, E. (Ed), *Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental*, comisión Oceanográfica Intergubamental de la UNESCO. IOC/INF-1046, pp. 187-202.
- Quiroga, E., R. Quiñones, M. Palma, J. Sellanes, V.A. Gallardo, D. Verdes & G. Rowe. 2005.** Biomass size-spectra of macrobenthic communities in the oxygen minimum zone off Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62, 217-231.
- Quiroz, J.C., R. Wiff & C. Montenegro. 2005.** Factores que afectan las tasas de captura de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 33(1): 43-55.
- Reed, J.K. 2002.** Deep-water *Oculina* reefs of Florida: biology, impacts and management. *Hydrobiologia* 471: 43-55.
- Reichert, C., Schreckenberger, B. & The scientific party of the SO161-2&3 cruise. 2002.** Cruise Report, SONNE cruise SO-161 Leg 2 & 3, SPOC, Subduction Processes Off Chile. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Hannover. 142 pp+anexos+mapas+secciones sísmicas.
- Reid, J.L., 1965.** Intermediate waters of the Pacific Ocean. The Johns Hopkins Oceanographic Studies 2. The Johns Hopkins Press. Baltimore, 85 pp.
- Retamal, M.A. 1969-1970.** Jaibas (Crust. Decap. Brachyura) comerciales de la zona de Concepción. *Bol. Soc. Biol. Concepción*. Tomo XLII, pp: 191-229.
- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos Decápodos de Chile. *Gayana, zool.*, 44: 1-110.
- Retamal, M.A. 1994.** Los decápodos de Chile. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, 256 pp.
- Reyes-Bonilla, H. 2002.** Checklist of valid names and synonyms of stony corals (Anthozoa: *Scleractinia*) from the eastern Pacific. *J. Nat. Hist.*, 36:1-13.
- Rhoads, D.C & J.W. Morse. 1971.** Evolutionary and ecological significance of oxygen-deficient marine basins. *Lethaia* 4: 413-428.
- Rhoads, D.C. & J. Germano. 1986.** Interpreting Long-Term changes in Benthic Community structure: A new protocol. *Hydrobiologia* 142: 291-308.
- Rice, J. C. 2000.** Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 682-688.
- Risk, M.J., J.M Heikoop, M.G. Snow & R. Beukens. 2002.** Lifespans and growth patterns of two deep-sea corals: *Primnoa resedaeformis* and *Desmophyllum cristagalli*. *Hydrobiologia* 471:125-131.
- Rivera, J. & E. Santander. 2005.** Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (*Decapoda, Anomura, Galatheidae*). *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 33(1): 3-23.
- Riveros, F. 1948.** Nuevos datos y redescrición de *Renilla chilensis* Philippi, 1892 (Renillidae, Coelenterata). *Rev. Biol. Mar.*, 1(1): 32-45.
- Roa, R. & Ernst, B. 1996.** Age structure, annual growth, and variance of size-at-age of the shrimp *Heterocarpus reedi*. *Marine Ecology Progress Series*, 137: 59-70.
- Roa, R. & F. Tapia. 2000.** Cohorts in space: Geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* population off central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 196: 239-251.
- Roa, R., V.A. Gallardo, B. Ernst, M. Baltazar, J.I. Cañete & S. Enríquez-Briones. 1995.** Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 116(1-3):47-54.

- Roa, R., Cid, L., Tapia, F., Quiñones, R., Arancibia, H., Figueroa, D. & López, I. 1998.** Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII Regiones. Informe Final. Universidad de Concepción. Proyecto FIP- IT/97-23, 129 pp + 3 anexos.
- Roa, R., Tapia, F., Cid, L., Quiñones, R., Ernst, B., Figueroa, D., Arancibia, H. Galleguillos, R. & Retamal, M. 1997.** Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Informe Final. Universidad de Concepción. Proyecto FIP N 96-23, 131 pp.
- Rodhouse, P.G. & Nigmatullin, C.M. 1996.** Role as consumers. Philosophical Transaction of the Royal Society London, B. 351: 1003-1022.
- Rogers, A.D. 1999.** The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. International Review of Hydrobiology 84: 315-406.
- Rogers, A.D. 2004.** The Biology, Ecology and Vulnerability of Deep-Water Coral Reefs. Report for the World Conservation Union for the 7th Convention of Parties, Convention for Biodiversity, Kuala Lumpur, February 8th – 19th. 8pp.
- Rojas, R. & N. Silva. 1996.** Atlas Oceanográfico de Chile (18 21'S a 50 00'S), volumen 1. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, Valparaíso, 234 pp.
- Rol n, E. & J. Sellanes. 2004.** Una nueva *Vitrinella* (Gastropoda, *Vitrinellidae*) para Chile. Iberus, 22 (1): 167-172.
- Romero, O. & D. Hebbeln. 2002.** Biogenic silica and diatom thanatocoenosis in surface sediments below the Peru-Chile Current: controlling mechanisms and relationship with productivity of surface waters. Marine Micropaleontology 908, 1-20.
- Rozbaczylo, N. 1980.** Clave para el reconocimiento de familias de anélidos poliquetos del mar chileno. *Stud. Neotrop. Fauna. Environ.* 15(3-4): 167-196.
- Rozbaczylo, N. 1985.** Los anélidos poliquetos de Chile. Indice sinonímico y distribución geográfica de especies. Monogr. Biol., Pontificia Univ. Católica de Chile. 3: 1-284.
- Rozbaczylo, N. & E. Quiroga. 2000.** Family Pilargidae (Polychaeta): new distributional ranges and new record for the Chilean coast. Revista Chilena de Historia Natural. 73: 643-651.
- Rutllant, J.A., I. Masotti, J. Calderon & S.A. Vega. 2004.** A comparison of spring coastal upwelling off central Chile at the extremes of the 1996-1997 ENSO cycle. Continental Shelf Research, 24(7-8):773-787.
- Saino, T. & A. Hattori. 1987.** Geographical variation in the water column distribution of suspended particulate organic nitrogen and its 15N natural abundance in the Pacific and its marginal seas. Deep Sea Research 34, 807-827.
- Sallares V. & C.R. Ranero. 2005.** Structure and tectonics of the erosional convergent margin off Antofagasta, north Chile (23 degrees 30 ' S). Journal of Geophysical Research-Solid Earth 110
- Sanders, H.L. 1960.** Benthic studies in Buzzards Bay. The structure of the soft-bottom community. Limnol. Oceanogr. 5: 138-153.
- Scheffer, M., S. Carpenter, J.A. Foley, C. Folkes & B. Walker. 2001.** Catastrophic shifts in ecosystems. Nature 413: 591-596.
- Schmidt, A. & A. Brandt. 2001.** The Tanaidacean fauna of the beagle channel (southern Chile) and its relationship to the fauna of the Antarctic continental shelf. Antarctic Science, 13(4): 420-429.
- Schneider, W., R. Fuenzalida, E. Rodríguez-Rubio, J. Garc s-Vargas & L. Bravo. 2003.** Characteristics and formation of eastern South Pacific Intermediate Water. Geophysical Research Letters 32, 14602-14605.
- Schubert, C., T. Ferdelman & B. Strotmann. 2000.** Organic matter composition and sulfate reduction rates in sediments off Chile. Organic Geochemistry 31, 351-361.
- Schuhmacher, H. 1978.** Arrecifes coralinos: Su extensión, mundo animal y ecología. Omega, Barcelona.
- Schulz, H.N., B. Strotmann, V.A. Gallardo & B.B. Joergensen. 2000.** Population study of the filamentous sulfur bacteria *Thioploca* spp. off the bay of Concepción, Chile. Marine Ecology Progress Series, 200: 117-126.
- Schwabe E. & J. Sellanes. 2004.** A new species of *Lepidozona* Pilsbry, 1892 (Mollusca: *Polyplacophora: Ischnochitonidae*) found on whale bones off the coast of Chile. Iberus, 22 (1): 147-153.
- Sea Around Us. 2005.** A global database on marine fisheries and ecosystems. World Wide Web publication. www.seaaroundus.org.
- Sellanes, J. & E. Quiroga. 2007.** Changes of macrobenthos composition under different ENSO conditions on the continental shelf off central Chile. Cont. Shelf Res., DOI:10.1016/j.csr.2007.01.001.

