



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias
Escuela de Biología Marina

PROFESOR PATROCINANTE:
DR. JULIO LAMILLA G.
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL ECOSISTEMA BENTÓNICO
SUBMAREAL EN LAS ÁREAS COSTERAS DE LA VIII REGIÓN, CHILE**
Criterios de manejo y legislación para la Conservación Marina

Tesis de Grado presentada como
parte de los requisitos para optar al
Título de Biólogo Marino.

CARLOS MARIO BUSTAMANTE DÍAZ
VALDIVIA, CHILE

2006

*A mis padres, Carlos y Ana Cecilia,
a mi Abuela, Mercedes...*

[...]

Un oscuro

Ilimitable océano sin fronteras

Sin dimensiones, donde la longitud, la amplitud y la altura

Y el tiempo y el lugar están perdidos

MILTON (El Paraíso Perdido)

[...]

Lo más importante es no dejar de interrogarse.

La curiosidad tiene su propia razón de existir. Uno no puede evitar asombrarse

cuando contempla los misterios de la eternidad, de la vida, de la maravillosa

estructura de la realidad. Es suficiente si uno trata simplemente de comprender un

poco de este misterio cada día. No hay que perder jamás la sagrada curiosidad.

ALBERT EINSTEIN

COMISIÓN DE TESIS

PROFESOR PATROCINANTE

DR. Julio Lamilla Gómez

Instituto de Zoología "Ernst F. Kilian"

FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

PROFESOR INFORMANTE:

Mg. Sc. Alejandro Bravo Sotomayor

Instituto de Zoología "Ernst F. Kilian"

FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

PROFESOR INFORMANTE:

Dr. Carlos Bertrán Vives

Instituto de Zoología "Ernst F. Kilian"

FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	<i>iv</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>vi</i>
INDICE DE TABLAS	<i>vii</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>viii</i>
RESUMEN	<i>ix</i>
ABSTRACT	<i>x</i>
INTRODUCCIÓN	1
Sobre la actividad pesquera	3
Sobre los antecedentes normativos	5
Sobre la Ecología del componente bentónico submareal marino	8
HIPÓTESIS DE TRABAJO	10
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
MATERIAL Y MÉTODO	12
RESULTADOS	21
OBJETIVO 1	21
OBJETIVO 2	27
OBJETIVO 3	32

DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES	48
BIBLIOGRAFÍA CITADA	52
ANEXOS	67
ANEXO A: Registros de batimetría, macrofauna y tipo de sedimento en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco	68
ANEXO B. Listado taxonómico de especies	69
ANEXO C. Catálogo fotográfico	70
ANEXO D. Filmaciones submarinas de ensambles ecológicos en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de exclusión pesquera delimitada por el D. S. 408/86 para naves cerqueras y arrastreras en la VIII Región.	7
Figura 2: Carta batimétrica del golfo de Arauco y la bahía de Concepción. Modificado de: Carta náutica 606 1:80.000, SHOA, 1956	16
Figura 3: Estaciones de muestreo dentro del golfo de Arauco y la bahía Concepción. Se indican las estaciones (números correlativos) y el tipo de muestra (tomada sólo mediante draga o draga más filmaciones submarinas).	17
Figura 4: Representación gráfica de la distribución de las características texturales de la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Codificación según Folk (1980)	28
Figura 5: Representación gráfica del contenido de materia orgánica total (%MO) en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco	31
Figura 6: Dendrograma producto del análisis de grupos (distancia euclidiana, vecino más cercano) de las estaciones del (a) golfo de Arauco y (b) la bahía de Concepción	34
Figura 7: Distribución espacial de los ensambles en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Cada ensamble se representa por un color diferente en cada localidad.	35
Figura 8: Modificación a la zona de exclusión delimitada por el D. S. N° 408 ajustada al perfil de la isobata 30 m.	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Escala cualitativa del índice de Abundancia Relativa (I_R)	18
Tabla 2:	Grupos tróficos y distribución de los géneros más abundantes en el golfo de Arauco y la bahía de Concepción. (+) Indica la presencia en cada lugar	25
Tabla 3:	Características sedimentológicas de la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Se presentan las fracciones texturales (grava, arena y fango) y el contenido promedio de materia orgánica total y en cada fracción.	30
Tabla 4:	Valor intergrupo de similitud (1-J) para ambas localidades del estudio. En negrita se presenta el número del grupo, n representa el número de estaciones.	33

AGRADECIMIENTOS

En la realización de esta tesis, muchas personas estuvieron involucradas directa o indirectamente. Algunos se han ido, otros están distantes. Algunos siempre están presentes con su firme crítica, y otros permanecen a mi lado incondicionalmente.

Antes que nada, agradezco a mis padres y a mi abuela, a toda mi familia, quienes me permitieron la oportunidad de perseguir este sueño. Gracias por su apoyo moral, espiritual y económico en todos estos años.

A Julio Lamilla y Alejandro Bravo, más que profesores amigos; dos grandes personas que se han preocupado de mi formación profesional y humana, y quienes me guían por los pasos de la ciencia. A Carlos Bertrán, por su siempre oportuno consejo. A Eduardo Jaramillo y a Robert Stead, por sus opiniones y correcciones.

A María Angélica, mi correctora, editora y mejor crítica. Mi otro hemisferio cerebral, y la otra mitad de mi corazón.

No puedo dejar de agradecer a otras personas, profesores y funcionarios del Instituto de Zoología de la Universidad Austral de Chile, en especial a la señora Ruth y a León. A Rosa Cárcamo, siempre un valioso apoyo y consejo en la oficina.

A todos mis amigos, quienes son pilares fundamentales en Chile y Colombia. Al equipo de la Universidad de Concepción, por su apoyo en el muestreo. A Elizabeth y a Francisco, por su ayuda técnica, científica y humana.

A todas las demás personas que de alguna u otra forma colaboraron con este trabajo y con mi formación profesional.

RESUMEN

La pérdida potencial de la biodiversidad marina, ha generado numerosos estudios para explicar e identificar la importancia de la diversidad en función del ecosistema, de esta forma y tomando en cuenta la actividad pesquera artesanal con redes de cerco que se realiza en las costas de la VIII Región, en la Bahía de Concepción y en el Golfo de Arauco en la zona de exclusión pesquera delimitada por el D. S. 408, se analizaron las relaciones ecológicas en el componente bentónico submareal marino. La composición de la macrofauna presente en ambas localidades permite reconocer especies tipo dentro de cada ensamble, las que referencian ecológicamente zonas dentro de la bahía de Concepción y el Golfo de Arauco. Ensamblajes costeros con alto contenido de arena y poca materia orgánica estarían dominados por animales suspensívoros y filtradores, mientras que alimentadores de depósito y carroñeros estarían dominando ensambles con mayor profundidad, caracterizados por fango con alto contenido de materia orgánica. Se observan semejanzas en los patrones espaciales de diversidad los que poseen una correlación negativa con la batimetría; y a pesar de presentar diferencias en la composición taxonómica en las dos localidades, se observa un aumento en el número de especies (diversidad) en los ensambles de aguas someras (isobata 30 m). Medidas de conservación deben enfocarse hacia lugares en los que se encuentren la mayor diversidad de especies, es decir, ecosistemas que son el sostén de tramas tróficas complejas como se observa en los ensambles costeros del golfo de Arauco, y en las costas de la bahía de Concepción.

ABSTRACT

The potential loss of marine biodiversity has generated numerous studies to explain and identify the importance of diversity base in ecosystems, taking into consideration small scale fisheries activity with purse seine nets carried along coasts of the VIII Region, on the Bay of Concepcion and the Gulf of Arauco in the excluding fishing zone delimited by the D. S. 408, analyzing ecological relationship in the subtidal benthic component. The composition of present macrofauna in both localities allows for the recognition of species types within each assemblage, those that reference ecological zones within the bay of Concepción and the Gulf of Arauco. Coastal assemblages with high sand content and little organic matter would be dominated by suspension feeder animals and filters, whereas deposit feeders and scavenging would dominate assemblages of greater depth, characterized by mud with a high content of organic matter. Similarities in spatial patterns of diversity observed are those that have a negative correlation with the bathymetry; and in spite of displaying differences in the taxonomic composition of these two localities, it presents an increase in the number of species (diversity) in shallow water assemblages (isobaths 30 m).

Management on costal areas and fishing excluding zones must be focused on places which have greater species diversity, that is to say, ecosystems that support complex trophic webs as observed in coastal assemblages of the gulf of Arauco, and coasts of the bay of Concepción.

INTRODUCCIÓN

La Ley General de Pesca y Acuicultura estableció en su artículo 5º, la prohibición de las actividades pesqueras extractivas con artes, aparejos y otros implementos de pesca, que afecten el fondo marino en el mar territorial dentro de una franja de una milla marina medida desde las líneas de base, desde el límite norte hasta el paralelo 41º 28,6' LS y en aguas interiores. El Decreto Supremo Nº 408 de 1986, contiene la normativa específica existente en todo el territorio nacional a lo largo de la primera milla y en determinadas bahías para el uso de determinados artes en dichas áreas. Este decreto obedece a una política de compatibilizar las actividades extractivas con la debida protección de áreas consideradas claves, debido a que constituyen hábitat de alta biodiversidad y donde además ocurre el crecimiento de estadios tempranos de desarrollo (p.e. huevos y larvas) de recursos hidrobiológicos, que se ha estimado conveniente conservar o preservar. Estos aspectos señalan la conveniencia de orientar el desarrollo pesquero en una perspectiva de largo plazo regulando el uso de artes de pesca que puedan tener efectos ecológicos negativos por la alteración de sustratos y captura donde se concentran especies en sus estadios tempranos de desarrollo. Bajo estos argumentos la regulación existente restringe la utilización de redes de arrastre de cualquier tamaño y regula el uso de redes de cerco, p.e. en altura y tamaño de malla, y de enmalle de grandes dimensiones en zonas costeras, según se especifica en los decretos respectivos vigentes. Son crecientes las solicitudes hechas por el sector artesanal para operar con redes de cerco de mayor altura o con menor tamaño de malla en ciertas zonas donde no está actualmente

permitido, lo cual implicaría previamente una evaluación integral de la normativa actual. Una propuesta de evaluación de los criterios empleados en el establecimiento de zonas de exclusión, fue llevada a cabo en la VIII Región (Melo *et al.*, 2006).

Las costas frente a la VIII Región están constituidas por un sistema de bahías (Bahía de Concepción, Bahía de San Vicente, Bahía de Coliumo) y un golfo (Golfo de Arauco). Las estimaciones recientes indican que los niveles de producción primaria, anual y diaria para esta zona se encuentra entre los valores más altos reportados para el océano abierto (Arcos & Navarro, 1986; Alheit & Bernal, 1993; Daneri *et al.*, 2000). Esta alta productividad se debe principalmente a los eventos de surgencia costera de primavera-verano, los cuales son generados por el forzamiento local del viento paralelo a la costa en la superficie del mar. Durante los eventos de surgencia, ocurre un ascenso de aguas ricas en nutrientes, con alta salinidad, baja temperatura y baja concentración de oxígeno que, al mezclarse con aguas más someras de mayor temperatura y alta concentración de oxígeno, generan las condiciones ideales para el florecimiento de organismos fitoplanctónicos. Este aumento de la producción primaria local es el responsable de potenciar el aumento en biomasa de los niveles tróficos superiores. Según Cubillos & Arancibia (1993), la alta productividad y los elevados niveles de desembarque le confieren a esta región del país una gran importancia económica, (p.e. alto ingreso de divisas), social (p.e. buena fuente de empleo), y ecológica (p.e. gran abundancia y baja diversidad de especies).

Los procesos de surgencia de aguas subsuperficiales frías y enriquecidas en nutrientes generan niveles muy altos de producción primaria dentro del ecosistema costero. La energía producida por los productores primarios es rápidamente transferida hacia los eslabones intermedios y superiores de la trama trófica. Este conjunto de características promueve que el sistema de surgencia costera de la zona central de Chile produzca más del 50% de las capturas chilenas de peces y aproximadamente el 4% de las capturas mundiales de peces, correspondiendo a una de las regiones más productivas del mundo (Sobarzo *et al.*, 2001; Hebbeln *et al.*, 2000).

Si bien los patrones oceanográficos de gran escala son relativamente bien conocidos para la zona central de Chile, existe muy poca información sobre los procesos físicos (vientos, surgencias, temperatura, oxígeno) y biológicos (relaciones tróficas, competencia, reclutamiento), de micro y mesoescala involucrados en la estructura de las comunidades costeras y en el funcionamiento del ecosistema, su incidencia en la variación espacial, temporal y fundamentalmente el efecto del impacto humano (pesquerías, contaminación y urbanizaciones).

Sobre la Actividad Pesquera

En conjunto, la sardina común y la anchoveta representan los principales recursos pesqueros pelágicos de Chile. Ambas especies son un componente biológico importante de la dieta de la “merluza común” (*Merluccius gayi*), que a su vez

representa el principal recurso pesquero demersal de Chile (Neira *et al.*, 2004). Los volúmenes de desembarque que generan estos recursos pesqueros y las relaciones tróficas que se han establecido entre las especies sugieren que los tres principales recursos pesqueros de la VIII Región cumplirían importantes roles ecológicos dentro del ecosistema costero de esta región (Arancibia, 1992; Quiñones *et al.*, 1997).

La pesquería con red de cerco en la zona centro-sur de Chile es practicada en forma conjunta por la flota artesanal e industrial, concentrándose más del 95 % de los desembarques en las regiones V y VIII (Cubillos & Arancibia, 1993; SERNAPESCA, 2004). Las especies objetivo de esta pesquería son *Strangomera bentincki* (sardina) y *Engraulis ringens* (anchoveta). Sin embargo también se capturan otras especies como *Normanichthys crockeri* (cochinilla), *Thyrsites atun* (sierra), *Trachurus murphyi* (jurel), *Stromateus stellatus* (pampanito) y *Merluccius gayi* (merluza común). De acuerdo a los antecedentes proporcionados por Aranís *et al.*, (2002, 2004), las lanchas de cerco artesanales se dedican preferentemente a la extracción de sardina común y anchoveta, y esporádicamente jurel, operando cerca de sus puertos base y en las primeras millas de la costa. En los puertos de Talcahuano y Coronel se centran las mayores descargas de esta flota con 164 mil ton (43%) y 151 mil ton (40%), respectivamente. Este comportamiento también se observó en los tres últimos años, pero con una participación bastante más importante del puerto de Coronel sobre el de Talcahuano. En un lugar más secundario se ubica el puerto de Corral con 41 mil ton (11%), seguido muy por debajo los otros puertos (San Vicente, Tomé, San Antonio y Ancud).

Sobre los Antecedentes Normativos

En el Decreto Supremo N° 408 de 1986 se dictan normas para reglamentar el uso de áreas de pesca de arrastre y de cerco en áreas costeras y en el litoral de algunas bahías del territorio nacional. Los artículos 5° y 6° de dicho decreto se relacionan directamente con el litoral de la VIII Región (Fig. 1), siendo estos:

Artículo 5°: Se prohíbe la pesca de arrastre y el uso de artes de pesca de cerco con redes de una altura superior a 20 brazas, en las actividades de pesca extractiva, que se realicen dentro de la franja de mar de una milla náutica, medida desde la costa, el área comprendida entre los siguientes puntos geográficos: 32° 00' 00" L. S. y 41° 00' 00" L. S.

Artículo 6°: En las zonas y bahías que se indican, la prohibición establecida en el artículo quinto regirá dentro de las áreas que a continuación se delimitan:
En las áreas comprendidas entre la costa y las líneas rectas imaginarias que unen los puntos ubicados a una milla mar adentro en la latitud de los siguientes puntos notables:

e) Bahía de Concepción:

- o Desde Faro de Morro Lobería (36° 34' 48" L. S. – 72° 59' 40" L. W.) hasta Faro de Punta Tumbes (36° 36' 49" L. S. – 73° 06' 34" L. W.)

f) Bahía de San Vicente:

- o Desde Punta Lobos ($36^{\circ} 42' 35''$ L. S. – $73^{\circ} 09' 35''$ L. W.) hasta Punta Gualpén ($36^{\circ} 44' 35''$ L. S. – $73^{\circ} 11' 20''$ L. W.)

g) En el Golfo de Arauco:

- o Desde Punta Cullinto ($36^{\circ} 46' 48''$ L. S. – $73^{\circ} 13' 03''$ L. W.) a Morro Pompón ($36^{\circ} 48' 39''$ L. S. – $73^{\circ} 10' 30''$ L. W.),
- o Desde Morro Pompón ($36^{\circ} 48' 39''$ L. S. – $73^{\circ} 10' 30''$ L. W.) a Punta Coronel ($37^{\circ} 00' 01''$ L. S. – $73^{\circ} 11' 45''$ L. W.),
- o Desde Punta Coronel ($37^{\circ} 00' 01''$ L. S. – $73^{\circ} 11' 45''$ L. W.) a Punta Delicada ($37^{\circ} 03' 09''$ L. S. – $73^{\circ} 27' 30''$ L. W.),
- o Desde Punta Delicada ($37^{\circ} 03' 09''$ L. S. – $73^{\circ} 27' 30''$ L. W.) a Punta Cochinos ($37^{\circ} 04' 30''$ L. S. – $73^{\circ} 31' 12''$ L. W.)
- o Desde Punta Cochinos ($37^{\circ} 04' 30''$ L. S. – $73^{\circ} 31' 12''$ L. W.) a Faro de Punta Lavapié ($37^{\circ} 09' 00''$ L. S. – $73^{\circ} 35' 00''$ L. W.)

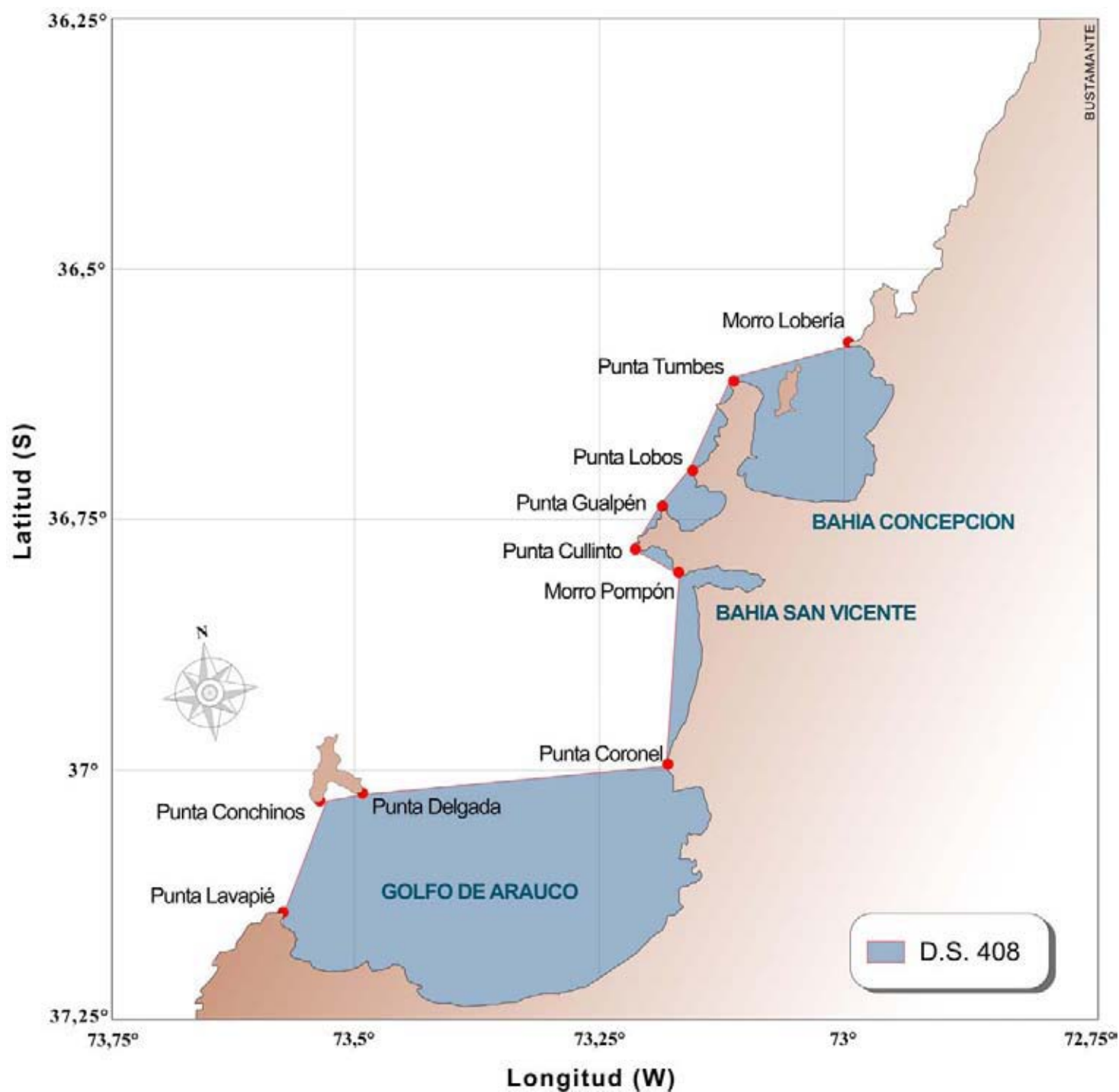


Figura 1: Zona de exclusión pesquera delimitada por el D.S. 408/86 para naves cerqueras y arrastreras en la VIII Región.

