

**N° 13/2008**

**INFORME FINAL**

**BIODIVERSIDAD DE MONTES SUBMARINOS**

**PROYECTO FIP N° 2006-57**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR  
Casilla 1020. Valparaíso, Chile**

**PROYECTO FIP N° 2006-57**

**“BIODIVERSIDAD DE MONTES SUBMARINOS”**

**INFORME FINAL**

**Valparaíso, Agosto 2008**



---

TITULO DEL PROYECTO	: Biodiversidad de Montes Submarinos Proyecto FIP N° 2006-57
REQUIRENTE	: Consejo del Fondo de Investigación Pesquera
UNIDAD EJECUTORA	: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Escuela de Ciencias del Mar Facultad de Recursos Naturales Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Chile
JEFE DE PROYECTO	: Eleuterio Yáñez Rodríguez Escuela de Ciencias del Mar Fono (56) (32) 2274250 Fax (56) (32) 2274208 E-mail: eyanez@ucv.cl
SUBCONTRATO	: Litoral Austral Ltda. Pesquera Omega Ltda..

---

### Distribución de Ejemplares

---

10 Consejo de Investigación Pesquera  
1 Dirección Escuela de Ciencias del Mar  
1 Responsable del Proyecto

---

## **EQUIPO DE TRABAJO**

---

### **JEFE DE PROYECTO**

Eleuterio Yañez Rodríguez

### **AUTORES**

Eleuterio Yañez – Biología y Oceanografía Pesquera  
Claudio Silva – Oceanografía Pesquera, Teledetección y SIG  
Rodrigo Vega – Biología Pesquera y Ecología Marina  
Lorena Alvarez – Pesquerías y Análisis Bibliográfico  
Nelson Silva -. Oceanografía Física  
Sergio Palma – Análisis de Plancton  
Sergio Salinas – Oceanografía Física  
Eduardo Menschel – Análisis de Fitoplacton  
Vreni Haussermann – Taxonomía

### **COLABORADORES**

Daniela Soto – Análisis de Plancton  
Nadin Ramírez – Oceanografía Física

La presentación realizada por la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, está compuesta por los documentos que se indican a continuación:

- 
- Informe de Avance
  - Pre Informe Final

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe corresponde Informe Final del Proyecto FIP N°2006-57 “Biodiversidad de montes submarinos”, cuyo objetivo general es recopilar, sistematizar e incrementar el conocimiento existente sobre la distribución geográfica, biodiversidad e impacto pesquero, de los montes submarinos de la zona económica exclusiva de Chile.

Se identificaron un total de 118 montes submarinos dentro de la ZEE de Chile. Para facilitar el proceso la ZEE de Chile continental e insular fue dividida en 7 zonas, siendo el número de montes por cada zona de análisis el siguiente: 35 en Isla de Pascua, 21 en San Félix, 21 en la zona Norte, 15 en Juan Fernández, 10 en la zona Sur Austral, 9 en la zona Sur y 8 en la zona Centro. Al analizar el área superficial ( $mn^2$ ) se puede apreciar que las mayores dimensiones se encuentran dentro de la ZEE de áreas insulares, destacándose la zona de San Félix. Respecto a la profundidad de la cima, se puede observar que las cimas más someras se encuentran en las zonas de Juan Fernández, San Félix, Sur, Sur Austral e Isla de Pascua.

Investigaciones destinadas a conocer la biodiversidad en montes de aguas adyacentes a nuestras costas se han realizado desde fines de la década del 50. Estas investigaciones fueron principalmente rusas, en la cordillera de Nazca y Sala y Gómez, las que se encontraron limitadas por las 200 millas de la ZEE de Chile y Perú. En el archipiélago de Juan Fernández la información se reduce a algunos trabajos derivados de expediciones donde se destaca H.M.S. “Challenger” (1873 -1876), la realizada por el zoólogo alemán Dr. Ludwig H. Plate (1893 – 1895), la expedición sueca del Pacífico (1916 – 1917), B/I “Anton Bruun” (1966), Marchile VIII (1972), Marchile IX (1973), Crucero CIMAR 6 Islas Oceánicas (2000) y B/I “Koyo Maru” (2004). Una recopilación sistemática de información de biodiversidad en montes ha sido recolectada en el marco del proyecto “Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales: Pesquería Demersal Centro-Sur y Aguas Profundas”, que recopila información de fauna acompañante de la pesquería de arrastre de fondo efectuada en los montes

Se evaluó la intensidad relativa de pesca (IRP) en los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández. El IRP incorpora información de la densidad de la pesca sobre los montes como una proporción de un área basal definida por el veril de los 900 metros de profundidad y por la proporción dada por las direcciones angulares en que se desarrollaron los arrastres. Un análisis detallado de los registros pesqueros fue realizado para obtener más de 5.000 datos validados los que fueron empleados para realizar el cálculo del IRP para cada uno de los montes submarinos. El monte submarino que obtuvo el mayor valor del IRP fue el JF4 (76.88°W;33.44°S) con un valor de 11.7 km<sup>-1</sup> y una área estimada de 90 km<sup>2</sup>. El monte JF2 (77.69°W;33.56°S) presentó un valor de 10.5 km<sup>-1</sup> con un área estimada de 442 km<sup>2</sup>, los que fueron intensamente pescados en los años 2002, 2003 y 2005, en que la distancia total arrastrada superó los 550 kilómetros. El remuestreo bootstrapping de las direcciones angulares de los lances de arrastre determinó cinco direcciones que fueron no aleatorias con una probabilidad mayor al 95%, en los 0°, 90°, 180°, 225° y 269°. La categorización de la dirección de los lances mostró que un 28% de estos fueron dirigidos en una dirección sur, un 25% en sentido oeste, un 22% en sentido norte y un 25% en sentido este.

Las agregaciones de los recursos pesqueros en el monte submarino JF2 estuvieron simétricamente distribuidos hasta los 4 km durante el 2001, sin embargo, durante el 2003 este valor bajo considerablemente hasta alcanzar el valor de 0,6 km, observándose una fuerte contracción espacial. Esta variabilidad espacial se vio afectada por una disminución de la abundancia relativa de los dos principales recursos pesqueros explotados en este monte, el orange roughy (*Hoplostetbus atlanticus*) y el alfonsino (*Beryx splendens*). Esto fue evidente ya que a partir del año 2002 la distancia arrastrada registro un fuerte aumento, la que llegó a alcanzar cerca de los 600 km de arrastre y en el año 2003 esta cifra fue superada llegando a alcanzar casi los 700 km con un fuerte incremento en la tasa de crecimiento de la CPUE acumulada.

Para la evaluación *in situ* de la biodiversidad de montes submarinos se escogieron los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2 (JF1 y JF2). Su elección se basó en varios criterios; presentan actividad extractiva con artes de pesca de arrastre de fondo, se encuentran cercanos a la isla Robinson Crusoe lo que facilitaría la prospección en el caso de algún problema

técnico y ambos montes a pesar de que se encuentran cercanos presentan características diferenciales en cuanto a las estimaciones de biomasa de los recursos que allí se explotan. Las operaciones de investigación en la zona de escogida fueron realizadas entre los días 24 y 30 de julio, 21-22 de agosto y entre el 14 de noviembre y 19 de diciembre de 2007, donde se completaron un total de 29 lances con espineles verticales (1.264 anzuelos), 4 lances con líneas de mano (12 anzuelos), 10 lances con líneas de trampas (108 trampas), 2 lances con palangre de superficie (440 anzuelos), 10 lances con redes zooplanctónicas, 5 lances con rastra, 4 períodos de observación con cámara submarina y 15 toma de muestras de agua de mar para identificación de fitoplancton. Los análisis cuantitativos de las muestras de agua para la identificación de fitoplancton permitieron identificar en total 7 clases de organismos, los cuales se clasificaron en 31 géneros, 23 especies y 3 grupos correspondiente a taxa no identificados y/o separados por fracción de tamaño. De un total de 12 muestras de zooplancton analizadas, se identificaron 26.964 organismos distribuidos en 16 grupos taxonómicos, pertenecientes a seis grandes categorías a nivel de Phylum (Cnidaria, Annelida, Chaetognatha, Arthropoda, Tunicata y Vertebrata). Los organismos vulnerables a los artes y aparejos de pesca usados en la prospección correspondieron a 4 especies de peces y 2 especies de crustáceos. Dentro de los peces, dos especies son pelágicas, el tiburón azulejo (*Prionace Glauca*) y la sierra (*Tyrsites atun*), y dos demersales, el chancharro (*Helicolenus lengerichi*) y el congrio de profundidad (*Pseudoxenomystax nielsenii*). Los crustáceos capturados correspondieron al cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) y la centolla de Juan Fernández (*Paromola rathbuni*). El número de ejemplares de invertebrados recolectados con rastra alcanzó a 409, de los cuales los grupos más importantes corresponden a Echinoidea (Echinacea), Polychaeta, Porifera, Actinaria y Asteroidea.

La zona de estudio (montes submarinos JF1 y JF2) donde se efectuaron las prospecciones presenta un sustrato volcánico predominantemente constituido por escombros de roca y arena. Se encuentra influenciada por 4 masas de agua (Agua Subtropical (AST), Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y finalmente el Agua Intermedia Antártica (AIAA)). La influencia de la AST y la AIAA es débil para ambos montes. La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó una estructura de dos capas, una superficial de unos 100 m bien oxigenada y con concentraciones mayores de  $5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  (90 - 100% de saturación),

siendo relativamente cuasi homoóxica. Bajo esta, el oxígeno disuelto disminuyó rápidamente a concentraciones menores de  $1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  (5 - 20% saturación). Durante la campaña oceanográfica del 24 y 25 de julio (invierno) en la zona se observa un leve frente de corriente con anomalías de la ASM negativas en el JF1 y ASM positivas en el JF2; la TSM mostró una condición fría característica de invierno entre  $10^{\circ}\text{C}$  (sector sureste) y  $17^{\circ}\text{C}$  (sector noroeste), una salinidad superficial del mar de aproximadamente 34.3‰ y una concentración de clorofila *a* entre 0.09 y  $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Durante las campañas oceanográficas del 26 de noviembre y 3 de diciembre se observa una mayor cantidad de estructuras de mesoescalas como giros y frentes de corrientes en la zona del archipiélago de Juan Fernández, la TSM presentó una condición fría de primavera con valores que fluctuaron entre  $14$  a  $17.5^{\circ}\text{C}$  y  $13$  a  $18^{\circ}\text{C}$  respectivamente, la salinidad superficial del mar registra valores cercanos a los 34.1‰, la concentración de clorofila *a* bordea los  $0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Las fotografías submarinas del sustrato marino, presentan características que pueden atribuirse al impacto físico de artes de arrastre de fondo. Lo que concuerda con la información operacional de la flota, que muestra que la actividad se realiza preferentemente sobre la parte plana y superficial de los montes.

La reducida cantidad de especies que pudieron ser obtenidas durante las prospecciones efectuadas sobre los montes submarinos JF1 y JF2, se debió al sistema de muestreo empleado, restringido a métodos no intrusivos por los Términos Básicos de Referencia del proyecto. Lo que no permitió registrar el grado de endemismo de las especies presentes, y determinar si se está frente a un ecosistema marino vulnerable. Por lo tanto, se recomienda continuar con otros estudios de esta misma naturaleza, que entreguen resultados concluyentes con respecto a la determinación de ecosistemas marinos vulnerables.

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Montes submarinos	4
2.1.1. Características	4
2.1.1.1. Batimetría	4
2.1.1.2. Hidrología	5
2.1.1.3. Oxígeno disuelto	8
2.1.1.4. Productividad	9
2.1.2. Biodiversidad	14
2.1.2.1. Endemismo en montes submarinos	17
2.2. Ecosistemas marinos	18
2.2.1. Procesos ecológicos, resiliencia y estados alternativos	18
2.2.2. Estructura del hábitat en ecosistemas marinos	22
2.2.2.1. Rol de la estructura del hábitat en los ecosistemas marinos	22
2.2.2.2. Degradación o pérdida de la estructura del hábitat	23
2.2.3. Ecosistemas marinos vulnerables	24
2.2.3.1. Efectos perjudiciales importantes	25
2.2.3.2. Identificación de ecosistemas marinos vulnerables	26
2.2.4. Ecosistemas de montes submarinos	26
2.3. Pesquerías asociadas a montes submarinos	28
2.3.1. Pesquerías en el Pacífico Sudeste	30
2.3.1.1. Pesquería de orange roughy en Chile	31
2.3.1.2. Pesquería de Alfonsino en Chile	33
2.3.2. Efecto de la pesca sobre la biodiversidad	35
2.4. Alternativas de manejo en montes submarinos	38
2.4.1. Medidas de manejo adoptadas en Chile para pesquerías de aguas profundas	41

3. METODOLOGÍA	43
3.1. Objetivo específico 1. <b><i>Identificar geográficamente y determinar los nombres y principales dimensiones de los montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena dentro de las sub-áreas FAO 87.2 y 87.3</i></b>	43
3.1.1. Recolección y organización de la información	43
3.1.2. Generación de imágenes e importación al SIG	47
3.1.3. Remuestreo y estandarización de las imágenes	49
3.1.4. Integración de imágenes y generación de imágenes compuesta	49
3.1.5. Identificación de los montes	50
3.2. Objetivo específico 2. <b><i>Recopilar, clasificar y digitalizar la información existente sobre biodiversidad de montes submarinos asociados a la ZEE continental e insular de Chile.</i></b>	51
3.2.1. Recolección y Revisión Bibliográfica	51
3.2.2. Generación de base de datos georreferenciada y cartografía sobre diversidad en montes submarinos.	51
3.2.3. Elaboración de Documento con Publicaciones y Documentos Recopilados	53
3.3. Objetivo específico 3. <b><i>Compilar y analizar, de manera espacialmente explícita, la información disponible sobre el esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos de la ZEE de Chile en años recientes.</i></b>	54
3.3.1. Recopilación de información existente y generación de base de datos pesqueros asociados a montes submarinos.	54
3.3.2. Validación de la información pesquera asociada a los montes	54
3.3.3. Dirección e intensidad de la actividad pesquera en los montes submarinos.	58
3.3.4. Variabilidad espacial de la explotación de recursos en los montes submarinos	60
3.4. Objetivo específico 4. <b><i>Evaluar directamente (in situ) la biodiversidad bentónica y demersal de, al menos, dos de los montes identificados como prioritarios de estudiar.</i></b>	65
3.4.1. Aspectos generales	65
3.4.2. Zona de estudio	66
3.4.3. Aspectos operacionales del muestreo	67
3.4.3.1. Prospección del buque Portugal II	67
3.4.3.2. Prospección de la Isla Robinson Crusoe	67
3.4.3.3. Plan de muestreo	69
3.4.3.4. Descripción de los artes, aparejos de pesca y otros sistemas de muestreo	71
3.4.4. Muestreo fitoplanctónico	75
3.4.5. Muestreo zooplanctónico	77

3.4.6. Muestreo biológico-pesquero y registro de datos meteorológicos	79
3.5. Objetivo específico 5. <b><i>Caracterizar las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes submarinos muestreados y generar una batimetría detallada de los mismos.</i></b>	81
3.5.1. Aspectos generales	81
3.5.2. Zona de estudio	81
3.5.3. Diseño de muestreo batimétrico y de sustrato	83
3.5.4. Diseño de muestreo oceanográfico	83
3.5.5. Caracterización físico-química con información satelital	85
4. RESULTADOS	88
4.1. Objetivo específico 1. <b><i>Identificar geográficamente y determinar los nombres y principales dimensiones de los montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena dentro de las sub-áreas FAO 87.2 y 87.3</i></b>	88
4.1.1. Imágenes de batimetría	88
4.1.2. Identificación de montes submarinos	91
4.2. Objetivo específico 2. <b><i>Recopilar, clasificar y digitalizar la información existente sobre biodiversidad de montes submarinos asociados a la ZEE continental e insular de Chile.</i></b>	101
4.2.1. Recolección y Revisión Bibliográfica	101
4.2.2. Base de datos georreferenciada sobre biodiversidad de montes submarinos	101
4.2.3. Cuantificación de biodiversidad de especies encontradas en los montes submarinos de Chile	102
4.2.4. Estado del conocimiento de la biodiversidad de los montes submarinos	104
4.3. Objetivo específico 3. <b><i>Compilar y analizar, de manera espacialmente explícita, la información disponible sobre el esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos de la ZEE de Chile en años recientes.</i></b>	112
4.3.1. Validación información pesquera asociada a los montes	112
4.3.2. Dirección e intensidad de la actividad pesquera en los montes submarinos	112
4.3.3. Variabilidad espacial de la explotación de recursos en los montes submarinos	116
4.4. Objetivo específico 4. <b><i>Evaluar directamente (in situ) la biodiversidad bentónica y demersal de, al menos, dos de los montes identificados como prioritarios de estudiar.</i></b>	121
4.4.1. Aspectos operacionales de la prospección	121
4.4.2. Biodiversidad pelágica, bentónica y demersal	123
4.4.2.1. Biodiversidad fitoplanctónica	123
4.4.2.2. Biodiversidad de zooplancton	138
4.4.2.3. Biodiversidad de peces y crustáceos	148

4.4.2.4. Biodiversidad de invertebrados bentónicos	152
4.5. Objetivo específico 5. <i>Caracterizar las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes submarinos muestreados y generar una batimetría detallada de los mismos</i>	156
4.5.1. Batimetría de la zona de estudio	156
4.5.2. Tipo de sustrato en la zona de estudio	156
4.5.3. Distribución de temperatura, salinidad y densidad en la zona de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2	157
4.5.4. Distribución del contenido de oxígeno disuelto en la zona de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2.	166
4.5.5. Caracterización físico-química con información satelital	168
4.5.5.1. Circulación oceánica y altura del mar	168
4.5.5.2. Régimen de viento	170
4.5.5.3. Temperatura Superficial del Mar (TSM)	171
4.5.5.4. Salinidad superficial del mar	174
4.5.5.5. Clorofila y productividad	174
5. DISCUSIÓN	177
6. CONCLUSIONES	195
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	199
ANEXOS	217
Anexo I Imágenes en 3-D de los montes submarinos identificados en la ZEE de Chile de las distintas zonas de análisis.	218
Anexo II. Especies recolectadas en diversos estudios en los montes submarinos de la ZEE de Chile	229
Anexo III Equipo profesional y técnico	239
Anexo IV Justificación equipo de trabajo	242
Anexo V Taller de Difusión y Discusión de Resultados	243

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Principales patrones de flujo en un monte circular (círculo rojo) en el hemisferio norte: a) patrón estacionario dipolo para una afluencia constante débil, b) columna de Taylor para la afluencia constante fuerte, c) patrón rotativo dipolo como respuesta transitoria para un periodo forzante, d) tiempo-medio del flujo rectificado debido a las ondas atrapadas por el monte	6
Figura 2. Patrón idealizado del flujo sobre el monte, con flujo radial exterior en el borde del monte, disminuyendo en magnitud con la altura, y un flujo de vuelta lento hacia la región de la cumbre y el downwelling asociado	10
Figura 3. Diagrama que representa cómo las migraciones del plancton provocan un atrapamiento de éste	11
Figura 4. Modelos del reclutamiento de las poblaciones de especies que viven en los montes	12
Figura 5. Imagen tridimensional de un monte submarino	27
Figura 6. Diagrama esquemático del ecosistema asociado a los montes submarinos. Los números indican los componentes y campos de estudio: 1) imágenes satelitales de temperatura, color del mar y corrientes; 2) producción primaria; 3) interacción entre CDP y topografía del fondo; 4) pesquerías; 5) oceanografía; 6) interacción CMB y topografía; 7) dinámica de CMB y comunidad béntica	28
Figura 7. Cuotas de captura, captura estimada y desembarques informados durante toda la pesquería de orange roughy, entre 1999 y 2005	32
Figura. 8 Desembarques (ton) anuales de alfonsino por la flota nacional, 1997-11 noviembre 2005 (a partir de Anuarios Estadísticos de Pesca e información preliminar de Sernapesca)	34
Figura 9. Zonas de manejo vertical en la Zona de Reserva Marina de Tasmania	41
Figura 10: Enfoque metodológico Objetivo 1	43
Figura 11. Imagen batimétrica ETOPO2v2	44
Figura 12. Localización de montes submarinos potenciales (puntos negros) estimados por Kitchingman & Lai (2004). Los círculos indican los montes fuera de la ZEE y los triángulos los que están dentro de la ZEE y de los cuales se tiene información de biodiversidad marina	45
Figura 13. Contornos batimétricos y curvas de nivel terrestre cada 500 m. de (1) Isla San Felix y San Ambrosio y (2) Isla Juan Fernández.	46
Figura 14. Variograma experimental y modelo ajustado	48
Figura 15. Localización de Montes submarinos (cuadrados azules) con información de biodiversidad en SeamountOnline superpuestos sobre batimetría del Pacífico Sur Oriental, incluyendo las Islas Oceánicas de Chile. Los contornos batimétricos señalan desde afuera hacia dentro las profundidades entre 3500 a 1000 m de profundidad con un	52

intervalo de 200 m (Smith & Sandwell, 1997). En círculos rojos se indica ZEE.

- Figura 16. Cartas batimétricas correspondiente a los montes submarinos JF1, JF2, JF3, JF4, JF5 y JF6 provenientes de los cruceros de investigación desarrollados por el IFOP. La línea roja corresponde al veril de los 900 metros de profundidad y a los margenes geométricos definidos por los datos batimétricos, además se muestra (+) la posición media de los lances de pesca. 57
- Figura 17. Gráfico de frecuencia de las direcciones angulares (grados) calculadas para los lances comerciales durante el periodo analizado. Las direcciones en los ejes, 0 = este, 90 = norte, 180 = oeste y 270 = sur. 59
- Figura 18. Biomasa estimada orange roughy en los montes submarinos de Juan Fernández (JF1 – JF4), la principal zona de pesca de este recurso en Chile 65
- Figura 19. Zona de estudio en recuadro; montes submarinos ubicados 15 y 50 mn al este de la Isla Robinson Crusoe 67
- Figura 20. a) Buque Portugal II utilizado en la primera prospección, b) bote N°58 “Cumberland” y c) L/M “Alborada”, usados en la segunda prospección desde la Isla Robinson Crusoe 68
- Figura 21. Mapa batimétrico de los montes submarinos prospectados. Cada unidad de la grilla equivale a una distancia aproximada de 3 mn. a) monte Juan Fernández 1 y b) Juan Fernández 2. 69
- Figura 22. Espineles verticales usados por los pescadores en la Isla Robinson Crusoe, adaptados para operar desde la embarcación industrial Portugal II 72
- Figura 23. a) Trampas troncocónicas modelo Viking Sur utilizadas desde el B/C Portugal II y b) trampas cangrejeras caladas con el bote N°58 “Cumberland” y la L/M “Alborada”. 73
- Figura 24. Rastra modelo Diego Zelaya, utilizada para el muestreo de organismos sésiles 74
- Figura 25. a) Carcaza para la cámara y flash, b) estructura de sustentación de la carcaza 74
- Figura 26. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo fito y zooplanctónico en los montes submarinos: a) Juan Fernández 1 (JF1), b) Juan Fernández 2 (JF2). 76
- Figura 27. Levantamiento batimétrico y estaciones oceanográficas (cuadrados rojos) realizadas sobre el monte submarino Juan Fernández 1. 82
- Figura 28. Levantamiento batimétrico y estaciones oceanográficas (puntos rojos) realizadas sobre el monte submarino Juan Fernández 2 82
- Figura 29. Imágenes de batimetría para las zonas de análisis: a) norte, b) centro, c) sur, d) sur austral, e) Isla San Félix, f) Juan Fernández y g) Isla de Pascua. 89
- Figura 30. Ejemplo de las imágenes usadas en la identificación de montes submarinos para cada zona de análisis: a) batimetría, b) desviación estándar con un filtro 5\*5, c) hillshading analítico y d) peaks identificados. 92
- Figura 31. Localización y nombre asignado a los montes submarinos identificados en las ZEE de cada zona de análisis: a) norte, b) centro, c) sur, d) sur austral, e) Isla San Félix, f) Juan Fernández y g) Isla de Pascua 94

Figura 32. Número de montes submarinos identificados por zona de análisis	98
Figura 33. Área superficial (mn <sup>2</sup> ) promedio de los montes identificados por zona de análisis	99
Figura 34. Profundidad promedio de cima y máxima (base) de los montes submarinos identificados por zona de análisis.	100
Figura 35. Zonas cubiertas por el Programa CIMAR	108
Figura 36. Gráfico angular que muestra la distancia arrastrada en kilómetros y la dirección del lance de pesca en grados para los seis montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández. Cada punto (+) representa un único lance de pesca	114
Figura 37. Series temporales de la distancia arrastrada y la CPUE acumulada	115
Figura 38. Gráfico de la semivarianza para todos los pares individuales en el análisis de autocorrelación	117
Figura 39. Variogramas empíricos y direccionales para los 0°, 45°, 90° y 135°	118
Figura 40. Modelo esférico teórico y ajustado para el variograma de las tasas de captura en el monte submarino JF2	119
Figura 41. Mapa de la distribución de las tasa de captura para el monte submarino JF2 mediante técnica de estimación espacial kriging puntual ordinario	120
Figura 42. Taxa totales integradas a 50 m, correspondiente a 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007	124
Figura 43. Abundancia relativa de los taxones encontrados en los estratos de 0 y 50 m de profundidad en las 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007.	128
Figura 44. Principales taxa de la clase Bacillariophyceae cuantificadas en los estratos de 0 y 50 m en 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007	129
Figura 45. Principales taxa de la clase Cilliatea cuantificadas en los estratos de 0 y 50 m en 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007	130
Figura 46. Principales taxa de la clase Dinophyceae cuantificadas en los estratos de 0 y 50 m en 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007	131
Figura 47. Distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio	138
Figura 48. Distribución y abundancia de zooplancton en el área de estudio	143
Figura 49. Distribución vertical de los grupos zooplanctónicos en los estratos superficial (0-100 m) y profundo (100 m-fondo)	145
Figura 50. Composición porcentual de los grupos zooplanctónicos dominantes (excluyendo a los copépodos) en las estaciones de muestreo	147
Figura 51. Índice de diversidad por estación en los montes submarinos Juan Fernández 1 y Juan Fernández 2. a) Diversidad por taxa, b) Diversidad por géneros y/o especies	148
Figura 52. Especies de peces y crustáceos capturadas en las prospecciones realizadas en los montes submarinos de Juan Fernández; a) tiburón azulejo, b) chancharro, c) congrio de profundidad, d) sierra, e) cangrejo dorado y f) centolla de Juan Fernández	149

Figura 53. Histogramas de frecuencia de longitud de las especies de peces y crustáceos; a) tiburón azulejo, b) chancharro; c) congrio de profundidad, d) cangrejo dorado y e) centolla de Juan Fernández	152
Figura 54. Muestras de invertebrados bentónicos obtenidas con rastra en los montes submarinos de Juan Fernández	154
Figura. 55. Imágenes del fondo marino en la zona de estudio. Cada fotografía tiene dimensiones de 3.456 x 2.304 pixeles	157
Figura 56. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 1, JF1	158
Figura 57. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 2, JF1	159
Figura 58. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 3, JF1	160
Figura 59. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 4, JF1.	161
Figura 60. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 6, JF2	162
Figura 61. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 7, JF2	163
Figura 62. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 8, JF2	164
Figura 63. Diagrama T-S para estaciones del monte JF1	165
Figura 64. Diagrama T-S para estaciones del monte JF2	165
Figura 65. Distribución vertical de oxígeno disuelto en las estaciones 1 a 4, monte JF1	166
Figura 66. Distribución vertical de oxígeno disuelto en las estaciones 5 a 8, monte JF2	167
Figura 67. Anomalía de la altura superficial del mar y corrientes geostróficas en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007	169
Figura 68. Magnitud y dirección de vientos superficiales del mar en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007	171
Figura 69. Promedio de las anomalías de la temperatura superficial del mar para el periodo de: a) 8 julio – 4 agosto 2007 y b) 9 de diciembre 2007 – 5 de enero 2008. Las anomalías de la TSM son calculadas respecto a la media del periodo base 1971-2000	172
Figura 70. Temperatura superficial del mar en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007	173
Figura 71. Salinidad superficial del mar en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio y b) 3 de diciembre de 2007	174
Figura 72. Concentración de clorofila <i>a</i> en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007. En rojo área donde se extrae perfil temporal	175
Figura 73. Perfil temporal de la concentración de clorofila <i>a</i> promedio extraído en el área mostrada en Figura 65	176

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones y medidas de la biodiversidad marina.	15
Tabla 2. Nombre y localización de montes submarinos contenidos en base datos de biodiversidad SeamountOnline	39
Tabla 3. Nombre y localización de montes submarinos contenidos en base de datos de biodiversidad SeamountOnline	
Tabla 4. Información de biodiversidad disponible para el monte submarino Nazca 7	53
Tabla 5. Principales montes submarinos evaluados en el Archipiélago de Juan Fernández	41
Tabla 6. Ubicación geográfica, tipo de red, estrato de muestreo y volumen filtrado por la red en las diferentes estaciones de muestreo zooplanctónico	78
Tabla 7. Posición geográfica de las estaciones	84
Tabla 8. Montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena y agrupados por zona. Se indica zona y nombre del monte submarino, sigla o abreviación, posición geográfica (cima del monte), área superficial, profundidad donde se ubica la cima del monte y profundidad máxima o base del monte.	96
Tabla 9. Número de especies recolectadas en diversos estudios en los montes submarinos	102
Tabla 10. Proyectos FIP que tienen como especies de estudio alfonsino y orange roughy.	105
Tabla 11. Resultados de las prueba estadística entre las direcciones observadas y las direcciones remuestreadas por medio de bootstrapping	113
Tabla 12. Detalle de los seis montes submarinos con sus índices relativos de pesca (IRP), nombre del monte, latitud y longitud media, área estimada, esfuerzo estimado de la distancia total arrastrada y el número de lances para cada dirección (N = norte; S = sur; E = este y O = oeste).	116
Tabla 13. Valores estimados para el variograma por año	119
Tabla 14. Esfuerzo de muestreo desplegado sobre los montes submarinos de Juan Fernández.	122
Tabla 15. Detalle del tiempo de reposo o arrastre por estrato de los sistemas de muestreo desplegados sobre los montes submarinos de Juan Fernández	123
Tabla 16. Abundancia de nano-microplancton (células/L o cél/L) sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del 2007	125
Tabla 17. Composición, abundancia relativa total, abundancias promedio (ind·1.000 m <sup>-3</sup> ), porcentaje y porcentaje sin copépodos de zooplancton colectado en las estaciones ubicadas en los montes submarinos Juan Fernández 1 y Juan Fernández 2	139
Tabla 18. Clasificación taxonómica de las especies capturadas con artes y aparejos de pesca	149
Tabla 19. Detalle de la captura por monte submarino y arte o aparejo de pesca	150

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de longitud de las especies capturadas con espineles y trampas	151
Tabla 21. Listado preliminar de especies de invertebrados recolectados con rastra	153
Tabla 22. Muestras recolectadas, especialistas y nivel de identificación	155

---

## 1. INTRODUCCION

Existe una creciente preocupación mundial, a nivel de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, por los efectos de las actividades antropogénicas sobre el medio marino, incluyendo los efectos de la pesca sobre ecosistemas vulnerables como se estima sería el caso de los montes submarinos. Es así como la Resolución 59/25 de la Asamblea General de Naciones Unidas, ha instado a nuestro país a emprender acciones de investigación y, de ser necesario, a implementar normas de protección de los ecosistemas vulnerables de alta mar, entre ellos los montes submarinos. Consistente con lo anterior, la Organización Regional de Pesca (ORP) del Pacífico Sur (Australia, Nueva Zelanda, Chile) ha comprometido ya sus esfuerzos por una administración sustentable, basada en el conocimiento de los recursos pesqueros de alta mar, que en su mayoría se distribuyen sobre montes submarinos.

Los montes submarinos concitan particular interés ecológico y biogeográfico dado su alto nivel de endemismo y las particularidades formas zoológicas en ellos presente. Estudios recientes han estimado que el endemismo en montes de Tasmania, Nueva Caledonia y Chile alcanzaría a un 30-40% de las especies presentes (Parin *et al.*, 1997; de Forges *et al.*, 2000; Koslow *et al.* 2001). Dentro de los posibles roles relevantes propuestos para los montes submarinos, se ha destacado el constituir centros de especiación, proveer refugio a poblaciones relictas y protección o alimento a especies altamente migratorias (Hubbs, 1959).

La información mundial sobre biodiversidad y ecología de montes submarinos es limitada, especialmente para aquellos cuya profundidad es mayor a 300 m (Tracey *et al.* 2004). Es así como, a pesar de que el número total de montes submarinos se estima en varios miles alrededor del mundo, no más de 200 han sido muestreados biológicamente. Este mayor conocimiento ha estado a menudo asociado al muestreo de la captura incidental de especies asociadas a la explotación comercial de recursos pesqueros, tales como orange roughy (*Hoplosthetus atlanticus*), merluza de cola (*Macruronus* spp), oreos (*Oreosomatidae*), cascajos (*Sebastes* spp.) y otros (Probert *et al.*, 1997).

Como resultado de la falta de conocimiento científico, de la fragilidad del hábitat y de la

---

vulnerabilidad biológica atribuida a la mayoría de las especies presentes, se ha cuestionado la sustentabilidad de la actividad pesquera en estas áreas (Koslow *et al.* 2000). La fragilidad del hábitat estaría asociada al lento proceso de formación de bio-estructuras (corales), proceso que en muchos casos supera los 100 años (Rogers, 1999), el alto nivel de endemismo observado en ellas y la muy lenta dinámica poblacional que caracteriza a la mayoría de las especies estudiadas.

En el cuadro descrito, Chile presenta un notable déficit de información respecto de sus contrapartes regionales y globales, limitada en gran medida a estudios de oportunidad, (Sepúlveda & Pequeño 1985; Lillo *et al.* 1989; Arana & Vega 2000; Meléndez & Kong 2000; Pequeño & Lamilla 2000, Pequeño & Sáez 2000; Niklitschek *et al.* 2006). Este déficit incluye elementos tan básicos como la identificación, definición de ubicación geográfica y estandarización de los diferentes nombres asignados a un número aún no determinado de montes submarinos presentes en la zona económica exclusiva de Chile (ZEE). En efecto, como resultado de la influencia de las dorsales del Pacífico y de Chile, esta ZEE presenta una importante cantidad de islas y montes submarinos de origen volcánico ordenados a lo largo de dos alineamientos principales: i) Isla de Pascua-San Ambrosio, en un cordón que posee unos 200 km de largo e incluye las islas Salas y Gómez, San Félix y un gran número de montes submarinos intercalados; y ii) Alejandro Shelkirk- Bajo O'Higgins, que se extiende por más de 400 km y que incluye las islas del Archipiélago de Juan Fernández y al menos 8 montes submarinos mayores. A estos ejes se suma una serie de montes más costeros, asociados a elevaciones presentes a lo largo del talud continental.

Uno de los objetivos del actual enfoque internacional de conservación de la biodiversidad marina es la identificación y protección de áreas discretas, definidas a partir de la representatividad de los ecosistemas presentes en ellas y/o de su rol como hábitat esencial para la conservación de especies vulnerables o amenazadas. De este modo, la demanda internacional por identificar y priorizar posibles áreas marinas protegidas en los montes submarinos chilenos requiere de un mínimo conocimiento de la estructura y singularidad de las comunidades allí presentes, y del rol que cumplen esas áreas en el ciclo de vida de especies identificadas como sujetos especiales de conservación. De otro modo, se corre el serio riesgo

---

de tomar decisiones apresuradas que tengan el doble costo de afectar actividades productivas sin lograr los objetivos de conservación esperados.

La magnitud del conocimiento requerido para la adecuada conservación de la biodiversidad en los montes submarinos chilenos es enorme y el presente proyecto representa apenas un primer paso, orientado a incrementar la información disponible para aquellas áreas actualmente impactadas por la actividad pesquera, en las cuales se cuenta con un grado relativamente mayor de información y donde se considera prioritario tomar decisiones de conservación en el mediano plazo.

### **OBJETIVO GENERAL**

Recopilar, sistematizar e incrementar el conocimiento existente sobre la distribución geográfica, biodiversidad e impacto pesquero, de los montes submarinos de la zona económica exclusiva de Chile.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Identificar geográficamente y determinar los nombres y principales dimensiones de los montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena, dentro de las sub-áreas FAO 87.2 y 87.3.
2. Recopilar, clasificar y digitalizar la información existente sobre biodiversidad de montes submarinos asociados a la ZEE continental e insular de Chile.
3. Compilar y analizar, de manera espacialmente explícita, la información disponible sobre el esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos de la ZEE de Chile en años recientes.
4. Evaluar directamente (*in situ*) la biodiversidad bentónica y demersal de, al menos, dos de los montes identificados como prioritarios de estudiar.
5. Caracterizar las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes submarinos muestreados y generar una batimetría detallada de los mismos.

---

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. Montes submarinos

El término “monte” es referido a montañas submarinas aisladas, excluyendo a largas cadenas de colinas y grandes lomas. La gran variabilidad en topografía, fisiografía, profundidad y posición que presentan, determinan la estructura de los procesos ecológicos de la comunidad local. Sin embargo, aparentemente existen patrones comunes. Las dos tendencias más significativas son: (1) Muchos montes albergan agregaciones residentes de peces demersales y micronecton; (2) en aguas oceánicas, la migración del plancton generalmente se reduce en zonas cercanas e intermedias de los montes (Genin, 2004).

Los montes submarinos representan islas biológicas en las profundidades de los océanos y frecuentemente presentan faunas características que son bastante diferentes de los hábitat de sedimento fino y abisales cercanos (Moore *et al.*, 2003).

#### 2.1.1. Características generales

##### 2.1.1.1. Batimetría

Los montes submarinos alzan desde el fondo hasta debajo del nivel del mar. Generalmente los montes son de origen volcánico y se encuentran situados sobre *hotspots*. Al separarse el fondo de los *hotspots*, debido a los movimientos tectónicos de las placas, los montes forman largas cadenas o agrupaciones. Una definición extensa de monte submarino dice que este debe alcanzar una altura de 1.000 m o más desde el fondo del mar. La forma de estos es un factor importante, y es un factor importante para su identificación. La mayoría de los montes presentan una forma circular o elíptica (Kitchingman & Lai, 2004).

Las bases de datos que contienen información de la posición de montes submarinos, son escasas y sólo de algunas zonas. Por lo que sólo una pequeña fracción de estos ha sido mapeado batimétricamente. Generalmente las bases de datos más detalladas pertenecen a departamentos

---

gubernamentales y no se encuentran disponibles al público. El proyecto *Sea Around Us Project* (<http://www.searoundus.org>) conduce un análisis global con el propósito de generar una base de datos espacial de puntos a través de los océanos que indiquen anomalías batimétricas que alcancen una alta probabilidad de ser montes submarinos (Kitchingman & Lai. 2004).

### 2.1.1.2. Hidrología

La dinámica alrededor de los montes es un sistema altamente complejo de interacciones que depende de muchos procesos y características de éstos. La influencia de la estructura del monte depende de diversas variables topográficas - altura y extensión, profundidad de la cumbre, localización geográfica del monte (latitud y distancia a la plataforma continental) y pendiente. Además, hay muchos procesos físicos - la estratificación, flujos de campos lejanos (flujo estable o variable dirección/fuerza) así como procesos biológicos. Por lo que es difícil clasificar a los montes, ya que cada uno requiere una clasificación individual en cuanto a los procesos que ocurren en él. Las características oceanográficas de los montes pueden variar en términos de sus escalas espaciales, su grado de persistencia o repetición, los mecanismos forzantes, y sus impactos biológicos. (White & Mohn, 2002; Trasviña-Castro *et al.*, 2003; Palacios *et al.*, 2006).

Algunos principios básicos se aplican, sin embargo. Por ejemplo, los patrones básicos de flujo son controlados por dos procesos básicos (White & Mohn, 2002; Mohn & Beckmann, 2003) (Fig. 1):

- La rectificación y la amplificación de movimientos de marea, que conducen a la generación de onda internas, ondas atrapadas, flujos rectificados y un sistema de células cerradas de circulación.
- Los procesos de la columna de Taylor para los flujos constantes que afectan en estas características topográficas. Éstos incluyen las desviaciones de corrientes a gran escala, implicando generalmente una cadena de montes, que producen los jets y remolinos. Los

remolinos pueden interactuar con un monte, causando intercambios de agua, sacando el agua que estaba en el monte, o up/downwelling transitorios en los lados del monte.

El grado con que cualquiera de los dos procesos dominará se puede deducir de modelos, pero los modelos no siempre tienen éxito en predecir el grado de amplificación de la marea y la velocidad media del flujo que han sido medidos en diferentes montes.

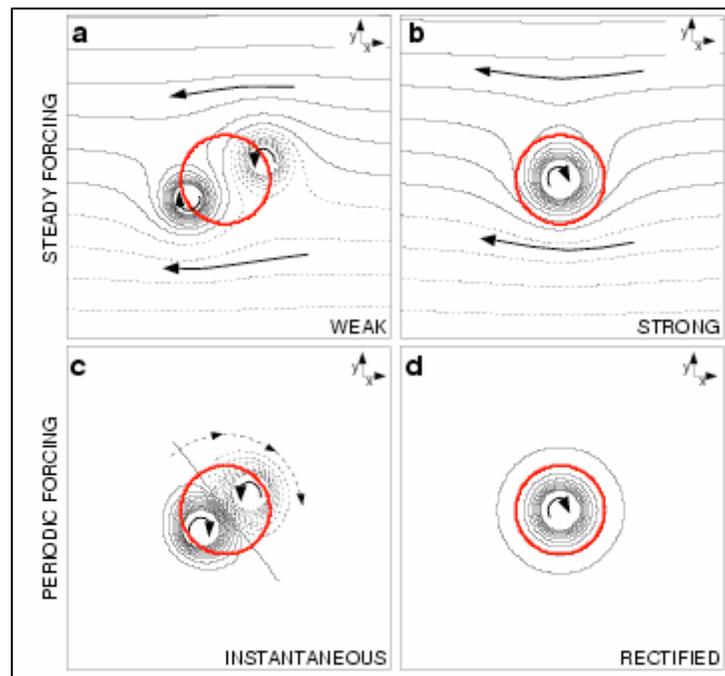


Figura 1. Principales patrones de flujo en un monte circular (círculo rojo) en el hemisferio norte: a) patrón estacionario dipolo para una afluencia constante débil, b) columna de Taylor para la afluencia constante fuerte, c) patrón rotativo dipolo como respuesta transitoria para un periodo forzante, d) tiempo-medio del flujo rectificadido debido a las ondas atrapadas por el monte (White & Mohn, 2002)

### *Hidrología en la Cordillera de Nazca y Sala y Gómez*

La Cordillera Sala y Gómez y el área transicional Nazca/Sala y Gómez están localizadas en el giro anticiclónico del Pacífico Sur Subtropical, formado por la Corriente del Pacífico Sur que va hacia el este, la Corriente del Perú que va hacia el norte y la Corriente Sur Ecuatorial que va hacia el oeste. El área influenciada por la Corriente del Pacífico Sur y la Corriente Sur

---

Ecuatorial es dividida por la Convergencia Sur Subtropical, que esta situada al sur de la Cordillera Sala y Gómez, aproximadamente a lo largo de 30°S. La parte que va hacia el este de la cadena de montes es influenciada por la rama oceánica de la Corriente del Perú y Contracorriente del Perú entre el océano y la rama costera de la Corriente del Perú. La Contracorriente del Perú es continuación de la Corriente submarina Ecuatorial que se extiende hacia el sur aproximadamente a lo largo de los 80°W (Parin *et al.*, 1997).

El frente Sur Tropical se encuentra a lo largo del límite de la Corriente Sur Ecuatorial y el límite oeste de la Corriente del Perú y cruza la parte norte de la Cordillera de Nazca. Las condiciones hidrológicas sobre los montes pueden cambiar mucho en contacto con eventos de El Niño Oscilación del Sur (ENSO) (Parin *et al.*, 1997). Por otra parte, la circulación casi-estacionaria de a columna de Taylor ha sido reportada en algunos montes poco profundos de esta zona (Parin *et al.*, 1997).

### ***Hidrología en el cordón de Juan Fernández***

La circulación oceánica existente entre Valparaíso y el Archipiélago de Juan Fernández, está constituida por un sistema de corrientes que fluyen paralelas a la costa y generalmente son anchas, poco profundas, de baja velocidad y transporte de volumen, propias de las corrientes fronteras orientales de los océanos (Arana *et al.*, 1976).

En la región oriental del Archipiélago es posible determinar la existencia de dos flujos de agua en dirección opuesta. Uno de ellos fluye hacia el sur, desplazándose entre los 78°W y 80°W, y que correspondería a la contracorriente oceánica del Perú. Esto se caracteriza por tener velocidades comprendidas entre 6 y 8 cm/seg, cuyo núcleo se sitúa a niveles subsuperficiales tanto en invierno como verano, época en que afecta notablemente las aguas superficiales de las islas. Transporta hacia las latitudes mayores un volumen de agua aproximadamente 3 Sv entre 0 y 1200 m. Cabe señalar que Sv (Sverdrup) equivale a  $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$  (Arana *et al.*, 1976).

En el límite oriental de esta corriente, y más cercano al continente, se observa la existencia de un fuerte flujo hacia el norte que se desplaza entre los 75°W y 78°W, el que ha sido

---

identificado como la rama oceánica de la corriente de Humboldt, el cual presenta fluctuaciones estacionales en su intensidad, con velocidades comprendidas entre 11 y 27 cm/s, y en un transporte que varía desde 5,6 Sv en verano hasta 10 Sv en invierno (Arana *et al.* 1976).

Por último, al oeste del Archipiélago, más allá de los 81°W la información para esas aguas es limitada, describiendo una corriente con dirección norte, que es de baja velocidad y transporta poco volumen (Arana *et al.* 1976).

### **2.1.1.3. Oxígeno disuelto**

La tendencia general del oxígeno disuelto a través del monte es que aguas del flujo hacia arriba tiene niveles menores de oxígeno disuelto que las aguas flujo hacia abajo y sobre el monte, que son aproximadamente similares. Se proponen dos explicaciones para esta tendencia del oxígeno disuelto. La primera explicación es que hay una productividad primaria diferente sobre y abajo del monte. Las mayores tasas de productividad primaria se pueden alcanzar con una biomasa pequeña de productores primarios con baja tasa de movimiento. Por lo tanto, el fitoplancton sobre el monte que esta potencialmente siendo comido por el zooplancton cercano, tendría altas tasas de productividad, mientras que el fitoplancton flujo hacia abajo podría tener una mayor biomasa, pero su tasa de productividad es menor (Kelso, 2005).

Una segunda explicación de mayores niveles de oxígeno en los flujos descendientes es porque sobre el monte se produce mayor fotosíntesis. Sin embargo, las zonas de flujo descendiente y sobre el monte podrían tener niveles similares de oxígeno si la zona flujo abajo tiene mayores niveles de zooplancton que realicen respiración aeróbica y utilicen el oxígeno presente en el agua (Kelso, 2005).

La capa mínima de oxígeno parece ser un factor importante que influencia la distribución vertical de los diferentes taxos de zooplancton bajo la termoclina. La menor abundancia y biomasa en mediagua son evidencia que las bajas concentraciones de oxígeno excluyen a la

---

mayoría del zooplancton. El zooplancton es más abundante bajo la interfaz de la zona mínima de oxígeno que sobre esta capa (Saltzman & Wishner, 1997).

### *Oxígeno disuelto en la cordillera de Nazca y Sala y Gómez*

La capa mínima de oxígeno se encuentra asociada a capa de agua Tropical Intermedia y se localiza a 250-300 m o 250-350 m sobre la zona sur y central de la Cordillera de Nazca y a 150-100 en la parte norte, con un rango de concentración de 0,15 – 0,20 ml O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>. Aguas con menores concentraciones de oxígeno ocupan de vez en cuando la capa cercana al fondo en las cumbres de algunos montes, mientras que las cumbres más profundas se encuentran en la capa de mínimo oxígeno (Parin *et al.*, 1997).

La Contracorriente de Perú determina la extensión de las aguas deficientes en oxígeno en el área sobre la cordillera de Nazca. Cambios en la fuerza de advección de las aguas tropicales intermedias bajo la influencia de esta contracorriente, puede causar grandes cambios en las concentraciones de oxígeno, en las aguas que se extienden cerca del fondo en las cumbres de los montes; por ejemplo valores de 0,14 a 0,90 ml l<sup>-1</sup> se observaron en un monte (Parin *et al.*, 1997). Las concentraciones de oxígeno sobre la cumbre de los montes pueden cambiar mucho en contacto con eventos de El Niño Oscilación del Sur (ENSO). Las aguas en el área de la Cordillera de Sala y Gómez se encuentran bien oxigenadas (Parin *et al.*, 1997).

#### **2.1.1.4. Productividad**

Los estudios de comunidades pelágicas sobre montes revelan diferencias cualitativas y cuantitativas comparadas con el agua circundante. Esto se debe a los efectos de la dinámica física en los procesos biogeoquímicos. La opinión más común sugiere que los productores primarios son advechados del monte inicialmente por surgencias y luego son atrapados por la columna de Taylor. Estas surgencias son las que levantan nutrientes a la superficie del monte, tales como nitratos y fosfatos, que son críticos para el crecimiento del fitoplancton. Otra explicación es que la producción primaria se debe al creciente flujo de material orgánico suspendido en los montes dada la abrupta topografía que amplifica el excedente inferior de los

flujos, eso podría sostener altas densidades locales de organismos zooplanctónicos y peces bentónicos. Estudios de modelos han demostrado que la retención de material sobre el monte, depende significativamente de como las corrientes pueden cambiar su fuerza y dirección así como la posición inicial de las partículas pertenecientes al monte (White & Mohn, 2002; Gubbay, 2003; Coehlo & Santos, 2003; Schwartz, 2005; Kiriakoulakis & Wolf, 2005) (Fig. 2).

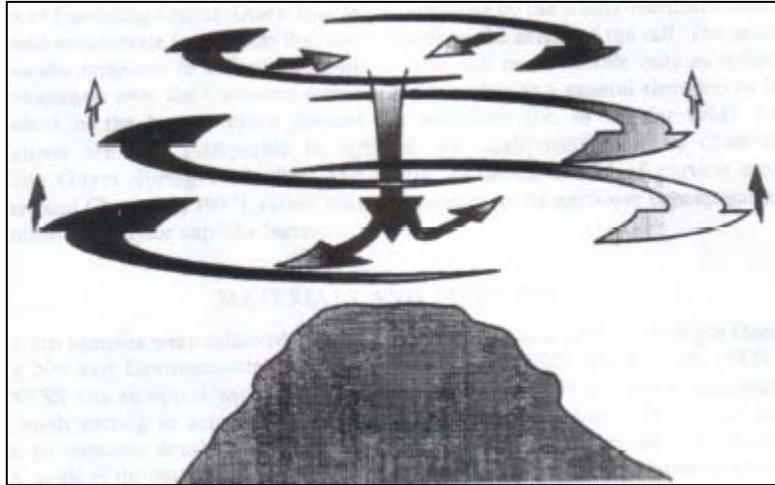


Figura 2. Patrón idealizado del flujo sobre el monte, con flujo radial exterior en el borde del monte, disminuyendo en magnitud con la altura, y un flujo de vuelta lento hacia la región de la cumbre y el downwelling asociado (White & Mohn, 2002)

Otros efectos de la advección, combinados con procesos biológicos tales como migración vertical y depredación, son también altamente significativos en los montes. La retención de la producción primaria sobre los montes es importante para la transferencia de energía a niveles tróficos más altos y la diferencia entre los dos puede ser resuelto con escalas de tiempo mayores (White & Mohn, 2002; Genin, 2004; Kiriakoulakis & Wolf, 2005).

Acumulaciones diarias ocurren sobre este tipo de topografías cuando éstas bloquean el descenso migratorio del zooplancton de aguas intermedias y profundas (Fig. 3). Existen otros mecanismos de respuesta a las corrientes verticales durante la migración nictimeral del zooplancton, que son utilizadas para mantenerse en una profundidad determinada. Otro mecanismo se relaciona con la amplificación de las corrientes en topografías abruptas, ya que fuertes corrientes aumentan el crecimiento de la población de los animales residentes ya que aumentan el flujo de alimento suspendido (Genin, 2004).

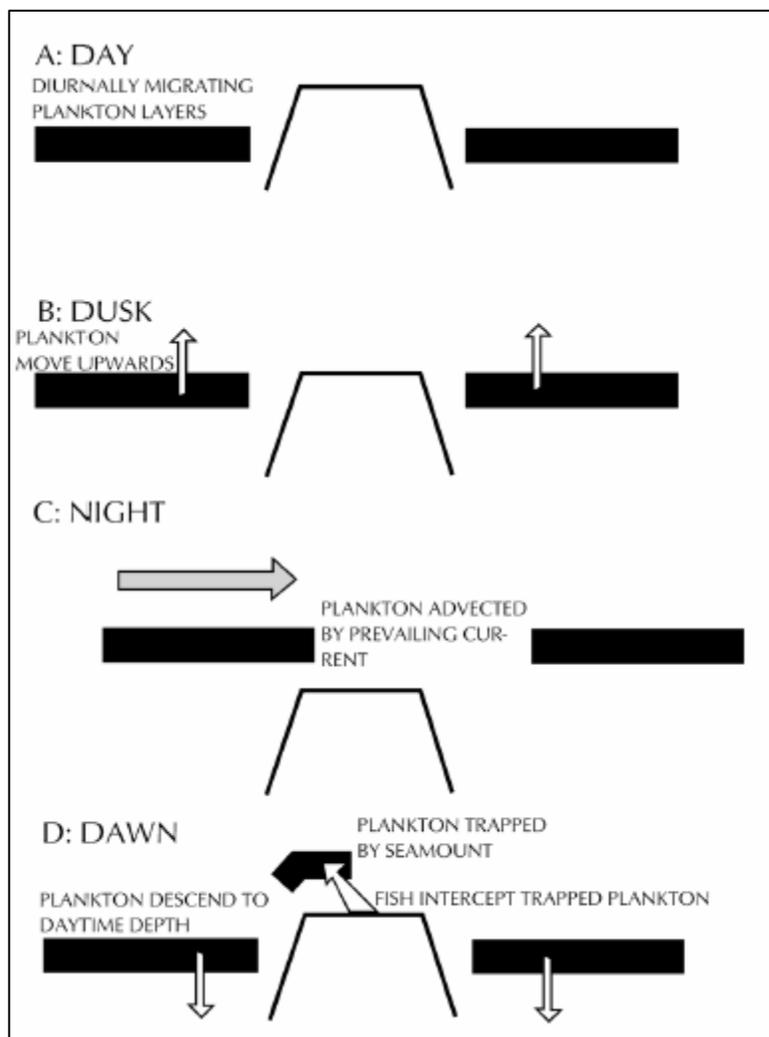


Figura 3. Diagrama que representa cómo las migraciones del plancton provocan un entrapamiento de éste (Gubbay, 2003).

La gran biomasa de organismos planctónicos sobre los montes constituye una base importante para la dieta de los predadores, calamares, tiburones, rayas, atún y pez espada. Los cetáceos pequeños y grandes, y las tortugas también se agregan en estas características hidrográficas biológico productivas (Gubbay, 2003).

Estas características pueden ser importantes en términos de óptima localización para el desove sobre características topográficas y su resultante retención o advección lejana. Se sugiere que la trampa de agua con ayuda de la topografía rectifica la corriente, lo que conserva larvas

alrededor de los montes, provocando un reclutamiento béntico adicional, por lo menos en algunas zonas. Este mecanismo puede también aumentar los flujos hacia abajo de partículas de materia orgánica de alta calidad a las comunidades bénticas sobre el centro del monte (Fig 4) (White & Mohn, 2002; Kiriakoulakis & Wolf, 2005).

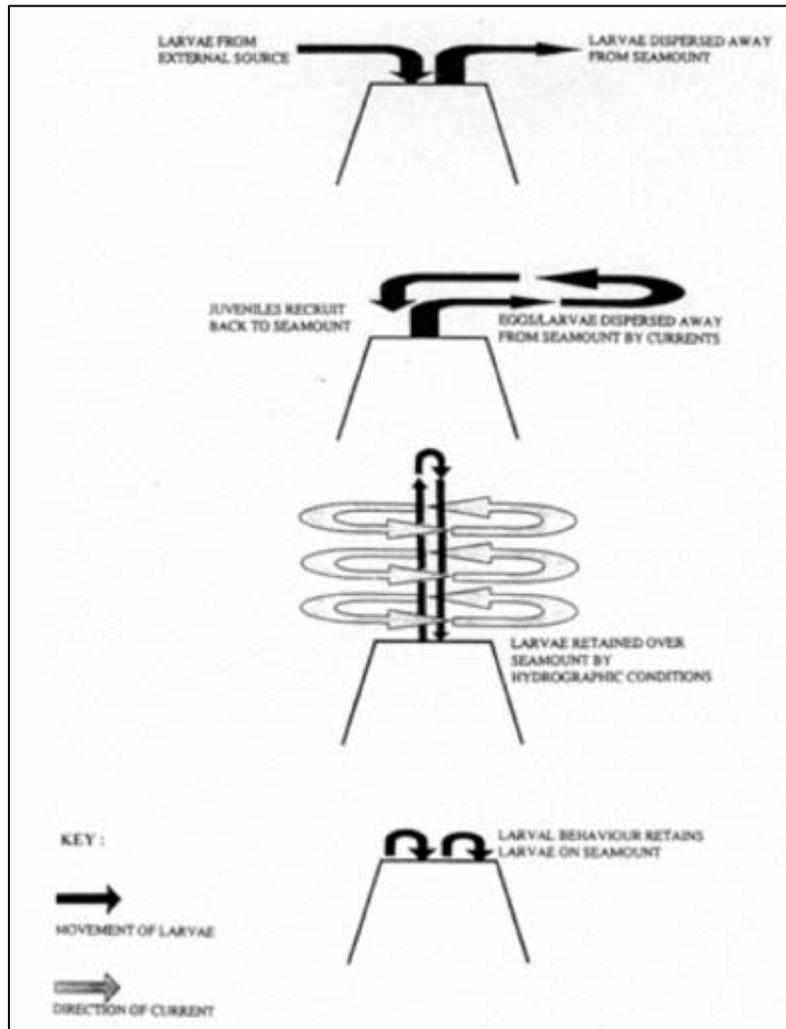


Figura 4. Modelos del reclutamiento de las poblaciones de especies que viven en los montes (Gubbay, 2003).

El acoplamiento de la fauna béntica a menudo refleja la productividad primaria superficial, así, en teoría, la exploración del bentos del monte y los alrededores podían señalar los efectos potenciales del monte en la productividad primaria (Kiriakoulakis & Wolf, 2005).

---

***Productividad en la cordillera de Nazca y Sala y Gómez***

En las áreas de la Cordillera de Nazca y Sala y Gómez, la biomasa planctónica es mayor inmediatamente sobre las pendientes situadas al oeste de los montes, probablemente debido a las surgencias locales. Sobre la Cordillera Sala y Gómez, la biomasa mesoplanctónica decrece hacia el este, y sobre la cordillera de Nazca decrece hacia el noreste. Los valores máximos se encuentran en la parte central, donde existen grandes concentraciones de salpas. La posición donde los valores de biomasa de macro y mesoplancton se eleva, coincide en ambas cordilleras (Parin *et al.*, 1997).

En la Cordillera de Nazca, una sección es cruzada por un frente hidrológico con cambios de temperatura de 0,5°C por 2 millas náuticas. Las aguas de ambos lados de este frente son oligotróficas, de baja productividad (la productividad primaria no es mayor a 0,1 Cm<sup>-2</sup>día<sup>-1</sup>) y el zooplancton presenta la misma tendencia. Pero la composición de ictioplancton de las aguas cálidas y frías de los lados de la zona frontal es diferente. La composición de la biomasa de macroplancton en el centro de la sección es dominada por peces, eufaúsidos y camarones pequeños. La biomasa del mesoplancton es común en la zona de Agua Central pero la biomasa de macroplancton es comparativamente alta, posiblemente es resultado de la proximidad de aguas ricas de la Corriente del Perú situada al este. La biomasa de eufaúsidos y larvas de decápodos en la capa de los 0 – 300 m de profundidad (en abril – mayo de 1987) aumenta sobre la Cordillera de Nazca y disminuye cerca de la parte oeste de la Cordillera de Sala y Gómez (Parin *et al.*, 1997).

***Productividad en cordón de Juan Fernández***

Las aguas circundantes a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, presentan entre la superficie y los 90 m de profundidad, bajas cantidades de nutrientes (fosfatos, nitritos, nitratos), los que indudablemente se deberían a la acción del fitoplancton, el cual los estaría aprovechando del medio para efectuar sus procesos vitales (fotosíntesis, crecimiento, desarrollo, etc.) (Arana *et al.* 1976).

---

Sin embargo, a medida que aumenta la profundidad, sus valores experimentan un incremento gradual hasta alcanzar un máximo entre los 250 m y 500 m de profundidad. Por debajo de esta última profundidad el fosfato y nitrato presentan una leve tendencia a disminuir, aún cuando sus valores se mantienen altos. Esta disminución en el contenido de los nutrientes se encuentra en relación inversa a las concentraciones de oxígeno presentes (Arana *et al.* 1976).

Con respecto a la productividad primaria superficial de esta agua, se ha visto que en las regiones más adyacentes a la costa de las islas, hay una menor capacidad fotosintética que en las zonas más alejadas de ella. Lo cual está indicando una menor cantidad de organismos fitoplanctónicos en las aguas superficiales más cercanas a la costa. No obstante, estas poblaciones por sus índices de diversidad, serían más maduras y estables que aquellas de aguas oceánicas. Esto es muchísimo más evidente en la parte sur de la isla Robinson Crusoe. Pese a esto, en este mismo sector es posible encontrar cantidades apreciables de fitoplancton, principalmente entre los 20 m y 30 m de profundidad (Arana *et al.* 1976).

### **2.1.2. Biodiversidad**

Según la convención de la biodiversidad ([www.biodiv.org](http://www.biodiv.org)), ésta se define como “la variabilidad de organismos vivos de todas las fuentes incluyendo entre otros, ecosistemas terrestres, marinos, y los otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales son parte; esto incluye diversidad dentro de la especie, entre la especie y de ecosistemas” (Kiel, 2004).

Definiciones de biodiversidad según la estructuración del ecosistema, acentúan la fuerte relación entre la escala de muestreo y los procesos que influyen la diversidad. A pequeña escala se asume que todas las especies interactúan y compiten por recursos similares, la diversidad dentro del hábitat se ha llamado diversidad alfa. A escala levemente más grande, cuando el muestreo cubre más de un hábitat o comunidad, se ha llamado diversidad beta o entre hábitat. En contraste, la diversidad gamma describe patrones a escala regional, cuando funcionan los procesos evolutivos (Tabla 1) (Sala & Knowlton, 2006).

Tabla 1. Dimensiones y medidas de la biodiversidad marina.

Escala	Composición	Estructura	Función
Especies/poblaciones	Entre especies, diversidad de genes, divergencia, disparidad	Abundancia	Entre especies, genes, expresión y divergencia
Comunidades/ecosistemas	$\alpha$ -diversidad $\beta$ -diversidad	Ecodiversidad, uniformidad, disparidad, espectros de la ecodiversidad ( $\beta$ -diversidad), complejidad en la ventana alimenticia	Funcional, diversidad
Regional a global	$\gamma$ -diversidad, comunidad/diversidad ecosistémica	Espectros de la ecodiversidad ( $\beta$ -diversidad)	Diversidad funcional

Fuente: (Sala & Knowlton, 2006)

La biodiversidad marina abarca todos los niveles de complejidad de vida en el mar, dentro de las especies y a través de los ecosistemas. En todos los niveles, la biodiversidad marina ha exhibido en general una trayectoria natural de lento incremento, con pocas extinciones masivas en la escala evolutiva por disturbios en la escala ecológica. En épocas históricas, una sinergia de amenazas humanas, incluyendo sobrepesca, calentamiento global, introducciones biológicas y contaminación, han causado una declinación rápida en la biodiversidad marina global, según lo medido por extinciones de especies, reducción de poblaciones, y la homogenización de la comunidad. Las consecuencias de esta pérdida de biodiversidad incluye cambios en el funcionamiento del ecosistema y una reducción en la disposición de los servicios del ecosistema. La pérdida global de biodiversidad continuará y se acelerará probablemente en el futuro, con colapsos ecológicos que potencialmente serán más frecuentes y grandes cambios en las comunidades. Sin embargo, la sincronización y la magnitud de estos acontecimientos catastróficos son probablemente imprevisibles (Sala & Knowlton, 2006).

Worm *et al.* (2003), observan un aumento de la biodiversidad marina en características topográficas específicas tales como islas, talud y montes. Los montes submarinos son zonas que presentan una gran diversidad, que se encuentran diferenciadas del fondo marino circundante. Johnston & Santillo (2004) observan una mayor abundancia de peces sobre los montes que en aguas oceánicas, donde además advierten una rica y diversa fauna bentónica. Otros antecedentes de aumento de productividad y diversidad han sido reportados por Push *et al.* (2004) para varias especies de peces mesopelágicos de familias principalmente oceánicas

---

(ej. Sternoptychidae, Photichthyidae, Myctophidae, Melamphaidae) en el océano Atlántico y por Rivera & Mujica (2004b) para larvas de crustáceos en el océano Pacífico Sudeste.

Las comunidades de los montes pueden ser similares a las encontradas en las plataformas continentales próximas. Los montes que se encuentran a poca profundidad tienden a tener un gran componente de especies con restringido rango biogeográfico, en comparación a los montes más profundos que abrigan acoplamientos de especies más cosmopolitas (Johnston & Santillo, 2004).

La fauna de los montes se encuentra dominada por organismos que se alimentan por suspensión, la que se encuentra favorecida por la intensificación de las corrientes locales que circulan alrededor de éstos. Los corales son particularmente abundantes en los montes, y son de tipo gorgonias, scleractinianos y antipatharianos principalmente. Otros de los organismos que se alimentan por suspensión que se encuentran a veces en forma abundante en los montes son esponjas, hidroideos y ascidias, crinoideos, asteroideos, ofiuroideos, holoturoideos, moluscos y decápodos (Johnston & Santillo, 2004).

La fauna bentónica de los montes incluye especies que crean estructuras de hábitat diversos, los cuales pueden ser hábitats esenciales para algunos peces y crustáceos de aguas profundas (Moore *et al.*, 2003). Se define peces y especies de aguas profundas, a los que viven o habitan entre los 500 m y 1000 m (o más) de profundidad. A pesar que la designación de especie de “monte” se usa extensamente, se han definido criterios rigurosos para definir estas taxa. Se categorizan las especies como especies que se asocian a los montes, las que prefieren estas zonas como hábitat para alimentarse, desovar y crecer, este grupo incluye a los peces profundos como orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y alfonsino (*Beryx splendens*). Muchas otras especies, sin embargo, concurren a los montes o se agregan sobre sus cumbres para alimentarse de la producción primaria atrapada o para desovar, este es el caso de algunos tiburones, atunes y otros grandes depredadores pelágicos (Froese & Sampang, 2004).