- Sellanes, J. 2002.** Efectos de El Niño 1997–98 sobre los indicadores bioquímicos de la calidad de la materia orgánica sedimentaria y la meiofauna en un área de surgencia costera de Chile central. Tesis de doctorado en oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. x + 192 pp.
- Sellanes, J., C. Neira & E. Quiroga. 2003.** Composition, structure and energy flux of the meiobenthos off central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 401-415.
- Sellanes, J., E. Quiroga & V.A. Gallardo. 2004.** First direct evidences of methane seepage and associated chemosynthetic communities in the bathyal zone off Chile. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 84 (5): 1065-1066.
- Sellanes, J., Krylova, E. 2005.** A new species of Calyptogena (Bivalvia: *Vesicomysidae*) from a recently discovered methane seepage area off Concepción Bay, Chile (~36°S). *Journal of the Marine Biological Association UK* 85: 969-976
- SERNAPESCA. 2006.** Anuario Estadístico de Pesca. Departamento de Información y Estadísticas Pesqueras, Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Chile.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949.** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Shannon, L. J., P. Cury & A. Jarre. 2000.** Modelling effects of fishing in the Southern Benguela ecosystem. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 720-722.
- Shotton, R. 1999.** Case studies of the Management of Elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 378/1. Rome: FAO". 479pp.
- Sielfeld, W.K. & F.M. Vargas. 1996.** Composición y estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 24: 3-17.
- Sievers, H., y N. Silva. 1975.** Masas de agua y circulación en el Océano Pacífico Sudoriental. Latitudes 18°S - 33°S. (Operación oceanográfica "MARCHILE VIII"). *Cienc. Tecnol. Mar*, 1, 7-67.
- Silva, N. & D. Konow. 1975.** Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-agosto 1974., *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 3, 63-75.
- Silva, N. & R. Prego. 2002.** Carbon and nitrogen spatial segregation and stoichiometry in the surface sediments of southern Chilean Inlets (41-56°S). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 763-775.
- Sinclair, A. F., & S. A., Murawski. 1997.** Why have groundfish stocks declined? En: Boreman, J., Nakashima, B.S., Wilson, J.A., Kendall, R.L. (Eds.). *Northwest Atlantic groundfish: perspectives on a fishery collapse*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland: 71-93 pp.
- Smith, W. 2004.** About kriging. Foro de discusión del paquete GMT. [<https://listserv.hawaii.edu/cgi-bin/wa?A2=ind0401&L=gmt-help&D=1&T=0&P=1949>, revisado el 22/10/2006].
- Sneli, J. A. 1998.** A simple benthic sledge for shallow and deep-sea sampling. *Sarsia*, 83: 69-72.
- Sobarzo, M., D. Figueroa & L. Djurfeldt. 2001.** Upwelling of subsurface water into the rim of the Biobío submarine canyon as a response to surface winds. *Continental Shelf Research* 21, 279-299.
- Sobarzo, M. & L. Djurfeldt. 2004.** Coastal upwelling process on a continental shelf limited by submarine canyons, Concepción, central Chile. *J. Geophys. Res.* 109, C12012, doi:10.1029/2004JC002350.
- Springer, S. 1979.** A revision of the catsharks, family Scyliorhinidae. NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 422: 1-97.
- Stein, D.L. 2005.** Descriptions of four new species, redescription of *Paraliparis membranaceus*, and additional data on species of the fish family Liparidae (Pisces, *Scorpaeniformes*) from the west coast of South America and the Indian Ocean. *Zootaxa*, 1019: 1-25
- Stevens, J. D. 1983.** Observations on reproduction in the Shortfin Mako *Isurus oxyrinchus*. *Copeia* 1983 (1): 126-130.
- Stevens, J.D., R. Bonfil, N.K. Dulvy & P.A. Walker. 2000.** The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (*Chondrichthyans*), and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science*. 57: 476-494.
- Stocks, K. 2005.** Seamounts Online: an online information system for seamount biology. Version 2005-1. World Wide Web electronic publication. <http://seamounts.sdsc.edu>.
- Strelzov, VE. 1973.** Polychaete worms of the family Paraonidae Cerruti, 1909 (Polychaeta, Sedentaria). Akad Nauk SSSR, Leningrad (English translation published in 1979 by Smithsonian Institution).