Sobre la Ecología del componente Bentónico Submareal Marino

La delimitación geográfica de la zona de estudio, abarca aproximadamente 1500 km². Para describir los procesos e interacciones que ocurren en grandes escalas se realiza una aproximación desde la “Ecología de Paisajes” (*Landscape Ecology*), la cual permite realizar prospecciones en amplias zonas geográficas (p. e. sobre 10 km²) y se centra en el estudio de la interacción de los componentes bióticos y abióticos, tanto en estructura, función y organización espacial (Zonneveld, 1990). Así se lograrán enfocar las características y el desarrollo de los patrones de distribución espacial de los organismos a escala de paisaje (Forman & Gordon, 1981; Smith, 1996).

La ecología de paisajes se basa, en que las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos de un paisaje son mediados espacialmente, es decir, que tanto los flujos de materia y energía así como la composición específica, inmigración, emigración y extinción de especies, son afectados por su localización geográfica. (Valdovinos, 1997). Forman & Gordon (1981) reconocen que los paisajes están compuestos por un mosaico integrado por tres elementos principales: una *matriz* que corresponde al elemento dominante del paisaje, ya sea en términos de una mayor superficie o una mayor conectividad (bordes); *parches*, que son las distintas piezas del mosaico que componen el paisaje, los cuales pueden ser reconocidos por su tamaño y forma; y, *corredores*, que corresponden a elementos básicamente similares a parches pero que se diferencian por su forma angosta y sinuosa. Por lo tanto, un paisaje está conformado por un conjunto de parches y corredores

inmersos en una matriz, incluyendo una compleja red en los cuales el número de parches, su configuración, su conectividad por corredores, formas de los bordes y la heterogeneidad espacial del conjunto, operan controlando los flujos de energía, materia, especies y sus interacciones.

Desde el punto de vista metodológico, la ecología de paisajes se basa en el estudio de los patrones espaciales de los organismos. Un patrón es entonces, la estructura resultante de la distribución de los organismos en el ambiente en el cual interaccionan (Hutchinson, 1953). Numerosos autores han dirigido su atención a las técnicas descriptivas de patrones en ecología para definir patrones comunitarios que puedan ser identificados y cuantificados, para que sean comparables con los de otros sistemas, y para que permitan desarrollar teorías que expliquen como están organizadas las comunidades (Burrough, 1981; Milne 1988; Sokal & Oden, 1978). Una vez que los patrones son definidos, el paso siguiente es descubrir los mecanismos que los generan y los mantienen (Levin, 1992). Comprender los patrones en términos de los procesos que los generan, es la esencia de la problemática ecológica general y representa la clave del desarrollo de principios de manejo y evaluación ambiental de los ecosistemas (Levin, 1992).

Bajo la actual Resolución 404/2003 y el D.S. (MINECON) 320/2002 se establece el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (MINSEGPRES, 2002) y, tomando en cuenta la actividad pesquera artesanal con redes de cerco, se realizó en la Bahía de Concepción y en el Golfo de Arauco en la zona de

exclusión pesquera delimitada por el D. S. 408 un estudio de situación base (ESBA). Para este estudio, se analizarán las relaciones ecológicas en el componente bentónico submareal marino. La aplicación metodológica desde el punto de vista de un ESBA, permite establecer la situación actual ecosistémica e identifica lugares o situaciones que podrían afectar o modificar la situación natural del ecosistema marino.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las zonas de no operación pesquera delimitadas por el D. S. 408 en la VIII Región, estarían evitando la interacción de algunas artes de pesca sobre el fondo marino. En base a los antecedentes reunidos, esta investigación plantea que:

–Las medidas normativas en la costa de la VIII Región protegen ecosistemas y áreas marinas con una alta diversidad de especies–

OBJETIVO GENERAL

Determinar si las áreas donde se aplica el D.S. 408 en la VIII Región, corresponden a áreas marinas en las que dada su caracterización ecológica, las restricciones existentes a los artes de pesca debieran mantenerse.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Reconocer la composición de la macrofauna bentónica presente en el Golfo de Arauco y la Bahía de Concepción.
2. Determinar las características texturales y contenido de materia orgánica del fondo marino.
3. Proponer patrones que describan la distribución espacial de la macrofauna bentónica y fondo marino.

MATERIAL Y MÉTODO

OBJETIVO GENERAL

Determinar si las áreas donde se aplica el D. S. 408 en la VIII Región, corresponden a áreas marinas en las que dada su caracterización ecológica, las restricciones existentes a los artes de pesca debieran mantenerse.

Para caracterizar ecológicamente las áreas que se encuentran normadas por el D. S. 408 en las bahías y aguas interiores de la VIII Región, se tomarán muestras de fauna y sedimento con el fin de conocer la composición específica de lugares sujetos a interacción por faenas de pesca extractiva de sardina común y anchoveta. Para este fin, se tomará la bahía de Concepción y el golfo de Arauco como dos localidades independientes entre sí, pero sujetas a las restricciones operativas del D. S. 408.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- 1. Reconocer la composición de la macrofauna bentónica presente en el Golfo de Arauco y la Bahía de Concepción.*
- 2. Definir el tipo de fondo marino mediante sus características texturales y su contenido de materia orgánica.*

El muestreo de la macrofauna bentónica y sedimentos de fondos blandos submareales del golfo de Arauco (37°05'S 73°20'W) y Bahía de Concepción

(36°40'S 73°25'W) se realizó a bordo de las embarcaciones artesanales “Caleuche” y “Flavia II”, en tres cruceros durante el mes de abril de 2005 (Golfo de Arauco: 19 y 20 de abril; Bahía de Concepción: 21 de abril de 2005). Se muestrearon 22 estaciones cuya localización fue determinada tomando en cuenta la batimetría y geometría de la costa (Fig. 2), y posibles zonas de interacción de las faenas de pesca con el D.S. 408/86 las cuales se identificaron *a priori* mediante entrevistas con diferentes armadores y patrones de pesca del puerto de Talcahuano (Melo *et al.*, 2006). La ubicación georeferenciada de las estaciones de muestreo y el tipo de muestra se presentan en la figura 3.

Las muestras de fondo fueron tomadas con una draga tipo “Emery” de 0,2 m² de superficie. Para identificar las especies que componen la macrofauna bentónica de cada área de estudio se tomaron tres réplicas en cada estación de muestreo. Cada réplica fue depositada en una bolsa plástica y fijada en formalina al 5%, para su posterior análisis en el laboratorio. A modo de complemento de esta actividad, se realizaron registros visuales del fondo marino, a través de apreciación visual y filmaciones submarinas mediante buceo autónomo en siete estaciones distribuidas en el Golfo de Arauco y en cuatro estaciones ubicadas al interior de la Bahía de Concepción, las cuales se consignan en una bitácora de buceo (Anexo A).

Los registros audiovisuales submarinos fueron captados a través de una cámara de video (SONY). Las filmaciones fueron comparadas con las observaciones *in situ* efectuadas por el buzo para obtener una mejor comprensión de las imágenes

captadas durante cada inmersión. De cada lance, se obtuvo una submuestra de sedimento de ca. 150 g para describir la composición granulométrica, (tipo y tamaño de grano) y la cantidad de materia orgánica presente. Las muestras de sedimento fueron preservadas en frío (-5° C) hasta su análisis en laboratorio. En cada lance se registraron los siguientes datos: n° de lance; n° de réplica; fecha; latitud; longitud y profundidad (Anexo A).

La penetración mínima de la draga en el sedimento fue de $\approx 0,2$ m, lo cual es considerado adecuado en este tipo de estudios (Morrissey *et al.*, 1992). La epifauna de elevada movilidad, como grandes gastrópodos (Fam. Muricidae) o crustáceos (Fam. Cancridae), normalmente son submuestreados debido a su capacidad de escape y/o sus bajas densidades, por lo que fueron excluidos de los análisis tal como recomienda Feder *et al.*, (1994). Históricamente, los organismos bentónicos han sido clasificados arbitrariamente en tres clases de tamaño en función del tipo de tamiz utilizado: macro, meio y microbentos (Huling & Gray, 1971). En el presente estudio, la macrofauna se ha definido como aquella retenida por un tamiz de 1,0 mm de poro de malla.

La macrofauna fue separada del residuo del sedimento bajo un microscopio binocular (Stemi SV Carl Seiz) y preservada en alcohol al 70%. Los organismos se reconocen hasta el nivel taxonómico más bajo posible y depositadas en la colección de invertebrados marinos del Instituto de Zoología de la Universidad Austral de Chile. Para el reconocimiento de especies, se utilizaron fundamentalmente las siguientes publicaciones: *Cnidaria*: Häussermann (2003,

2004), Häussermann & Försterra (2005), Försterra & Häussermann (2003), Pérez & Zamponi (1999), Riemann & Gallardo (1990); *Annelida*: Carrasco (1974, 1976a, b), Rozbaczylo (1985), Rouse & Pleijel (2001), Blake *et al.* (1996a, b, 1997); *Mollusca*: De Castellanos (1992), Osorio (1981), Schörlid (1996, 1997, 1999); *Crustacea*: Retamal (1973, 1981), Valdovinos (1997), Garth (1957), Jaramillo (1982); *Echinodermata*: Castillo (1968), Larraín (1995); *Brachiopoda*, *Nemertini*, *Ascidacea*: Gallardo (1968), Camus (2001), Viviani (1979), Clarke *et al.*, (1999). En el caso de *Protozoa* y *Bacteria*, aunque no se consideran en la fracción de la macrofauna, se reconocen las especies según lo descrito por Gallardo (1977a, b) Gooday *et al.*, (1998), Zopfi *et al.*, (2001).

Cada especie, es caracterizada cualitativamente en función de su abundancia en cada estación de muestreo mediante la presencia o ausencia (Índice de Abundancia Relativa, I_R), en base a las estaciones de muestreo y las observaciones submarinas (Tabla 1).

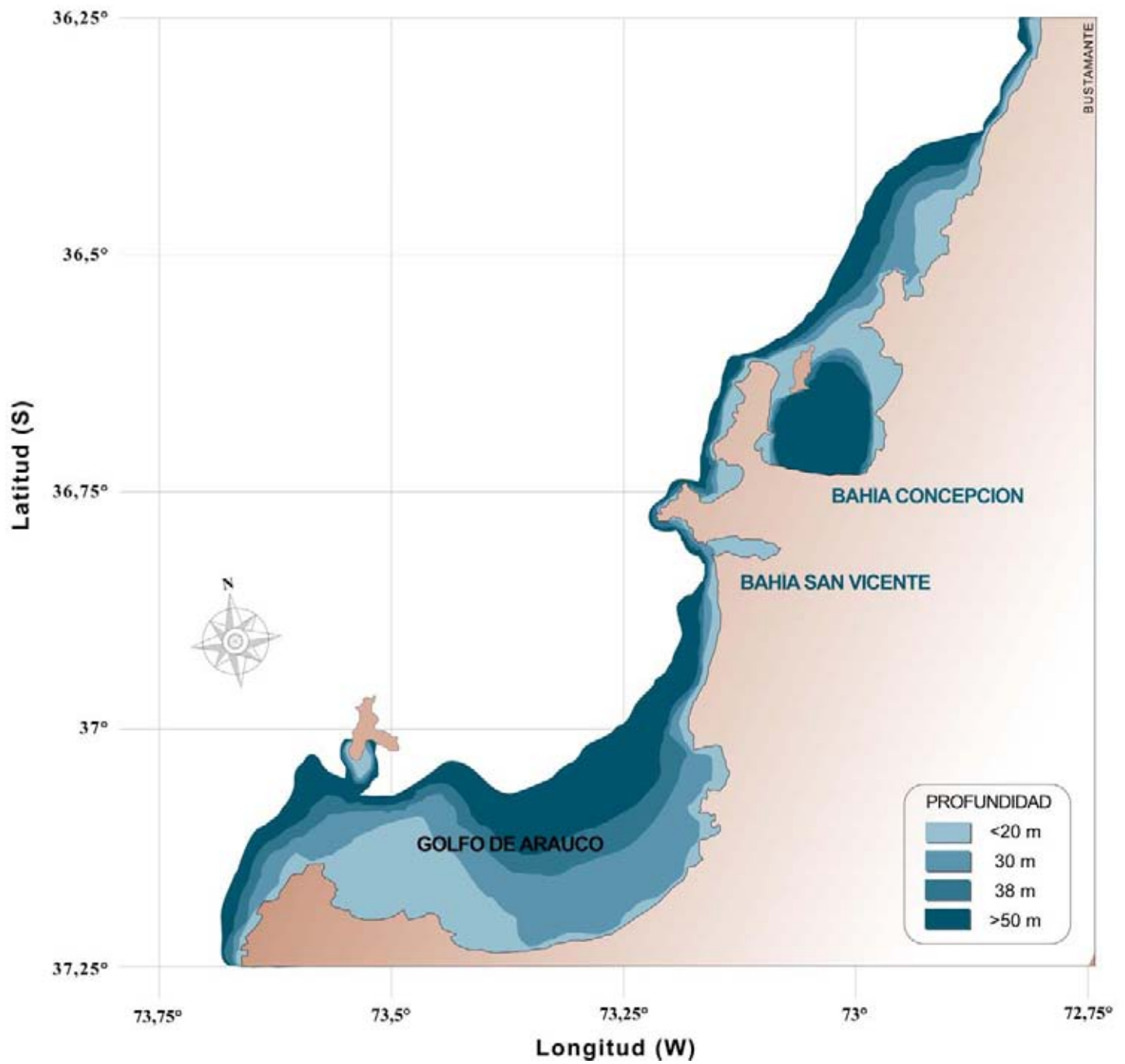


Figura 2: Carta batimétrica del golfo de Arauco y la bahía de Concepción. Modificado de: Carta náutica 606 1:80.000, SHOA, 1956

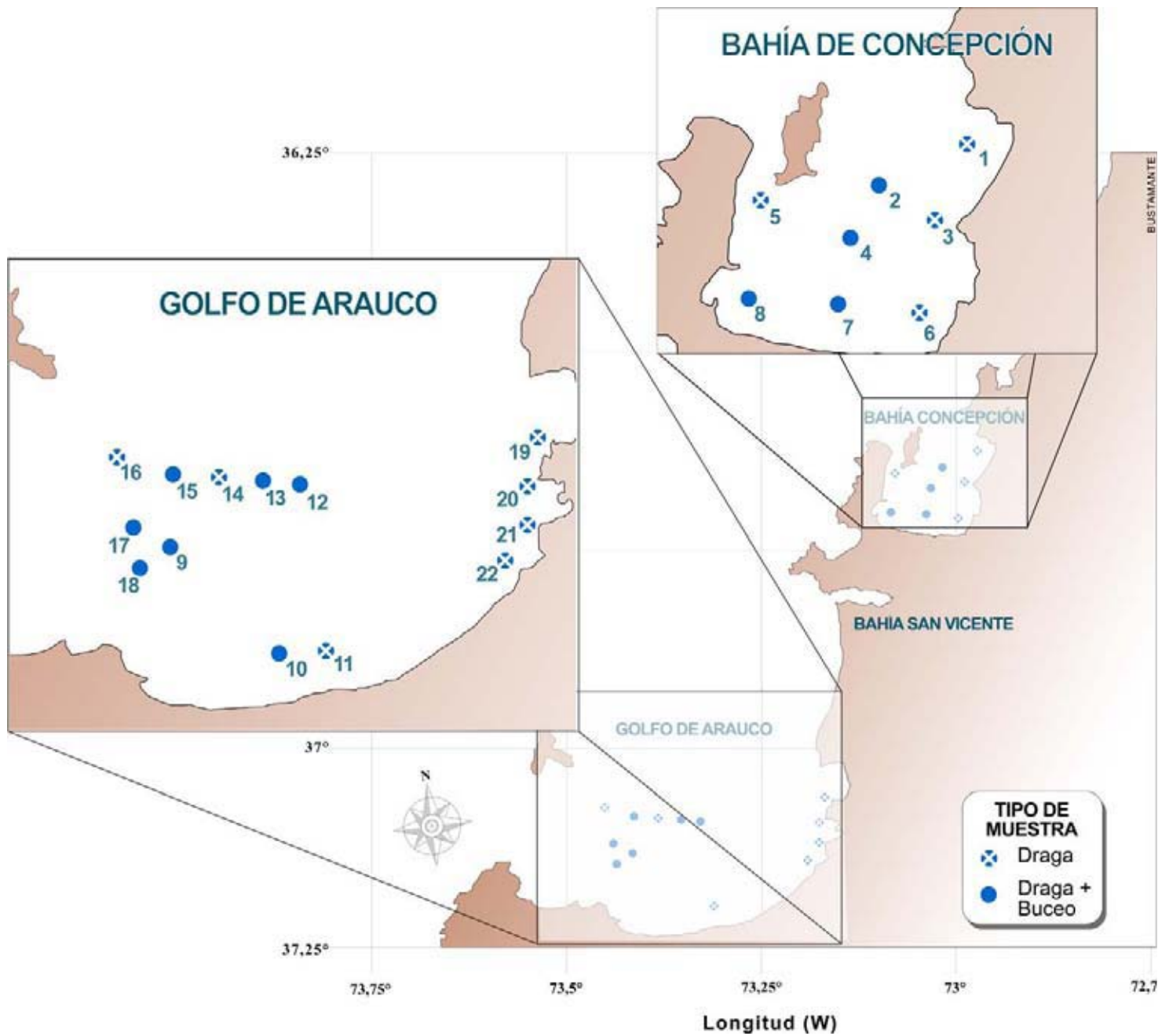


Figura 3: Estaciones de muestreo dentro del golfo de Arauco y la bahía Concepción. Se indican las estaciones (números correlativos) y el tipo de muestra (tomada sólo mediante draga o draga más filmaciones submarinas).