Los peces de montes submarinos forman una gran y única porción de biodiversidad de peces. Estos tienden a ser grupos que aparecieron hace poco como evolución de peces modernos. Sin

---

embargo, muchos de ellos están adaptados a este particular ambiente y condiciones de profundidad, conociéndose principalmente su forma y taxonomía, pero poco de su biología (Froese & Sampang, 2004).

La biología e historia de vida de las especies bentónicas de los montes también es poco conocida, conociéndose principalmente la diversidad y excepcionalmente la distribución de éstas. Estos estudios han sido realizados a través de la recolección de especies y del registro del *bycatch* de las capturas efectuadas por la pesquería de alta mar realizada en los montes (Koslow *et al.*, 2001).

#### **2.1.2.1. Endemismo en montes submarinos**

Se definirá como endemismo o especies endémicas, a las especies nativas y restringidas a un área particular, como por ejemplo estuarios, islas o montes (Morato *et al.*, 2004).

La diversidad y evidente endemismo de la fauna bentónica de los montes submarinos, pueden ser explicados por la aceleración de los procesos evolutivos debido a la fragmentación de la especie en poblaciones aisladas y pequeñas. Las masas de aguas oceánicas, en este contexto, se consideran barreras físicas, que inducen al aislamiento entre pequeñas poblaciones (Samadi *et al.*, 2006). Estos resultados apoyan la premisa de que los montes pueden funcionar como grupos ecológicos o cadenas de islas, conduciendo a distribuciones localizadas de especies y la especificación evidente entre tales grupos y/o cadenas. Es importante recordar que el endemismo evidente podría ser un artefacto del conocimiento incompleto de las distribuciones de las especies (Johnston & Santillo, 2004).

Para explicar el endemismo evidente y las pocas especies que se traslapan entre los montes, se presume que la dispersión larval es limitada por fenómenos hidrológicos tales como columnas de Taylor, que promueven la retención y agregación larval. Este fenómeno podría limitar la eficacia de la dispersión larval para los organismos que habitan los montes, induciendo al aislamiento y permitiendo la especificación subsecuente (Samadi *et al.*, 2006).

---

En contraste con el supuesto aislamiento de las poblaciones de los montes por las columnas de Taylor, otros autores sugieren que la interacción entre las características topográficas y las masas de agua, aumenta la turbulencia y la mezcla, y realza la producción local de la biomasa ya que levanta los alimentos hacia la zona eufótica (Worm *et al.*, 2003, Genin, 2004). Sugiriendo que los montes son oasis altamente productivos que pueden acomodar poblaciones densas de muchas especies en áreas pequeñas (Samadi *et al.*, 2006).

Evidencias de endemismo en la literatura son documentadas por diferentes autores: De Forges *et al.* (2000), trabajando en el sur de Nueva Caledonia registran índices de endemismo del orden de 36% en las cordilleras de Norfolk y del 31% de los montes Lord Howe Island. Parin *et al.* (1997) registra índices de 44% para peces y 52% para invertebrados en la Cordillera de Nazca y Sala-y-Gómez de Chile. Estos altos índices no son universales: una compilación reciente de datos de los montes de Hawai y Del Emperador reportó índices de endemismo de 17% para peces (Stocks, 2003), y un estudio en el monte Gran Meteoro encontró índices de endemismo de peces de sólo 9% (Fock *et al.*, 2002). Sin embargo, todos los resultados sugieren que la estimación de Wilson y Kaufmann de un endemismo de 15% es probablemente demasiado bajo (Gianni, 2004).

## **2.2. Ecosistemas marinos**

### **2.2.1. Procesos ecológicos, resiliencia y estados alternativos**

El medioambiente marino se encuentra en un estado de seria declinación, en primer lugar como resultado de la sobrepesca, la contaminación y los impactos directos e indirectos del cambio climático (Jackson *et al.*, 2001; Myers & Worm, 2003; Pyke, 2004). En muchos lugares, los impactos antropogénicos y climáticos han causado cambios dramáticos en la composición de especies, también conocidos como cambios de fase o régimen, los cuales son a menudo de larga duración y difíciles de revertir (Scheffer & Carpenter, 2003; Folke *et al.*, 2004). Algunos ejemplos incluyen cambios de fase en arrecifes de coral (McManus & Polsenberg, 2004) y praderas de algas (Steneck *et al.*, 2004), como consecuencia de la reducción de poblaciones de especies formadoras de dosel, y del colapso de muchas

---

pesquerías costeras y oceánicas. Sólo teorías emergentes y nuevos enfoques multidisciplinares que apunten hacia la importancia de evaluar y manejar activamente la resiliencia de los sistemas, podrían ayudar a revertir estos procesos (Hughes *et al.*, 2005). Esto se refiere a la cantidad recurrente natural o humana de perturbación que un ecosistema puede absorber y continuar manteniéndose, sin degradarse lentamente o pasar a un estado alternativo (Folke *et al.*, 2004; Hughes *et al.*, 2003). La capacidad de un ecosistema de regenerarse siguiendo una perturbación depende, según Gundersen & Pritchard (2002), de las fuentes de resiliencia que operan a escalas múltiples. Los conceptos de estados alternativos, resiliencia y escala están aumentando su prevalencia en economía y ciencias sociales, y en teorías en desarrollo que asociarían sistemas sociales y ecológicos. La idea es que anticiparse y prevenir cambios de régimen no deseados (o por el contrario, promover aquellos deseables), en un contexto socio-ecológico, requiere una mejora en el entendimiento de procesos dinámicos y complejos que entreguen o disminuyen resiliencia, y los sistemas de gobierno que administran el uso de los recursos marinos.

Según Hughes *et al.* (2005) y Mangel & Levin (2005), la clásica aproximación de manejo de recursos marinos está basada en un modelo conceptual erróneo: la producción “óptima” de stocks de especies objetivo, en sistemas que se asumen razonablemente estables. Aproximaciones emergentes rechazan este paradigma, a favor de prácticas de manejo que reconozcan el acople de sistemas socio-ecológicos que son caracterizados por dinámicas y umbrales complejos, con salidas posibles múltiples e incerteza inherente. Existe un aumento en el reconocimiento de que entender los aspectos sociales, legales y económicos del manejo de recursos, es insuficiente para obtener resultados sustentables, a menos que se acoplen con un profundo entendimiento de la ecología de los sistemas. Por ejemplo, reconocer que el hombre forma parte crucial de la dinámica de los ecosistemas y, simultáneamente, depende de su medio ambiente para su desarrollo social y económico, ha empujado el comienzo de la fusión entre ecología marina, biología pesquera y ciencias sociales (Pikitch *et al.*, 2004). De ahí que la ciencia pesquera esté volviéndose cada vez más ecológica, moviéndose desde la aproximación tradicional, basada en la determinación de la producción máxima sostenible de especies individuales en escalas únicas, a análisis de stocks multiespecíficos y enfoques más generales de manejo ecosistema-basado en escalas múltiples, extendiendo el enfoque del

---

manejo de recursos más allá de las especies objetivo, e incluyendo el impacto de la pesca sobre especies no objetivo (bycatch), o el efecto de los sistemas de pesca sobre hábitat bentónicos y ecosistemas marinos vulnerables (Chuenpagdee *et al.*, 2003; Lewison *et al.*, 2004). El manejo “ecosistema-basado” revierte primeras aproximaciones monoespecíficas, haciendo posible el entendimiento de procesos ecológicos que mantienen la producción de recursos explotables, reconociendo los roles ecológicos de peces y otras especies objetivos, en la dinámica de ecosistemas complejos a múltiples escalas.

En efecto, las pesquerías y la ciencia ecológica están convergiendo desde direcciones opuestas, hacia perspectivas sobre procesos de escalas múltiples en ecosistemas marinos. El aumento de estudios recientes de áreas marinas de exclusión (no-take areas), áreas sin permiso de pesca (refugios) o santuarios, ha juntado también a la ecología con la ciencia pesquera, promoviendo aproximaciones más experimentales, proactivas y socio-económicas al manejo ecosistémico. Fundamentalmente se trata de experimentos de gran escala, donde se excluye al depredador (recreacional, de subsistencia o comercial), con implicaciones sociales y económicas. Su visión tradicional como una herramienta de manejo pesquero está disminuyendo, con un aumento en el énfasis sobre una mayor utilidad para manejo de biodiversidad, estructuras tróficas, y función y resiliencia ecosistémica (Hughes *et al.*, 2003; Sobel & Dahlgren, 2004). Por ejemplo, el aumento en la preocupación sobre los impactos combinados de la pesca, contaminación y cambio climático en la resiliencia de arrecifes de coral Australianos, fue el factor principal para establecer un área de exclusión de 100.000 km<sup>2</sup> durante el 2004 (Bellwood *et al.*, 2004).

Desarrollar políticas marinas y manejar recursos naturales requiere de información ecológica y social en escalas múltiples. Tradicionalmente, la mayoría de los estudios ecológicos eran breves y localizados, sin embargo, la necesidad de enfocarse sobre impactos de degradación ambiental, cambio climático y sobrepesca, ha acelerado la tendencia a aumentar la escala de los estudios ecológicos marinos. Por ejemplo, el saber cómo un ecosistema llegó a su condición actual, es un aspecto importante de la escala temporal a manejar (Jackson *et al.*, 2001; Pandolfi *et al.*, 2003). La sobrepesca y el cambio climático han llegado a reducir el período de vida de muchas especies marinas, produciendo sistemas inestables que son más susceptibles a

pulsos de reclutamiento y fluctuaciones ambientales de corto plazo, y por tanto menos capaces de soportar presiones sostenidas de explotación (Jackson *et al.*, 2001; Myers & Worm, 2003). De la misma forma, distorsiones en las tramas tróficas, inducidas por la remoción selectiva de depredadores tope altamente interactivos, ha tenido impactos indeterminados en la resiliencia de muchos sistemas marinos (Dulvy *et al.*, 2004; Ward & Myers, 2005). Podrían citarse muchos ejemplos alrededor del mundo, pero lo importante de destacar es que la erosión de la resiliencia de los sistemas, asociada a la simplificación de las cadenas tróficas, fue impulsada muchas veces por demandas del mercado (Hughes *et al.*, 2005).

Por otra parte, considerando que la salud de un ecosistema es medida comúnmente a través del monitoreo de abundancias de algunas especies “más importantes”, y que la debilidad de esta aproximación radica en que los mecanismos que conducen a variaciones temporales o espaciales de estas abundancias son a menudo pobremente conocidos, sumado al hecho que las consecuencias de los cambios en estas especies son rara vez expandidas a escala ecosistémica, una aproximación emergente (Hughes *et al.*, 2005), destaca la importancia de procesos clave llevados a cabo por grupos funcionales, es decir una colección de especies que realiza una función similar. Esta perspectiva cambia el enfoque de conservación desde especies objetivo comercialmente importantes, al manejo activo de grupos funcionales que sustentan procesos esenciales y mantienen servicios ecosistémicos como las pesquerías. La diferencia fundamental con el manejo tradicional de pesquerías, es que el enfoque en grupos funcionales reconoce la importancia de los roles ecológicos y la interacción entre especies, incluyendo el papel del hombre, en el mantenimiento de la resiliencia ecosistémica a través de escalas espaciales y temporales. En forma complementaria, el reconocimiento de grupos funcionales proporciona un entendimiento más acabado del rol de la biodiversidad sobre ciertos procesos ecosistémicos.

Los organismos marinos poseen muchas adaptaciones para sobrellevar perturbaciones naturales recurrentes. Sin embargo, el impacto crónico humano es análogo a un experimento de presión, en el cual una manipulación es sostenida. Consecuentemente, el retorno a su condición original es imposible a menos que estos forzantes (caída de sedimento, exceso de nutrientes y presión de pesca) sea reducida. Muchas prácticas de conservación y manejo

---

sostienen que si los factores de impacto actuales son reducidos, el ecosistema automáticamente se revertirá desde su estado alterado a su condición original dentro de unos pocos años o décadas. Esta aproximación ignora la emergencia reciente de abundante información histórica y arqueológica, sobre los profundos cambios que se han llevado a cabo en ecosistemas marinos debido a actividades humanas, especialmente la pesca (Jackson *et al.*, 2001; Lotze & Milewski, 2004). Mas aún, los ecosistemas marinos presentan variados grados de histeresis, esto es, las diversas trayectorias de recuperación observadas desde su declinación. Algunos sistemas han cambiado a tal extremo que efectivamente no podrán volver a su estado original (Collie *et al.*, 2004). Desde una perspectiva de sistemas complejos, han cruzado el umbral, hacia nuevos estados o dominios de atracción que impide que vuelvan a su estado original. Las consecuencias de esto para el manejo son importantes: es más fácil mantener un ecosistema resiliente, que repararlo después que ha ocurrido un cambio de fase.

Estados ecológicos alternativos pueden ser mantenidos por procesos de mortalidad denso-dependiente (p.e. alteración de proporciones depredador-presa), o por umbrales de densidad requeridos para éxitos reproductivos (Levitan & McGovern, 2005). Por ejemplo, la regeneración de arrecifes de coral puede ser inhibida por exceso de depredadores de coral, fallas en el reclutamiento, y por blooms de algas tóxicas o estructuralmente resilientes que resisten hervivoría. El concepto de histeresis reconoce que reducciones del impacto humano locales de corto plazo, no asegurarán la recuperación a estados prístinos. Similarmente, la falta de recuperación de pesquerías colapsadas, unos pocos años después de que la pesca ha disminuído, no prueba que otra cosa haya causado la declinación (Collie *et al.*, 2004; Cury & Shannon, 2004).

## **2.2.2. Estructura del hábitat en ecosistemas marinos**

### **2.2.2.1. Rol de la estructura del hábitat en los ecosistemas marinos**

Estructuras emergentes, proporcionan heterogeneidad y complejidad estructural en los entornos marinos bentónicos. Las estructuras emergentes representan importantes hábitats para una variedad de organismos marinos, incluyendo especies valiosas del punto de vista de la

---

pesca comercial. Estas estructuras pueden proporcionar refugio de la depredación y competencia, así como del estrés físico y químico, o pueden representar importantes recursos alimentarios y hábitat para las primeras etapas de vida o desove. Estas estructuras modifican el régimen hidrodinámico de flujo cerca del fondo marino, con potenciales efectos ecológicos sobre la disponibilidad de alimentos, el crecimiento de larvas y la sedimentación (Turner *et al.*, 1999).

Los hábitats no son independientes unos de otros, y un sistema marino bentónico puede consistir en varios tipos de hábitats todos vinculados integralmente a través de procesos biológicos, químicos y físicos (Turner *et al.*, 1999). La importancia de la estructura del hábitat y la heterogeneidad influyen en la abundancia de fauna, la riqueza de especies y la composición de especies de invertebrados y comunidades de peces. También es ampliamente reconocido que el tamaño, la vitalidad y la distribución espacial de las poblaciones de muchas especies dependen de la cantidad y calidad del hábitat, a pesar de que las relaciones ecológicas que constituyen esta dependencia no ha sido cuantificada en la mayoría de los casos. Si las pesquerías se manejan con prudencia, es importante que el manejador comprenda que ha medida que las especies capturadas son dependientes del hábitat, las consecuencias a largo plazo son la degradación o pérdida de la estructura del hábitat de estas especies, especies no objetivo y el ecosistema en su conjunto (Turner *et al.*, 1999).

#### **2.2.2.2. Degradación o pérdida de la estructura del hábitat**

Amplias zonas de hábitats bentónicos se han perdido o su integridad física está en peligro como resultado de la pesca. En muchas zonas, la extensión espacial y la gravedad de la perturbación física, produce una lenta recuperación de los ecosistemas afectados, así como la frecuencia de ocurrencia en el tiempo (las zonas de pesca pueden verse afectadas muchas veces en un año), efectos directamente atribuibles a la pesca, los que superan a los efectos de otros agentes de perturbación (ej. olas, corrientes, procesos de bioturbación, etc). Sin embargo, pocos estudios han examinado los efectos de la pesca en la modificación física de la estructura del hábitat y las posibles consecuencias para las comunidades asociadas. Del mismo modo, hay poca información sobre cómo y en qué medida, los cambios en la estructura del hábitat

---

afectan a los recursos pesqueros y contribuyen a la disminución de la pesca. La degradación de los hábitats o pérdidas como resultado de la actividad pesquera sigue siendo uno de los impactos ambientales menos comprendidos. Debido a la insuficiencia de datos que están disponibles para hacer frente a las características específicas de las complejas interacciones ecológicas implicadas, rara vez es posible predecir o cuantificar la pérdida potencial para la producción pesquera causada por la degradación o la pérdida de la estructura del hábitat. Según Turner *et al.* (1999), la comprensión de la magnitud de este impacto, y su efecto sobre las poblaciones de organismos marinos, es esencial para que el manejo estratégico de las pesquerías, estableciendo niveles adecuados de esfuerzo que maximicen la producción y rendimiento pesquero.

El alcance de la actividad pesquera es potencialmente grande, dejando pocos hábitats inalterados dentro de las zonas afectadas. Además de los efectos en la estructura del hábitat, hay importantes implicaciones a mayor escala con respecto a los efectos sobre la heterogeneidad de hábitats, o la agregación de los hábitats. Las reducciones de heterogeneidad en grandes escalas espaciales y temporales tienen implicaciones para la conservación de la diversidad y la estabilidad a nivel de las poblaciones, comunidades y ecosistemas. A medida que la estructura del hábitat es fragmentada, con reducciones físicas entre unidades de hábitat, el movimiento de adultos y el reclutamiento de larvas disminuirán, y el tiempo de recuperación para las comunidades biológicas (especies formadoras de hábitat y especies asociadas) en las zonas afectadas por estos, irá aumentando progresivamente (Turner *et al.*, 1999).

### **2.2.3. Ecosistemas marinos vulnerables**

La vulnerabilidad está relacionada con la probabilidad de que una población, comunidad o hábitat experimente una alteración sustancial como consecuencia de una perturbación de corta duración o crónica, y con el período de tiempo necesario para recuperarse después de la perturbación. Los ecosistemas marinos más vulnerables son aquellos que pueden ser perturbados con facilidad y tienen una recuperación muy lenta o no llegan a recuperarse

---

nunca. Las características de los ecosistemas vulnerables pueden ser física o funcionalmente frágiles (FAO, 2008).

La vulnerabilidad de poblaciones, comunidades y hábitats debe evaluarse en relación con amenazas específicas. Algunas características, en particular las que son físicamente frágiles o intrínsecamente infrecuentes, pueden ser vulnerables a la mayor parte de las formas de perturbación, pero la vulnerabilidad de algunas poblaciones, comunidades y hábitats pueden variar en gran medida dependiendo del tipo de arte de pesca utilizado o los tipos de perturbación experimentados (FAO, 2008).

### **2.2.3.1. Efectos perjudiciales importantes**

Los efectos perjudiciales causados por las artes de pesca u otras perturbaciones antropogénicas afectan a las poblaciones, las comunidades o los hábitats con una intensidad no mínima y por cierta duración o transitoria. Los efectos serán perjudiciales si las consecuencias se extienden de manera más amplia en el espacio o por las interacciones de ecosistemas que no son transitorias (FAO, 2008).

Los efectos perjudiciales serán considerables si los daños son graves o irreversibles. Los efectos que probablemente afectarán a dos o más generaciones de las poblaciones o comunidades en cuestión, o que requerirán más de 20 años (según cuál sea el período más breve) para revertir los efectos se consideran irreversibles. Los efectos que es probable que reduzcan la productividad de una población afectada por la pesca (de manera intencionada o accidental), o la productividad, riqueza de especies o capacidad de recuperación de una comunidad o ecosistema afectado, o bien la complejidad estructural de un hábitat, se consideran graves. En este contexto, se entiende por productividad el conjunto de aspectos de la capacidad de automantenimiento de una población. En circunstancias de información limitada, debería adoptarse el supuesto de que los efectos serán graves o irreversibles, salvo que existan datos que indiquen lo contrario (FAO, 2008).

---

### 2.2.3.2. Identificación de ecosistemas marinos vulnerables

Una zona debería ser designada ecosistema marino vulnerable (EMV) cuando (FAO, 2008):

- i) Contiene especies, comunidades o hábitats únicos o intrínsecamente raros;
- ii) Contiene hábitats que respaldan la presencia de especies endémicas;
- iii) Respalda la presencia de especies agotadas, amenazadas o en peligro durante la totalidad o parte de su historia de vida;
- iv) Contiene hábitats importantes para las poblaciones para las cuales no se conoce que existan hábitats alternativos o éstos son poco comunes, independientemente de que se conozca o no la relación funcional efectiva entre las especies y los hábitats;
- v) Contiene poblaciones, comunidades o hábitats que son fácilmente dañados por las actividades antropogénicas, entre ellas la pesca, en especial si las características dañadas tienen unos tiempos de recuperación prolongados o tal vez ni siquiera se recuperan;
- vi) Respalda procesos ecológicos que dependen en gran medida de estructuras físicas complejas creadas por características bióticas (ej. corales, esponjas, briozoos) o por características abióticas (ej. campos de rocas, acumulaciones de arcilla);
- vii) Respalda especies cuyas características hacen que la recuperación sea lenta o improbable.

### 2.2.4. Ecosistemas de montes submarinos

Una gran porción de la biodiversidad abisal se halla concentrada en formaciones conocidas como montes submarinos. Dichas montañas submarinas se levantan 1.000 metros o más sobre el lecho marino, pero no suelen asomar sobre la superficie del océano (Fig. 5). Como oasis en el océano, los montes submarinos generan complejos patrones de corrientes oceánicas que permiten concentrar una gran abundancia de recursos marinos. Esto se debe a su gran tamaño y forma, teniendo efectos complejos sobre la circulación oceánica del agua y a menudo generando “surgencias” de agua ricas en nutrientes provenientes de las aguas profundas circundantes, o a la concentración de organismos y partículas orgánicas en las corrientes

circulares (vórtices o eddy). Este proceso realiza la base alimenticia para la comunidad de peces y de invertebrados substancialmente diferentes de las aguas circundantes.

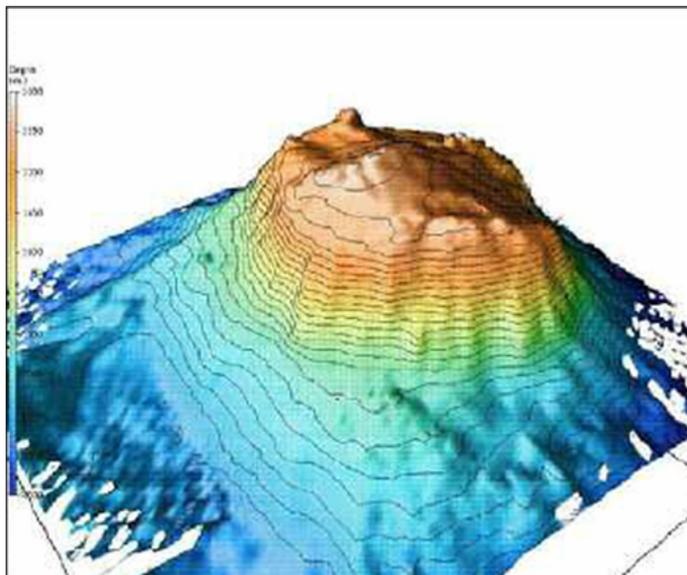


Figura 5. Imagen tridimensional de un monte submarino.

El proyecto OASIS ([www.rrz.uni-hamburg.de/OASIS](http://www.rrz.uni-hamburg.de/OASIS)) financiado por Comunidad Europea (CE) desarrolla un modelo esquemático del ecosistema de los montes submarinos con fines de manejo sustentable (Fig.6). El proyecto se focaliza en estudiar los siguientes componentes y procesos del ecosistema de montes submarinos: 1) procesos ambientales (temperatura, color del mar, vientos, corrientes) que controlan la circulación, mezcla e intercambio de agua en los montes submarino; 2) procesos que afectan el valor nutricional de la materia orgánica para organismos que habitan en o cerca del fondo submarino; 3) biodiversidad y ecología de la biota del monte submarino y dinámica y conservación de su producción biológica; 4) modelar la ecología trófica del ecosistema del montes submarinos.

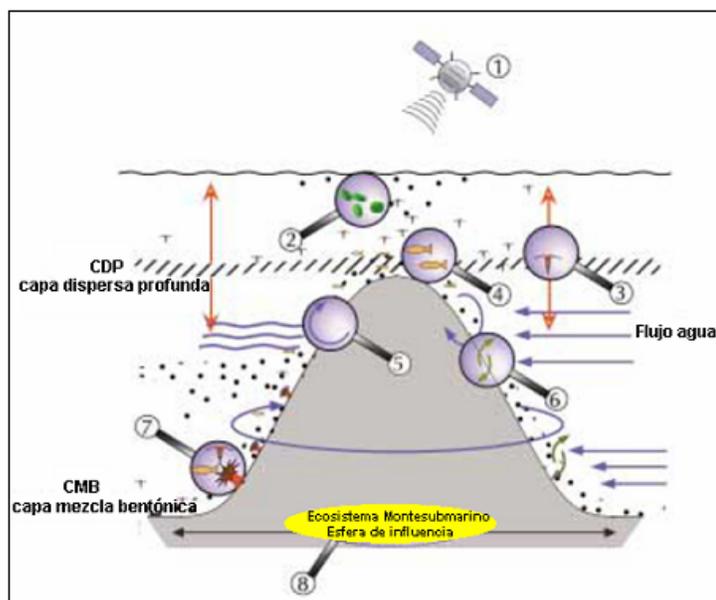


Figura 6. Diagrama esquemático del ecosistema asociado a los montes submarinos. Los números indican los componentes y campos de estudio: 1) imágenes satelitales de temperatura, color del mar y corrientes; 2) producción primaria; 3) interacción entre CDP y topografía del fondo; 4) pesquerías; 5) oceanografía; 6) interacción CMB y topografía; 7) dinámica de CMB y comunidad béntica (Fuente: OASIS Project).

### 2.3. Pesquerías asociadas a montes submarinos

La pesquería de alta mar se considera generalmente como pesca de fondo que captura especies que viven bajo los 400 m de profundidad en la plataforma continental, montes, dorsales, mesetas y otras características submarinas. Con las actuales tecnologías, esta pesquería puede llegar hasta aproximadamente los 2.000 m de profundidad (Gianni, 2004).

Las especies asociadas a montes submarinos han sido explotadas de forma intensiva con longlines, redes de arrastre de media agua, y redes de arrastre de fondo. La búsqueda de nuevas zonas para pescar en montes es un proceso continuo (Gubbay, 2003).

La pesquería de arrastre de fondo de alta mar se inicia en las décadas de 50's 60's, siendo desconocidas comercialmente las especies bentopelágicas extraídas. Los países que desarrollaron esta pesquería son los países de Europa oriental y la ex URSS. La adopción del concepto de zona económica exclusiva (ZEE) en los 70's, junto con el retiro de la ayuda de

---

gobierno para la pesca de aguas distantes (*high seas*) asociado al colapso de la Unión Soviética al final de los 80's, causó una declinación de la pesca de profundidad de aguas distantes. Sin embargo, otros países desarrollaron pesquerías de arrastre de fondo en sus ZEE y a lo largo de la plataforma continental y en los montes (años 80's y 90's) las que se han ampliado a zonas más profundas y lejanas. Entre los países que más desarrollaron esta pesquería esta Nueva Zelanda que explota orange roughy desde finales de los 70's (Johnston & Santillo, 2004; Gianni, 2004).

La pesquería comercial de alta mar se ha basado en especies de peces que forman grandes agregaciones que se asocian a los montes. Las especies que son comúnmente encontradas alrededor de los montes son: orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) que se captura en el Atlántico Norte, Atlántico Sudeste, Pacífico Sur y Océano Índico Sur; alfonsino (*Beryx splendens*) que se captura en los trópicos y sub-trópicos; *Pseudopentaceros wheeleri* que se captura a lo largo de cadena de montes en el Pacífico Norte; redfishes (varias especies de *Sebastes* sp.) que se capturan en áreas de la plataforma continental en el Pacífico Norte y Atlántico Norte, bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) que se captura en el Océano Sur; oreos (p.e. *Pseudocyttus maculatus*) que se capturan en el Pacífico Sudeste y Océano Índico Sur y maomao rosado (*Caprodon longimanus*) (Clark & O'Driscoll, 2003; Gianni, 2004).

La pesquería de especies altamente migratorias, tales como el atún y el pez espada también es llevada a cabo en los montes a través de todos los océanos tropicales, ya que estas especies pueden asociarse ocasionalmente a los montes utilizándolos como puntos de referencia donde pueden también encontrar de vez en cuando densidades crecientes de presas (Holland *et al.*, 1999).

Las especies bentopelágicas asociadas a los montes son excepcionalmente de larga vida, crecimiento lento y lenta madurez. Presentan un reclutamiento que parece ser esporádico, dependiendo en algunos casos del tiempo de vida de las larvas (Johnston y Santillo, 2004). Estas características biológicas junto con las adaptaciones al ambiente hacen que estas

---

especies sean altamente vulnerables a la sobrepesca. Además se sabe que la mayoría de las especies de profundidad tienen una lenta recuperación a la sobreexplotación (Gianni, 2004).

La agregación de estos peces sobre estas características topográficas sumado a la fácil identificación de las zonas, ha generado una alta productividad por unidad de esfuerzo (observándose capturas de 60 toneladas en 20 minutos de orange roughy), lo que hace a estas especies especialmente vulnerables a la sobreexplotación. Las pesquerías de aguas profundas se caracterizan a menudo por el agotamiento secuencial de la pesquería, debido a que los buques pesqueros encuentran y agotan un stock, luego se mueven y hacia un nuevo monte (Johnston & Santillo, 2004; Gianni, 2004). En la mayoría de los casos la explotación ha ocurrido antes de que haya comprensión la biología de la especie, y en ausencia de regímenes de explotación o cuotas (Gubbay, 2003).

El arte de arrastre utilizado para esta pesquería es típicamente resistente, diseñado para trabajar en un fondo áspero y duro que es el que se encuentra a menudo en los montes. Puede que su utilización en la captura afecte la abundancia de una amplia variedad de otras especies de peces demersales, también puede causar daño a la fauna invertebrada sésil. Esto se ha registrado debido al fuerte contraste que se presenta en la fauna bentónica de montes donde se ha efectuado pesca y en los que no, por lo que este impacto es atribuible principalmente a la pesca de arrastre de fondo (Anderson & Clark 2003).

### **2.3.1. Pesquerías en el Pacífico Sudeste**

Las flotas chilenas en el Pacífico Sudeste, han desarrollado pesquerías de orange roughy, alfonsino, besugo y oreos por varios años dentro de la ZEE chilena. La base de datos Fishstat de la FAO indica que no hay pesca reportada por naciones pesqueras de aguas distantes sobre las peces de aguas profundas de la región (Gianni, 2004).

En Chile, el esfuerzo pesquero se ha concentrado fundamentalmente en los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández y Bajo O'Higgins, focalizando la actividad de la

---

flota sobre las agregaciones reproductivas que se reúnen para el desove en los meses de otoño e invierno (Niklitschek *et al.*, 2005).

La escasa extensión de estos montes podría suponer una fuerte sobreposición de áreas de operación sobre los recursos principalmente explotados (orange roughy y alfonsino), sin embargo, la distribución espacial de la actividad de pesca entre los años 2001 y 2005, ha evidenciado una segregación espacial de los lances desarrollados sobre estos recursos (Gálvez *et al.*, 2006).

### **2.3.1.1. Pesquería de orange roughy en Chile**

La pesquería de orange roughy se ha desarrollado sobre las agregaciones reproductivas del recurso que se suceden principalmente en los montes submarinos del archipiélago de Juan Fernández. Según estudios del patrón anual de reproducción estas agregaciones se producirían principalmente en otoño e invierno, presentando una clara sincronía en los montes (Gálvez *et al.*, 2006).

La pesquería de orange roughy se desarrolló desde sus inicios en 1999, en forma regulada. En un comienzo, los desembarques fueron mucho menores a las cuotas de captura autorizadas. En los años siguientes la flota fue mejorando su desempeño, hasta que el 2001 se habría copado la cuota autorizada, año en que se registró el máximo desembarque en esta pesquería, con una captura de 2,1 mil toneladas durante esa temporada de pesca (Fig. 7) (Subsecretaría de Pesca, 2005).

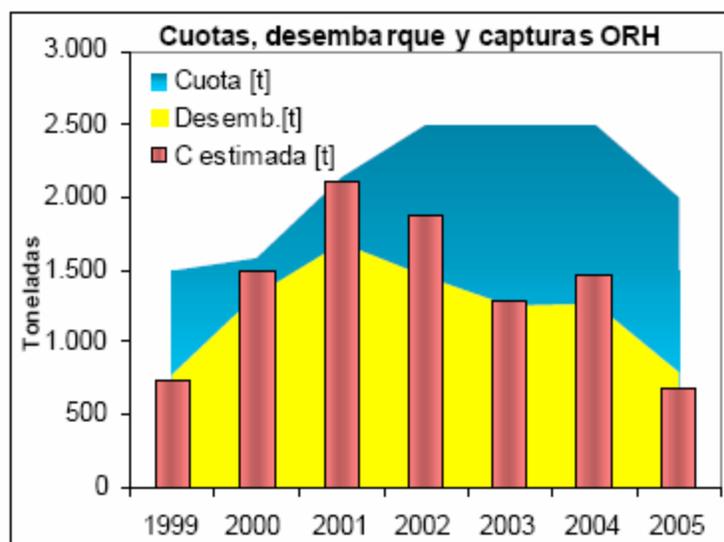


Figura 7. Cuotas de captura, captura estimada y desembarques informados durante toda la pesquería de orange roughy, entre 1999 y 2005. Fuentes: SERNAPesca, IFOP y UACH (Cifras parciales a agosto 2005).

El siguiente año se establecieron cuotas mayores, cuyo objetivo fue incentivar a los armadores para cofinanciar un programa de investigación colaborativa público/privado en este recurso. En ese contexto se financió la asesoría de expertos internacionales, la incorporación de mejoras tecnológicas en los sistemas de detección y registro de las naves con propósitos científicos (monitoreo de bajo costo) y los cruceros de evaluación hidroacústica en los años 2003, 2004 y 2005. Pese a lo anterior, desde el 2002, se comenzó a registrar una paulatina disminución de las capturas totales anuales. Durante los primeros siete años de desarrollo de esta pesquería, la captura total acumulada ascendió a 9,8 mil toneladas (Subsecretaría de Pesca, 2005).

Este recurso fue explotado por embarcaciones industriales arrastreras cuyos tamaños se encuentran en rangos de que fluctúan entre 42,8 y 58,8 metros de eslora. Además, operan en las pesquerías de merluza común y merluza del sur, alternando los puertos base de Talcahuano y Puerto Chacabuco. En los años iniciales de la pesquería (temporada de pesca 1999), participaron un total de 8 embarcaciones, y luego su número descendió a 6 en la temporada 2000, reportando capturas en 6 embarcaciones en el Archipiélago de Juan Fernández (JF) y el Bajo O'Higgins (BOH) y también informaron capturas en un área próxima a la costa

---

continental, frente al sector de Punta Sierra (PSI), IV Región. Desde el siguiente año, el número de embarcaciones que operaron en la pesquería se redujo a 4 (Subsecretaría de Pesca, 2005).

La estabilidad relativa en los años 2002-2005 podría estar explicada por la reducción del tamaño de la flota que ha operado sobre el recurso, la que en el período 2005 estuvo compuesta principalmente por dos naves, una de las cuales, correspondió a un buque factoría que realizó las actividades de evaluación directa del stock desovante. Esta reducción de la flota ha implicado un menor esfuerzo sobre los caladeros, con la consecuente disminución de la presión de pesca sobre el recurso, contribuyendo además a una menor perturbación sobre el ecosistema de las áreas de distribución de la pesquería (Gálvez *et al.*, 2006)

### **2.3.1.2. Pesquería de alfonsino en Chile**

El alfonsino (*Beryx splendens*) es una especie bento-demersal de amplia distribución geográfica asociada a aguas tropicales y templadas, capturado sobre los montes submarinos y talud continental en profundidades entre los 25 m y 1.240 m (Busakhin 1982). En Chile, los registros de desembarque indican la presencia de esta especie principalmente sobre los montes submarinos ubicados en el Archipiélago de Juan Fernández, la zona continental asociada a los montes submarinos denominada “Bajo O’Higgins”, y la zona continental desde la IV a la XII región (Subsecretaría de Pesca, 2006).

Aunque se registran capturas de este recurso en el anuario estadístico de pesca desde 1989, la pesca de alfonsino en niveles importantes se originó en el año 1999 (alrededor de 700 ton), coincidiendo con el inicio de la pesquería de orange roughy. En las primeras actividades extractivas asociadas al recurso, no se registraban viajes de pesca dirigidos exclusivamente a la captura de alfonsino, sino que éste se capturaba, precisamente en los viajes cuya intención de captura estaba dirigida a orange roughy. No es sino hasta el año 2001, cuando se registran lances y viajes dirigidos a la captura de alfonsino, con un significativo aumento en las capturas (500%), respecto de las temporadas anteriores. En la operación normal, los viajes de pesca de

alfonsino se complementan con capturas de merluza de cola, besugo y merluza común, capturadas en áreas de pesca diferentes (Subsecretaría de Pesca, 2006).

En el año 1998 se desembarcaron oficialmente por la flota industrial 144 toneladas de alfonsino, capturadas en aguas internacionales. Posteriormente, los desembarques de alfonsino experimentaron un fuerte crecimiento, incrementándose en casi un 1.300% entre 1999 y 2003 (Fig. 8). El 22 de agosto de 2003, la Subsecretaría de Pesca decide aplicar las disposiciones contenidas en el artículo N°20 de la LGPA, fijando un límite de captura y desembarque de 5.002 ton (4.277 ton como especie objetivo) por el lapso de un año. Posteriormente, el 7 de octubre de 2003 el Servicio Nacional de Pesca informa que en conformidad al volumen desembarcado, se ha completado el límite de captura antes indicado, por lo cual se debió suspender la extracción de alfonsino. A partir del 21 de agosto de 2004, la pesquería es declarada en plena explotación y se fija una cuota de 2.130 toneladas para ese año (Subsecretaría de Pesca, 2006).

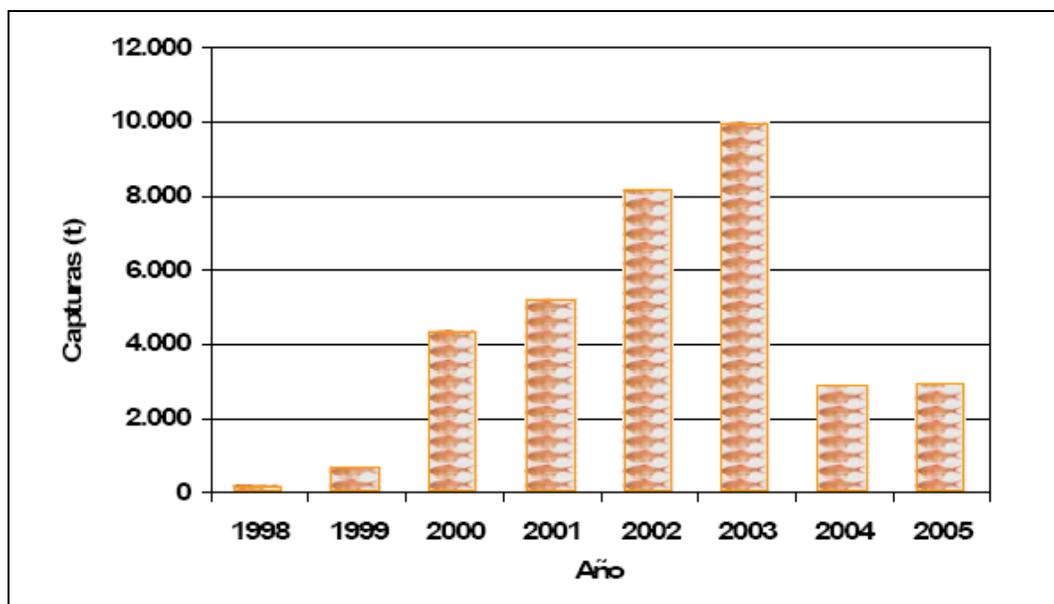


Figura. 8 Desembarques (ton) anuales de alfonsino por la flota nacional, 1997-11 noviembre 2005 (a partir de Anuarios Estadísticos de Pesca e información preliminar de Sernapesca).

---

### 2.3.2. Efecto de la pesca sobre la biodiversidad

La pesca de arrastre ha afectado el fondo marino desde al menos el siglo 14°. La documentación de estas consecuencias datan de 1.300, teniendo un marcado aumento en la última década. Estos estudios han demostrado una variedad de impactos de la pesca de arrastre sobre el fondo, los que se han clasificado como efectos directos e indirectos. Entre estos se incluyen el desgaste del sustrato, la resuspensión del sedimento, la destrucción del bentos, la mortalidad por pesca y los cambios a largo plazo inducidos en el bentos (Koslow *et al.*, 2001; Key, 2002).

En forma global la pesca de aguas profundas se ha incrementado debido al agotamiento de los stocks de zonas costeras, a las mejoras en tecnología pesquera y al desarrollo de un nuevo régimen internacional para los océanos. El gran número de barcos pesqueros que pescan con red de arrastre de fondo, con una mayor área de cobertura, hacen que esta actividad sea más penetrante llegando hasta profundidades de 1.200 m, causando perturbaciones antropogénicas en los sistemas bentónicos de alta mar, lo que ha ido aumentando los últimos 40 años (Probert, 1999; Cryer *et al.*, 2002).

Cambios permanentes causados en la fauna por la pesca de arrastre, han establecido que el grado de perturbación ambiental de las actividades de pesca de arrastre de fondo esté relacionado con el peso del arte, la velocidad de remolque, la naturaleza de los sedimentos inferiores, y la fuerza de las mareas y corrientes. Cuanto mayor es la frecuencia del impacto del arte en un área, mayor es la probabilidad del cambio permanente. En aguas más profundas donde la fauna se adapta menos a los cambios de régimen y disturbios, los efectos del arte tardan en desaparecer. Los estudios indican que en zonas profundas (>1000 m), el tiempo de recuperación está medido probablemente en décadas (Key, 2002).

Cryer *et al* (2002) revelan que la actividad pesquera se encuentra negativamente asociada con la riqueza y diversidad de invertebrados, y con la densidad de muchas taxa. Deduciéndose que

---

la pesca de arrastre cambia la estructura de la comunidad bentónica, reduce la biodiversidad y afecta la abundancia de especies de peces demersales. Anderson y Clark (2003), reportaron en Tasmania y Nueva Zelanda, un fuerte contraste en la fauna bentónica entre montes donde se ha efectuado pesca y en los que no.

Los montes han sido explotados intensivamente desde los años 60, con aproximadamente 70 especies capturadas en montes de todo el mundo. Los efectos de la pesca en los stocks de peces de montes submarinos son difíciles de distinguir de los efectos de las industrias pesqueras de alta mar, en general porque la estadística se reúne para áreas relativamente grandes. También existe poca información de zonas profundas y aguas internacionales. En la mayoría de los casos, la explotación ha ocurrido antes de que haya comprensión sobre la biología de la especie, y en ausencia de regímenes de explotación o cuotas. Se han reportado bruscos ciclos auge-peak y agotamiento de las capturas en estas pesquerías, incluso muchas que se manejan activamente se encuentran sobreexplotadas (Gubbay, 2003; Koslow, 2003).

Otra tema de inquietud es el alto índice de descarte de especies de profundidad, asociados a la pesquería de aguas profundas, ya que por cada tonelada de descarte se tiene una tonelada de peces de desembarcados. La pesquería demersal industrial, ha llevado a la extinción peces comerciales de profundidad y al agotamiento de zonas antes abundantes (Gubbay, 2003).

La utilización de red de arrastre tiene fuertes efectos en el bentos del monte que se encuentra dominado por una gran epifauna sésil. En los montes la fauna dominante son las esponjas, gorgonias, corales negros, corales scleractinianos, anémonas, ascidias, estrellas y crinoideos. Los corales y otras epifaunas sésiles pueden formar extensos arrecifes que soportan una alta diversidad de fauna asociada, con altos índices de endemismo (Probert, 1999).

Las pesquerías de arrastre de fondo en los montes y ambientes coralinos profundos pueden conducir a la destrucción masiva del hábitat y de la fauna asociada. La vulnerabilidad de las especies de montes a la pesca de arrastre, es mayor en organismos más longevos y con un reclutamiento poco frecuente, ya que pueden ser exterminados casi por un solo paso de la red

---

de arrastre, y su recuperación puede estar en orden de milenios, y con una alta probabilidad de extinción de especies endémicas. Se encuentran incluidos los bancos de corales profundos, las plumas de mar y las esponjas (Probert *et al.*, 1997; Probert, 1999; Koslow *et al.*, 2001; Koslow, 2003)

El impacto de la pesca de arrastre en los complejos arrecifes de los montes parece ser dramático, con el substrato coralino y la comunidad asociada que han sido removidos en gran parte de los montes más explotados. La pérdida completa de esta comunidad en los montes fuertemente explotados no es sorprendente, dada la limitada extensión de los estudios sobre los montes y los centenares o millares de arrastres efectuados en cada uno. El substrato de los montes fuertemente explotados, consiste predominantemente en escombros de rocas o de corales y arena, características no observadas en los montes ligeramente explotados o no explotados. La abundancia y riqueza de especies de la fauna bentónica en los montes explotados es también marcadamente reducida. Este aparente impacto de la pesca en el bentos de los montes, es consistente con información entregada por pescadores, que indican que durante los periodos iniciales de la pesquería la red de arrastre capturaba cantidades significativas de coral o agregaciones de éste, que ahora han desaparecido (Koslow *et al.*, 2001; Koslow, 2003)

Otros resultados indican que la resuspensión del sedimento por el paso de las redes de arrastre, puede contribuir de forma importante al total de sólidos suspendidos. Los sedimentos de grano fino de las profundidades batiales son fácilmente resuspendidos por el paso de la red de arrastre, pero si esto excede de gran manera la resuspensión natural, probablemente causa un impacto a las especies bentónicas, particularmente a los organismos que se alimentan por suspensión. La resuspensión de sedimentos y el sofocamiento de organismos también ha sido identificado como un efecto importante en la explotación minera de alta mar (Probert *et al.*, 1997).

---

## 2.4. Alternativas de manejo en montes submarinos

El caso de la conservación de alta mar ha sido caso de estudio en muchos foros internacionales en los últimos años. La mayor amenaza para la diversidad es la pesca en sus diversas formas. La pesca de arrastre de fondo de alta mar ha trastornado la estructura de los sedimentos y dañado las comunidades bentónicas (Gubbay, 2003).

La alta vulnerabilidad de los peces de montes submarinos, es una fuerte razón para ser precavidos con el manejo de los recursos de estos sistemas. El colapso de pesquerías en montes ha sido atribuido a la falta de manejo. Sin embargo, en lugares donde existen programas detallados de investigación y se han implementado recomendaciones científicas para el manejo y control de las pesquerías, las capturas fueron declinando rápidamente de forma inesperada y los stocks disminuyeron, siendo incapaces de mantener una producción máxima sostenible (Morato *et al.*, 2004). El manejo actual ha probado ser ineficaz para la sustentabilidad de las pesquerías de aguas profundas, aun cuando se ha realizado un esfuerzo considerable. Las posibilidades sugieren un agotamiento masivo de poblaciones de peces de alta mar. Las causas incluyen probablemente sub-reportes, baja productividad y baja resiliencia de las poblaciones de peces, escaso manejo cauteloso en cara a la incertidumbre, y deficiencias en los actuales modelos de manejo de poblaciones (Koslow, 2003).

Con el limitado conocimiento de los ecosistemas de montes, cualquier estrategia de manejo que permita la explotación de las especies asociadas, tiene un alto riesgo de no poder conservar la biodiversidad. De hecho, la substancial incertidumbre, junto con la evidencia de la sobrepesca de los montes, sugieren que una aproximación preventiva es obligatoria (Johnston y Santillo, 2004).

El hábitat y las especies asociadas a los montes se han identificado como particularmente vulnerables, siendo la designación de áreas marinas protegidas (AMPs), una importante táctica para su conservación y designadas para salvaguardar la biodiversidad de estas características y de su fauna asociada, además de proporcionar oportunidades de aprender más sobre ellas. Tal

medida es particularmente apropiada en el caso de los ambientes de alta mar que son pequeños en extensión (Probert, 1999; Gubbay, 2003). Las razones para proponer a los montes submarinos como AMPs se listan en la tabla 2.

Tabla 2. Razones para proponer a los montes como habitat/ecosistemas prioritarios para ser nombrados AMPs de alta mar:

- La alta diversidad de especies de estas zonas incluyen muchas especies nuevas para la ciencia, y la probabilidad de que el número de especies presentes es mayor que el número de especies registrado actualmente.
- La distribución altamente localizada de muchas especies de los montes con un alto porcentaje de potenciales especies endémicas.
- La naturaleza crítica de los montes para ciertas especies que se congregan en estas áreas para aparearse y desovar.
- El acoplamiento demostrado entre la actividad la actividad humana y declinación de la biodiversidad en los montes.
- La aparente limitada dispersión entre los montes, la extrema longevidad, el lento reclutamiento de las especies, y el hábitat restringido, hace que la fauna de los montes sea sensible a los impactos de la pesca y la probabilidad de recuperación es a muy largo plazo.
- Los altos niveles de amenaza a la fauna de los montes por la actividad pesquera y la no regulación de ésta en los montes de alta mar.

Fuente: Gubbay (2003)

Relativamente pocos montes han sido designados AMPs. El alto grado de endemismo asociado a la fauna de los montes, implica que cualquier estrategia de conservación basada en la designación de AMP requerirá una red de reservas dentro de áreas de jurisdicción nacional y sobre alta mar que actualmente se encuentra fuera de cualquier esquema regulador. La optimización del tamaño y de la localización de estas reservas requerirá inevitablemente una comprensión más profunda de la biogeografía, ecología y estrategia reproductiva de las especies asociadas a los montes. A corto plazo, sin embargo, algunos cambios en las actividades humanas podrían convocar a una gran probabilidad de éxito en la protección de los ecosistemas de montes. Por ejemplo, cambios en los artes de pesca, es decir, cambiar las redes de arrastre por longline reduciría el daño directo en el bentos (Johnston y Santillo, 2004).

---

En el caso de hábitat bentónico de alta mar, se han acentuado las medidas de conservación que se refieren solamente al fondo del mar, lo que puede no ser apropiado. En los montes por ejemplo, las interacciones de flujo-topografía producen *hotspots* de productividad, de modo que los montes puedan atraer no sólo peces, sino también cetáceos y aves marinas, un acercamiento a la conservación del ecosistema abarca procesos e interacciones pelágico-bentónica. El interés en la conservación de alta mar se ha centrado principalmente en especies tales como santuarios de ballenas, impacto de la pesca en los depredadores pelágicos tope (ballenas y aves), y la acción de las especies de peces altamente migratorias (Probert, 1999).

Esquemas de zonificación verticales y horizontales han sido introducidos para las MPAs de los montes y las opciones de manejo se extienden a una protección múltiple. La zonificación horizontal es una práctica estándar en muchas AMPs, dada su flexibilidad y sensibilidad a la gama de actividades que probablemente son realizadas en el área. La zonificación vertical es una alternativa, que se ha aplicado en la reserva marina del monte de Tasmania (Fig. 9). Esto es posible y deseable en el que caso particular en que la profundidad del área protegida sea considerable (1.000-2.000 m de profundidad), y las actividades que se realizan en aguas superficiales (pesquerías pelágicas) no efectúan un impacto importante en la fauna de los montes, aunque aún se discute sobre esto. Este acercamiento más práctico con un límite de profundidad, permite controlar los efectos más indirectos de las actividades que ocurren en las aguas superficiales de los montes (Gubbay, 2003).

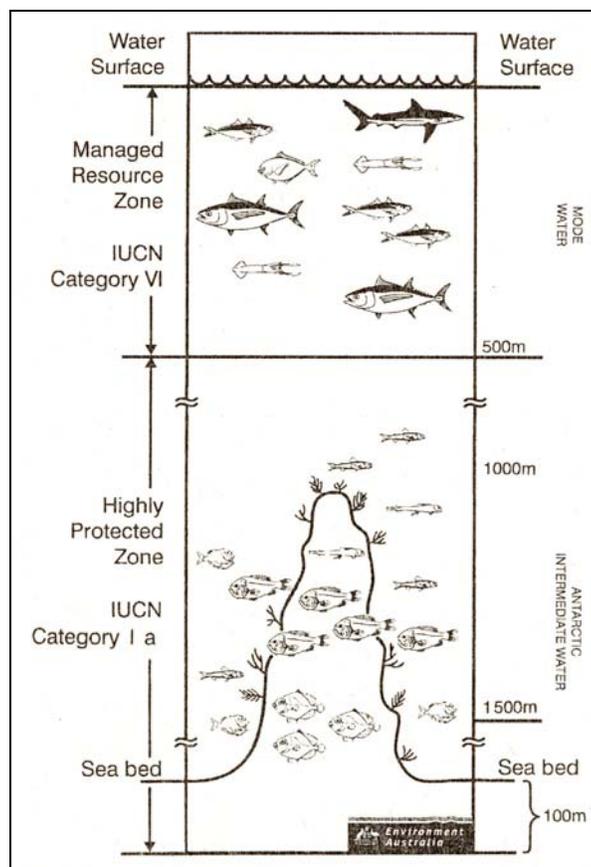


Figura 9. Zonas de manejo vertical en la Zona de Reserva Marina de Tasmania (Gubbay, 2003).

#### 2.4.1. Medidas de manejo adoptadas en Chile para pesquerías de aguas profundas

Conciente de las características particulares de las pesquerías desarrolladas en alta mar y aguas profundas, a partir del año 2000 la Subsecretaría de Pesca ha incorporado el monitoreo de los recursos recursos orange roughy y alfonsino, con la finalidad de poder contar con los datos básicos necesarios para implementar el manejo de estas pesquerías (Gálvez *et al.*, 2006).

##### *Orange roughy*

Desde los inicios de la pesquería de orange roughy, la autoridad mostró una tendencia por incrementar la cuota global de captura, a pesar del desconocimiento acerca de la abundancia del o los stocks en estas áreas. A partir del 2002, esta cuota se incrementó en forma

---

considerable, sin embargo a pesar del incremento, esta nunca ha sido extraída en su totalidad y más aún, se ha observado un descenso en la proporción del desembarque. Los rendimientos de pesca a partir del año 2002 sufrieron un fuerte descenso, el que llegó a cerca de un tercio del obtenido en el año 2001. Estas situaciones, sumado a experiencias internacionales en pesquerías sobre orange roughy, alertaban sobre la fragilidad del recurso frente a niveles elevados de captura, recomendando tomar una actitud precautoria ya desde el año 2001. Estas recomendaciones fueron tomadas en cuenta a fines del año 2005, luego de haber sido reconocido el estado incierto del recurso. En diciembre del mismo año, la autoridad decidió establecer una veda biológica para el recurso orange roughy en el mar territorial y la ZEE de la República, la que rige entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2006 (D. Ex. MINECOM N°1592, del 22 de diciembre del 2005). Este mismo decreto autorizó una cuota de 500 toneladas para ser extraídas sólo con fines de investigación, a cual está siendo utilizada en la evaluación directa del recurso (Gálvez *et al.*, 2006). Actualmente el recurso orange roughy se encuentra en veda biológica en el mar territorial y su ZEE, entre el 01/01/07 y el 1/12/07, ambas fechas inclusive, decretada mediante D.E. N°289/07 (Subsecretaría de Pesca, 2007)

### ***Alfonsino***

El recurso alfonsino ha presentado diferentes escenarios administrativos, libre acceso en el año 2003, pesca de investigación en el 2004 y régimen de plena explotación en el 2005. La normativa aplicada sobre el recurso alfonsino a partir del año 2003, ha contribuido notablemente a regular la tasa de pesca por temporada, pero en cambio ha favorecido un escenario de competencia comúnmente denominado “carrera olímpica”. El efecto ha sido la drástica reducción de las temporadas de pesca (Gálvez *et al.*, 2006).

El recurso alfonsino se encuentra actualmente declarado en Plena Explotación en la ZEE. El desembarque alcanza a la fecha a 1,73 mil t, un 7,4% superior lo registrado a igual fecha del 2006, del cual un 100% es capturado en el Archipiélago de Juan Fernández (Subsecretaría de Pesca, 2007).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Objetivo específico 1. *Identificar geográficamente y determinar los nombres y principales dimensiones de los montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena, dentro de las sub-áreas FAO 87.2 y 87.3.*

Para cumplir con este objetivo se siguió el enfoque metodológico que se esquematiza en el diagrama de la Figura 10. La primera actividad corresponde a la recolección de los datos batimétricos obtenidos de diversas fuentes (NOAA, SHOA, proyectos, otros). Una vez recolectada la información en formato digital se procede a importarla al Sistema de Información Geográfica (SIG) IDRISI32 (Clark University ©, Clark Labs, Worcester, MA, USA), software en el cual se realizarán los siguientes procesos. Una vez ingresada la información espacial al SIG IDRISI32 se realizó un remuestreo de las bases de la estandarización de ésta en cuanto a área geográfica, dimensiones, sistema de referencia geográfica y resolución espacial. Posteriormente, mediante procesos de superposición gráfica disponibles en el SIG se ejecutó la integración o fusión de las imágenes lo que permitió la generación de una imagen compuesta que integra toda la información disponible. Considerando la imagen compuesta generada se realizó la identificación de los montes submarinos. La metodología aplicada en cada una de estas etapas es descrita en detalle a continuación.

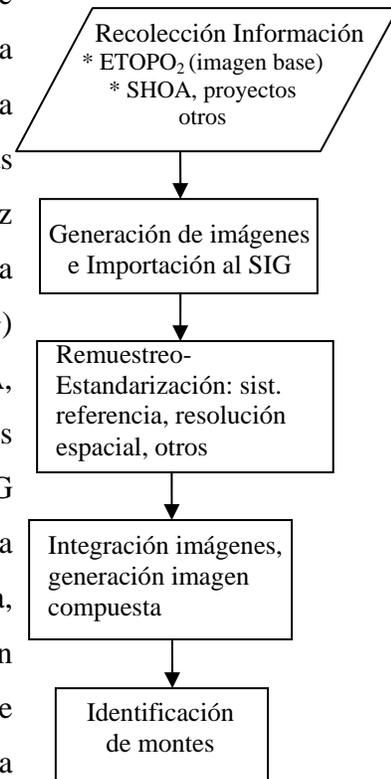


Figura 10: Enfoque metodológico Objetivo 1.

#### 3.1.1. Recolección y organización de la información

Esta fase contempla básicamente tres actividades: identificación de fuentes de datos; recolección de bases de datos; y organización y manipulación de bases de datos.

*Identificación de fuentes de datos:* se identificaron las fuentes de datos sobre batimetría y montes submarinos disponibles para la zona de estudio; se gestionó la entrega de la información en formato digital. A continuación se describen las principales fuentes consultadas:

- **NOAA - USA**

Se generó imagen de batimetría de la zona de estudio con la base datos ETOPO2v2 (2006). ETOPO2v2 fue construida por una variedad de fuentes, pero principalmente consiste de datos de altimetría satelital (Smith & Sandwell, 1997). La base datos tiene una resolución espacial o tamaño de píxel de 2' (3,7 km) que permiten un análisis global en la identificación de las montañas submarinas (Fig. 11) Los datos raster (imagen) batimétricos de ETOPO2v2 proporcionados por National Oceanographic Atmospheric Agency (NOAA) – USA, servirán como información base para la identificación de montes submarinos.

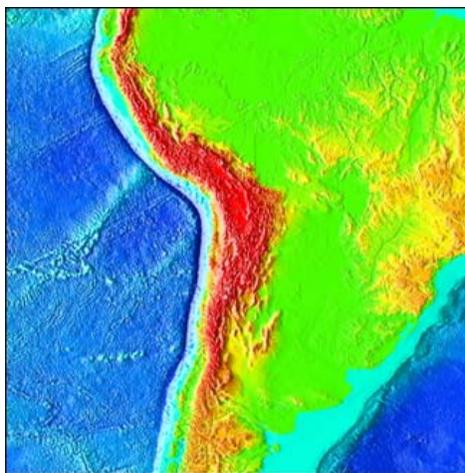


Figura 11. Imagen batimétrica ETOPO2v2.

Cabe destacar, que esta base datos batimétrica de resolución media fue utilizada por Kitchingman & Lai (2004) para identificar potenciales montes submarinos a escala global. Al respecto, también se recolectaron las coordenadas de los montes identificados en el estudio los cuales están disponibles en <http://www.searoundus.org>, y con estos se generó una imagen de montes submarinos potenciales para las aguas de la ZEE chilena (Fig.12).

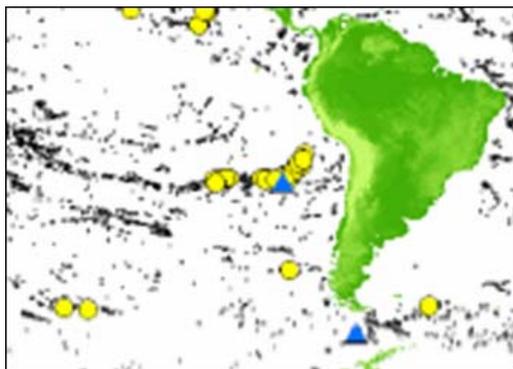


Figura 12. Localización de montes submarinos potenciales (puntos negros) estimados por Kitchingman & Lai (2004). Los círculos indican los montes fuera de la ZEE y los triángulos los que están dentro de la ZEE y de los cuales se tiene información de biodiversidad marina (Stock, 2005).

- **SHOA**

Se consultó las bases de datos batimétricas disponibles en el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. El Centro Nacional de Datos Hidrográficos y Oceanográficos (CENDHOC) cuenta con 2 de datos que se utilizaron:

- Base de datos “Smith y Sandwell”: fue generada con datos batimétricos obtenidos por ecosondas de buques de 6905 levantamientos compilados por NGDC (National Geophysical Data Center) de NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de Estados Unidos, Scripps Institution of Oceanography y Lamont-Doherty Earth Observatory, y de batimetría estimada del análisis del altímetro de radar de los satélites GEOSAT y ERS-1. Con estos datos se creó una grilla (malla digital) mundial con una resolución de 2' x 2'. La última actualización de esta base de datos fue hecha en el año 2000.

- Base de datos GEBCO (2003): Esta base de datos comprende la compilación batimétrica mundial efectuada por BODC (British Oceanographic Data Centre) del Reino Unido para GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans). Reúne la batimetría de sonares monohaz y multihaz de diversas fuentes e incluye la de algunos Centros Regionales de batimetría (IBC). La información batimétrica fue grillada con una resolución de 1' x 1'.

Para el sector del Pacífico Sur Oriental se tiene, a partir de estas bases de datos, mapas topográficos correspondientes a áreas parciales del mar presencial chileno (Fig 13).

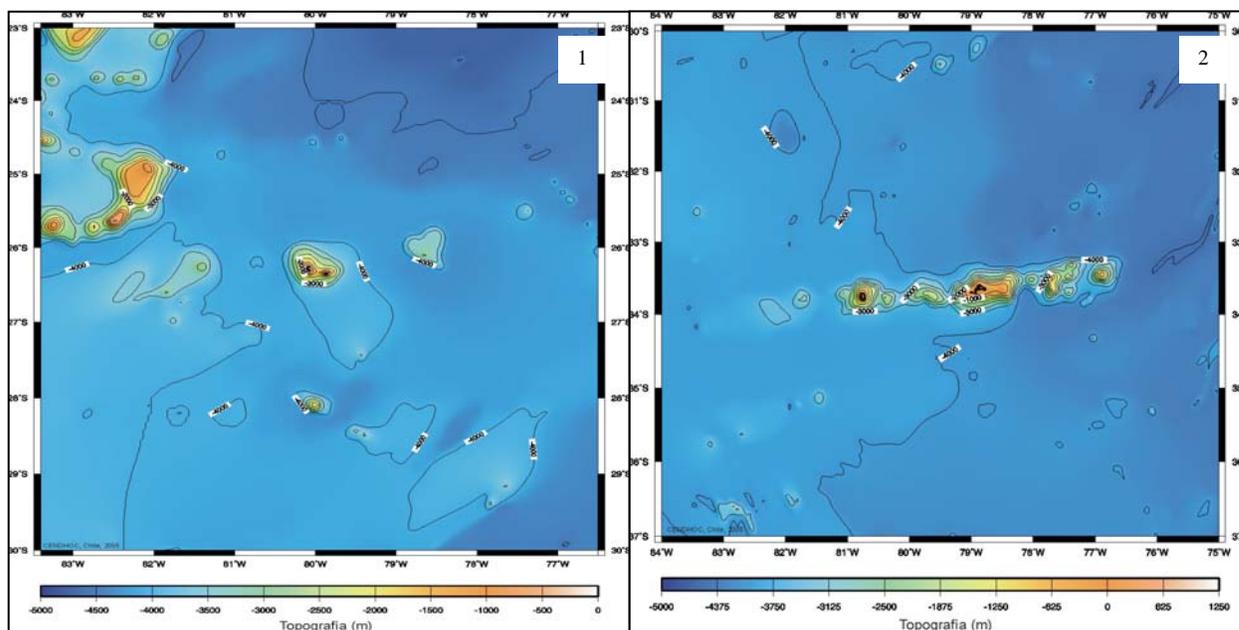


Figura 13. Contornos batimétricos y curvas de nivel terrestre cada 500 m. de (1) Isla San Felix y San Ambrosio y (2) Isla Juan Fernández. (Fuente: www.shoa.cl).

### • PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

En el marco del Proyecto FIP N°98-05 “Prospección del recurso orange roughy (*Hoplostetetus spp*) y su fauna acompañante entre la I y la X Región” se realizó un levantamiento batimétrico de 23 montes submarinos, con métodos hidroacústicos ejecutados mediante una grilla de muestreo con transectas paralelas entre sí y con una separación de una milla náutica. Esta base de datos fue solicitada al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), que fue el organismo ejecutor del proyecto.

Recolección de bases de datos: una vez solicitadas formalmente las bases de datos a las fuentes correspondientes, se procedió a la recolección de los archivos vía e-mail, CDROM, Internet o en forma personal.

Organización y manipulación de las bases de datos: una vez que los datos son adquiridos, se procedió a: i) verificar la calidad; ii) consolidar y cambiar (estandarización) el formato de los datos; y iii) construir la base de datos con el formato necesario para importar al SIG IDRISI.