- Strub, P.T., J.M. Mesias, V. Montecino, J. Ruttlant & S. Salinas. 1998.** Coastal ocean circulation off Western South America. In: Robinson, A.R., Brink, K.H., (Eds.), The global coastal ocean. Regional studies and syntheses. Wiley, New York, USA, pp. 273-314.
- Stuardo, J. & C. Valdovinos. 1988.** A new bathyal Calyptogena from off the coast of central Chile (Bivalvia: Vesicomidae). *Venus* 47: 241–250.
- SubPesca. 2004a.** Cuota Global Anual de Captura de Merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2005. Inf. Téc. (R. Pesq.) N° 77, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Chile.
- Suess, E., M.E. Torres, G. Bohrmann, R.W. Collier, D. Rickert, C. Goldfinger, P. Linke, A. Heuser, H. Sahling, K. Heeschen, C. Jung, K. Nakamura, J. Greinert, O. Pfannkuche, A. Trehu, G. Klinkhammer, M.J. Whitar, A. Eisenhauer, B. Teichert & M. Elvert. 2001.** Sea Floor Methane Hydrates at Hydrate Ridge, Cascadia Margin. In Paull, C. K., Dillon, W. P. (Eds.). Natural Gas Hydrates. Occurrence, Distribution, and Detection. AGU Geophysical Monograph Series 124. pp 87-98.
- Tascheri, R., Sateler, J., Ojeda, V., Olivares, J., Vega, R., Wiff, R., Montecinos, M., Cid, L., Merino, J., González, J., Toledo, C. & Palta, E. 2004.** Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Centro-Sur, 2003. Informe final a SUBPESCA.
- Thiel, M. & L. Gutow. 2005.** The ecology of rafting in the marine environment – I. The floating substrata. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 42, 181–264.
- Thornburg, T. & L.D. Kulm. 1987a.** Sedimentation in the Chile Trench: Depositional morphologies, lithofacies and stratigraphy. *Geological Society of America Bulletin* 98: 33-52.
- Thornburg, T. & L.D. Kulm. 1987b.** Sedimentation in the Chile Trench: Petrofacies and provenance. *Journal of Sedimentary Petrology* 57: 55-74.
- Tissot, B.N., M.M. Yoklavich, M.S. Love, K. York & M. Amend. 2006.** Benthic invertebrates that form habitat on deep banks off southern California, with special reference to deep sea coral. *Fish. Bull.*, 104: 167–181.
- Trujillo, H. 1972.** Distribución y abundancia de recursos demersales capturados durante pescas exporatorias realizadas a lo largo de la costa chilena (con énfasis en las merluzas) 1964-1969. *Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq.*, Santiago, N 17: 94 p.
- Ulanowicz, R.E., Puccia, C.J., 1990.** Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses* 5 (1), 7–16.
- Ulloa, R., S. Palma & N. Silva. 2000.** Bathymetric distribution of chaetognaths and their association with water masses off the coast of Valparaíso, Chile. *Deep-Sea Research I*, 47(11): 2009-2027.
- Uribe E, Neshyba S, Fonseca T. 1982.** Phytoplankton community composition across the west wind drift off South America. *Deep-Sea Research* 29(10A):1229-1243.
- Urlick, R. J. 1983.** Principles of Underwater Sound. 3rd Edition. Peninsula Publishing. 423pp.
- Valdés, J. 1998.** Evolución oceanográfica reciente de la Bahía Mejillones del Sur (23°S). Evidencia geoquímica en sedimentos marinos. Tesis doctoral, Centro Eula-Chile, Universidad de Concepción, Chile, 114 pp.
- Valdés, J., L. Ortlieb & A. Sifeddine. 2003.** Variaciones del sistema de surgencia de Punta Angamos (23°S) y la zona de mínimo oxígeno durante el pasado reciente. Una aproximación desde el registro sedimentario de la Bahía Mejillones del Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 76, 347-362.
- Valdovinos, C. 1998.** Patrones de distribución espacial de la macrofauna bentónica sublitoral en el Golfo de Arauco (Chile central). Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Mención Zoología. Universidad de Concepción, Chile. 327 pp.
- Van Beek, F. A., Van Leeuwen, P. I., & Rijnsdorp, A. D. 1990.** On the survival of plaice and sole discards in the otter-trawl and beam-trawl fisheries in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 26(1): 151-160.
- Van Dover, C.L. 2000.** The ecology of deep-sea hydrothermal vents. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 424 pp.
- Van Ofwegen L.P., V. Häussermann & G. Försterra. 2006.** A new genus of soft coral (Octocorallia: Alcyonacea: *Clavulariidae*) from Chile *Zootaxa* 1219: 47-57.
- Vergara, H. 1999.** Manual de Laboratorio para Sedimentología. Instituto de Oceanología. Universidad de Valparaíso.