Tabla 1: Escala cualitativa del índice de Abundancia Relativa (I_R)

I_R	Abundancia	Característica
0	Ausente	Especie ausente en la estación de muestreo
1	Baja	Especie presente en sólo 1 réplica de la estación
2	Media	Especie presente en 2 réplicas de la estación; o presente en 1 réplica y registrada en la bitácora de buceo.
3	Alta	Especie presente en 3 réplicas de la estación; o presente en 2 réplicas y registrada en la bitácora de buceo.

Para la determinación de las características texturales del sedimento se utilizó lo señalado por Folk (1980), mediante un tamizaje vía húmeda, utilizando tamices de $-1,0 \phi$ para separar la grava y de 4ϕ para separar la arena de la fracción fango. El contenido de materia orgánica fue determinado mediante el método de Mills (1978) mediante la calcinación de las muestras a 550°C por un periodo de 4 horas. Las características sedimentológicas fueron determinadas en el laboratorio BENTOS del Instituto de Zoología, y estuvieron a cargo de la Bióloga Marina, Elizabeth Encalada.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Proponer patrones que describan la distribución espacial de la macrofauna bentónica y fondo marino.

La configuración espacial de los diferentes ambientes en la zona de estudio se determina mediante la ordenación de las variables del sedimento (granulometría y materia orgánica) en función de las especies de macrofauna encontradas. Las fracciones para establecer patrones de distribución espacial en el sedimento, son el componente textural (grava, arena y fango); y el contenido de materia orgánica total y en cada fracción. En el caso de la macrofauna, los patrones de distribución espacial se construyen en base al índice de Abundancia Relativa (I_R). Para el reconocimiento de las diferentes unidades de paisaje, se utiliza un análisis de grupos (distancia euclidiana: vecino más cercano) a través del software STATISTICA 6.0; donde se realiza una primera agrupación entre estaciones en base a ensambles definidos por las características del sedimento y el I_R . Se utilizó el índice de Jaccard (J) como medida de similitud entre sitios, para separar y confirmar los ensambles contruidos mediante el análisis de conglomerados. El índice de Jaccard (J) se define como:

$$J = \frac{C}{(A_i + B_j + C)}$$

Donde, **A_i** : es el número de especies presentes en la estación *i*; **B_j** : es el número de especies presentes en la estación *j*; y **C** : es el número de especies compartidas por ambas estaciones.

El índice de Jaccard (J) se expresa como $(1-J)$ para obtener una medida que refleje un patrón esperado de similitud ($1-J = 1$) a corta distancia y disimilitud ($1-J = 0$) a mayor distancia entre ensambles reconocidos en el análisis de conglomerados (Jaramillo *et al.*, 2006; Rivadeneira *et al.*, 2002)

Se referirá al concepto de ensamble, a los conjuntos de estaciones propuestos por el análisis de conglomerados, confirmados mediante el índice de similitud $(1-J)$ y definidos por análisis textural y el contenido de materia orgánica en el sedimento. Un ensamble será entonces una unidad de paisaje, es decir, un conjunto de especies definidas ecológicamente para un tipo de ambiente (según Carrasco *et al.*, 1988 y Camus, 1998) en este caso, definidas por las características del sedimento en el que se encuentran.

En base a los antecedentes reunidos y dentro del contexto del D. S. 408, definir criterios de manejo y legislación pesquera que fomenten la conservación marina.

La información obtenida en los objetivos específicos anteriores, integrará las variables definidas en la composición de especies presentes, tipo de sustrato, contenido de MO y los patrones espaciales a un modelo propuestos en el cual se aplicaría la normativa actual. Los posibles cambios o modificaciones al D. S. 408 que puedan sugerirse con los antecedentes relevados por esta investigación, serán de carácter único e individual de cada localidad, los cuales no podrán ser extrapolados a otros lugares sin antes incluir sus características locales (variables) dentro del modelo propuesto por esta investigación.

RESULTADOS

OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Reconocer la composición de la macrofauna bentónica presente en el Golfo de Arauco y la Bahía de Concepción.

Para conocer la diversidad y composición de las especies presentes en el sedimento, es necesario ampliar el rango de tamaño en el área de estudio, ya que uno de los componentes principales de la fauna presente en este lugar está compuesto por bacterias y protozoos. A lo largo de todas las estaciones de muestreo se observa en mayor o menor abundancia (I_R entre 1 y 3) aglomeraciones de bacterias sulfhídricas del género *Beggiatoa* (Beggiatoales), con una tendencia a encontrarse en mayor abundancia en áreas más profundas (I_R 3), localizadas en el canal central de la bahía (estaciones 4 y 7). De manera similar, foraminíferos bentónicos (Discorbidae) y nemátodos (Secernentea), son encontrados en los sectores más profundos de la bahía (estaciones 6, 7 y 8).

En la bahía de Concepción se presentan 22 especies en 7 phylum: Bacteria (1 familia, 1 especie), Protozoa (1 familia, 1 especie), Cnidaria (1 familia, 1 especie), Mollusca (2 familias, 3 especies), Nemata (1 familia, 1 especie), Annelida (11 familias, 13 especies) y Artropoda (2 familias, 2 especies).

Dentro de las especies de poliquetos (Annelida) presentes, *Paraprionospio pinnata* (Spionidae) se encuentra abundante (I_R 3) y ampliamente distribuido a lo largo de

todas las estaciones de muestreo tanto en zonas costeras como en aguas profundas o el canal central de la bahía. Contrario a este caso, *Pectinaria chilensis* (Pectinariidae), poliqueto sedimentívoro al igual que *P. pinnata*, presenta sus mayores abundancias (I_R 3) en estaciones de la costa expuesta al este de la bahía (estación 1 y 3).

En ambas costas, expuesta y protegida por la isla Quiriquina (estaciones 1 y 5 respectivamente) se encuentran en baja abundancia (I_R 1-2) numerosos juveniles y megalopas de decápodos (Fam. Cancridae) y anfípodos gamáridos (género *Ampelisca*) junto con gatrópodos nudibranquios (géneros *Doto* y *Flabellina*).

En cuanto a diversidad de especies ($n = 22$), los valores más altos se observan en aguas poco profundas de la costa expuesta (este) y alrededor de la isla Quiriquina (oeste), con valores que fluctúan entre 16 especies por estación, en abundancias que fluctúan desde baja a alta (I_R entre 1 y 3). En contraste a esta situación, en el canal central de la bahía (estaciones 4 y 7) sólo se presentan 4 especies, aunque en una abundancia alta (I_R 3).

En el golfo de Arauco se observan algunas coincidencias en la distribución de algunas especies de poliquetos sedimentívoros que se encuentran a lo largo de toda la zona de estudio. En general se reconocen 53 especies representadas en 10 phylum: Bacteria (1 familia, 1 especie), Cnidaria (4 familias, 6 especies), Mollusca (9 familias, 9 especies), Nemata (1 familia, 1 especie), Nemertinea (1 familia, 2 especies), Annelida (16 familias, 24 especies), Brachiopoda (1 familia, 1

especie), Artropoda (5 familias, 7 especies), Echinodermata (1 familia, 1 especie) y Chordata (1 familia, 1 especie). Estaciones con una mayor diversidad de especies ($n = 20-21$) se encuentran asociadas a la costa este del golfo (estaciones 19 a 22) y en los alrededores de la isla Santa María (estación 16). Los menores valores ($n = 6-9$) se presentan hacia la zona central del golfo, en las estaciones 9 y 12-15 (Fig. 3)

De la misma forma que en la bahía de Concepción se observan grandes aglomeraciones de bacterias sulfhídricas de monofilamentos largos en las estaciones de mayor profundidad (estaciones 12 a 15), que pertenecen a las especies *Thioploca chileae* y *T. araucae*, de mayor tamaño que la especie anterior.

En cuanto a diversidad de poliquetos bentónicos, *Parapionaspio pinnata* es la especie más abundante a lo largo de todo el golfo similar a lo ocurrido en la bahía de Concepción, registrando valores $I_R 3$ en casi todas las estaciones de muestreo. *Protoatichiella uncinata* (Orbiniidae) también un alimentador de depósito, presenta abundancias altas ($I_R 3$) solamente en estaciones de la costa este (estaciones 19 a 22) y en el centro de la bahía (estaciones 13 a 15). *Lumbrinereis chilensis* (Lumbrineridae) poliqueto depredador, se presenta en conjunto con *P. uncinata*, pero en una abundancia menor al anterior ($I_R 2-3$). Poliquetos de pequeño tamaño, alimentadores de depósito (*Cossura* sp, Cossuridae) y depredadores (*Eteone* sp, Phyllodocidae) se encuentran en aguas poco profundas de la costa oeste (estaciones 17 y 18) en abundancia media-alta ($I_R 2-3$). Poliquetos del género

Owenia (Oweniidae) se presentan en altas abundancias en estaciones costeras (19 a 21) al igual que algunos filtradores o alimentadores de suspensión, como lo son los géneros *Ampelisca* (Amphipoda), *Clytia* (Hydrozoa), *Renilla*, varias especies de actinias (Anthozoa) y alimentadores de depósito como *Nassarius* (Gastropoda). Situación similar a lo que ocurre en los alrededores de la isla Santa María (estación 16) pero con menor presencia de poliquetos sedimentívoros. Un elemento importante de las estaciones con menor profundidad, es la abundante presencia de grandes tubos (>8 cm) del poliqueto carnívoro *Diopatra chilensis* (Onuphidae) en las zonas costeras (estaciones 10-11 y 23-24). En extenso, un listado de las especies por estación se encuentra en el Anexo B.

En las 38 especies más abundantes del golfo de Arauco y la bahía de Concepción (Tabla 2) podemos encontrar un amplio rango trófico, que abarca desde los primeros eslabones, es decir especies quimiótrofas (5,3%), filtradores o alimentadores de suspensión (44,7%) y herbívoras (7,9%). Hasta especies depredadoras (13,2%), alimentadoras de depósito (15,8%); y alimentadores de depósito que son depredadores oportunistas (13,2%).

Tabla 2: Grupos tróficos y distribución de los géneros más abundantes en el golfo de Arauco y la bahía de Concepción. (+) Indica la presencia en cada lugar

GÉNERO	ARAUCO	CONCEPCIÓN	GRUPO TRÓFICO	REFERENCIA
Bacteria Beggiatoales				
<i>Beggiatoa</i>		+	Quimiótrofa	Zopfl <i>et al.</i> , 2001
<i>Thioploca</i>	+		Quimiótrofa	Zopfl <i>et al.</i> , 2001
Hydrozoa				
<i>Clytia</i>	+		Filtrador/suspensión	Jackson, 2004
Anthozoa Actinaria				
<i>Anthothoe</i>	+		Filtrador/suspensión	Häussermann, 2004
<i>Cerianthus</i>	+	+	Filtrador/suspensión	Häussermann, 2004
<i>Edwardsia</i>	+		Filtrador/suspensión	Valdovinos, 1997
<i>Oulactis</i>	+		Filtrador/suspensión	Häussermann, 2003
<i>Phymactis</i>	+		Filtrador/suspensión	Häussermann, 2004
Anthozoa Pennatulacea				
<i>Renilla</i>	+		Filtrador/suspensión	Perez & Zamponi, 1999
Mollusca Gastropoda				
<i>Lottia</i>	+		Herbívoro	De Castellanos, 1992
<i>Nassarius</i>	+	+	Depósito oportunístico	Carlson <i>et al.</i> , 1997
<i>Xanthochorus</i>	+		Depredador	Forcelli, 2000
Mollusca Bivalvia				
<i>Gaimardia</i>	+		Filtrador/suspensión	Forcelli, 2000
<i>Malletia</i>			Filtrador/suspensión	Forcelli, 2000
<i>Tagelus</i>	+		Filtrador/suspensión	De Castellanos, 1992
<i>Teredo</i>	+		Filtrador/suspensión	Forcelli, 2000
<i>Yoldiella</i>	+		Filtrador/suspensión	Forcelli, 2000
Mollusca Nudibranchia				
<i>Doto</i>		+	Herbívoro	Schrödl, 1996
<i>Flabellina</i>	+	+	Herbívoro	Schrödl, 1996
Crustacea Amphipoda				
<i>Ampelisca</i>	+	+	Filtrador/suspensión	Larraín <i>et al.</i> , 1998

Tabla 2: *continuación*

GÉNERO	ARAUCO	CONCEPCIÓN	GRUPO TRÓFICO	REFERENCIA
Crustacea Decapoda				
<i>Cancer</i>	+	+	Depósito oportunístico	Garth, 1957
<i>Pagurus</i>	+		Depósito oportunístico	Martinetto <i>et al.</i> , 2006
Ascidacea				
<i>Ciona</i>	+		Filtrador/suspensión	Clarke <i>et al.</i> , 1999
Echinodermata Ophiuroidea				
<i>Ophiactis</i>	+		Depósito oportunístico	Larrain, 1995
Annelida Polichaeta				
<i>Cossura</i>	+	+	Depósito	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Diopatra</i>	+		Depredador	Elias <i>et al.</i> , 2001
<i>Eteone</i>	+	+	Depredador	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Glycera</i>	+	+	Depósito oportunístico	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Isolda</i>	+		Depósito	Elias <i>et al.</i> , 2001
<i>Lumbrineris</i>	+	+	Depredador	Martinetto <i>et al.</i> , 2006
<i>Magelona</i>	+	+	Filtrador/suspensión	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Nephtys</i>	+		Depredador	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Owenia</i>	+	+	Filtrador/suspensión	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Paraprionospio</i>	+	+	Depósito	Carrasco, 1974
<i>Pectinaria</i>	+	+	Depósito	Moreno <i>et al.</i> , 2004
<i>Protoariciella</i>	+	+	Depósito	Ellis <i>et al.</i> , 2000
<i>Spiophanes</i>	+		Filtrador/suspensión	Carrasco, 1974
<i>Streblospio</i>	+	+	Depósito	Carrasco, 1974

OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Definir el tipo de fondo marino mediante sus características texturales y su contenido de materia orgánica.

Las variables sedimentológicas analizadas corresponden a la fracción de grava, arena y fango, el contenido de materia orgánica total (MO) y el porcentaje en cada fracción. La nomenclatura utilizada es la recomendada por Folk (1980). En la bahía de Concepción se aprecian dos facies diferentes, la primera, extendida a lo largo de casi toda la bahía corresponde a sedimentos finos tipo fango levemente rudítico, (g)F. Una segunda facie, se encuentra en la costa este (estación 1) representada por un sedimento más grueso, fango arenoso levemente rudítico (g)aF. Los valores de cada fracción se encuentran en la tabla 3.

En el golfo de Arauco se observan tres facies. El tipo de sedimento más predominante (7 estaciones) está representado por arena fangosa levemente rudítica, (g)fA, en la parte central más profunda del golfo. Hacia la costa oeste, a medida que disminuye la profundidad, se observa una segunda facie de sedimento un poco más grueso en 5 estaciones, arena levemente rudítica (g)A. Una tercera facie se presenta en las estaciones 10 y 11, asociada a la costa cercana de la desembocadura del río Carampangue, del tipo arena (A) con un porcentaje significativo de fango (9%). La distribución espacial de las características texturales del golfo de Arauco y la bahía de Concepción se encuentran representados en la figura 4.

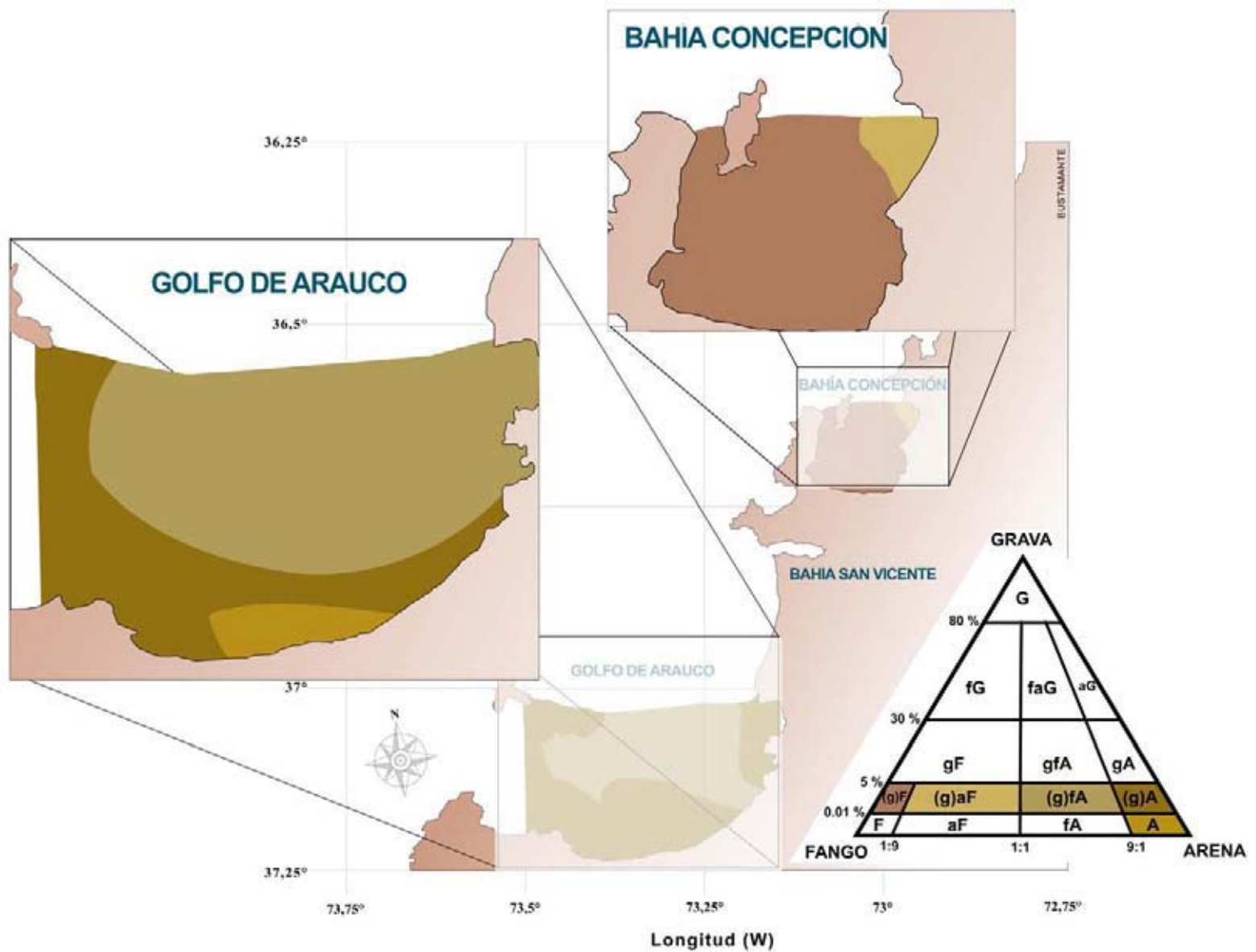


Figura 4: Representación gráfica de la distribución de las características texturales de la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Codificación según Folk (1980)

Con respecto al contenido de materia orgánica, en el golfo de Arauco la parte central con el mayor número de estaciones, posee un contenido total de materia orgánica Total (MO) entre los 3,44% y 4,85% (estaciones 9, 11, 12, 13, 14 y 15). En la costa oeste y en los alrededores de la isla Santa María (estaciones 10, 16, 17 y 18) encontramos los menores valores de MO en el sedimento, entre 0,81% y 3,31%. Igual a lo que ocurre en las cercanías de Lota (estación 22) donde el contenido de MO es considerablemente bajo (0,97%). En contraste, las otras estaciones asociadas a la costa este del golfo (estaciones 19, 20 y 21) presentan los valores más elevados, con valores entre los 8,35% y 9,22% de MO total.