### 3.1.2. Generación de imágenes e importación al SIG

Las bases de datos (imagen y vectorial) batimétricas con sus características propias son importadas al SIG IDRISI para su posterior análisis.

En los análisis con el SIG se utilizó el formato de imagen (raster o matricial), por lo cual la información recolectada en formato vectorial (XYZ) se convirtió en imagen mediante la aplicación de geoestadística para la interpolación de datos. Este proceso se ejecutó con el módulo de Geoestadística contenido en el SIG IDRISI. La generación de imágenes interpoladas mediante la estimación geoestadística por el método kriging consideró dos fases:

**Fase 1.** Estimación de la función variabilidad espacial (variograma) utilizando la ecuación.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - Z(X_i + h)]^2$$

donde:

- $2\gamma$  es el variograma estimado
- $N(h)$  es el número de pares de valores medidos,  $Z(X_i)$  y  $Z(X_i+h)$ , separados por un vector distancia  $\mathbf{h}$
- $Z(X_i)$  y  $Z(X_i+h)$  los valores de la variable bajo estudio en las posiciones  $X_i$  y  $X_i+h$ , respectivamente.

Esta función proporciona una información de gran valor, como es la continuidad espacial, la presencia de anisotropía y la existencia de discontinuidades a nivel local, que será introducida en el proceso de estimación. Tras la obtención del variograma experimental, y para su utilización en el modelo de estimación, es necesario modelar de forma que sea posible obtener

una función continua a partir de los puntos calculados. El variograma esférico es el más usado en geoestadística (Freire, 1991). En la figura 14 se muestra un ejemplo del variograma experimental y el modelo teórico ajustado.

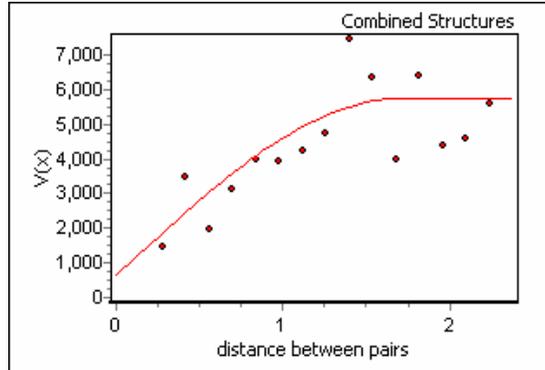


Figura 14. Variograma experimental y modelo ajustado.

**Fase 2.** Se realizó la estimación de la distribución de la batimetría mediante el método de kriging, utilizando la información obtenida en la etapa anterior y obteniendo los valores estimados y los errores asociados que nos permitieron la obtención de las imágenes de interpolación finales. Obtenido el modelo ajustado, se procedió a la estimación de la batimetría. El método a empleado es el kriging ordinario (Samper & Carrera, 1999), en el cual los valores son estimados como una combinación lineal de los valores experimentales, ponderados en función de la distancia de variabilidad expresada en términos de la función variograma, introduciendo la condición de no sesgo en los estimados y de reducción del error de estimación. El valor de la batimetría estimada y el error de estimación asociado vienen dados por las siguientes expresiones:

$$Z^*(u) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(u_i)$$

$$\sigma^{*2} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(h_0) + \mu - \gamma(h_i)$$

donde el símbolo \* indica que se trata de un estimador; n es el número de puntos que intervienen en la estimación;  $Z(u_\alpha)$  los valores de abundancia experimentales;  $\lambda_i$  el factor ponderador que afecta al dato  $X_i$  resultante de la resolución del sistema de kriging;  $\mu$  el

---

parámetro de Lagrange;  $\gamma(h_0)$  el valor del variograma para la distancia entre el punto considerado y el punto a estimar; y  $\gamma(h_i)$  para las distancias entre los puntos de estimación. (Isaaks & Sivastava, 1989).

### **3.1.3. Remuestreo y estandarización de las imágenes**

Una vez ingresada la información espacial al SIG IDRISI32 se realizó un remuestreo de las imágenes para trabajar en una resolución espacial estándar, se tomó como base la resolución más alta de las imágenes disponibles. La estandarización de las imágenes se hizo en términos de: área geográfica (límites de latitud y longitud), dimensiones (filas y columnas), tipo de dato (real, entero u otro) sistema de referencia geográfica (latitud-longitud, UTM, planas u otro), unidades de referencia geográfica (grados, metros u otro) y resolución espacial (grados, metros u otro).

Se utilizó el módulo RESAMPLE del SIG para remuestrear las imágenes, para ello se aplicó una función de mapeo lineal y un tipo de remuestreo vecino cercano (nearest neighbor) (Richards, 1986).

### **3.1.4. Integración de imágenes y generación de imagen compuesta**

Posteriormente, mediante procesos de superposición gráfica disponibles en el SIG se ejecutó la integración o fusión de las imágenes lo que permitió la generación de una imagen compuesta que integra toda la información disponible.

Para la integración de las imágenes se aplicó el módulo OVERLAY del SIG, el que permitió una serie de opciones de superposición gráfica. La imagen batimétrica compuesta resultante se cartografió para su análisis.

### 3.1.5. Identificación de montes

La imagen batimétrica compuesta se analizó estadísticamente en el SIG con el objeto de identificar montes submarinos, para ello se siguió el enfoque metodológico propuesto por Kitchingman & Lai (2004). Primero se realizó la detección o extracción de *peaks* utilizando las funciones de análisis de superficie disponibles en el SIG. Una vez detectado los *peaks* se superpusieron sobre la imagen batimétrica y se determinó cual de estos se asocia con una abrupta subida o pendiente desde el fondo marino.

---

### **3.2. Objetivo específico 2. *Recopilar, clasificar y digitalizar la información existente sobre biodiversidad de montes submarinos asociados a la ZEE continental e insular de Chile.***

#### **3.2.1. Recolección y Revisión Bibliográfica**

Se realizó una búsqueda y recolección exhaustiva de publicaciones científicas (revistas, libros, newsletters, Internet y otros), documentos técnicos (FIP, Subpesca y otros) e información disponibles a nivel nacional e internacional sobre la temática (biodiversidad en montes submarinos) del proyecto. Luego se revisó y analizó las publicaciones y documentos disponibles.

Para describir y sistematizar la información recolectada de proyectos de investigación y publicaciones científicas, se utilizó un programa de ordenamiento bibliográfico *ad-hoc*, que permite entregar listas de referencias de temáticas tales como: cobertura espacial y temporal, tipo de información recolectada, etc.

#### **3.2.2. Generación de base de datos georreferenciada y cartografía sobre biodiversidad en montes submarinos**

Al respecto, se utilizó como fuente de información las bases de datos de biodiversidad en montes submarinos disponibles en SeamountOnline (Stock, 2005). El objetivo de SeamountOnline es proveer de datos de las especies que han sido muestreadas u observadas en montes submarinos y hacer disponibles estos datos en forma gratuita en una página web (<http://seamount.sdsc.edu>). Para la zona de estudio, SeamountOnline cuenta con la información de 24 montes submarinos localizados en aguas internacionales asociados principalmente a la Cordillera de Nazca (Tabla 3 y Fig. 15).

Tabla 3. Nombre y localización de montes submarinos contenidos en base datos de biodiversidad SeamountOnline.

Monte Submarino	Latitud	Longitud	Monte Submarino	Latitud	Longitud
Albert Seamount	-24.7	-85.5	Nazca # 5 Seamount	-23.9	-84.7
Amber Seamount	-25	-88.5	Nazca 7 Seamount	-25.9	-84.6
Baral Seamount	-25.7	-86.6	Nazca chain, seamount unknown	-25.8	-85.4
Cupole Seamount	-25.1	-97.4	Needle Seamount	-25.2	-100.8
Dorofeyev Seamount	-25.9	-84.4	New (SE Pacific) Seamount	-25.3	-85.1
Ecliptic Seamount	-22.1	-81.3	Pearl Seamount	-25.6	-89.2
Great (Bol'shaya) Seamount	-25.7	-85.5	Pillar Seamount	-24.9	-98.2
<i>Ichthyandr</i> Seamount	-23.4	-83.3	Professor Mesyatzev Seamount	-21.4	-81.6
Ichthyologists Seamount	-25.1	-99.6	Shoal Guyot	-25.7	-85.4
Initial Seamount	-19.6	-80.3	Soldatov Seamount	-21.7	-82.1
Long Seamount	-25.8	-86.1	Star Seamount	-20.8	-80.9
Mayday Seamount	-25.1	-90.3	Western Seamount	-25.6	-86.9

Fuente: Stock (2005).

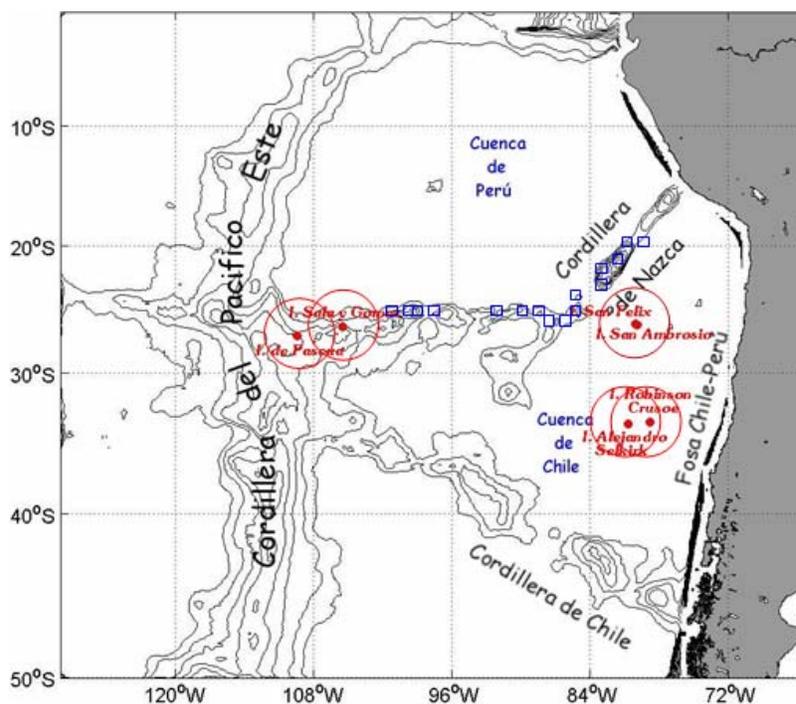


Figura 15. Localización de Montes submarinos (cuadrados azules) con información de biodiversidad en SeamountOnline superpuestos sobre batimetría del Pacífico Sur Oriental, incluyendo las Islas Oceánicas de Chile. Los contornos batimétricos señalan desde afuera hacia dentro las profundidades entre 3500 a 1000 m de profundidad con un intervalo de 200 m (Smith & Sandwell, 1997). En círculos rojos se indica ZEE.

En la Tabla 4 se muestra a modo de ejemplo la información de biodiversidad disponible para el monte submarino Nazca 7 cercano a la ZEE de las Islas Salas y Gómez.

Tabla 4. Información de biodiversidad disponible para el monte submarino Nazca 7

Genus	Species	Fotografía	Authority	Data Source
Beryx	splendens		Lowe, 1834	Golovan & Pakhorukov (1987)
Echinocyamus	incertus		H. L. Clark, 1914	Gebruk <i>et al.</i> (2004)
Helicolenus	lengerichi		Norman, 1937	Golovan & Pakhorukov (1987)
Heteralepas	mystacophora		Newman, 1964	Gebruk <i>et al.</i> (2004)
Squalus	fernandinus		Melina	Golovan & Pakhorukov (1987)
Trachurus	murphyi		Nichols	Golovan & Pakhorukov (1987)

Además se revisó las bases de datos generadas de los programas de seguimiento de pesquerías demersales y aguas profundas e informes con información georreferenciada de captura u obtención de especies en montes submarinos.

### 3.2.3. Elaboración de Documento con Publicaciones y Documentos Recopilados

Se realizó una síntesis de la recolección y revisión bibliográfica disponible sobre biodiversidad en montes submarinos de la ZEE de Chile y alrededores. Esta revisión presenta el Estado del conocimiento de la biodiversidad de los montes submarinos en la ZEE de Chile y sus alrededores, además de la valoración de la biodiversidad en montes submarinos.

---

**3.3. Objetivo específico 3.** *Compilar y analizar, de manera espacialmente explícita, la información disponible sobre el esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos de la ZEE de Chile en años recientes.*

**3.3.1. Recopilación de información existente y generación de base datos pesqueros asociados a montes submarinos**

El proceso de recopilación de información y generación de bases de datos constó de las siguientes etapas:

- ❖ Identificación de fuentes de datos: se identificaron las fuentes de información sobre la pesquería extractiva para la zona de estudio; se gestionó la entrega de la información en formato digital. Para tales efectos se solicitó por intermedio de la Subsecretaría de Pesca, las bases de datos generadas en el programa de seguimiento de pesquerías demersales y aguas profundas, encomendado anualmente a IFOP.
- ❖ Recolección de bases de datos: una vez solicitadas formalmente las bases de datos a las fuentes correspondientes, se procedió a la recolección de los archivos en CDROM.
- ❖ Organización y manipulación de bases de datos: una vez que los datos fueron adquiridos, se procedió a: i) verificar la calidad; ii) consolidar y cambiar (estandarización) el formato de los datos; y iii) construir la base de datos.

**3.3.2. Validación de la información pesquera asociada a los montes**

La base de datos del esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos consideró los datos operacionales de la flota arrastrera industrial que operó en los montes del cordón de Juan Fernández durante las temporadas de pesca de 2000 a 2006, los que fueron recolectados bajo el marco del programa de seguimiento de pesquerías demersales y aguas profundas.

---

Los datos a utilizados son: fecha del lance, hora de inicio y fin del lance, posición de calado y virado del arte, velocidad de arrastre, profundidad de arrastre, captura, especie capturada, etc. La información utilizada corresponde a la recolectada de la operación de la flota que extrae alfonsino y orange roughy. Para contar con la información certera para el análisis, se emplearon diversos criterios que tiene por finalidad eliminar los registros erróneos, inexactos o incompletos, estos criterios se basaron en el conocimiento de la operación de la pesquería industrial arrastrera de aguas profundas de la zona centro sur de Chile.

Los registros de lances de pesca fueron filtrados conforme los los siguientes criterios:

- 1) Se eliminaron los registros en que la hora de fin del arrastre fuera menor que la hora de inicio del arrastre, ya que muchos lances se realizan a muy cortas distancias lo que genera que estos campos tengan valores similares;
- 2) Se eliminaron aquellos registros en que la información por campo esta ausente o campos que tienen valores similares, como la posición de inicio y final del lance;
- 3) Se retuvieron los registros donde las distancias arrastradas presentaron valores mayores a cero y menores a cinco kilómetros, considerando que los lances con una distancia mayor son más bien raros, además la distancia media de arrastre calculada fue de 3.7 km. Este criterio esta basado en el conocimiento que se tiene de la pesquería ya que rara vez un lance excede este valor;
- 4) Se retuvieron los registros en que la duración del tiempo de arrastre fuera menor a 45 minutos, ya que un valor mayor a este nivel son considerado raros para este tipo de recurso tomando en cuenta que el valor medio del tiempo de arrastre fue de 30 minutos;

Los registros también fueron seleccionados según la posición del lance, esto permitió además posicionar el lance en el monte correspondiente. Para este análisis se utilizaron los datos batimétricos provenientes de proyectos de investigación realizados en el área (FIP N°98-05). En la tabla 5 se muestra el área superficial estimada para cada monte submarino a partir del polígono que es definido por el veril de 900 m y por los márgenes geométricos que definen los datos en el caso de no tener continuidad espacial para cerrar el polígono (Fig. 16) y poder hacer el cálculo de área. Los lances seleccionados fueron aquellos que estuvieron contenidos

en los poligonos que definen los montes submarinos, éstos toman en cuenta la gran mayoría de los lances efectuados en cada monte.

Tabla 5. Principales montes submarinos evaluados en el Archipiélago de Juan Fernández.

Monte	Límite Norte	Límite Sur	Límite Oeste	Límite Este	Área Estimada (km <sup>2</sup> )
JF1	33.56	33.73	78.60	78.27	608
JF2	33.42	33.69	77.80	77.59	443
JF3	33.36	33.43	77.47	77.37	62
JF4	33.41	33.48	76.94	76.82	91
JF5	33.71	33.75	79.65	79.58	17
JF6	34.06	34.10	80.29	80.23	s/i

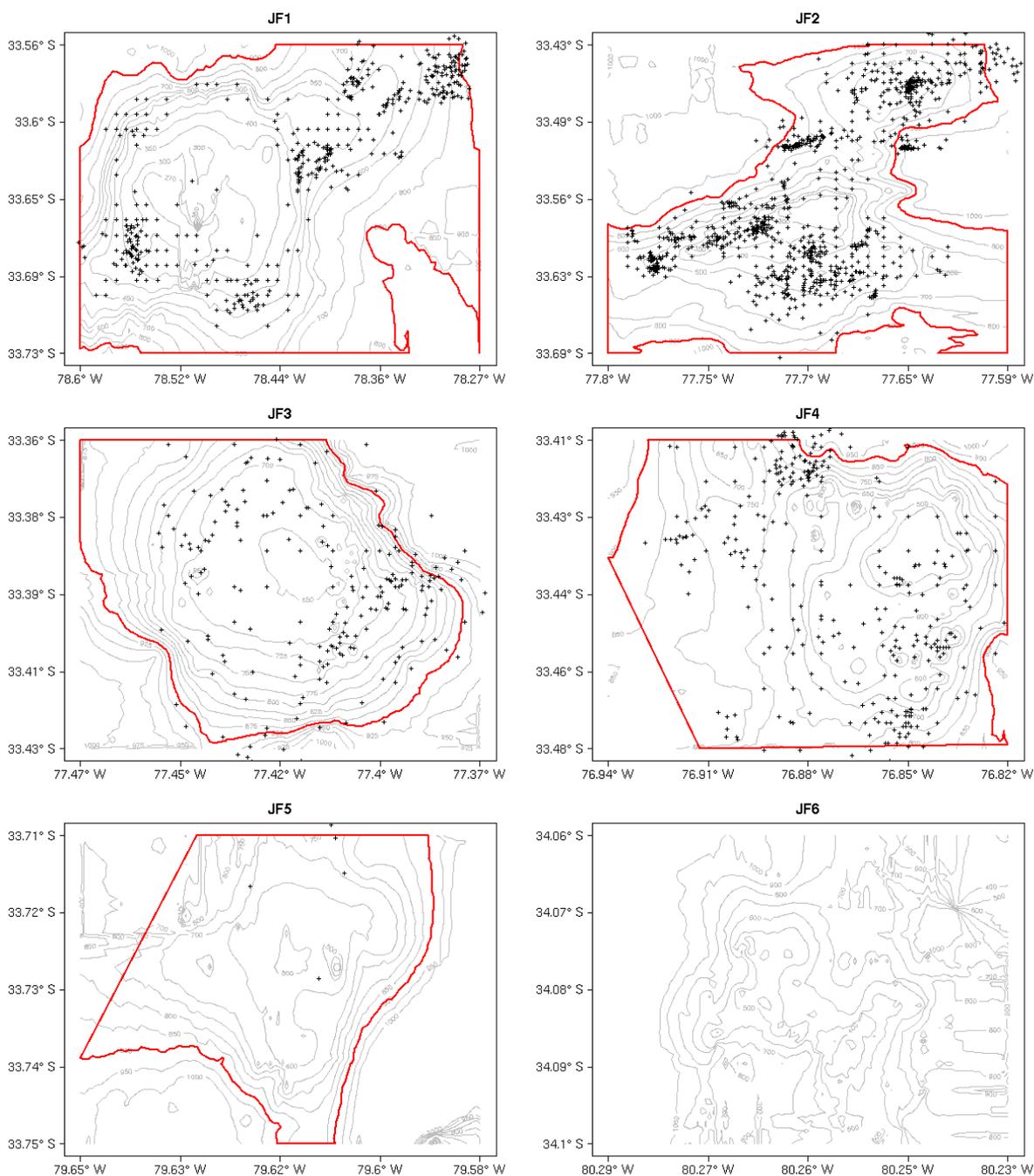


Figura 16. Cartas batimétricas correspondiente a los montes submarinos JF1, JF2, JF3, JF4, JF5 y JF6 provenientes de los cruceros de investigación desarrollados por el IFOP. La línea roja corresponde al veril de los 900 metros de profundidad y a los márgenes geométricos definidos por los datos batimétricos, además se muestra (+) la posición media de los lances de pesca.

---

### 3.3.3. Dirección e intensidad de la actividad pesquera en los montes submarinos

La dirección del arrastre en grados fue calculada a partir de la posición de inicio y final para cada lance de pesca con un valor medio de  $170^\circ$ , con una dirección hacia el este. El gráfico de frecuencias de las direcciones calculadas indican que los pescadores tienden preferentemente a reportar lances de arrastre que tienen una trayectoria hacia el norte, sur, este y oeste (Fig. 17). Este sesgo en la dirección del arrastre fue consistente para la totalidad de los lances validos efectuados, para tratar con esta característica de los datos estos fueron categorizados en cuatro cuadrantes (norte =  $45^\circ$ - $135^\circ$ , oeste =  $135^\circ$ - $225^\circ$ , sur =  $225^\circ$ - $315^\circ$  y este =  $315^\circ$ - $45^\circ$ ) para estimar las direcciones mas frecuentes por monte. Para evaluar si la dirección de un lance en un monte en particular fue aleatorio, se toma una muestra aleatoria del mismo tamaño del total de datos reportados en las direcciones angulares mediante la técnica de remuestreo bootstrapping. Luego se comparan la proporción de los lances para cada dirección (norte, sur, este y oeste) observada con la proporción de la muestra aleatoria. La dirección del arrastre se considera no aleatoria si pocas observaciones estuvieron en una o mas direcciones que el 95% de las muestras aleatorias (prueba de dos lados con  $P = 0.05$ ).

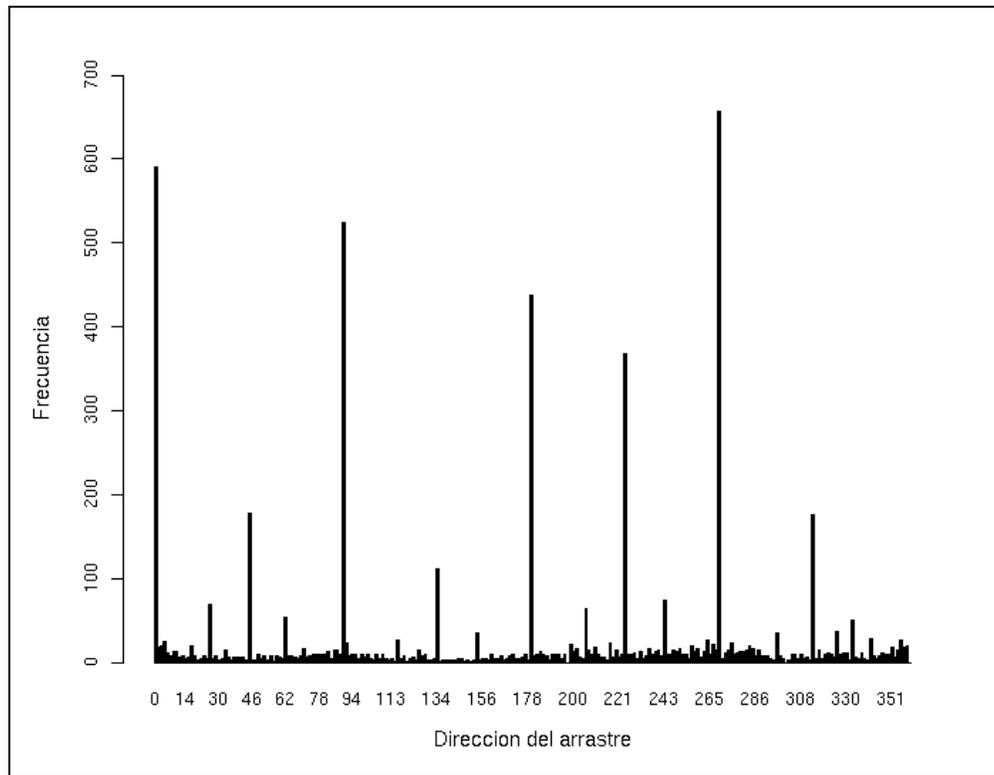


Figura 17. Gráfico de frecuencia de las direcciones angulares (grados) calculadas para los lances comerciales durante el periodo analizado. Las direcciones en los ejes, 0 = este, 90 = norte, 180 = oeste y 270 = sur.

El índice de intensidad relativa de pesca (IRP) para un monte individual es definido por:

$$IRP = \left( \frac{\sum L}{A} \right) \times \left( \frac{D}{4} \right)$$

donde,  $\sum L$  es la suma de todas las distancias arrastradas (km) en un monte;  $A$  es el área estimada para cada monte en kilómetros cuadrados; y  $D$  es el número de direcciones arrastradas (de 1 a 4) para cada monte. Las unidades del IRP están en  $\text{km}^{-1}$ . Este índice incorpora datos de la cantidad del esfuerzo pesquero desarrollado en cada monte, la dirección del arrastre y el área de cada monte. Por una parte el índice mide la densidad de la pesca en un monte como una proporción del área del monte. La suma de todas las distancias arrastradas fue usado como un proxy del área barrida. Y por otra parte, refleja un factor de escala proporcional a las direcciones en el cual el monte submarino fue arrastrado. Los montes

---

submarinos que tienen un alto valor de IRP se debe a que tienen una gran cantidad de esfuerzo relativo a su tamaño y estos han sido arrastrado en todas las direcciones (O'Driscoll & Clark, 2005). Todos los gráficos y análisis estadísticos realizados en este trabajo fueron implementados usando el lenguaje de programación y computación estadística R (R Development Core Team, 2006).

### **3.3.4. Variabilidad espacial de la explotación de recursos en los montes submarinos**

Para estudiar la variabilidad espacial de la explotación comercial de recursos en los montes submarinos por la flota industrial arrastrera, se comparan las estructuras espaciales para dos años, el 2001 y el 2003, y así tomar en cuenta la variabilidad interanual. De cualquier modo, se considera el número de registros por año, un N lo suficientemente grande que permita cuantificar las escalas de correlación espacial, y se estudiara aquel monte que fuera intensamente explotado. El objetivo de este trabajo es evaluar como la pesca comercial industrial produce un cambio en la distribución espacial de los recursos analizados mediante la técnica de análisis espacial llamada geoestadística, a través del análisis de estructura.

La geoestadística se aplica en dos etapas, la primera corresponde al análisis estructural, donde la correlación espacial entre observaciones es modelada usando una medida de continuidad espacial como el variograma. Las observaciones se utilizan para producir el modelo geoestadístico, que describe el proceso estocástico y no la distribución particular de observaciones. En la siguiente etapa, el modelo es usado para interpolar valores sobre una grilla regular, generalmente usando un algoritmo de optimización conocido como *kriging*. En esta etapa, los valores del proceso en cualquier lugar del espacio muestreado se obtiene como combinación lineal convexa de los valores de las observaciones vecinas, en que las observaciones de densidad son pesadas con ponderadores que dependen de la distancia entre el punto a evaluar y el punto observado. La capacidad del kriging de interpolar sobre localidades no observadas permite mapear el proceso estocástico, lo que equivale a obtener una realización más completa del proceso, sobre una región o todo el hábitat cubierto por las observaciones, lo que en pesquerías corresponde a evaluación directa (Roa & Tapia, 2000).

---

### ***Variable aleatoria***

Sea  $z$  una variable aleatoria espacialmente referenciada que mide la densidad de la población aledaña a los montes submarinos de la forma,

$$z = z(x, y)$$

donde  $z$  es la densidad, y  $(x, y)$  son variables de la ubicación en un espacio bidimensional. Esta característica de la población es considerada un proceso estocástico en el espacio, y los datos recolectados son considerados como una realización del proceso de muestreo. El modelo espacial descrito anteriormente corresponde a

$$z(x, y) = \mu + \varepsilon$$

donde  $z$  es la densidad,  $\mu$  es la esperanza de  $z$ , y  $\varepsilon$  es el error aleatorio que incorpora la variabilidad espacial.

### ***Análisis Estructural***

La herramienta cuantitativa usada para caracterizar la correlación espacial de la variable aleatoria densidad es la función de variograma,  $2\gamma(x, h)$ , el cual es la esperanza matemática de la variable aleatoria,  $[Z(x) - Z(x+h)]^2$ , donde  $Z$  es la densidad,  $x$  es la ubicación espacial en el espacio bi-dimensional, y  $h$  es una distancia vectorial compuesta por una magnitud y una dirección (Journel & Huijbregts, 1978). Bajo la segunda propiedad estacionaria, el variograma solo depende de la separación del vector  $h$  y no de la ubicación de  $x$ . Luego, es posible estimar el variograma  $2\gamma(x, h)$  de los datos disponibles a través del variograma empírico

$$2\gamma(h) = \frac{1}{N(h)} \sum [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

donde  $N(h)$  es el número de pares  $Z(x_i) - Z(x_i + h)$ , a cualquier par de puntos separados por el vector  $h$ . Cuando el variograma es calculado como un promedio sobre todas las direcciones, el vector  $h$  es un escalar y el variograma es llamado omnidireccional. El variograma omnidireccional es apropiado cuando el proceso estocástico estudiado es isotropico (la misma estructura espacial existe en todas las direcciones). Sin embargo, en presencia de anisotropia (diferentes estructuras para diferentes direcciones), el eje principal de continuidad espacial es identificado y el variograma direccional es calculado para cada dirección en particular (0, 45, 90, 135 grados). Si se tuvieran observaciones en todos los posibles puntos de muestreo, se podría construir uno y sólo un variograma con todos los posibles pares de puntos de la región, llamado variograma regional. Mientras que al contar con una evidencia parcial de las localidades observadas, se obtiene el variograma experimental, al que se ajusta un variograma teórico, que estima al variograma regional.

### ***Ajuste del modelo del variograma***

En el ajuste del variograma empírico, se pueden usar varios modelos encontrados en la literatura (Isaaks & Srivastava, 1989), sin embargo, el modelo esférico esta dado por:

$$\gamma(|h|) = \begin{cases} 0 & \text{para } h = 0 \\ c_0 + c \left[ \frac{3}{2} \left( \frac{|h|}{a} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{|h|}{a} \right)^3 \right] & \text{para } 0 < |h| \leq a \\ c_0 + c & \text{para } |h| \geq a \end{cases}$$

para  $h = 0$ ,  $0 < |h| \leq a$  y  $|h| \geq a$  respectivamente (Cressie, 1993), es el más usado en ciencias marinas y en otras áreas de la tierra (Roa & Tapia, 2000). Hay tres parámetros a estimar en el variograma; el primero es el *nugget* que corresponde a una varianza espacial residual o una variabilidad de micro escala no resuelta por la resolución de muestreo, siendo una discontinuidad (Petitgas, 1993). Luego está el *rango*, que corresponde al área de influencia promedio de un punto o la distancia mas allá de la cual no correlaciones entre pares de datos

es observada. Y finalmente esta el *sill*, que corresponde a la disimilitud máxima o máximo nivel de variabilidad.

Este modelo, más el efecto *nugget* será usado para ajustar el variograma empírico. Los parámetros de los modelos fueron estimados usando el procedimiento suma de cuadrados ponderados descrito por Cressie (1993), cuya función objetivo es

$$\min \sum_{i=1}^H N(h_i) \left( \frac{\hat{\gamma}(h_i)}{\gamma(h_i)} - 1 \right)$$

donde  $H$  es el número de distancias de separación para el cual el variograma empírico ( $\hat{\gamma}$ ) fue calculado, y  $N$  es el número de pares para cada separación. Este criterio tiene la ventaja de dar mas peso a los puntos con un alto número de pares y cercanos al origen, la cual es la parte más importante en la estimación de los parámetros del variograma (Cressie, 1993). Esta propiedad es muy deseable puesto que se quiere que el variograma teórico este bien ajustado sobre todo en las distancias cortas, donde la correlación espacial es mayor. Las estimaciones de los parámetros son hechas usando el algoritmo iterativo de quasi-Newton, con valores iniciales obtenidos de la modelización interactiva del variograma usando software GSTAT (Pebesma & Wesseling, 1998).

### ***Mapeo***

El mapeo fue hecho usando la técnica de estimación espacial conocida como el kriging puntual ordinario sobre una grilla regular. Para cada nodo de la grilla, la edad modal ( $Z^*$ ) fue estimada como la ponderación promedio

$$Z^* = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i)$$

---

de las  $N$  observaciones  $Z(x_i)$  que caen dentro de una búsqueda de vecinos cercanos predefinido. Las ponderaciones  $\lambda_i$  fueron calculadas usando los parámetros del modelo ajustado al variograma seleccionado, y las observaciones mediante la solución de un sistema de ecuaciones lineales donde la varianza del kriging fue minimizada bajo la restricción que  $\sum \lambda_i = 1$ , asegurando una estimación no sesgada de  $Z^*$  (Journel & Huijbregts, 1978).

**3.4. Objetivo específico 4. *Evaluar directamente (in situ) la biodiversidad bentónica y demersal de, al menos, dos de los montes identificados como prioritarios de estudiar.***

**3.4.1. Aspectos generales.**

Para cumplir con este objetivo del proyecto, se eligió como zona de estudio el área de montes submarinos del Archipiélago de Juan Fernández, por presentar una actividad extractiva única en Chile desde 1998, sobre el recurso orange roughy con artes de pesca de arrastre de fondo. Dentro de este contexto, se eligieron los montes submarinos denominados Juan Fernández 1 (JF1) y Juan Fernández 2 (JF2) por su cercanía a la Isla Robinson Crusoe, aspecto operativo que facilitaría la prospección en el caso de algún problema técnico de las embarcaciones, además de servir de refugio en el caso de la presencia de temporales en la zona, muy comunes en la época de invierno. Por otra parte ambos montes, distantes entre si sólo 35 millas náuticas, presentan características diferenciales en cuanto a las estimaciones de biomasa del recurso objetivo (Fig. 18), que en cierta forma indicaban aspectos de la presión de pesca que se estaba realizando en éstos. En JF1 la abundancia de orange roughy se mantenía estable e incluso había aumentado entre 2003 y 2006, mientras que en JF2 había disminuido considerablemente de 11.000 a menos de 2.000 toneladas.

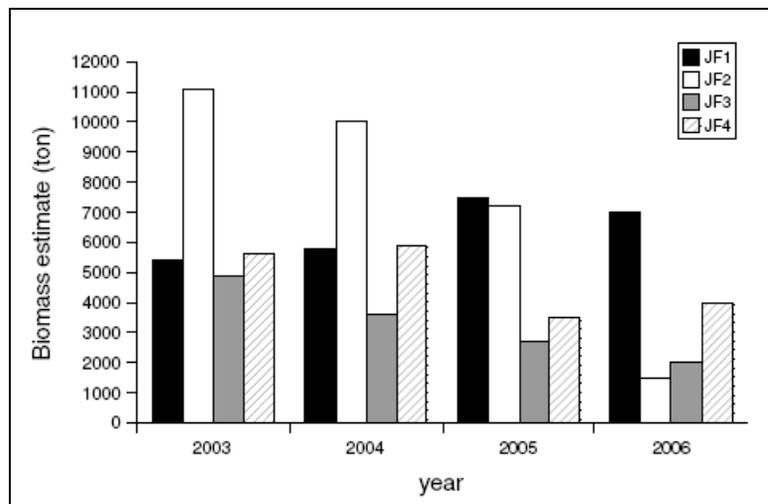


Figura 18. Biomasa estimada de orange roughy en los montes submarinos de Juan Fernández (JF1-JF4), la principal zona de pesca de este recurso en Chile. Fuente: FAO (2007).

---

El diseño general de la evaluación consideró dos campañas de prospección de biodiversidad: 1) un crucero a bordo de un barco pesquero industrial y (2) una campaña de trabajo a bordo de botes y lanchas artesanales desde la Isla Robinson Crusoe en el Archipiélago de Juan Fernández. Debido a limitaciones operativas y de recursos, se trabajó con la noción de muestra económica. En ambas prospecciones a la zona de estudio, se realizaron muestreos con diferentes sistemas de pesca y muestreo. Debido a la naturaleza diversa de estos sistemas (p.e. aparejos de pesca pasivos que necesitan diferentes tiempos de reposo), y la dificultad de operar en una zona oceánica, el número de lances de cada sistema de pesca o muestreo no fue el mismo, aunque se intentó mantener una intensidad de muestreo proporcional.

La primera campaña de prospección se efectuó entre el 24 de julio y 22 de agosto de 2007 y fue realizada a bordo del buque palangrero industrial Portugal II, mientras que la segunda, fue realizada desde la Isla Robinson Crusoe entre el 14 de noviembre y el 19 de diciembre de 2007, e involucró el trabajo a bordo del bote N°58 “Cumberland” y la lancha a motor (L/M) “Alborada”.

### **3.4.2. Zona de estudio.**

La zona de estudio comprendió parte de la ZEE del Archipiélago de Juan Fernández, específicamente los montes submarinos conocidos como Juan Fernández 1 y Juan Fernández 2 ubicados a 15 y 50 millas náuticas al este de la Isla Robinson Crusoe (Fig. 19).

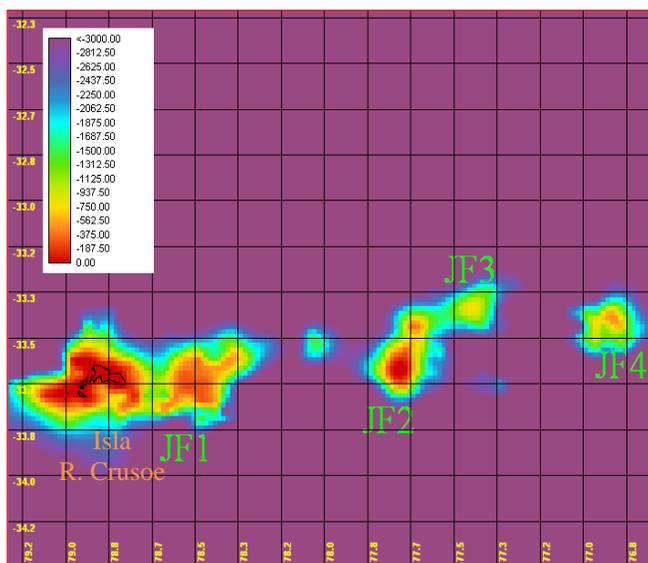


Figura 19. Zona de estudio en recuadro; montes submarinos ubicados 15 y 50 mn al este de la Isla Robinson Crusoe.

### 3.4.3. Aspectos operacionales del muestreo.

#### 3.4.3.1. Prospección en el buque Portugal II.

La primera prospección a bordo del PAM Portugal II (Fig. 20a), consideró 9 días de trabajo en zona de estudio (24-07-2007 a 30-07-2007 y 21, 22-08-2007). En ambas oportunidades, los primeros días fueron destinados al muestreo oceanográfico de cada monte submarino (cuatro estaciones por monte por día), para luego evaluar la biodiversidad presente, a través del uso de distintos artes, aparejos de pesca y sistemas de muestreo del fondo marino como rastra y cámaras submarinas.

#### 3.4.3.2. Prospección desde la Isla Robinson Crusoe.

El trabajo en la Isla Robinson Crusoe (14-11-2007 a 19-12-2007) involucró la preparación y equipamiento de embarcaciones artesanales que operan en la captura de langosta y cangrejo dorado: el bote N°58 “Cumberland” (Fig. 20b) y la L/M “Alborada” (Fig. 20c). Estas embarcaciones fueron implementadas con un GPS marca Garmin modelo 12 XL y un ecosonda marca Furuno modelo FCV 291, además de materiales de pesca especialmente

dimensionados para el trabajo a bordo de embarcaciones artesanales y de uso por pescadores en esta Isla. Debido a las limitaciones de operación con estas embarcaciones, el trabajo de muestreo en esta oportunidad estuvo condicionado por las condiciones meteorológicas, especialmente por el viento en la zona.



Figura 20. a) Buque Portugal II utilizado en la primera prospección, b) bote N°58 “Cumberland” y c) L/M “Alborada”, usados en la segunda prospección desde la Isla Robinson Crusoe.

### 3.4.3.3. Plan de Muestreo.

1. Con la información de batimetría disponible, se realizó un *proxy* del área a prospectar, considerando para tales efectos, grillas de 0,5 décimas de grado de latitud por 0,5 décimas de grado de longitud (aproximadamente 3 mn) (Fig. 21).
2. Se procedió a barrer toda el área relativamente plana y accesible por los sistemas de pesca y muestreo (sobre el veril de los 700 m de profundidad), para generar la información de campo. Primero efectuando muestreos de oceanografía o toma de datos con CTD y botellas Niskin, y posteriormente muestreos de biodiversidad pelágica, demersal y bentónica con redes zooplanctónicas, palangre de superficie, palangre vertical (de fondo), trampas, rastra y medios audiovisuales.
3. El diseño de aleatorización consistió en un engrillado sistemático, en donde se seleccionó aleatoriamente una cuadrícula, para calar el arte o aparejo de pesca, tratando de cubrir distintas horas del día.
4. Una vez seleccionada la cuadrícula, se procedió a buscar las condiciones de fondo marino apropiadas para calar los sistemas de muestreo.
5. Los registros digitales (fotos), el material de fondo marino recolectado con la rastra y los registros de ecosonda, permitieron caracterizar el tipo de sustrato.

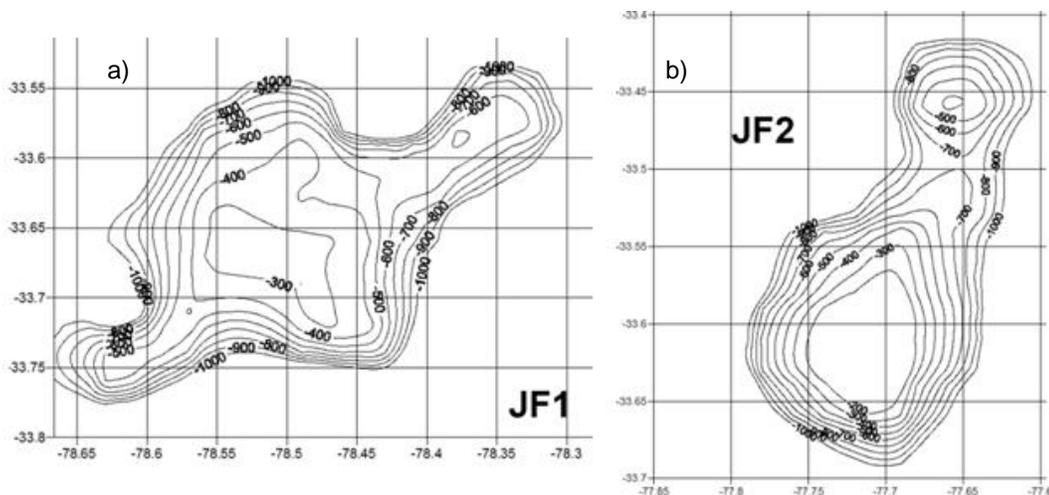


Figura 21. Mapa batimétrico de los montes submarinos prospectados. Cada unidad de la grilla equivale a una distancia aproximada de 3 mn. a) monte Juan Fernández 1 y b) Juan Fernández 2.

---

En cada una de las áreas a prospectar, asociadas a un monte submarino, se consideraron los siguientes estratos: pelágico, demersal y bentónico. El primer estrato fue estudiado empleando redes planctónicas (Bongo y WP-2) y palangre industrial de superficie. El estrato demersal fue evaluado usando espinel vertical (de fondo y oblicuo), además de líneas de mano, en tanto que el fondo fue explorado mediante trampas, además de una rastra para recolección de invertebrados bentónicos y registro fotográfico con dispositivos audiovisuales.

Descripción de los sistemas de muestreo y observación por estrato:

- **Estrato pelágico:** el muestreo de zooplancton fue realizado con redes Bongo y WP-2, y estuvo incluido dentro de las actividades realizadas en las estaciones oceanográficas a bordo del buque Portugal II. Los lances de pesca de superficie se efectuaron con el aparejo de la embarcación Portugal II (palangre industrial de superficie). El diseño general del aparejo, el tipo de anzuelo y la carnada usada, correspondieron a aquellos de uso común en esta pesquería.
- **Estrato demersal:** se usaron espineles verticales de operación oblicua (tendidos) de 70 anzuelos (Mustad balanceados N°6) y espineles verticales de fondo de 25 anzuelos (Mustad balanceados N°6), además de líneas de mano o “fierros” con anzuelos balanceados Mustad N°3. El espinel es utilizado por los pescadores de la Isla Robinson Crusoe para capturar recursos como la breca (*Cheilodactylus gayi*), el chancharro (*Helicolenus legerichi*) y el alfonsino (*Beryx splendens*) entre otros, mientras que la línea de mano o fierro se orienta a la captura de mero de profundidad o bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*) (Arana & Vega, 2000).
- **Estrato bentónico:** se utilizaron líneas de trampas con 20, 10 y 2 trampas cada una. Se usaron trampas troncocónicas modificadas (modelo Viking Sur), diseñadas originalmente para capturar langosta enana, además de trampas cangrejas y langosteras empleadas en la Isla R. Crusoe para capturar cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) y langosta (*Jasus frontalis*) respectivamente (Arana *et al.*, 2006a).

---

Complementariamente y con el fin de estudiar la comunidad de organismos sésiles asociados al fondo marino, se realizaron arrastres con una rastra modelo Diego Zelaya. Finalmente, se tomaron series de fotografías del fondo marino con un sistema de cámaras digitales dispuesto en una estructura de sustentación especialmente diseñada.

#### **3.4.3.4. Descripción de los artes, aparejos de pesca y otros sistemas de muestreo.**

1) Palangre de superficie: corresponde a un espinel horizontal con una línea madre (Poliamida monofilamento (PA-mono) de 3,5 mm Ø), sostenida a una profundidad aproximada de 18 m, por boyas inflables de goma en superficie. Entre cada boya y a intervalos regulares de 50 m, se cuelgan por medio de snaps (clips de acero inoxidable) los reinales de 18 m de longitud, también de PA-mono de 2,1 mm Ø. Estos últimos, están constituidos además del snap, por un destorcedor plumado y el anzuelo. Para efecto de atracción se utilizan luces químicas verdes de 3". Este tipo de sistema es de deriva, por lo que para localizarlo se utilizan radioboyas de un alcance aproximado de 25 mn, las que están constituidas por la boya y una antena transmisora con batería incorporada. Considerando las dimensiones de estos montes submarinos, cada lance consideró el calado de un tramo del palangre, es decir 220 anzuelos (Mustad desbalanceados tamaño 9/0), encaranados con caballa (*Scomber japonicus*) y calamar (*Illex argentinus*). Este número de anzuelos implica una extensión aproximada del palangre de 9.000 metros.

2) Espinel vertical: Básicamente consiste en una línea madre de polipropileno torcido (3-5 mm Ø) con reinales (PA-mono de 1 mm Ø) y anzuelos, dispuesta en forma vertical sobre el fondo marino. Se usaron anzuelos Mustad balanceados N° 6, 8 y 3, y su diseño general fue muy parecido al descrito en Arana & Vega (2000) (Fig. 22) Como carnada se usaron sardinas saladas cuando se trabajó en el buque Portugal II, y peces locales como jurel de Juan Fernández (*Caranx georgianus*), breca y morena (*Gymnothorax porphyreus*), además de calamar (*I. argentinus*), en el caso de la operación desde la Isla Robinson Crusoe.



Figura 22. Espineles verticales usados por los pescadores en la Isla Robinson Crusoe, adaptados para operar desde la embarcación industrial Portugal II.

3) Trampas: El diseño de estos artes de pesca correspondió a tres tipos principales: troncocónica, langostera y cangrejera. Las trampas troncocónicas son estructuras de fierro de 10 mm  $\varnothing$ , modelo Viking Sur de 1 m y 0,8 m de diámetro basal y superior, y 0,8 m de alto, forrada con malla anchovetera de 50 mm de tamaño de malla (Fig. 23a). La entrada circular, ubicada en la parte superior, fue construida de plástico en forma cilíndrica de 25 cm de diámetro y 20 cm de alto. Los otros dos diseños fueron trampas de uso actual por los pescadores de la Isla Robinson Crusoe, consisten en una estructura tipo caja, construida de madera local como Eucaliptus o Maqui, de base rectangular con dos cámaras simétricas, sobre una de las cuales se encuentra la entrada, construida en forma de cono invertido, tejido hacia el interior de la trampa. Dentro de la trampa, existe otra entrada que da paso a la segunda cámara, de características similares a la anterior. Según Arana *et al* (2006b), las dimensiones de estas estructuras pueden variar entre 30 y 42 cm de alto, 60 a 72 de ancho y 120 a 156 de largo. La diferencia que presentan las trampas cangrejeras, es principalmente su mayor tamaño, relativo a las langosteras y el tipo de entrada principal, que en este caso es un tubo de polietileno de aproximadamente 30 cm de diámetro y 20-25 cm de largo. (Fig 23b). La carnada usada en estos artes de pesca correspondió a cabezas de chanco y caballa (*S. Japonicus*) cuando se calaron desde el buque Portugal II. En el caso de la operación a bordo de botes y lanchas

artesanales se usaron varias especies de peces locales como jurel de Juan Fernández, breca, morena, vidriola (*Seriola lalandi*) y chancharro (*Helicolenus lengerichi*).



Figura 23. a) Trampas troncocónicas modelo Viking Sur utilizadas desde el B/C Portugal II y b) trampas cangrejas caladas con el bote N°58 “Cumberland” y la L/M “Alborada”.

4) Rastra: modelo Diego Zelaya, es una estructura de hierro de 12 mm de espesor, formando una caja de 60 cm de largo, 20 cm de alto, 50 cm de ancho en su parte anterior y 40 cm en su parte posterior. El peso aproximado es de 35 kg. En las caras dorsal, ventral posterior y laterales, hay un marco de 4,5 cm de grosor donde va soldada una red metálica de 2 mm de diámetro de malla. El lado anterior queda abierto y las márgenes tienen filo para ayudar a la toma de muestras desde fondos muy duros. En las partes laterales de la boca van soldadas dos argollas para permitir el acople de grilletes, los que van unidos a un trozo de cadena (Fig. 24).



Figura 24. Rastra modelo Diego Zelaya, utilizada para el muestreo de organismos sésiles.

5) Cámara submarina de profundidad: Se diseñó y construyó un sistema de fotografía submarina de profundidad en base a cámaras marca Canon modelo Rebel XT de 8 MP, con obturador temporizado, además de gran angular. Estos equipos fueron instalados en una estructura metálica (carcaza) (Fig. 25a), especialmente construida para trabajar en una profundidad de hasta 800 m. Este tipo de cámara permitió sacar hasta 100 fotografías digitales de alta resolución (10 megapíxeles) en los períodos en que se mantuvo sobre el fondo marino. La carcaza con la cámara y el flash fue acoplada a otra estructura de sustentación (Fig. 25b) que permitió la operación del sistema desde la cubierta del barco con ayuda del equipo virador de las líneas de trampas (King Houlder).



Figura 25. a) Carcaza para la cámara y flash, b) estructura de sustentación de la carcaza.

---

#### **3.4.4. Muestreo fitoplanctónico.**

Las muestras de agua para identificación del fitoplancton presente en la zona de estudio, fueron obtenidas por medio de botellas Niskin en los estratos de 0 y 50 m de profundidad, en 8 estaciones ubicadas sobre los montes submarinos del archipiélago de Juan Fernández; estaciones 1-4 en el monte Juan Fernández 1 (JF1) y 5-8 en el monte Juan Fernández 2 (JF2) (Fig. 26). Las muestras fueron almacenadas en frascos plásticos de 1.000 ml y preservadas con lugol ácido al 2% para evitar su descomposición. Para la cuantificación y clasificación de las comunidades de nano y microplancton se obtuvieron submuestras de 50 ml, las cuales fueron sedimentadas a través de la metodología propuesta por Uthermöhl (1959) y analizadas en un microscopio invertido de contraste de fases marca Olympus a 20X y/o 40X de magnificación, dependiendo del tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de los organismos observados.

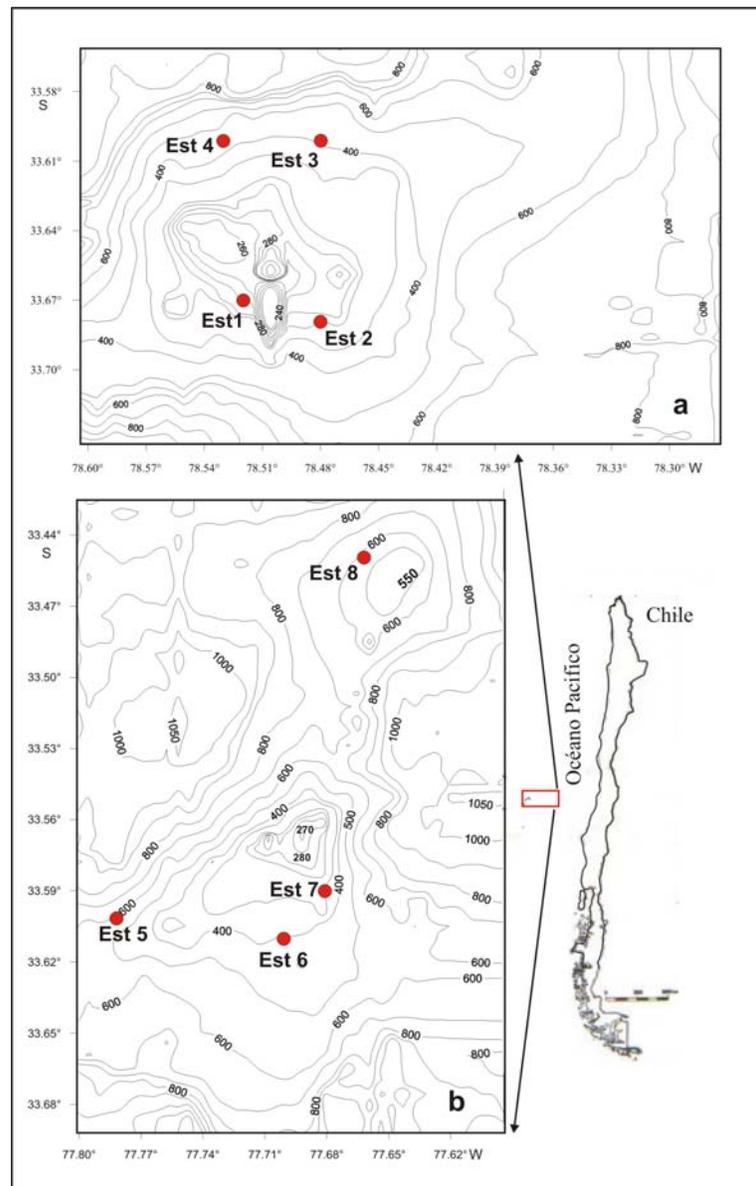


Figura 26. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo fito y zooplanctónico en los montes submarinos: a) Juan Fernández 1 (JF1), b) Juan Fernández 2 (JF2).

Para la identificación de las distintas taxa se utilizó literatura de apoyo pertinente como: Cupp (1943), Rivera (1968), Rivera (1968), Rivera (1973), Tomas (1997) y Boltovskoy (1999). Los resultados cuantitativos de los análisis de los taxa observados, se expresaron en cantidad de células por unidad de volumen (células/litro o células  $L^{-1}$ , “i”) o en cantidad de células por unidad de área (células  $m^{-2}$ , “ii”). Las fórmulas utilizadas para estas dos modalidades de expresión de los datos se observan abajo:

$$i) \quad A = (C_c \times F \times 1.000)/V_s$$

donde:

A = abundancia (células/L )

C<sub>c</sub> = células contadas

F = factor multiplicativo que depende del área de la cámara observada

V<sub>s</sub> = volumen sedimentado (ml)

1.000 = unidad transformadora de ml a litros.

$$ii) \quad A_i = (((A_{(P1)} + A_{(P2)})/2) \times D_p) \times 1.000$$

donde:

A<sub>i</sub> = abundancia integrada a la máxima profundidad muestreada (células/m<sup>-2</sup>)

A<sub>(P1)</sub> = células/L totales en la profundidad 1 (e.g. 0 m)

A<sub>(P2)</sub> = células/L totales en la profundidad 2 (e.g. 50 m)

D<sub>p</sub> = diferencia entre A<sub>(P1)</sub> y A<sub>(P2)</sub> (e.g. 50 m).

1.000 = unidad transformadora de litros a m<sup>-3</sup>.

### 3.4.5 Muestreo zooplanctónico.

Durante el 19 de julio y 24 de agosto de 2007 se realizaron 8 estaciones oceanográficas ubicadas sobre los montes submarinos denominados Juan Fernández 1 (JF1) y Juan Fernández 2 (JF2) (Fig. 26). En este crucero se obtuvieron muestras de zooplancton destinadas a conocer la composición taxonómica, biodiversidad y distribución geográfica por taxa identificado (Tabla 6).

En cada estación oceanográfica se efectuaron pescas oblicuas de zooplancton desde un máximo de 350 m de profundidad o desde 10 m sobre el fondo cuando la profundidad fue menor. Las pescas se realizaron con redes Bongo de 350 µm de abertura de malla provistas de

flujómetros TSK para estimar el volumen de agua filtrado, con una velocidad de arrastre de alrededor de  $20 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . Además, en las estaciones 1 y 5 se realizaron muestreos en dos estratos: superficial (0 a 100 m) y profundo (100 a 250-350 m) con una red WP-2. Las muestras de zooplancton se conservaron en agua de mar con formalina al 5%, neutralizada con tetraborato de sodio para su posterior análisis en el laboratorio.

Las muestras zooplanctónicas se analizaron con un microscopio estereoscópico Leica Wild M8 en el Laboratorio de Planctología de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Para la estimación de biomasa zooplanctónica se utilizó el método de desplazamiento de volumen y los resultados se expresaron en mL de plancton húmedo por  $1.000 \text{ m}^3$  ( $\text{mL}\cdot 1.000 \text{ m}^{-3}$ ).

Tabla 6. Ubicación geográfica, tipo de red, estrato de muestreo y volumen filtrado por la red en las diferentes estaciones de muestreo zooplanctónico.

Estación	Latitud (S)	Longitud (W)	Red	Estrato (m)	Vol. filtrado( $\text{m}^3$ )
<b>1</b>	33°40,2'	78°31,5'	Bongo	0-250	496
<b>2</b>	33°41,0'	78°28,8'	Bongo	0-250	242
<b>3</b>	33°36,1'	78°28,7'	Bongo	0-300	255
<b>4</b>	33°35,7'	78°31,9'	Bongo	0-300	373
<b>5</b>	33°36,2'	77°46,57'	Bongo	0-350	268
<b>6</b>	33°36,5'	77°42,0'	Bongo	0-268	217
<b>7</b>	33°35,4'	77°40,6'	Bongo	0-250	209
<b>8</b>	33°27,0'	77°39,4'	Bongo	0-250	234
<b>1</b>	33°40,2'	78°31,5'	WP-2	0-100	26
<b>1</b>	33°40,2'	78°31,5'	WP-2	100-250	64
<b>5</b>	33°41,0'	78°28,8'	WP-2	0-100	26
<b>5</b>	33°41,0'	78°28,8'	WP-2	100-350	89

De cada muestra se separaron e identificaron los diferentes organismos y se clasificaron al nivel más bajo posible, de acuerdo a la bibliografía especializada (Palma & Kaiser, 1993; Boltovskoy, 1999). El número de individuos por especie y/o grupo taxonómico por muestra se

estandarizó y expresó como número de individuos por 1.000 m<sup>3</sup> (Palma, 1994), según la siguiente expresión:

$$C_n = \left( \frac{n_i}{V_f} \right) * 1000 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

donde: C<sub>n</sub> : número de individuos por 1.000 m<sup>3</sup> de la especie *i*.

n<sub>i</sub> : número de individuos de la especie *i*.

V<sub>f</sub> : volumen de agua filtrado por la red.

La distribución geográfica de los organismos se analizó en función de los grupos taxonómicos dominantes, considerando como tales aquéllos cuya abundancia fue superior al 5% del total de los ejemplares capturados. La distribución vertical se analizó en base a las estaciones 1 y 5, donde se realizó muestreo estratificado.

Para cada muestra se estimó la diversidad taxonómica mediante el índice de de Shannon-Weaver (H'), para lo cual se consideraron solamente las categorías sistemáticas superiores. Además, considerando la variedad de taxa presentes y el escaso conocimiento de algunos de ellos, en términos de identificación específica, se efectuó un cálculo de la diversidad considerando solamente los géneros determinados.

#### **3.4.6. Muestreo biológico-pesquero y registro de datos meteorológicos.**

Se capturaron peces mediante líneas de mano, espinel vertical, palangre de superficie y trampas, y crustáceos exclusivamente con trampas. Complementariamente se recolectaron invertebrados bentónicos a través del uso de una rastra. Los ejemplares capturados fueron medidos, pesados y fotografiados, guardándose algunos congelados o fijados en alcohol y/o formalina, para identificación posterior en laboratorio. Junto con esto, se registró información como la posición del lance de pesca, temperatura superficial del mar (TSM), datos de la operación de pesca y los correspondientes registros meteorológicos.

---

Los datos biológicos recopilados durante el virado de cada sistema de pesca, fueron tomados directamente en el parque de pesca de la embarcación industrial o en la cubierta del bote o lancha artesanal, registrándose la información de todos los ejemplares capturados en formularios especialmente preparados. Se procedió en primer lugar a la identificación de la especie, para luego realizar las mediciones correspondientes, longitud total u horquilla, medida con ictiómetro o cinta de medir (cm) en el caso de peces, y longitud cefalotorácica con pie de metro (mm) en crustáceos. En el caso de la operación realizada a bordo de la embarcación industrial, los peces fueron pesados individualmente con una balanza digital constituida por una celda de carga mas un indicador Snowrex con precisión +/- 10 gr.

La identificación de las especies ícticas se realizo usando claves y manuales FAO, además de otras referencias locales disponibles (Collette & Nauen, 1983, Compagno, 1984 a, b; Nakamura, 1985; Sepúlveda & Pequeño, 1985; Sepúlveda, 1987). En el caso de los crustáceos fueron usadas referencias asociadas a la zona de estudio (Andrade, 1985; Báez & Ruiz, 1985, Retamal & Arana, 2000). Las muestras de invertebrados bentónicos fueron enviadas a la Estación Científica de Huinay en la X Región, donde fueron repartidas a distintos especialistas en todo el mundo.

En todas las operaciones de pesca se registraron las condiciones meteorológicas como TSM, temperatura del aire, presión atmosférica, dirección e intensidad del viento, altura y dirección de la ola, visibilidad y tipo y cantidad de nubes, utilizándose las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

---

**3.5. Objetivo específico 5.** *Caracterizar las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes submarinos muestreados y generar una batimetría detallada de los mismos.*

#### **3.5.1. Aspectos generales.**

Al igual que el muestreo de biodiversidad, el diseño general de la campaña de levantamiento de información para la caracterización de las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2, consideró el crucero a bordo del barco pesquero industrial Portugal II y el trabajo en lanchas y botes artesanales desde la Isla Robinson Crusoe. Esto básicamente debido a que durante la realización de las estaciones oceanográficas sobre los montes submarinos Juan Fernández 1 (JF1) y Juan Fernández 2 (JF2) a bordo del buque Portugal II (25-26 de julio de 2007), se descompuso el equipo CTD, por lo que en esa oportunidad se continuó con la toma de muestras de agua de mar con botellas Niskin para el análisis de oxígeno disuelto, además del resto de actividades orientadas al levantamiento batimétrico y caracterización de sustrato. Las labores asociadas a la caracterización de la distribución de temperatura y salinidad en la columna de agua, fueron realizadas en la segunda campaña realizada desde la Isla Robinson Crusoe e involucró el trabajo a bordo del bote N°58 “Cumberland” y la lancha a motor “Alborada”, embarcaciones que fueron equipadas con un GPS marca Garmin modelo 12 XL y un ecosonda marca Furuno modelo FCV 291.

#### **3.5.2. Zona de estudio.**

La zona de estudio donde se realizó la caracterización oceanográfica comprendió parte de la ZEE del Archipiélago de Juan Fernández, específicamente los montes submarinos conocidos como Juan Fernández 1 (Fig. 27) y Juan Fernández 2 (Fig. 28), ubicados 15 y 50 millas náuticas al este de la Isla Robinson Crusoe.

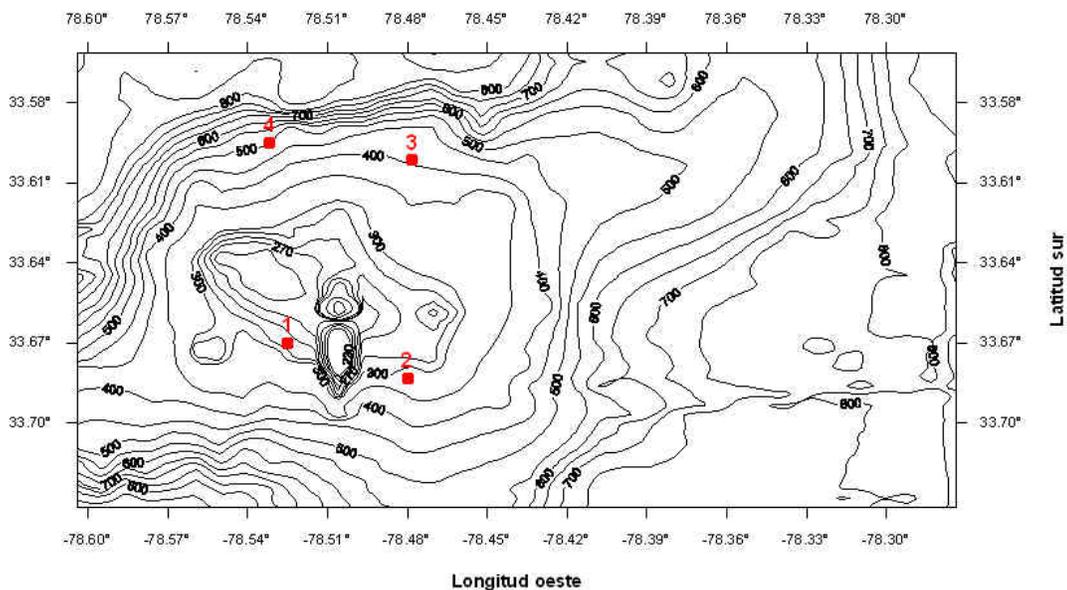


Figura 27. Levantamiento batimétrico y estaciones oceanográficas (cuadrados rojos) realizadas sobre el monte submarino Juan Fernández 1.