- Verseveldt, J.V. 1967.** The Octocorallia collected by R/V "Vema" in the Atlantic Ocean. American Museum of Natural History-Lamont Geological Observatory Expeditions (1955-1962). American Museum Novitates, 2282.
- Vestnes, G., A. Stroem & L. Villegas. 1965.** Informe sobre investigaciones exploratorias entre Talcahuano y Bahía San Pedro, diciembre 1964 a febrero 1965, realizadas con el B/I "Carlos Darwin". Publnes. Inst. Fom. Pesq., 6: 33 pp.
- Vestnes, G., A. Stroem, G. Saetersdal, L. Villegas & H. Trujillo. 1966.** Informe sobre investigaciones exploratorias en la zona de Talcahuano-Valdivia, octubre-noviembre 1965, realizadas con el B/I "Carlos Darwin". Publnes. Inst. Fom. Pesq., 16: 25 pp.
- Villegas, L., H. Trujillo & E. Löhre. 1967.** Informe sobre las investigaciones exploratorias realizadas en la zona de Chiloé-Guaitecas, durante febrero y marzo de 1967, con el B/I Carlos Darwin. Publnes. Inst. Fom. Pesq., 32: 19 pp.
- Vilvens, C. & J. Sellanes. 2006.** Descriptions of *Otukaia crustulum* new species (Gastropoda: *Trochoidea: Calliostomatidae*) and *Margarites huloti* new species (Gastropoda: *Trochoidea: Trochidae*) from a methane seep area off Chile. The Nautilus, 120 (1):15–20.
- von Huene R. & C.R. Ranero. 2003.** Subduction erosion and basal friction along the sediment-starved convergent margin off Antofagasta, Chile. Journal of Geophysical Research-Solid Earth. 108: 2079.
- von Huene, R., J. Corvalán, J. Korstgard & The scientific party of the CONDOR cruises. 1995.** Cruise Report SO101 – CONDOR. GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 171pp.
- Walters, C., V., Christensen & D., Pauly. 1997.** Structuring dynamic model of exploited ecosystem from trophic mass-balance assessments. Reviews in Fish Biol. and Fish. 7, 139-172.
- Watters, G. M., R. J., Olson, R. C., Francis, P. C., Fiedler, J. J., Polovina, S.B., Reilly, K. Y., Aydin, C. H., Boggs, T. E., Essington, C. J., Walters & J. F., Kitchell. 2003.** Physical forcing and the dynamics of the pelagic ecosystem in the eastern tropical Pacific: simulations with ENSO-scale and global-warming climate drivers. Can. J. Fish. Aq. Sci. 60, 1161-1175.
- Weinrebe, W. & S. Schenck (Eds.). 2006.** Cruise Report M67/1 CHILE-MARGIN-SURVEY. IfM-GEOMAR Report Nr. 7. 108pp.
- Weiss, R. 1970.** The solubility of nitrogen, oxygen and argon in the water and sea water. Deep-Sea. Res., 17: 721-735.
- Wells, J.W. 1971.** Notes on Indo-Pacific scleractinian corals. Part 8. Scleractinian corals from Easter Island. Pacific Science 26: 283-290.
- Wentworth, C.K. 1922.** A scale of grade and class terms for clastic sediments. Jour. Geol., 30: 377-392.
- Wesenberg-Lund, E. 1962.** Polychaeta Errantia. Rep. Lund. Universidad de Chile. Exped. (43). Acta Universidad de Lund, 57(12): 1-139.
- Wessel, P. & W. H. F. Smith. 1991.** Free software helps map and display data, EOS Trans. Amer. Geophys. U., vol. 72 (41), 441, 445-446.
- Wessel, P. & W. H. F. Smith. 1998.** New, improved version of Generic Mapping Tools released, EOS Trans. Amer. Geophys. U., vol. 79 (47), 579 pp.
- Wessel, P., & W. H. F. Smith. 1995.** New version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans. Amer. Geophys. U., vol. 76 (33), 329 pp.
- Whittaker, R.H. 1960.** Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecological Monographs 30(3): 279-338.
- Wiedicke-Hombach, M. & The scientific party of the SO161-5 cruise. 2002.** Cruise Report, SONNE cruise SO161-5, SPOC (Subduction Processes Off Chile) Geology – Geochemistry – Heatflow. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Hannover. 222 pp.
- Williams, G. 1999.** Index Pennatulacea Annotated Bibliography and Indexes of the Sea Pens (Coelenterata: *Octocorallia*) of the World 1469-1999. Proceedings of the California Academy of Sciences. Volume 51, N° 2, pp 19-103
- Williams, G.C. & K.G. Lindo. 1997.** A Review of the Octocorallian Genus *Leptogorgia* (Anthozoa: Gorgoniidae) in the Indian Ocean and Subantarctic, with description of a new species and comparisons with related taxa. Proc. Calif. Acad. Sci., 49 (15): 499-521.
- Williams, G.C. & P.J. López-González. 2005.** A New genus and species of Gorgonian Octocoral (Anthozoa: Plexauridae) from Antarctic Waters. Proc. Cal. Acad. Sci., 56(26): 379-390.

- Wing, B.L. & D.R. Barnard. 2004.** A field guide to Alaskan corals. NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-146
- Wisner, R. 1974.** The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family *Myctophidae*) of the Eastern Pacific Ocean. Navy Ocean Research and Development Activity, Mississippi, 229 pp.
- Witherell, D. & C. Coon, 2000.** Protecting gorgonian corals from fishing impacts. First International Symposium on Deep Sea Corals, July 30 - August 2, 2000.
- Wolff, M. 1994.** A trophic model for Tongoy Bay– a system exposed to suspended scallop culture (Northern Chile). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 182, 149-168.
- Yañez, E. 1974.** Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte de arrastre camarero frente a la costa de Valparaíso (invierno y primavera 1972). *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 5(5): 126-136.
- Yañez, E. & M.A. Barbieri. 1974.** Distribución y abundancia relativa de los recursos disponibles a un arte de arrastre camarero frente a la costa de Valparaíso. *Invest. Mar.*, 5 (6): 137-156.
- Yañez E. & M.A. Barbieri. 1983.** Aplicación de métodos de inercia: estudio de la repartición de la fauna bentodemersal en la región de Valparaíso (33°S-72°W). Análisis de la estructura espacial del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la zona central de Chile. En: P. Arana (ed.). *Recursos marinos del Pacífico Sur*: 295-319.
- Yañez E., H. Trujillo, M.A. Barbieri & T. Melo. 1974.** Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte de arrastre merlucero frente a la costa de Valparaíso (otoño, invierno, primavera 1972). *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 5(4): 111-125.
- Zamora, C. 1991.** Catálogo descriptivo de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos, comunes en la región de Aysén, Chile. *Inf. Téc. Pesca Chile*. 41: 1-145.
- Zamponi, M.O., M.J.C. Belém, E. Schlenz & F.H. Acuña. 1997.** Distribution and some ecological aspects of Corallimorpharia and Actiniaria from shallow waters of the South American Atlantic coasts. *Physis (Buenos Aires), Secc. A* (128-129): 31-45.
- Zapata, R. 2001.** Estudio Batimétrico del Margen Chileno. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias, Mención Geofísica. Universidad de Chile. 113pp. + 5 mapas.
- Zuñiga, M. J., D. Parraga, C. Ibáñez, L. Cubillos & M. Pedraza. 2007.** Alimentación de jibia frente a las costas de Chile centro-sur. En libro resúmenes XII Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar, Asociación Latino Americana de Investigadores en Ciencias del Mar (ALICMAR), Florianópolis, 642 pp.