En la bahía de Concepción se presenta una situación bastante homogénea, con valores que fluctúan entre los 9,1% y 10,48% de MO en las estaciones costeras y el canal central; y valores entre 12,1% y 14,84% de MO en la costa sur (estaciones 6 y 8). Una representación gráfica de la distribución del contenido de MO total en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco se encuentran en la figura 5 y los valores (%) del contenido de MO total y en cada fracción (grava, arena y fango) se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3: Características sedimentológicas de la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Se presentan las fracciones texturales (grava, arena y fango) y el contenido promedio de materia orgánica total y en cada fracción.

Fracciones texturales					% MO					
Facie	Estaciones	Grava	Arena	Fango	Grupo	Estaciones	Total	Grava	Arena	Fango
<i>Bahía Concepción</i>										
1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1,075	5,001	93,924	1	1, 2, 3, 4, 5, 7	9,350	23,809	14,038	11,399
2	1	1,667	12,941	85,392	2	6, 8	13,060	77,937	16,520	13,259
<i>Golfo de Arauco</i>										
1	12, 13, 14, 15, 19, 20, 21	0,296	85,364	14,339	1	19, 20, 21	8,691	45,493	10,556	7,050
2	9, 16, 17, 18, 22	0,331	97,290	2,378	2	10, 16, 17, 18, 22	1,235	21,065	1,882	15,613
3	10, 11	0,003	90,411	9,586	3	9, 11, 12, 13, 14, 15	4,601	9,413	2,553	9,851

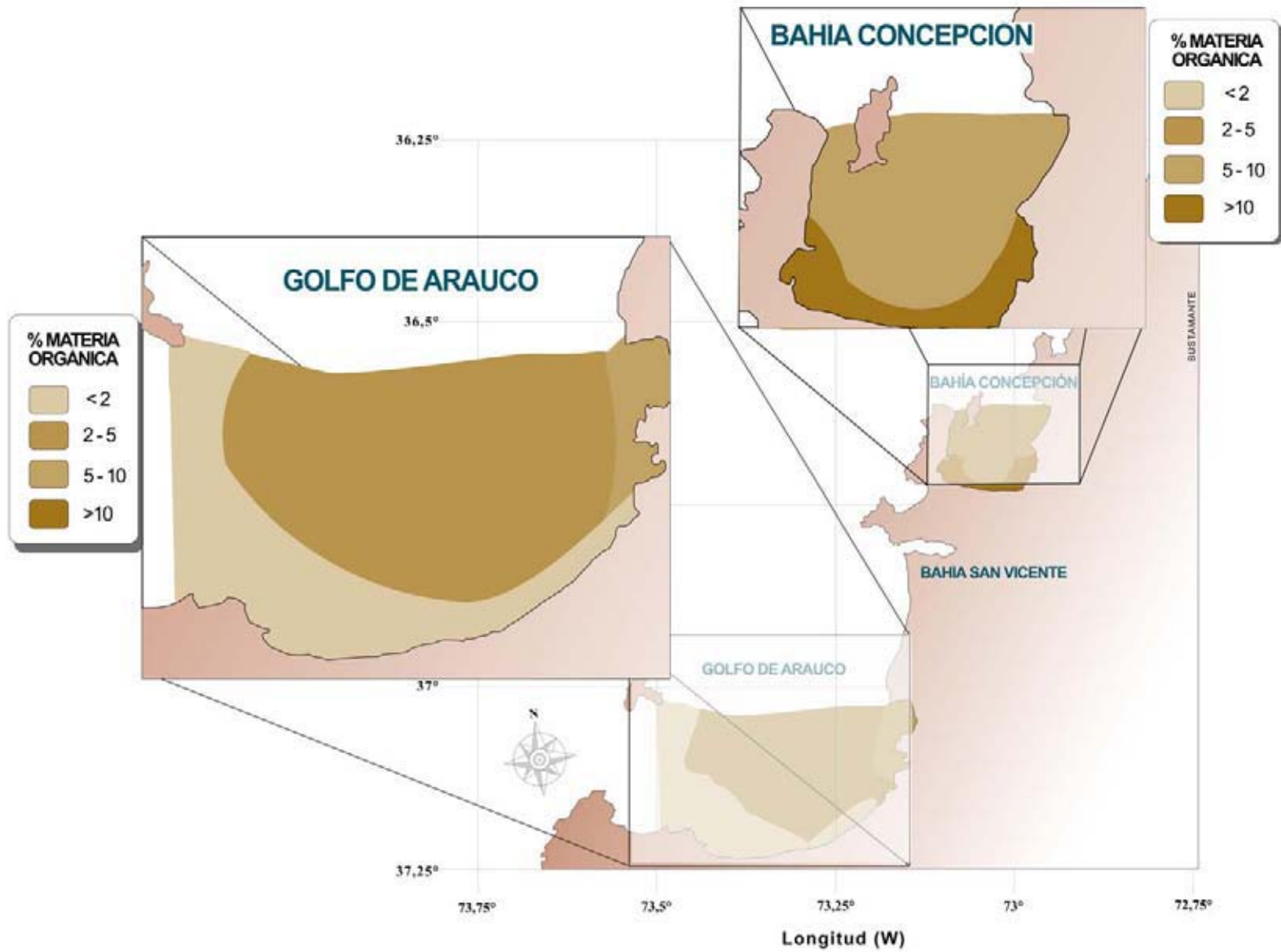


Figura 5: Representación gráfica del contenido de materia orgánica total (%MO) en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Proponer patrones que describan la distribución espacial de la macrofauna bentónica y fondo marino.

Al asignar a cada especie presente en el área de estudio un valor representativo de su abundancia (I_R), se realiza un análisis de grupos (distancia euclidiana, vecino más cercano) con el fin de obtener una matriz de semejanza en base a la composición específica de cada estación de muestreo, las cuales en conjunto componen las unidades de paisaje. Estas unidades de paisaje en mayor o menor escala, representan la composición del ecosistema bentónico submareal.

El dendrograma producto del análisis de conglomerados, el cual explora las afinidades entre las estaciones, se presenta en la figura 6. En la bahía de Concepción (Fig. 6a), el trazado de una línea arbitraria a un 3,5 de distancia, permite reconocer cuatro grupos de estaciones, compuestos por el *grupo 1* (estación 1), *grupo 2* (estación 5), *grupo 3* (estaciones 2 y 3) y *grupo 4* (estaciones 4, 6, 7 y 8); siendo el *grupo 4* el que reúne mayor número de ellas (50%). El grupo que más se diferencia de los restantes, fue el *grupo 1* (4,8 distancia). Las estaciones 4 y 7 las que hacen parte del *grupo 4* no presentan diferencia alguna en su composición específica.

En el golfo de Arauco (Fig. 6b), al trazar una línea a un 5,5 de distancia, se observan 5 grupos de estaciones, compuestos por el *grupo 1* (estación 16), *grupo 2* (estaciones 17 y 18), *grupo 3* (estaciones 19, 20, 21 y 22), *grupo 4* (estaciones

10 y 11) y *grupo* 5 (estaciones 9, 12, 13, 14 y 15). Los grupos que más estaciones reúnen son el *grupo* 5 y 3 con un 34,7% (5 estaciones) y 23,5% (4 estaciones) respectivamente. El grupo que más se diferencia de las restantes, es el *grupo* 2 (7,8 distancia); mientras que las más semejantes hacen parte del *grupo* 5, donde las estaciones 9, 13, 14 y 15 presentan las menores diferencias (3,2 distancia).

Tabla 4: Valor intergrupo de similitud (1-J) para ambas localidades del estudio. En negrita se presenta el número del grupo, n representa el número de estaciones.

BAHÍA DE CONCEPCIÓN				GOLFO DE ARAUCO				
1	2	3		1	2	3	4	
1 (n = 1)	1			1 (n = 1)	1			
2 (n = 1)	0,844			2 (n = 2)	0,830			
3 (n = 2)	0,697	0,846		3 (n = 4)	0,800	0,788		
4 (n = 4)	0,958	0,815	0,750	4 (n = 2)	0,766	0,886	0,854	
				5 (n = 5)	0,846	0,857	0,897	
							0,830	

Los valores de similitud (1-J) intergrupos en ambas localidades, presentan leves diferencias significativas (tabla 4) las que permiten individualizar cada grupo como un ensamble diferente. En la escala espacial considerada, el paisaje bentónico de la bahía de Concepción está conformado por 4 unidades de paisaje o parches (Fig. 7), los que corresponden a diferentes tipos de asociaciones faunísticas definidas mediante la clasificación de las estaciones y el tipo de ambiente (sedimento). En el golfo de Arauco, se reconocen 5 tipos de unidades de paisaje.

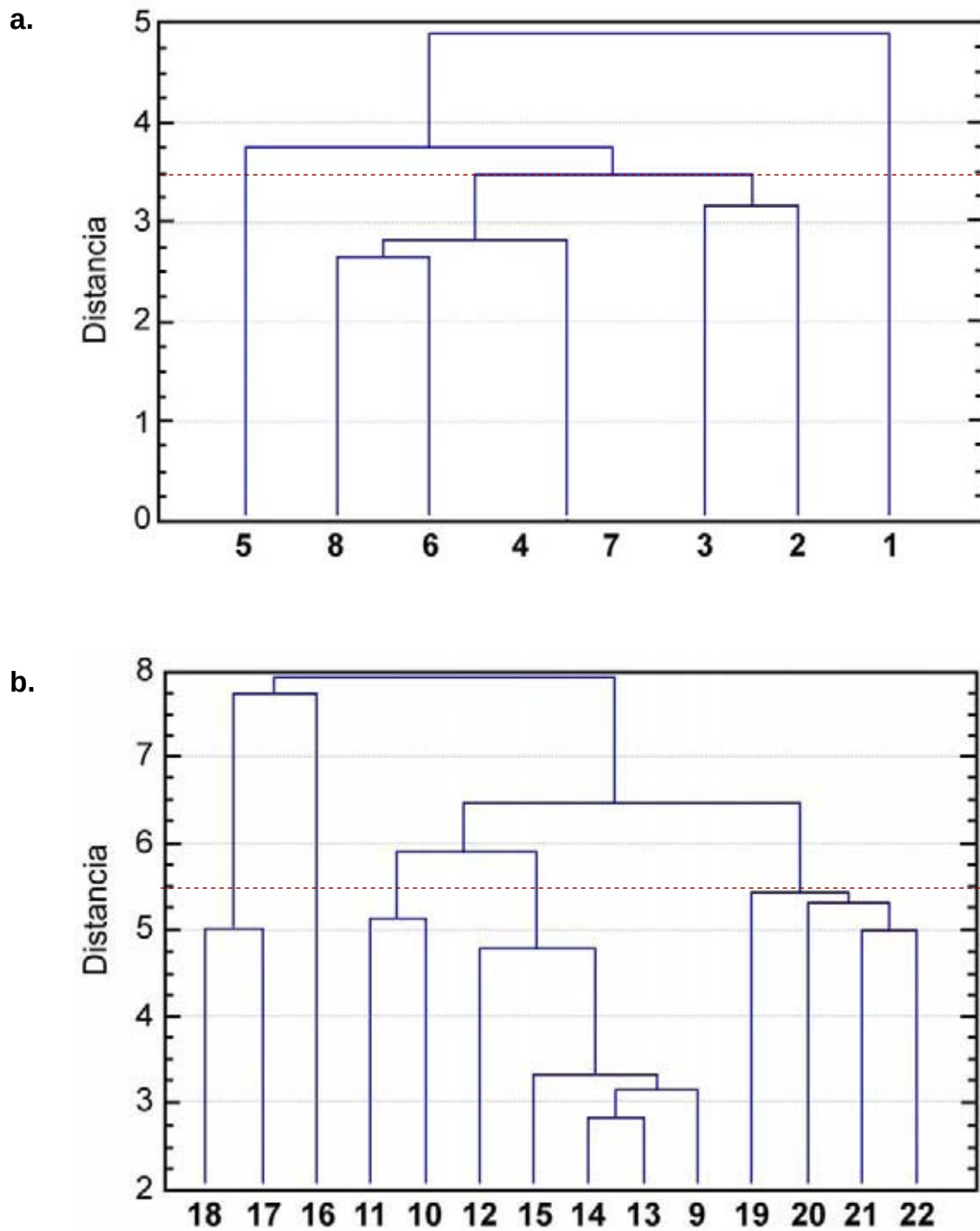


Figura 6: Dendrograma producto del análisis de grupos (distancia euclidiana, vecino más cercano) de las estaciones de **(a)** bahía de Concepción y **(b)** golfo de Arauco.

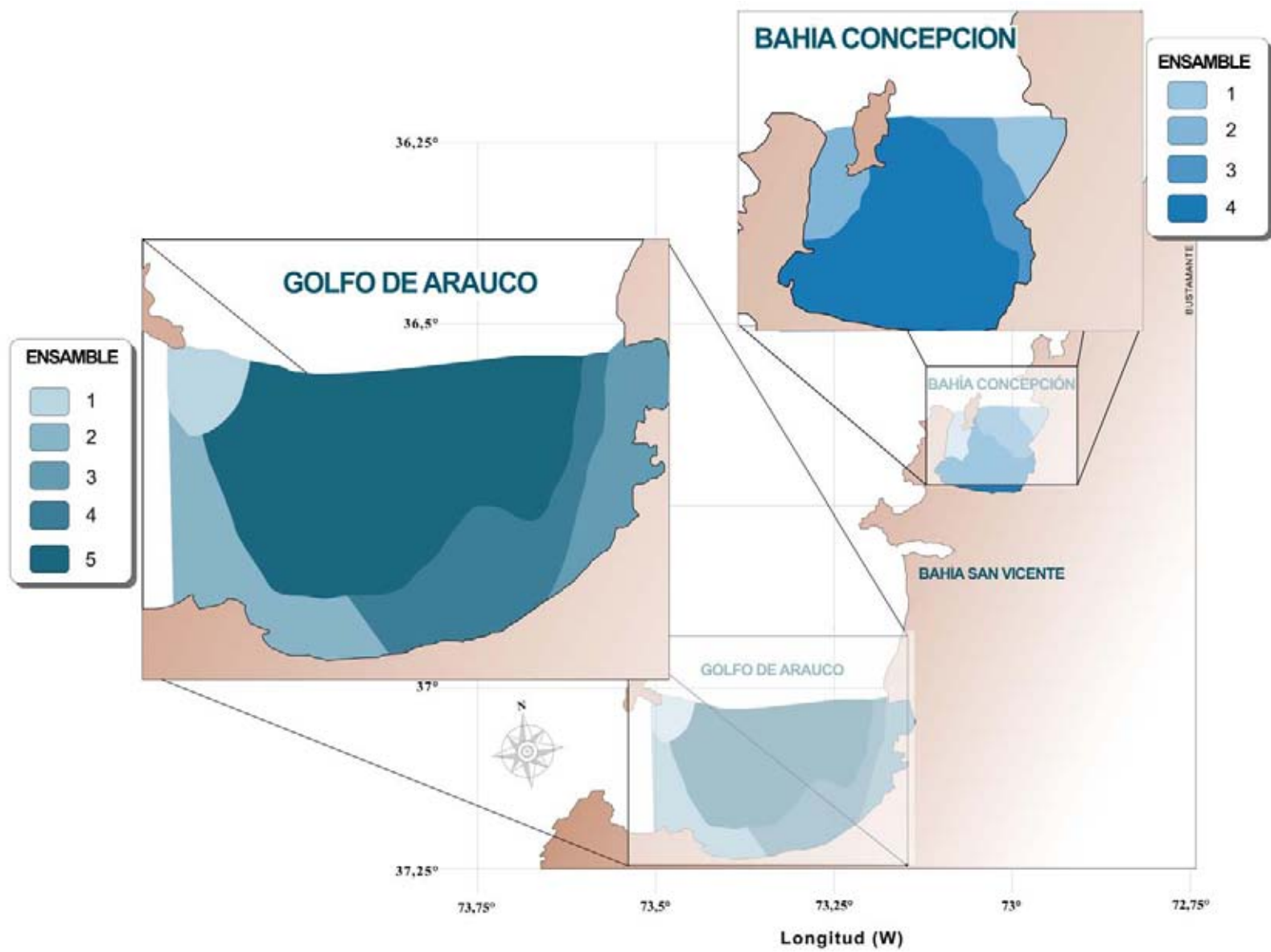


Figura 7: Distribución espacial de los ensambles en la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Cada ensamble se representa por un color diferente en cada localidad.

Los límites entre cada unidad de paisaje, fueron definidos arbitrariamente, por lo tanto, no deben ser considerados absolutamente discretos.

El análisis de la configuración espacial de estos parches en los fondos blandos sublitorales de la bahía de Concepción, muestra lo siguiente:

Ensamble 1. Constituido por una sola estación en la costa este de la bahía a una profundidad de 22 m, representando el 12,5% de las estaciones. De las 14 especies presentes, las más representativas por frecuencia ocurrencia son poliquetos filtradores y juveniles de decápodos. Esta estación presenta la textura del tipo fango.

Ensamble 2. También se compone de 1 sola estación, en los alrededores de la Isla Quiriquina a una profundidad de 18 m. Varias especies de actinias y nudibranquios son característicos de este ensamble. En menor proporción se observan poliquetos filtradores y moluscos del género *Nassarius* de las 13 especies que componen la estación. El sedimento corresponde principalmente a fango con 9,3% de materia orgánica

Ensamble 3. Agrupa dos estaciones en la costa este (25% de la bahía) con profundidades entre los 25 y 29 m. Se encuentran 9 especies, caracterizadas por la presencia de *Ampelisca araucana* y varias especies de poliquetos filtradores. Sedimento de características similares al anterior con menos del 10% de MO.

Ensamble 4. Representa las condiciones de 4 estaciones (50%) siendo el más extenso tanto en superficie como en profundidad, desde los 12 a 24 m. Ocupa el canal central de la bahía y la costa sur. La composición específica es semejante al ensamble anterior, pero principalmente compuesta por foraminíferos bentónicos, nemátodos y el poliqueto *Paraprionospio pinnata*. El sedimento es el mismo de los ensambles anteriores, pero hay un aumento notable del contenido de MO hacia la costa sur, con valores máximos de casi un 15%.

Como componentes del paisaje bentónico submareal, en el golfo de Arauco se presentan 5 ensambles:

Ensamble 1. Única estación en los alrededores de la isla Santa María localizada a 14 m de profundidad. Se encuentran 14 especies, donde las más representativas son actinias, nudibranquios y juveniles de decápodos. El 40% de las especies son poliquetos filtradores y alimentadores de depósito, aunque comparativamente con otras estaciones se observan menos especies de poliquetos. La composición taxonómica es muy semejante al ensamble 1 de la bahía de Concepción. El sedimento predominante en esta localidad es arena con un 2% de fango y bajo contenido de MO (<2%).

Ensamble 2. Agrupa a dos estaciones en la costa sur-oeste del golfo en profundidades someras (11 a 14 m), la diversidad de especies es similar al ensamble anterior (E1) pero con un aumento en las especies de poliquetos (60%

del total). El sedimento de textura más gruesa, con mayor proporción de arena aunque el contenido de MO es el mismo (<2%).