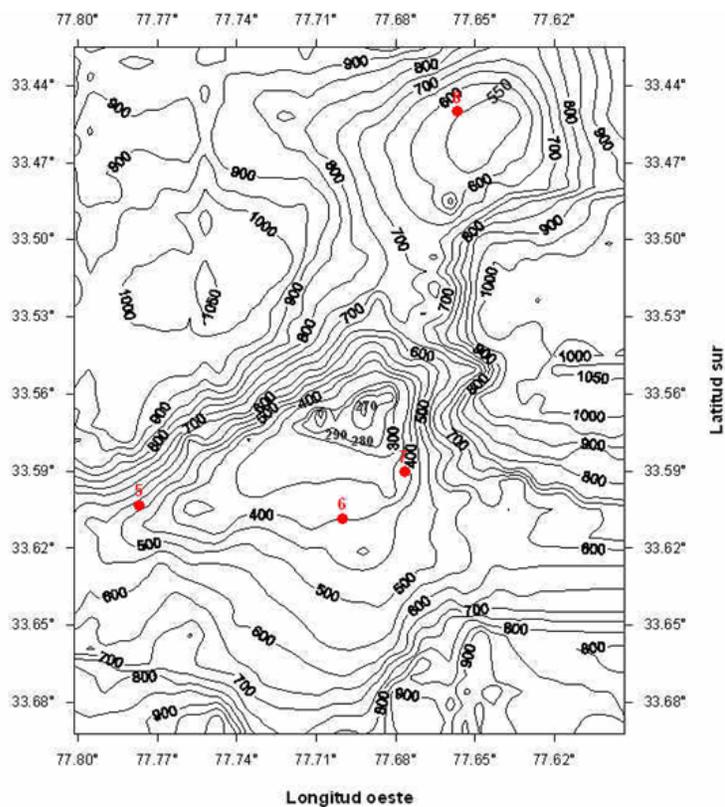


Figura 28. Levantamiento batimétrico y estaciones oceanográficas (puntos rojos) realizadas sobre el monte submarino Juan Fernández 2.

---

### 3.5.3. Diseño de muestreo batimétrico y de sustrato.

Una batimetría detallada es esencial para entender la oceanografía física y geofísica marina, como así también para estudiar la oceanografía biológica asociada al relieve submarino en el área a estudiar. Es por esto que se realizó un muestreo detallado de los montes Juan Fernández 1 (JF1) y Juan Fernandez 2 (JF2), donde se tomaron datos *in situ* georreferenciados de la profundidad en que se encontró el fondo. Estos datos fueron obtenidos mediante la observación del ecosonda, durante la exploración de la zona del monte submarino. Para esto, dependiendo de la velocidad del buque, fue necesario registrar la profundidad a intervalos de tiempo variable.

Para caracterizar el tipo de sustrato en la zona que fue objeto de muestreo oceanográfico y de biodiversidad, se utilizaron los registros digitales (fotos) obtenidos con el sistema de observación implementado desde la embarcación Portugal II. Complementariamente, se estudió el material de fondo marino recolectado con la rastra y los registros de ecosonda (colores del perfil del fondo), los que permitieron inferir acerca del tipo de sustrato en estos montes.

### 3.5.4. Diseño de muestreo oceanográfico.

#### **Distribución de temperatura, salinidad y densidad en la zona de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2.**

El muestreo se realizó los días 26 de noviembre y 3 de diciembre de 2007 a bordo de las embarcaciones Cumberland y Alborada. Las estaciones oceanográficas (Tabla 7) se realizaron en dos montes submarinos, Juan Fernández 1 y 2 ubicados hacia el este de la isla Robinsón Crusoe, a 15 y 50 mn, respectivamente (Figs. 27 y 28). El muestreo de la columna de agua se realizó mediante un CTD, marca Sea-Bird Electronics, modelo 25. El instrumento se utilizó en modo autocontenido y los registros fueron guardados en la memoria interna y posteriormente descargados a un computador.

Tabla 7. Posición geográfica de las estaciones.

N° Estación	Fecha	Latitud	Longitud	Condiciones
1	26/11/2007	33°40.2'	78°31.5'	Calma s/viento
2	26/11/2007	33°41'	78°28.8'	Calma s/viento
3	26/11/2007	33°36.1'	78°28.7'	Calma s/viento
4	26/11/2007	33°35.7'	78°31.9'	Calma s/viento
5	03/12/2007	33°36.18'	77°46.57'	Mar rizada
6	03/12/2007	33°36.5'	77°42'	Mar rizada
7	03/12/2007	33°35.4'	77°40.6'	Mar gruesa
8	03/12/2007	33°27'	77°39.4'	Mar gruesa

De las estaciones propuestas, la estación 5 no se pudo medir ya que el equipo presentó problemas técnicos y una vez solucionado esto, no se volvió a la estación por malas condiciones meteorológicas.

El procesamiento de los datos se realizó mediante el software del fabricante (Sea-Bird Electronics) y Matlab, con este se graficó las mediciones. Para analizar la información obtenida se presentan los perfiles de temperatura, salinidad y densidad de todas las estaciones realizadas. También se realizaron diagramas TS para identificar las distintas masas de agua presentes en la zona, en los cuales se consideraron como valores típicos (temperatura y salinidad) para las masas de agua, los publicados por Silva & Konow (1975).

### **Distribución del contenido de oxígeno disuelto en la zona de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2.**

En ocho estaciones oceanográficas sobre los montes submarinos cercanos a la isla Robinson Crusoe (Figs. 27 y 28), se efectuó el muestreo de agua de mar con botellas Niskin adosadas a un cable oceanográfico, para el análisis de oxígeno disuelto. Estas muestras se tomaron a las profundidades nominales de 0, 50, 100, 250, 300 y 400 m, dependiendo de la profundidad del fondo.

---

El oxígeno disuelto se fijó y analizó a bordo utilizando el método de Winkler modificado por Carpenter (1965) y el porcentaje de saturación se calculó mediante el algoritmo de Weiss (1970). Con los datos obtenidos, se prepararon perfiles verticales de 0 a 400 m, para los datos discretos de oxígeno disuelto de la zona de interés.

### **3.5.5. Caracterización físico-química con información satelital.**

Se recopiló información oceanográfica, tanto en superficie como en profundidad. Las principales variables oceanográficas en el plano superficial (obtenidas de sensores remotos a bordo de satélites) que se utilizarán en el estudio serán: corrientes oceánicas; campo de vientos superficiales; altura del mar; temperatura superficial del mar; salinidad superficial del mar. Se utilizó la concentración de clorofila *a* como un indicador de la cantidad de algas (fitoplancton) presentes en el agua.

#### **Circulación oceánica**

Los flujos de corrientes del océano son complejos patrones afectados por vientos, salinidad y temperatura del agua, topografía submarina y rotación terrestre. Con los datos de topografía oceánica de Topex/Poseidón se calcularon imágenes de Corrientes Oceánicas. Estas imágenes fueron adquiridas, procesadas y analizadas en el laboratorio de Teledetección y SIG (LT&SIG) de la ECM-PUCV. Poseen una resolución espacial de 10 mn y resolución temporal de 10 días y se representan por vectores que indican dirección y velocidad de corrientes oceánicas. El uso de imágenes de corrientes marinas permite la identificación de estructuras oceánicas tales como eddies o afloramientos oceánicos, surgencias y frentes de corrientes.

#### **Régimen de vientos**

Se recolectaron imágenes de velocidad y dirección de viento superficial del mar, generadas con datos del escaterómetro SeaWinds de NASA/JPL. Estas imágenes fueron utilizadas para la caracterización del régimen de vientos presente en el área, su resolución espacial es de 10 mn

---

mientras que su resolución temporal es 2 veces por día. Las imágenes de campos de vientos fueron adquiridas, procesadas y analizadas en el LT&SIG de la ECM-PUCV.

### **Altura del Mar**

Las imágenes de altura del mar representan la topografía oceánica del mar, en donde se pueden visualizar estructuras oceanográficas como afloramientos del mar o eddies, frentes de corrientes, zonas de depresión. Las imágenes fueron adquiridas, procesadas y analizadas en el LT&SIG de la ECM-PUCV. La resolución espacial es de 10 mn mientras que su resolución temporal es cada 10 días.

### **Temperatura Superficial del Mar (TSM)**

La TSM es un buen indicador para determinar la distribución de diversas especies. Por ejemplo, el pez espada se concentra en áreas donde el alimento es abundante, comúnmente a lo largo de las zonas frontales donde corrientes oceánicas o masas de aguas se interceptan para crear turbulencia y fuertes gradientes de la TSM y salinidad (Sakagawa, 1989). Se utilizaron imágenes diarias de TSM generadas con información proveniente de los satélites polares NOAA12 y NOAA16. Estos datos fueron recibidos y procesados con el sistema receptor de imágenes satelitales HRPT que opera el LT&SIG de la ECM-PUCV. Se calcularon imágenes promedios semanales a partir de datos diarios.

### **Salinidad Superficial del Mar (SSM)**

Se incorporó el uso de imágenes de SSM, las cuales son creadas con un modelo oceanográfico que integra información derivada de varios satélites. Esta información es diaria y fue adquirida, procesada y analizada en el LT&SIG de ECM-PUCV.

Al igual que la TSM, la distribución de la SSM se asocia a la distribución de recursos pelágicos como el pez espada. El estudio integrado de TSM, SSM, Altura del mar y corrientes permite mejorar el conocimiento de la zona de transición formada entre la masa de agua

---

superficial subtropical y sub-antártica, referida como frentes térmicos (cálidos y fríos). Este frente oceanográfico se caracteriza por un cambio repentino en salinidad y temperatura del mar y un incremento del fitoplancton.

### **Clorofila y Productividad**

Estudios recientes utilizando datos del sensor SeaWiFS de color del mar demuestran que las zonas frontales con altos contenidos de clorofila definen la migración y hábitat de forraje de los recursos marinos (Polovina *et al.*, 2000). Se utilizó información satelital de color del mar (obtenida del sensor SeaWiFS), específicamente imágenes de concentración de clorofila *a* (Clo\_*a*) como un indicador de la productividad primaria del área de estudio. Se utilizaron imágenes diarias de Clo\_*a* generadas con información proveniente del sensor SeaWiFS. Estos datos fueron adquiridos, procesados y analizados en el LT&SIG de la ECM-PUCV, calculandose imágenes promedios semanales a partir de los datos diarios.

---

## 4. RESULTADOS

**4.1. Objetivo específico 1.** *Identificar geográficamente y determinar los nombres y principales dimensiones de los montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena, dentro de las sub-áreas FAO 87.2 y 87.3.*

### 4.1.1. Imágenes de batimetría

Se recolectó información batimétrica de diversas fuentes tales como satelital, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y de proyectos de investigación realizados relacionados. La información adquirida tiene una resolución espacial de 1 milla y corresponde a los registros satelitales de profundidad (Z) para cada longitud (X) y latitud (Y) de la grilla de la zona de estudio. La información de la base de datos generada fue transformada en formato vectorial ASCII (XYZ) y posteriormente importada al SIG IDRISI para generar las imágenes mediante la aplicación de técnicas de geoestadística (kriging) para la interpolación de los datos.

El área de estudio correspondiente a las ZEE de Chile continental e insular fue dividida en 7 zonas para facilitar el proceso, análisis e interpretación de los datos. De este modo, se generaron 7 imágenes de batimetría correspondientes a cada zona de análisis: Norte, Centro, Sur, Sur Austral, San Felix, Juan Fernández e Isla de Pascua (Fig. 29).

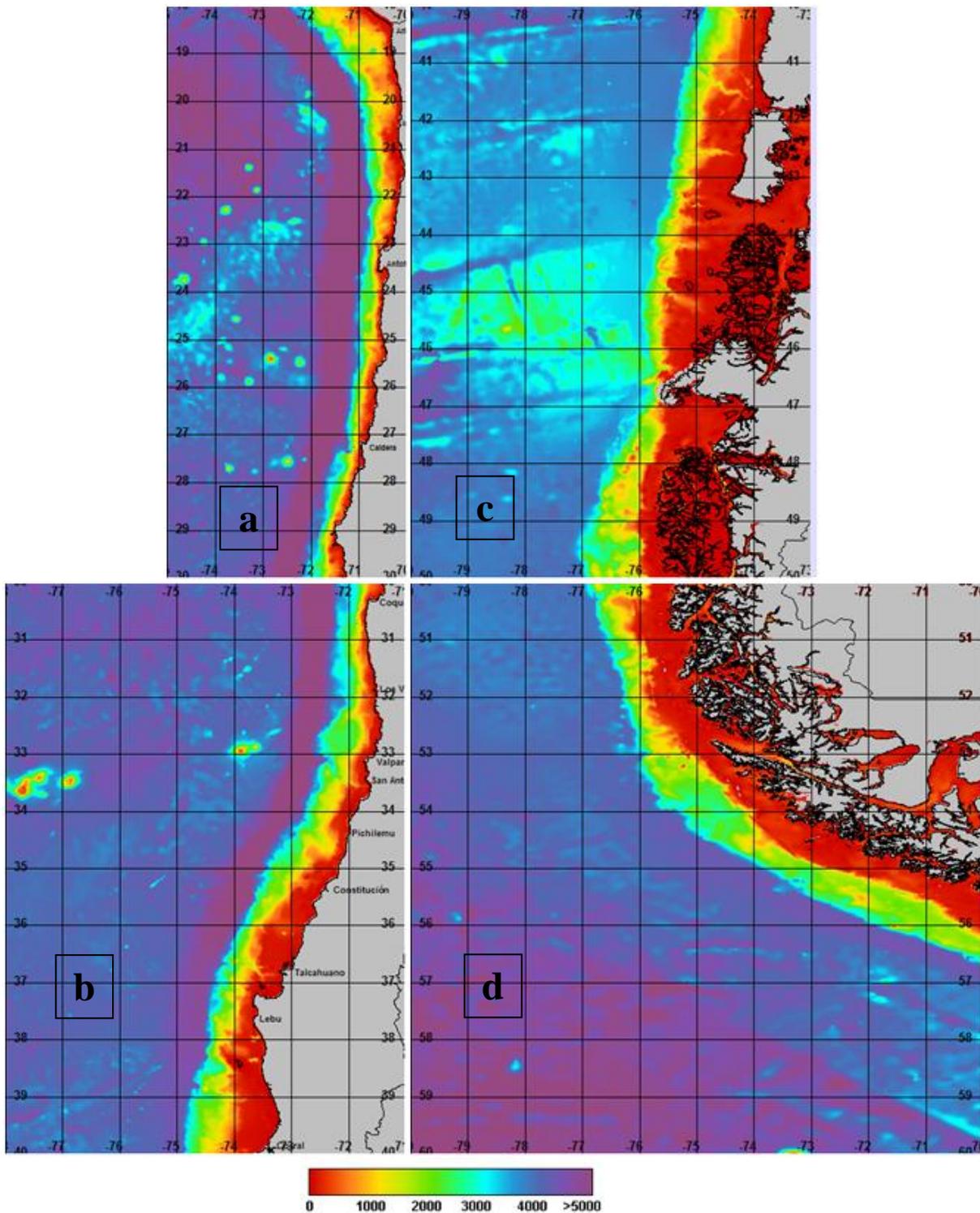


Figura 29. Imágenes de batimetría para las zonas de análisis: a) norte, b) centro, c) sur, d) sur austral, e) Isla San Félix, f) Juan Fernández y g) Isla de Pascua.

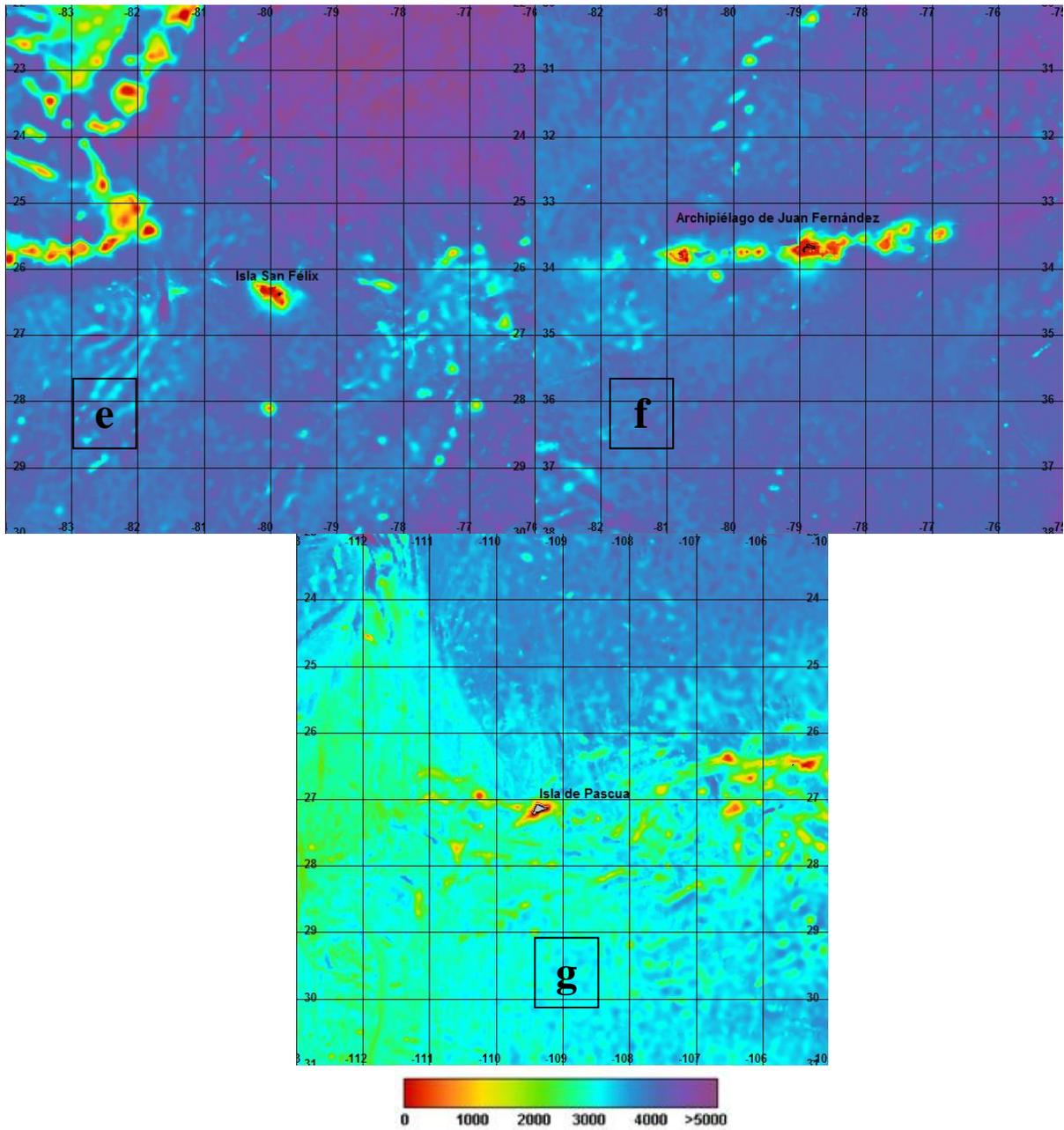


Figura 29. Continuación.

---

#### 4.1.2. Identificación de montes submarinos

Para la identificación de montes submarinos en la ZEE de las 7 zonas de análisis, se procedió a realizar diversos análisis estadísticos y visuales en las imágenes para obtener como resultado los peaks o vectores (punto) de localización de montes submarinos. Como ejemplo de los análisis estadísticos aplicados a las imágenes digitales, se muestran los resultados obtenidos para la zona de Isla de Pascua en donde se muestran las imágenes de batimetría, desviación estándar con un filtro de 5\*5, análisis topográfico “hillshading” para detección de montes y los vectores (puntos) con los peaks o montes identificados (Fig. 30). Una vez detectados los peaks se superponen estos sobre la imagen batimétrica y se determina en base a un análisis visual (juicio experto) cual de estos se asocia con una abrupta subida o pendiente desde el fondo marino y cual supera una altura de 1000 m desde la base hasta la cima del monte submarino de acuerdo a la definición.

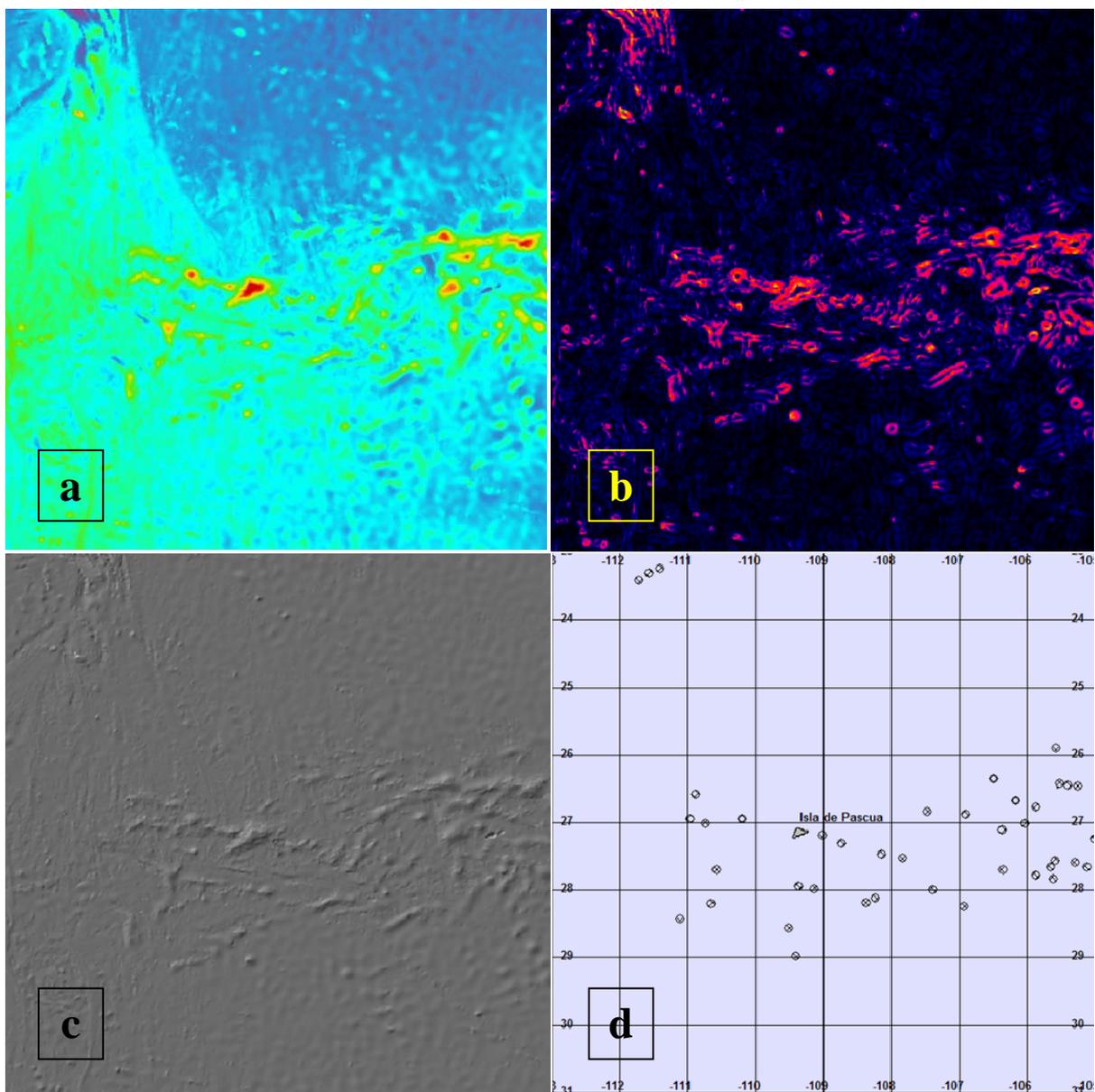


Figura 30. Ejemplo de las imágenes usadas en la identificación de montes submarinos para cada zona de análisis: a) batimetría, b) desviación estándar con un filtro 5\*5, c) hillshading analítico y d) peaks identificados.

Una vez obtenida la imagen final con la batimetría y los vectores de punto de los montes submarinos identificados, se procedió a dar nombre a los montes submarinos. Para asignar un nombre a cada monte submarino identificado, se consideraron los siguientes criterios en orden de prioridad: 1) Si el monte ya tiene nombre asignado este se mantiene, 2) numerar los montes ordenándolos por latitud (sur a norte) y longitud (este a oeste) para cada zona de análisis, 3)

---

asignar nombre al monte compuesto por el nombre de zona y número de monte asignado por zona, por ejemplo: Isla de Pascua 1, San Félix 2, Zona Centro 5, etc.

Finalmente se obtiene como resultado para cada zona de análisis una imagen compuesta por la batimetría y los vectores de los montes submarinos superpuestos y que están dentro de la ZEE de Chile (Fig. 31).

Adicionalmente y para obtener una mejor representación gráfica se generaron cartografías en 3-D de los montes submarinos identificados las cuales se presentan en el Anexo I.

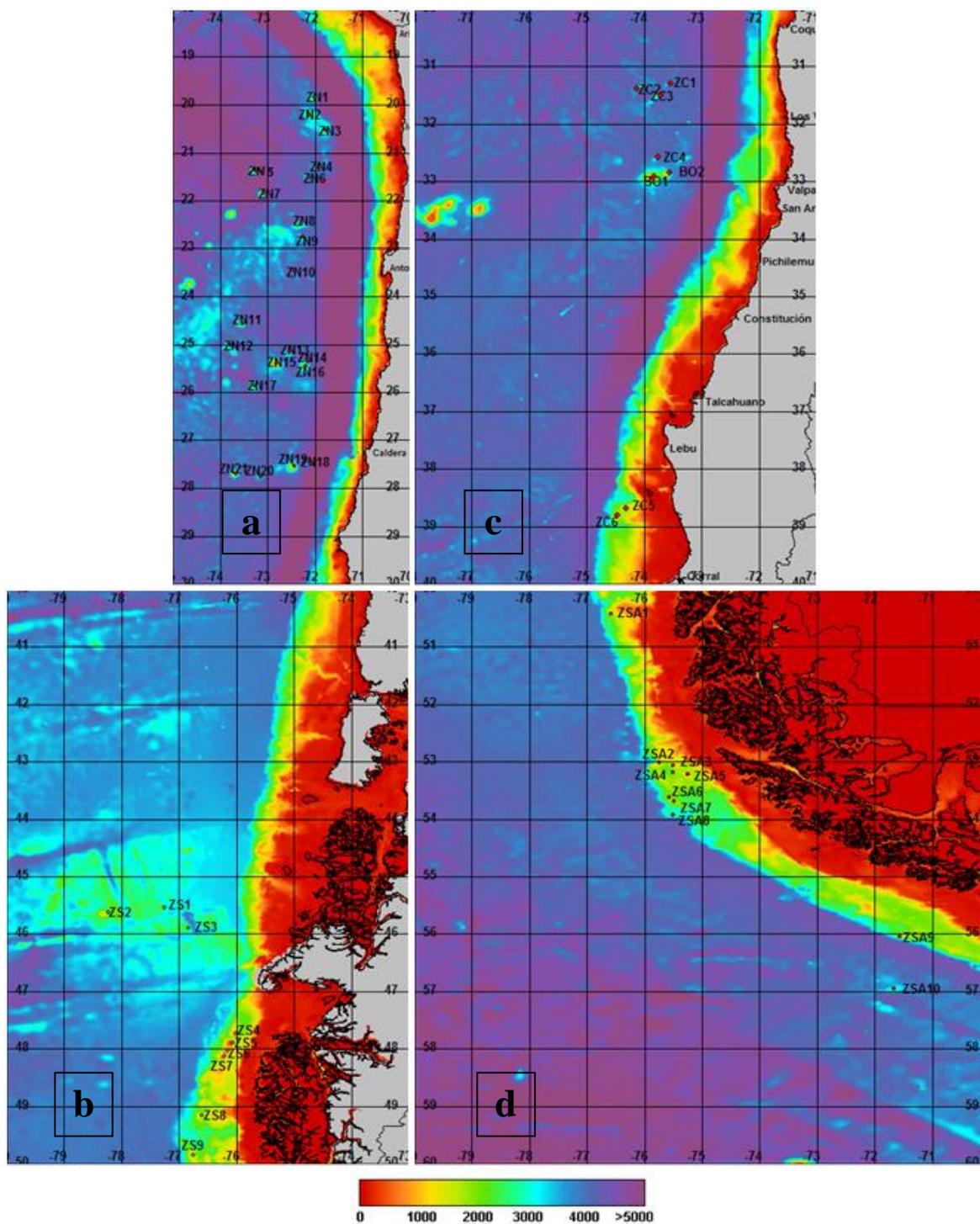


Figura 31. Localización y nombre asignado a los montes submarinos identificados en las ZEE de cada zona de análisis: a) norte, b) centro, c) sur, d) sur austral, e) Isla San Félix, f) Juan Fernández y g) Isla de Pascua.

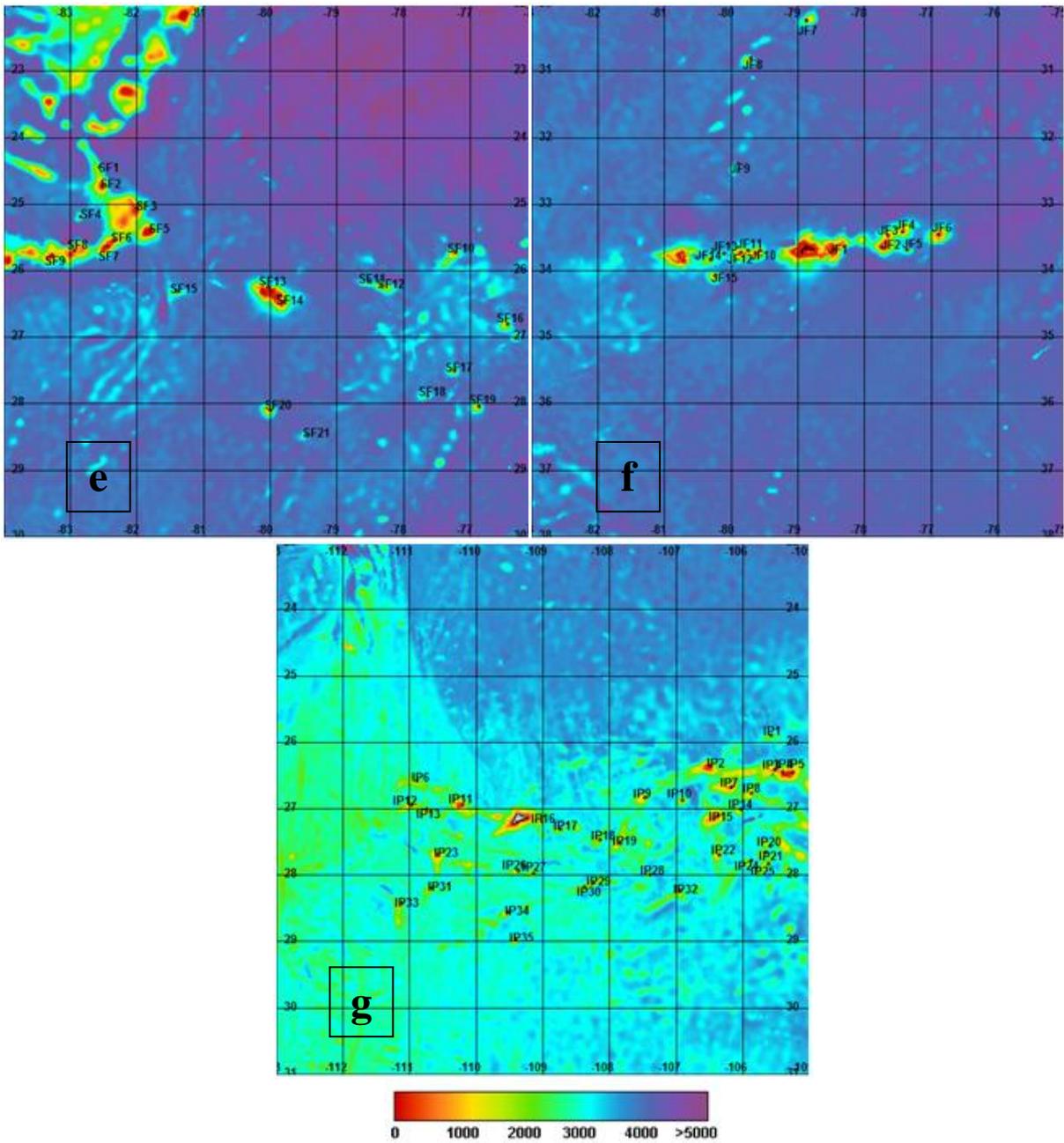


Figura 31. Continuación.

Se genera una base datos de los montes submarinos que contiene las estadísticas de cada uno y donde se registran los siguientes campos: zona de análisis, nombre del monte, nombre abreviado o sigla, latitud, longitud, área superficial, profundidad cima, profundidad máxima o base de monte (Tabla 8). De los resultados obtenidos se puede destacar que se identificaron un

total de 118 montes submarinos dentro de la ZEE de Chile y el número de éstos por cada zonas de análisis en orden descendente es el siguiente: 35 en Isla de Pascua, 21 en San Félix, 21 en la Norte, 15 en Juan Fernández, 10 en la Sur Austral, 9 en la Sur y 8 en la Centro (Fig. 32).

Tabla 8. Montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena y agrupados por zona. Se indica zona y nombre del monte submarino, sigla o abreviación, posición geográfica (cima del monte), área superficial, profundidad donde se ubica la cima del monte y profundidad máxima o base del monte.

Zona	Nombre monte	Sigla	Longitud	Latitud	Area (mn <sup>2</sup> )	Profundidad cima (m)	Profundidad máxima (m)
Norte	Norte 1	ZN1	-72.05	-19.83	270	2020	4970
Norte	Norte 2	ZN2	-72.13	-20.17	207	2340	3973
Norte	Norte 3	ZN3	-71.82	-20.56	123	2297	3650
Norte	Norte 4	ZN4	-72.02	-21.27	158	3122	4378
Norte	Norte 5	ZN5	-73.30	-21.37	199	1855	4950
Norte	Norte 6	ZN6	-72.20	-21.49	158	3051	4559
Norte	Norte 7	ZN7	-73.13	-21.84	198	1611	5074
Norte	Norte 8	ZN8	-72.32	-22.47	404	2442	4495
Norte	Norte 9	ZN9	-72.28	-22.74	174	2750	4280
Norte	Norte 10	ZN10	-72.41	-23.55	137	3350	4319
Norte	Norte 11	ZN11	-73.57	-24.53	243	1476	4353
Norte	Norte 12	ZN12	-73.87	-24.98	180	2235	4239
Norte	Norte 13	ZN13	-72.59	-25.17	104	1918	4163
Norte	Norte 14	ZN14	-72.22	-25.33	52	2505	4191
Norte	Norte 15	ZN15	-72.84	-25.37	282	398	4072
Norte	Norte 16	ZN16	-72.25	-25.47	207	1877	4192
Norte	Norte 17	ZN17	-73.30	-25.82	159	2076	4329
Norte	Norte 18	ZN18	-72.15	-27.48	520	2784	6362
Norte	Norte 19	ZN19	-72.50	-27.53	262	1410	4010
Norte	Norte 20	ZN20	-73.18	-27.73	190	2893	4503
Norte	Norte 21	ZN21	-73.70	-27.65	369	1225	4353
Centro	Centro 1	ZC1	-73.63	-31.31	71	2827	4195
Centro	Centro 2	ZC2	-74.11	-31.32	174	2745	4311
Centro	Centro 3	ZC3	-73.83	-31.54	369	2596	4268
Centro	Centro 4	ZC4	-73.82	-32.58	92	2802	4153
Centro	Centro 5	ZC5	-74.38	-38.65	81	1509	2569
Centro	Centro 6	ZC6	-74.52	-38.83	144	1293	3521
Centro	Bajo O'Higgins 1	BO1	-73.89	-32.91	1000	397	4196
Centro	Bajo O'Higgins 2	BO2	-73.63	-32.84	333	919	4196
Sur	Sur 1	ZS1	-77.31	-45.52	71	1879	3024
Sur	Sur 2	ZS2	-78.32	-45.63	493	1499	3024
Sur	Sur 3	ZS3	-76.90	-45.89	61	2085	3124
Sur	Sur 4	ZS4	-76.05	-47.71	117	496	2387
Sur	Sur 5	ZS5	-76.13	-47.88	151	340	2275
Sur	Sur 6	ZS6	-76.21	-48.02	60	678	2260
Sur	Sur 7	ZS7	-76.25	-48.13	66	660	2091
Sur	Sur 8	ZS8	-76.66	-49.15	92	1092	2469
Sur	Sur 9	ZS9	-76.78	-49.79	282	1372	2975

Tabla 8. Continuación.

Zona	Nombre monte	Sigla	Longitud	Latitud	Area (mn <sup>2</sup> )	Profundidad cima (m)	Profundidad máxima (m)
Sur Austral	Sur Austral 1	ZSA1	-76.63	-50.36	81	1434	3036
Sur Austral	Sur Austral 2	ZSA2	-75.69	-52.95	92	954	1984
Sur Austral	Sur Austral 3	ZSA3	-75.51	-53.04	70	277	2135
Sur Austral	Sur Austral 4	ZSA4	-75.52	-53.16	48	424	2336
Sur Austral	Sur Austral 5	ZSA5	-75.27	-53.21	117	66	2111
Sur Austral	Sur Austral 6	ZSA6	-75.52	-53.67	440	1758	3937
Sur Austral	Sur Austral 8	ZSA8	-75.58	-53.91	71	2564	4326
Sur Austral	Sur Austral 9	ZSA9	-71.58	-56.00	130	278	4080
Sur Austral	Sur Austral 10	ZSA10	-71.69	-56.93	324	2299	4311
Isla de Pascua	Isla de Pascua 1	IP1	-105.56	-25.95	708	2132	3787
Isla de Pascua	Isla de Pascua 2	IP2	-106.59	-26.37	863	252	3673
Isla de Pascua	Isla de Pascua 3	IP3	-105.52	-26.42	558	6	3711
Isla de Pascua	Isla de Pascua 4	IP4	105.38	-26.48	1116	577	3711
Isla de Pascua	Isla de Pascua 5	IP5	105.14	-26.36	186	1197	3711
Isla de Pascua	Isla de Pascua 6	IP6	-110.99	-26.60	1067	1673	3313
Isla de Pascua	Isla de Pascua 7	IP7	-106.28	-26.73	639	261	3556
Isla de Pascua	Isla de Pascua 8	IP8	-105.91	-26.74	312	1325	3312
Isla de Pascua	Isla de Pascua 9	IP9	-107.54	-26.84	301	1109	3436
Isla de Pascua	Isla de Pascua 10	IP10	-106.92	-26.87	215	1126	3589
Isla de Pascua	Isla de Pascua 11	IP11	-110.25	-26.97	480	270	3301
Isla de Pascua	Isla de Pascua 12	IP12	-111.03	-26.96	609	1096	3228
Isla de Pascua	Isla de Pascua 13	IP13	-110.80	-27.01	406	1285	3228
Isla de Pascua	Isla de Pascua 14	IP14	-106.07	-27.04	253	1387	4245
Isla de Pascua	Isla de Pascua 15	IP15	-106.46	-27.14	618	526	3488
Isla de Pascua	Isla de Pascua 16	IP16	-109.06	-27.21	76	1780	3018
Isla de Pascua	Isla de Pascua 17	IP17	-108.78	-27.34	252	1841	3441
Isla de Pascua	Isla de Pascua 18	IP18	-108.19	-27.43	490	1782	3598
Isla de Pascua	Isla de Pascua 19	IP19	-107.81	-27.41	723	1250	3294
Isla de Pascua	Isla de Pascua 20	IP20	-105.67	-27.51	178	1680	3289
Isla de Pascua	Isla de Pascua 21	IP21	-105.70	-27.67	178	1187	3289
Isla de Pascua	Isla de Pascua 22	IP22	-106.38	-27.67	355	1168	3581
Isla de Pascua	Isla de Pascua 23	IP23	-110.61	-27.76	911	929	3309
Isla de Pascua	Isla de Pascua 24	IP24	-105.93	-27.80	166	1609	3275
Isla de Pascua	Isla de Pascua 25	IP25	-105.70	-27.86	261	1567	3497
Isla de Pascua	Isla de Pascua 26	IP26	-109.42	-27.94	395	1659	3288
Isla de Pascua	Isla de Pascua 27	IP27	-109.16	-27.98	593	1618	3288
Isla de Pascua	Isla de Pascua 28	IP28	-107.44	-28.00	159	1442	3397
Isla de Pascua	Isla de Pascua 29	IP29	-108.30	-28.12	431	1416	3614
Isla de Pascua	Isla de Pascua 30	IP30	-108.41	-28.19	185	1601	3614
Isla de Pascua	Isla de Pascua 31	IP31	-110.71	-28.22	253	1798	3156
Isla de Pascua	Isla de Pascua 32	IP32	-107.03	-28.28	415	1584	3665
Isla de Pascua	Isla de Pascua 33	IP33	-111.15	-28.56	744	1517	3257
Isla de Pascua	Isla de Pascua 34	IP34	-109.58	-28.58	242	1643	3272
Isla de Pascua	Isla de Pascua 35	IP35	-109.43	-28.97	190	1277	3270
Juan Fernandez	Juan Fernandez 1	JF1	-78.43	-33.63	955	247	4204
Juan Fernandez	Juan Fernandez 2	JF2	-77.69	-33.56	1300	292	4127
Juan Fernandez	Juan Fernandez 3	JF3	-77.65	-33.46	520	806	4127
Juan Fernandez	Juan Fernandez 4	JF4	-77.40	-33.37	312	606	3803
Juan Fernandez	Juan Fernandez 5	JF5	-77.37	-33.68	144	2099	3999
Juan Fernandez	Juan Fernandez 6	JF6	-76.92	-33.46	502	577	4037
Juan Fernandez	Juan Fernandez 7	JF7	-78.86	-30.22	367	1153	4244
Juan Fernandez	Juan Fernandez 8	JF8	-79.77	-30.84	367	1486	4333
Juan Fernandez	Juan Fernandez 9	JF9	-79.97	-32.47	225	2504	4183
Juan Fernandez	Juan Fernandez 10	JF10	-79.61	-33.73	233	82	3797
Juan Fernandez	Juan Fernandez 11	JF11	-79.80	-33.72	143	219	3821
Juan Fernandez	Juan Fernandez 12	JF12	-79.88	-33.73	214	384	3821
Juan Fernandez	Juan Fernandez 13	JF13	-80.13	-33.74	92	2034	3798

Tabla 8. Continuación

Zona	Nombre monte	Sigla	Longitud	Latitud	Area (mn <sup>2</sup> )	Profundidad cima (m)	Profundidad máxima (m)
Juan Fernandez	Juan Fernandez 14	JF14	-80.37	-33.83	215	1816	3790
Juan Fernandez	Juan Fernandez 15	JF15	-80.27	-34.08	225	775	3892
San Felix	San Felix 1	SF1	-82.60	-24.47	199	1822	4475
San Felix	San Felix 2	SF2	-82.53	-24.71	1128	163	4475
San Felix	San Felix 3	SF3	-82.21	-25.14	1405	130	3904
San Felix	San Felix 4	SF4	-82.88	-25.19	207	2356	4441
San Felix	San Felix 5	SF5	-81.82	-25.41	505	1	3934
San Felix	San Felix 6	SF6	-82.38	-25.55	364	151	4195
San Felix	San Felix 7	SF7	-82.49	-25.67	364	60	4195
San Felix	San Felix 8	SF8	-83.00	-25.72	1056	158	5214
San Felix	San Felix 9	SF9	-81.31	-25.80	704	295	5214
San Felix	San Felix 10	SF10	-77.30	-25.81	575	864	4064
San Felix	San Felix 11	SF11	-78.61	-26.18	138	2233	4618
San Felix	San Felix 12	SF12	-78.27	-26.23	1240	1549	4618
San Felix	San Felix 13	SF13	-80.09	-26.29	876	23	4202
San Felix	San Felix 14	SF14	-79.88	-26.35	876	2	4202
San Felix	San Felix 15	SF15	-81.42	-26.35	451	2238	4755
San Felix	San Felix 16	SF16	-76.50	-26.77	426	1649	4137
San Felix	San Felix 17	SF17	-77.27	-27.49	302	1711	4091
San Felix	San Felix 18	SF18	-77.69	-27.87	302	2620	4312
San Felix	San Felix 19	SF19	-76.90	-28.04	465	1422	4343
San Felix	San Felix 20	SF20	-80.03	-28.09	634	549	4272
San Felix	San Felix 21	SF21	-79.52	-28.47	166	2384	4220

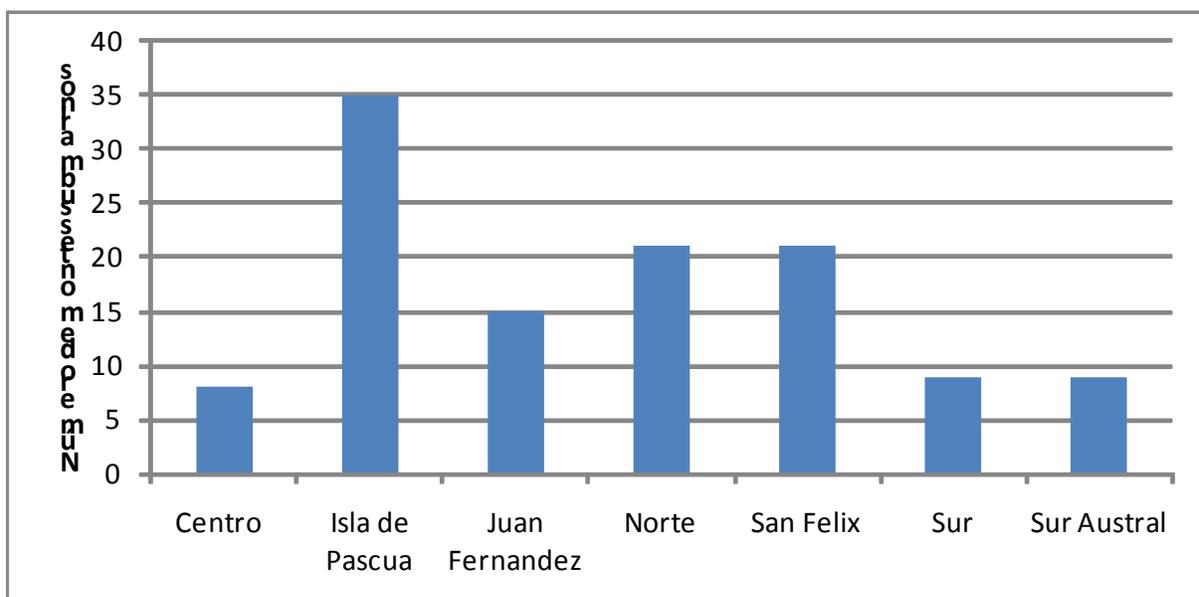


Figura 32. Número de montes submarinos identificados por zona de análisis.

Al analizar el área superficial (mn<sup>2</sup>) promedio de los montes identificados por zona de análisis se puede apreciar que las mayores dimensiones se encuentran dentro de la ZEE de áreas

insulares, destacándose en orden descendente de magnitud la zona de San Félix, Isla de Pascua, Juan Fernández, Centro, Norte, Sur y Sur Austral (Fig. 33).

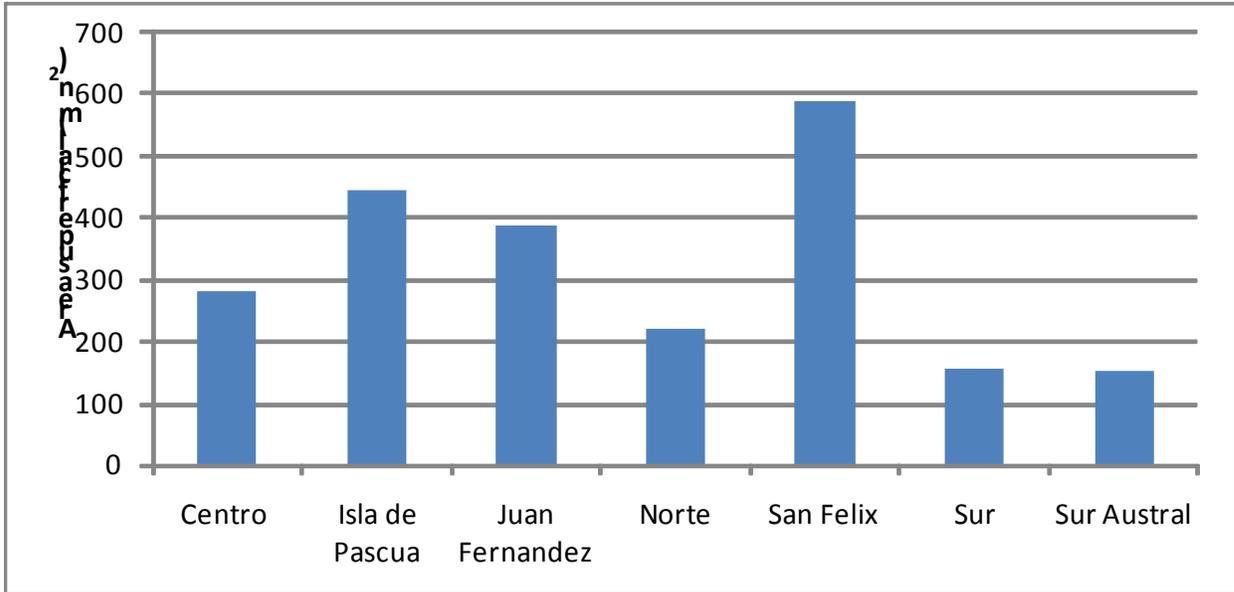


Figura 33. Área superficial (mm<sup>2</sup>) promedio de los montes identificados por zona de análisis.

Respecto de la profundidad de la cima y de la base o máxima del monte submarino, se puede observar que las cimas más someras se encuentran en las zonas de Juan Fernández, San Félix, Sur, Sura Austral e Isla de Pascua (Fig. 34). Las cimas más profundas se localizan en la zona Norte y Centro. Las mayores profundidades máximas (mayores a 3500) se localizan en Norte, San Félix, Juan Fernández, Centro e Isla de Pascua, mientras que las menores se encuentran en el Sur y Sur Austral.

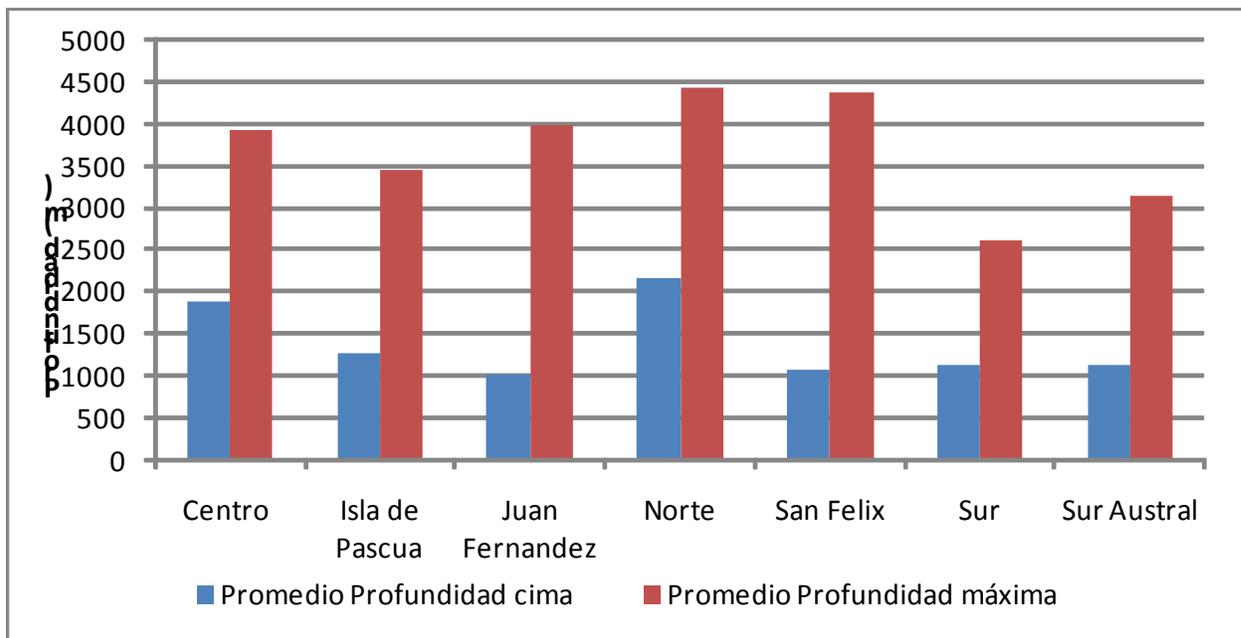


Figura 34. Profundidad promedio de cima y máxima (base) de los montes submarinos identificados por zona de análisis.

---

## **4.2. Objetivo específico 2. *Recopilar, clasificar y digitalizar la información existente sobre biodiversidad de montes submarinos asociados a la ZEE continental e insular de Chile.***

### **4.2.1. Recolección y Revisión Bibliográfica**

Se recolectaron alrededor de 75 referencias, las cuales fueron digitalizadas e ingresadas a una base bibliográfica en el software ENDNOTE. La información contenida en cada referencia se vinculo con palabras claves de acuerdo a la temática que estos abordaron. Esto facilita la búsqueda rápida además de entregar listas de referencias.

### **4.2.2. Base de datos georreferenciada sobre biodiversidad de montes submarinos**

Para la elaboración de la base de datos se utilizó como referencia las bases de datos de biodiversidad en montes submarinos disponibles en SeamountOnline (Stock, 2005). La información proviene de la base mencionada anteriormente para montes cercanos a la ZEE de Chile, de información de fauna acompañante de la pesquería de orange roughy y alfonsino, recopilada en el marco del proyecto de seguimiento de pesquería demersal centro-sur y aguas profundas, y de expediciones o cruceros que se han desarrollado en zonas cercanas a montes submarinos y que presentan observaciones de biodiversidad.

La base esta constituida por dos tipos de información: de la especie y del muestreo. Esta se detalla a continuación:

Información de la especie: esta constituida principalmente por la información taxonómica. Incluye phylum, orden, familia, género, especie, nombre vernacular, autoría.

Información del muestreo: incluye información de la fecha y posición (latitud, longitud y profundidad) del muestreo, arte utilizado, referencias bibliográficas e institución responsable.

### 4.2.3. Cuantificación de biodiversidad de especies encontradas en los montes submarinos de Chile

El número de especies recolectadas a través de diversos estudios para los diferentes montes a través de los años se muestra en la tabla 9. Se observa que en los montes JF1, JF2, JF3 y JF4 se han recolectado el mayor número de especies.

Tabla 9. Número de especies recolectadas en diversos estudios en los montes submarinos.

		Montes						
		JF1 -33,63° -78,43°	JF2 -33,56° -77,69°	JF3 -33,46° -77,65°	JF4 -33,37° -77,40°	JF6 -33,42° -76,92°	JF10 -33,73° -79,61°	JF11 -33,72° -79,80
Año	1973	3			3	2		
	1998	8	7	5	3			
	2001	3	5		11			
	2002	26	28	2	13			
	2003	44	37	24	31		9	16
	2004	38	37	28	33			6
	2005	40	50	25	28			
	2006	44	44	18	10		9	38

		Montes						
		BO1 -32,91° -73,89°	BO2 -32,84° -73°63	SF2 -24,71° -82,53°	SF3 -25,14° -82,21°	SF5 -25,41° -81,82	SF6 -25,55° -82,38	SF8 -25,72° -83,00
Año	1973		4					
	1998	9			5	6	6	6
	2001							
	2002		2					
	2003			7		14	10	
	2004	19	8					
	2005			4	5			
	2006							

La diversidad de especies presente en cada monte identificado se describe a continuación:

- JF1: se encontraron un total de 78 especies (anexo II), pertenecientes a 3 phylum. El phylum chordata se destaca con 68 especies repartidas en 39 familias, destacándose las familias Macrouridae (9 spp.), Moridae (5 spp.) y Dalatiidae (4 spp.). Al phylum arthropoda pertenecen 6 especies pertenecientes a 6 familias, todas ellas pertenecientes al orden decapoda. Al phylum mollusca pertenecen 4 especies pertenecientes a 4 familias, de las cuales 3 pertenecen al orden teuthida.
- JF2: se encontraron un total de 82 especies (anexo II), pertenecientes a 4 phylum. El phylum chordata se destaca con 68 especies repartidas en 39 familias, destacándose las familias Macrouridae (9 spp.), Moridae (6 spp.) y Dalatiidae (4 spp.). Al phylum

---

arthropoda pertenecen 6 especies de 5 familias del orden decapoda, donde se destaca la familia palinuridae con 2 especies. Al phylum echinodermata pertenecen dos especies de diferente orden. Al phylum mollusca pertenecen 2 especies del orden teuthida.

- JF3: se encontraron un total de 47 especies (anexo II) pertenecientes a 2 phylum. El phylum chordata se destaca con 45 especies repartidas en 28 familias, destacándose las familias Macrouridae (8 spp.) y Moridae (4 spp.). Al phylum mollusca pertenecen 2 especies de 2 familias del orden teuthida.
- JF4: se encontraron un total de 59 especies (anexo II) pertenecientes a 4 phylum. El phylum chordata se destaca con 50 especies repartidas en 27 familias, destacándose las familias Macrouridae (9 spp.), Moridae (4 spp.) y Dalatiidae (4 spp.). Al phylum arthropoda pertenecen 5 especies agrupadas en 4 familias pertenecientes al orden decapoda. Al phylum echinodermata pertenecen 2 especies de familia y orden diferente. Al phylum mollusca pertenecen 2 especies de diferentes familias del orden teuthida.
- JF6: se encontraron un total de 2 especies (anexo II) pertenecientes al phylum chordata, estas especies son de diferentes familias.
- JF10: se encontraron un total de 16 especies (anexo II) pertenecientes a 2 phylum. El phylum chordata se destaca con 15 especies pertenecientes a 10 familias, destacándose la familia Macrouridae (4 spp.). Del phylum molusca se encontró una especie de la familia Ommastrephidae.
- JF11: se encontraron un total de 43 especies (anexo II) pertenecientes a 3 phylum. El phylum chordata se destaca con 37 especies agrupadas en 21 familias, destacándose la familia Macrouridae (7 spp.)
- BO1: se encontraron un total de 23 especies (anexo II) pertenecientes a 3 phylum. El phylum chordata se destaca con 20 especies agrupadas en 15 familias, destacándose la familia Macrouridae (4 spp.). Al phylum arthropoda pertenecen 2 especies pertenecientes al orden decapoda. Al phylum mollusca se encontró una especie de la familia Ommastrephidae.
- BO2: se encontraron un total de 29 especies (anexo 2) pertenecientes a 3 phylum. El phylum chordata se destaca con 27 especies pertenecientes a 16 familias, destacándose

---

la familia Macrouridae (8 spp.). Del phylum echinodermata y arthropoda fueron encontrados una especie para cada uno.

- SF2: se encontraron un total de 9 especies (anexo II) perteneciente al phylum chordata. Todas las especies encontradas en este monte pertenecen a familias diferentes.
- SF3: se encontraron un total de 7 especies (anexo II) perteneciente al phylum chordata. Todas las especies encontradas en este monte pertenecen a familias diferentes.
- SF5: se encontraron un total de 20 especies (anexo II) pertenecientes a 2 phylum. Se destaca el phylum chordata con 19 especies, las que se encuentra agrupadas en 16 familias, destacándose la familia Scombridae (4 spp.). Al phylum mollusca pertenece una especie de la familia Ommastrephidae.
- SF6: se encontraron un total de 17 especies (anexo II) pertenecientes a 2 phylum. Se destaca el phylum chordata con 16 especies agrupadas en 13 familias, destacándose la familia Scombridae (3 spp.). Al phylum mollusca pertenece una especie de la familia Ommastrephidae.
- SF8: se encontraron un total de 6 especies (anexo II) pertenecientes al phylum chordata. Todas las especies encontradas en este monte pertenecen a familias diferentes.

#### **4.2.4. Estado del conocimiento de la biodiversidad de los montes submarinos**

Los estudios de biodiversidad de montes submarinos se han llevado a cabo principalmente como consecuencia de las actividades extractivas que aquí se ejercen, es así que, la información de biodiversidad de los montes submarinos proviene de datos de *bycatch* de dichas pesquerías. Anderson y Clark (2003), definen *bycatch* y descarte como “*Toda la captura del arrastre que no es declarada como especie objetivo o no es procesable por su tamaño o porque se encuentra dañada o no se procesa. El descarte incluye algunas capturas perdidas por la red que se encuentran en la superficie. En otras palabras, bycatch es igual a la suma de la captura retenida de las especies que no son objetivo, más la captura descartada de todas las especies*”.

Los datos de *bycatch* de las pesquerías de aguas profundas, son recolectados por observadores en barcos que realizan pesca de arrastre de fondo en montes submarinos. En Chile, la recolección de datos de la pesquería en montes submarinos comienza en el año 2000 cuando la pesquería de orange roughy es declarada pesquería incipiente, la recolección de éstos datos se encuentra bajo el marco del programa “Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales: Pesquería Demersal Centro-Sur y Aguas Profundas”. De la misma manera en Nueva Zelanda la recolección de datos se hace bajo el Programa de Observación del Ministerio de Pesquerías de Nueva Zelanda.

Los datos obtenidos en estudios de las pesquerías de arrastre de fondo de aguas profundas también han entregado información de biodiversidad presente en los montes. En Chile estos estudios se han financiado a través del Fondo de Investigación Pesquera (FIP), siendo destinados principalmente a conocer la abundancia, distribución y biología de los recursos alfonsino y orange roughy (Tabla 10).

Tabla 10. Proyectos FIP que tienen como especies de estudio alfonsino y orange roughy.

Código FIP	Nombre Proyecto
98-05	Prospección del recurso orange roughy ( <i>Hoplostetetus spp</i> ) y su fauna acompañante entre la I y la X Región
99-05	Estudio biológico pesquero del recurso orange roughy.
2000-12	Estudio de edad, crecimiento y mortalidad natural de los recursos orange roughy y alfonsino.
2001-04	Monitoreo y prospección de orange roughy, año 2001.
2004-13	Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, año 2004.
2005-13	Evaluación hidroacústica y TS de alfonsino y orange roughy.
2006-55	Unidades poblacionales de orange roughy.
2006-09	Evaluación hidroacústica de alfonsino y orange roughy, año 2006.
2006-42	Estudio biológico pesquero y reproductivo en alfonsino en el archipiélago de Juan Fernández.

Investigaciones destinadas a conocer la biodiversidad en montes de aguas adyacentes a nuestras costas se han realizado desde fines de la década del 50, la primera realizada por la expedición US Downing en montes de la Cordillera de Nazca. El B/I “Horizon” (1958) utilizando una draga obtiene las primeras muestras de animales de fondo (25°44’S, 85°25’W a una profundidad de 210-227m), y los primeros corales al noreste del monte (25°32’S, 85°14’W, a una profundidad de 870-950m). Otras pequeñas colecciones son recolectadas mucho después por científicos japoneses (B/I “Ibiku-Maru”, 1983). Sin embargo,

investigaciones más detalladas de fauna de fondo, cerca del fondo, bentopelágico y pelágico en el área de la cordillera de Nazca y Sala y Gómez han sido llevadas a cabo por expediciones de USSR (Parin *et al.* 1997).

Los estudios de la USSR comenzaron durante noviembre de 1973 (B/I “Poseidon”) y junio-julio de 1975 (B/I “Astronom”), pero el primer estudio a gran escala fue conducido por el B/I “Gerakl” durante octubre de 1975 enero 1976. En 1979-1983 estudios detallados de las pesquerías son realizados por la B/I “Ikhtiandr” y “Odyssey” apoyados por el sumergible “Server 2”. Algunas colecciones son recolectadas por el B/I “Akadenik Kurchatov” (1982) y “Profesor Mesyatzev” (1983-1985) y otros barcos. Pero las muestras más ricas en invertebrados marinos y peces son recolectados por el crucero del B/I “Professor Shtokman” en abril-mayo de 1987 (Parin *et al.* 1997).

Las expediciones de los B/I “Poseidon”, “Astronom” y “Gerakl” son organizados por el instituto de Investigación de Pesquerías y Oceanografía del Pacífico (TINRO), las de los B/I “Ikhtiandr”, “Odyssey” y “Professor Mesyatzev” por el Instituto de Pesquerías Marinas y Oceanografía de la USSR (VNIRO), y la Sevastopol Design Office de la pesquería comercial, realizados en los B/I “Akademik Kurchatov” y “Professor Shtokman” (Parin *et al.* 1997).

Cabe señalar que todas las investigaciones rusas en los montes de la cordillera de Nazca y Sala y Gómez se encuentran limitados por las 200 millas náuticas de la zona económica exclusiva (ZEE) de Perú y Chile (Parin *et al.* 1997).

Recolecciones de invertebrados marinos en las proximidades de la Isla Robinson Crusoe fueron llevadas a cabo por un número reducido de expediciones científicas, entre la que se destaca la expedición del H.M.S. “Challenger” (1873 -1876), las recolecciones del zoólogo alemán Dr. Ludwig H. Plate (1893 – 1895), la expedición sueca del Pacífico (“Swedish Pacific Expedition”) (1916 – 1917) y entre noviembre de 1965 y mayo de 1966, las recolecciones realizadas por el B/I “Anton Bruun”, como parte del programa de investigaciones “Southeastern Pacific Biological and Oceanographic Program” (SEPBOB) (Rozbaczylo y Castilla, 1987).

---

Desde 1971 el Centro de Investigaciones del Mar (CIMAR) de la Universidad Católica de Valparaíso realizó investigaciones (Expedición MARCHILE VIII y IX sobre el cordón de montañas submarinas existente entre Valparaíso y el archipiélago de Juan Fernández. Los objetivos de la exploración eran entre otros, efectuar un reconocimiento geomorfológico, observar las condiciones abióticas y determinar presencia de especies de valor comercial. En estas expediciones se realizaron pescas exploratorias que permitieron vislumbrar fondos entre 250 y 1000 metros de profundidad (Arana *et al.* 1976). Conan (1975) muestra los resultados de la pesca exploratoria con trampas en estos montes donde se observa la existencia de centolla de Juan Fernández y jaibas gigantes. Cerda (1977) y Moreno (1974) obtienen como resultados de los lances exploratorios efectuados con espineles, cuatro especies de teleostomi y tres especies de la clase elasmobranchii.

El año 2004 se realizó una investigación gestionada por el gobierno japonés y la Subsecretaría de pesca de Chile, en el marco del proyecto “Investigación de los recursos pesqueros y el ambiente marino de aguas chilenas”. Esta investigación se desarrolló en la ZEE de Chile sobre los montes Bajo O'Higgins 1 y Bajo O'Higgins 2, contempló estudios de organismos planctónicos, organismos juveniles de peces pelágicos (o pesquerías cercanas a la superficie) y toma de muestras de arrastre de recursos demersales (o pesquerías de aguas intermedias) de interés comercial. También registró información sobre salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros (Zuleta y Hamano, 2004).