# ANEXO I

## Personal participante por actividad

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
TEOFILO MELO F.	Objetivo 4.1	10	20											30
	Objetivo 4.2	20	10											40
	Objetivo 4.3			10	20	20	20	20	10	10	10	10		130
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8										10	10	10	30
	<b>TOTAL</b>		30	30	20	20	20	20	20	10	20	20	20	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
JUAN DIAZ N.	Objetivo 4.1													0
	Objetivo 4.2	10	20	10										40
	Objetivo 4.3	10	20	20	30	20	20	25	20	20	10	10		205
	Objetivo 4.4				10	20	10							40
	Objetivo 4.5					10	20	10						40
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8											10	10	20
	<b>TOTAL</b>		20	40	30	40	50	50	35	20	20	20	20	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
NELSON SILVA S.	Objetivo 4.1	20	20											40
	Objetivo 4.2	10	10	10										30
	Objetivo 4.3		10	20	30	30	20	30	20	30	20	10		220
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8												20	20
	<b>TOTAL</b>		30	40	30	30	30	20	30	20	30	20	30	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
JOSE SEPULVEDA	Objetivo 4.1													0
	Objetivo 4.2	10	20	20										50
	Objetivo 4.3								10	20	20			50
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7		10	20	20	40	30	40	40	30	30	20		280
	Objetivo 4.8												10	10
	<b>TOTAL</b>		10	30	40	20	40	30	40	50	50	50	30	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
JULIO LAMILLA	Objetivo 4.1													0
	Objetivo 4.2	10	20	20										50
	Objetivo 4.3								10	20	20			50
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6		10	20	10	20	20	20	20	20	20	10		170
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8											10	10	20
	<b>TOTAL</b>		10	30	40	10	20	20	20	30	40	50	20	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
ALEJANDRO BRAVO	Objetivo 4.1	10	20	10										40
	Objetivo 4.2	10	10											20
	Objetivo 4.3													0
	Objetivo 4.4	10	10	20	10									50
	Objetivo 4.5		10	10	10	20	10	10	10	10	10			100
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8											10	20	30
	<b>TOTAL</b>		30	50	40	20	20	10	10	10	10	20	20	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
PRAXEDES MUÑOZ	Objetivo 4.1													0
	Objetivo 4.2													0
	Objetivo 4.3		10	20	20	30	30	30	30	20	10			200
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8												10	10
	<b>TOTAL</b>		0	10	20	20	30	30	30	30	20	10	10	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
JAVIER SELLANES	Objetivo 4.1	20	20	10										50
	Objetivo 4.2	10	20	20	10									60
	Objetivo 4.3				10	20	10	10						50
	Objetivo 4.4	20	20	30	20	20	20							130
	Objetivo 4.5		10	10	20	20	10	20	20	10	10	10		140
	Objetivo 4.6		10	10	20	20	20	20	20	20	20	10		170
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8											10	20	30
	<b>TOTAL</b>		50	80	80	80	80	60	50	40	30	40	40	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
RODOLFO VOGLER	Objetivo 4.1	10	30	30										70
	Objetivo 4.2	20	40	40										100
	Objetivo 4.3								20	40	50	10		120
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6				30	40	30	30	40	30	20			220
	Objetivo 4.7		20	40	30	50	80	70	50	80	60	40		520
	Objetivo 4.8											10		10
	<b>TOTAL</b>		30	90	110	60	90	110	100	110	150	130	60	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
CARLOS HURTADO	Objetivo 4.1	10	20	20										50
	Objetivo 4.2	10	20	30										60
	Objetivo 4.3		20	40	50	30	20	10	10	20	20	10		230
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8										20	30		50
	<b>TOTAL</b>		20	60	90	50	30	20	10	10	20	40	40	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
DANTE QUEIROLO	Objetivo 4.1													0
	Objetivo 4.2													0
	Objetivo 4.3	30	80	80	60	50								300
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7													0
	Objetivo 4.8												10	10
	<b>TOTAL</b>		30	80	80	60	50	0	0	0	0	0	10	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
PATRICIA ROJAS	Objetivo 4.1													0
	Objetivo 4.2													0
	Objetivo 4.3													0
	Objetivo 4.4													0
	Objetivo 4.5													0
	Objetivo 4.6													0
	Objetivo 4.7		10	30	60	60	60	60	60	60	30	20		450
	Objetivo 4.8													0
	<b>TOTAL</b>		0	10	30	60	60	60	60	60	60	30	20	0

NOMBRE	OBJETIVO	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	TOTAL
Erick Gaete	4,3			80	80			80	80					320
Ivonne Montenegro	4,3	30	50	50	40	10								180
Roberto Escobar	4.6-4.7			80	80			80	80					320
Emilio Rasse	4,3		60	100	100	100	100	100	100	100	40			800
Victor Zamora A.	4,3			80	80			80	80					320
Jenny Guerrero	4,3			70	150	150	150	150	150	150	150	30		1150
Carlos Bustamante	4,6		10	80	80	30	30	80	80	10				400
Patricio Bravo	4.6-4.7			70	90	90	80	90	90	90				600
M. Angélica Alarcón	4.6-4.7		30	80	160	150	150	150	150	160	160	60		1250

## **ANEXO II**

**DATOS DE TEMPERATURA CERCANAS AL FONDO,  
ASOCIADOS A LOS LANCES DE PESCA COMERCIAL  
(1 de marzo al 12 de junio de 2006)  
Proyecto FIP N° 2005-61**

**Posición geográfica de estaciones con registros de temperatura cercanas al fondo, asociados a los lances de pesca comercial (1 de marzo al 12 de junio de 2006).**