Ensamble 3. Representa la situación en las cuatro estaciones de la costa este del golfo (28,6% de las estaciones), con profundidades que varían entre los 14 y 18 m. Es el ensamble más diverso de la zona (32 especies), entre ellas se destaca la presencia de actinias, nudibranquios, hidrozoos y juveniles de crustáceos. Comparativamente, se presenta en menor proporción moluscos del género *Nassarius* y poliquetos (32,7%). Sedimento igual a los anteriores, arena fangosa pero con mayor contenido orgánico (8,5 a 9,2% MO).

Ensamble 4. Dos estaciones cerca de la localidad de Arauco a una profundidad de 17 m. Posee una alta diversidad de especies (27) caracterizado por la presencia de actinias, bivalvos, poliquetos filtradores (51%) y gastópodos del género *Nassarius*. El sedimento es el más grueso de la golfo, principalmente arena con un bajo contenido de MO (<2%).

Ensamble 5. Estaciones más profundas asociadas al centro del golfo, las que varían entre los 21 y 39 m. Aquí se observa la menor cantidad de especies (12), con una marcada presencia de *Nassarius dentifer* y poliquetos filtradores, en especial *Paraprionospio pinnata*. Sedimento del tipo arena con 15% de fango y entre 2 y 5% de MO.

DISCUSIÓN

De acuerdo a la hipótesis planteada, el criterio para establecer esta zona de no operación, va en miras de evitar la interacción que podrían tener estas redes con el fondo marino. Al no existir información previa al respecto de las relaciones ecológicas de las especies que habitan este ambiente, esta investigación registra la composición taxonómica del componente submareal, y plantea asociaciones faunísticas y patrones de distribución espacial entre las especies bentónicas del golfo de Arauco y la bahía de Concepción con el fin de determinar que zonas son necesarias de proteger de la interacción pesquera.

La composición en la macrofauna presente en ambas localidades nos permite reconocer especies tipo dentro de cada ensamble que nos relacionan ecológicamente, zonas dentro de la bahía de Concepción y el Golfo de Arauco. Esta información puede ser utilizada para conocer la composición taxonómica y la diversidad de especies como referencia a comunidades ecológicas establecidas adaptadas a las variables ambientales, bióticas o abióticas (Giller, 1984; Carrasco *et al.*, 1999). Por ejemplo, la presencia de algunas especies de Moluscos opistobranquios, como los géneros *Flabellina* o *Doto*, presentes en ensambles cercanos a la costa, los cuales son utilizados como indicadores de comunidades submareales e intermareales poco intervenidas desde el punto de vista de interacción, perturbación o contaminación (Schrödl 1997, 1999). Tendencias de comportamiento similares se presentan en juveniles de crustáceos decápodos (Garth, 1957), braquiópodos (Valentine & Jablonski, 1983) y anfípodos gamáridos

(Jaramillo, 1978, 1982; Jaramillo *et al.* 1998; Varela, 1983), donde a partir de relaciones especie-específica se describe el ambiente donde habitan. Estos estudios conductuales ejemplifican lo que ocurre en zonas costeras o aguas someras sin intervención aparente (Valdovinos, 1997; Fernandez *et al.*, 2000). Al analizar el papel de estas especies en un entorno ecológico se podrían producir patrones de adaptación a un ambiente perturbado a partir de la presencia de individuos en algunos ensambles (Gallardo *et al.*, 1995). Como por ejemplo, gastrópodos del género *Nassarius*, donde su rol como carroñeros les permite una amplia distribución y tolerancia a las variables ambientales (De Castellanos, 1992), al igual que lo reportado para poliquetos de la familia Spionidae, en particular *Paraprionospio pinnata*, donde se ha descrito su tolerancia a descargas alóctonas, caso especial que centra varios estudios en la Bahía de Concepción (Carrasco, 1974; 1976a; Muñoz & Salamanca, 2001).

Las facies texturales del golfo de Arauco, presentan regularidad en su distribución espacial, la cual tiende a ajustarse a la batimetría y geometría de la costa. En los sectores sur y sur-oeste, la textura de los sedimentos varía de manera gradual en dirección al centro del golfo, desde facies arenosas hasta facies fangosas, siguiendo la suave pendiente de la cuenca. En contraste, en el sector este, la granulometría varía abruptamente, lo que se asocia a la fuerte pendiente del fondo marino. En la bahía de Concepción la homogeneidad del sedimento, podría estar en función de ser un sistema semi-cerrado, limitando la circulación y resuspensión de partículas finas (Ahumada *et al.*, 1991; Carrasco & Carvajal, 1996), y al alto aporte de material alóctono en los sistemas de descarga asociados a los

asentamientos humanos en la localidad, como lo son las ciudades de Concepción, Tomé y Penco (Carrasco & Gallardo, 1983; Carrasco *et al.*, 1988, 1999).

En el paisaje bentónico de la bahía de Concepción, se pueden reconocer los tres componentes descritos por Forman & Gordon (1981), una matriz de aguas profundas en el centro de la bahía (ensamble 4), corredores conectivos de transición hacia aguas más someras (ensamble 3) y parches con alta diversidad en las costas (ensambles 1 y 2). Por su poca profundidad (entre los 12 y 18 m), la costa sur de la bahía podría comportarse como un corredor de igual manera que el ensamble 3, pero los elevados valores de MO en la zona, estarían indicando un comportamiento diferencial al resto de la bahía. Esta situación particular hace que la matriz, que caracteriza el centro profundo de la bahía (>24 m) se extienda hacia la costa.

En cuanto a los componentes del paisaje, podemos asociar al ensamble 5 a las mayores profundidades en el golfo de Arauco, generando una matriz dominante semejante a la condición de la bahía de Concepción. Los ensambles 2 y 4 se estarían representan corredores de transición hacia parches de alta diversidad en la costa este y hacia la isla Santa María (ensambles 1 y 3). Se observa además la marcada influencia que tiene la batimetría con respecto a la distribución del sedimento y el contenido de MO, lo que indirectamente influye en los patrones de distribución de la macrofauna. Así, las zonas de transición localizadas en profundidades intermedias vinculan los parches de aguas someras con las zonas más profundas de la matriz.

Valdovinos (1997) y Carrasco *et al.*, (1999), describen que en la zona de estudio, la estacionalidad del contenido de materia orgánica (MO) no presenta una función lineal en relación con la diversidad de especies, por consiguiente se podría descartar a esta variable (MO) en la conformación e interpretación de los patrones de distribución espacial. Ensamblajes costeros con alto contenido de arena y poca materia orgánica estarían dominados por animales suspensívoros y filtradores, mientras que alimentadores de depósito y carroñeros estarían dominando ensamblajes con mayor profundidad, caracterizados por fango con alto contenido de materia orgánica. Estos patrones de distribución están bien documentados, tanto en la zona de estudio como en otras localidades del centro y norte de Chile (De Castellanos, 1992; Gallardo *et al.*, 1995; Fernandez *et al.*, 2000; Ortiz & Wolf, 2002)

Grandes aglomeraciones de bacterias del género *Beggiatoa*, se observan en la bahía de Concepción y *Thioploca* en el golfo de Arauco, lo que estaría definiendo el hábitat tipo del submareal en el centro-norte de Chile (Fernandez *et al.*, 2000, Camus, 1998, 2001). El sistema se encuentra dominado por dos fuerzas estructurantes en la distribución de la macrofauna: aguas de surgencia en época estival y estas grandes masas de bacterias sulfhídricas. En el caso particular del golfo de Arauco, la estacionalidad de aguas de surgencia estructura la distribución de *Thioploca* a lo largo del fondo marino, cuando aguas ricas en nutrientes y bajas en oxígeno se presentan en la zona generando condiciones de anoxia-hipoxia en el sedimento lo que favorece la aparición de estas masas de bacterias (Ahumada *et al.*, 1983; 1991; Gallardo, 1977a; 1985; Gallardo *et al.*, 1995; Carrasco *et al.*,

1988, 1999; Valdovinos, 1997). La presencia de estas aglomeraciones bacterianas induce una fuerza estructurante en el sedimento, la que estaría generando patrones de distribución espacial en la macrofauna bentónica (Arntz *et al.*, 1985; 1991; Carrasco & Gallardo, 1983). Pero en el caso de la Bahía de Concepción la presencia de estas masas de bacterias en todos los ensambles, incluso en estaciones en las que se aprecia poca intervención desde el punto de la diversidad de especies presentes y su composición taxonómica, no parece influenciar la distribución espacial de las comunidades. Esta situación es sugerida por Carrasco & Carvajal (1996) y Carrasco *et al.*, (1999) quienes describen patrones de reclutamiento y distribución de ensambles específicos en la fauna bentónica en la costa este de la bahía. Con estos antecedentes reunidos podemos destacar que en ambas localidades se observan ensambles específicos que varían de acuerdo a la batimetría y a la composición textural del sedimento. Tendencias comunitarias similares son descritas en estudios realizados en la zona, especialmente en el golfo de Arauco (Carrasco & Gallardo, 1983; Carrasco *et al.*, 1988; Valdovinos, 1997), patrón que se corrobora en este estudio y debido a la estación en que se realizó la toma de muestras, se postula que correspondería al mínimo basal de especies, en cuanto a diversidad y patrones de distribución.

Estudios sobre la distribución latitudinal y abundancia de la macrofauna ha sido objeto de estudio, durante décadas de investigación, en comunidades bentónicas de ambientes intermareales rocosos y arenosos debido al relativo fácil acceso que representa el monitoreo de estos ambientes a lo largo de la costa chilena (Fernández *et al.*, 2000; Camus, 2001). Las comunidades bentónicas submareales

por su parte, han sido menos estudiadas y las investigaciones en estos sistemas ha sido netamente descriptiva y se centra sobre todo en los problemas siguientes: (a) factores físicos y químicos que estructuran a las comunidades de macroinvertebrados (no sobre procesos biológicos, o de manipulaciones experimentales), (b) procesos biogeoquímicos que ocurren en los sedimentos, relacionados especialmente a macrobacterias tales como las diferentes especies de *Thioploca* (Fossing *et al.* 1995).

La mayoría de los estudios sobre la distribución y abundancia de macrofauna se concentran en una pequeña fracción de la plataforma continental (norte: Antofagasta; centro: Valparaíso; centro-sur: Concepción; sur austral: Punta Arenas) y han sido efectuadas entre 20 y 150 m de profundidad. Así, la mayoría de la información existente proviene de ecosistemas de surgencia costera. Los ambientes submareales costeros (que se extiende de cerca de 30 a 200 m en profundidad) presentan dos características especiales asociadas principalmente a (1) Una fuerte influencia de aguas de surgencia, en el norte y centro de Chile (Arntz *et al.* 1991; Ortiz & Wolf, 2002), y (2) un alto nivel de la heterogeneidad en el hábitat en el sur, los fiordos y los numerosos canales internos (Viviani 1979). Entre Arica y Chiloé, y especialmente en Chile central, la taxonomía básica de grupos dominantes de macroinvertebrados es generalmente bien conocida (p. e. taxa como Annelida Polychaeta; Mollusca; Crustacea Decapoda; Equinodermata Asteroidea y Ophiuroidea). En algunos grupos de los invertebrados la identificación taxonómica es particularmente difícil pero es temática de numerosas investigaciones, tal como ocurren en taxa como Anthozoa, Nemata, Nemertea,

Annelida Oligochaeta, Pycnogonida, Cephalocarida, Ostracoda, Cumacea, Amphipoda e Isopoda.

La pérdida potencial de la biodiversidad marina, ha generado numerosos estudios para explicar e identificar la importancia de la diversidad en función del ecosistema (Loreau *et al.*, 2001). Así, la biodiversidad se puede utilizar como una medida potencial de la salud de un ecosistema. Una alta diversidad de especies no necesariamente representa el estado natural de un ecosistema, pero sí como una medida de la interacción biológica (McGrady *et al.*, 1997; Sholes & Biggs, 2005) como enfoque ecosistémico, no desde el punto de vista de la estructura de la comunidad sino desde una aproximación “bottom-down” que integre las relaciones tróficas presentes entre las especies que coexisten en la macrofauna bentónica como eslabón primordial que sustenta muchas de las pesquerías de peces teleósteos y crustáceos demersales (Ortiz & Wolf, 2002), y las unidades de paisaje (“landscape ecology”) las cuales contemplan los ensambles ecológicos que definen la composición y diversidad no solo de la comunidad sino de su ambiente (Carrasco & Gallardo, 1983; Carrasco *et al.*, 1999; Valdovinos 1997). Es difícil determinar el número exacto de las especies que coexisten en las comunidades bentónicas. En general, se pueden reconocer en comunidades locales del norte y centro de Chile entre 15 y 85 taxa de las especies del macro- y epifauna (como en el caso del Golfo de Arauco *sensu* Valdovinos, 1997). En otros ambientes se observa una marcada tendencia batimétrica en cuanto a la riqueza de especies de comunidades macrobentónicas locales con valores máximos en aguas someras, esto ha sido discutido para el norte (Jaramillo *et al.* 1998; Ortiz & Wolf, 2002),

centro (Carrasco & Gallardo, 1983; Gallardo *et al.* 1995), y centro-sur de Chile (Carrasco *et al.*, 1988, 1999; Valdovinos 1998). Estudios realizados en la costa árabe (Rogers 2000; Levin *et al.*, 2000) y en Marruecos (Bazairi *et al.*, 2003) en ensambles bentónicos de aguas profundas han demostrado que las áreas de mayor riqueza y diversidad se encuentran sobre los márgenes continentales entre los 500 y 2500 m, lo cual coincide con la zona de mínimo de oxígenos (ZMO) en los océanos del mundo. Varias especies que habitan estas comunidades, se han adaptado a las condiciones hipóxicas en la ZMO, e incluso pueden obtener sus requerimientos energéticos a través de metabolismo anaeróbico, al menos por cortos periodos de tiempo.

El análisis gráfico de los patrones de distribución geográfica de las asociaciones faunísticas, permite observar que éstos se correlacionan con la profundidad y las características de los sedimentos (textura y contenido de MO). Por ejemplo, si se compara el mapa que muestra los patrones de distribución espacial de las unidades de paisaje (Fig. 7) con las características sedimentológicas (Fig. 4 y 5), en el golfo de Arauco se observa que la distribución del ensamble 2 se ajusta a la facie con fangos gruesos con bajo contenido de MO (>2%). Encontramos algunas coincidencias en los patrones de distribución espacial de la macrofauna en cuanto a la de diversidad de especies, donde existe una correlación negativa con la batimetría (Jaramillo, 1994; Fernandez *et al.*, 2000; Ormazabal, 1993) y aunque se presentan diferencias en la composición taxonómica en las dos localidades, existe un aumento en número de especies (diversidad) en los ensambles de aguas someras.

En base a la información obtenida en relación con la composición y estructura espacial del ecosistema bentónico submareal, podemos aceptar la hipótesis planteada por esta investigación. Las medidas normativas en la costa de la VIII Región si protegen ecosistemas y áreas marinas con una alta diversidad de especies. Pero a la vez incluye zonas que no son necesarias de proteger de interacción ya sea por su composición específica o por su amplia distribución en el ambiente (Fernández *et al.*, 2000; Ardron 2005), como se observa en ensambles de aguas profundas de la bahía de Concepción y el golfo de Arauco. Las medidas de conservación debieran enfocarse hacia lugares en los que se encuentre la mayor diversidad de especies, es decir, ecosistemas que son el sostén de tramas tróficas complejas (Hockey & Branch, 1994; 1997; Moreno, 2000; Moreno & Vega, 1988; Pressey *et al.*, 1993), como podría observarse en los ensambles costeros del golfo de Arauco, y en las costas de la bahía de Concepción (ensambles 1 y 2).

El área delimitada por el D. S. 408 estaría conteniendo y protegiendo ecosistemas con una alta biodiversidad, pero los límites propios de la zona de exclusión debieran seguir un perfil biológico, p. e. la isobata de 30 m, y no un contorno en base a puntos geográficos notables como ocurre en estos momentos.

CONCLUSIONES

En base a los antecedentes reunidos y dentro del contexto del D. S. 408, definir criterios de manejo y legislación pesquera que fomenten la conservación marina.

Desde el punto de vista de conservar la mayor diversidad de especies y evitar la interacción de las redes con las comunidades bentónicas submareales más complejas (diversas), modificaciones en la restricción de zonas de pesca con redes de cerco debieran considerar la isobata 30 m en el golfo de Arauco y la bahía de Concepción con el fin de proteger zonas donde existe la mayor diversidad de especies en la macrofauna.

Es así, como este estudio recomienda establecer una zona de exclusión para operación con redes de cerco que se ajuste al perfil de la isobata de 30 m en zonas de bahías (Concepción, Coliumo, San Vicente) y aguas interiores del golfo de Arauco (Fig. 8). Esta modificación a la zona de exclusión, propone corredores de no operación de las naves cerqueras debido a la posible interacción que tendrían sus artes en las comunidades bentónicas submareales.

Estudios posteriores en cuanto a la revisión de zonas de exclusión de artes de pesca, deben considerar un correcto registro topográfico y un análisis del comportamiento estacional de las comunidades bentónicas presentes.

Se sugiere también, que para fines de estandarizar la batimetría de la zona costera de la VIII Región utilizar las cartas SHOA. Este registro permitiría establecer de mejor forma las posibles zonas de exclusión para la operación con red de cerco en zonas de bahías (Concepción, Coliumo, San Vicente), y el golfo de Arauco, siguiendo el contorno de la isóbata de 30 m. Además de realizar un seguimiento estacional para monitorear el estado de la biodiversidad biológica bentónica submareal aguas interiores de la VIII Región.

Las conclusiones de esta investigación, hacen parte del proyecto del Fondo de Investigación Pesquera (F. I. P.) N° 2004-19: Diagnóstico de la operación de las pesquerías artesanales de peces en las áreas costeras, bahías y aguas interiores de la VIII Región. Este proyecto fue realizado por investigadores de la Universidad Austral de Chile (UACH), el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV).

Este proyecto de carácter piloto, tenía como objetivo caracterizar las áreas marinas costeras de la VIII Región donde existe restricción para la operación con redes de cerco de gran tamaño (D. S. N° 4008 y/o 445) y en particular, en aquellas áreas donde existe actividad extractiva con este arte.

La metodología y las recomendaciones emanadas de esta investigación han creado la necesidad de una nueva línea de investigación en la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) y en el consejo del F. I. P. La cual hasta la fecha ha postulado tres proyectos consecuentes, los que han sido adjudicados al mismo

equipo profesional. El primero busca caracterizar el fondo marino entre la III y X Región (FIP N° 2005-61), y los otros caracterizar las áreas marinas costeras donde se encuentra vigente el D. S. N° 4008 y/o 445 aguas interiores y bahías de la X Región (FIP N° 2006-35) y entre la V y VII Regiones. (FIP N° 2006-48).