Otras investigaciones en la zona de montes submarinos de Chile han sido realizados por el programa CIMAR iniciativa del Comité Oceanográfico Nacional y cuyo objetivo general ha sido estudiar en forma multidisciplinaria aspectos oceanográficos, meteorológicos, de biodiversidad marina y de morfología submarina en zonas geográficas remotas. Los cruceros CIMAR 5 y 6 se han realizado en las islas oceánicas en los años 1999 y 2000, el primero abarcando una sección latitudinal entre Caldera (27° S; 71° W) e Isla de Pascua (27° S; 108° W), y el segundo abarcando el área entre Caldera (27° S; 71° W) y Valparaíso (33° S; 72° W); la costa y el meridiano 80° W (Fig. 35). En estos cruceros los muestreos biológicos se realizan con red Sgazis, red bongo y red IKMT (Rojas *et al.* 2004).



---

organismo para las especies no coloniales. Durante los cruceros CIMAR 5 y 6 se utilizaron cámaras submarinas y ROV (Remote Operated Vehicle) para evaluar el megabentos de Isla de Pascua y el archipiélago de Juan Fernández alcanzando profundidades máximas de 178 m. El uso de cámaras de video también ha sido utilizado en la pesca de identificación del proyecto de estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy con el objetivo de discriminar entre los cardúmenes de alfonsino y orange roughy (Niklitschek *et al.* 2005).

### *Biodiversidad y endemismo en el Pacífico sudoriental.*

Las especies endémicas representan la mayor parte de los invertebrados y peces de fondo o cercanos al fondo en los montes de la cordillera de Nazca y Sala y Gómez. Entre 137 especies de invertebrados para nueve grupos taxonómicos, la proporción de endemismo varía de 22 a 96%, mostrando un promedio de 52% (71 especies). La proporción de especies endémicas no cambia (51%) si sólo se toma en cuenta la cordillera Sala y Gómez (oeste de 83°W) mientras que no se observa endemismo hacia el este de los 83°W. Las 71 especies endémicas recolectadas en el área, son encontradas en la provincia Sala y Gómez pero solo cuatro especies son conocidas para el este y oeste de los 83°W (Parin *et al.*, 1997).

El grado de endemismo a nivel genérico es bajo. Entre 101 géneros de los nueve grupos taxonómicos, solo 3% no se encuentran fuera de las cordilleras de Nazca y Sala y Gómez, incluyendo la esponja hexactinellid *Pseudoplectella*, tanaidacean *Pseudobathytanais* y moluscos bivalvos *Cribrosoconcha*. Otro género, el echinoideo *Scrippsechinus* ha sido recolectado en la cordillera de Sala y Gómez y cerca de la Isla San Félix, que probablemente pertenece a la Provincia de Sala y Gómez (Parin *et al.*, 1997).

El grado de endemismo entre los cefalópodos es menor que 42,9% pero puede ser 71,4%, ya que existe un grado de incertidumbre sobre si las especies de las familias *Sepioloidea* y *Danoctopus* son nuevas o conocidas (Parin *et al.*, 1997).

Similarmente, el grado de endemismo a nivel de especies está bien establecido entre los peces. Existen 76 especies endémicas que son el 44,2% del total de las especies conocidas para el

---

área, perteneciendo a 31 familias y 51 géneros. La distribución de las especies endémicas a lo largo de las cordilleras varía significativamente. El alto grado de endemismo muestra que el 42,8% de las especies tienen un origen Pacífico Indo-oeste; el 29,5% son especies del Atlántico Indo-Pacífico, el 14,4% son especies subtropicales y el 5,2% son especies de origen incierto (Parin *et al.*, 1997, Parin, 1991).

Existen, teóricamente 3 géneros de peces endémicos, todos monotípicos: un tiburón *moliisquama* (Squalidae) y dos teleósteos, *Anatolanthias* (Serranidae) y *Dactylopsaron* (Percophidae). El endemismo genérico es de esta manera 2.3% (3 fuera de 130 géneros) (Parin *et al.*, 1997).

El alto grado de endemismo de la fauna de la cordillera de Nazca y Sala y Gómez parece no tener precedentes, incluso comparado con el alto endemismo de la fauna costera de las Islas de Hawai (20% de moluscos endémicos y 29% especies de peces de orilla) o Isla de Pascua (42% entre moluscos de orilla, 14-50% en otros grupos de invertebrados y 27% para los peces). Tan alto nivel de endemismo puede ser atribuido al aislamiento de la cordillera (Parin *et al.*, 2007).

En los cordones de montes que conforman las islas Desventuradas y el archipiélago de Juan Fernández el endemismo se observa debido a que estos montes actúan como barreras norte y sur, respectivamente (Rivera y Mujica, 2004a).

Rozbaczylo y Castilla (1987) y Andrade (1985) identifican un total de 33 especies de crustáceos decápodos en el archipiélago de Juan Fernández, que muestran una relación más estrecha con el Océano Pacífico Suroriental que con el Pacífico Suroccidental, y a su vez, mayor afinidad con la zona central y norte de Chile, incluyendo Perú y Ecuador, que con la zona austral de Chile y Argentina. De estas 33 especies, 19 (57%) están presentes en las costas de Chile continental, en tanto que el porcentaje de endemismo es sólo el 15%. Las especies oceánicas, habitan en fondos que se acercan a la superficie, como sucede alrededor de islas o bien en cumbres y faldeos de montañas submarinas (Retamal y Arana, 2000).

---

Para equinodermos se tiene 17 especies conocidas para el archipiélago de Juan Fernández. De estas 17 especies, sólo 4 (23,4%) son endémicas (Rozbaczylo y Castilla, 1987).

Sepúlveda (1987) señala que la fauna íctica marina del Archipiélago de Juan Fernández es en gran parte típica de la región faunística del Pacífico oriental templada-fría, y algunos elementos del Indopacífico. El conocimiento que se tiene de la diversidad íctica del archipiélago, se encuentra sesgado a la zona costera, donde se tiene la información de 56 especies repartidas en 51 familias, con un grado de endemismo no superior al 15%. Respecto a esto, se destacan las familias Serramidae (6 spp.), Scorpaenidae (6 spp.), Bothidae (5 spp.), Carangidae (4 spp.), Sciaenidae (3 spp.)

---

**4.3. Objetivo específico 3.** *Compilar y analizar, de manera espacialmente explícita, la información disponible sobre el esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos de la ZEE de Chile en años recientes.*

#### **4.3.1. Validación información pesquera asociada a los montes**

Más de 10.249 registros de lances de pesca fueron extraídos de la base de datos del IFOP. De estos, 5.423 lances (53%) satisficieron los diferentes criterios planteados para esta pesquería. Solo una pequeña parte (26%) de estos corresponde a orange roughy y una gran parte de los registros corresponde a alfonsino (74%). El mayor esfuerzo pesquero desplegado fue en el monte JF2, el cual alcanzó por sobre los 4.500 km de arrastre. Después sigue el monte JF1 con más de 1.500 km, 905 km para el monte JF4, 395 km para el monte JF3 y 50 km para el monte JF5. La intensidad media de pesca fue de 9.3 kilómetros de arrastre por km<sup>2</sup> de área.

#### **4.3.2. Dirección e intensidad de la actividad pesquera en los montes submarinos**

La dirección de los lances de pesca fueron no aleatorios para la totalidad de las direcciones clasificadas, salvo en la dirección al sur donde la probabilidad fue la mas baja que las otras direcciones (Tabla 11). Este patrón de las direcciones de arrastre y la distancia arrastrada (máximo de 5 km) para los seis montes submarinos analizados es mostrada en la figura 36. En muchos de los montes hubieron una o mas direcciones de arrastre claramente preferidas. Para el monte submarino JF1, un 36% de los lances fueron realizados en una dirección este, un 22% en dirección norte, un 22% en dirección oeste y un 21% en dirección sur. Para el monte JF2, un 33% de los lances fueron realizados en una dirección sur, un 25% en dirección oeste, un 24% en dirección norte y un 18% en dirección este. Para el monte JF3, un 35% de los lances fueron realizados en dirección este, un 28% en dirección sur, un 20% en dirección oeste y un 17% en dirección norte. Para el monte JF4, un 31% de los lances fueron realizados en dirección este, un 26% en dirección oeste, un 23% en dirección norte y un 20% en dirección sur. Y por último, el monte JF5 fue solamente arrastrado en dos direcciones, un 85% de los lances fueron realizados en dirección norte y solo un 15% en dirección oeste.

Tabla 11. Resultados de las prueba estadística entre las direcciones observadas y las direcciones remuestreadas por medio de bootstrapping.

Dirección	valor $-t$	g.l.	valor- $p$	IC (95%)	$u_{ob}$	$u_{rm}$
N	-0.1926	2272	0.8473	(-1.94;1.59)	90.74	90.91
S	14.633	3082	0.1435	(-0.39;2.73)	271.86	270.69
E	-0.1852	3209	0.853	(-11.58;9.58)	122.45	123.45
O	11.367	2538	0.2558	(-0.81;3.05)	194.58	193.46

En términos del esfuerzo pesquero medio como la distancia total arrastrada, la figura 37 muestra que se incrementa considerablemente el esfuerzo durante 2002, 2003 y 2005 alcanzando valores por sobre los 500 km de arrastre, posteriormente la distancia arrastrada cae considerablemente al final del periodo analizado, registrando los mismo valores que al inicio de la pesquería. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) acumulada muestra un tasa de crecimiento acelerada por sobre el 45% durante los años 2002 y 2003 para posteriormente mantenerse a tasa de crecimiento moderadas.

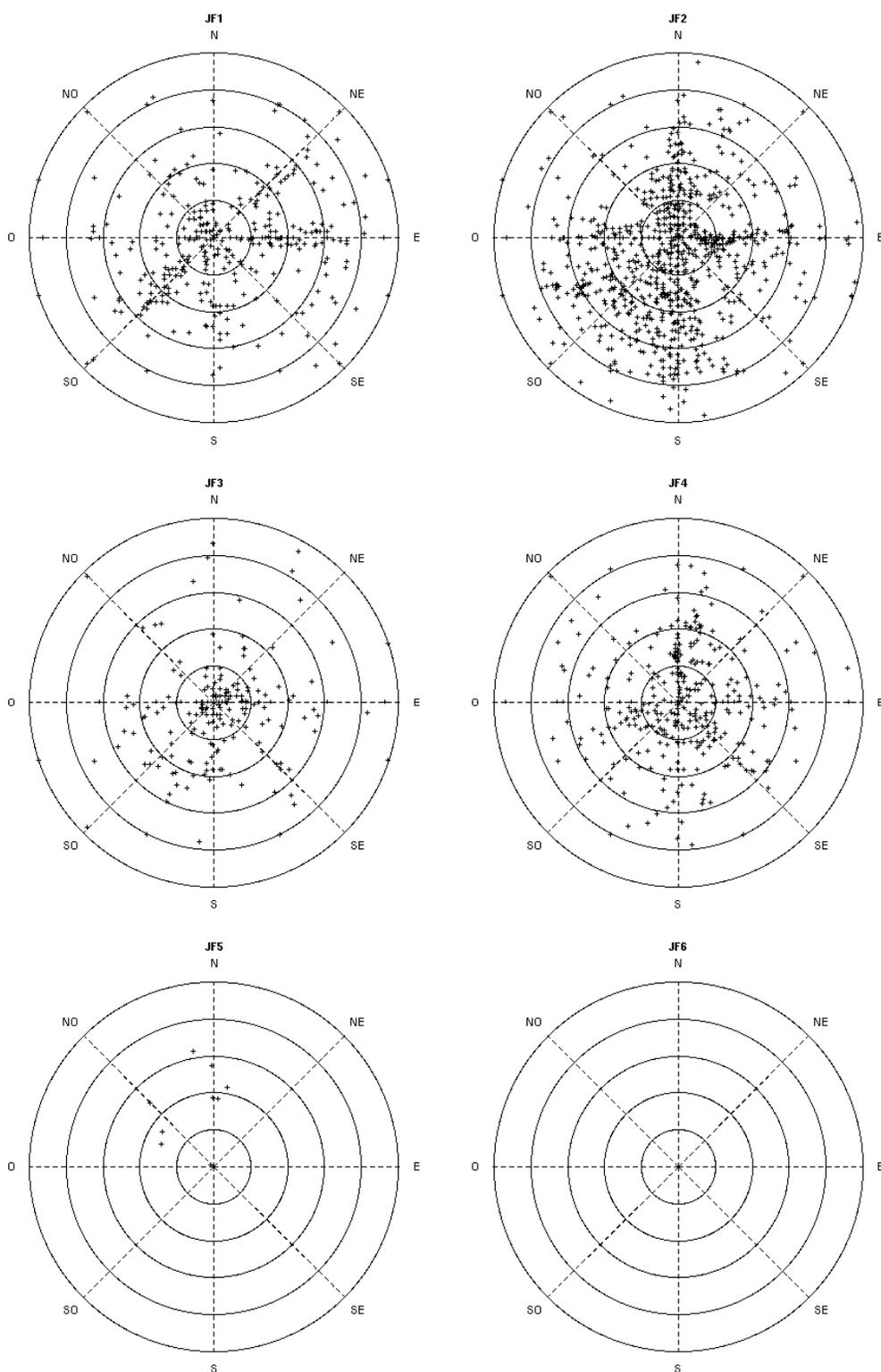


Figura 36. Gráfico angular que muestra la distancia arrastrada en kilómetros y la dirección del lance de pesca en grados para los seis montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández. Cada punto (+) representa un único lance de pesca.

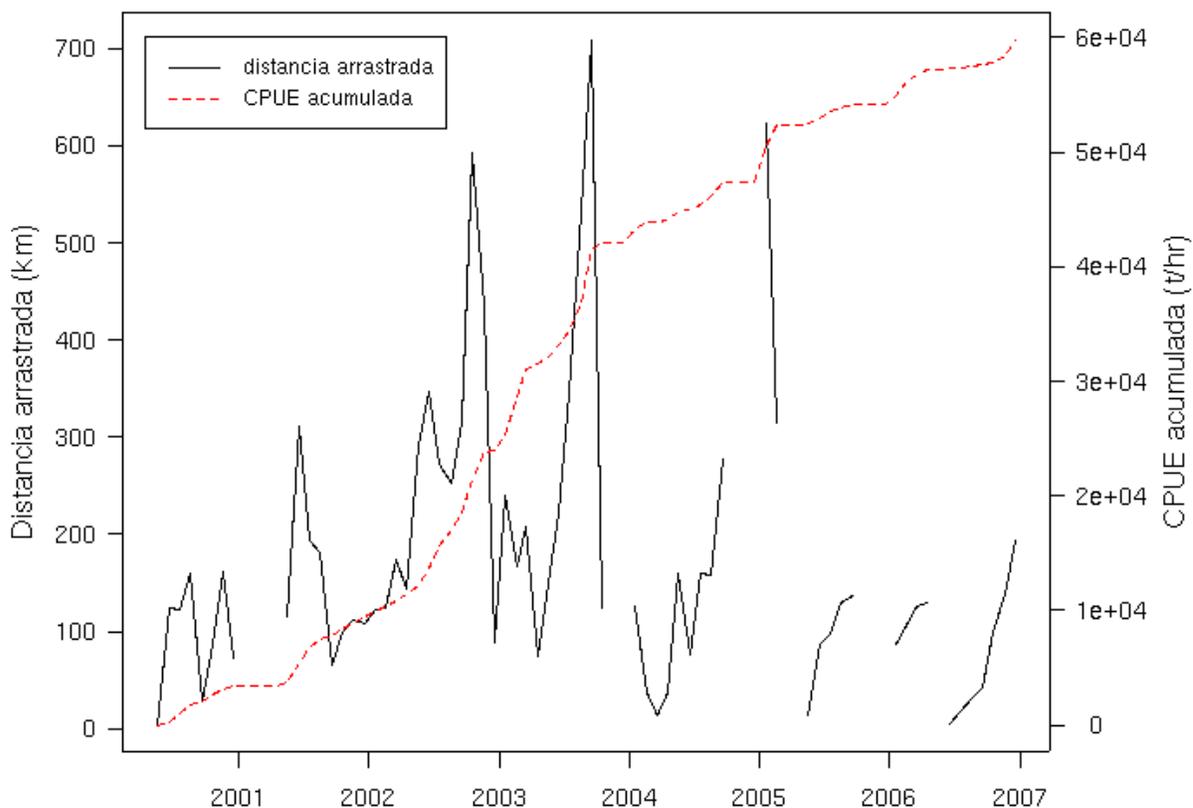


Figura 37. Series temporales de la distancia arrastrada y la CPUE acumulada

Los resultados del IRP son mostrados en la tabla 12, esta muestra además el esfuerzo desplegado en kilómetros y el número de registros para cada categoría en la dirección de arrastre. La mayor intensidad relativa de pesca fue para los monte JF4 y JF2 con valores de 11.7 y 10.54  $\text{km}^{-1}$ , una intensidad media de pesca fue para el monte JF3 con un valor de 6.42  $\text{km}^{-1}$  y una intensidad baja de pesca los montes JF1 y JF5 con valores de 2.51 y 1.52  $\text{km}^{-1}$  respectivamente.

Tabla 12. Detalle de los seis montes submarinos con sus índices relativos de pesca (IRP), nombre del monte, latitud y longitud media, área estimada, esfuerzo estimado de la distancia total arrastrada y el número de lances para cada dirección (N = norte; S = sur; E = este y O = oeste).

Monte	Lat	Lon	Área (km <sup>2</sup> )	Esfuerzo (km)	N	S	E	O	IRP (km <sup>-1</sup> )
JF1	33.65	78.44	608	1526	145	139	242	145	2.51
JF2	33.56	77.69	443	4667	523	738	413	564	10.54
JF3	33.39	77.42	62	395	41	67	86	49	6.42
JF4	33.44	76.88	91	906	132	114	175	148	11.70
JF5	33.73	79.62	17	50	22	s/i	s/i	4	1.52
JF6	34.08	80.26	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

#### 4.3.3. Variabilidad espacial de la explotación de recursos en los montes submarinos

Se estudió la variabilidad espacial de los recursos pesqueros en el monte submarino JF2. La elección del monte se basa en el hecho que el monte JF2 fue uno de los más intensamente arrastrados con 4667 km y alcanzo una intensidad de pesca relativa de 10.5 km<sup>-1</sup> y presento la mayor área estimada con 442 km<sup>2</sup>. A diferencia con el monte JF4, que presento la más alta intensidad relativa de pesca, pero su área estimada fue muy inferior al JF2

El análisis de varianza ‘cloud’ muestra como la varianza esta asociada con pares individuales de puntos en un análisis de autocorrelación. Como se observa en la figura 38, para el año 2001 se observa una menor cantidad de pares de datos al compararlo con el año 2003, donde claramente se observa una mayor cantidad de pares de datos estimados a través de variograma cloud. Además, para el 2001 la semivarianza alcanza su máximo nivel a los 4 kilómetros, mientras que para el año 2003 este valor se alcanza a valores menores al kilómetro.

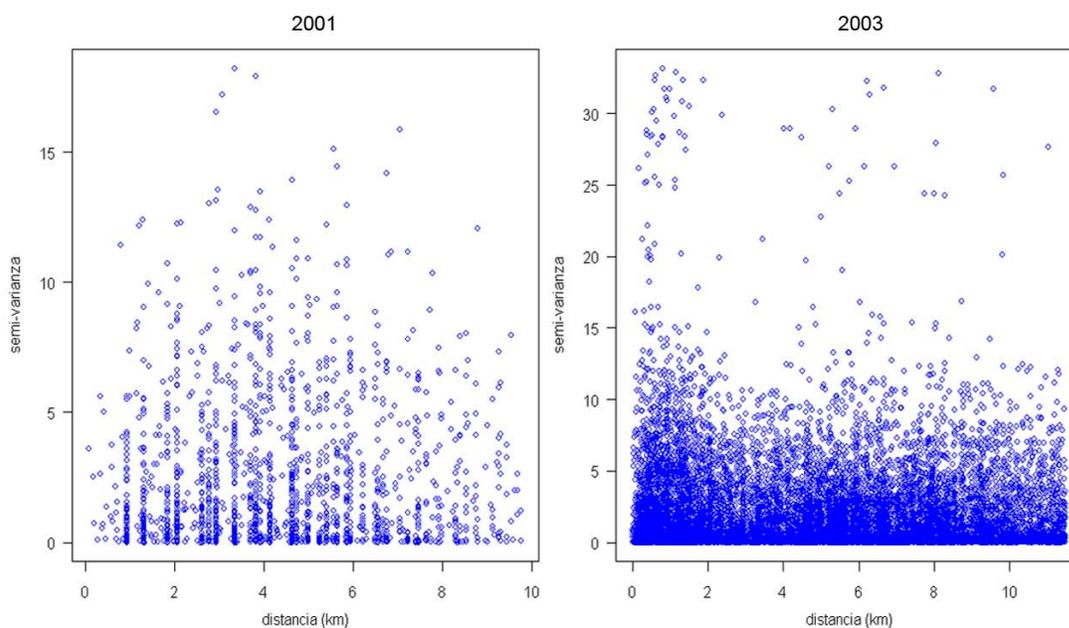


Figura 38. Gráfico de la semivarianza para todos los pares individuales en el análisis de autocorrelación.

El uso de la función del variograma permitió examinar las diferentes escalas-dependientes entre las tasas de captura en el monte submarino JF2. Tanto el variograma omnidireccional y el direccional muestra un lento incremento en la semivarianza a distancias relativamente cortas para el 2001, es decir, el nivel donde la correlación espacial permanece constante es de 4 kilómetros. En cambio, para el 2003 el incremento de la semivarianza se produce a distancias muy cortas, alcanzando un nivel de la correlación espacial constante a distancias menores a un kilómetro, este valor es interpretado como el largo de la escala espacial donde no hay correlación (Fig. 39). A lo largo del monte JF2, las distancias arrastradas más grandes que este valor observado en la escala espacial, las diferencias que ocurren entre las tasas de captura fueron muy grandes.

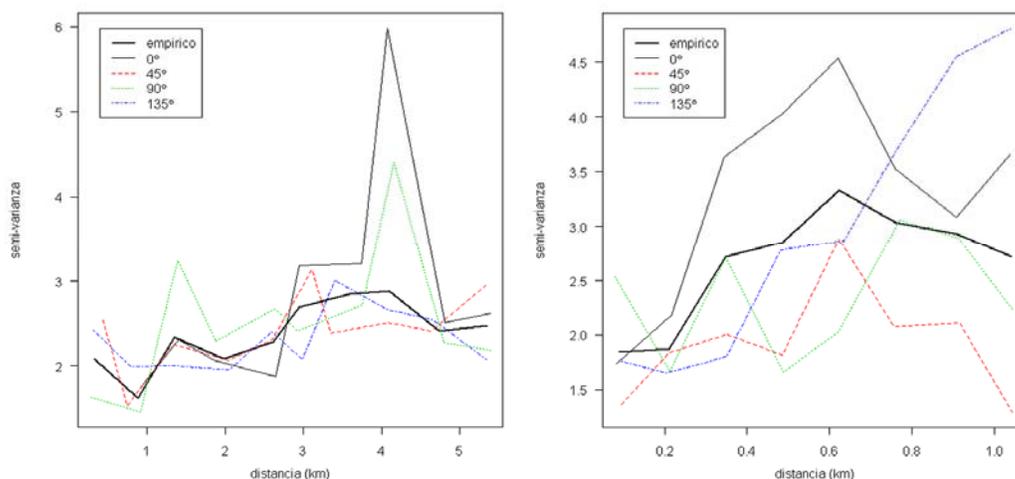


Figura 39. Variogramas empíricos y direccionales para los  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $135^\circ$ .

La comparación de los variogramas direccionales mostró que los rangos fueron comparables entre las diferentes direcciones angulares calculas para los variogramas del año 2001 y 2003. Esto fue evidente tanto para el variograma omnidireccional y los variogramas direccionales, salvo para la dirección angular de cero grado (Fig 39). Esta tendencia en la semivarianza podría estar sugiriendo que la tasa de captura en esta dirección no tiene un comportamiento isotropico.

Posteriormente, se estimo los valores teóricos para el variograma omnidireccional y los valores estimados mediante la restricción de Cressie (1993) para el modelo esférico, el cálculo fue realizado mediante el algoritmo de estimación quasi-Newton (Fig. 40). Los valores de los parámetros estimados son mostrados en la Tabla 13. Los valores estimados para el nugget y el psill no difieren mucho para el 2001 y 2003, los valores estimados para el rango muestran una diferencia muy significativa, con una reducción del orden del 85% para el rango del 2003 con respecto al rango del 2001.

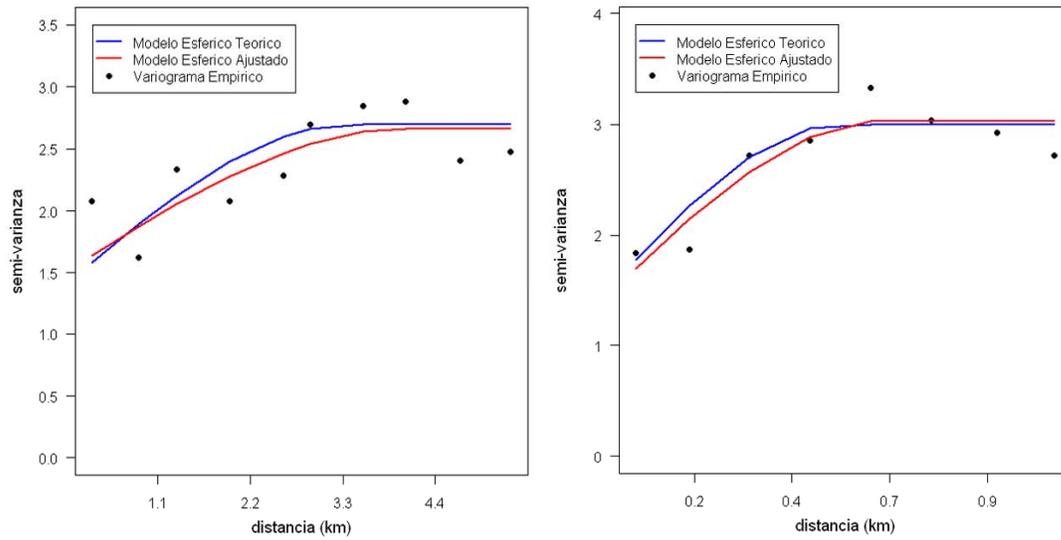


Figura 40. Modelo esférico teórico y ajustado para el variograma de las tasas de captura en el monte submarino JF2.

Tabla 13. Valores estimados para el variograma por año.

	rango	psill	nugget
2001	4,0996	1,1632	1,5014
2003	0,6493	1,6725	1,3574

Y finalmente, se estimo el mapeo de los datos mediante la técnica de interpolación conocida como kriging ordinari o simple (Fig. 41). Los valores estimados mostraron una disminución del orden de mas de la mitad de la abundancia relativa observada para el 2003 con respecto a los valores observados en el 2001. Además, se observa una variabilidad espacial de los datos, observándose una disminución de la abundancia relativa en la parte noreste del monte JF2 y un desplazamiento desde la parte suroeste hacia la parte sureste del monte submarino.

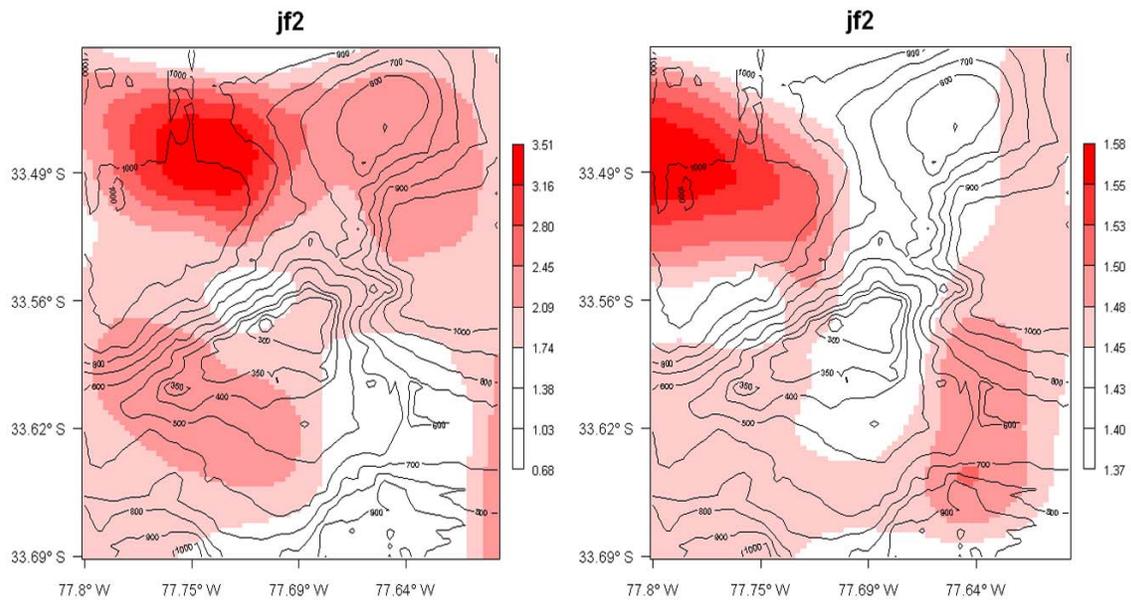


Figura 41. Mapa de la distribución de las tasas de captura para el monte submarino JF2 mediante técnica de estimación espacial kriging puntual ordinario.

---

**4.4. Objetivo específico 4. *Evaluar directamente (in situ) la biodiversidad bentónica y demersal de, al menos, dos de los montes identificados como prioritarios de estudiar.*****4.4.1. Aspectos operacionales de la prospección.**

Las operaciones de investigación en la zona del Archipiélago de Juan Fernández fueron realizadas entre los días 24 y 30 de julio, 21-22 de agosto y entre el 14 de noviembre y 19 de diciembre de 2007. El diseño de muestreo se mantuvo fiel a la planificación general, solo realizándose adaptaciones y modificaciones a los sistemas de acuerdo a las condiciones meteorológicas imperantes en la zona en el momento del muestreo. En este sentido, las adaptaciones más importantes tuvieron relación con la estandarización del tiempo de reposo de las líneas de trampas en 24 hrs. Además, a causa de las corrientes en la zona de estudio, se cambia el diseño del espinel vertical, desde una línea madre con varias líneas verticales, a espineles de una sola línea pero con el triple de anzuelos, haciéndolos trabajar en forma oblicua sobre el fondo marino. De la misma forma, se cambia el cabo de orinque del espinel vertical (Polipropileno (PP) de 12 mm Ø) por material más delgado (PP 3-5 mm Ø) con el fin de evitar el hundimiento de la línea y las boyas debido a las corrientes. En el caso de las cámaras submarinas, debido al excesivo peso de las carcazas y el armazón preparado, se diseñó la operación, bajando el sistema (carcaza más armazón) en forma individual y manteniéndolo unido al barco por un período de una a dos horas. Básicamente el registro exitoso de información (fotografías del fondo), dependió de la forma en que cayó el sistema y se dispuso sobre el fondo marino.

Finalmente, luego de terminado el período de muestreo en zona de estudio, se completaron un total de 29 lances con espineles verticales (1.264 anzuelos), 4 lances con líneas de mano (12 anzuelos), 10 lances con líneas de trampas (108 trampas), 2 lances con palangre de superficie (440 anzuelos), 10 lances con redes zooplanctónicas, 5 lances con rastra, 4 períodos de observación con cámara submarina y 15 toma de muestras de agua de mar para identificación de fitoplancton (Tabla 14).

Tabla 14. Esfuerzo de muestreo desplegado sobre los montes submarinos de Juan Fernández.

Zona	Estrato	Sistema muestreo	Nº Lances	Nº Anz./Trampas	Rango profundidad (m)
JF1	Pelágico	Palangre superficie	1	220	60 - 80
		Red zooplanctónica	5	-	0 - 350
		Botella / Fitoplancton	7	-	0 - 50
	Demersal	Espinel vertical	22	823	261 - 650
		Línea de mano	4	12	397 - 410
	Bentónico	Trampas	7	48	300 - 585
		Rastra	3	-	293 - 325
		Cámaras submarinas	3	-	262 - 302
	JF2	Pelágico	Palangre superficie	1	220
Red zooplanctónica			5	-	0 - 350
Botella / Fitoplancton			8	-	0 - 50
Demersal		Espinel vertical	7	441	340 - 438
		Línea de mano	-	-	-
Bentónico		Trampas	3	60	326 - 380
		Rastra	2	-	326 - 414
		Cámaras submarinas	1	-	305

El detalle del tiempo efectivo de muestreo por cada sistema se presenta en la tabla 15. Cabe mencionar que se hace una distinción en el tiempo de reposo entre trampas y espineles, siendo para los espineles calculado por lance, mientras que para las trampas, esto se hizo para cada unidad. El muestreo con trampas fue adaptativo y condicionado por factores ambientales y operativos. En este sentido fueron realizados lances con líneas de 20 trampas (40% del total de lances), 10 (20%) y 2 trampas (40%).

Tabla 15. Detalle del tiempo de reposo o arrastre por estrato de los sistemas de muestreo desplegados sobre los montes submarinos de Juan Fernández.

Estrato	Sistema muestreo	Nº lances	Nº anz, trampas, unid. muestreo	Tiempo de reposo o arrastre (hrs)		
				Promedio	Desv. est.	Total
Pelágico	Palangre superficie	2	440	14,7 (1)	0,78	29,4
Demersal	Espinel vertical	29	1.264	4,3 (1)	5,45	124,5
Bentónico	Trampas	10	108	24,9 (2)	21,90	2.695,6
	Rastra	5	1	3,3	4,44	16,3
	Cámaras submarinas	4	1	1,1	0,06	4,2

(1) por lance

(2) por trampa

#### 4.4.2. Biodiversidad pelágica, bentónica y demersal.

##### 4.4.2.1. Biodiversidad fitoplanctónica.

##### Abundancia total integrada de nano-microplancton.

Los análisis cuantitativos de las muestras de agua obtenidas sobre las montañas submarinas de Juan Fernández, permitieron identificar en total 7 clases de organismos, los cuales se clasificaron en 31 géneros, 23 especies y 3 grupos correspondiente a taxa no identificados y/o separados por fracción de tamaño (Tabla 16).

El promedio de las abundancias integradas a la máxima profundidad (sumatoria de todos los taxa identificados entre 0 y 50 m) fue de  $1.571 \times 10^6$  células  $m^{-2}$ . Las abundancias máximas y mínimas fueron observadas en las estaciones E.1 y E.5 con 326 y  $6.390 \times 10^6$  células  $m^{-2}$ , respectivamente. El resto de las estaciones presentaron abundancias que oscilaron entre 601 y  $1.778 \times 10^6$  células  $m^{-2}$  (Fig. 42).

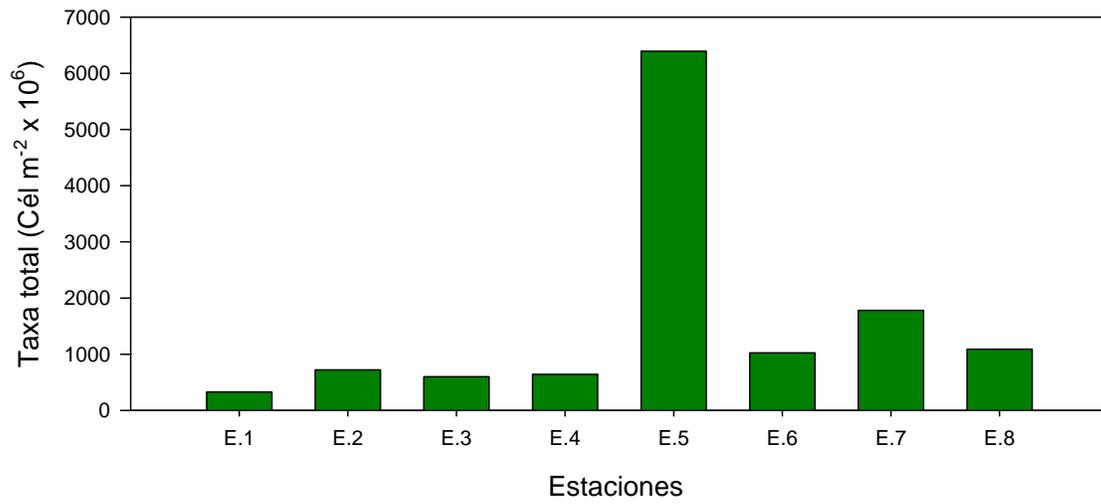


Figura 42. Taxa totales integradas a 50 m, correspondiente a 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007.

Tabla 16. Abundancia de nano-microplancton (células/L o cél/L) sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del 2007.

Estación	E.1		E.2		E.3		E.4		E.5		E.6		E.7		E.8	
Profundidad (m)	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
Unidad	cél/L															

## CLASE ACANTHARIA

Nassellaria	0	20	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0	80
-------------	---	----	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	----

## CLASE BACILLARIOPHYCEAE

<i>Bacteriastrum sp</i>	0	0	0	0	80	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	320	0
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	120	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Chaetoceros spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	40	0	0	0	0	0	160	40
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	40	0	0	0	0	s/i	20	20	0	0	0	0	320	160
<i>Dactyliosolen sp</i>	20	0	0	0	0	80	0	s/i	20	0	0	0	0	20	280	200
<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	40	0	40	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
Penadas indeterminadas	20	80	80	40	180	80	80	s/i	40	320	20	40	0	20	320	160
<i>Pleurosigma spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudonitzschia spp</i>	0	60	840	140	500	760	200	s/i	140	0	0	40	0	160	1.040	1.200
<i>Rhizosolenia alata</i>	0	0	0	0	20	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	0	0	40	0	40	0	0	s/i	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia spp</i>	20	0	0	0	0	40	0	s/i	220	200	0	80	0	40	240	0
<i>Thalassiothrix sp</i>	0	0	0	0	20	0	40	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 16. Continuación

## CLASE CIANOPHYCEAE

Cianofitas	0	0	480	1.820	0	0	780	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
------------	---	---	-----	-------	---	---	-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

## CLASE CILIATEA

<i>Acanthostomella norvegica?</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ascampbeliella sp</i>	0	0	0	0	0	0	20	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliados (>15 um)	40	60	200	140	320	0	160	s/i	740	440	500	80	280	340	120	600
Ciliados (<15 um)	0	0	0	0	0	0	0	s/i	920	2.759	0	0	0	0	0	0
<i>Dictiocyta elegans</i>	0	20	40	20	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dictiocyta mitra</i>	0	0	0	0	0	0	40	s/i	40	40	0	0	0	60	0	0
<i>Dictiocyta sp</i>	40	0	80	0	20	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Eutintinnus fraknoi</i>	0	20	0	0	40	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>	20	20	200	0	80	160	40	s/i	20	40	0	0	0	20	0	40
<i>Laboea spp</i>	0	0	0	0	40	0	20	s/i	0	0	20	0	0	0	0	0
<i>Parundela caudata</i>	0	20	0	0	0	0	0	s/i	40	0	20	0	20	0	120	80
<i>Protorhabdonella curta</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Rhabdonella chilensis</i>	20	0	40	0	0	0	40	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhabdonella sp</i>	20	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Salpinguella sp</i>	0	20	0	0	40	40	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	80
<i>Steentrupiella pozzi</i>	0	0	40	0	0	0	0	s/i	20	20	20	0	0	0	0	0
<i>Undella sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Undella claparedei</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xystonella treforti</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 16. Continuación

## CLASE DICTYOCHOPHYCEAE

<i>Dictyocha fibula</i>	20	0	0	0	40	0	0	s/i	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Dictyocha sp</i>	0	0	40	20	0	0	0	s/i	0	0	40	0	20	0	80	0
<i>Dictyocha speculum</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	20	0	20	0	0	0	0	80

## CLASE DINOPHYCEAE

<i>Ceratium extensum</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	20	20	0	40	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	40	40	0	40	40	40	0	s/i	20	40	20	20	120	20	0	0
<i>Ceratium fusus</i>	40	40	80	20	80	80	120	s/i	40	160	0	80	160	60	0	40
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	20	0	0	0	0	0	40	0
Dinoflagelados atecados (>15um)	100	280	200	380	320	40	460	s/i	240	380	580	300	340	380	1840	560
Dinoflagelados atecados (<15um)	1839	4598	8277	8277	7357	3679	9657	s/i	11036	11956	5518	5518	13795	10116	11496	14255
Dinoflagelados tecados	0	0	0	20	0	0	0	s/i	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinophysis sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	20	0	0	0	0	40	0	0
<i>Dissodinium sp</i>	0	0	40	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	20	0	0	0	0	0	s/i	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ornithocercus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Oxytosum sp1</i>	20	60	40	100	80	0	20	s/i	20	40	160	20	20	120	120	120
<i>Oxytosum sp2</i>	0	0	40	60	20	120	160	s/i	0	40	140	20	20	20	80	0
<i>Podolampas sp</i>	0	0	0	40	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Scripsiella sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	0	0	0	0	0	0	160

## OTROS FLAGELADOS

Flagelado/Ciliado indet.. (<10 um)	0	0	0	0	0	0	0	s/i	0	46.904	0	0	0	0	0	0
Flagelados (<10 um)	2.759	2.759	2.759	4.139	5.058	4.598	13.795	s/i	22.072	156.346	4.598	22.992	12.876	32.189	1.839	6.898

Los grupos de organismos presentes más importantes considerando todas las estaciones analizadas correspondieron a la clase *Dinophyceae* y a un grupo de “flagelados no identificados” los cuales representaron en promedio 428 y  $1.070 \times 10^6$  células  $m^{-2}$  lo que significa un 43 y 50 %, respectivamente. El 7% restante correspondieron a las clases *Bacillariophyceae*, *Ciliata*, *Cyanophyceae*, *Dictyophyceae*, *Chlorophyceae* y *Acantharea* con 3.3, 2.1, 1.4, 0.15 y 0.05 %, respectivamente (Fig. 43).

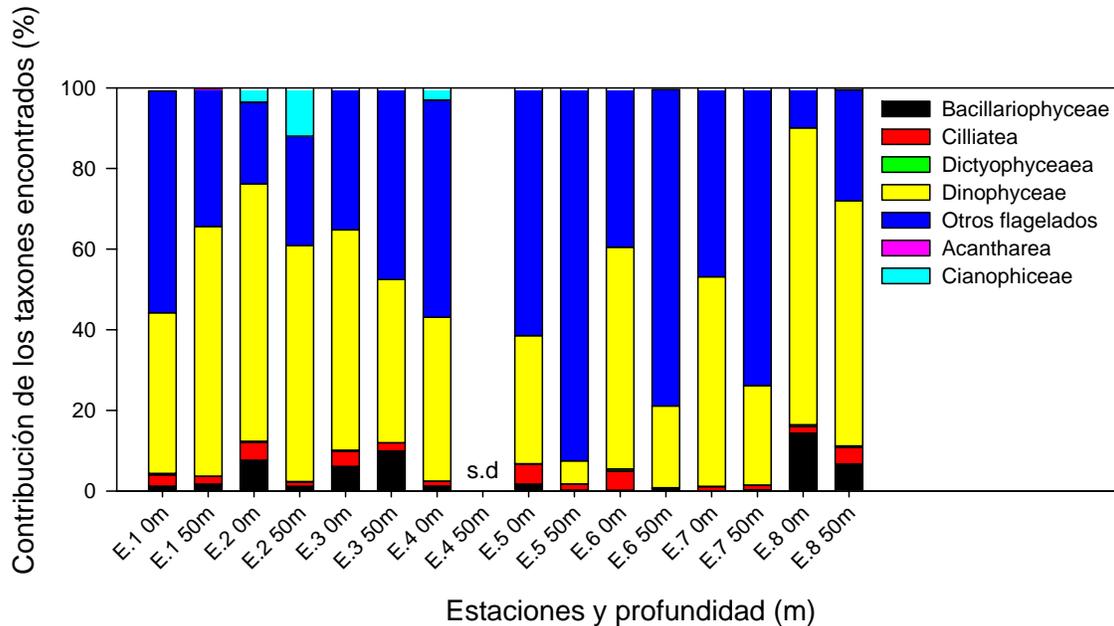


Figura 43. Abundancia relativa de los taxones encontrados en los estratos de 0 y 50 m de profundidad en las 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007.

### Abundancias total estratificada de nano-microplancton

La distribución vertical de las abundancias de los taxa identificadas en los dos estratos analizados se agruparon preferentemente a los 50 m. El promedio de las abundancias estratificadas a los 0 y 50 m fueron de 19.039 y 50.086 células  $L^{-1}$  presentando la máxima abundancia la estación E.5 en sus dos estratos con 35.988 (0 m) y 219.724 (50 m) células  $L^{-1}$ . Las mínimas abundancias de estos organismos se observaron en la estación E.1 a los 0 y 50 m con 5.018 y 8.077 células  $L^{-1}$ , respectivamente.

El taxón más representativo del estrato de 0 m fue Dinophyceae y el grupo de “Otros flagelados”, los cuales aportaron con el 49 y 43% de las abundancias totales encontradas a esta profundidad. La clase Dinophyceae de este estrato estuvo dominado principalmente por dinoflagelados atecados <math><10\ \mu\text{m}</math>, los que en promedio alcanzaron más del 90% en todas las estaciones analizadas. El grupo de los “Otros flagelados” englobó exclusivamente flagelados no identificados <math><10\ \mu\text{m}</math>.

Otra de las clases de organismos presentes a los 0 m en todas las muestra analizadas, pero menos representativos, fueron las Bacillariophyceae y Cilliatea, las cuales en conjunto representaron el 6,7% de todas las clases encontradas. La clase Bacillariophyceae estuvo representada principalmente en todas las estaciones por *Pseudonitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp, y el grupo de “penadas indeterminadas”, las cuales en su conjunto superaron el 50% de todas las taxa de esta clase (Fig. 44). En contraste la clase Cilliatea fue dominada en más del 62% por *Dictyocysta* sp, *Eutintinnus lusus-undae*, *Parundella caudata* y por ciliados no identificados >math>>15\ \mu\text{m}</math> (Fig. 45).

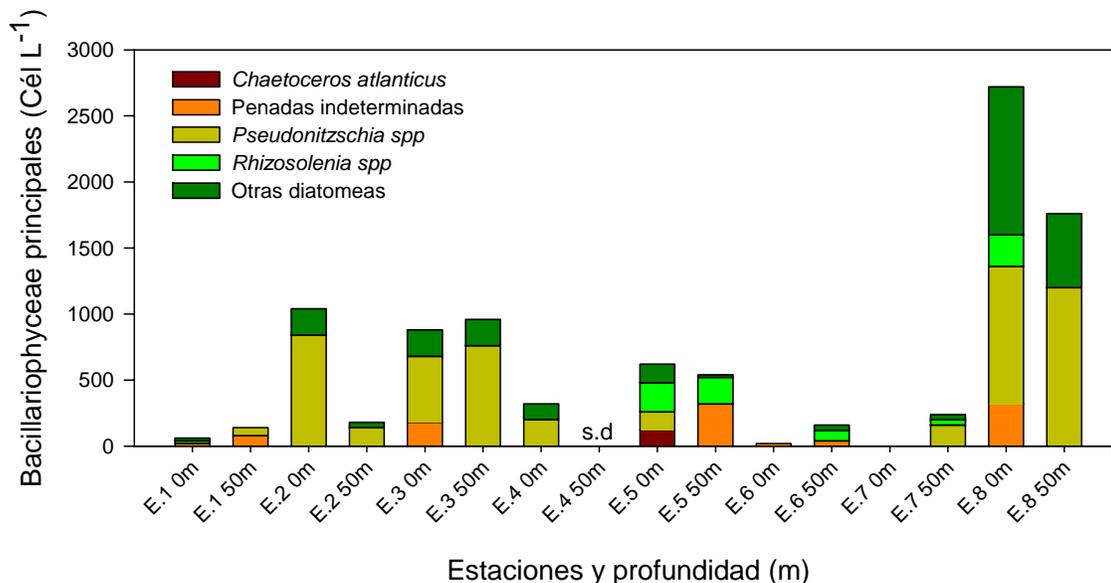


Figura 44. Principales taxa de la clase Bacillariophyceae cuantificadas en los estratos de 0 y 50 m en 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007.

El estrato de 50 m en todas las estaciones analizadas en promedio estuvo representado mayoritariamente por la clase Dinophyceae y el grupo de “Otros flagelados”, los cuales aportaron con el 17,8 y 79%, respectivamente. Las clases Bacillariophyceae y Ciliata fueron grupos menos importantes que alcanzaron solo un 2.6% del total de los taxones para este estrato. Además las clases Dictyophyceae, Acantharea y Cyanophyceae, también menores en importancia solo representaron el 0.5% del total de las clases observadas.

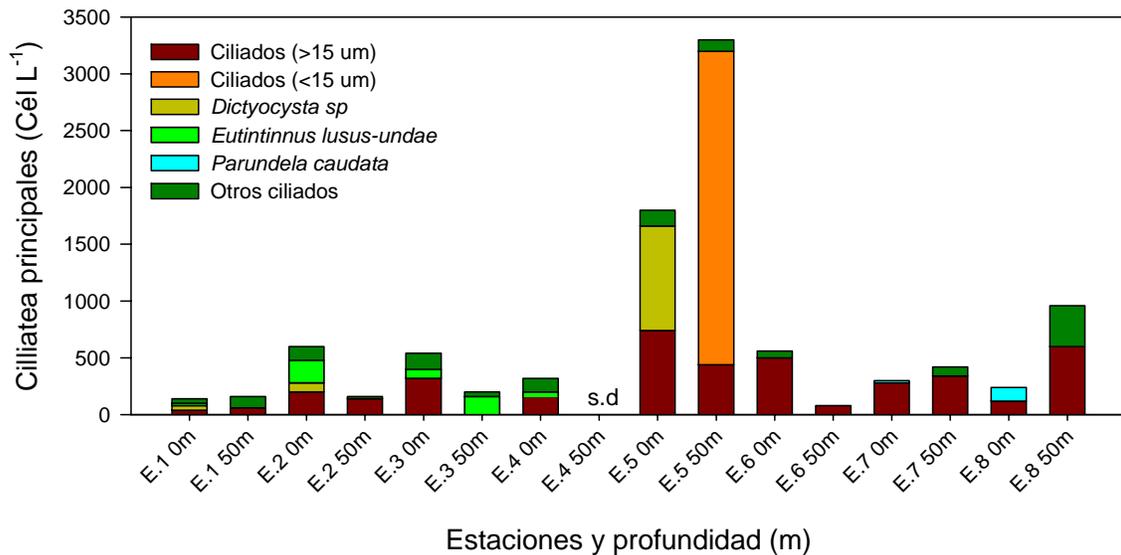


Figura 45. Principales taxa de la clase Ciliata cuantificadas en los estratos de 0 y 50 m en 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007.

La clase Dinophyceae en el estrato de 50 m estuvo mayoritariamente representada por dinoflagelados atecados  $<15 \mu\text{m}$ , los cuales representaron más del 90% de todos los dinoflagelados observados en las muestras a este estrato (Fig. 46). Por otro lado el grupo de los “Otros flagelados” estuvieron dominados por flagelados  $<10 \mu\text{m}$  en todas las estaciones analizadas. La estación E.5 en el estrato de 50 m presentó altas densidades de un organismo no identificado ( $46.904 \text{ células L}^{-1}$ , que corresponde al 23% del total de organismos para este grupo) que fue clasificado como flagelado/ciliado, debido a que no presentaba las clásicas características de los ciliados o flagelados (e.g. presencia o ausencia de “flagelos” o “cilios”), sin embargo debido sus características morfológicas y tamaño  $\sim 10\text{-}15 \mu\text{m}$ , era evidente que podría corresponder a uno de estos dos grupos (Tabla 16 y Lámina 5. B2 y C3).

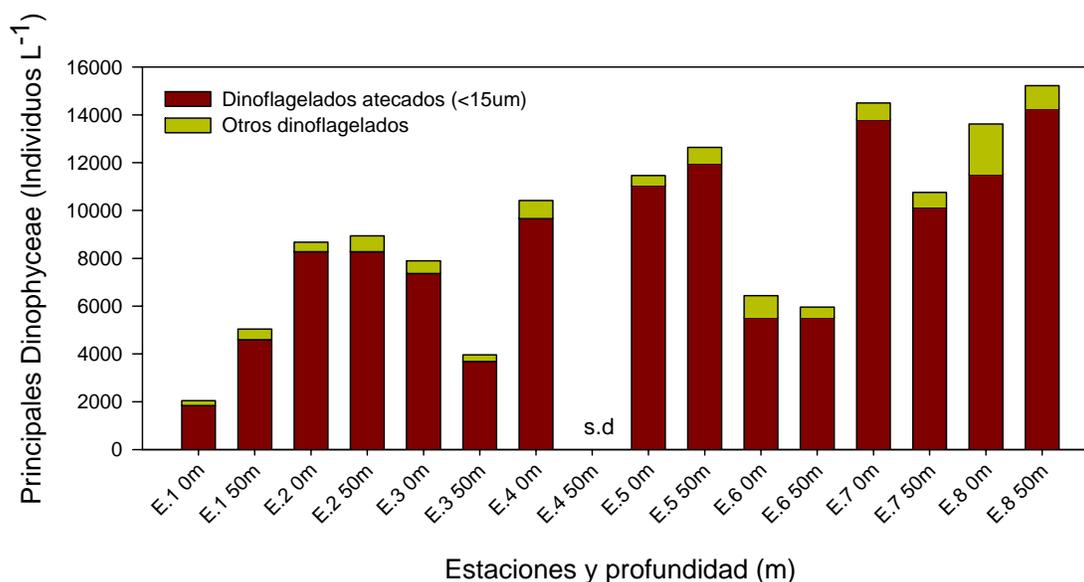


Figura 46. Principales taxa de la clase Dinophyceae cuantificadas en los estratos de 0 y 50 m en 8 estaciones sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del año 2007.

Las Bacillariophyceae en el estrato de 50 m estuvieron dominadas principalmente por *Pseudonitzschia* spp, *Rhizosolenia* spp y un grupo de “penadas no identificadas”, las que en conjunto representan más del 80% de todas las taxa para este grupo (Fig. 44). Las máximas y mínimas densidades de Bacillariophyceae se observaron en las estaciones E.3 y E.8, con 960 y 1.760 células  $L^{-1}$ , lo que representa el 66% del total de todas las estaciones analizadas. El estrato de 50 m para la estación E.4 no presenta datos debido a que la muestra fue perdida en la manipulación de la botella Niskin.

Otro de los grupos importantes para este estrato fue la clase Ciliata, la cual en promedio para todas las estaciones analizadas, fue dominada en un 77% por ciliados  $>15\mu m$ , sin embargo las estaciones E.1, E.3 y E.5 no siguieron este patrón representando solo el 37, 0 y 13%, respectivamente. La estación E.3 y E.5 fue dominada por *Eutimninus lusus-undae* (80%) y ciliados  $<15\mu m$  (83%), respectivamente (Fig. 45, Lámina 2.I). Las máximas y mínimas densidades de ciliados totales se observaron en la estación E.5 y E.8 con 3.299 y 960 células  $L^{-1}$ , respectivamente.

---

**Las láminas a continuación muestran algunos de los principales grupos de nano-microplancton observados en las muestras de agua del archipiélago de Juan Fernández, durante el invierno tardío del 2007**

**Lamina 1. Bacillariophyceae.**

A) *Rhizosolenia bergoni*; B) *Pseudonitzschia sp*; C) *Rhizosolenia alata*; D) *penada*; E) *Bacteriastrum sp*; F) *Nitzschia longissima*; G) *Rhizosolenia sp2*. Un espacio en la micro regla representa para A, B, C, D, F y G 2,5  $\mu\text{m}$ ; para E, 5  $\mu\text{m}$ .

**Lamina 2. Cilliatea.**

H) *Dictyocysta elegans*; I) *Dictyocysta mitra*; J) *Eutintinnus lupus-undae*; K) *Rhabdonella chiliensis*; L) *Parundella caudata*; M) *Steentrupiella pozzi*; N) *Xystonella treforti*; Ñ) *Acanthostomella norvegica?*. Un espacio en la micro regla representa para H, I, J y M 5  $\mu\text{m}$ . Para K, L, N 2.5  $\mu\text{m}$ .

**Lamina 3. Dinophyceae.**

Ñ, O, P, Q, R y S) Dinoflagelados desnudos <15  $\mu\text{m}$ . Un espacio en la micro regla representa 2.5  $\mu\text{m}$ .

**Lamina 4. Dinophyceae.**

T y U) *Ceratium fusus*; V) *Gonyaulax polygramma*; W) *Ceratium furca*; X) *Oxytosum sp2*; Y) *Ceratium extensum?*. Un espacio en la micro regla representa para T, U, V, W, Y 5  $\mu\text{m}$  y para X 2.5  $\mu\text{m}$ .

**Lamina 5. Ciliatea y flagelados indeterminados**

Z y A1) Flagelado <10  $\mu\text{m}$ ; B2 y C3) Flagelado/Ciliado <15  $\mu\text{m}$ ; D4) Ciliado <15  $\mu\text{m}$ ; E5) Ciliado; F6) *Laboea sp*. Un espacio en la micro regla representa 2.5  $\mu\text{m}$ .