LANCE	NAVE	FECHA	LONGITUD (W)	LATITUD (S)	PROFUNDIDAD (m)	TEMPERATURA (°C)
1	MAORI	01-03-2006	72,20	34,49	403	8,45
2	MAORI	02-03-2006	72,24	34,66	385	8,89
3	MAORI	02-03-2006	72,27	34,74	347	9,02
4	MAORI	02-03-2006	72,41	34,81	405	9,00
5	MAORI	02-03-2006	72,40	34,81	404	8,90
6	MAORI	03-03-2006	72,63	35,21	380	8,48
7	MAORI	03-03-2006	72,64	35,21	392	8,25
1	ISABEL_S	16-03-2006	71,45	29,57	342	9,85
2	ISABEL_S	16-03-2006	71,43	29,65	369	8,63
3	ISABEL_S	16-03-2006	71,39	29,76	323	9,89
1	ISABEL_S	09-04-2006	71,44	29,47	225	11,12
2	ISABEL_S	09-04-2006	71,47	29,45	243	10,96
3	ISABEL_S	09-04-2006	71,46	29,46	242	10,99
4	ISABEL_S	09-04-2006	71,47	29,45	243	10,97
5	ISABEL_S	09-04-2006	71,46	29,46	242	10,92
6	ISABEL_S	10-04-2006	71,44	29,48	237	11,09
7	ISABEL_S	10-04-2006	71,45	29,47	235	11,07
1	LEOPARDO	28-04-2006	73,10	36,06	309	9,31
2	LEOPARDO	28-04-2006	73,01	36,01	323	9,58
3	LEOPARDO	28-04-2006	73,09	35,96	343	9,39
4	LEOPARDO	29-04-2006	73,09	35,94	365	9,00
5	LEOPARDO	29-04-2006	73,02	36,00	307	9,28
6	LEOPARDO	29-04-2006	72,78	35,81	91	11,08
7	LEOPARDO	29-04-2006	72,83	35,64	84	11,61
8	LEOPARDO	29-04-2006	73,14	35,95	333	9,11
9	LEOPARDO	30-04-2006	73,23	35,97	354	8,46
10	LEOPARDO	30-04-2006	73,16	36,00	366	8,73
11	LEOPARDO	30-04-2006	73,11	36,04	341	9,12
1	LEOPARDO	02-05-2006	73,19	35,99	373	8,91
2	LEOPARDO	02-05-2006	73,22	35,99	379	8,89
3	LEOPARDO	02-05-2006	73,19	36,00	365	9,02
4	LEOPARDO	02-05-2006	73,23	35,99	364	8,92
1	BONN	06-05-2006	72,58	35,32	85	11,66
2	BONN	06-05-2006	72,62	35,34	80	11,66
3	BONN	06-05-2006	72,58	35,32	95	11,61
4	BONN	07-05-2006	72,60	35,35	67	11,61
5	BONN	07-05-2006	72,57	35,34	86	11,63
6	BONN	07-05-2006	72,61	35,35	76	11,62
7	BONN	07-05-2006	72,63	35,36	81	11,60

**Posición geográfica de estaciones con registros de temperatura cercanas al fondo, asociados a los lances de pesca comercial (1 de marzo al 12 de junio de 2006). Continuación.**

LANCE	NAVE	FECHA	LONGITUD (W)	LATITUD (S)	PROFUNDIDAD (m)	TEMPERATURA (°C)
1	BIOMAR V	17-05-2006	74,06	41,00	163	9,77
2	BIOMAR V	17-05-2006	74,06	41,02	164	9,79
3	BIOMAR V	18-05-2006	74,05	41,30	156	9,75
4	BIOMAR V	18-05-2006	74,06	41,08	157	9,70
5	BIOMAR V	19-05-2006	74,07	41,23	162	9,75
6	BIOMAR V	19-05-2006	74,04	41,40	153	9,75
1	BIOMAR V	23-05-2006	72,84	35,62	86	11,50
2	BIOMAR V	23-05-2006	72,60	35,34	69	11,64
3	BIOMAR V	23-05-2006	72,63	35,37	64	11,76
4	BIOMAR V	24-05-2006	72,65	35,37	72	11,72
5	BIOMAR V	24-05-2006	72,72	35,44	74	11,67
6	BIOMAR V	24-05-2006	72,61	35,34	73	11,68
7	BIOMAR V	25-05-2006	72,68	35,40	72	11,79
8	BIOMAR V	25-05-2006	72,67	35,40	73	11,78
9	BIOMAR V	25-05-2006	72,65	35,38	72	11,81
10	BIOMAR V	26-05-2006	72,66	35,41	71	11,81
11	BIOMAR V	26-05-2006	72,68	35,40	73	11,81
1	BIOMAR V	30-05-2006	74,06	41,20	160	9,82
2	BIOMAR V	01-06-2006	74,08	41,13	167	9,86
3	BIOMAR V	02-06-2006	74,08	40,99	168	9,86
4	BIOMAR V	04-06-2006	74,17	38,17	368	10,19
5	BIOMAR V	05-06-2006	72,59	35,32	77	11,57
6	BIOMAR V	05-06-2006	72,79	35,50	79	11,59
1	NISSHIN MARU III	06-06-2006	71,62	32,55	230	11,59
2	NISSHIN MARU III	06-06-2006	71,62	32,55	231	11,59
3	NISSHIN MARU III	06-06-2006	71,62	32,55	231	11,59
1	NISSHIN MARU III	09-06-2006	71,62	32,55	235	11,74
2	NISSHIN MARU III	09-06-2006	71,62	32,55	230	11,81
1	NISSHIN MARU III	11-06-2006	71,63	32,56	237	11,72
2	NISSHIN MARU III	11-06-2006	71,62	32,55	232	11,74
3	NISSHIN MARU III	11-06-2006	71,62	32,55	232	11,72
1	NISSHIN MARU III	12-06-2006	71,63	32,61	242	11,49
2	NISSHIN MARU III	12-06-2006	71,63	32,58	240	11,55
3	NISSHIN MARU III	12-06-2006	71,63	32,56	236	11,62

## **ANEXO III**

**DATOS DE MATERIA ORGANICA Y CARBONO TOTAL,  
ASOCIADOS A LOS LANCES DE PESCA COMERCIAL  
(1 de marzo al 12 de junio de 2006)  
Proyecto FIP N° 2005-61**

**Posición geográfica de estaciones con registros de materia orgánica y carbono total, asociados a los lances de pesca comercial (1 de marzo al 12 de junio de 2006).**