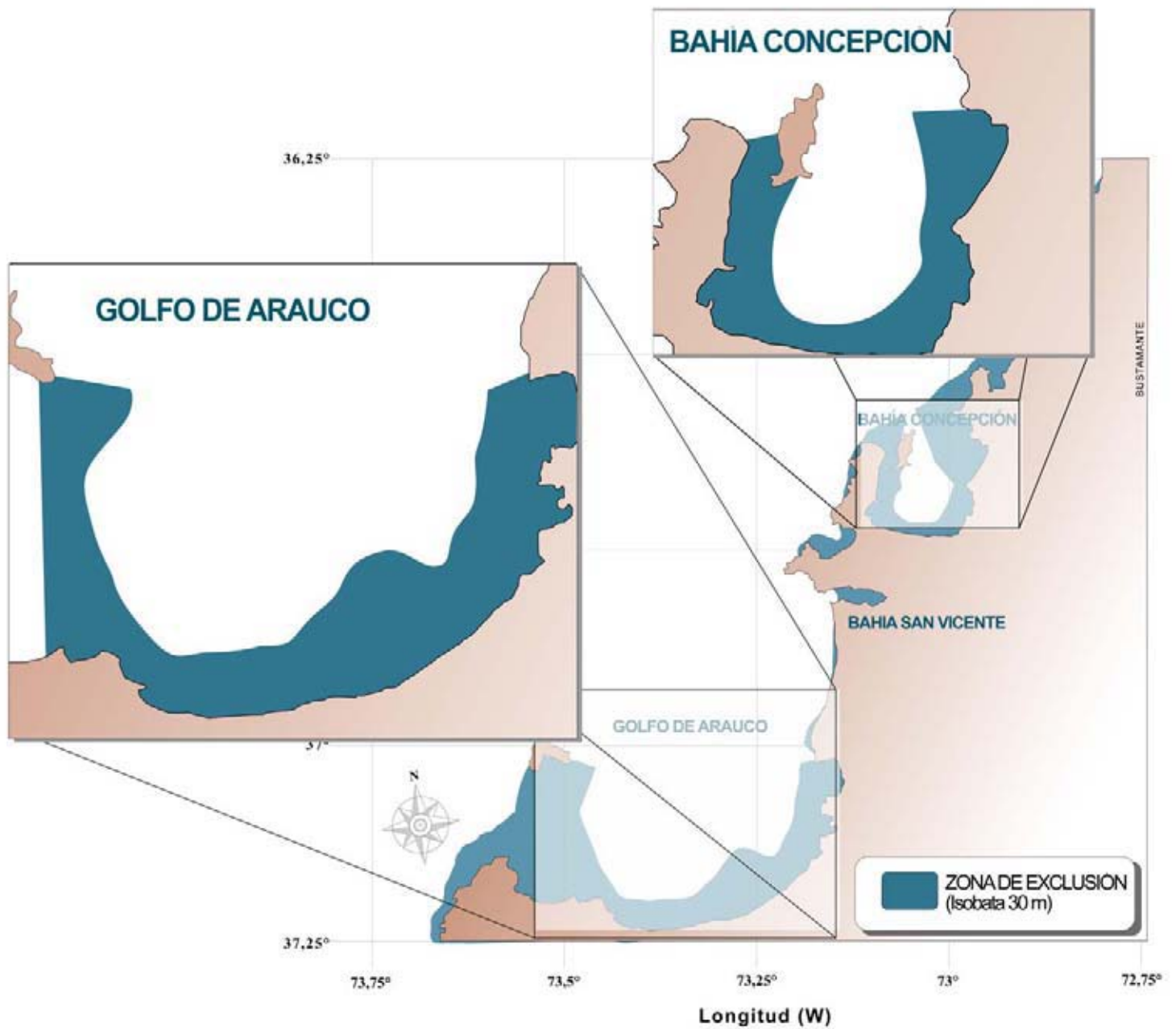


Figura 8: Modificación a la zona de exclusión delimitada por el D. S. N° 408 ajustada al perfil de la isobata 30 m.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Ahumada R, A Rudolph & V Martinez. 1983. Circulation and fertility of water in Concepcion Bay, Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 16:95-105.

Ahumada R, P Matrai & N Silva. 1991. Phytoplankton biomass distribution and relationship to nutrient enrichment during an upwelling event off Concepción bay, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)*, 62: 7-19.

Alheit J & P Bernal. 1993. Effects of physical and biological changes on biomass yield of the Humboldt Current Ecosystem. En: K. Sherman, L. M. Alexander, & B. D. Gold (eds.). *Large marine ecosystems. V: Stress, mitigation and sustainability*. American Association for the Advancement of Science, Washington DC, 53–68 pp

Arancibia H. 1992. Distribution patterns of the demersal fish assemblage off Central Chile. *Biología Pesquera* 21: 43-53.

Aranis A, G Muñoz, S Mora & P Barría. 2002. Impacto en la comunidad bentodemersal por las redes de cerco de la flota artesanal en las Aguas Interiores de la X Región. *Informe Final Pesca de Investigación*. Instituto de Fomento Pesquero. Asociación de Armadores Artesanales Bolincheros de la X Región. 30 pp + anexos.

Aranis A, L Caballero, T Melo, A Mertinez, C Hurtado, D Queirlo, A Gomez & S Mora. 2004. Operación de las redes de cerco artesanal de jurel en aguas

interiores de la X Región. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), 52 pp+figuras

Arcos D & N Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile. (Lat. 37° S). Investigación Pesquera, 33: 91-98.

Ardron JA. 2005. Protecting British Columbia's Corals and Sponges from Bottom Trawling. A report by Living Oceans Society (v. 1.0). Box 320, Sointula, BC, V0N 3E0.

Arntz WE, LA Flores, M Maldonado & G Carvajal. 1985. Cambios de los factores ambientales, macrobentos y bacterias filamentosas en la zona de mínimo de oxígeno frente al Perú durante "El Niño" 1982-1983. *En*: Arntz WE, A Landa & J Tarazona (eds) "El Niño" y su impacto en la fauna marina. Boletín Instituto del Mar del Perú: 65-77.

Arntz WE, J Tarazona, VA Gallardo, LA Flores, & H Salzwedel. 1991. Benthic communities in oxygen deficient shelf and upper slope areas of the Peruvian and Chilean coast, and changes caused by El Niño. *En*: Tyson RV & TH Pearson (eds) Modern and ancient continental shelf anoxia. Geological Society Special Publication Edition, 58: 131-154.

Bazairi H, A Bayed, M Glémarec & C Hily. 2003. Spatial organisation of macrozoobenthic communities in response to environmental factors in a coastal lagoon of the NW African coast (Merja Zerga, Morocco). *Oceanologica Acta*, 26: 457-471.

Blake A, B Hilbig & PH Scott (eds). 1996a. Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol 4. The Annelida, Part 1. Santa Barbara Mus. Nat. Hist., Santa Barbara, California. 377 pp.

Blake A, B Hilbig & PH Scott (eds). 1996b. Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol 6. The Annelida, Part 3. Santa Barbara Mus. Nat. Hist., Santa Barbara, California. 418 pp.

Blake A, B Hilbig & PH Scott (eds). 1997. Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol 5. The Annelida, Part 2. Santa Barbara Mus. Nat. Hist., Santa Barbara, California. 378 pp.

Burrough PA. 1981. Fractal dimensions of landscapes and other enviromental data. Nature 294: 240-242

Camus PA. 1998. Estructura espacial de la diversidad en ensambles sésiles del intermareal rocoso en Chile centro-norte: la diversidad local como un resultado de determinantes multiescala. Tesis de Doctorado, Departamento de Ecología, P. Universidad Católica de Chile, Santiago. 262 pp.

Camus PA. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. Revista chilena de Historia Natural, 74: 587-617

- Carrasco F. 1974.** Spionidae (Polychaeta) provenientes de la Bahía de Concepción y lugares adyacentes. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile), 48: 185-201.
- Carrasco F. 1976a.** Larvas de la familia Spionidae (Polychaeta) en el plancton de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana (Zool.), 38: 1-63.
- Carrasco F. 1976b.** Paraonidae (*Aricidea pigmentada* n.sp.), Magelonidae y Oweniidae (Annelida, Polychaeta) en bahía Concepción, Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile), 52: 113-121
- Carrasco FD & VA Gallardo. 1983.** Abundance and distribution of the macrobenthic infauna of the Gulf of Arauco, Chile. Hydrobiologia, 68:825-838.
- Carrasco F & M Carvajal. 1996.** Reclutamiento de Macroinfauna bentónica en un área influenciada por surgencias costeras: Bahía de Concepción, Chile. Gayana Oceanología, 4: 169-181.
- Carrasco FD, VA Gallardo & M Baltazar. 1999.** The structure of the benthic macrofauna collected across a transect at the central Chile shelf and relationships with giant sulfur bacteria *Thioploca* spp. mats. Cahiers in Biologie Marine , 40: 195-202
- Carrasco FD, VA Gallardo & S Medrano. 1988.** Sublittoral macrobenthic faunal assemblages of two nearby embayments from central Chile. Hydrobiologia, 73: 441-455.
- Castillo JG. 1968.** Contribución al conocimiento de los ofiuroídeos chilenos. Gayana (Zool.), 14: 78

- Clarke M, V Ortiz & JC Castilla. 1999.** Does early development of the Chilean tunicate *Pyura praeputialis* (Heller 1978) explain restricted distribution of the species? Bulletin of Marine Science 65: 745-754.
- Cubillos L & H Arancibia. 1993.** Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta del área de Talcahuano, situación actual y perspectivas. Documento Técnico Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile. 2(2):19 pp.
- Daneri G, V Dellarossa, R Quiñones, B Jacob, P Montero & O Ulloa. 2000.** Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas. Marine Ecology Progress Series, 197: 41-49.
- De Castellanos ZA. 1992.** Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica: Neogastropoda, Buccinulidae y Nassaridae. CIC, Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas, Argentina 8: 27 pp.
- Elías R, CS Bremec & EA Vallarino. 2001.** Polychaetes from a southwestern shallow shelf Atlantic area (Argentina, 38 S) affected by sewage discharge. Revista chilena de Historia Natural, 74(3): 523-531
- Ellis JI, DC Schneider & SF Thrush. 2000.** Detecting anthropogenic disturbance in an environment with multiple gradients of physical disturbance, Manukau Harbour, New Zealand. Hydrobiologia 440: 379–391

- Feder H, A Naidu, S Jewett, J Hameedi, W Johnson & T Whitledge. 1994.** The Northeastern Chukchi Sea: benthos-environmental interactions. Marine Ecology Progress Series, 111: 171-190
- Fernández M, E Jaramillo, PA Marquet, CA Moreno, SA Navarete, FP Ojeda, CR Valdovinos. 2000.** Diversidad, dinámica y biogeografía el ecosistema costero bentónico de Chile: revisión y bases para conservación marina. Revista chilena de Historia Natural, 73(4): 797-830.
- Folk RL. 1980.** Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co., Austin, Texas. 184 pp.
- Forcelli DO. 2000.** Moluscos magallánicos. Guía de moluscos de Patagonia y sur de Chile. Vázquez Mazzini Eds., Buenos Aires, Argentina. 200 pp.
- Forman RTT & M Gordon. 1981.** Patches and structural components for landscape ecology. BioScience, 31: 733-740.
- Försterra, G & Häussermann V. 2003.** First report on large scleractinian (Cnidaria: Anthozoa) accumulations in cold-temperate shallow water of south Chilean fjords; Zoologische Mededelingen Leiden 345: 117-128
- Fossing H, VA Gallardo, BB Joergensen, M Huettel, LP Nielsen, H Schulz, DE Canfield, S Forster, RNn Glud, JK Gundersen, J Kuever, NB Ramsing, A Teske, B Thamdrup & O Ulloa. 1995.** Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium *Thioploca*. Nature, 374: 713-715.
- Gallardo VA. 1968.** Observaciones sobre la fauna bentónica del golfo de Arauco. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile), 40: 145-160

- Gallardo VA. 1977a.** On the discovery of a large microbial community living in the soft bottoms of the continental shelf of Chile and Peru. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas, Pta Betín (Colombia)*, 1: 23-30.
- Gallardo VA. 1977b.** Large benthic microbial communities in sulphide biota under Peru-Chile Subsurface Counter current. *Nature*, 268(5618): 331-332
- Gallardo VA, FD Carrasco, R Roa & JI Cañete. 1995.** Ecological patterns in the benthic macrobiota across the continental shelf off Chile. *Ophelia* 40:167-198.
- Garth J. 1957.** The Crustacea Brachyura Decapoda of Chile. *Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-1949*, 29: 1-34.
- Giller PS. 1984.** Community structure and the niche. *Outline Studies in Ecology*, Chapman & Hall, 175 pp.
- Gooday A, B Bett, R Shires & PJ Lambshead. 1998.** Deep-sea benthic foraminiferal species diversity in NE Atlantic and NW Arabian sea: A synthesis. *Deep-Sea Research II*, 45: 165-201.
- Häussermann V. 2003.** Redescription of *Oulactis concinnata* (Drayton in Dana, 1846) (Cnidaria: Anthozoa), an actiniid sea anemone from Chile and Peru with special fighting tentacles; with a preliminary revision of the genera with a "frond-like" marginal ruff; *Zoologische Verhandelingen Leiden* 345: 173-208
- Häussermann V. 2004.** Identification and taxonomy of soft-bodied hexacorals exemplified by Chilean sea anemones; including guidelines for sampling, preservation and examination. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 84: 931-936

Häussermann V & G Försterra. 2005. Distribution patterns of Chilean shallow-water sea anemones (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria, Corallimorpharia); with a discussion of the taxonomic and zoogeographic relationships between the actinofauna of the South East Pacific, the South West Atlantic and Antarctica. *En: WE Arntz, GA Lovrich & S Thatje (eds.) The Magellan-Antarctic connection: links and frontiers at high southern latitudes. Scientia Marina, 69(2): 91-102*

Hebbeln, D, M Marchant, T Freudenthal & G Wefer. 2000. Surface sediment distribution along the Chilean continental slope related to upwelling and productivity. *Marine Geology, 164: 119-137.*

Hockey PAR & GM Branch. 1994. Conserving marine biodiversity on the African coast: implications of a terrestrial perspective. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems 4: 345-362.*

Hockey PAR & GM Branch. 1997. Criteria, objectives and methodology for evaluating Marine Protected Areas in South Africa. *South African Journal of Marine Science 18: 369-383.*

Hulling N & S Gray. 1971. A manual of study of meiofauna. *Smithsonian contrib. Zoology, 78: 1-83*

Hutchinson GE. 1953. The concep of pattern in Ecology. *Proceedings of Academia Natural Sciences, 105: 1-12*

Jackson A. 2004. Hydroids. *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme. Plymouth: Marine Biological*

Association of the United Kingdom. Disponible en:
www.marlin.ac.uk/species/Nemertesiaramosa.htm

Jaramillo E. 1978. Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en playas de arena del sur de Chile (Mehuín, Valdivia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 13: 71-92.

Jaramillo E. 1982. Taxonomy, natural history and zoogeography of sand beach isopods from the coast of southern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 17: 175-194.

Jaramillo E. 1994. Patterns of species richness in sandy beaches of South America. *South African Journal of Zoology* 29: 227-234.

Jaramillo, E. 2006. Actualización y validación de la clasificación de las zonas biogeográficas litorales. Informe Final Proyecto F.I.P N°. 2004-28. Universidad Austral de Chile. 139 pp + 4 anexos

Jaramillo E, F Carrasco, P Quijón, 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.

Larrain A. 1995. Biodiversidad de equinodermos chilenos: Estado actual del conocimiento y sinopsis biosistemática. *Gayana (Zool.)*, 59: 73-96.

Larrain A, E Soto, E Bay-Schmith. 1998. Assessment of Sediment Toxicity in San Vicente Bay, Central Chile, using the Amphipod *Ampelisca araucana*. *Bulletin of Enviromental Contamination and Toxicology*, 1(3): 363-369

- Levin S. 1992.** The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 73 (6): 1943-1967
- Levin LA, 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.
- Loreau M, S Naeem, P Inchausti, J Bengtsson, JP Grime, DU Hooper, MA Huston, D Raffaelli, B Schmid, D Tillman & DA Wardle. 2001.** Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenge. *Science*, 294: 804-808.
- Martinetto P, M Teichberg & I Valiela. 2006.** Coupling of estuarine benthic and pelagic food webs to land-derived nitrogen sources in Waquoit Bay, Massachusetts, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 307: 37–48
- Mcgrady J, PM Harris & PJ Morin. 1997.** Biodiversity regulates ecosystem predicatability. *Nature*, 390: 162-165.
- Melo T, C Hurtado, D Queirolo, J Lamilla, C Bernal & A Aranís. 2006.** Diagnóstico de la operación de las pesquerías artesanales de peces en las áreas costeras, bahías y aguas interiores de la VIII Región. Informe Final Proyecto FIP N° 2004-19. Universidad de Valparaíso. 173 pp + 7 anexos
- Mills, A. 1978.** A comparison of methods of determining organic carbon in marine sediments with suggestions for a standard method. *Hydrobiologia* 57:45-52.
- Milne BT. 1988.** Measuring the fractal geometry of landscapes. *Applied Mathematics and Computation*. 27: 67-79

Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República

(MINSEGPRES) 2002. Reglamento del sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: texto refundido, coordinado y sistematizado. Diario Oficial, 07 diciembre.

Moreno CA. 2000. Áreas marinas y borde costero. *En:* Brzovic PF & M Romaggi (eds) Estado del medio ambiente en Chile-1999: 245-286. Universidad de Chile, Santiago.

Moreno CA & R Vega. 1988. Valor científico de las reservas marinas costeras: un ejemplo de estudio ecológico con poblaciones intermareales de *Loxechinus albus* (Molina). Informe UNESCO Ciencias Mar 47: 124-134.

Moreno RA, N Rozbaczylo, RD Sepúlveda & FDCarrasco. 2004. *Pectinaria chilensis* NILSSON, 1928 (POLYCHAETA: PECTINARIIDAE): taxonomic characterization, new distributional records and ecological notes from the Chilean coast. *Interciencia*, 29(10): 590-593

Morrissey D, A Undewood, L Howitt & J Starck. 1992. Temporal variation in soft-sediment benthos. *Journal of experimentation in Marine Biology and Ecology*, 164: 233-245

Muñoz P & M Salamanca. 2001. Flujo de plomo particulado a los sedimentos marinos y su incorporación en *Paraprionospio pinnata* (Polychaeta: Spionidae) en Bahía Concepción (36° Lat. S), Chile. *Gayana*, 65 (2):155-166

- Neira S, H Arancibia & L Cubillos. 2004.** Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecological Modelling*, 172: 233-248
- Ormazabal C. 1993.** The conservation of biodiversity in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66:383-402.
- Ortiz M & M Wolff. 2002.** Trophic models of four benthic communities in Tongoy Bay (Chile): comparative analysis and preliminary assessment of management strategies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 268: 205-235.
- Osorio C. 1981.** Caudofoveata y Solenogastrea de Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)*, 52: 115-128.
- Perez C. & M. Zamponi. 1999.** El caso de *Renilla chilensis* Philippi, 1892 (Octocorallia, Pennatulacea). *Investigaciones marinas*, 27: 115-117
- Pressey RI, CJ Humphries, CR Margules, RI Vane-Wright & PH Williams. 1993.** Beyond opportunism: Key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 124-128.
- Quiñones R., R. Serra, S. Núñez, H. Arancibia, J. Córdova & F. Bustos. 1997.** Relación entre el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y sus presas en la zona centro-sur de Chile. *En: Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental*, E. Tarifeño (Ed.), Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO. IOC/INF-1046. pp. 187-202.