Lámina.1

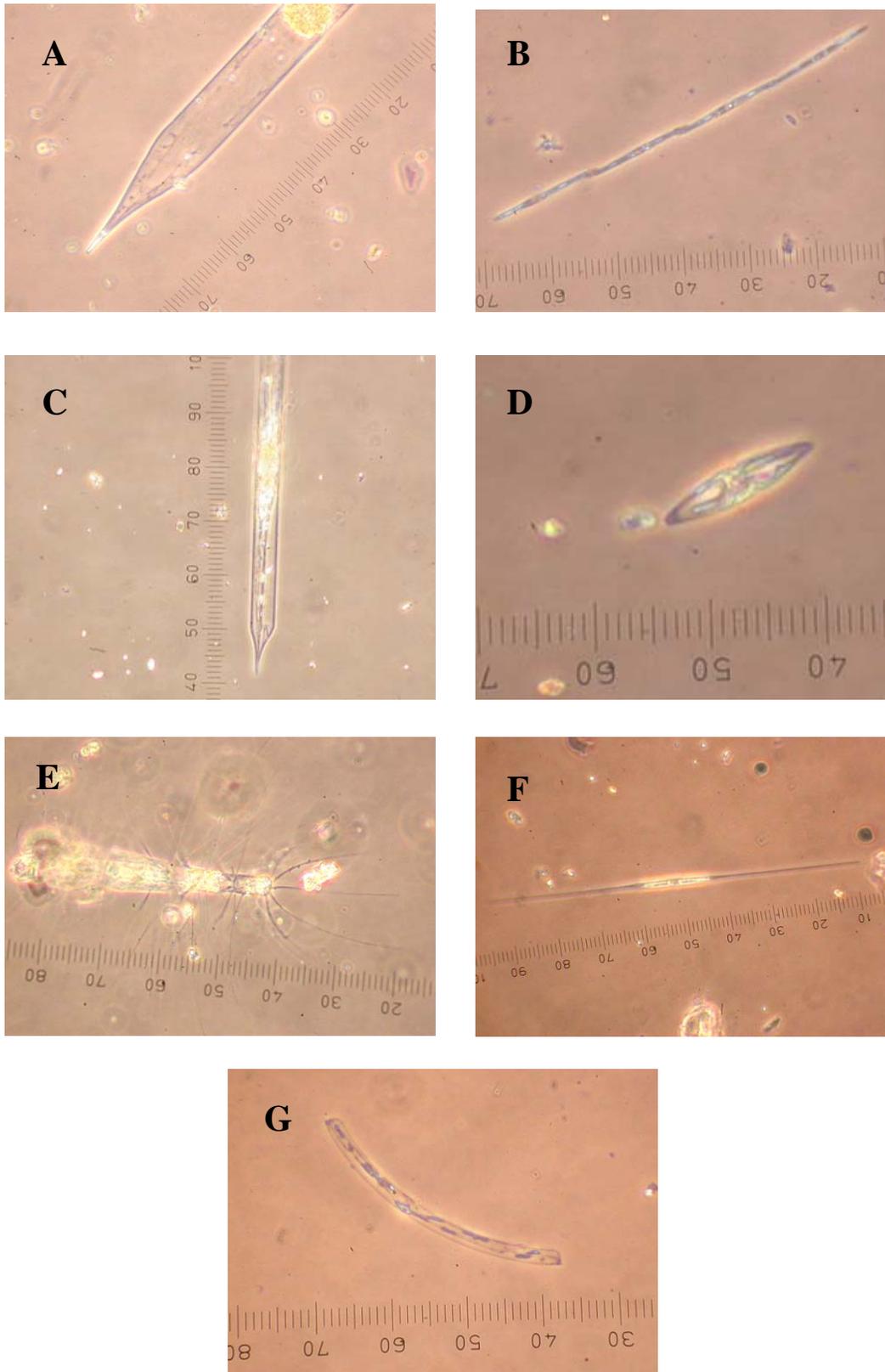


Lámina.2

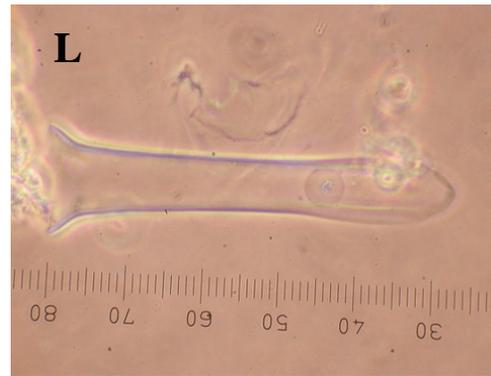
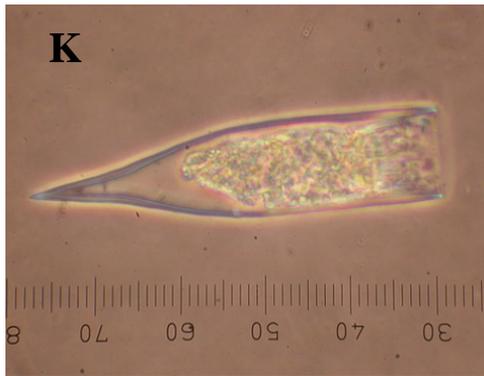
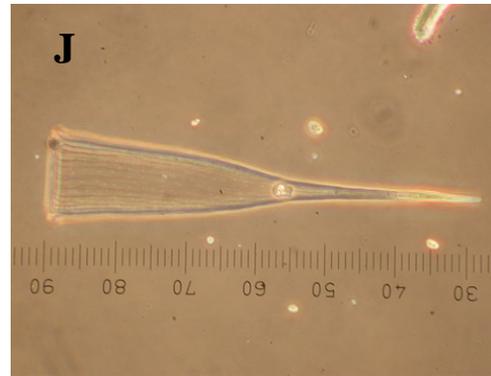
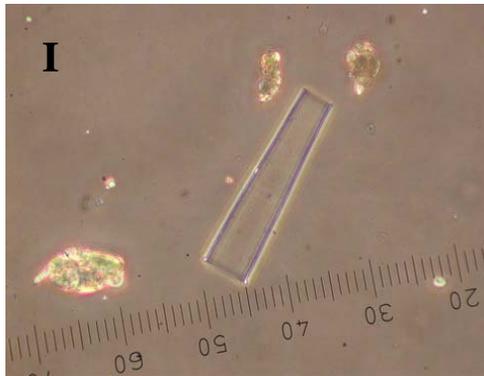
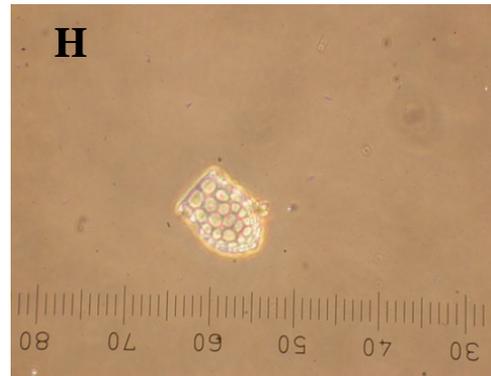
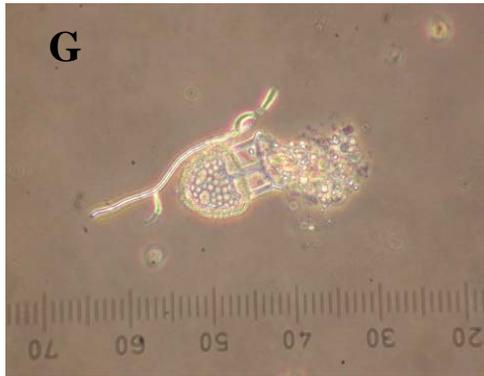


Lámina.3

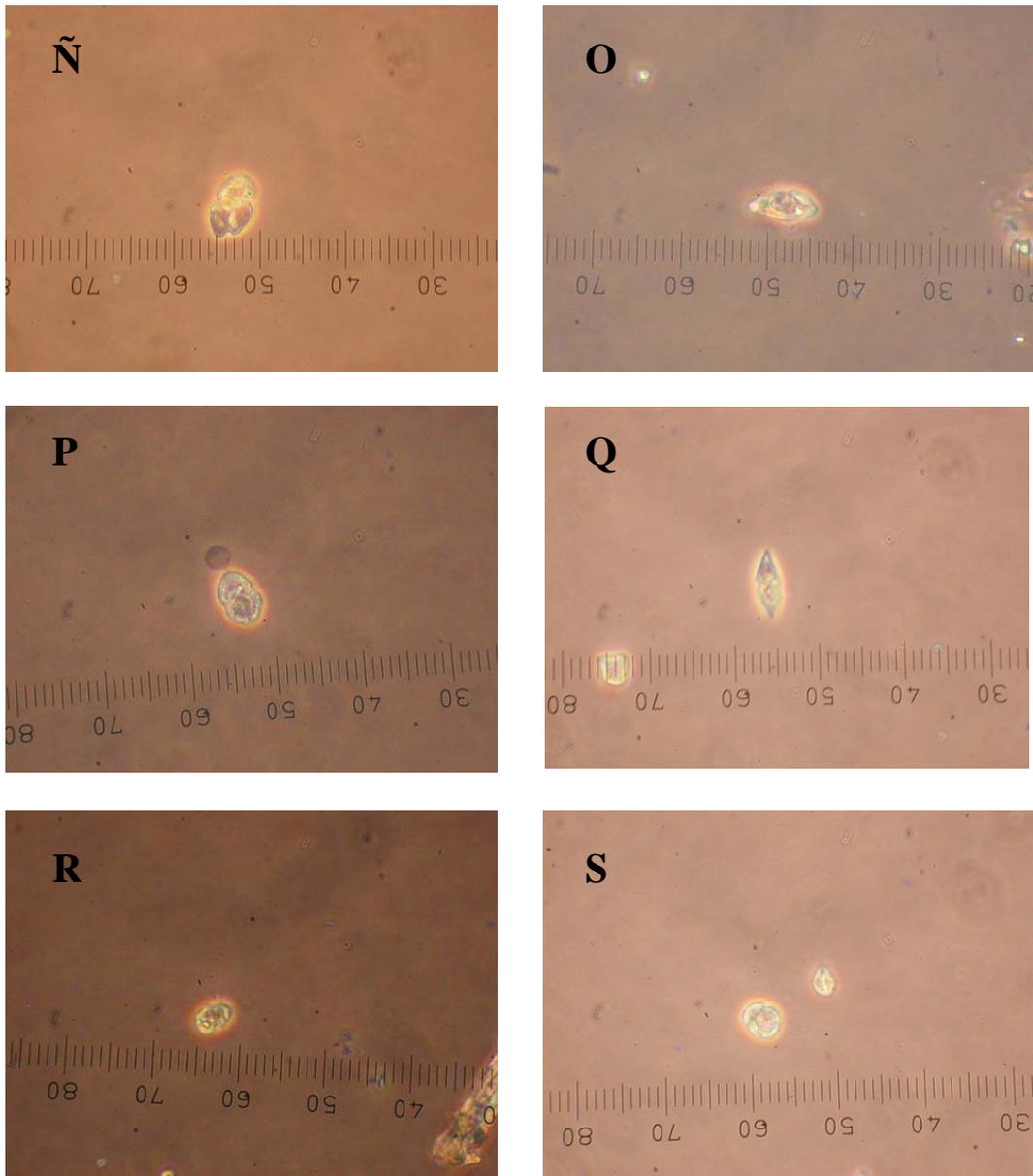


Lámina.4

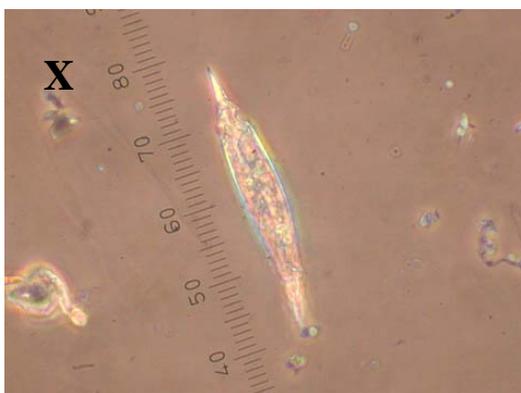
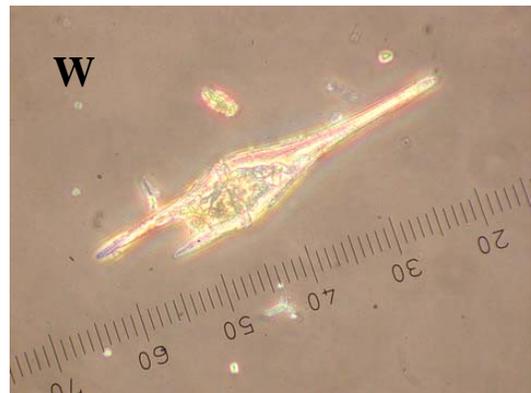
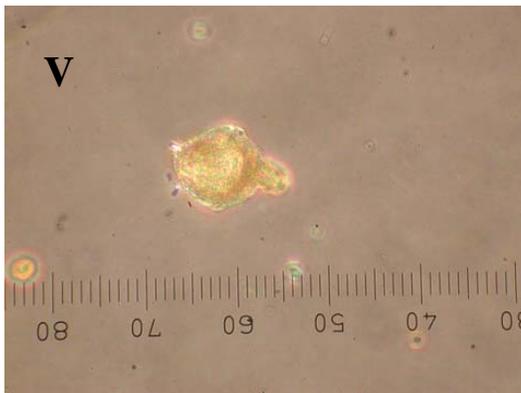
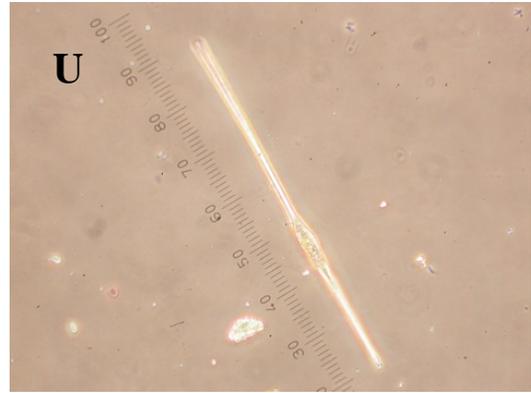
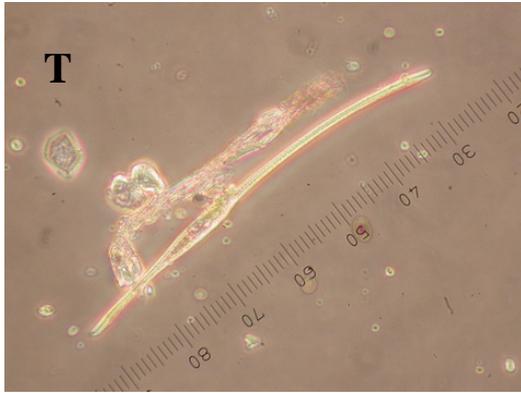
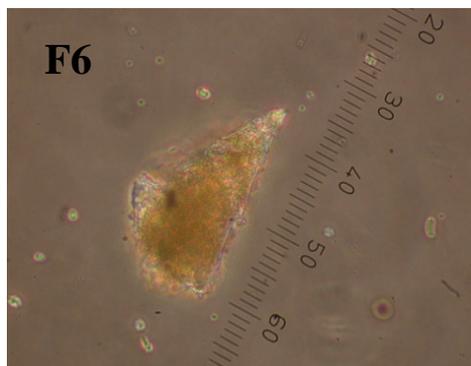
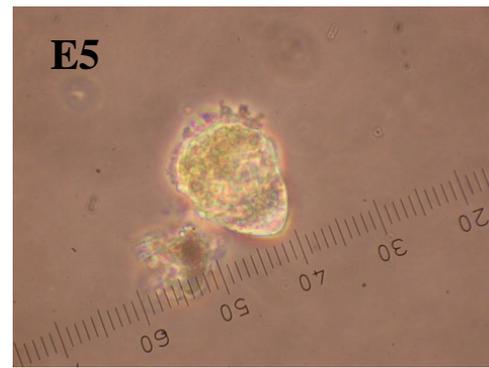
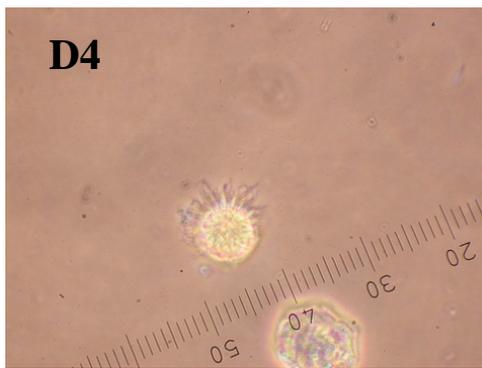
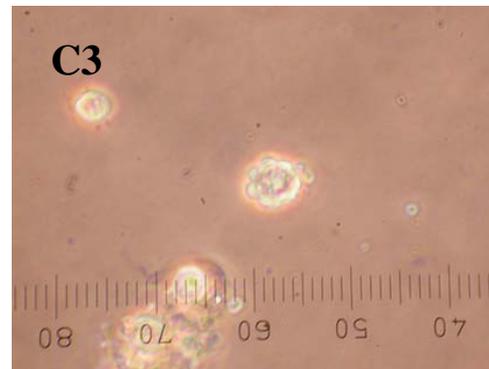
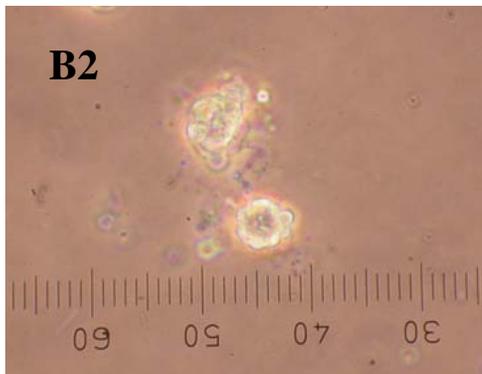
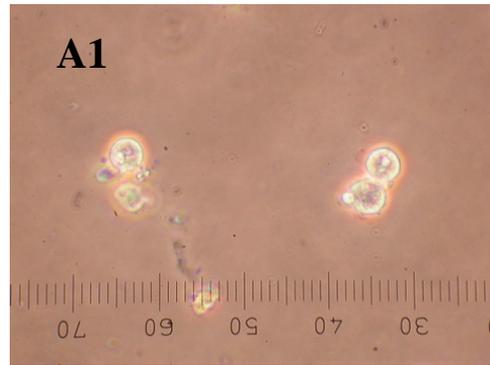
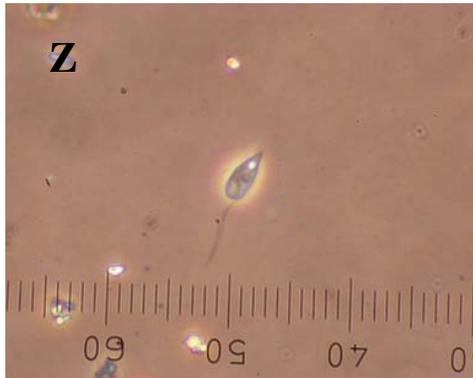


Lámina.5



#### 4.4.2.2. Biodiversidad de zooplancton.

##### Biomasa zooplanctónica

La biomasa estuvo constituida fundamentalmente por copépodos, salpas, quetognatos, eufáusidos y otros organismos gelatinosos. Los valores de biomasa fluctuaron entre  $3,4 \text{ mL} \cdot 1.000^{-3}$  en la estación 8 y  $55,7 \text{ mL} \cdot 1.000^{-3}$  en la estación 3, con una media por estación de  $20,8 \pm 17,6 \text{ mL} \cdot 1.000^{-3}$  (Fig. 47). En general, la distribución geográfica de la biomasa fue variable, con un predominio de valores bajos en ambos montes submarinos ( $< 30 \text{ mL} \cdot 1.000^{-3}$ ) (Fig. 47).

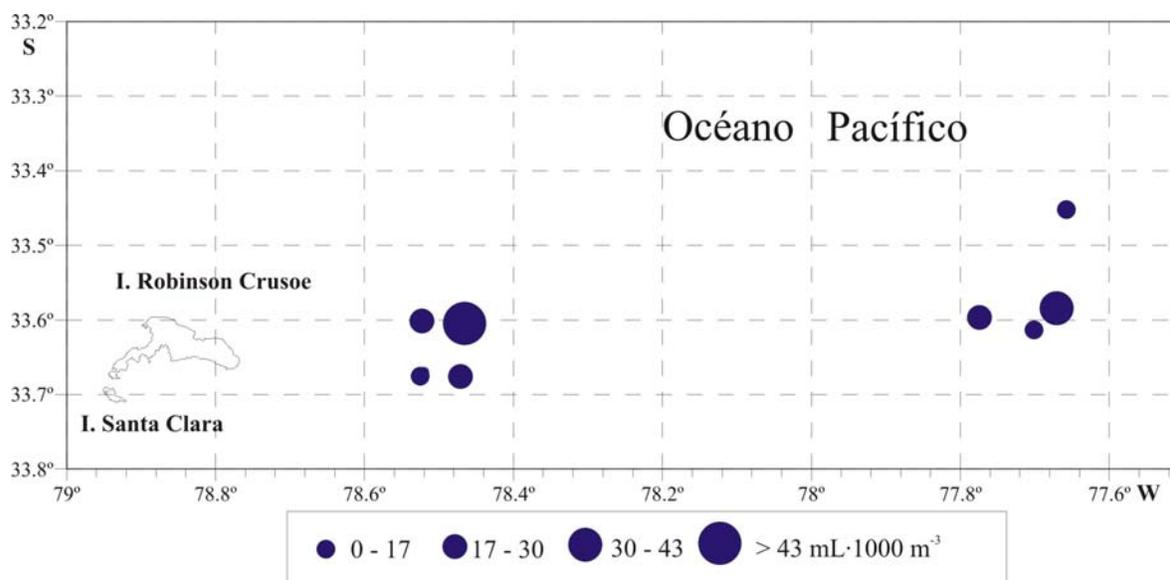


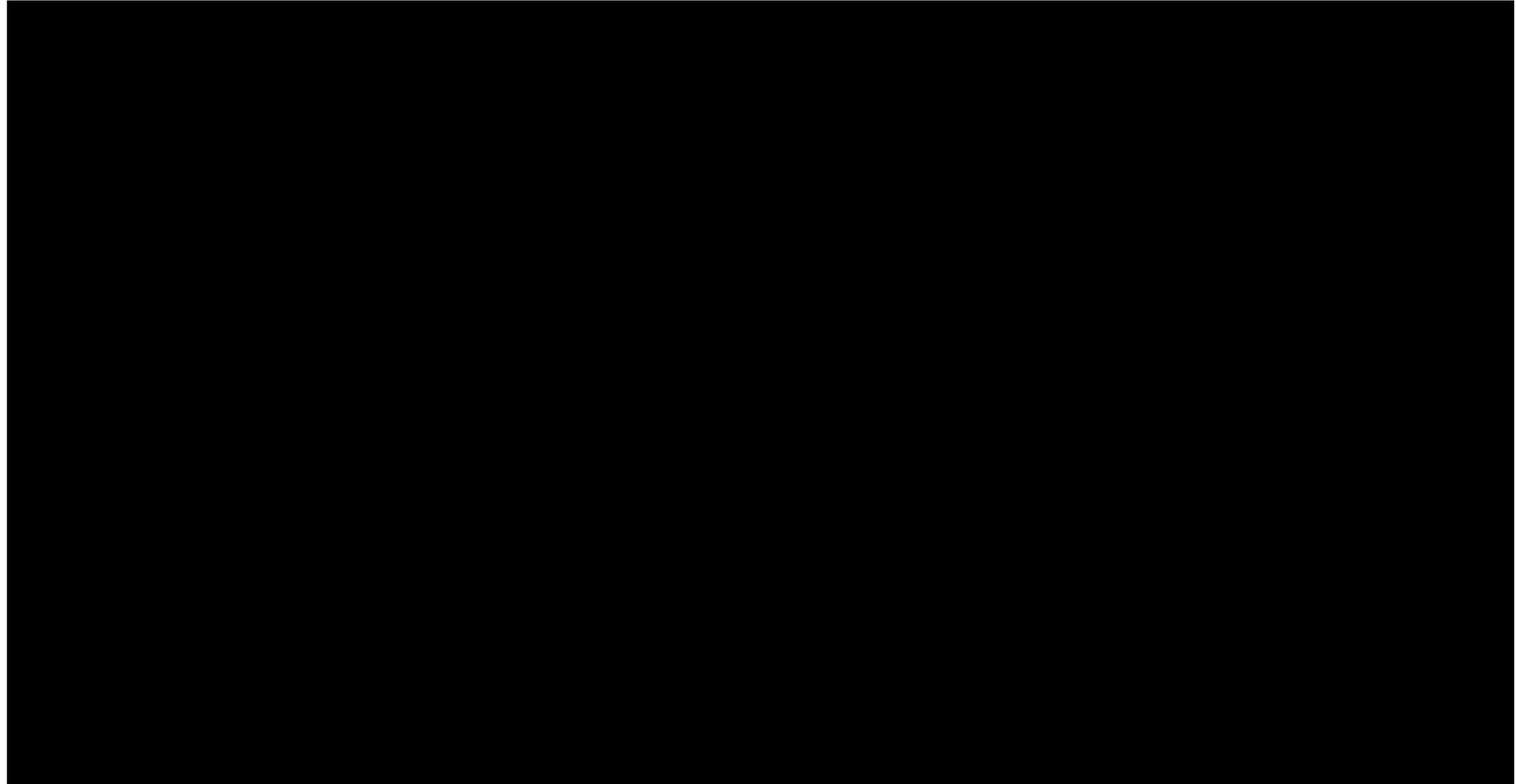
Figura 47. Distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio.

##### Composición taxonómica

Se analizó un total de 12 muestras de zooplancton, en las cuales se identificaron 26.964 organismos distribuidos en 16 grupos taxonómicos, pertenecientes a seis grandes categorías a nivel de Phylum (Cnidaria, Annelida, Chaetognatha, Arthropoda, Tunicata y Vertebrata) (Tabla 17).

---

Tabla 17. Composición, abundancia relativa total, abundancias promedio (ind·1.000 m<sup>-3</sup>), porcentaje y porcentaje sin copéodos de zooplancton colectado en las estaciones ubicadas en los montes submarinos Juan Fernández 1 y Juan Fernández 2.



---

Tabla 17. Continuación

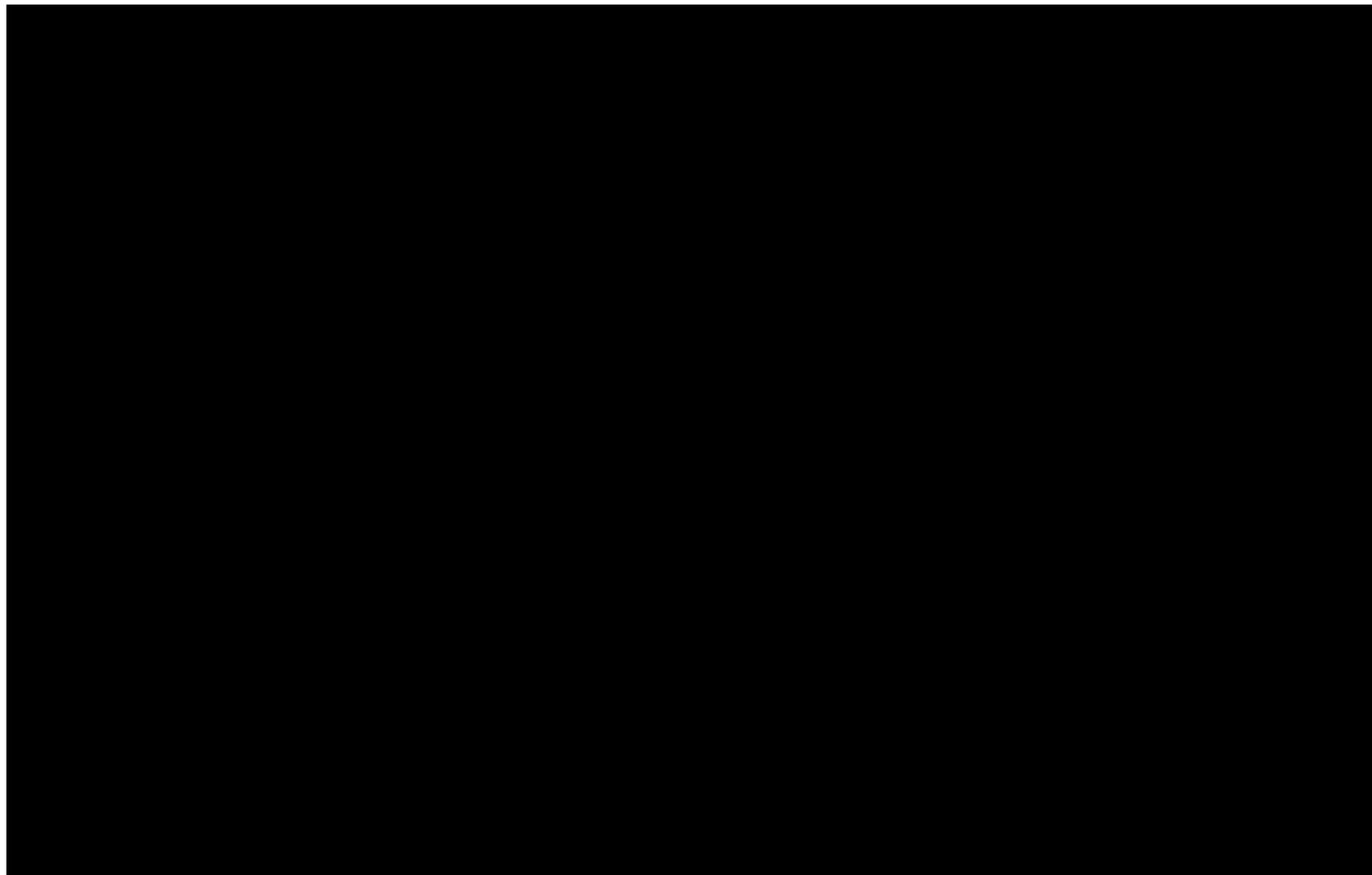


Tabla 17. Continuación

<i>Sphaeronectes gracilis</i>	2	0	35	16	11	14	86	9	0	16	0	0	173	
<i>Sulculeolaria chuni</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Sulculeolaria quadrivalvis</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
<b>Ctenophora</b>	0	8	8	0	0	9	5	9	0	0	0	0	39	5 0,14 0,84
<i>Beroe cucumis</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Pleurobrachia bachei</i>	0	4	8	0	0	9	5	9	0	0	0	0	35	
<b>Chaetognatha</b>	89	140	392	249	198	217	153	120	0	109	308	135	1.558	195 5,78 33,69
<i>Eukrohnia hamata</i>	8	21	71	32	93	37	19	17	0	31	0	22	298	
<i>Krohnia pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	11	0	
<i>Sagitta descipiens</i>	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	48	
<i>Sagitta enflata</i>	30	62	129	113	0	101	67	77	0	0	38	45	580	
<i>Sagitta hexaptera</i>	8	0	12	0	19	0	0	0	0	16	0	34	38	
<i>Sagitta minima</i>	0	0	118	5	19	0	5	0	0	0	0	0	146	
<i>Sagitta pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	22	0	
<i>Sagitta tasmanica</i>	0	0	4	8	30	0	0	4	0	16	0	0	46	
Juvenil	42	58	59	43	37	78	62	21	0	31	231	0	401	
<b>Salpida</b>	38	62	537	21	71	18	53	17	0	0	77	67	818	102 2,04 17,7
<i>Ihlea magalhanica</i>	28	17	110	21	63	9	53	0	0	0	0	67	301	
<i>Pegea confoederata</i>	10	45	427	0	7	9	0	17	0	0	77	0	517	
<b>Appendicularia</b>	8	8	4	8	45	9	5	4	0	0	885	34	91	11 0,34 1,98
<b>Polychaeta</b>	8	0	55	56	56	23	48	9	0	31	38	112	255	32 0,94 5,51
<b>Nemertina</b>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	1 0,02 0,1
<b>Ictioplancton</b>	0	74	4	43	7	0	24	0	0	63	0	0	153	19 0,57 3,3
<i>Hygophum bruuni</i>	0	0	4	8	0	0	19	0	0	0	0	0	31	
Myctophidae	0	0	0	13	0	0	5	0	0	0	0	0	18	
<i>Sardinops sagax</i>	0	74	0	21	7	0	0	0	0	63	0	0	103	
<b>Total por estación</b>	<b>506</b>	<b>1.227</b>	<b>5.710</b>	<b>3.161</b>	<b>9.601</b>	<b>1.862</b>	<b>3.426</b>	<b>1.470</b>	<b>115</b>	<b>2.078</b>	<b>11.885</b>	<b>6.180</b>		

---

Del total de organismos identificados, el 88,0% correspondió a organismos quitinosos (eufáusidos, misidáceos, anfípodos, ostrácodos, copépodos, cirripedios y larvas de crustáceos decápodos), el 11,4% a organismos gelatinosos y semigelatinosos (medusas, sifonóforos, ctenóforos, quetognatos, salpas, apendicularias y poliquetos) y el 0,6% restante a huevos y larvas de peces (Tabla 17).

La mayor dominancia correspondió a los copépodos que estuvieron representados por 22.342 individuos, con un promedio de 2.793 ind·1.000 m<sup>-3</sup>. Se determinó una elevada riqueza específica representada por 33 especies identificadas (Tabla 15), que fluctuó entre 18 y 20 especies en las estaciones 4 y 5 respectivamente. Las especies dominantes fueron *Pleuromamma* sp. (30,3%), *Clasocalanus* sp. (25,9%) y *Heterorhabdus* sp. (6,9%). La distribución batimétrica mostró una marcada preferencia por el estrato superficial, donde se colectó el 59% de los ejemplares.

Debido al alto predominio de los copépodos (82,8%), los restantes taxa aparecen con una participación bastante menor, la cual es enmascarada por la abundancia de copépodos. En consecuencia, para visualizar la participación de los diferentes taxa, se efectuó un segundo cálculo en que no consideraran los copépodos. En este nuevo cálculo, la dominancia fue encabezada por los quetognatos (33,7%) con un promedio de 195 ind·1.000 m<sup>-3</sup> por estación, seguido de las salpas (17,7%) con un promedio de 102 ind·1.000 m<sup>-3</sup> y ostrácodos (14,4%) con un promedio de 83 ind·1.000 m<sup>-3</sup>. Los porcentajes menores correspondieron a anfípodos (7,6%), eufáusidos (7,4%), sifonóforos (6,6%), poliquetos (5,5%) e ictioplancton (3,3%) (Tabla 17).

La abundancia total por estación mostró que las mayores concentraciones zooplancton se registraron en las estaciones 3 y 5, una de cada monte submarino (Fig. 48), las cuales fueron sustentadas fundamentalmente por copépodos. Estos máximos fueron seguidos por valores intermedios de abundancia en las estaciones 4, 6 y 7, donde tuvieron una alta contribución los quetognatos, salpas y ostrácodos (Tabla 17).

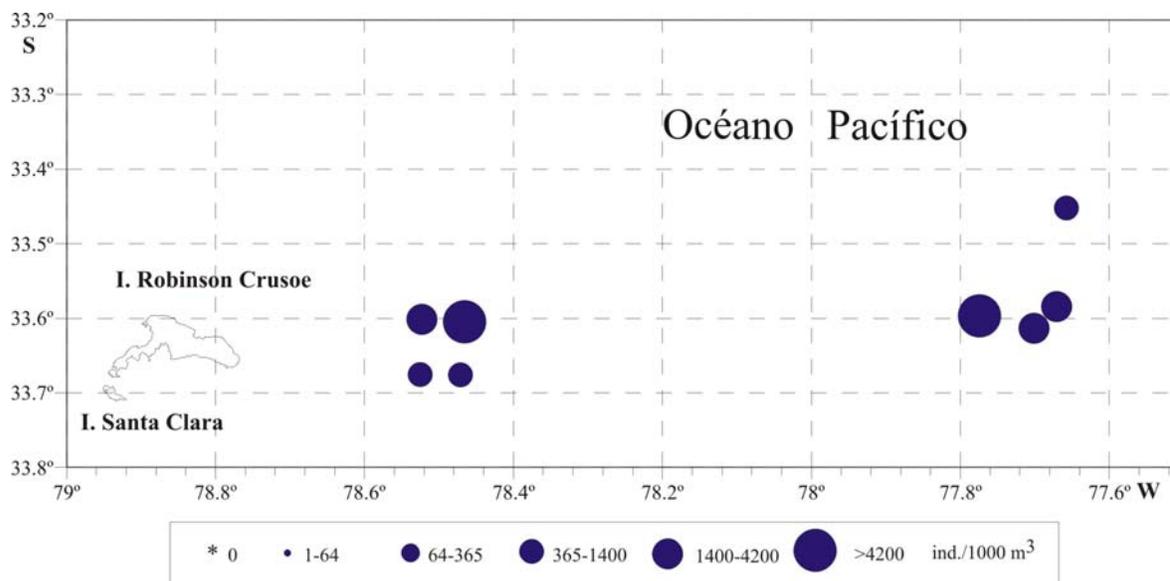


Figura 48. Distribución y abundancia de zooplancton en el área de estudio.

Se determinaron los 1.558 quetognatos que presentaron una frecuencia de ocurrencia del 100%, siendo muy abundantes en ambos montes submarinos (JF1 y JF2). De los ejemplares identificados, el 74,3% correspondió a individuos adultos y el 25,7% a juveniles. La mayor parte de los ejemplares pertenecieron al género *Sagitta*, siendo *Sagitta enflata* (37,2%) la especie predominante, con promedios cercanos a 72 ind·1.000 m<sup>-3</sup> por estación; seguida por *Eukrohnia hamata* (19,1%) y *Sagitta minima* (9,4%). A pesar que se identificaron 8 especies de quetognatos, la riqueza específica no superó las 5 especies por estación (Tabla 17). La distribución vertical fue casi homogénea en la columna de agua, con un 56% y 44% en los estratos somero y profundo respectivamente (Fig. 49).

Las salpas comprendieron un total de 817 individuos, con una frecuencia del 100% y los máximos se colectaron en las estaciones 3 y 5. Este grupo estuvo representado solamente por dos especies, *Pegea confoederata* (63,2%) y *Ihlea magalhanica* (36,8%) con promedios de 65 y 38 ind·1.000 m<sup>-3</sup> respectivamente, cuyos máximos de abundancia coincidieron en las estaciones 3 y 5. Los ejemplares de *P. confoederata* se colectaron en el estrato superficial, mientras que los de *I. magalhanica* se obtuvieron en el estrato profundo de la estación 5.

---

La abundancia de estos grupos semigelatinosos, fue seguida por dos grupos de organismos quitinosos, que fueron los ostrácodos y anfípodos. Se capturaron 661 ostrácodos, con un promedio de  $83 \text{ ind} \cdot 1.000 \text{ m}^{-3}$  por estación y las mayores agregaciones se registraron en las estaciones del monte JF2 (estaciones 5 a 8). Su distribución batimétrica mostró una clara preferencia por el estrato profundo donde se capturó el 68,2% de los individuos.

Los anfípodos estuvieron representados por 352 ejemplares, con un promedio de  $44 \text{ ind} \cdot 1.000 \text{ m}^{-3}$ . Las mayores densidades se registraron en las estaciones 3 y 8, ambas situadas en el sector norte de cada uno de los montes submarinos. La riqueza específica fue escasa y se distinguieron solo tres especies, siendo *Vibilia armata* (87,3%) la especie dominante y que se capturó en la totalidad de las estaciones (Tabla 16). La totalidad de los ejemplares se colectó en el estrato profundo (Fig. 49).

Los eufáusidos estuvieron representados por 342 individuos, con una frecuencia del 100% y un promedio de  $43 \text{ ind} \cdot 1.000 \text{ m}^{-3}$ . Se identificaron cinco especies: *Euphausia gibba*, *E. gibboides*, *E. mucronata*, *Euphausia* sp. y *Nematoscelis* sp. La especie predominante fue *E. mucronata* (45,4%), cuyos máximos de abundancia se encontraron en las estaciones 3 y 7 en los montes JF1 y JF2 respectivamente. La distribución vertical mostró que todos los organismos colectados pertenecieron a *E. mucronata* y se obtuvieron en el estrato profundo (Tabla 17).

Pese a su escasa abundancia, los sifonóforos, presentaron una elevada riqueza específica en comparación con otros grupos, identificándose un total de 11 especies (Tabla 15). Las especies más abundantes fueron *Sphaeronectes gracilis* y *Abylopsis tetragona* con promedios de 22 y 5  $\text{ind} \cdot 1.000 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente. En la columna de agua se colectaron preferentemente en el estrato superficial 0-100 m (Fig. 49).

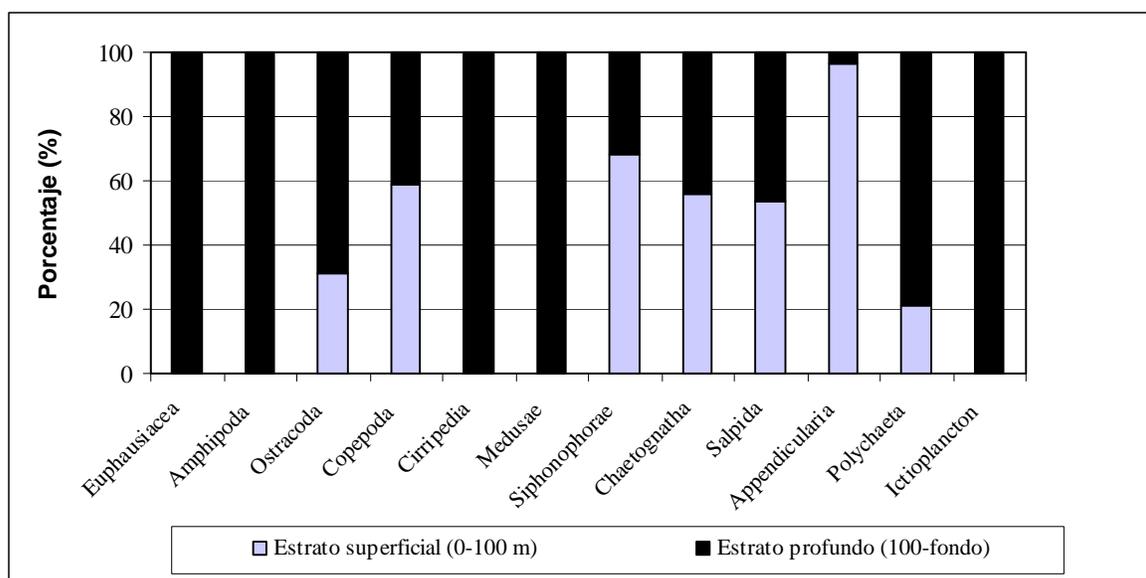


Figura 49. Distribución vertical de los grupos zooplanctónicos en los estratos superficial (0-100 m) y profundo (100 m-fondo).

La Clase Polychaeta representada fundamentalmente por ejemplares pertenecientes al género *Tomopteris*, se colectó principalmente en las estaciones 3 y 4 de JF1, y estaciones 5, 6 y 7 de JF2 (Tabla 15). La distribución vertical fue mayor en el estrato profundo, donde se capturó el 79% de los individuos (Fig. 49).

En el ictioplancton se identificaron huevos y larvas de las familias Myctophidae y Clupeidae. La densidad de ictioplancton fue escasa, con porcentajes similares en todas las estaciones a excepción de la estación 2 (JF1), donde se registraron altas densidades de huevos de sardina (*Sardinops sagax*). La familia Myctophidae, representada por larvas y postlarvas de *Hygophum bruuni*, se colectó principalmente en las estaciones de JF1, pero en baja densidad.

El resto de los grupos taxonómicos no superó individualmente el 5% de la abundancia total y en muchos casos la cantidad de ejemplares fue muy escasa, como ocurrió con misidáceos, cirripedios, larvas de crustáceos y ctenóforos (Tabla 17).

Finalmente, al comparar la composición taxonómica entre las diferentes estaciones, se observó que los grupos más importantes tuvieron porcentajes relativamente similares de abundancia,

---

con un alto predominio de la Subclase Copepoda. La densidad de los quetognatos fluctuó entre 29 y 53% en las estaciones de JF1, y entre 23 y 51% en las estaciones de JF2. La Clase Salpida fue particularmente importante en las estaciones 1, 2 y 3 de JF1, disminuyendo considerablemente en las estaciones de JF2, donde no superó el 11% del total por estación. Los ostrácodos presentaron las máximas densidades en las estaciones de JF2, con un importante aporte porcentual en todas las estaciones. La composición de los grupos restantes varió considerablemente entre las diferentes estaciones analizadas (Fig. 50).

### **Diversidad**

El cálculo de la diversidad taxonómica mediante el índice de Shannon-Weaver, considerando solamente los diferentes taxa determinados en los montes submarinos, indicó que los valores de diversidad fluctuaron entre 0,80 y 1,3 bits registrándose un máximo en la estación 2 (JF1) y el mínimo en la estación 5 (JF2). En general, se determinó un predominio de valores mayores de 1,0 bits en toda el área de estudio, siendo superiores en el monte JF1 (Fig. 51a).

Además, se efectuó el cálculo de la diversidad taxonómica, considerando solamente los diferentes géneros y/o especies identificadas alrededor de los montes submarinos, cuyos valores fluctuaron entre 3,00 y 3,84 bits en las estaciones 5 (JF2) y 4 (JF1) respectivamente. En general, se observó que los valores de diversidad fueron muy altos en todas las estaciones, indicando claramente una distribución bastante homogénea de los distintos géneros y/o especies en el área de estudio (Fig. 51b).

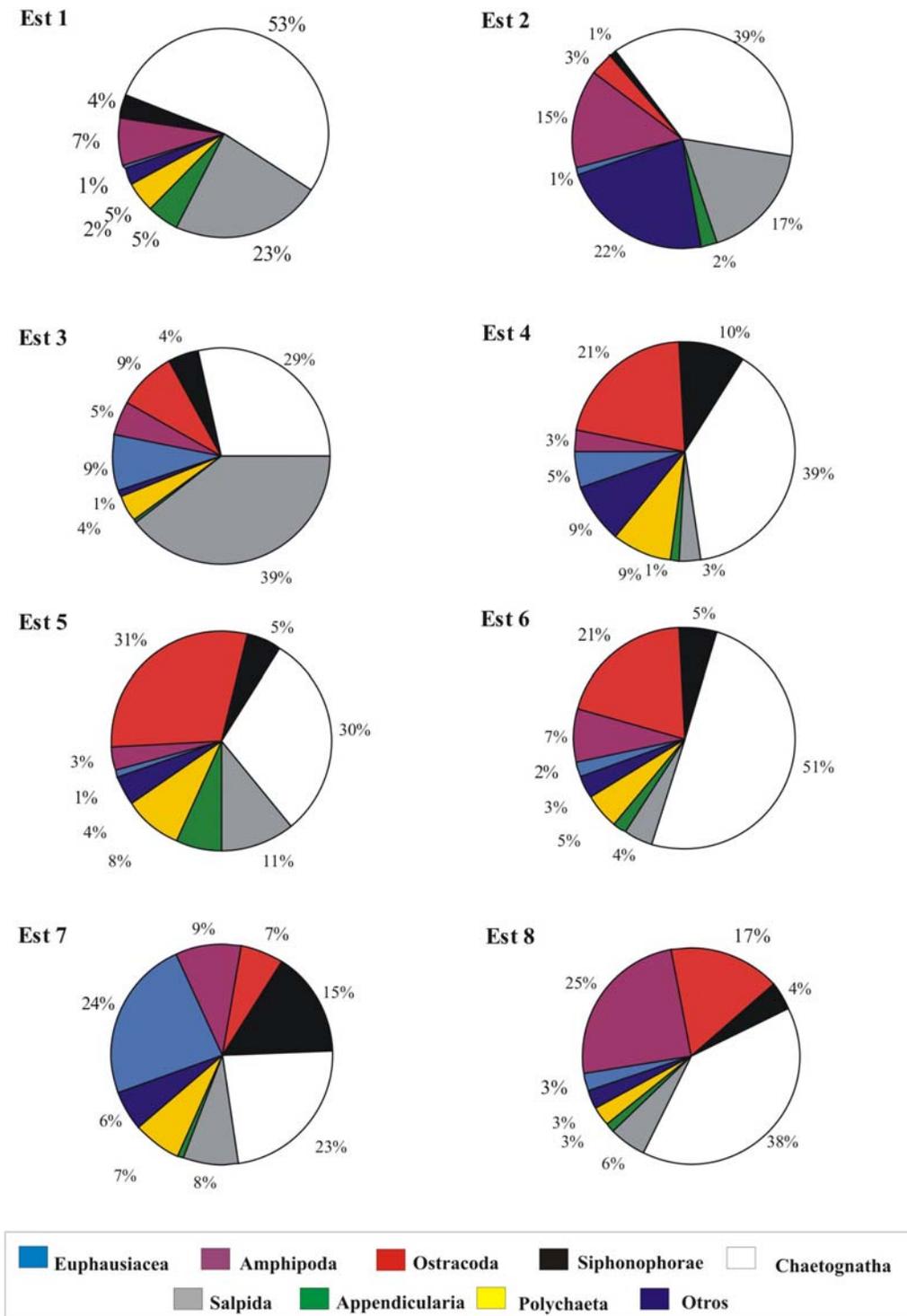


Figura 50. Composición porcentual de los grupos zooplanctónicos dominantes (excluyendo a los copéodos) en las estaciones de muestreo.

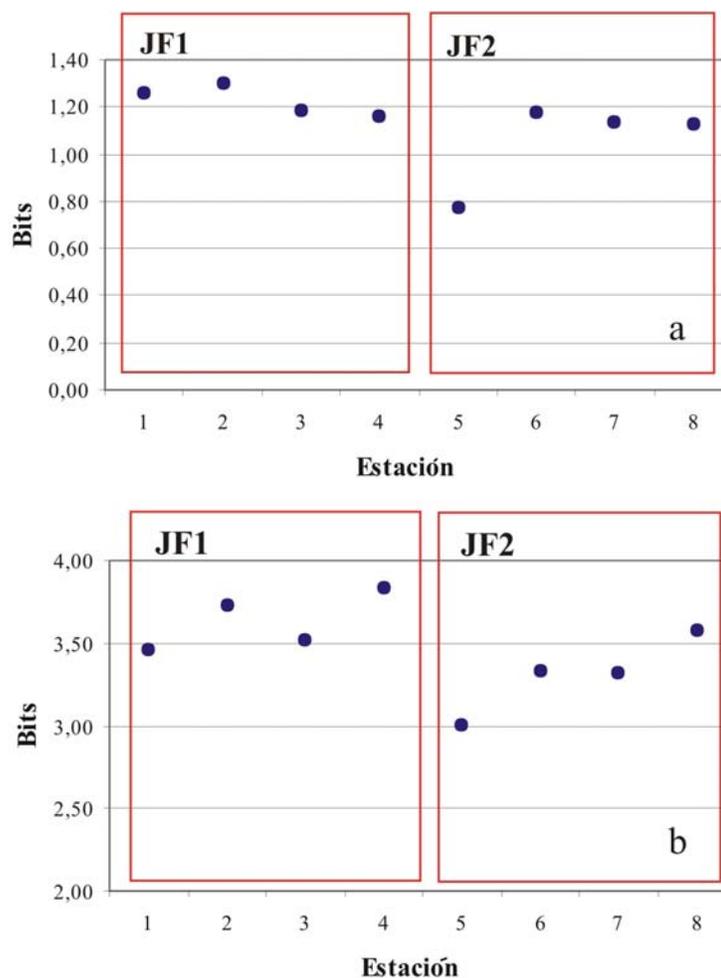


Figura 51. Índice de diversidad por estación en los montes submarinos Juan Fernández 1 y Juan Fernández 2. a) Diversidad por taxa, b) Diversidad por géneros y/o especies.

#### 4.4.2.3. Biodiversidad de peces y crustáceos.

Los organismos presentes y vulnerables a los artes y aparejos de pesca usados en la prospección, correspondieron a 4 especies de peces y 2 especies de crustáceos. Dentro de los peces, dos especies son pelágicas, el tiburón azulejo (*Prionace Glauca*) y la sierra (*Tyrsites atun*), y dos demersales, el chancharro (*Helicolenus lengerichi*) y el congrio de profundidad (*Pseudoxenomystax nielsenii*). Los crustáceos capturados correspondieron al cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) y la centolla de Juan Fernández (*Paromola rathbuni*) (Tabla 18, Figura 52).

Tabla 18. Clasificación taxonómica de las especies capturadas con artes y aparejos de pesca.

Filum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre vernacular
Chordata	Osteichthyes	Anguilliformes	Congridae	<i>Pseudoxenomystax</i>	<i>P. nielsenii</i>	Congrio de profundidad
		Scorpaeniformes	Sebastidae	<i>Helicolenus</i>	<i>H. lengerichi</i>	Chancharro
		Perciformes	Gempylidae	<i>Tyrsites</i>	<i>T. atun</i>	Sierra
	Chondrichthyes	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Prionace</i>	<i>P. glauca</i>	Tiburón azulejo
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Geryonidae	<i>Chaceon</i>	<i>C. chilensis</i>	Cangrejo dorado
			Homolidae	<i>Paromola</i>	<i>P. rathbuni</i>	Centolla de Juan Fernández

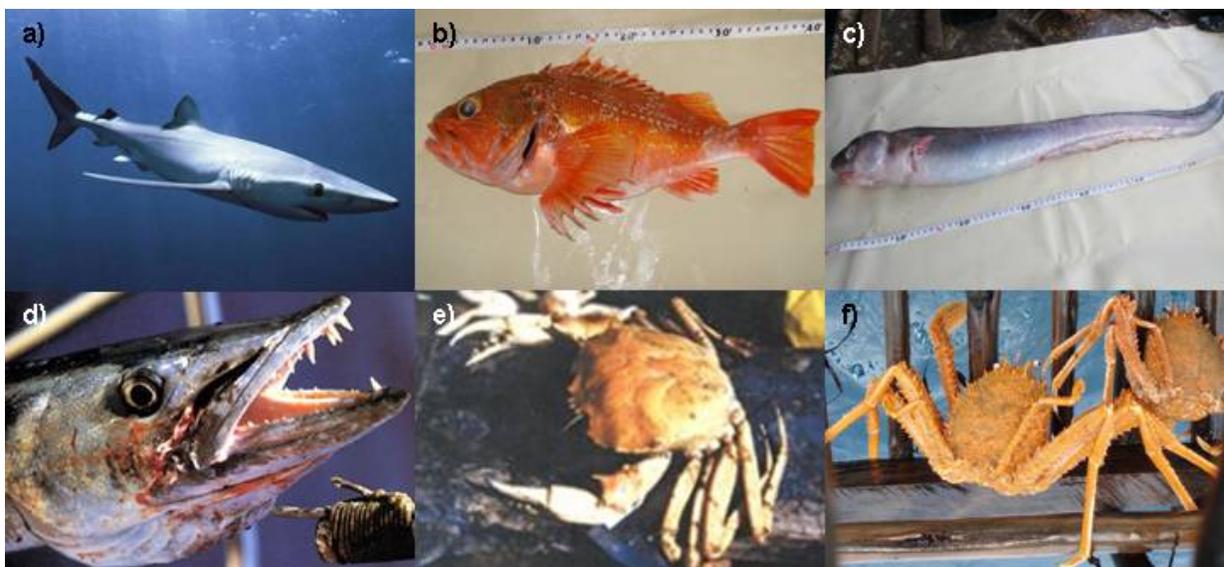


Figura 52. Especies de peces y crustáceos capturadas en las prospecciones realizadas en los montes submarinos de Juan Fernández; a) tiburón azulejo, b) chancharro, c) congrio de profundidad, d) sierra, e) cangrejo dorado y f) centolla de Juan Fernández.

En términos cuantitativos la captura total agrupando peces y crustáceos ascendió a 122 ejemplares, de los cuales la mayor importancia en número correspondió a la centolla de Juan Fernández (31%), el chancharro (26%) y el cangrejo dorado (21%). El detalle de los artes y

aparejos de pesca con que se realizaron las capturas, además del rango de profundidad, se presenta en la tabla 19.

Tabla 19. Detalle de la captura por monte submarino y arte o aparejo de pesca.

Zona	Arte / aparejo	Captura			Profundidad (m)
		Nombre común	Nº ejemplares	%	
JF1	Palangre de superficie	Tiburón azulejo	10	8,2	60 - 80
		Sierra	2	1,6	60 - 80
	Espinel vertical	Chancharro	25	20,5	280 - 650
		Congrio de profundidad	4	3,3	585
	Línea de mano	Chancharro	7	5,7	397 - 410
	Trampas	Cangrejo dorado	26	21,3	550 - 585
		Centolla de Juan Fernández	29	23,8	340 - 585
Congrio de profundidad		4	3,3	300 - 350	
JF2	Palangre de superficie	Tiburón azulejo	1	0,8	60 - 80
	Trampas	Centolla de Juan Fernández	9	7,4	373
		Congrio de profundidad	5	4,1	373

Entre las especies ícticas demersales, aquella capturada a menor profundidad fue el chancharro, especie que a la vez presentó la mayor distribución batimétrica (280 – 650 m). Cabe señalar que el congrio de profundidad, capturado tanto con espineles y trampas se distribuyó entre los 300 y 585 m. De las dos especies de crustáceos, la centolla de Juan Fernández mostró un rango de distribución batimétrico mayor (340 – 585 m), respecto al cangrejo dorado, especie que sólo fue posible capturar bajo los 550 m de profundidad. En lo que respecta a la distribución espacial de las especies dentro de la zona de estudio, sólo en JF1 fue posible capturar a las 4 especies de peces y a las 2 de crustáceos.

Los estadísticos descriptivos de longitud de las especies capturadas se presentan en la tabla 20. Gracias a la presencia de caracteres externos diferenciados, sólo fue posible separar a los

ejemplares por sexo en tiburón azulejo, centolla de Juan Fernández y cangrejo dorado. Destaca la diferencia encontrada en la talla de centolla de Juan Fernández entre ambos montes, siendo de mucho menor tamaño los ejemplares capturados en JF2 respecto a JF1 (Tabla 20, Fig. 53e).

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de longitud de las especies capturadas con espineles y trampas.

Zona	Especie	Sexo	Longitud	Promedio	Desv. est.	n
JF1	Tiburón azulejo	Hembra	Horquilla (cm)	151,3	25,2	9
		Macho	Horquilla (cm)	137,0	-	1
		Ambos	Horquilla (cm)	149,9	24,2	10
	Chancharro	Ambos	Horquilla (cm)	38,5	4,4	32
	Congrio de profundidad	Ambos	Total (cm)	83,6	11,6	8
	Sierra	Ambos	Horquilla (cm)	101,0	1,4	2
	Cangrejo dorado	Macho	Cefalotorácica (mm)	120,2	7,5	26
	Centolla de Juan Fernández	Hembra	Cefalotorácica (mm)	76,3	8,9	2
		Hembra c/h	Cefalotorácica (mm)	69,6	-	1
		Macho	Cefalotorácica (mm)	83,1	27,2	26
Ambos		Cefalotorácica (mm)	82,2	26,0	29	
JF2	Tiburón azulejo	Hembra	Horquilla (cm)	155,0	-	1
	Congrio de profundidad	Ambos	Total (cm)	67,6	7,6	5
	Centolla de Juan Fernández	Hembra	Cefalotorácica (mm)	29,3	1,7	3
		Macho	Cefalotorácica (mm)	38,4	6,6	6
		Ambos	Cefalotorácica (mm)	35,3	7,0	9

Las distribuciones de frecuencia de tallas de las especies (Fig. 53) se observan relativamente simétricas para chancharro, cangrejo dorado y centolla de Juan Fernández (en JF1), el resto de las especies muestra distribuciones algo uniformes, probablemente debido al reducido tamaño muestral.

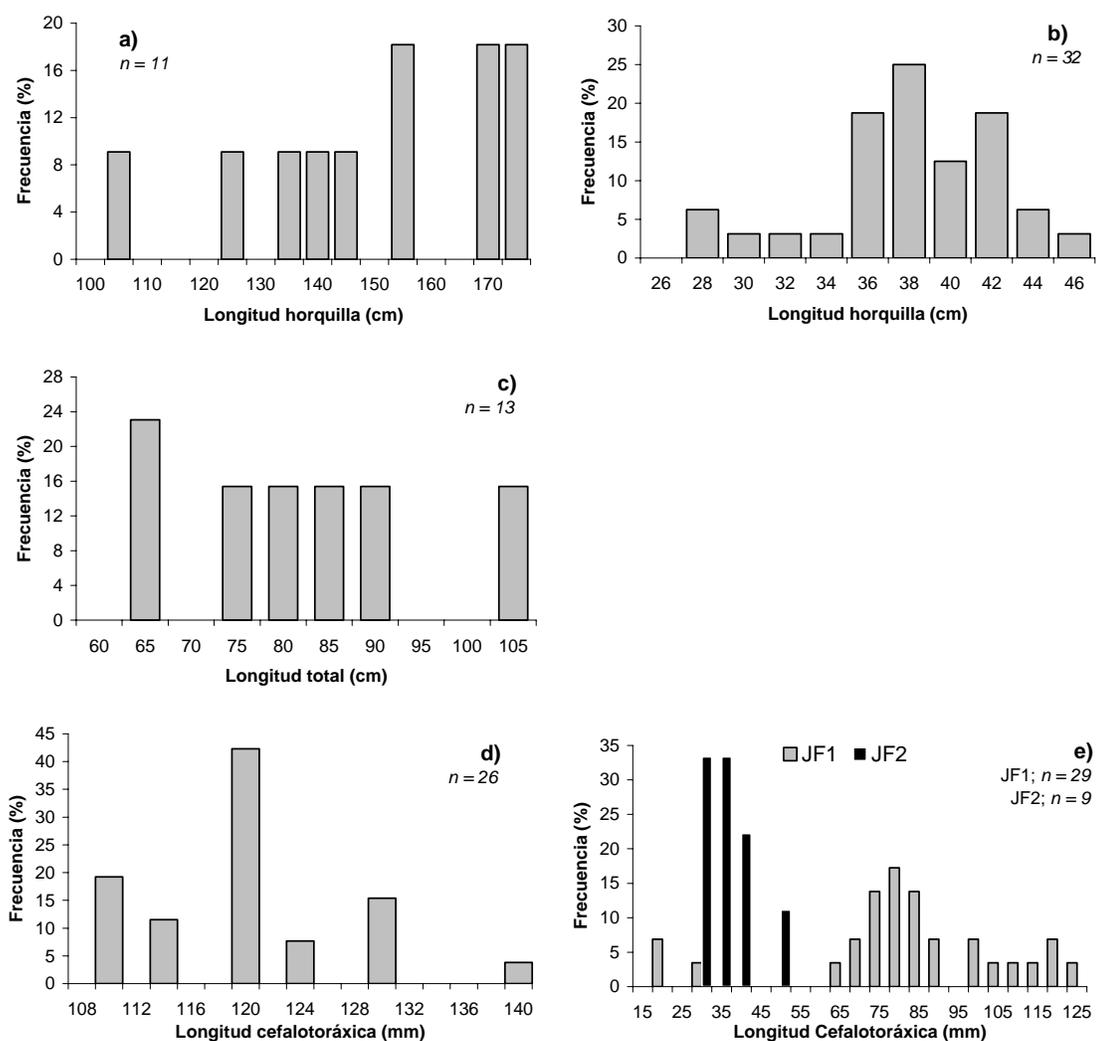


Figura 53. Histogramas de frecuencia de longitud de las especies de peces y crustáceos; a) tiburón azul, b) chancharro; c) congrio de profundidad, d) cangrejo dorado y e) centolla de Juan Fernández.

#### 4.4.2.4. Biodiversidad de invertebrados bentónicos.

El número de ejemplares de invertebrados recolectados con rastra alcanzó a 409, de los cuales los grupos más importantes corresponden a Echinoidea (Echinacea), Polychaeta, Porifera, Actinaria y Asteroidea (Tabla 21, Fig. 54).

Tabla 21. Listado preliminar de especies de invertebrados recolectados con rastra.

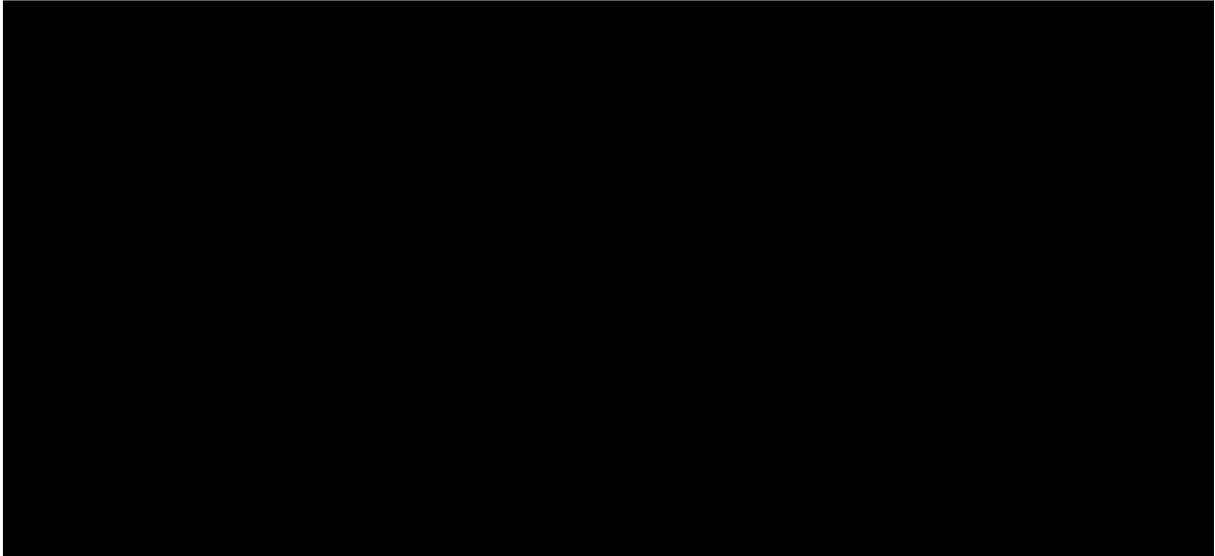
<b>Phylum / Clase / Orden / Genero</b>	<b>Número de muestras</b>
Asteroidea	25
Decapoda	3
Gastropoda	1
Echinoidea	38
Porifera	1
Gorgonia	1
Porifera	1
Zoanthidea	8
Holothuroidea	6
Echinoidea/ Echinacea	12
Actiniaria	27
Polychaeta	6
Porifera	7
Echinoidea + Ophiuroidea	6
Gorgonia / Ophioroida	10
Ophiuroidea / Phrynophiurida	3
Polychaeta/ Terebellidae	12
Porifera+Ophiuroidea+Polychaeta	1
Actiniaria + Polychaeta	1
Gorgonia	4
Ophiuroidea	1
Gastropoda	1
Porifera + Bryozoa+ Polychaeta	1
Zoanthidea	8
Polychaeta	2
Lophophorates / Bryozoa	1
Decapoda	2
Polychaeta	40
Polychaeta	6
Bivalvia / Paleoheterodonta	1
Crustacea / Caridea	1
Anthozoa/ Actiniaria	3
Gastropoda (concha)	4
Bivalvia (conchas)	3
Bivalvia (concha)	1
Bivalvia (concha c/sustrato)	2
Porifera	25
Echinoidea/ Echinacea	130
Porifera + Polychaeta	3
Polychaeta	1



Figura 54. Muestras de invertebrados bentónicos obtenidas con rastra en los montes submarinos de Juan Fernández.

Debido a la complejidad de la identificación, sumado al reducido número de especialistas en algunos grupos, en este informe se presentan resultados preliminares de la identificación de especies. Se han identificados dos taxas, existiendo 12 aún no identificadas, en la tabla 22 se presentan el total de muestras recolectadas, el destinos de estas muestras y el nivel de avance en la identificación.

Tabla 22. Muestras recolectadas, especialista y nivel de identificación



---

**4.5. Objetivo específico 5.** *Caracterizar las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes submarinos muestreados y generar una batimetría detallada de los mismos.*

**4.5.1. Batimetría de la zona de estudio.**

Los resultados del levantamiento batimétrico tanto de la zona de estudio como de toda la ZEE de Chile se encuentran en el punto 4.1 y en el anexo I.

**4.5.2. Tipo de sustrato en la zona de estudio.**

Las observaciones realizadas mediante medios audiovisuales, el estudio del material del fondo recolectado en la rastra y los registros de ecosonda permitieron caracterizar el fondo marino de los montes submarinos JF1 y JF2, donde se efectuaron las prospecciones, como volcánico predominantemente constituido por escombros de roca y arena (Fig. 55).

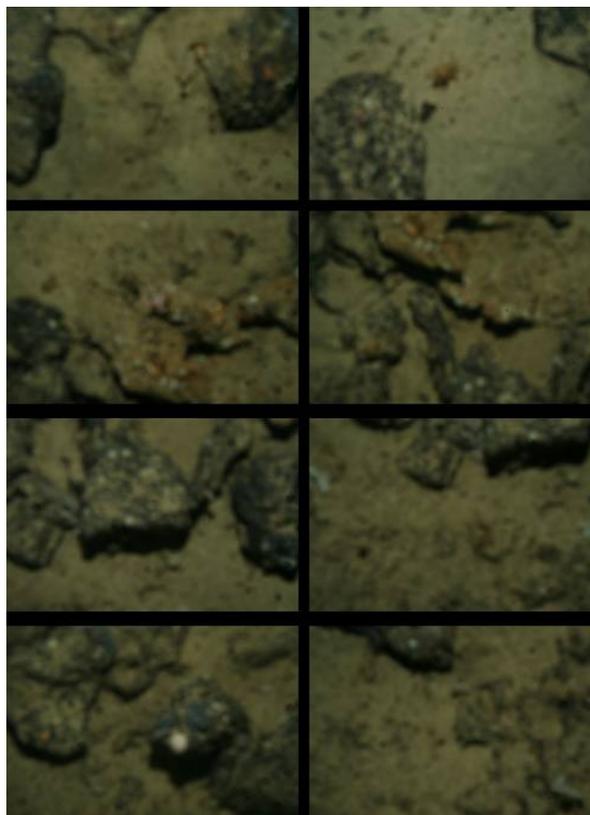


Figura. 55. Imágenes del fondo marino en la zona de estudio. Cada fotografía tiene dimensiones de 3.456 x 2.304 píxeles.

#### **4.5.3. Distribución de temperatura, salinidad y densidad en la zona de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2.**

En la primera estación (Fig.56) del monte Juan Fernández 1 (JF1) se puede apreciar una capa de mezcla de 25 m aproximadamente, la termoclina que se presenta bajo esta profundidad, presenta un gradiente del orden  $0,13^{\circ}\text{C}/\text{m}$  a 27 m de profundidad simultaneo a un aumento de salinidad. Bajo los 80 m la temperatura disminuye sin importantes gradientes, hasta llegar a los  $9,5^{\circ}\text{C}$  a los 250 m. La salinidad presenta un fuerte gradiente a los 27 m del orden de  $0,01\text{PSU}/\text{m}$ , la mínima salinidad absoluta ( $33,9\text{ PSU}$ ) se registró a 153 m de la superficie, bajo esta profundidad aumenta de forma sostenida. La densidad responde principalmente a las variaciones de la temperatura.

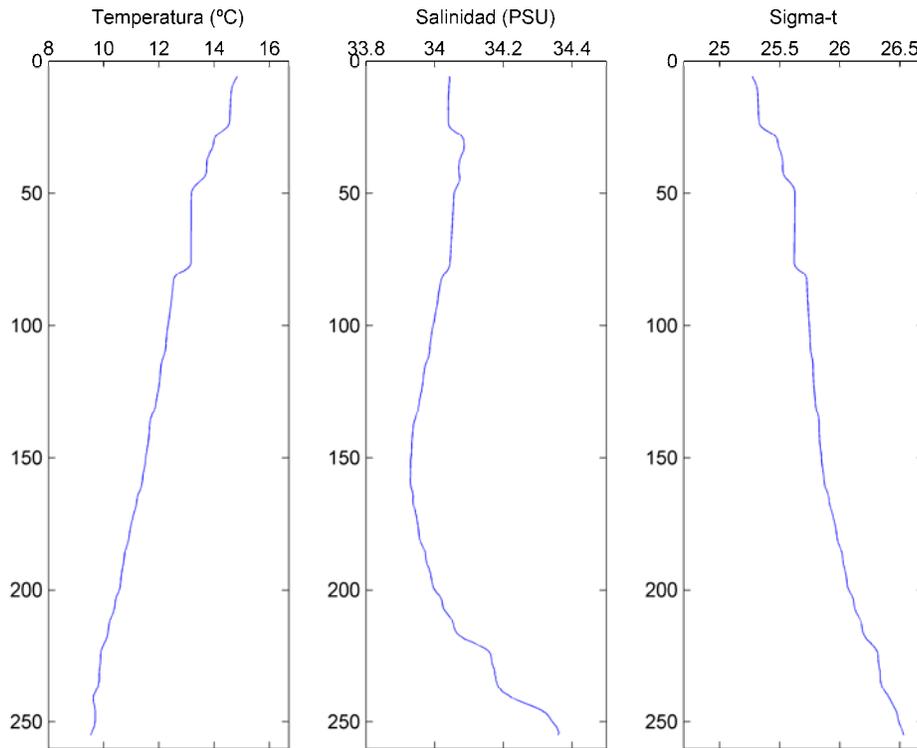


Figura 56. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 1, JF1.

La estación 2 (Fig. 57) del monte JF1 se presenta relativamente homogénea en los primeros 50 m, profundidad donde se registró una pequeña termoclina con un gradiente del orden de  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ , bajo esta profundidad la temperatura disminuyó suavemente hasta llegar a un mínimo absoluto ( $8,5^{\circ}\text{C}$ ) a 256 m de profundidad. También se presentan gradientes, del mismo orden a 50 y 80 m de profundidad. La salinidad se presentó relativamente homogénea hasta los 80 m de profundidad luego disminuyó hasta presentar un mínimo absoluto (33,9 PSU) subsuperficial a 154 m. Bajo esta profundidad la salinidad aumentó gradualmente hasta registrar un máximo (34,4 PSU) absoluto a 246 m de profundidad. La densidad responde a los cambios de temperatura.

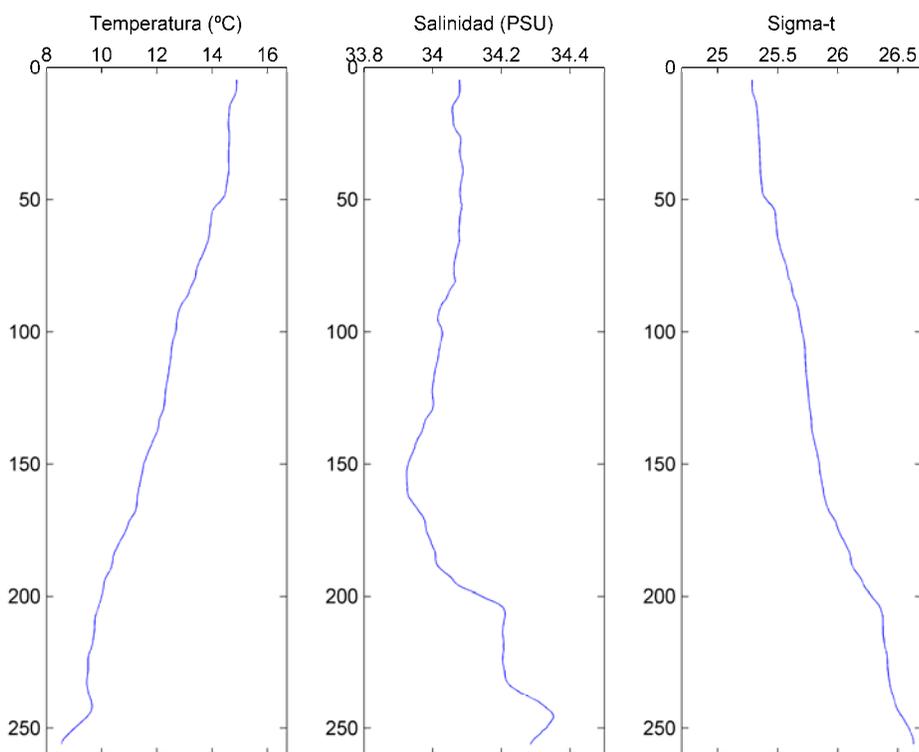


Figura 57. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 2, JF1.