LANCE	NAVE	FECHA	LONGITUD (W)	LATITUD (S)	PROFUNDIDAD (m)	% MAT_ORGANICA	% C-TOTAL
1	ISABEL_S	06-Abr-06	-71,42	-29,53	272	8,73	s/i
2	ISABEL_S	06-Abr-06	-71,46	-29,49	271	6,68	s/i
1	ISABEL_S	09-Abr-06	-71,44	-29,47	225	6,56	s/i
3	ISABEL_S	09-Abr-06	-71,46	-29,46	242	7,48	s/i
4	ISABEL_S	09-Abr-06	-71,47	-29,45	243	6,2	s/i
6	ISABEL_S	10-Abr-06	-71,44	-29,48	238	8,25	s/i
7	ISABEL_S	10-Abr-06	-71,45	-29,47	236	6,87	s/i
2	BONN	06-May-06	-72,62	-35,34	81	5,43	s/i
4	BONN	07-May-06	-72,60	-35,35	67	4,98	s/i
3	MAORI	02-Mar-06	-72,27	-34,74	348	6,77	s/i
1	MAORI	01-Mar-06	-72,20	-34,49	404	3,64	s/i
4	MAORI	02-Mar-06	-72,41	-34,81	406	2,93	s/i
1	ISABEL_S	16-Mar-06	-71,45	-29,57	342	6,43	s/i
2	ISABEL_S	16-Mar-06	-71,43	-29,65	369	4,82	s/i
3	ISABEL_S	16-Mar-06	-71,39	-29,76	324	4,68	s/i
5	MAORI	02-Mar-06	-72,40	-34,81	404	6,44	s/i
7	MAORI	03-Mar-06	-72,64	-35,21	393	4,18	s/i
6	MAORI	03-Mar-06	-72,63	-35,21	380	2,76	s/i
2	BIOMAR V	17-May-06	-74,06	-41,02	165	6,37	2,74
4	BIOMAR V	18-May-06	-74,06	-41,08	158	6,06	3,17
2	BIOMAR V	23-May-06	-72,60	-35,34	70	2,76	0,65
3	BIOMAR V	23-May-06	-72,63	-35,37	65	6,26	0,96
9	BIOMAR V	25-May-06	-72,65	-35,38	72	3,76	1,07
3	BIOMAR V	02-Jun-06	-74,08	-40,99	168	6,31	3,06
6	BIOMAR V	19-May-06	-74,04	-41,40	153	3,5	1,55
1	NISSHIN MARU III	06-Jun-06	-71,62	-32,55	230	1,78	1,55
1	NISSHIN MARU III	09-Jun-06	-71,62	-32,55	235	2,49	1,12
2	NISSHIN MARU III	09-Jun-06	-71,62	-32,55	230	2,45	1,17
2	NISSHIN MARU III	06-Jun-06	-71,62	-32,55	232	1,78	0,8
1	NISSHIN MARU III	11-Jun-06	-71,63	-32,56	238	3,2	1,11
2	NISSHIN MARU III	11-Jun-06	-71,62	-32,55	233	2,81	1,37
3	NISSHIN MARU III	11-Jun-06	-71,62	-32,55	233	2,31	1,2
3	NISSHIN MARU III	06-Jun-06	-71,62	-32,55	232	2,46	1,09
1	NISSHIN MARU III	12-Jun-06	-71,63	-32,61	243	1,26	0,84
3	NISSHIN MARU III	12-Jun-06	-71,63	-32,56	236	3,06	1,58
10	LONQUIMAY	19-Jun-06	-71,84	-33,49	180	0,86	0,63
11	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,06	-33,75	280	2,54	1,14
12	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,03	-33,71	168	1,35	0,65
13	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,02	-33,71	152	2,61	1,38
14	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,03	-33,71	172	1,05	0,48
15	LONQUIMAY	22-Jun-06	-71,85	-33,44	180	3,17	0,71
2	LONQUIMAY	14-Jun-06	-71,86	-33,39	224	2,4	0,86
3	LONQUIMAY	14-Jun-06	-71,85	-33,40	179	1,43	0,83
4	LONQUIMAY	14-Jun-06	-71,86	-33,42	181	2,27	0,73
5	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,85	-33,18	176	1,62	0,92
6	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,85	-33,23	174	2,5	3,39
7	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,86	-33,30	185	1,9	2,63
8	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,85	-33,35	172	1,71	1,09
9	LONQUIMAY	19-Jun-06	-71,85	-33,46	182	1,27	0,75

## **ANEXO IV**

**DATOS DE GRANULOMETRIA,  
ASOCIADOS A LOS LANCES DE PESCA COMERCIAL  
(1 de marzo al 12 de junio de 2006)  
Proyecto FIP N° 2005-61**

**Posición geográfica de estaciones con registros de granulometría,  
asociados a los lances de pesca comercial (1 de marzo al 12 de junio de 2006).**