- Retamal MA. 1973.** Análisis cual y cuantitativo de los decápodos de los fondos blandos de la bahía de Concepción, Chile. *Gayana (Zool.)*, 23: 1-50.
- Retamal MA. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana (Zool.)*, 44: 1-110
- Riemann K & VA Gallardo. 1990.** A new species of sea anemone (*Saccactis coliumensis* n. sp.) living under hypoxic conditions on the central Chilean shelf. *Helgolander Meeresunters*, 44: 445-457
- Rivadeneira M, M Fernández. & A Navarrete. 2002.** Latitudinal trends of species diversity in rocky intertidal herbivore assemblages: spatial-scale and the relationship between local and regional species richness. *Marine Ecology Progress Series*, 245: 123–131.
- Rogers A. 2000.** The role of the oceanic oxygen minima in generating biodiversity in the deep sea. *Deep-Sea Research II*, 47: 119-148.
- Rouse GW & F Pleijel. 2001.** Polychaetes. Oxford University Press, UK. 354 pp
- Rozbaczylo N. 1985.** Los anélidos poliquetos de Chile -Índice sinonímico y distribución geográfica de especies- Monografías Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, 3: 1-284
- Schröld, M. 1996.** Nudibranchia y Sacoglossa de Chile: Morfología exterior y distribución. *Gayana Zoología*, 60: 17-62
- Schröld, M. 1997.** Aspects of Chilean nudibranch biology: *Phidiana lottini*: How to survive on shore? *Opisthobranch Newsletter* 23: 13-14

- Schrödl, M. 1999.** Zoogeographic relationships of Magellan Nudibranchia (Mollusca: Opisthobranchia), with special referents to species of adjacent regions. En: Magellan-Antarctic Ecosystem that drifted apart (Arntz, WE & C Rios, eds.). Scientia Marina 63(1): 409-416
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). 2004.** Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. República de Chile. 140 pp
- Sholes RJ & R Biggs. 2005.** A biodiversity intactness index. Nature, 434: 45-49.
- Smith RL. 1996.** Ecology and field biology. Harper Collins College Publishers Inc. Fifth Edition. 740 pp
- Sobarzo M., M. Figueroa & L. Djurfeldt. 2001.** Upwelling of subsurface water into the rim of the Bío Bío submarine canyon as a response to surface winds. Continental Shelf Research, 21: 279-299.
- Sokal RR & NL Oden. 1978.** Spatial autocorrelation in biology: some biological implications and four examples of evolutionary and ecological interest. Biological Journal of Linnean Society, 10: 229-249
- Valdovinos C. 1997.** 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.
- Valentine JW & D Jablonski. 1983.** Larval adaptations patterns of brachiopods diversity in space and time. Evolution ,37: 1052-1061.

- Varela C. 1983.** Anfípodos de las playas de arena del sur de Chile (Bahía de Maiquillahue, Valdivia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* ,18: 25-52.
- Viviani C. 1979.** Ecogeografía del litoral chileno. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 14: 65-123
- Zonneveld IS. 1990.** Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science. *En: Zonneveld IS and RTT Forman (eds). Changing landscapes: An ecological perspective.* Springer-Verlag, NY: 3-20
- Zopfi J, T Kjær, LP Nielsen & B Jørgensen. 2001.** Ecology of *Thioploca* spp.: Nitrate and Sulfur Storage in Relation to Chemical Microgradients and Influence of *Thioploca* spp. on the Sedimentary Nitrogen Cycle. *Applied and Enviromental Microbiology*, 67(12): 5530-5537.

ANEXOS

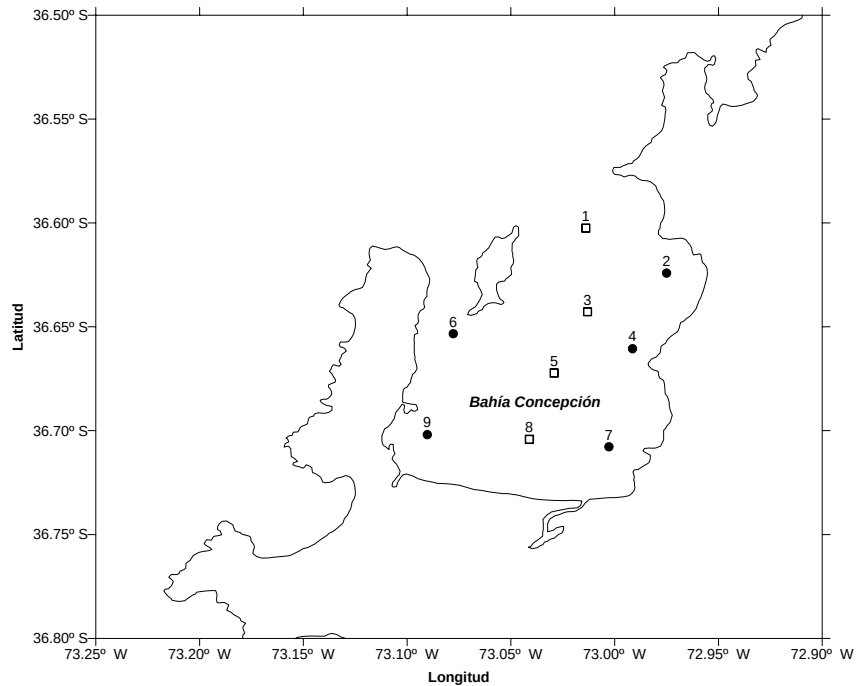
- A. REGISTROS DE BATIMETRÍA, MACROFAUNA Y TIPO DE SEDIMENTO EN LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN Y EL GOLFO DE ARAUCO
- B. LISTADO TAXONÓMICO DE ESPECIES
- C. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO
- D. FILMACIONES SUBMARINAS DE ENSAMBLES ECOLÓGICOS EN LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN Y EL GOLFO DE ARAUCO

ANEXO A

REGISTROS DE BATIMETRÍA, MACROFAUNA Y TIPO DE SEDIMENTO
EN LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN Y EL GOLFO DE ARAUCO

REGISTROS DE BATIMETRÍA, MACROFAUNA Y TIPO DE SEDIMENTO

AREA DE ESTUDIO	Bahía de Concepción
-----------------	---------------------



1. DATOS GENERALES DEL EMBARQUE

NOMBRE DE LA EMBARCACION:	Nº DE MATRICULA:
Flavia II	324 (Tumbes)
FECHA DE ZARPE:	FECHA DE DESEMBARQUE:
21-04-2005	21-04-2005

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

DIRECCIÓN DEL VIENTO						COBERTURA NUBOSA			
S	SO	SE	N	NO	NE	Despejado	Algo nuboso	Nuboso	Cubierto
	X					X			

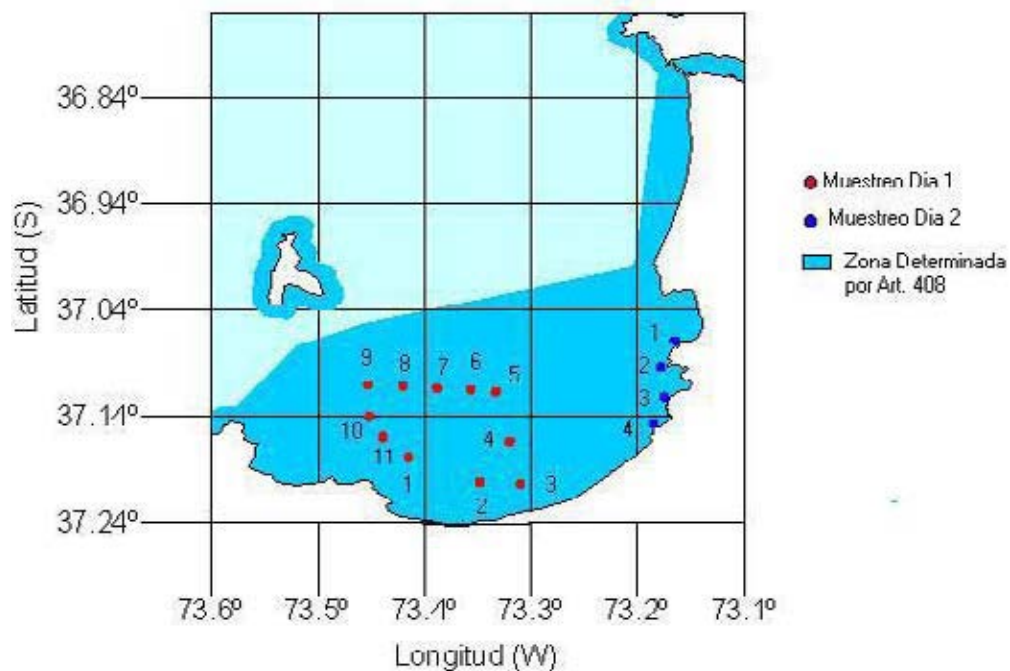
3. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

ESTADO DEL MAR								ALTURA DE LA OLA (m)								
1	2	3	4	5	6	7	8	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
X								X								

4. TOMA DE MUESTRAS					
LANCE	REPLICA	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)
2	1	21-04-2005	36° 37 42,4	72° 58 53,5	22,8
2	2	21-04-2005	36° 37 42,4	72° 58 53,5	22,8
2	3	21-04-2005	36° 37 42,4	72° 58 53,5	22,8
3	1	21-04-2005	36° 38 50,7	73° 00 81	29
3	2	21-04-2005	36° 38 50,7	73° 00 81	29
3	3	21-04-2005	36° 38 50,7	73° 00 81	29
4	1	21-04-2005	36° 39 54,8	73° 59 45	25,2
4	2	21-04-2005	36° 39 54,8	73° 59 45	25,2
4	3	21-04-2005	36° 39 54,8	73° 59 45	25,2
5	1	21-04-2005	36° 40 26	73° 01 77,5	24,2
5	2	21-04-2005	36° 40 26	73° 01 77,5	24,2
5	3	21-04-2005	36° 40 26	73° 01 77,5	24,2
6	1	21-04-2005	36° 39 09,3	73° 04 65,1	18,6
6	2	21-04-2005	36° 39 09,3	73° 04 65,1	18,6
6	3	21-04-2005	36° 39 09,3	73° 04 65,1	18,6
7	1	21-04-2005	36° 42 39,3	73° 00 12,6	18,2
7	2	21-04-2005	36° 42 39,3	73° 00 12,6	18,2
7	3	21-04-2005	36° 42 39,3	73° 00 12,6	18,2
8	1	21-04-2005	36° 42 19,5	73° 02 42,2	18,4
8	2	21-04-2005	36° 42 19,5	73° 02 42,2	18,4
8	3	21-04-2005	36° 42 19,5	73° 02 42,2	18,4
9	1	21-04-2005	36° 42 12,5	73° 05 38,3	12,6
9	2	21-04-2005	36° 42 12,5	74° 05 38,3	12,6
9	3	21-04-2005	36° 42 12,5	75° 05 38,3	12,6

REGISTROS DE BATIMETRÍA, MACROFAUNA Y TIPO DE SEDIMENTO

AREA DE ESTUDIO	Golfo de Arauco
-----------------	-----------------



1. DATOS GENERALES DEL EMBARQUE

NOMBRE DE LA EMBARCACION:	Nº DE MATRICULA:
Caleuche	145 (Lota)
FECHA DE ZARPE:	FECHA DE DESEMBARQUE:
19-04-2005 (Día 1)	19-04-2005 (Día 1)

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

DIRECCIÓN DEL VIENTO						COBERTURA NUBOSA			
S	SO	SE	N	NO	NE	Despejado	Algo nublado	Nublado	Cubierto
X						X			

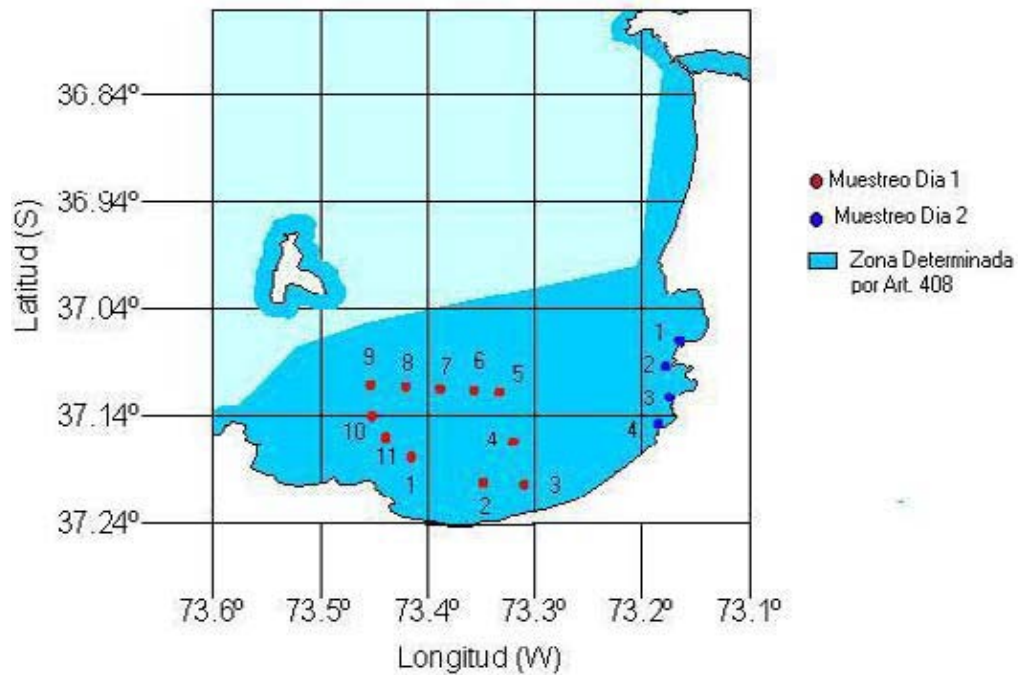
3. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

ESTADO DEL MAR								ALTURA DE LA OLA (m)								
1	2	3	4	5	6	7	8	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
X									X							

4. TOMA DE MUESTRAS					
LANCE	REPLICA	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)
11	1	19-04-2005	37° 09 19	73° 24 51	21,8
11	2	19-04-2005	37° 09 19	73° 24 51	21,8
11	3	19-04-2005	37° 09 19	73° 24 51	21,8
13	1	19-04-2005	37° 12 11	73° 18 40,7	17,2
13	2	19-04-2005	37° 12 11	73° 18 40,7	17,2
13	3	19-04-2005	37° 12 11	73° 18 40,7	17,2
14	1	19-04-2005	37° 12 09	73° 18 40,2	17,1
14	2	19-04-2005	37° 12 09	73° 18 40,2	17,1
14	3	19-04-2005	37° 12 09	73° 18 40,2	17,1
15	1	19-04-2005	37° 06 59,1	73° 20 01,3	37,6
15	2	19-04-2005	37° 06 59,1	73° 20 01,3	37,6
15	3	19-04-2005	37° 06 59,1	73° 20 01,3	37,6
16	1	19-04-2005	37° 06 54,4	73° 21 24,6	39,7
16	2	19-04-2005	37° 06 54,4	73° 21 24,6	39,7
16	3	19-04-2005	37° 06 54,4	73° 21 24,6	39,7
17	1	19-04-2005	37° 06 48	73° 23 18,8	37,2
17	2	19-04-2005	37° 06 48	73° 23 18,8	37,2
17	3	19-04-2005	37° 06 48	73° 23 18,8	37,2
18	1	19-04-2005	37° 06 42	73° 25 12,8	30,6
18	2	19-04-2005	37° 06 42	73° 25 12,8	30,6
18	3	19-04-2005	37° 06 42	73° 25 12,8	30,6
19	1	19-04-2005	37° 06 39,7	73° 27 13,8	14,4
19	2	19-04-2005	37° 06 39,7	73° 27 13,8	14,4
19	3	19-04-2005	37° 06 39,7	73° 27 13,8	14,4
110	1	19-04-2005	37° 08 25,4	73° 27 07,1	14,7
110	2	19-04-2005	37° 08 25,4	73° 27 07,1	14,7
110	3	19-04-2005	37° 08 25,4	73° 27 07,1	14,7
111	1	19-04-2005	37° 09 49	73° 26 59,9	11,7
111	2	19-04-2005	37° 09 49	73° 26 59,9	11,7
111	3	19-04-2005	37° 09 49	73° 26 59,9	11,7

REGISTROS DE BATIMETRÍA, MACROFAUNA Y TIPO DE SEDIMENTO

AREA DE ESTUDIO	Golfo de Arauco
-----------------	-----------------



1. DATOS GENERALES DEL EMBARQUE

NOMBRE DE LA EMBARCACION:	Nº DE MATRICULA:
Caleuche	145 (Lota)
FECHA DE ZARPE:	FECHA DE DESEMBARQUE:
20-04-2005 (Día 2)	20-04-2005 (Día 2)

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

DIRECCIÓN DEL VIENTO						COBERTURA NUBOSA			
S	SO	SE	N	NO	NE	Despejado	Algo nuboso	Nuboso	Cubierto
X						X			

3. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

ESTADO DEL MAR								ALTURA DE LA OLA (m)								
1	2	3	4	5	6	7	8	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
X								X	X							

4. TOMA DE MUESTRAS					
LANCE	REPLICA	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)
21	1	20-04-2005	37° 04 06,4	73° 09 52,2	18,6
21	2	20-04-2005	37° 04 06,4	73° 09 52,2	18,6
21	3	20-04-2005	37° 04 06,4	73° 09 52,2	18,6
22	1	20-04-2005	37° 05 38,1	73° 10 41,8	14,0
22	2	20-04-2005	37° 05 38,1	73° 10 41,8	14,0
22	3	20-04-2005	37° 05 38,1	73° 10 41,8	14,0
23	1	20-04-2005	37° 07 18,1	73° 10 29,6	16,4
23	2	20-04-2005	37° 07 18,1	73° 10 29,6	16,4
23	3	20-04-2005	37° 07 18,1	73° 10 29,6	16,4
24	1	20-04-2005	37° 08 46,6	73° 11 06,4	15,1
24	2	20-04-2005	37° 08 46,6	73° 11 06,4	15,1
24	3	20-04-2005	37° 08 46,6	73° 11 06,4	15,1

REGISTROS DE BATIMETRÍA, MACROFAUNA Y TIPO DE SEDIMENTO

BITACORA DE BUCEO

TOMA DE MUESTRAS					MACROBENTOS			
LANCE	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)	Molusc.	Crust.	Poliq.	Bact.
Golfo de Arauco								
4	19-04-2005	37° 12 09	73° 18 40,2	17,1				
7	19-04-2005	37° 06 48	73° 23 18,8	37,2				
9	19-04-2005	37° 06 39,7	73° 27 13,8	14,4	X	X		
Golfo de Arauco								
1	20-04-2005	37° 04 06,4	73° 09 52,2	18,6	X		X	
2	20-04-2005	37° 05 38,1	73° 10 41,8	14	X		X	
3	20-04-2005	37° 07 18,1	73° 10 29,6	16,4			X	
4	20-04-2005	37° 08 46,6	73° 11 06,4	15,1	X	X	X	
Bahía de Concepción								
2	21-04-2005	36° 37 42,4	72° 58 53,5	22,8	X	X		X
4	21-04-2005	36° 39 54,8	73° 59 45	25,2				X
6	21-04-2005	36° 39 09,3	73° 04 65,1	18,6				X
7	21-04-2005	36° 42 39,3	73° 00 12,6	18,2				X

ANEXO B**LISTADO TAXONÓMICO DE ESPECIES**

BAHÍA DE CONCEPCIÓN

Ensamble 1 (estación 1)

Mollusca Gastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius dentifer</i>
Mollusca Nudibranchia	Flabellinidae	<i>Flabellina sp</i>
Crustacea Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca araucana</i>
Crustacea Decapoda	Cancridae	<i>Cancer sp</i>
Polychaeta Sedentaria	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>
	Magelonidae	<i>Magelona phyllisiae</i>
	Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i>
		<i>Streblospio sp</i>
	Pectinariidae	<i>Pectinaria chilensis</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Lumbrineridae	<i>Lumbrinereis chilensis</i>
	Phyllodocidae	<i>Eteone sp</i>
	Syllidae	<i>sp</i>
Polychaeta Errantia		