La estación 3 (Fig. 58) del monte JF1 presentó una capa de mezcla de aproximadamente 50 m, profundidad donde se registro una termoclina con gradientes del orden de  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ . La salinidad presentó una suave disminución entre la superficie y 156 m donde se registro el mínimo absoluto de 33,9 PSU para luego registrar un aumento con una haloclina con gradiente máximo de 0,03 PSU a 177 m. La densidad responde a los cambios de temperatura.

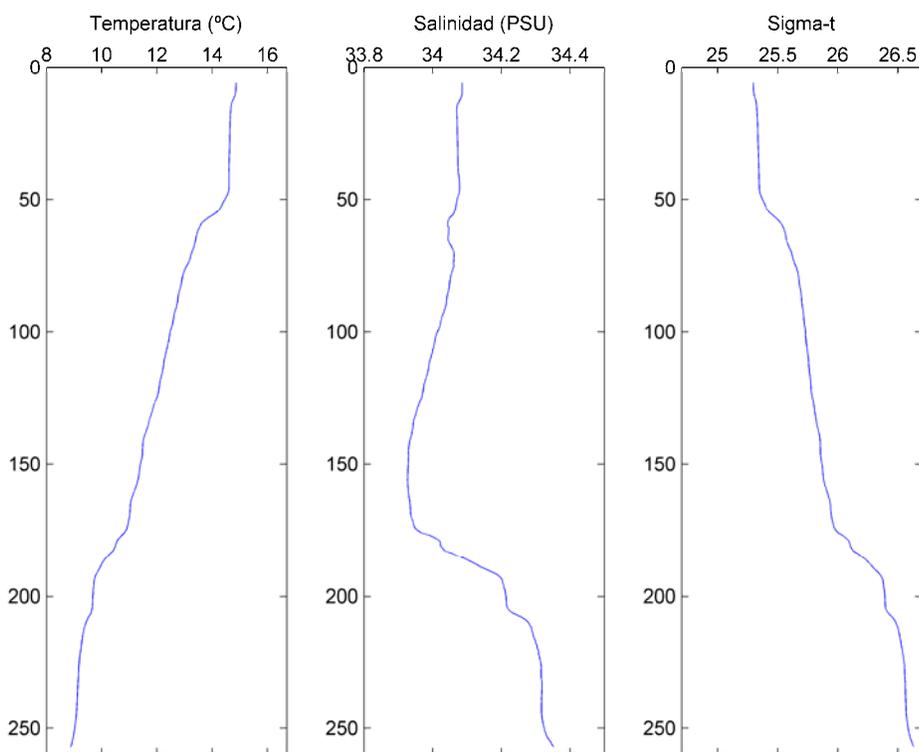


Figura 58. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 3, JF1.

La cuarta estación (Fig. 59) del monte JF1 presentó una capa de mezcla que llegó hasta los 50 m de profundidad, en este caso la termoclina no se aprecia de forma marcada como en los casos anteriores. Entre los 50 y 150 m de profundidad no se registraron fuertes gradientes. A 155 m de profundidad se registro el mínimo de salinidad (33,9 PSU) luego esta aumentó de forma constante hasta llegar a 34,4 PSU a 255 m de profundidad con un gradiente promedio de 0,05 PSU/m.

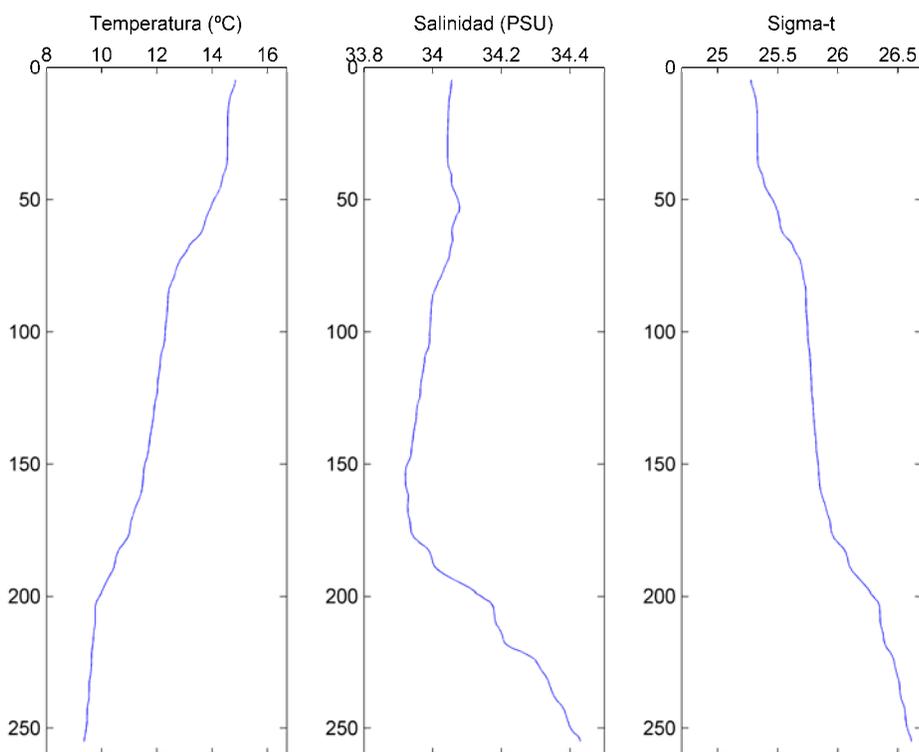


Figura 59. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 4, JF1.

La estación 6 (Fig. 60), correspondiente al monte JF2, presentó una capa de mezcla hasta los primeros 10 m. En cuanto a la temperatura se observaron 2 termoclinas, la primera sobre los 20 m y la segunda bajo los 50 m. En esta última se presentó el máximo gradiente con  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$  a 58 m de profundidad, sin presentar gradientes importantes. Se observa una capa de salinidad relativamente homogénea hasta los 56 m, en donde se produce el máximo gradiente ( $0,01$  PSU/m), el que se repite a los 220 m. El mínimo de salinidad se detectó a los 140 m con 33,919 PSU. La densidad responde a los cambios de temperatura.

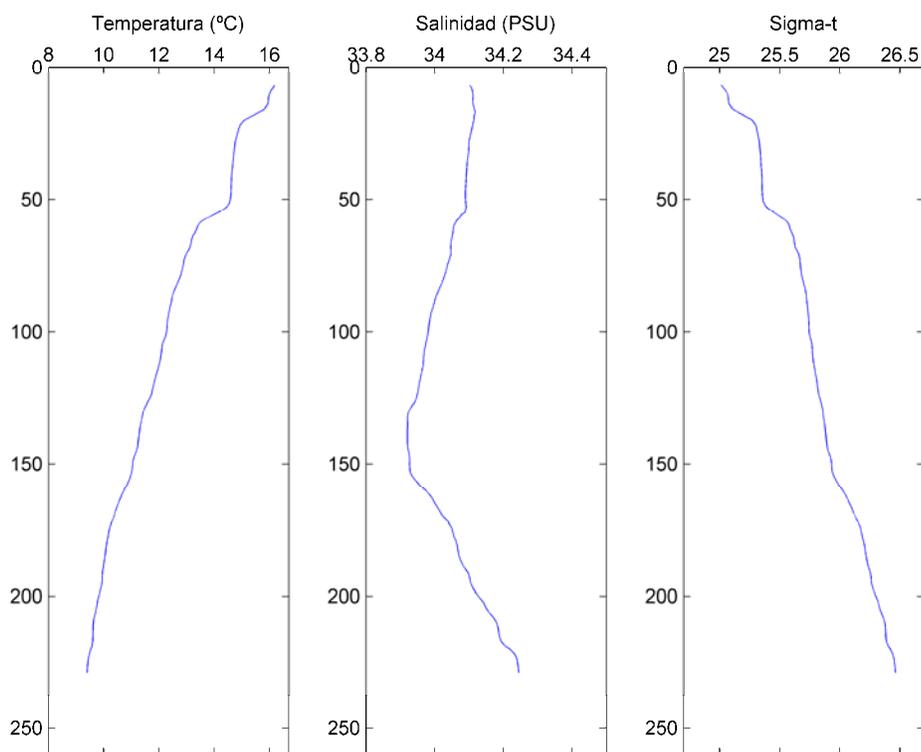


Figura 60. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 6, JF2.

La estación 7 (Fig. 61) presenta una capa de mezcla hasta aproximadamente los 20 m. El perfil de temperatura presenta una termoclina entre los 20 m y 25 m de profundidad, donde se localiza el máximo gradiente ( $0,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), también se registró una segunda termoclina entre los 50 y 70 m con un gradiente relativamente mas bajo. Después de los 70 m la isoterma disminuye progresivamente sin grandes variaciones. La salinidad no presentó cambios importantes en los primeros 50 m, luego disminuyó progresivamente hasta llegar al mínimo alrededor de los 150 m (34,91 PSU). Bajo los 150 m, la salinidad aumentó, presentando su máximo (34,225 PSU) absoluto a los 220 m. La densidad, respondió a los cambios de temperatura.

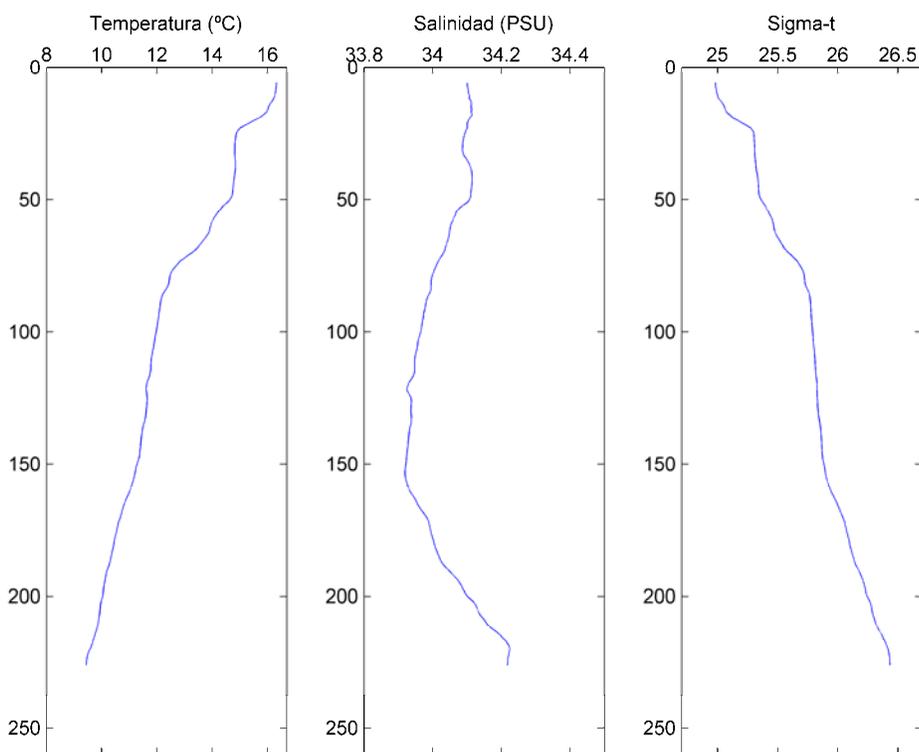


Figura 61. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 7, JF2.

En la estación 8 (Fig. 62), del monte JF2 se observó una capa mezcla hasta aproximadamente los 16 m de profundidad. El perfil de temperatura, mostró una termoclina marcada entre los 17 y 23 m, después de los 50 m disminuyó paulatinamente hasta un mínimo de 9,62°C a 219 m de profundidad. Bajo la capa de mezcla, la salinidad presentó una pequeña haloclina con un gradiente del orden de 0,02 PSU, coincidiendo con la primera termoclina registrada. A los 160 m se obtuvo el mínimo registro de salinidad (33,919 PSU) y a los 219 m el máximo (34,1891 PSU). La densidad, reflejó los cambios del perfil de temperatura.

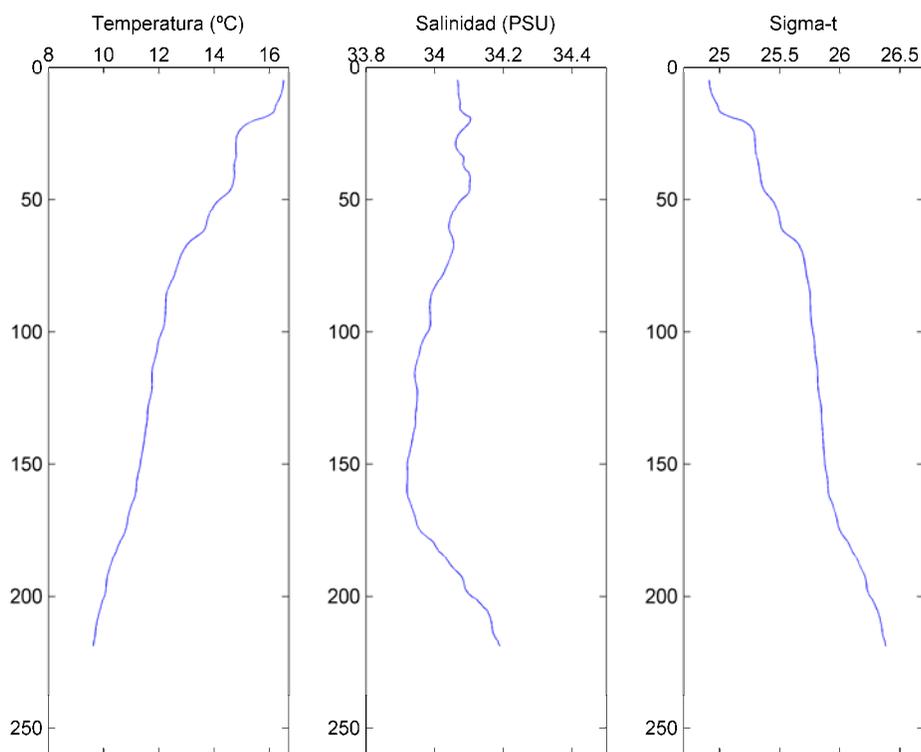


Figura 62. Perfiles de temperatura, salinidad y densidad de la estación N° 8, JF2.

En los diagramas TS (Figs. 63 y 64) se puede apreciar la influencia de 4 masas de agua para la zona de estudio. De superficie a fondo, Agua Subtropical (AST), Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y finalmente el Agua Intermedia Antártica (AIAA). La influencia de la AST y la AIAA es débil para ambos montes.

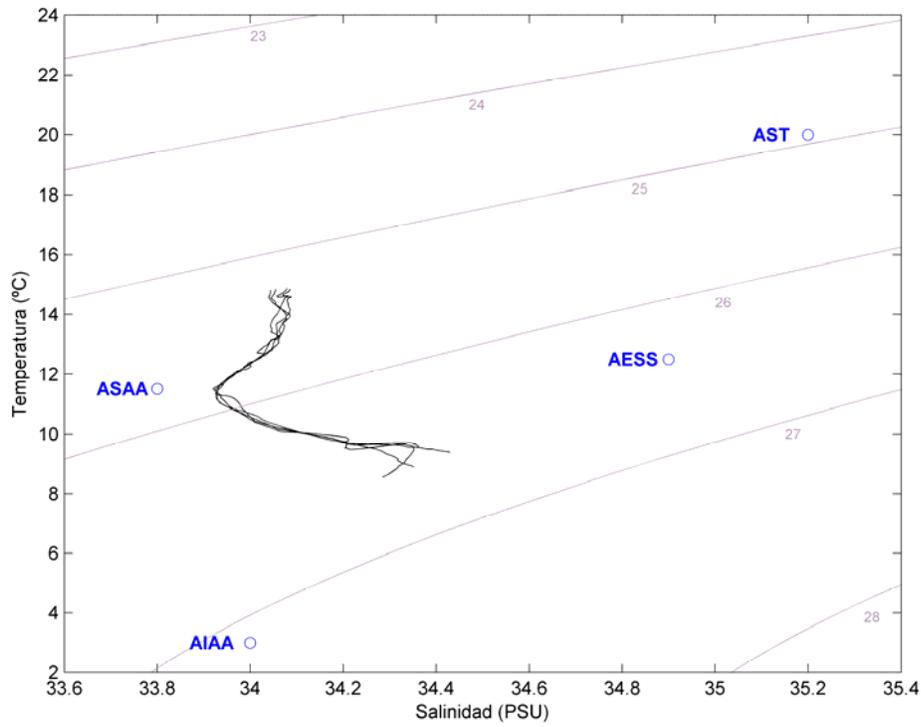


Figura 63. Diagrama T-S para estaciones del monte JF1.

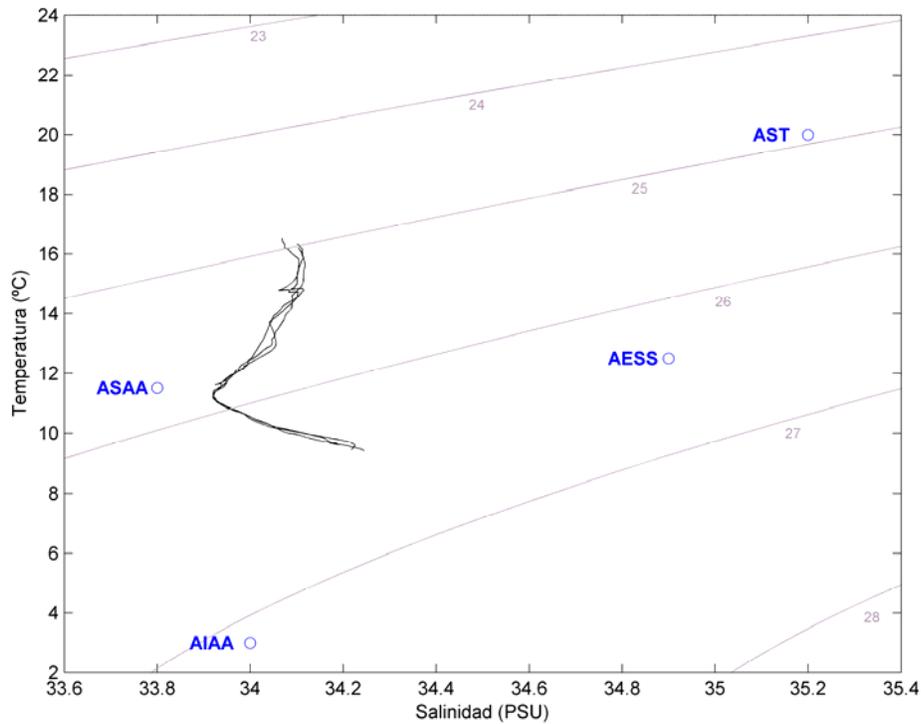


Figura 64. Diagrama T-S para estaciones del monte JF2.

#### 4.5.4. Distribución del contenido de oxígeno disuelto en la zona de los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2.

La distribución vertical de oxígeno disuelto (Figs. 65 y 66) presentó una estructura de dos capas, una superficial de unos 100 m bien oxigenada y con concentraciones mayores de 5 mL·L<sup>-1</sup> (90 - 100% de saturación), siendo relativamente cuasi homoóxica. Bajo esta, el oxígeno disuelto disminuyó rápidamente a concentraciones menores de 1 mL·L<sup>-1</sup> (5 - 20% saturación). Entre ambas capas se presentó una oxiclina dando origen a una oxiclina con un gradiente vertical variable y del alrededor de 0,033 mL·L<sup>-1</sup>·m<sup>-1</sup>.

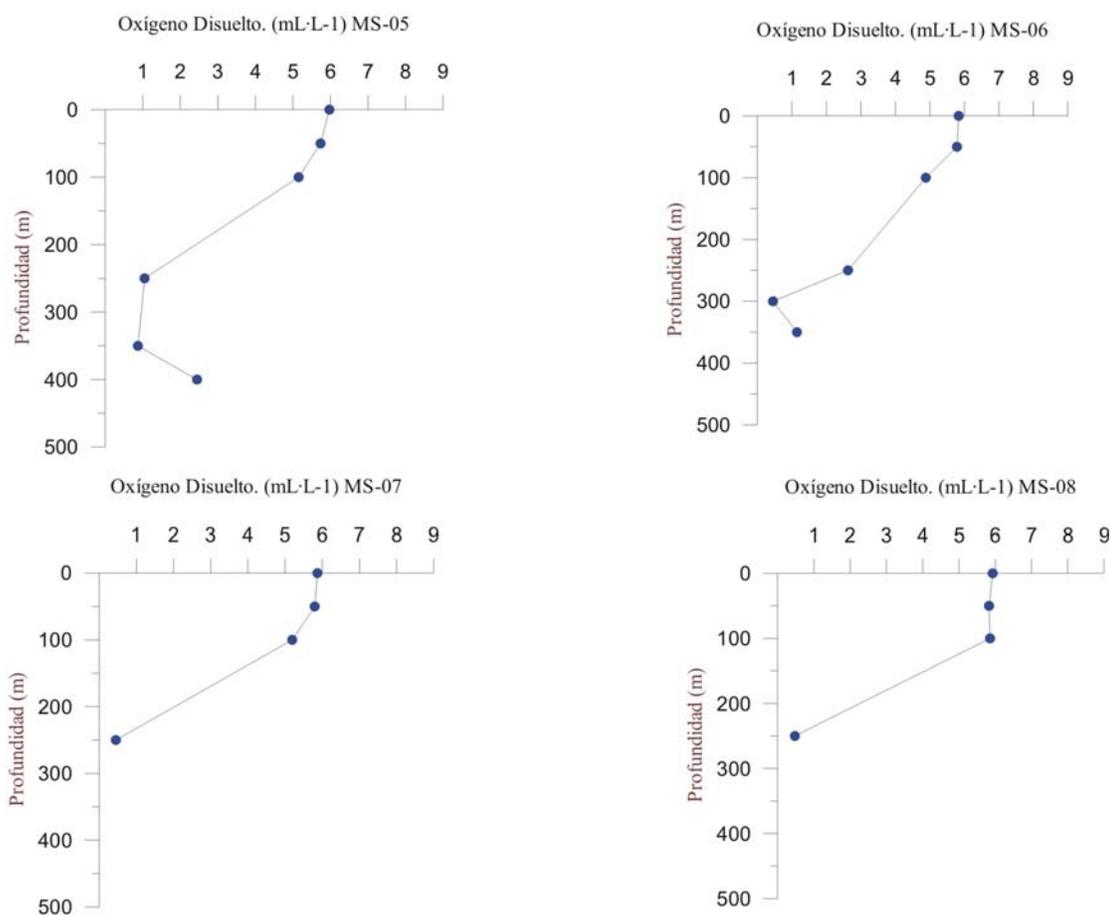


Figura 65. Distribución vertical de oxígeno disuelto en las estaciones 1 a 4, monte JF1.

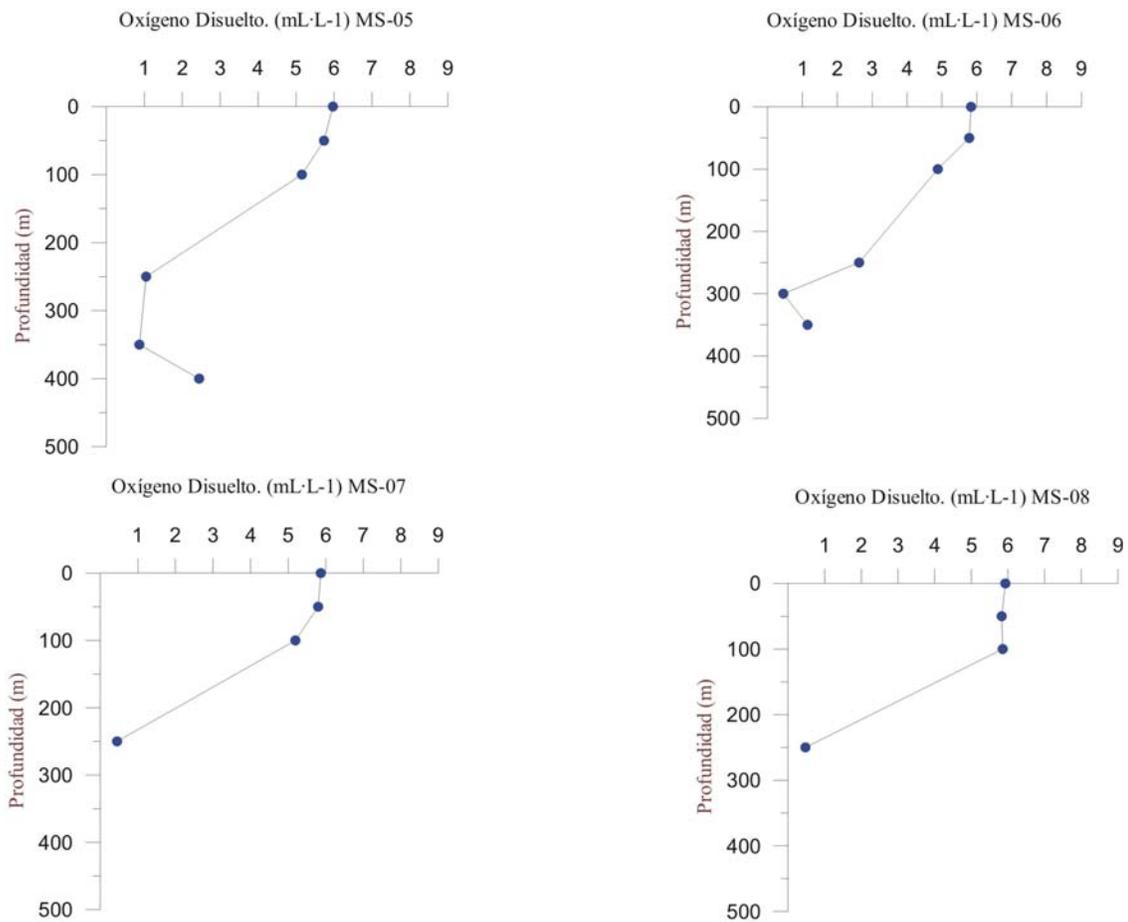


Figura 66. Distribución vertical de oxígeno disuelto en las estaciones 5 a 8, monte JF2.

La distribución vertical registrada del oxígeno disuelto durante el crucero de julio 2007 corresponde a aquella descrita por Silva & Sievers (1973) y Silva (1985) para la zona. La capa superficial (0-100 m) está bien oxigenada producto del intercambio de oxígeno con la atmósfera adyacente y de la producción primaria de la zona. La capa subsuperficial (200 – 400 m), tiene bajo contenido de oxígeno disuelto debido a la presencia de agua Ecuatorial Subsuperficial, proveniente de la zona frente al Perú, donde alcanza concentraciones menores a  $0,1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  (Wirtky, 1967; Silva & Konow, 1975). Debido a lo anterior, a la profundidad de la cima de los montes submarinos, éstos presentan una condición de hipoxia ( $< 2 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

---

#### 4.5.5. Caracterización físico-química con información satelital.

##### 4.5.5.1. Circulación oceánica y altura del mar

La anomalía de la Altura de Superficie del Mar (ASM) es un indicador de lo que ocurre bajo la superficie, por ejemplo como se desplaza la termoclina hacia arriba y hacia abajo. Cuando la **anomalía es positivas** (colores naranja y rojo) la ASM está por arriba de lo normal y por lo tanto la **termoclina** se encuentra más profunda y se producen estructuras de mesoescala como giros o corrientes de circulación anticiclónicas (en contra sentido de agujas del reloj). Cuando la **anomalía es negativa** (colores azules) la ASM está por debajo de lo normal y por lo tanto la **termoclina** se encuentra más próxima a la superficie. Cuando la anomalía de la ASM es negativa se producen giros ciclónicos (sentido agujas reloj).

Durante la campaña oceanográfica del 24 y 25 de julio (invierno) se observa una baja presencia de estructuras de mesoescala como giros, no obstante en la zona de los montes submarinos JF1 y JF2 se observa un leve frente de corriente con anomalías de la ASM negativas en el JF1 y ASM positivas en el JF2 (Fig. 67a). En el monte JF1 se encontraba un pequeño giro con corrientes anticiclónicas, por lo que se esperaría que la termoclina se encuentre más profunda en ese monte.

Posteriormente, durante las campañas oceanográficas del 26 de noviembre y 3 de diciembre se observa una mayor cantidad de estructuras de mesoescalas como giros y frentes de corrientes en la zona del archipiélago de Juan Fernández (Fig. 67b y 67c). En efecto, durante el 26 de noviembre se observa un giro anticiclónico localizado al norte del monte JF1 que produce anomalías positivas de la ASM, además se destacan dos importantes giros anticiclónicos ubicados a 120 mn al sureste y oeste de los montes JF1 y JF2. Posteriormente, durante el 3 de diciembre se observa que los giros anticiclónicos se mantienen pero algunos han sufrido desplazamiento. En efecto, el giro observado en el borde del monte JF1 se ha desplazado aproximadamente 60 mn en dirección noroeste, mientras que el giro localizado a 120 mn al sureste del monte JF2 ahora se encuentra en las cercanías del monte JF2. Además se nota la presencia de otros 2 giros anticiclónicos formados a 60 y 150 mn al suroeste del monte JF1.

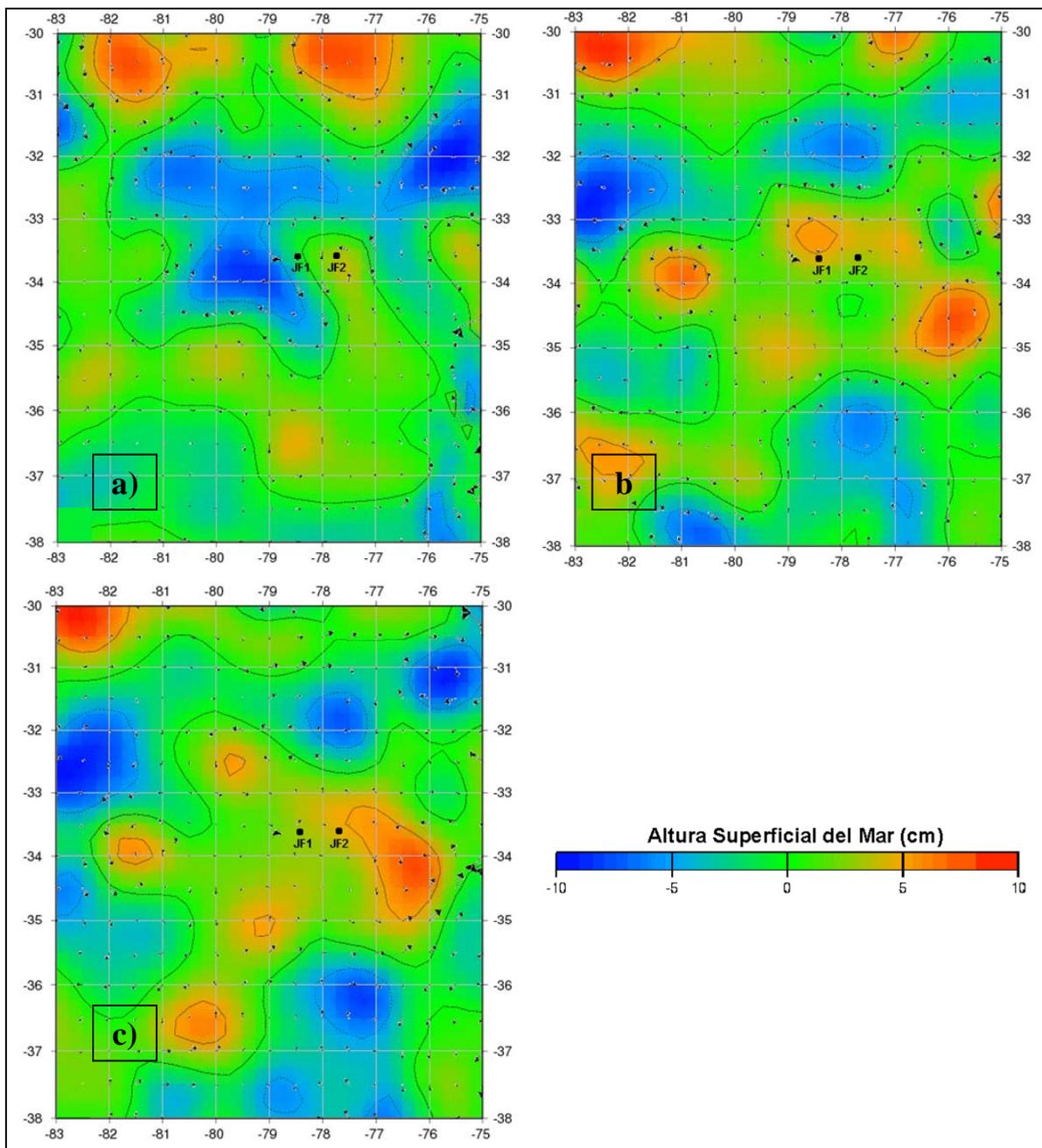


Figura 67. Anomalía de la altura superficial del mar y corrientes geostróficas en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007.

---

#### 4.5.5.2. Régimen de vientos

Durante el crucero oceanográfico realizado el 24 de julio se observaron fuertes ( $> 20$  nudos) vientos sureste en el área noreste de la zona de estudio, no obstante en la zona de muestreo de los montes JF1 y JF2 se registraron vientos con valores cercanos a los 10 – 12 nudos (Fig. 68a).

Posteriormente, en los muestreos oceanográficos realizados el 26 de noviembre se observaron vientos sur y suroeste débiles en la zona de estudio con magnitudes menores a 5 nudos (Fig. 64b). El 3 de diciembre aumentan los vientos registrándose magnitudes cercanas a los 10 nudos con dirección suroeste en la zona de los montes JF1 y JF2 (Fig. 68c).

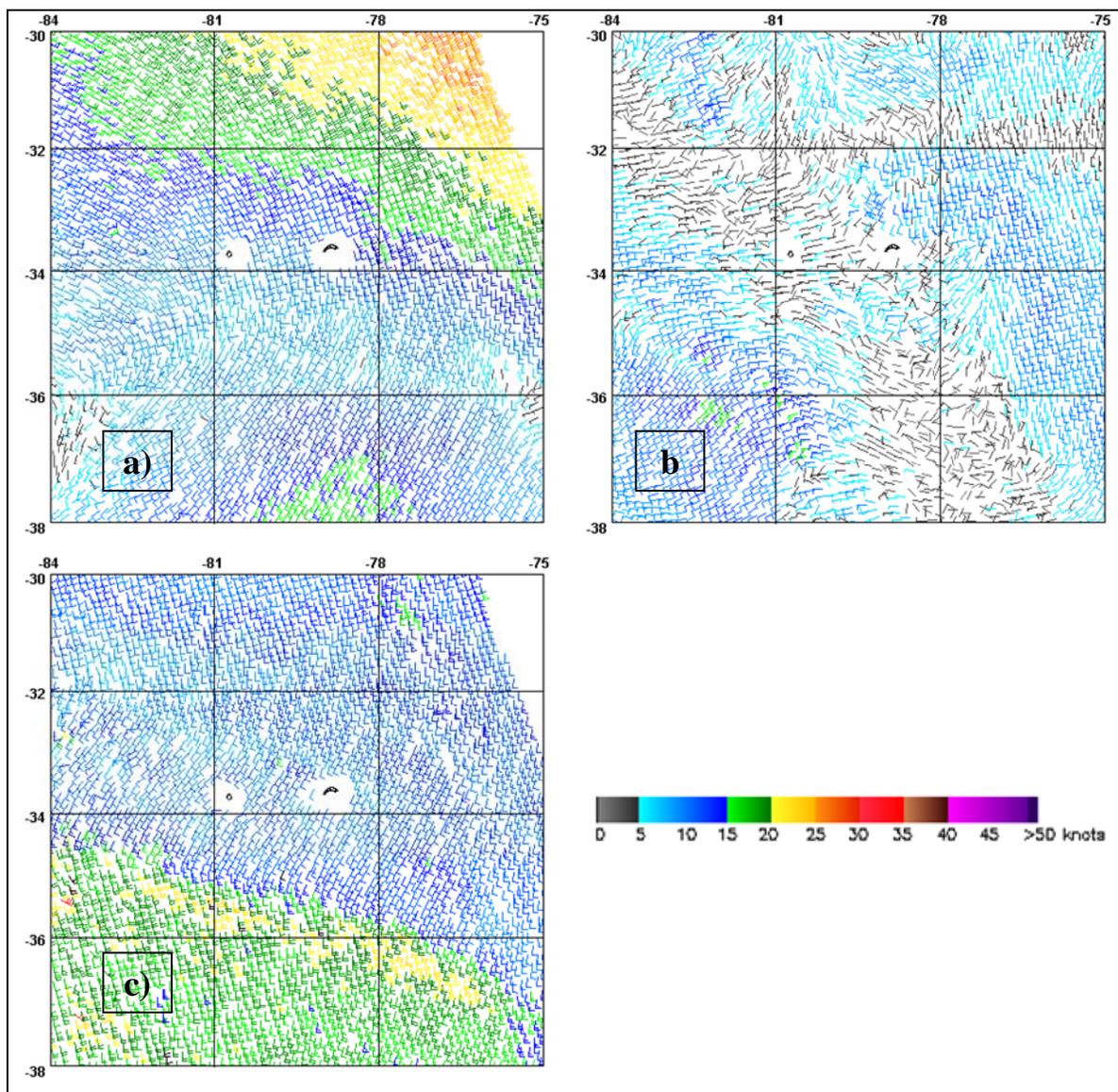


Figura 68. Magnitud y dirección de vientos superficiales del mar en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007.

#### 4.5.5.3. Temperatura Superficial del Mar (TSM)

A escala global, durante el mes de julio de 2007 el monitoreo de las variables oceanográficas en el océano Pacífico ecuatorial central, mostró un leve enfriamiento de la temperatura superficial del mar (TSM) (Fig. 69a). Este enfriamiento alcanzó en el borde sudamericano, aproximadamente entre los  $0^{\circ}$  y  $10^{\circ}\text{S}$ , valores de TSM de  $1,0^{\circ}\text{C}$  a  $1,5^{\circ}\text{C}$  bajo el promedio

histórico. Esta condición fría La Niña persiste hasta la actualidad (Enero 2008), teniendo una moderada intensidad durante el mes de diciembre 2007, con las anomalías negativas ( $-1$  a  $-1.5^{\circ}\text{C}$ ) de TSM a lo largo del ecuador que se han ampliado desde la costa de Sudamérica hasta los  $160^{\circ}\text{E}$  (Fig. 69b).

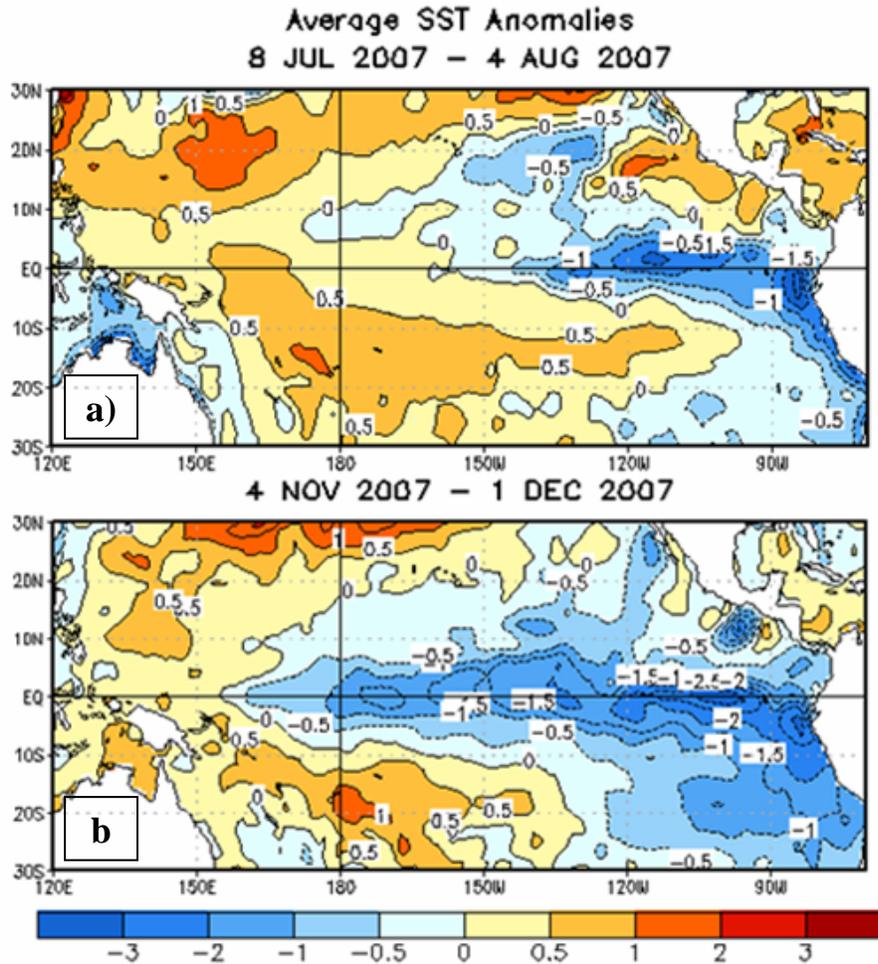


Figura 69. Promedio de las anomalías de la temperatura superficial del mar para el periodo de: a) 8 julio – 4 agosto 2007 y b) 9 de diciembre 2007 – 5 de enero 2008. Las anomalías de la TSM son calculadas respecto a la media del periodo base 1971-2000. (Xue et al. 2003).

A escala local y para la zona de estudio, durante la campaña oceanográfica del 24 y 25 de julio de 2007 la TSM en la ZEE de la zona del archipiélago de Juan Fernández mostró una condición fría característica de invierno (Fig. 70a) con TSM entre  $10^{\circ}\text{C}$  (sector sureste) y  $17^{\circ}\text{C}$  (sector noroeste) y la cual fue moderadamente acentuada debido a la presencia de un

evento La Niña a nivel del Pacífico (Fig. 69a). La TSM en la zona de los montes submarinos JF1 y JF2 registró valores cercanos a los 13°C

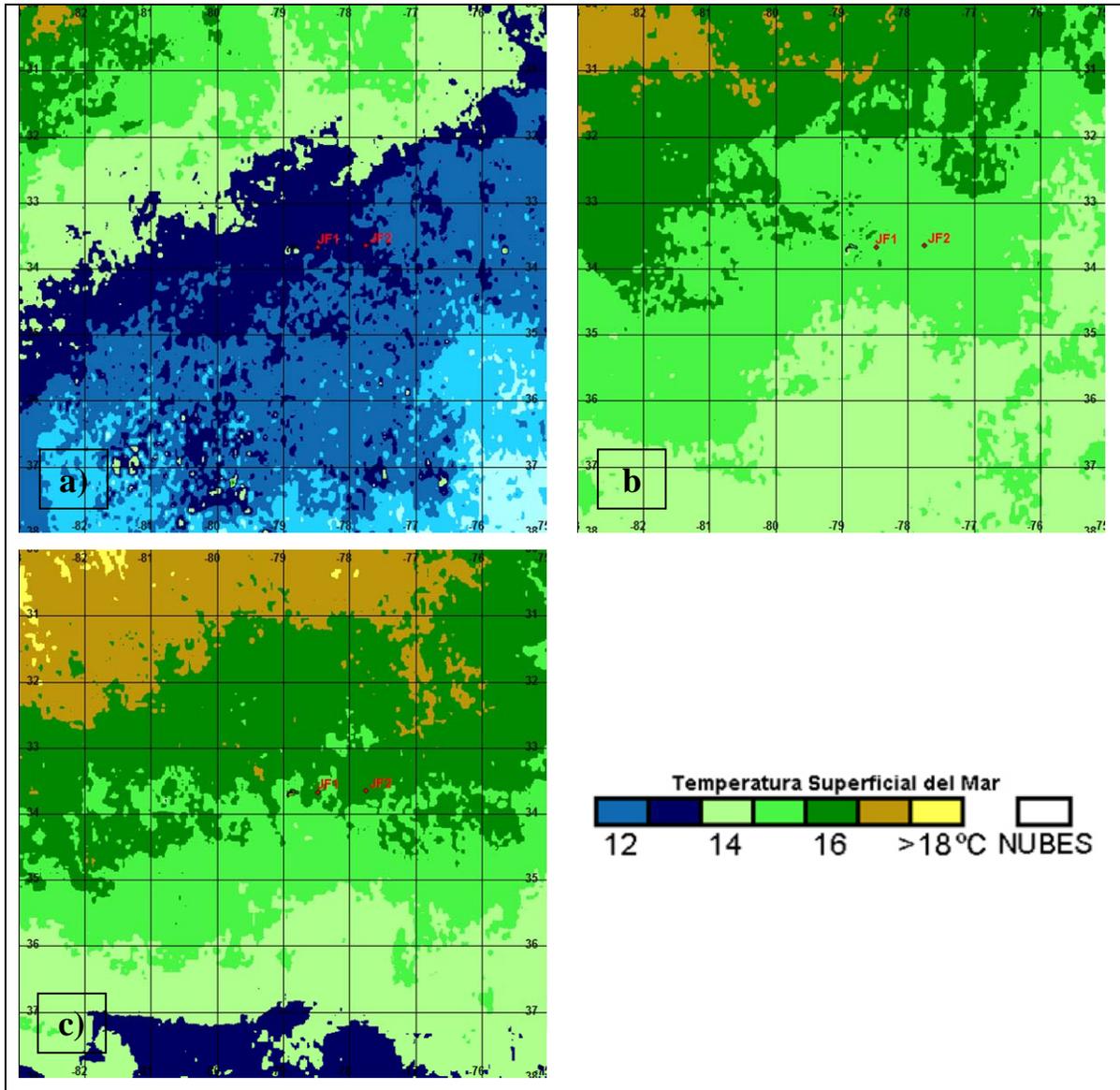


Figura 70. Temperatura superficial del mar en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007.

Durante la campaña oceanográfica efectuada el 26 de noviembre y 3 de diciembre de 2007, la TSM en la ZEE de Juan Fernández presentó una condición fría de primavera con valores que fluctuaron entre 14 a 17.5°C y 13 a 18°C, respectivamente (Fig. 70b y 70c). Esta condición

fría es consecuencia del evento La Niña que persiste en el Océano Pacífico (Fig. 68b). La TSM en la zona de los montes submarinos JF1 y JF2 registró valores cercanos a los 15.5°C y 16.5°C durante el 26 de noviembre y 3 de diciembre, respectivamente.

#### 4.5.5.4. Salinidad superficial del mar

En la zona de los montes JF1 y JF2 la salinidad superficial del mar es aproximadamente 34.3‰, durante el 24 de julio (Fig 71a). El 3 de diciembre la salinidad superficial del mar en la zona de los montes JF1 y JF2 registra valores cercanos a los 34.1‰ (Fig. 67b).

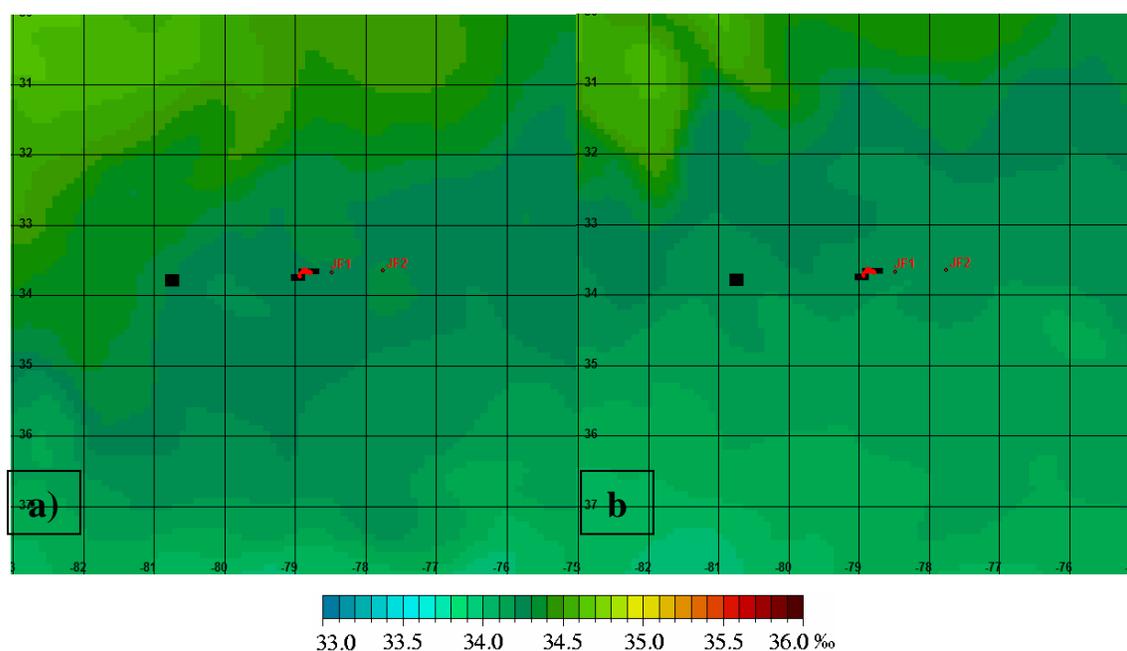


Figura 71. Salinidad superficial del mar en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio y b) 3 de diciembre de 2007.

#### 4.5.5.5. Clorofila y productividad

Durante el muestreo del 24 de julio la concentración de clorofila *a* en el área de estudio varió entre 0.09 y 1 mg/m<sup>3</sup> (Fig. 72a). En la zona de los montes JF1 y JF2 la concentración de clorofila *a* es aproximadamente 0.3 mg/m<sup>3</sup>, lo que también es observado en el perfil temporal

extraído de imágenes semanales de clorofila para el periodo enero 2007 – enero 2008 (Figs 72a y 73). Los valores de clorofila encontrados reflejan una baja productividad.

Los muestreos de los días 26 de noviembre y 3 de diciembre en los montes JF1 y JF2, se realizan en condiciones levemente mayores de concentración de clorofila con valores que bordean los  $0.4 \text{ mg/m}^3$  (Figs. 72b y 73).

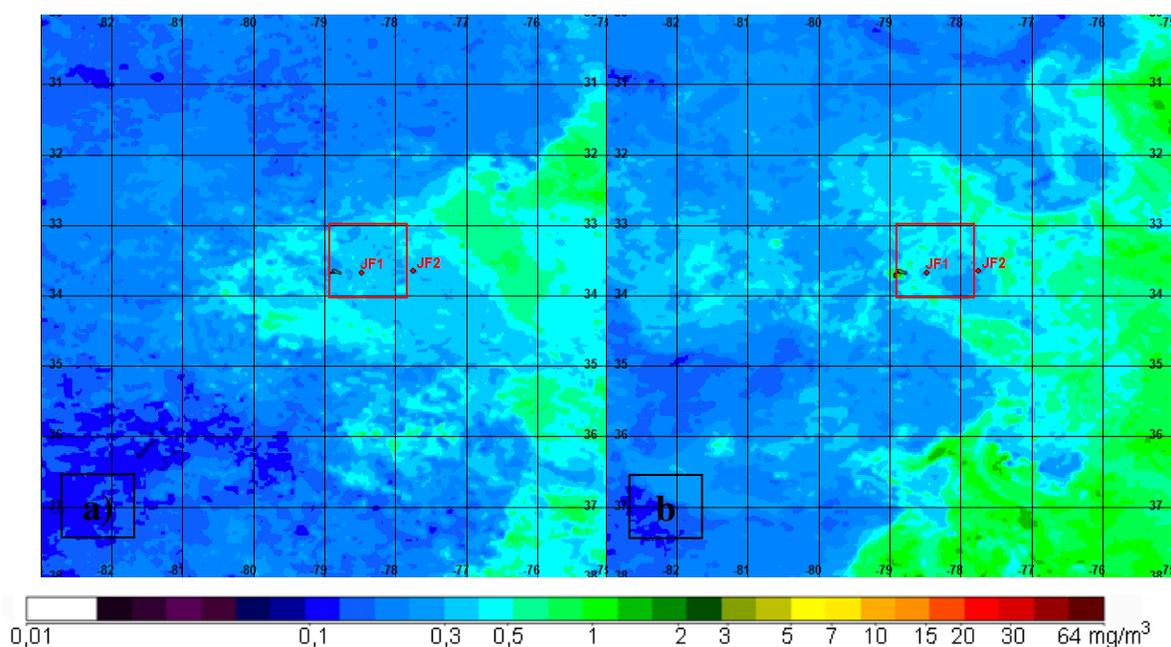


Figura 72. Concentración de clorofila *a* en el área marina circundante del archipiélago de Juan Fernández y montes submarinos JF1 y JF2 durante: a) 24 julio, b) 26 de noviembre y c) 3 de diciembre de 2007. En rojo área donde se extrae perfil temporal.

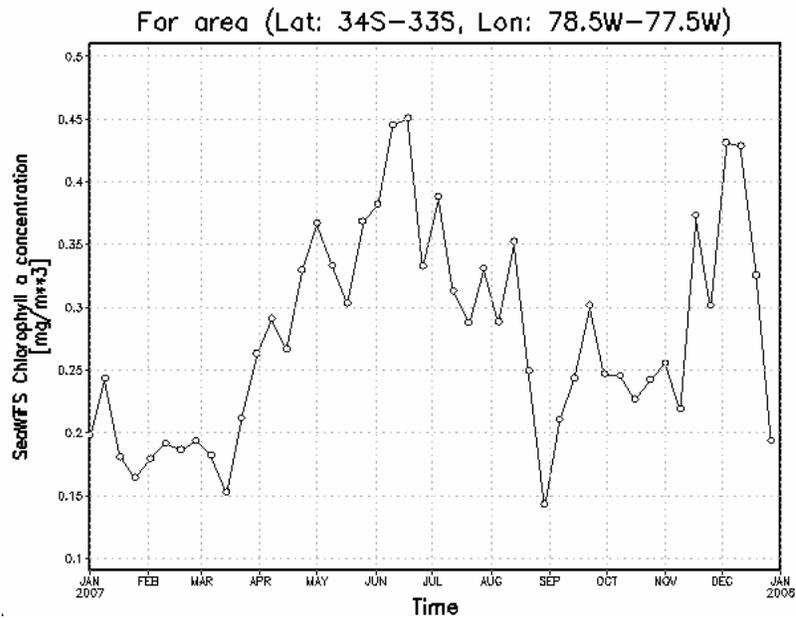


Figura 73. Perfil temporal de la concentración de clorofila *a* promedio extraído en el área mostrada en Figura 65.

---

## 5. DISCUSIÓN

### **Identificación de montes submarinos en ZEE de Chile.**

En este estudio se aplicó con el SIG IDRISI un método relativamente simple para identificar o extrapolar montes submarinos potenciales en la ZEE desde imágenes generadas con técnicas geoestadísticas y obtenidas de datos de resolución espacial media (1 milla) de batimetría satelital y del SHOA. El método considera análisis estadísticos (desviación estándar, filtros y hillshading) y visuales (juicio experto, cartografía 3-D) en las imágenes batimétricas para identificar los *peaks* o montes submarinos potenciales. Métodos similares han sido aplicados por Kitchingman & Lai (2004).

La sensibilidad para la extrapolación o identificación de montes potenciales está directamente influenciada por la desviación estándar de la profundidad y tamaño y tipo de filtro (kernel 5\*5 en vecinos cercanos) y criterios de análisis visual. Además, la sensibilidad en la identificación está directamente influenciada por la resolución espacial de los datos batimétricos. En consecuencia, cualquier rasgo o característica menor al tamaño de celda o resolución espacial de los datos batimétricos, puede tener dimensiones imprecisas lo que podría llevar a no serla considerada en dentro de los criterios de extrapolación.

Se identificaron un total de 118 montes submarinos en las distintas zonas de análisis, siendo esta cantidad dependiente del método de identificación aplicado. La base de datos (localización, nombre, superficie, profundidad cima) generada sobre montes submarinos en la ZEE de Chile puede servir como guía para las futuras acciones para la conservación y manejo de estos singulares y delicados ecosistemas.

### **Diversidad de organismos en montes submarinos**

En Chile la información de diversidad de montes submarinos se han llevado a cabo principalmente como consecuencia de las actividades extractivas que aquí se ejercen, es así que, la información de biodiversidad de los montes submarinos proviene de datos de *bycatch*

---

de dichas pesquerías.

### **Evaluación directa de la biodiversidad bentónica y demersal**

#### *Diversidad de organismos planctónicos*

Los análisis de las muestras de fitoplancton obtenidas sobre las montañas submarinas del archipiélago de Juan Fernández, presentaron en total 7 clases de organismos, los cuales se clasificaron en 31 géneros, 23 especies y 3 grupos correspondiente a taxa no identificados y/o separados por fracción de tamaño. La tendencia global de las distintas clases de organismos observados mostró que las Dinophyceae y el grupo de “Otros flagelados”, fueron ampliamente dominantes en todas las estaciones analizadas alcanzando en promedio el 93% de todos los taxa observados. Además estos dos grupos principales, se caracterizaron por presentar rangos de tamaño inferiores a 15  $\mu\text{m}$ . El resto de los grupos como Bacillariophyceae, Ciliata, Cianophyceae, Dictyophyceae, Chlorophyceae y Acantharea que también estuvieron presentes en todas las muestras analizadas, tuvieron un rol menor con una participación promedio de un 7% en todas las estaciones analizadas.

Existe variada información de la biodiversidad del archipiélago de Juan Fernández publicada para múltiples grupos asociados principalmente a pesquerías (Arana 1983, Arana & Ziller, 1985, Arana & Olate 2000, Pequeño & Lamilla 2000) y algunos estudios realizados por Pizarro *et al.* (2000; 2001; 2006), referentes a la variabilidad bio-óptica de la columna de agua de Isla de Pascua y Juan Fernández, desde el punto de vista de la Clorofila-a, sin embargo, no existe literatura publicada referente a la producción primaria y/o estructura de las comunidades de nano y microplancton, las cuales representan la base para los eslabones superiores de las tramas tróficas de estas zonas oceánicas de las regiones insulares de Chile. Los datos analizados por Pizarro *et al.* (2006) mostraron que las concentraciones de clorofila-a durante octubre del 2000, en las cercanías de la isla Robinson Crusoe, presentaron valores inferiores a 1  $\text{mg m}^{-3}$ . Esta información sumada a la obtenida en este estudio, nos permite inferir preliminarmente que la estructura nano y microplactónica observada en los análisis de las muestras de agua, durante el invierno tardío del 2007, indicarían la existencia de un ambiente

---

netamente oligotrófico, en el cual dominan organismos de pequeño tamaño y en donde el sistema se sustentaría principalmente gracias a la producción regenerada y posiblemente a la entrada de nutrientes alóctonos provenientes de las propias islas aledañas, o a elementos advectados desde los mismos montes o de la zona costera de Chile, a través de grandes plumas de surgencia que a menudo son observadas a través de imágenes satelitales. Sin embargo, estas suposiciones deben ser respaldadas por estudios científicos multidisciplinarios, que permitan dilucidar en un contexto global, el funcionamiento de las tramas tróficas asociadas a procesos físicos y químicos de las regiones pelágicas próximas a las montañas submarinas del Archipiélago de Juan Fernández.

En cuanto al zooplancton, los resultados obtenidos indicaron la presencia de 16 grupos taxonómicos, pertenecientes a seis grandes categorías a nivel de Phylum: Cnidaria, Annelida, Chaetognatha, Arthropoda, Tunicata y Vertebrata a partir de las cuales se identificó un total de 71 especies, todas las cuales constituyen primeros registros para los montes submarinos Juan Fernández 1 y Juan Fernández 2.

La composición taxonómica determinada en esta área oceánica es concordante con resultados obtenidos en los distintos océanos, donde los copépodos constituyen de 75 a 85% del zooplancton marino (Raymont, 1983). Una proporción aun mayor se registró en montes submarinos del Atlántico, donde la abundancia de los copépodos fluctuó entre el 80 y 95% del zooplancton (Schnack-Schiel & Mizdalski, 2002), rango que coincide con el 83% obtenido en los montes submarinos de Juan Fernández. La composición taxonómica de los copépodos mostró que el mayor porcentaje de individuos correspondió a los copépodos calánidos, que presentaron una elevada riqueza específica reflejada en 33 especies. Las mayores densidades correspondieron a *Pleuromamma* sp. y *Clausocalanus* sp., géneros que no habían sido registrados anteriormente en aguas del archipiélago de Juan Fernández (Palma, 1985). Se puede destacar que *Clausocalanus* sp., también se ha encontrado en altas densidades en el monte submarino Great Meteor en el Atlántico norte (Schnack-Schiel & Mizdalski, 2002).

El segundo grupo más abundante fueron los quetognatos, donde la especie dominante fue *Sagitta enflata*. Esta especie es muy común y abundante en el Sistema de la Corriente de

---

Humboldt (SCH) y se distribuye en altas densidades en aguas costeras y oceánicas de la costa chilena (Fagetti, 1958; Ulloa *et al.*, 2000; 2004; Palma & Apablaza, 2004). Estos organismos pueden formar densas agregaciones en zonas costeras y en importancia numérica siguen a los copépodos, sobre los cuales ejercen una intensa depredación selectiva. Al respecto, se estima que del 10-30% de la biomasa de copépodos es transferida a los quetognatos (Alvariño, 1985; Stuart & Verheye, 1991).

El tercer grupo correspondió a las salpas que son importantes filtradores gelatinosos. Las dos especies identificadas *Pegea confoederata* y *Ihlea magalhanica* han sido registradas en escasas ocasiones frente a la costa de Valparaíso (Fagetti, 1959; Palma & Rosales, 1995). Estos organismos son oportunistas en aguas costeras y oceánicas, y por las características de su ciclo reproductivo pueden originar densas agregaciones (Boltovskoy, 1999). Es probable que las altas densidades registradas en los montes submarinos sean favorecidas por la mayor disponibilidad de fitoplancton, producida por corrientes presentes que interactúan con la topografía produciendo flujos que ingresan a la capa fótica, reteniendo y concentrando la producción primaria, como ha sido señalado por Dower *et al.* (1992). En efecto, los procesos de recirculación de nutrientes debidos la surgencia local presente potenciarían altas concentraciones de clorofila sobre áreas adyacentes a montes submarinos (Mouriño *et al.*, 2001) no obstante, éstas acumulaciones serían a menudo transitorias y directamente ligadas a los nutrientes provenientes de zonas más profundas (Comeau *et al.*, 1995).

Los ostrácodos y anfípodos fueron poco abundantes y sus representantes son más comunes en aguas oceánicas que costeras (Raymont, 1983). Las elevadas abundancias de ostrácodos son coincidentes con lo encontrado en montes submarinos del Pacífico norte, donde siguen a los copépodos en orden de abundancia (Saltzman & Wishner, 1997). Los anfípodos fueron más escasos y la especie más abundante fue *Vibilia armata*, que se colectó en todas las estaciones. Los estudios sobre los anfípodos chilenos son muy escasos y se limitan al trabajo de Meruane (1980), quien registró algunos especímenes de *V. armata* frente a la costa de Valparaíso, pero alrededor del Archipiélago de Juan Fernández esta especie no fue colectada (Meruane, 1982). Los anfípodos son de particular interés ya que son parte importante de la dieta de diferentes

---

especies de peces comerciales. En aguas oceánicas generalmente se encuentran en aguas profundas, lo que explicaría su captura sólo en las muestras efectuadas a mayor profundidad.

Los euphausíidos presentaron una elevada riqueza específica reflejada por la presencia de cinco especies, de las cuales *Euphausia mucronata* fue la más abundante y se colectó sólo en profundidad. Esta especie es endémica del SCH y se encuentra formando grandes densidades en aguas oceánicas, particularmente en aguas profundas asociada a la Capa de Mínimo Oxígeno, y su presencia en aguas costeras se atribuye a eventos de surgencia (Antezana, 1981; Ulloa *et al.*, 2000; Linacre & Palma, 2004). Además, es presa frecuente en los estómagos de peces pelágicos y demersales de la costa chilena.

Después de los copépodos, la mayor riqueza específica (11 especies) correspondió a los sifonóforos, donde las especies más abundantes fueron *Sphaeronectes gracilis* y *Abylopsis tetragona*. Estas especies son comunes en aguas chilenas (Ulloa *et al.*, 2000; Palma & Apablaza, 2004) y ya habían sido registradas alrededor del Archipiélago de Juan Fernández (Palma, 1985).

La densidad de ictioplancton fue escasa, sin embargo en algunas estaciones se colectaron densidades medias de huevos de sardina (*Sardinops sagax*). El resto de los grupos taxonómicos se encontró en escasa abundancia y en varios casos la cantidad de ejemplares fue muy reducida.

En general, se puede apreciar que la mayoría de las especies y/o géneros identificados alrededor de los montes submarinos, corresponden a organismos que son característicos de aguas oceánicas del SCH y se encuentran en bajas densidades fuera de la costa. La cantidad de zooplancton fue muy escasa y concuerda con las bajas densidades reportadas en los alrededores del Archipiélago de Juan Fernández (Palma, 1985), así como también con otros estudios que han mostrado bajas densidades en montes submarinos con topografías abruptas, lo cual contradice los resultados obtenidos por Schwartz (2005). En efecto, los valores de biomasa fueron muy bajos en comparación con aquellos detectados en aguas costeras de la

---

costa chilena; estas diferencias se deberían esencialmente a la mayor pobreza planctónica que caracterizan las aguas oceánicas de todos los océanos (Raymont, 1983).

En general, las concentraciones de zooplancton alrededor de montes submarinos ha sido explicada considerando dos hipótesis, una debida a la recirculación de nutrientes causada por procesos de surgencia local y la otra por la retención de plancton advectado en celdas de circulación sobre los montes submarinos (columnas de Taylor) (Rogers, 1994). Esto sugiere que partículas pasivas podrían quedar retenidas sobre la meseta de los montes, lo que podría explicar la gran cantidad de exoesqueletos de copépodos que se han colectado en esos lugares en comparación con los flancos de los montes. Sin embargo, un estudio reciente efectuado en el monte Great Meteor reveló que aun estando en presencia de una Columna de Taylor muy definida, no se observó el incremento de zooplancton en la columna de agua encima del monte (Martin & Nellen, 2004).