LANCE	NAVE	FECHA	LONGITUD (W)	LATITUD (S)	PROFUND. (m)	Diámetro de partícula (Mm.)							
						>4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,063	<0,063
1	ISABEL_S	06-Abr-06	-71,42	-29,53	272	1,13	0,24	0,04	0,67	3,51	57,83	33,52	3,06
2	ISABEL_S	06-Abr-06	-71,46	-29,49	271	0,31	0,13	0,14	0,22	2,24	30,07	53,7	13,19
1	ISABEL_S	09-Abr-06	-71,44	-29,47	225	66,14	0,91	0,31	0,32	0,73	10,94	18,71	1,94
3	ISABEL_S	09-Abr-06	-71,46	-29,46	242	8,36	0,25	0,17	0,1	2,3	43,9	42,75	2,17
4	ISABEL_S	09-Abr-06	-71,47	-29,45	243	52,33	0,87	0,17	0,12	0,27	17,41	27,96	0,88
6	ISABEL_S	10-Abr-06	-71,44	-29,48	238	3,68	0,75	0,41	0,15	4,64	49,31	39,86	1,2
7	ISABEL_S	10-Abr-06	-71,45	-29,47	236	74,43	0,46	0,17	0,11	0,33	7,65	16,7	0,15
2	BONN	06-May-06	-72,62	-35,34	81	0,74	0,48	0,16	0,14	0,19	0,58	24,05	73,65
4	BONN	07-May-06	-72,60	-35,35	67	0,7	0,18	0,06	0,1	0,1	0,33	9,93	88,61
3	MAORI	02-Mar-06	-72,27	-34,74	348	0	1,59	2,29	1,84	1,87	2,3	9,89	80,2
1	MAORI	01-Mar-06	-72,20	-34,49	404	0	0,73	0,75	0,45	0,3	0,25	3,82	93,7
4	MAORI	02-Mar-06	-72,41	-34,81	406	1,8	6,02	7,23	3,47	3,83	2,82	4,07	70,75
1	ISABEL_S	16-Mar-06	-71,45	-29,57	342	0	0	0,28	1,35	14,44	17,23	39,43	27,27
2	ISABEL_S	16-Mar-06	-71,43	-29,65	369	0	0,09	0,21	0,7	1,79	2,83	25,26	69,12
3	ISABEL_S	16-Mar-06	-71,39	-29,76	324	0	0,12	0,54	5,12	23,62	35,13	0,6	34,86
5	MAORI	02-Mar-06	-72,40	-34,81	404	4,37	7,74	13,8	11,04	20,97	13,52	4,68	23,88
7	MAORI	03-Mar-06	-72,64	-35,21	393	11,56	2,69	0,51	0,4	0,14	0,17	2,06	82,47
6	MAORI	03-Mar-06	-72,63	-35,21	380	39,08	2,39	1,83	0,75	0,49	0,83	4,84	49,78
2	BIOMAR V	17-May-06	-74,06	-41,02	165	1,11	0,68	0,58	1,04	3,46	5,22	8,29	79,64
4	BIOMAR V	18-May-06	-74,06	-41,08	158	0	0	0,74	0,63	1,34	1,52	3,2	92,57
2	BIOMAR V	23-May-06	-72,60	-35,34	70	11,02	0,28	0,48	0,31	0,54	1,11	4,15	82,11
3	BIOMAR V	23-May-06	-72,63	-35,37	65	0	0	0,24	0,13	0,17	0,85	2,98	95,64
9	BIOMAR V	25-May-06	-72,65	-35,38	72	0,22	0,33	0,56	0,47	1	3,87	10,7	82,85
3	BIOMAR V	02-Jun-06	-74,08	-40,99	168	0	1,88	1,88	1,25	4,83	7,12	6,57	76,48
6	BIOMAR V	19-May-06	-74,04	-41,40	153	0	0	0,08	0,21	0,79	1,39	4,2	93,32
1	NISSHIN MARU III	06-Jun-06	-71,62	-32,55	230	0,22	0,19	0	0,15	0,92	3,53	56,4	38,58
1	NISSHIN MARU III	09-Jun-06	-71,62	-32,55	235	1,66	0	0,1	0,26	2,08	8,74	79,5	7,67
2	NISSHIN MARU III	09-Jun-06	-71,62	-32,55	230	0,66	1,86	0,26	0,13	1,07	5,59	44,25	46,19
2	NISSHIN MARU III	06-Jun-06	-71,62	-32,55	232	0	0	0,2	0,18	0,45	1,33	25,22	72,61
1	NISSHIN MARU III	11-Jun-06	-71,63	-32,56	238	3,4	2,54	0,49	0,15	0,69	3,48	44,34	44,92
2	NISSHIN MARU III	11-Jun-06	-71,62	-32,55	233	0	0,28	0,07	0,18	1,89	6,72	82,07	8,79
3	NISSHIN MARU III	11-Jun-06	-71,62	-32,55	233	0	0,35	0,1	0,2	2,05	3,01	32,42	61,87
3	NISSHIN MARU III	06-Jun-06	-71,62	-32,55	232	0	0,08	0,15	0,21	1,76	6,39	67,05	24,36
1	NISSHIN MARU III	12-Jun-06	-71,63	-32,61	243	0	0,26	0,1	0,15	2,51	3,04	26,25	67,69
3	NISSHIN MARU III	12-Jun-06	-71,63	-32,56	236	0,5	1,42	0,78	0,13	1,21	4,72	36,6	54,64

**Posición geográfica de estaciones con registros de granulometría,  
asociados a los lances de pesca comercial (1 de marzo al 12 de junio de 2006).**

LANCE	NAVE	FECHA	LONGITUD (W)	LATITUD (S)	PROFUND. (m)	Diámetro de partícula (Mm.)							
						>4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,063	<0,063
10	LONQUIMAY	19-Jun-06	-71,84	-33,49	180	0	0,95	19,44	38,2	13,84	7,77	9,71	10,1
11	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,06	-33,75	280	0	0,83	3,19	5,37	4,14	6,39	37,32	42,77
12	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,03	-33,71	168	0	1,86	3,1	3,7	2,04	6,62	71,73	10,93
13	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,02	-33,71	152	1,78	2,98	1,91	1,18	1,22	3,12	62,25	25,58
14	LONQUIMAY	22-Jun-06	-72,03	-33,71	172	0,48	1,56	2,13	1,85	0,88	1,16	21,2	70,74
15	LONQUIMAY	22-Jun-06	-71,85	-33,44	180	0	0,65	13,04	35,18	26,76	6,26	3,28	14,83
2	LONQUIMAY	14-Jun-06	-71,86	-33,39	224	0	0,94	2,85	4,07	4,61	15,47	38,56	33,5
3	LONQUIMAY	14-Jun-06	-71,85	-33,40	179	1,61	0,27	10,05	18,89	8,92	8,4	24,15	27,71
4	LONQUIMAY	14-Jun-06	-71,86	-33,42	181	0	0	11,83	41,79	18,41	11,25	16,64	0,07
5	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,85	-33,18	176	0	0	12,65	32,52	16,77	11,88	16,11	10,06
6	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,85	-33,23	174	0	0,51	12,79	29,02	16,89	17,18	22,44	1,17
7	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,86	-33,30	185	0	0,28	17,21	32,23	12,62	10,41	22,16	5,09
8	LONQUIMAY	15-Jun-06	-71,85	-33,35	172	0,05	0,4	19,13	22,81	14,12	10,26	19,65	13,58
9	LONQUIMAY	19-Jun-06	-71,85	-33,46	182	0	0,49	13,88	27,62	20,56	10,62	13,02	13,82

## **ANEXO V**

### **BASES DE DATOS Y MATERIAL FOTOGRAFICO (cruceros y pesca comercial) Proyecto FIP N° 2005-61**

## **ANEXO VI**

### **MAPAS (en DVD adjunto)**

- **Batimetría referencial**
- **Batimetría multihaz**
- **Perfiles de profundidad**
- **Pendiente del fondo marino**
- **Calidad del fondo marino**

## **ANEXO VII**

### **FILMACIONES SUBMARINAS (formato DVD) Proyecto FIP N° 2005-61**

## **ANEXO VIII**

### **FICHAS DE ESPECIES CAPTURADAS Proyecto FIP N° 2005-61**

**(en DVD adjunto)**