Ensamble 2 (estación 5)

Anthozoa Actinaria	Actiniidae	<i>Phymactis clematis</i>
Mollusca Gastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius dentifer</i>
Mollusca Nudibranchia	Flabellinidae	<i>Flabellina sp</i>
	Dotoidae	<i>Doto uva</i>
Crustacea Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca araucana</i>
Crustacea Decapoda	Cancridae	<i>Cancer sp</i>
Polychaeta Sedentaria	Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i>
		<i>Streblospio sp</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Phyllodocidae	<i>Eteone sp</i>
		<i>Eteone sp 2</i>
Polychaeta Errantia		

Ensamble 3 (estaciones 2 y 3)

Protozoa Foraminifera	Discorbidae	<i>sp</i>
Nemata Secernentea		<i>sp</i>
Crustacea Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca araucana</i>

Polychaeta Sedentaria	Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Pectinariidae	<i>Pectinaria chilensis</i>
	Orbiniidae	<i>Protoariciella uncinata</i>
Polychaeta Errantia	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Glyceridae	<i>Glycera americana</i>

Ensamble 4 (estaciones 4, 6, 7 y 8)

Protozoa Foraminifera	Discorbidae	<i>sp</i>
Nemata Secernentea		<i>sp</i>
Polychaeta Sedentaria	Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>
Polychaeta Errantia	Lumbrineridae	<i>Lumbrinereis chilensis</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Phyllodocidae	<i>Eteone sp</i>
		<i>Eteone sp 2</i>

GOLFO DE ARAUCO

Ensamble 1 (estación 16)

Anthozoa Actinaria	Actiniidae	<i>Anthothoe chilensis</i>
	Edwardsiidae	<i>Edwardsia sp</i>
Gastropoda	Nudibranchia	<i>Flabellina sp</i>
Crustacea Decapoda	Cancridae	<i>Cancer sp</i>
Nemertinea		<i>sp 1</i>
		<i>sp 2</i>
Polychaeta Sedentaria	Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i>
		<i>Spiophanes bombyx</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
Polychaeta Errantia	Phyllodocidae	<i>Etone sp 1</i>
		<i>Etone sp 2</i>
	Glyceridae	<i>Glycera americana</i>
		<i>Glycera sp</i>
	Syllidae	<i>sp</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>

Ensamble 2 (estaciones 17 y 18)

Anthozoa Actinaria	Edwardsiidae	<i>Edwardsia sp</i>
Mollusca Bivalvia	Solecurtidae	<i>Tagelus dombeii</i>
Crustacea Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca araucana</i>
Crustacea Decapoda	Cancridae	<i>Cancer sp</i>
Nemata Secernentea		<i>sp</i>
Polychaeta Sedentaria	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>
	Pectinariidae	<i>Pectinaria chilensis</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Orbiniidae	<i>Protoariciella uncinata</i>
	Spionidae	<i>Spiophanes bombyx</i>
Polychaeta Errantia	Phyllodocidae	<i>Etone sp</i>
	Polynoidae	<i>sp</i>
	Glyceridae	<i>Glycera americana</i>
	Syllidae	<i>sp</i>

Ensamble 3 (estaciones 19, 20 21 y 22)

Anthozoa Actinaria	Actiniidae	<i>Oulactis columbiensis</i>
		<i>Phymactis clematis</i>
	Sagartiidae	<i>Anthothoe chilensis</i>
	Edwardsiidae	<i>Edwardsia sp</i>
Anthozoa Pennatulacea	Renillidae	<i>Renilla chilensis</i>
Hydrozoa Hydroida	Campanulariidae	<i>Clytia sp</i>
Mollusca Gastropoda	Muricidae	<i>Xanthochorus cassidiformis</i>
	Nassariidae	<i>Nassarius dentifer</i>
Mollusca Bivalvia	Malletiidae	<i>Malletia chilensis</i>
	Gaimardiidae	<i>Gaimardia trapezina</i>
Gastropoda Nudibranchia	Flabellinidae	<i>Flabellina sp</i>
Crustacea Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca araucana</i>
Crustacea Decapoda	Cancridae	<i>Cancer sp</i>
		<i>Cancer coronatus</i>
Crustacea Maxillopoda	Balanoidea	<i>Balanidae sp</i>
Crustacea Paguroidea	Paguridae	<i>Pagurus villosus</i>
Ascidacea Enterogona	Cionidae	<i>Ciona sp</i>
Nemata Secernentea		<i>sp</i>
Nemertinea		<i>sp 1</i>
Echinodermata Ofiuroidea	Ophiactidae	<i>Ophiactis kröyeri</i>
Polychaeta Sedentaria	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>
	Magelonidae	<i>Magelona phyllisae</i>
	Spionidae	<i>Streblospio sp</i>
		<i>Paraprionospio pinnata</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Ampharetidae	<i>Isolda viridis</i>
	Orbiniidae	<i>Protoariciella uncinata</i>
	Pectinariidae	<i>Pectinaria chilensis</i>
Polychaeta Errantia	Phyllodocidae	<i>Eteone sp</i>
	Onuphidae	<i>Diopatra chilensis</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Lumbrineridae	<i>Lumbrinereis chilensis</i>

Ensamble 4 (estaciones 10 y 11)

Anthozoa Actinaria	Actiniidae	<i>Oulactis columbiensis</i>
		<i>Phymactis clematis</i>
Hydrozoa Campanulariidae	Campanulariidae	<i>Clytia sp</i>

Mollusca Gastropoda	Muricidae	<i>Xanthochorus cassidiformis</i>
	Nassariidae	<i>Nassarius dentifer</i>
	Lottiidae	<i>Lottia sp</i>
Mollusca Bivalvia	Teredinidae	<i>Teredo sp</i>
Crustacea Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca araucana</i>
Crustacea Decapoda	Cancridae	<i>Cancer sp</i>
Crustacea Paguroidea	Paguridae	<i>Pagurus villosus</i>
Crustacea Maxillopoda	Balanidae	<i>Balanidae sp</i>
Echinodermata Ophiuroidea	Ophiactidae	<i>Ophiactis kröyeri</i>
Brachiopoda Inarticulata		<i>sp</i>
Polychaeta Sedentaria	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>
	Magelonidae	<i>Magelona phyllisae</i>
	Spionidae	<i>Streblospio sp</i>
		<i>Paraprionospio pinnata</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Orbiniidae	<i>Protoariciella uncinata</i>
	Sabellidae	<i>sp</i>
	Flabelligeridae	<i>sp</i>
Polychaeta Errantia	Lumbrineridae	<i>Lumbrinereis chilensis</i>
	Onuphidae	<i>Diopatra chilensis</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Glyceridae	<i>Glycera sp</i>
	Syllidae	<i>sp</i>
	Polynoidae	<i>sp</i>

Ensamble 5 (estaciones 9, 12, 13 14 y 15)

Mollusca Gastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius dentifer</i>
Mollusca Bivalvia	Yoldiellidae	<i>Yoldiella sp</i>
Nemertinea		<i>sp 2</i>
Polychaeta Sedentaria	Magelonidae	<i>Magelona phyllisae</i>
	Spionidae	<i>Streblospio sp</i>
		<i>Paraprionospio pinnata</i>
	Cossuridae	<i>Cossura chilensis</i>
	Orbiniidae	<i>Protoariciella uncinata</i>
Polychaeta Errantia	Lumbrineridae	<i>Lumbrinereis chilensis</i>
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>
	Syllidae	<i>sp</i>
	Polynoidae	<i>sp</i>

ANEXO C**CATÁLOGO FOTOGRÁFICO**



Figura 1. Pólipos de un individuo de 4,5 cm. Escala 0,5 cm

Renilla chilensis (Anthozoa Pennatulacea)

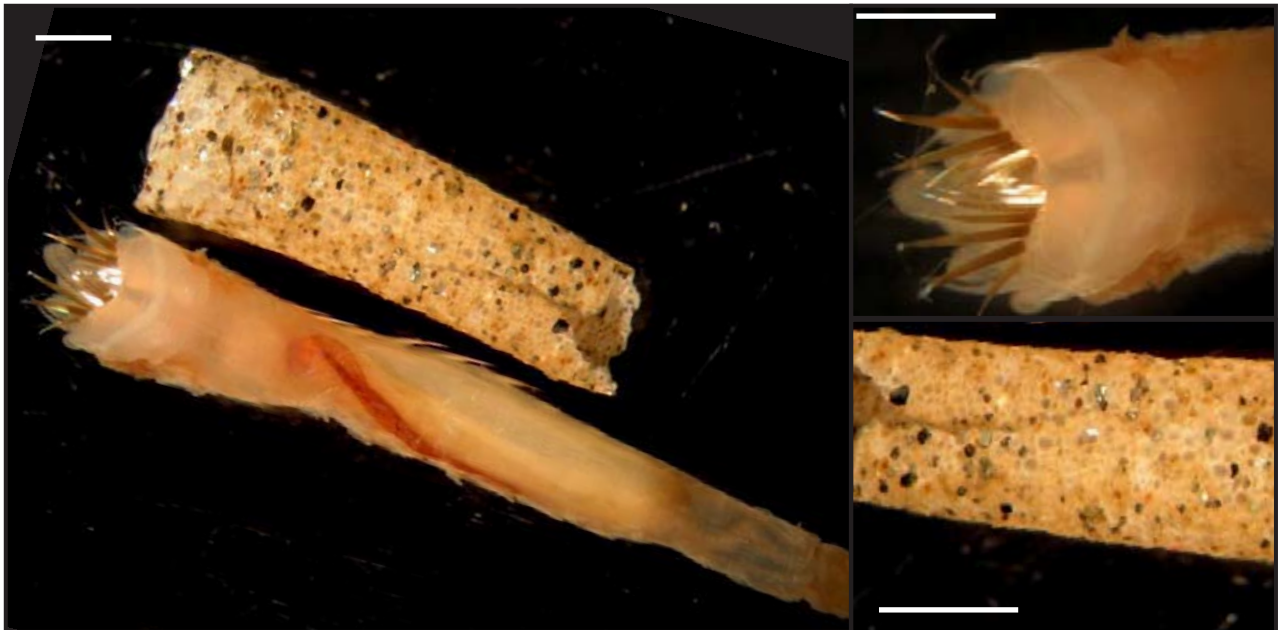


Figura 2. Individuo completo 3,8 cm (acercamiento a la parte anterior y al tubo). Escala 0,4 cm

Pectinaria chilensis (Fam. Pectinariidae)

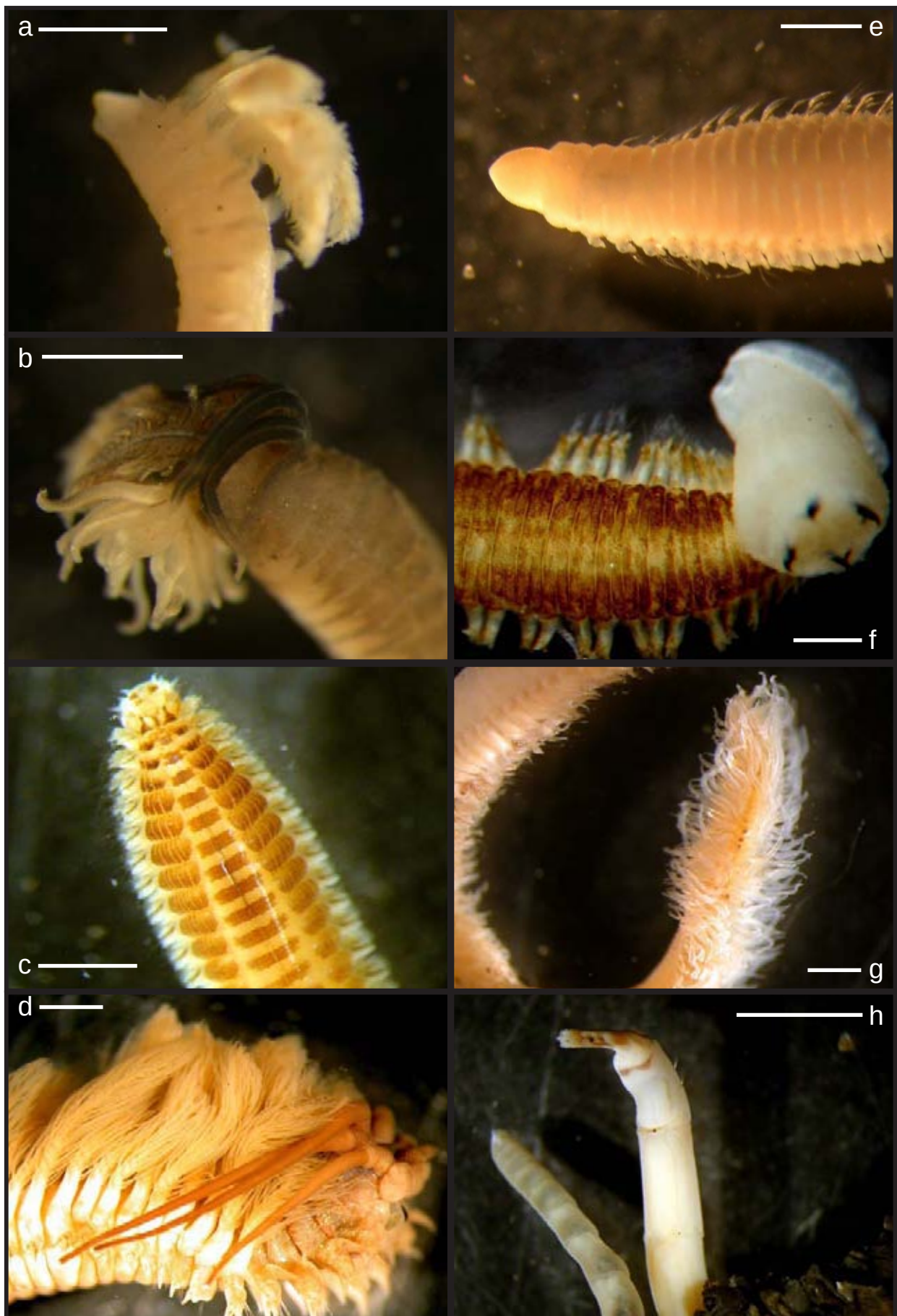


Figura 3. Acercamiento a la parte anterior de diferentes especies de poliquetos. Escala 0,5 cm

a. *Paraprionospio pinnata* (Fam. Spionidae), b. *Isolda viridis* (Fam. Ampharetidae), c. *Nephtys ferruginea* (Fam. Nephtyidae), d. *Diopatra chilensis* (Fam. Onuphidae), e. *Lumbrinereis chilensis* (Fam. Lumbrineridae), f. *Glycera americana* (Fam. Glyceridae), g. *Protoariciella uncinata* (Fam. Orbiniidae), h. *Owenia fusiformis* (Fam. Oweniidae)

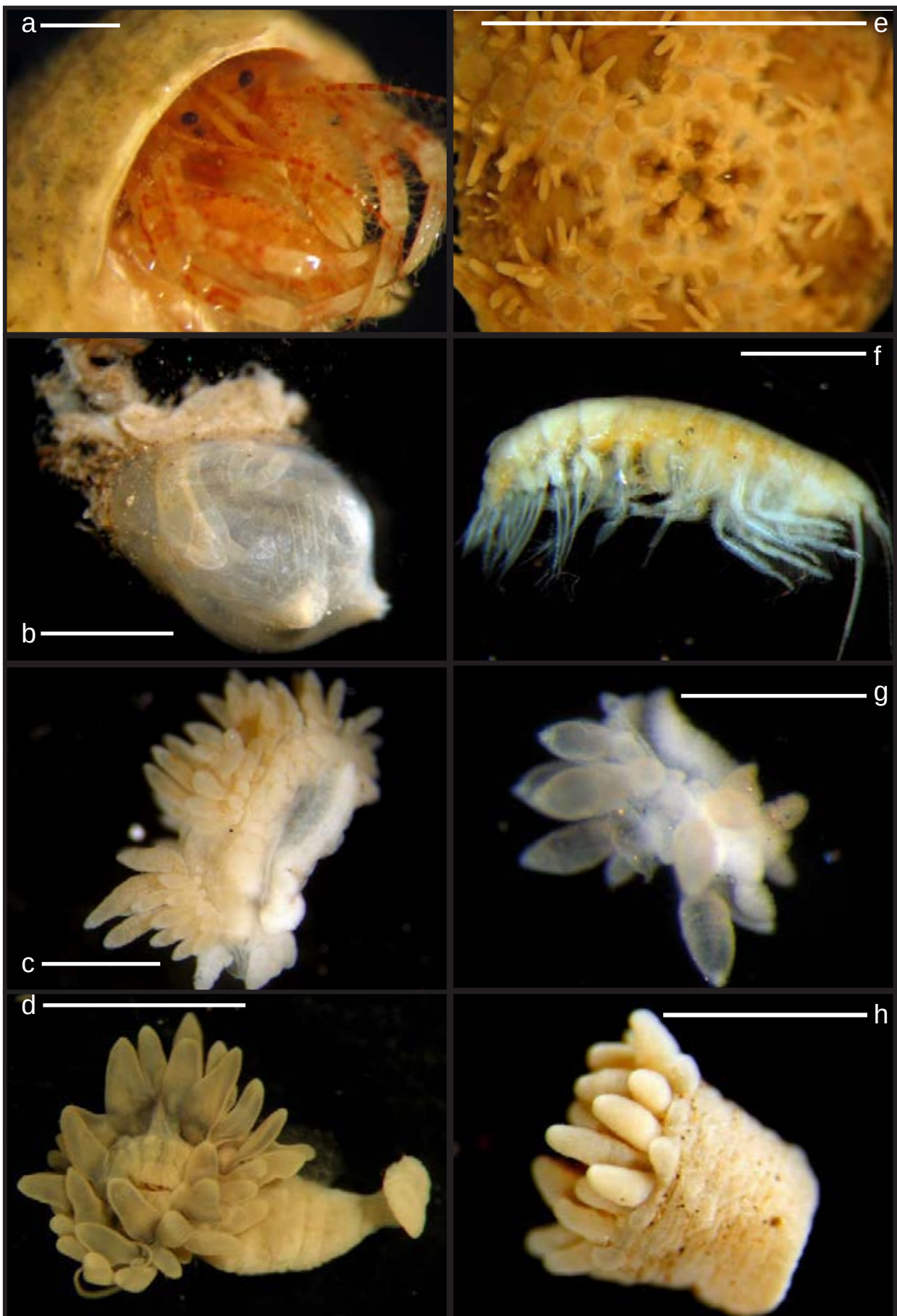


Figura 4. Diferentes especies presentes en la zona de estudio. Escala 0,4 cm

a. *Pagurus villosus*, b. *Ciona* sp, c. *Flabellina* sp, d. *Oulactis columbiensis*, e. *Ophiactis kröyeri*, f. *Ampelisca araucana*, g. *Doto uva*, h. *Anthothoe chilensis*



Figura 5. Diferentes especies presentes en la zona de estudio. Escala 0,5 cm

a. Nemertini indet, b. Foraminifera, c. *Malletia chilensis*, d. Nemertini indet, e. *Clytia* sp, f. *Nassarius dentifer*

ANEXO DIGITAL

FILMACIONES SUBMARINAS DE ENSAMBLES ECOLÓGICOS EN LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN Y EL GOLFO DE ARAUCO

- o Ensamble 1 Bahía de Concepción
- o Ensamble 2 Bahía de Concepción
- o Ensamble3 Bahía de Concepción
- o Ensamble 4 Bahía de Concepción
- o Ensamble 5 Golfo de Arauco