En términos de biodiversidad, un aspecto importante es el grado de endemismo de los organismos encontrados en estos sistemas (Johnson & Santillo, 2004). Estudios biogeográficos tempranos de 92 montes submarinos sugirieron que al menos el 15% de las especies colectadas fueron endémicas (Wilson & Kaufmann, 1987). Porcentajes incluso mayores han sido propuestos por Forges *et al.* (2000), en trabajos de montes submarinos de Pacífico suroeste, con niveles de endemismo de 29 a 34%. En la cordillera de Nazca y Salas y Gómez las tasas de endemismo registradas por Parin *et al.* (1997) ascienden a 44% en peces y 52% en invertebrados, siendo uno de cada dos invertebrados encontrados, nuevos para la ciencia. Sin embargo, hay que considerar que el aparente endemismo puede ser producto de un conocimiento incompleto de los rangos de distribución de las especies, ya que a lo largo de 30 años de investigación sobre diversos montes submarinos, aun el conocimiento integrado continúa siendo escaso (Johnson & Santillo, 2004). Por esta razón, los resultados obtenidos permiten incrementar significativamente el conocimiento acerca de la biodiversidad zooplanctónica alrededor de los montes submarinos de Juan Fernández, ya que la mayoría de los géneros y especies registrados en este estudio, constituyen nuevos antecedentes sobre la comunidad zooplanctónica en esta área oceánica.

---

*Diversidad de organismos pelágicos, demersales y bentónicos*

A diferencia de los resultados obtenidos respecto a la diversidad de especies planctónicas, las capturas obtenidas con los sistemas de pesca utilizados en ambas prospecciones a los montes submarinos Juan Fernández 1 (JF1) y Juan Fernández 2 (JF2), estuvieron restringidas básicamente a 4 especies de peces y 2 de crustáceos. Dentro de los peces, dos especies fueron capturadas con palangre de superficie, el tiburón azulejo y la sierra, mientras que las otras dos, el chancharro y el congrio de profundidad, fueron capturadas mediante el uso del espinel vertical de fondo, y líneas de mano. Cabe señalar que algunos ejemplares de congrio de profundidad también quedaron atrapados en trampas, tanto de tipo troncocónicas, como langosteras y cangrejas. El tiburón azulejo es una especie considerada epipelágica, de distribución circumpolar (Compagno, 1984). En el Océano Pacífico Sureste es encontrado en gran abundancia y capturado por múltiples flotas, principalmente con palangre de superficie. La sierra por otra parte, es considerado un pez bentopelágico, con reconocida distribución en plataformas continentales o alrededor de islas (Nakamura & Parin, 1993). Dentro de los peces demersales, el chancharro ha sido descrito para el Archipiélago de Juan Fernández por Pequeño y Sáez (2000), como una de las 5 especies de la familia Scorpaenidae, mientras que el congrio de profundidad ha sido capturado con muy baja incidencia, como fauna acompañante de la pesca de orange roughy en los montes submarinos de Juan Fernández, bajo la denominación de *Bassanago albescens* (Bahamonde *et al.*, 1999).

En una pesca exploratoria con espineles en 1996-1997 en los alrededores de la Isla Robinson Crusoe, 15 y 50 millas náuticas al oeste de los montes submarinos explorados, también se reportó la presencia de estas dos últimas especies de peces demersales (Arana & Vega, 2000a). El chancharro fue capturado en casi todas las transectas perpendiculares a la isla, en estaciones entre 200 y 300 m de profundidad, en tanto que el congrio de profundidad sólo se registró en las transectas del sector oriental de la isla (Puerto Francés e Islote Juanango), entre 300 y 400 m de profundidad.

A modo referencial, el número de especies ícticas principalmente litorales (inter y submareales) que habitan en el Archipiélago de Juan Fernández, alcanzan a 51 agrupadas en

---

27 familias. La familia con mayor número de especies corresponde a Serranidae con 6 y luego Bothidae y Scorpaenidae con 5 especies. Luego, Blenniidae con 4; Carangidae y Kyphosidae con 3; Macrorhamphosidae, Sciaenidae y Labridae con 2 y el resto, 17 (63% entre las familias) sólo están representadas por una especie. Los géneros, *Paralichthys* (Familia Bothidae) están representados por 5 especies, *Scartichthys* por 4, *Girella* por 3 especies, *Chironemus*, *Scorpaena* y *Plectranthias* con 2 especies y, el resto, sólo está representado por una especie en cada caso (Pequeño y Sáez, 2000). Según estos autores, el grado de endemismo alcanzaría a un 25,5% y existirían especies comunes con zonas muy lejanas como Hawaii, Nueva Zelanda y Australia.

No obstante la cantidad de especies antes mencionada, solo algunas son explotadas. Las especies con más importancia según registros del Servicio Nacional de Pesca son la breca (*Nemadactylus gayi*), el bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*), la anguila o morena (*Gymnothorax porphyreus.*), el jurel (*Trachurus murphyi*), el pampanito (*Scorpiis chilensis*) y la vidriola (*Seriola lalandi*). La captura de estas especies tiene por finalidad tanto abastecer de carnada a las faenas de pesca de langosta y cangrejo dorado, como también destinarlas a consumo en la isla, o procesarlas y comercializarlas en la Isla Robinson Crusoe a pequeña escala para posterior envío al continente (Arana *et al.*, 2006a).

Según Arana *et al.* (2006a), las zonas de captura de especies ícticas en torno a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, se encuentran cercanas al poblado de San Juan Bautista, siendo los principales caladeros el islote Juanango y bahía El Caldero, para especies de mayor tamaño, en tanto que en bahía Cumberland se capturan principalmente peces de menores tallas, los que son utilizados para carnada de espineles y trampas anguileras. De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto FIP 2004-48 por Arana *et al.* (2006a), la diversidad de especies de peces capturadas para carnada en la Isla Robinson Crusoe es variada, identificándose al menos 29 especies dentro de las cuales se menciona el chancharro. Las más importantes en función al peso capturado, fueron jerguilla (*Girella* spp.), vidriola, bacalao de Juan Fernández y anguila o morena.

---

En el caso de las dos especies de crustáceos registrados en las prospecciones con trampas en los montes JF1 y JF2, tanto el cangrejo dorado como la centolla de Juan Fernández, ya han sido descritas como dos de las cinco especies de crustáceos decápodos que han sido capturadas en faenas de pesca exploratoria y experimental con trampas en torno a la Isla Robinson Crusoe y Santa Clara (Retamal & Arana, 2000). La presencia de la centolla de Juan Fernández ha sido descrita originalmente en el Archipiélago de Juan Fernández por Retamal (1981) y en las Islas Desventuradas por Báez & Ruiz (1985), considerándose endémica de esta zona del Pacífico Sureste. Batimétricamente se distribuye entre 100 y 300 m, siendo la mayor abundancia se encontrada a los 200 m alrededor de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Retamal & Arana, 2000). Se encuentra en fondos planos, preferentemente fangosos o arenosos (Arana & Vega, 2000b).

A diferencia de la centolla de Juan Fernández, el cangrejo dorado ha sido reportado frente a Zapallar y Quintero, en la costa central de Chile continental (Báez & Andrade, 1977; Andrade & Báez, 1980; Andrade, 1987), además del Archipiélago de Juan Fernández, cordón submarino del Archipiélago de Juan Fernández e islas San Félix y San Ambrosio (Retamal, 1981; Chirino-Gálvez & Manning, 1989) y en el cordón submarino de Nazca, principalmente al este de los 90°W (Parin *et al.*, 1997). En general se distribuye entre 200 y 2.000 m de profundidad (Dawson & Webber, 1991). En el cordón submarino de Nazca se ha encontrado entre 420 y 800 m (Parin *et al.*, 1997), mientras que en torno a la islas Robinson Crusoe y Santa Clara se capturó entre 100 y 1.000 m de profundidad, presentando una mayor abundancia en los 300 m y entre 500 y 600 m (Arana, 2000). Se encuentra principalmente en fondos fangoso-arenosos (Arana y Vega, 2000b).

En forma general, la reducida cantidad de especies de especies que pudieron ser obtenidas durante las prospecciones efectuadas sobre los montes submarinos JF1 y JF2, tuvieron como causa principal, los tipos de sistemas de pesca, observación y muestreo que fueron empleados. Esto principalmente por que se trató de privilegiar métodos de muestreo directo, de características no intrusivas como fotografía submarina, y artes y aparejos de pesca como trampas y espineles, por sobre métodos tradicionales de arrastre o dragado, tal como fue especificado en las consideraciones metodológicas de los Términos Básicos de Referencia del

---

proyecto. Es por esto que uno de los principales resultados obtenidos en las campañas de prospección fue que, si realmente se quiere saber que especies habitan en ecosistemas de montes submarinos, que han sido explotados, y por consiguiente restringidos a ciertos lugares de difícil acceso y sobre ciertas profundidades, es técnicamente necesario el uso de redes de arrastre de fondo. Tanto las corrientes en estas zonas, como la limitada operatividad de buques pesqueros sin una plataforma amplia de trabajo para líneas de trampas, afectan también el buen desempeño e intensidad de muestreo que es posible efectuar.

Resultados similares a los presentados, fueron obtenidos en la expedición MARCHILE IX en mayo – junio de 1973 (Cerde, 1977), en la que se realizaron lances exploratorios con espineles en la zona de los montes submarinos JF1 y JF2 entre otros. En esa oportunidad se registraron 4 especies de la clase Teleostomi, *Poliprion oxigeneios*, *Conger* sp., *Gilbertia* sp. y *Mora pacifica*, y 3 especies de Elasmobranchii, *Etmosterus* sp., *Etmosterus granulosus* y *Somniosus* sp.

Por otra parte, tal como se pudo observar en las fotografías submarinas, el sustrato marino en la planicie de los montes JF1 y JF2 (hasta aproximadamente 600 m de profundidad), presenta características similares a las reportadas en la literatura para lugares que han sido fuertemente impactados por artes de arrastre de fondo. Conversaciones con pescadores artesanales confirmaron que 15 a 20 años atrás, en esos lugares efectivamente se encontraba una fauna rica en especies de peces y crustáceos. Generalmente se trasladaban a estos “bajos” para capturar principalmente bacalao de Juan Fernández, y cuando calaban trampas langosteras, capturaban gran cantidad de cangrejo dorado y centolla de Juan Fernández, en la mayoría de los caladeros y profundidades.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, si bien se visualizó el impacto físico de la pesca de arrastre sobre estas unidades de estudio (montes submarinos JF1 y JF2), no fue posible registrar el grado de endemismo de las especies presentes, lo que también dice relación al hecho de poder determinar si estos son ecosistemas marinos vulnerables. Por lo tanto, se recomienda con extrema urgencia, continuar con otros estudios de esta misma naturaleza en estos montes, para efectivamente determinar el endemismo de las especies presentes, y si estos

---

sistemas constituyen ecosistemas marinos vulnerables, para de esta forma hacer las recomendaciones pertinentes a la autoridad que administra la actividad, sobretodo considerando que en estos momentos continua la actividad extractiva en esta zona.

### **Pesquerías en montes submarinos**

Desde inicios de la pesquería del orange roughy, la Subsecretaria de Pesca mostró una tendencia por incrementar la cuota global de captura, a pesar del no conocimiento acerca de la abundancia de los stocks en el Archipiélago de Juan Fernández (Young et al. 2000; Gálvez et al. 2006). A partir del año 2002, esta cuota se incrementó en forma considerable, sin embargo a pesar del incremento, esta nunca ha sido extraída en su totalidad y más aún, se ha observado un descenso en la proporción del desembarque. Además, la distancia arrastrada a partir del año 2002 registró un fuerte aumento, la que llegó a cerca de los 600 km arrastrados. Durante el año 2003 esta cifra fue superada llegando alcanzar casi los 700 km arrastrados con un fuerte incremento en la tasa de crecimiento de la CPUE acumulada. Al final del periodo analizado, la distancia arrastrada cae fuertemente, la que llegó a registrar un valor medio de 100 km arrastrados con un fuerte descenso en la capturas.

El índice IRP proporciona una medida de la intensidad relativa de la pesca de arrastre en un monte submarino, permitiendo categorizar los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández de acuerdo a la densidad y la dirección del arrastre. Altas intensidades de pesca estuvieron concentradas en los montes JF2, JF4 y JF3, ubicados al costado este del Archipiélago. Los dos componentes del IRP fueron la densidad de arrastre y su dirección, ya que la duración del arrastre fue reportada cercano al minuto y la velocidades de arrastres son usualmente constante, el cálculo del largo del arrastre es probablemente un adecuado indicador del área barrida. Aunque podría estimarse el área barrida para cada lance y hacer el calculo del área total barrida evitando sumar aquellas áreas donde se producen intersecciones entre los lances de posca. La mayor incertidumbre en cuantificar el IRP fue el área estimada para cada monte submarino, dado por no contar actualmente con una base de datos estándar en resolución y cobertura que permitan definir detalladamente el área basal donde se distribuyen los recursos. La obtención de datos de la dirección del lance fue problemático porque muchas las posiciones de inicio y final del calado suelen ser las mismas y una gran parte de los lances

---

de pesca se realizan a distancias menores a los 2 kilómetros. Casi la totalidad de los montes estudiados la distribución de la dirección del arrastre no fue aleatoria, sugiriendo que los pescadores comerciales de estos recursos tienen algún grado de conocimiento a preferir ciertas áreas (rutas de arrastre) mientras que otras áreas que están adyacentes no son afectadas por la pesca.

O'Driscoll & Clark (2005) plantean que se podría modificar este índice intentando considerar la componente de la dirección de arrastre con un mayor detalle mediante la exploración de distribuciones de la dirección a una alta resolución (intervalos de 10 grados), teniendo en cuenta los aspectos de la calidad del dato a analizar. De cualquier modo, se encontró que casi en todos los montes submarinos mostraron lances de pesca en todas las direcciones, dejando la opción de que este potencial sesgo podría no tener un impacto mayor en el cálculo de IRP. Este índice puede no evaluar directamente el impacto de la pesca sobre un monte submarino, pero podría relacionarse con otros índices ecológicos de manera de tener un indicador del impacto ecológico de la pesca de arrastre sobre el sustrato y la fauna asociada, pudiendo variar por el tipo de sustrato y la intensidad de pesca. Clark & O'Driscoll (2003) presentan datos de cruceros fotográficos que muestran la distribución de coral en cuatro montes submarinos con diferentes niveles de intensidad de pesca. Montes submarinos con un valor alto de IRP tiene una baja ocurrencia y abundancia de hábitat de coral que montes con bajo IRP. Es por esto que es necesario realizar cruceros de investigación que permitan por una parte, definir en una alta resolución espacial los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández para obtener el área real de cada monte y así estimar con un mínimo de sesgo la intensidad de la pesca. Por otra parte, realizar cruceros de investigación temporales que permitan cuantificar el ecosistema asociado a los montes submarinos y así evaluar de una manera confiable el impacto de la pesca a la biodiversidad de los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández.

Los análisis de variabilidad espacial de los recursos pesqueros en los montes submarinos muestran que las densidades relativas asociados al monte submarino JF2 presentaron una fuerte variabilidad espacial durante los años 2001 y 2003. Esta variabilidad espacial se vio afectada por una disminución de la abundancia relativa de los dos principales recursos

---

pesqueros explotados en este monte, el orange roughy (*Hoplostetbus atlanticus*) y el alfonsino (*Beryx splendens*) y por una fuerte contracción espacial de dichos recursos representado por un cambio significativo en el rango del variograma, ya que este proporciona una medida de la correlación espacial por medio de la descripción de cómo los datos están relacionados con la distancia y la dirección. Esto fue evidente ya que a partir del año 2002 la distancia arrastrada registro un fuerte aumento, la que luego alcanzó cerca de los 600 km de arrastre y en el año 2003 esta cifra fue superada llegando a alcanzar casi los 700 km con un fuerte incremento en la tasa de crecimiento de la CPUE acumulada.

El efecto de la explotación comercial en el monte submarino JF2 produjo una disminución del orden del 85% del valor del rango, la distancia a la cual los pares de datos no están correlacionados, desde el año 2001 al 2003. Esto evidencia que la distancia a la cual no existe correlación disminuye considerablemente durante el periodo de máxima explotación pesquera. Durante el 2001 las agregaciones de los recursos pesqueros estuvieron simétricamente distribuidos hasta los 4 km, sin embargo, durante el 2003 este valor bajó considerablemente hasta alcanzar el valor de 0,6 km. Pankhurst (1998) señala que en los montes submarinos de Nueva Zelanda el orange roughy se agrega en el mismo tiempo y en el mismo lugar cada año haciendo muy predecible. Estas densas agregaciones producen una amplia amplitud acústica retrodispersada y muy bien identificable, haciéndolo muy vulnerable a la pesca comercial. También se ha señalado que durante los periodos reproductivos, las agregaciones de orange roughy tienden a permanecer inmóvil durante varios periodos o varios días (Bull *et al.*, 2001).

### **Sobre el impacto de la pesca sobre el ecosistema marino**

Como ha sido anteriormente mencionado, el impacto humano más importante sobre el ecosistema marino es la pesca, lo que ha provocado gran preocupación en la comunidad internacional. Existe bastante información que sugiere que la explotación pesquera no sólo afecta los stocks de especies objetivo, además de otras especies, sino también la comunidad de organismos, procesos ecológicos y todo el ecosistema, pudiendo causar efectos en cascada hacia abajo de la cadena trófica que reduce la diversidad y productividad (García *et al.*, 2003). También son afectados hábitats vulnerables como arrecifes o montes submarinos, cuando las

---

artes de pesca entran en contacto con el sustrato o indirectamente alterando las relaciones entre las especies vegetales, invertebrados y peces. Estos impactos no son uniformes, son afectados por la distribución espacial y temporal del esfuerzo pesquero, y varía con el método de pesca usado y con el tipo de hábitat o ambiente.

En este contexto, existen por tanto efectos directos e indirectos de la pesca. Los efectos directos son: i) la mortalidad de especies objetivo y no objetivo, y el daño o destrucción de especies bentónicas, haciéndolas vulnerables a carroñeros o depredadores, ii) pérdida del hábitat, como efecto de la destrucción o perturbación causada por los sistemas de pesca sobre el fondo marino (National Research Council, 2002). Los efectos indirectos de la pesca por otra parte, resultan en cambios en el ecosistema. Dentro de los principales se encuentran: 1) el efecto de la pesca sobre relaciones depredador-presa, las que pueden generar cambios en la estructura de la comunidad, que no podrá ser revertida a su condición original a menos que se detenga la presión pesquera; 2) la pesca puede alterar el tamaño poblacional y la composición de tamaños de las especies, afectando las poblaciones de grandes especies de lento crecimiento y madurez tardía. Esto daría paso a cambios en la abundancia relativa de especies con diferentes rasgos de historia de vida; 3) la pesca puede también afectar poblaciones de especies no objetivo como aves, cetáceos, reptiles y elasmobranchios, 4) la pesca fantasma de sistemas de pesca perdidos que continúan pescando, 5) la reducción de la complejidad del hábitat y la perturbación de las comunidades del fondo marino y, 6) la pesca puede llevar a una selección genética del tamaño y características reproductivas de un determinado stock.

Dentro de los efectos que han causado mayor preocupación, está el impacto negativo del arrastre de fondo sobre EMV y su biodiversidad asociada. El arrastre de fondo involucra principalmente dos aspectos. Primero la sustentabilidad de la explotación de stocks de especies objetivo, dado por el excesivo esfuerzo y capacidad pesquera. El segundo se refiere al impacto de las pesquerías de arrastre debido a: i) la selectividad inadecuada de las redes y su impacto sobre juveniles de las especies objetivo y especies no objetivo que pueden o no ser descartadas, y ii) el impacto físico sobre el fondo y su fauna, y el consecuente daño a estos ecosistemas vulnerables como hábitats críticos para la biodiversidad marina (National Research Council, 2002).

---

Aunque existe evidencia de que algunos aparejos de pesca como palangres y redes de pared de fondo y trampas pueden afectar el fondo marino, el arrastre de fondo parece ejercer los impactos más perturbadores debido a su extenso uso y contacto con el fondo (ICES, 2005). Las redes de fondo remueven organismos, roca y sedimentos, reduciendo la complejidad del habitat, y en las mezclas de sustrato blando, levantando el sedimento, lo que puede sofocar comunidades de fondo que se alimentan por suspensión. Otro aspecto importante, es que el bycatch de especies no objetivo puede ser muy elevado (Freiwald *et al.*, 2004). Los efectos negativos del arrastre de fondo han sido bien documentados para los arrecifes de coral de *Oculina* al este de Florida (Freiwald *et al.*, 2004), arrecifes en las cumbres de montes submarinos del sur de Tasmania (Koslow *et al.*, 2001), bancos oceánicos de aguas de Nueva Zelanda (ICES, 2005), jardines de octocoral en aguas de Alaska (Heifetz, 2002), fondos coralinos de Nueva Escocia (Breeze *et al.*, 1997), arrecifes de *Lophelia* en aguas escandinavas (Fossa *et al.*, 2002), aguas al oeste de Irlanda (Hall-Spencer *et al.*, 2002), en el norte de Rockal Trough en los montes Darwin y en Porcupine Seabight al oeste de Irlanda y el Reino Unido (Masson *et al.*, 2003), toda la extensión correspondiente al quiebre de la plataforma del Atlántico Noreste desde Irlanda, Escocia y Noruega (Rogers, 1999), en el Northeast Channel y Stone Fence en la boca de Laurentian Channel (Freiwald *et al.*, 2004) y costa fuera de Nueva Inglaterra (Auster & Langton, 1999). Otros impactos han sido asociados a las pesquerías de arrastre fuera de la ZEE de Azores, que operaron sobre alfonsino, orange roughy, pez cardenal de profundidad (*Epigonus telescopus*), el sable negro (*Aphanopus carbo*), muchas especies de tiburones de aguas profundas, el bacalao (*Poliprion americanus*) y a lo largo del límite norte del Mid-Atlantic Ridge, y en el Reykjanes Ridge para el granadero de nariz redonda (*Coryphaenoides rupestris*) y alfonsinos. Según Gordon *et al.* (2003), el impacto actual de estas pesquerías, sobre hábitats sensibles de aguas profundas y las especies presentes es desconocido. Se ha sugerido que en partes del talud continental europeo, la distribución de *Lophelia pertusa* y arrecifes asociados, han sido fuertemente reducidos por arrastre intensivo (ICES, 2005). Según National Research Council (2002), el impacto del arrastre de fondo sobre habitats de profundidad frágiles, resulta cuando las puertas de las redes y el raspado con barras del fondo marino, remueven organismos epibentónicos y perturban también el sustrato estable.

---

## Impacto sobre EMV

Un gran número de estudios han documentado los efectos de los sistemas de pesca móviles, incluyendo la pérdida de complejidad de hábitat, cambios en la estructura de la comunidad y en procesos ecosistémicos (National Research Council, 2006). Según García *et al.* (2003) y Pauly *et al.* (1998), también se han observado cambios en estructuras de talla, composición genética, reducciones locales y alteración de las estructuras tróficas. Dentro de las especies objetivo, los investigadores han identificado dos tipos diferentes de categorías de especies de peces de aguas profundas: 1) especies de amplia distribución que aparecen en bajas densidades en casi todas partes de su rango de distribución, p.e., el granadero de nariz redondeada, y 2) especies asociadas a montes submarinos que forman densas agregaciones en habitats particulares o en algún momento, y que presentan bajas densidades en otras condiciones. En todo el mundo, 60 o 70 especies de peces, mariscos y valiosos corales han sido explotados en montes submarinos (Koslow *et al.*, 2001; Garibaldi & Limongelli, 2002).

Por otra parte, el bycatch y descarte es un problema común en todas las pesquerías de aguas profundas. Algunos tipos de artes de pesca pueden causar excesivo bycatch, especialmente si no se toman medidas precautorias preventivas. Este tipo de problema se pone de manifiesto en el caso de tiburones de profundidad, los cuales debido a su baja fecundidad y larga vida, son particularmente vulnerables a la sobrepesca (ICES, 2001).

Los habitats de aguas profundas son particularmente sensibles a perturbaciones antropogénicas, debido a su longevidad, crecimiento lento, bajas tasas reproductivas y endemismo de los individuos que estructuran el hábitat, su susceptibilidad al incremento de sedimentación, su fragilidad y limitada habilidad de recuperarse de la fragmentación física. Un importante número de estudios han documentado los efectos de artes de pesca móviles sobre hábitat de fondo marino, incluyendo la pérdida de la complejidad del hábitat y cambios en procesos ecosistémicos (National Research Council, 2006). Con la destrucción de hábitat de coral, como resultado de la pesca, hay una reducción en abundancia y diversidad de la fauna asociada (Fossa *et al.*, 2002). Según Collie *et al.* (1997), en Georges Bank, habitats de grava poseen consistentemente mayor abundancia, biomasa y diversidad de especies que lugares en

---

que se ha pescado. Lugares dominados por coral fueron comparados con lugares fuertemente pescados, encontrándose que la biomasa de los sustratos dominados por coral poseían en promedio siete veces más biomasa que los lugares donde se pescó fuertemente (Koslow *et al.*, 2001).

Según Koslow *et al.* (2000), evidencia sobre el daño a comunidades bentónicas de profundidad, como el daño sobre invertebrados bentónicos en montes submarinos, también ha sido bien documentada. Han sido impactados corales de profundidad, los que a menudo se encuentran en áreas de montes submarinos. Con su lento crecimiento y a menudo bajos niveles de reclutamiento, si son agotados, las comunidades coralinas podrían tardar siglos en recuperarse. Piezas de corales scleractinarios fueron extraídos ampliamente a lo largo del margen continental europeo, desde Francia hasta Noruega (Hall-Spencer *et al.*, 2002). En forma anecdótica, se ha reportado que trozos de más de 1 m<sup>2</sup> fueron extraídos en arrastres a lo largo del quiebre de la plataforma de Irlanda. Algunos de esos fragmentos de coral fueron fechados con técnicas de carbono, estimándose sobre 4.000 años de edad (Heifetz, 2002).

Estudios comparativos han mostrado diferencias claras en la estructura de la comunidad bentónica, en áreas en que se ha hecho arrastre y en las que no (Lokkeborg, 2005). Un bycatch de coral de 3.000 kg fue documentado desde seis arrastres en montes submarinos de Australia que no habían sido anteriormente usados en la pesca de orange roughy, mientras que los niveles de bycatch en montes submarinos que son fuertemente pescados sólo alcanzó a alrededor de 5 kg en trece arrastres (Clark *et al.*, 1999). Anderson & Clark (2003) mencionan que el bycatch de coral en los primeros dos años (1997-1998) de arrastre de fondo de orange roughy, sobre South Tasman Rise, alcanzó 1.762 toneladas, pero rápidamente se redujo a sólo 181 toneladas en 1999 y 2000. En relación a lo anterior, Koslow & Gowlett-Holmes (1998) reportan que en los montes submarinos fuertemente impactados con pesca de orange roughy y oreos (*Pseudocyttus maculatus* y *Allocyttus niger*), que poseían también el coral formador de arrecife *Solenosmilia varibilis*, la biomasa y riqueza de especies fue drásticamente reducida y se anticipa que si esta comunidad se recupera, este proceso será muy lento. Al respecto, el sustrato donde se pescó quedó constituido en más de un 90% por roca desnuda en la mayoría de las profundidades.

En forma general, se ha podido observar que aunque los arrastres tienen un efecto inmediato y visual de corto plazo, sobre la estructura física y la biodiversidad de muchos hábitats altamente estructurados y vulnerables (e.g. arrecifes de coral), el efecto de largo plazo en ambientes menos estructurados que cubren la mayoría del fondo de los océanos (sustratos blandos), también es considerable y ha sido muy poco documentado.

---

## 6. CONCLUSIONES

Se identificaron un total de 118 montes submarinos dentro de la ZEE de Chile. Para facilitar el proceso la ZEE de Chile continental e insular fue dividida en 7 zonas, siendo el número montes por cada zona de análisis el siguiente: 35 en Isla de Pascua, 21 en San Félix, 21 en la zona Norte, 15 en Juan Fernández, 10 en la zona Sur Austral, 9 en la zona Sur y 8 en la zona Centro. Al analizar el área superficial ( $\text{mn}^2$ ) se puede apreciar que las mayores dimensiones se encuentran dentro de la ZEE de áreas insulares, destacándose la zona de San Félix. Respecto a la profundidad de la cima, se puede observar que las cimas más someras se encuentran en las zonas de Juan Fernández, San Félix, Sur, Sur Austral e Isla de Pascua.

Investigaciones destinadas a conocer la biodiversidad en montes de aguas adyacentes a nuestras costas se han realizado desde fines de la década del 50. Estas investigaciones fueron principalmente rusas, en la cordillera de Nazca y Sala y Gómez, las que se encontraron limitadas por las 200 millas de la ZEE de Chile y Perú. En el archipiélago de Juan Fernández la información se reduce a algunos trabajos derivados de expediciones donde se destaca H.M.S. “Challenger” (1873 -1876), la realizada por el zoólogo alemán Dr. Ludwig H. Plate (1893 – 1895), la expedición sueca del Pacífico (1916 – 1917), B/I “Anton Bruun” (1966), Marchile VIII (1972), Marchile IX (1973), Crucero CIMAR 6 Islas Oceánicas (2000) y B/I “Koyo Maru” (2004. Una recopilación sistemática de información de biodiversidad en montes ha sido recolectada en el marco del proyecto “Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales: Pesquería Demersal Centro-Sur y Aguas Profundas”, que recopila información de fauna acompañante de la pesquería de arrastre de fondo efectuada en los montes

Se evaluó la intensidad relativa de pesca (IRP) en los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández. El IRP estima la intensidad relativa de la pesca de arrastre sobre los montes submarinos, incorporando información de la densidad de la pesca sobre los montes como una proporción de un área basal definida por el veril de los 900 metros de profundidad y por la proporción dada por las direcciones angulares en que se desarrollaron los arrastres. Un análisis detallado de los registros pesqueros fue realizado para obtener más de

5.000 datos validados los que fueron empleados para realizar el cálculo del IRP para cada uno de los montes submarinos. El monte submarino que obtuvo el mayor valor del IRP fue el JF4 (76.88°W;33.44°S) con un valor de 11.7 km<sup>-1</sup> y una área estimada de 90 km<sup>2</sup>. El monte JF2 (77.69°W;33.56°S) presentó un valor de 10.5 km<sup>-1</sup> con un área estimada de 442 km<sup>2</sup>, los que fueron intensamente pescados en los años 2002, 2003 y 2005, en que la distancia total arrastrada superó los 550 kilómetros. El remuestreo bootstrapping de las direcciones angulares de los lances de arrastre determinó cinco direcciones que fueron no aleatorias con una probabilidad mayor al 95%, en los 0°, 90°, 180°, 225° y 269°. La categorización de la dirección de los lances mostró que un 28% de estos fueron dirigidos en una dirección sur, un 25% en sentido oeste, un 22% en sentido norte y un 25% en sentido este.

Las agregaciones de los recursos pesqueros en el monte submarino JF2 estuvieron simétricamente distribuidos hasta los 4 km durante el 2001, sin embargo, durante el 2003 este valor bajó considerablemente hasta alcanzar el valor de 0,6 km, observándose una fuerte contracción espacial. Esta variabilidad espacial se vio afectada por una disminución de la abundancia relativa de los dos principales recursos pesqueros explotados en este monte, el orange roughy (*Hoplostetbus atlanticus*) y el alfonsino (*Beryx splendens*). Esto fue evidente ya que a partir del año 2002 la distancia arrastrada registró un fuerte aumento, la que llegó a alcanzar cerca de los 600 km de arrastre y en el año 2003 esta cifra fue superada llegando a alcanzar casi los 700 km con un fuerte incremento en la tasa de crecimiento de la CPUE acumulada.

Para la evaluación *in situ* de la biodiversidad de montes submarinos se escogieron los montes submarinos Juan Fernández 1 y 2 (JF1 y JF2). Su elección se basó en varios criterios; presentan actividad extractiva con artes de pesca de arrastre de fondo, se encuentran cercanos a la isla Robinson Crusoe lo que facilitaría la prospección en el caso de algún problema técnico y ambos montes a pesar de que se encuentran cercanos presentan características diferenciales en cuanto a las estimaciones de biomasa de los recursos que allí se explotan. Las operaciones de investigación en la zona de escogida fueron realizadas entre los días 24 y 30 de julio, 21-22 de agosto y entre el 14 de noviembre y 19 de diciembre de 2007, donde se completaron un total de 29 lances con espineles verticales (1.264 anzuelos), 4 lances con

líneas de mano (12 anzuelos), 10 lances con líneas de trampas (108 trampas), 2 lances con palangre de superficie (440 anzuelos), 10 lances con redes zooplanctónicas, 5 lances con rastra, 4 períodos de observación con cámara submarina y 15 toma de muestras de agua de mar para identificación de fitoplancton. Los análisis cuantitativos de las muestras de agua para la identificación de fitoplancton permitieron identificar en total 7 clases de organismos, los cuales se clasificaron en 31 géneros, 23 especies y 3 grupos correspondiente a taxa no identificados y/o separados por fracción de tamaño. De un total de 12 muestras de zooplancton analizadas, se identificaron 26.964 organismos distribuidos en 16 grupos taxonómicos, pertenecientes a seis grandes categorías a nivel de Phylum (Cnidaria, Annelida, Chaetognatha, Arthropoda, Tunicata y Vertebrata). Los organismos vulnerables a los artes y aparejos de pesca usados en la prospección correspondieron a 4 especies de peces y 2 especies de crustáceos. Dentro de los peces, dos especies son pelágicas, el tiburón azulejo (*Prionace Glauca*) y la sierra (*Tyrstites atun*), y dos demersales, el chancharro (*Helicolenus lengerichi*) y el congrio de profundidad (*Pseudoxenomystax nielsenii*). Los crustáceos capturados correspondieron al cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) y la centolla de Juan Fernández (*Paromola rathbuni*). El número de ejemplares de invertebrados recolectados con rastra alcanzó a 409, de los cuales los grupos más importantes corresponden a Echinoidea (Echinacea), Polychaeta, Porifera, Actinaria y Asteroidea.

La zona de estudio (montes submarinos JF1 y JF2) donde se efectuaron las prospecciones presenta un sustrato volcánico predominantemente constituido por escombros de roca y arena. Se encuentra influenciada por 4 masas de agua (Agua Subtropical (AST), Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y finalmente el Agua Intermedia Antártica (AIAA)). La influencia de la AST y la AIAA es débil para ambos montes. La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó una estructura de dos capas, una superficial de unos 100 m bien oxigenada y con concentraciones mayores de  $5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  (90 - 100% de saturación), siendo relativamente cuasi homoóxica. Bajo esta, el oxígeno disuelto disminuyó rápidamente a concentraciones menores de  $1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  (5 - 20% saturación). Durante la campaña oceanográfica del 24 y 25 de julio (invierno) en la zona se observa un leve frente de corriente con anomalías de la ASM negativas en el JF1 y ASM positivas en el JF2; la TSM mostró una condición fría característica de invierno entre  $10^{\circ}\text{C}$  (sector sureste) y  $17^{\circ}\text{C}$  (sector noroeste), una salinidad

---

superficial del mar de aproximadamente 34.3‰ y una concentración de clorofila *a* entre 0.09 y 1 mg/m<sup>3</sup>. Durante las campañas oceanográficas del 26 de noviembre y 3 de diciembre se observa una mayor cantidad de estructuras de mesoescalas como giros y frentes de corrientes en la zona del archipiélago de Juan Fernández, la TSM presentó una condición fría de primavera con valores que fluctuaron entre 14 a 17.5°C y 13 a 18°C respectivamente, la salinidad superficial del mar registra valores cercanos a los 34.1‰, la concentración de clorofila *a* bordea los 0.4 mg/m<sup>3</sup>.

Las fotografías submarinas del sustrato marino, presentan características que pueden atribuirse al impacto físico de artes de arrastre de fondo. Lo que concuerda con la información operacional de la flota, que muestra que la actividad se realiza preferentemente sobre la parte plana y superficial de los montes.

La reducida cantidad de especies que pudieron ser obtenidas durante las prospecciones efectuadas sobre los montes submarinos JF1 y JF2, se debió al sistema de muestreo empleado, restringido a métodos no intrusivos por los Términos Básicos de Referencia del proyecto. Lo que no permitió registrar el grado de endemismo de las especies presentes, y determinar si se está frente a un ecosistema marino vulnerable. Por lo tanto, se recomienda continuar con otros estudios de esta misma naturaleza, que entreguen resultados concluyentes con respecto a la determinación de ecosistemas marinos vulnerables.

---

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvariño, A. 1985. Predation in the plankton realm, mainly with reference to fish larvae. *Invest. Mar. CICIMAR*, 2: 1-122.
- Anderson, O. y M. Clark. 2003. Analysis of bycatch in the fishery for orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, on the South Tasman Rise. *Marine and Freshwater Research* 54: 643-652.
- Andrade, H. 1985. Crustáceos decápodos marinos del archipiélago de Juan Fernández. En: "Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández", P. Arana (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 109-116.
- Andrade, H. 1987. Distribución batimétrica y geográfica de macroinvertebrados del talud continental de Chile central. *Cienc. y Téc. Mar, Cona* 11: 61-94.
- Andrade, H. & P. Báez. 1980. Crustáceos decápodos asociados a la pesquería de *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955 en la zona central de Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*, 37: 261-267.
- Antezana, T. 1981. Zoogeography of euphausiids of the South Eastern Pacific Ocean. *Memorias del Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton, UNESCO, Montevideo*, pp. 5-23.
- Arana, P. 1983. Estado en que se encuentra la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). *Análisis de Pesquerías Chilenas. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso*, pp. 77-111.
- Arana, P. 2000. Pesca exploratoria con trampas alrededor de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 28: 39-52.
- Arana P. & R. Vega. 2000. Pesca exploratoria con espineles en aguas profundas en torno a la isla Robinson Crusoe (Archipiélago de Juan Fernández), Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 28: 219-230.
- Arana, P. & S. Ziller. 1985. Antecedentes generales sobre la actividad pesquera realizada en el Archipiélago de Juan Fernández. En: P. Arana (ed.). *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso*, pp. 125-152.
- Arana, P., S. Palma, A. Guerrero, M. Ahumada & A. Jofré. 2006a. Monitoreo biológico-pesquero de la langosta y cangrejo en el Archipiélago de Juan Fernández (Proyecto FIP 2004-48). *Informe Final. Estud. Doc., PUCV*, 32/2006: 288 pp.

- 
- Arana, P., M. Ahumada, A. Guerrero, V. Espejo, E. Yáñez, C. Silva, B. Ernst & J.M. Orensanz. 2006b. Evaluación de stock y distribución de la langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández (Proyecto FIP 2005-21). Informe Final. Estud. Doc., PUCV, 27/2006: 257 pp.
- Arana, P. & C. Olate. 2000. Composición de las capturas de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) y determinación de parámetros biológico-pesqueros durante la temporada de pesca 1996-1997. Investig. mar. 28: 83-115.
- Arana, P.; Olivari, R. y S. Palma. 1976. Los Recursos Marinos Renovables del Archipiélago de Juan Fernández. En: Echeverría, y Arana (ed) Estudios Internacionales: Las Islas Oceánicas de Chile. 261-333. Santiago, Chile.
- Arana, P y V. Venturini. 1991. Investigación biológico-pesquera de crustáceos en la cordillera de Nazca (OPS). Inf. Tecnico. Pesca Chile, 47: 1-86.
- Auster, P & R. Langton. 1999. The effects of fishing on fish habitat. In Benaka L (ed) Essential Fish Habitat and Rehabilitation. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp. 150-187.
- Báez, P. & H. Andrade. 1977. *Geryon affinis* Milne Edwards y Bouvier, 1894, frente a las costas de Chile (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Geryonidae). An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso, 10: 215-219.
- Báez & Ruiz, 1985. Crustáceos de las islas oceánicas de Chile depositados en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago. En: P. Arana (ed.). Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Esc. Ciencias del Mar, UCV, pp. 93-108.
- Beckmann, A. & C. Mohn. 2002. The upper ocean circulation at Great Meteor Seamount. Part II: Retention potential of the seamount induced circulation. Ocean Dynamics, 52:194-204.
- Bellwood, D. R., T. P. Hughes, C. Folke & M. Nystrom. 2004. Confronting the coral reef crisis. Nature 429, 827-833.
- Boehlert, G.W. & M.P. Seki. 1984. Enhanced micronecton abundance over mid-Pacific seamounts. EOS. Trans. Am. Geophys. Union, 65: 298 pp.
- Boehlert, G. W. & A. Genin. 1987. A review of the effects of seamounts on biological processes. In: Ketaing, B.H, B. Fryer, R. Batiza, G. W. Boehlert (eds.): Seamounts, Islands and Atolls. Geophys. Monogr. 43:319-334.
- Boltovskoy D.1999. South Atlantic Zooplankton. Vol.1, Netherlands. 265-384 pp

- Breeze H., D. Davis & M. Butler. 1997. Distribution and status of deep-sea corals off Nova Scotia. Marine Issues Committee Special Publication 1. Ecology Action Centre, Halifax, Nova Scotia.
- Brodeur, R.D. & W.G. Pearcy. 1983. Food habits and dietary overlap of some shelf rockfishes (genus *Sebastes*) from the northeastern Pacific Ocean. *Fish. Bull.*, 82: 269–293.
- Bull, B., I. Doonan, D. Tracey & A. Hart. 2001. Diel variation in spawning orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*, Trachichthyidae) abundance over a seamount feature on the north-west Chatham Rise. *N.Z.J. Mar. Freshwater Res.*, 35: 435-444.
- Carpenter, J.H., 1965. The Chesapeake Bay Institute technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnology and Oceanography* 10, 141-143.
- Cerda, R. 1977. Pesca exploratoria con espineles en los montes submarinos situados entre Valparaíso y archipiélago de Juan Fernández. *Cienc. Téc. del Mar, CONA* 3: 3-8.
- Chirino-Gálvez, L.A. y R.B. Manning. 1989. A new deep-sea crab of the genus *Chaceon* from Chile (Crustacea, Decapoda, Geryonidae). *Proc. Biol. Soc. Washington*, 102(2): 401-404.
- Chuenpagdee, R., L.E. Morgan, S.M. Maxwell, E. Norse & D. Pauly. 2003. Shifting gears: assessing collateral impacts of fishing methods in US waters. *Front. Ecol. Environ.* 1: 517-524.
- Clark, M. 2001. Are deep water fisheries sustainable? The example of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand. *Fish. Res.*, 51: 123–135.
- Clark, M. y R. O'Driscoll. 2003. Deepwater fisheries and Aspects of Their Impact on Seamount Habitat in New Zealand. *J.North w.Atl.Fish.Sci.* 31: 441-458.
- Clark, M., S. O'Shea, D. Tracey & B. Glasby. 1999. New Zealand region seamounts. aspects of their biology, ecology and fisheries. Report prepared for the Department of Conservation, Wellington, August 1999. 107 pp.
- Coehlo, H. y R. Santos. 2003. Enhanced primary production over seamounts: A numerical study. 4º SIMPOSIO sobre el MARGEN IBÉRICO ATLÁNTICO: 1-2.
- Cohen, D.M., T. Inada, T. Iwamoto & N. Scialabba. 1990. FAO Species Catalog, Vol. 10, Gadiform fishes of the world. *FAO Fish. Syn.*, 125(10): X + 442 pp.-77. USA.

- Collie, J.S., K. Richardson & J.H. Steele .2004. Regime shifts: can ecological theory illuminate the mechanisms? *Progr. Oceanogr.* 60: 281-302.
- Collie, J., G. Escanero & P. Valentine. 1997. Effects of bottom trawling on the benthic megafauna of George's Bank. *Marine Ecol. Prog. Ser.* 155, pp. 159-172.
- Comeau, L.A., A.F. Venzina, M. Bourgeois & S.K. Juniper. 1995. Relationships between phytoplankton production and the physical structure of the water column near Cobb Seamount, north-east Pacific. *Deep-Sea Res.*, 42: 993-1005.
- Compagno, L., 1984. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. Part. 2. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop. (125) Vol. 4 Pt. 2: 249 pp.
- Conan, 1975. Pesca exploratoria con trampas en cerros submarinos del Archipiélago de Juan Fernández. CIMAR, UCV, no publicado.
- Cressie, N.A.C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley & Sons, New York.
- Cryer, M., B. Hartill, y S. O'Shea. 2002. Modification of Marine Benthos by Trawling: Toward a Generalization for the Deep Ocean? *Ecological Applications* 12(6): 1824-1839.
- Cupp E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Vol.5, N°1. California. Estados Unidos.1-237 pp
- Cury, P. & L. Shannon. 2004. Regime shifts in upwelling ecosystems: observed changes and possible mechanisms in the northern and southern Benguela. *Progr. Oceanogr.* 60: 223-243.
- Dawson, E.W. & W.R. Webber. 1991. The deep-sea red crab *Chaceon* ("Geryon"): A guide to information and reference list of the Family Geryonidae. *Nat. Mus. New Zealand, Miscelaneous Series*, 24: 83 pp.
- De Forges, B., J. Koslow, y G. Poore. 2000. Diversity and endemism of the benthic seamount fauna in the southwest Pacific . *Nature* 405: 944-947.
- Deutsch & Journel. 1992. GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. Oxford University Press, New York, 1992.
- Dower, J.F. & D.L. Mackas. 1996. Seamount effects in the zooplankton community near Cobb Seamount. *Deep-Sea Res. I*, 43: 837-858.
- Dower, J., H Freeland & K Juniper. 1992. A strong biological response to oceanic flow past Cobb Seamount. *Deep-Sea Res.*, 39 (8): 1139-1145.

- Dulvy, N., R. Freckleton & N. Polunin. 2004. Coral reef cascades and the indirect effect of predator removal by exploitation. *Ecol. Lett.* 7: 410-416.
- Dupré, E. 1975. Lista de crustáceos decápodos citados para el archipiélago de Juan Fernández. CIMAR, Documento técnico, 8/75: 46 pp
- Ecker, M.D. & A.E. Gelfand. 1999. Bayesian modeling and inference for geometrically anisotropic spatial data. *Mathematical Geology*, 31, 67-83.
- ETOPO2v2 Global 2' Elevations CD-ROM. National Geophysical Data Center, NOAA/NGDC, USA. <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>.
- Fagetti, E. 1958. Investigaciones sobre quetognatos colectados, especialmente, frente a la costa central y norte de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 8(1-3): 25-82.
- Fagetti, E. 1959. Salpas colectadas frente a las costas central y norte de Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 9(1-3): 201- 228.
- FAO. 2007. Report and documentation of the Expert Consultation on Deep-sea Fisheries in the High Seas, Bangkok, Thailand, 21-23 November 2006. FAO Fish. Rep. No. 838. Rome. 203 p.
- Fock, H., F. Uiblein, F. Koster & H. Von Weternhagen. 2002. Biodiversity and species-environmental relationships of the demersal fish assemblage at the Great Meteor Seamount (subtropical NE Atlantic) sampled by different trawls. *Mar. Biol.*, 141: 185-199.
- Folke, C., S. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Elmqvist, L. Gunderson & C.S. Holling. 2004. Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 35: 557-581.
- Fosså, J., P. Mortensen & D. Furevik. 2002. The deep-water coral *Lophelia pertusa* in norwegian waters: distribution and fishery impacts. *Hydrobiologia*. 471. pp. 1-12.
- Freiwald, A., J. Fosså, A. Grehan, T. Koslow & J. Murray-Roberts. 2004. Cold water coral reefs: out of sight-no longer out of mind. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- Froese, R. y A. Sampang. 2004. Taxonomy and Biology of Seamount Fishes. Pages 25-32 in T. Morato and D. Pauly, editors. *Seamounts: Biodiversity and fisheries*.

- Gálvez, P., J. Sateler, J. González, P. Toledo. 2006. Programa Seguimiento del Estado de Situación de las principales Pesquerías Nacionales . Informe Final: Pesquería Demersal Centro-Sur y Aguas Profundas, 2005. Sección I. SUBPESCA – IFOP. 70 pp.
- García, S; A. Zerbi, C. Aliaume, T. Do Chi & G. Lasserre. 2003. The Ecosystem Approach to Fisheries. Issues, Terminology, Principles, Institutional Foundations, Implementation and Outlook. FAO Fisheries Technical Paper. No. 443. Rome, FAO. 71 p.
- Garibaldi, L. & L. Limongelli. 2002. Trends in oceanic captures and clustering of large marine ecosystems: two studies based on the FAO capture database. FAO Fisheries Technical Paper. 435. Rome. FAO. 71 pp.
- Gebrek et al.. 2004. Seamount Invertebrate Database of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology.
- Genin, A. 2004. Bio-physical coupling in the formation of zooplankton and fish aggregations over abrupt topographies. *Journal of Marine Systems* 50: 3-20.
- Genin, A., P.K. Dayton, P.F. Lonsdale & F.N. Spiess. 1986. Corals on seamounts provide evidence of currents accelerations over deep sea topography. *Nature*, 322: 59-61.
- Gianni, M. 2004. High seas bottom trawl fisheries and their impacts on the biodiversity of vulnerable deep-sea ecosystems. IUCN/The world Conservation Union Natural Resources Defense Council WWF International Conservation International.
- Gili, R., L. Cid, H. Pool, Z. Young, D.M. Tracey, P. Horn & P. Marriot. 2002. Estudio de edad, crecimiento y mortalidad natural de los cruceros orange roughy y alfonsino. Fondo de Investigación Pesquera, Chile, Valparaíso, FIP 2000-12. 129 pp.
- Gillet, P. & J.C. Dauvin 2000. Polychaetes from the Atlantic seamounts of the southern Azores biogeographical distribution and reproductive patterns. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 80:1019-1029.
- Golovan and Pakhorukov. 1987. Distribution and Behavior of Fishes on the Naska and Sala y Gomez Submarine Ridges. *Journal of Ichthyology* 27(4): 71-78
- Goodman. L. A. 1960. On the Exact Variance of Products. *American Statistical Association Journal*. 708 – 713 pp.
- Gordon, J., O. Bergstad, I. Figueredo & G. Menezes. 2003. Deepwater fisheries of the Northeast Atlantic: I. Description and trends. *J. Northw. Atl. Fish Sci.* 31, pp. 137-151.
- Gubbay, S. 2003. Seamounts of the north-east atlantic. EVK3-CT-2002- 00073-OASIS.

- Gundersen, L. & L. Pritchard., eds. 2002. Resilience and the Behaviour of Large-scale Systems, Island Press.
- Hall-Spencer, J., V. Allain, J. Fossa, 2002. Trawling damage to Northeast Atlantic ancient corals. *Proceedings of the Royal Society B*. 269. pp. 507–511.
- Haining, R. 1990. *Spatial Data Analysis in the Social and Environmental Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hedley, S. L. and Buckland, S. T. (2004). Spatial models for line transect sampling. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 9:181-199.
- Heifetz J. 2002. Coral in Alaska: distribution, abundance, and species associations. *Hydrobiologia* 47(1). pp. 19-28.
- Hinton, M.G., Maunder, M.N., 2003. Methods for standardizing CPUE and how to select among them. ICCAT Document No. SCRS/2003/034.
- Holland, K., P. Kleiber, y S. Kajiura. 1999. Different residence times of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, and bigeye tuna, *T. obesus*, found in mixed aggregations over a seamount. *Fish.Bull.* 97: 392-395.
- Hughes, TP, AH Baird, DR Bellwood, M. Card, SR Connelly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, JBC Jackson, J. Kleypas, JM Lough, P. Marshall, M. Nyström, S.R. Palumbi, J. M. Pandolfi, B. Rosen & J. Roughgarden 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301: 929-933.
- Hughes, T., D. Bellwood, C. Folke, R. Steneck & J. Wilson. 2005. New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystem. *Trends in Ecology and Evolution* 20(7): 380-386.
- ICES. 2001. Report of The Working Group on Biology and Assessment of Deep-Sea Fisheries Resources. ICES CM 2001/ACFM:23. Copenhagen.
- ICES. 2005. Report of the Working Group on Deep-water Ecology. ICES CM 2005/ACE:02. Copenhagen. 76p.
- Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava. 1989. *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press, New Cork.
- Jackson, J.B., M.X. Kirby, W.H. Berger, K.A. Bjorndal, L.W. Botsford, B.J. Bourque, R.H. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J.A. Estes, T.P. Hughes, S. Kidwell, C.B. Lange, H.S. Lenihan, J.M. Pandolfi., C.H. Peterson, R.S. Steneck, M.J. Tegner & R.R. Warner. 2001.

- 
- Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293: 629-638.
- Johnston, P. y D. Santillo. 2004. Conservation of Seamount Ecosystems: Application of a Marine Protected Areas concept. *Arch.Fish.Mar.Res.* 51: 305-319.
- Journel, A. & C.H. Huijbregts. 1978. *Mining geostatistics*. Academia Press, London.
- Keating, B.H., P. Fryer, R. Baitza & G.W. Boehlert (eds.). 1987. Seamounts, islands, and atolls. *Geo. Monogr.*, 43: 405 pp
- Kelso, M. 2005. The effects of a deep seamount on nutrient, oxygen and chlorophyll distributions in the water column. S199.
- Key, J. 2002. A review of current knowledge describing New Zealand's deepwater benthic biodiversity .1 pp.
- Kidwell, S. 2007. Discordance between living and death assemblages as evidence for anthropogenic ecological change. *PNAS*, 104(45): 17701-17706.
- Kiel, R. 2004. Distribution patterns of oceanic micronekton at seamounts and hydrographic fronts of the subtropical Atlantic Ocean. *der Christian-Albrechts-Universität*.
- Kiriakoulakis, K. and G. Wolff. 2005. Organic Biogeochemistry of Seamounts: a Review. EVK3-CT-2002-00073-OASIS.
- Kitchingman, A. and Lai, S. 2004. Inferences of potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. Pp. 7-12 In: Morato, T. and Pauly, D. (eds.). *Seamounts: Biodiversity and Fisheries*. Fisheries Centre Research Report 12(5).
- Kong, I. & R. Meléndez. 1991. Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturada entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°30' Lat. S). *Estud. Oceanol.*, 10: 1-81.
- Koslow, J. 2003. Vents, seamounts and deepwater coral environments: prospects for high productivity deep-sea environments. *Environmental Future of Aquatic Ecosystems*. 5th International Conference on Environmental Future (5th ICEF). 23-27 Marzo 2003 ETH Zurich, Switzerland
- Koslow, J., K. Gowlett-Holmes, J. Lowry, T. O'Hara, G. Poore, y A. Williams. 2001. Seamount benthic macrofauna off southern Tasmania: community structure and impacts of trawling. *Marine Ecology Progress Series* 213: 111-125.
- Koslow, J.A., G.W. Boehlert, J.D.M. Gordon, R.L. Haedrich, P. Lorange & N. Parin. 2000. Continental slope and deep-water fisheries: implications for a fragile ecosystem. *ICES J.Mar.Sci.* 57:548-557
-

- Koslow, J. & K. Gowlett-Holmes. 1998. The seamount fauna of southern Australia: benthic communities, their conservation and impacts of trawling. Report to Environment Australia and the Fisheries Research Development Corporation. FRDC Project 95/058.
- Levitan, D.R. & T.M. McGovern. 2005. The Alee effect in the sea. In: Marine Conservation Biology: The Science of Maintaining the Sea's Biodiversity. (E. Norse & L. Crowder, eds.). Island Press. 470 pp.
- Lewison, R.L., Crowder, L.B., Read, A.J., Freeman, S.A., 2004. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. Trends Ecol. Evol. Vol. 19, 598-604.
- Lillo, S., Bahamonde R., Leiva B., Rojas M., Barbieri M., Donoso M. & R. Gili. 1999 - Informe Técnico FIP 98 – 05 Prospección del recurso orange roughy (*Hoplostethus* spp) y su fauna acompañante entre la I y la X Región. 141 pp
- Linacre, L. & S. Palma. 2004. Variabilidad espacio-temporal de los eufáusidos frente a la costa de Concepción, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 32(1): 19-32.
- Løkkeborg, S. 2005. Impacts of trawling and scallop dredging on benthic habitats and communities. FAO Fisheries Technical Paper. No. 472. Rome, FAO. 58 pp.
- Lotze, H.K. & I. Milewski. 2004. Two centuries of multiple human impacts and successive changes in North Atlantic food web. Ecol. Appl. 14: 1428-1447.
- MacManus J.W. & J.F. Polsenberg. 2004. Coral-algal phase-shifts on coral reefs: ecological and environmental aspects. Progr. Oceanogr. 60: 263-279.
- Martin, B. & W. Nellen. 2004. Composition and distribution of zooplankton at the Great Meteor Seamount, subtropical North-East Atlantic. Arch. Fish. Mar. Res., 51(1-3): 89-100.
- Mangel, M. & P. Levin. 2005. Regime, phase and paradigm shifts: making community ecology the basic science for fisheries. Phil. Trans. R. Soc. B 360: 95-105.
- Maravelias, C.D., D.G. Reid, E.J. Simmonds & J. Haralabous. 1996. Spatial análisis and mapping of acoustic survey data in the presence of high local variability.
- Masson, D., B. Bett, D. Billett, C. Jacobs, A. Wheeler & R. Wynn. 2003. The origin of deep-water, coral-topped mounds in the Northern Rockall Trough, Northeast Atlantic. Marine Geology. 194. pp. 159-180.

- Meruane, J. 1980. Anfípodos hipéridos encontrados frente a la costa de Valparaíso. Aspectos taxonómicos. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 8(1-2): 145-182.
- Meruane, J. 1982. Anfípodos hypéridos recolectados en las aguas circundantes a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Enero 1974. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 10(1-2): 35-40.
- Mohn, C. y A. Beckmann. Structure and Retention Potential of the flow at Great Meteor Seamount. *Geophysical Research Abstracts* 5, 5688. 2003.
- Moore, J., M. Vecchione, B. Collette, R. Gibbons, K. Hartel, J. Galbraith, M. Turnipseed, M. Southworth, y E. Watkins. 2003. Biodiversity of Bear Seamount, New England Seamount Chain: Results of Exploratory Trawling . *J.Northw.Atl.Fish.Sci* 31: 363-372.
- Morato, T., W. Cheung, y T. Pitcher. 2004. Vulnerability of seamount fish to fishing: Fuzzy analysis of life-history attributes. Pages 51-60 in T. Morato and D. Pauly, editors. *Seamounts: Biodiversity and Fisheries*.
- Moreno, C. 1974. Mora pacifica Whaite, en el Pacífico Sur Oriental (Moridae, Gadiformes) *Noticiario mensual, Mus. Nac. Hist. Nat.*, Santiago, 212 – 213: 8-10.
- Mujica, A. 2006. Larvas de crustáceos decápodos del archipiélago de Juan Fernández (33°40'S, 78°50'W) e islas Desventuradas (26°20'S, 80°05'W). *Cienc. Tecnol. Mar.*, 29(1): 137-152.
- Myers, R. & B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280-283.
- Mullineaux, L.S. & S.W. Mills. 1997. A test of the larval retention hypothesis in seamount-generated flows. *Deep-Sea Res.*, 44: 745-770.
- Nakamura, I. & N.V. Parin, 1993. *FAO species catalogue. Vol. 15. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (families Gempylidae and Trichiuridae). An annotated and illustrated catalogue of the snake mackerels, snoeks, escolars, gemfishes, sackfishes, domine, oilfish, cutlassfishes, scabbardfishes, hairtails, and frostfishes known to date.* *FAO Fish. Synop.* 125(15):136 p.
- National Research Council. 2002. *Effects of Trawling & Dredging on Seafloor Habitat. Committee on Ecosystem Effects of Fishing: Phase 1 – Effects of Bottom Trawling on Seafloor Habitats.* National Academy Press. Washington, D.C.

- 
- National Research Council. 2006. Dynamic Changes in Marine Ecosystems. Fishing, Food Webs and Future Options. Committee on Ecosystem Effects of Fishing: Phase II – Assessments the Extent of Change and the Implications for Policy. The National Academies Press. Washington, D.C.
- Niklitschek, E., D. Boyer, R. Merino, I. Hampton, M. Soule, J. Nelson, J. Cornejo, A. Lafon, C. Oyarzún, R. Roa, y T. Melo. 2005. Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, 2004 .FIP 2004-13.
- NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National oceanographic data Center. NOAA. USA.
- O’Driscoll, R.L. & M.R. Clark. 2005. Quantifying the relative intensity of fishing on New Zealand seamounts. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39: 839-850 pp.
- Palacios, D., S. Bograd, D. Foley, y F. Schwing. 2006. Oceanographic characteristics of biological hot spots in the North Pacific: A remote sensing perspective . *Deep-Sea Research II* 53: 250-269.
- Palma, S. 1985. Plancton Marino de las aguas circundantes al archipiélago de Juan Fernández. En: P. Arana (ed.). *Investigaciones Marinas en el archipiélago de Juan Fernández*. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, pp. 59-69.
- Palma, S. & P. Apablaza. 2004. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 32(1): 49-70.
- Palma, S. & S. Rosales. 1995. Composición, distribución y abundancia estacional del macroplankton de la bahía de Valparaíso. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 23: 49-66.
- Palma, S. & K. Kaiser. 1993. *Plancton marino de aguas chilenas*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso, 151 pp.
- Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T.P. Hughes, K.A. Bjorndal, R.G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M.J.H. Newman, G. Paredes, R.R. Warner & J.B.C. Jackson. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystem. *Science* 301: 955-958.
- Pankhurst, N.W. 1998. Spawning dynamics of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus* in mid-slope waters of New Zealand. *Environmental Biology of Fishes*, 21 (2), 101-211.

- Parin, N.V., G.A. Golovan, N.P. Pakhorukov, Y.I. Sazonov & Y.N. Shcherbachev. 1980. Fishes from the underwater Nazca and Sala y Gomez ridges collected in the cruise of the R/V "Ichthyandr". pp. 5-18. En: N.V. Parin (ed.). Fishes of open ocean. P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, 120 pp.
- Parin, N., A. Mironov, y K. Nesis. 1997. Biology of the Nazca and Sala y Gómez Submarine Ridges , an Outpost of the Indo-West Pacific Fauna in the Eastern Pacific Ocean: Composition and Distribution of the Fauna, its Communities and History. *Advance in Marine Biology* 32: 147-242.
- Pauly, D., C. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese & F. Torres Jr. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*. 279. pp. 860–863.
- Pearson, D.E., D.A. Douglas & B. Barss. 1993. Biological observations from the Cobb Seamount rockfish. *Fishery*, 91: 573-756.
- Pebesma, E.J. & C. G. Wesseling, 1998, GSTAT: a program for geostatistical modelling, prediction and simulation. *Computers & Geosciences* Vol. 24, No. 1, pp. 17-31.
- Pequeño G. & J. Lamilla, (2000). The littoral fish assemblage of the Desventuradas Islands (Chile), has zoogeographical affinities with the western Pacific. *Global Ecology and Biogeography*, Oxford 9:431-437.
- Pequeño, G. & S. Sáez. 2000. Los peces litorales del Archipiélago de Juan Fernández (Chile): endemismo y relaciones ictiogeográficas. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 28: 27-37.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES J. Mar. Sci.*, 50: 285-298.
- Pikitch, E.K., C. Santora, E.A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D.O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P.A. Livingston, M. Mangel, M.K. McAllister, J. Pope & K. J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* 305: 346-347.
- Pizarro, G., G. Alarcón, L. Retamal, M. Ruiz, G. Yuras, V. Montecino & L. Guzmán. (2000). Variabilidad espacial de las características biológicas y ópticas de la columna de agua entre Caldera-Isla de Pascua-Isla Salas y Gómez y áreas adyacentes a las islas. Taller de presentación de resultados Crucero CIMAR 5 Islas Oceánicas. 9-10 de septiembre. Valparaíso. Libro de resúmenes ampliados.

- Pizarro,G., R. Astoreca, G. Alarcón, V. Montecino & L.Guzmán. (2001). Variabilidad espacial del fitoplancton de primavera: Bases para la estimación de biomasa mediante sensores remotos. Taller de presentación de resultados Crucero CIMAR 6 Islas Oceánicas. 11-12 de septiembre. Valparaíso. Libro de resúmenes ampliados.
- Pizarro,G., V. Moncecino, R. Astoreca, G. Alarcón, G. Yuras, L.Guzmán. (2006). Variabilidad espacial de condiciones bio-ópticas de la columna de agua entre las costas de Chile in insular y continental. Primavera 1999 y 2000. Ciencia y Tecnología del Mar. Comité Oceanográfico Nacional. Valparaíso, Chile. 29 (1): 45-58 pp.
- Polovina, J.J.,E. Howell, and M. P. Seki 2000. Satellite ocean color sensors detect biological change in mid-latitude North Pacific, 1997-2000.EOS AGU. 81(44)p.519
- Probert, P. 1999. Seamounts, sanctuaries and sustainability : moving towards deep-sea conservation. Aquatic Conserv : Mar.Freshw.Ecosyst. 9: 601-605.
- Probert, P., D. McKnight, y S. Grove. 1997. Benthic invertebrate bycatch from a deep-water trawl fishery, Chatham Rise, New Zealand. Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems 7: 27-40.
- Push, C., A. Beckmann, F. Mora, y H. von Westernhagen. 2004. The influence of seamounts on mesopelagic fish communities. Arch.Fish.Mar.Res. 51: 165-186.
- Pyke, C.R. 2004. Habitat loss confounds climate change impacts. Front. Ecol. Environ. 2: 171-182.
- R Development Core Team, 2006. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.r-project.org>.
- Raymont, J. 1983. Plankton and productivity in the oceans. II. Zooplankton. Pergamon Press, London, 824 pp.
- Retamal, M. 1981. Catálogo Ilustrado de los Crustáceos Decápodos de Chile. Gayana Zool., 44: 1-110.
- Retamal, M. & P. Arana. 2000. Descripción y distribución de cinco crustáceos decápodos recolectados en aguas profundas en torno a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Archipiélago de Juan Fernández, Chile). Invest. Mar., Valparaíso, 28:149-163.
- Richards, J. A. 1986. Remote Sensing Digital Image Analysis, (Berlin: Springer)
- Rivera P. 1968. Sinopsis de las diatomeas de la bahía de Concepción, Chile. Gayana. Botánica. Universidad de Concepción. 18: 3-111.

- Rivera P., Parra O. y M. Gonzalez. 1973. Fitoplancton del estero Lengua, Chile. Gayana. Botánica. Universidad de Concepción. 23: 3-93.
- Rivera, J. y A. Mujica. 2004b. Distribución horizontal de larvas de crustáceos decápodos capturadas entre Caldera e isla de Pascua (Pacífico sudoriental), octubre 1999. Investigaciones Marinas 32(2): 37-58.
- Rivera, J. y A. Mujica. 2004a. Larvas phyllosoma (decapoda, alinuridae y Scyllaridae) de las islas oceánicas chilenas. Investigaciones Marinas 32(2): 99-111.
- Roa, R. & F. Tapia. 2000. Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* population off central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. (196): 239-251.
- Rogers, A.D. 1994. The biology of the seamounts. Adv. Mar. Biol. 30:305-350.
- Rogers, A. 1999. The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. International Review of Hydrobiology. 84 (4). pp. 315-406.
- Rojas, R., Y. Guerrero, J. González y N. Silva. 2004. CD-ROM con Reporte de Datos del Crucero Oceanográfico Cimar 5 Islas Oceánicas. Centro Nacional de Datos Oceanográficos. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada.
- Rojas, R., J. González y N. Silva. 2004. CD-ROM con Reporte de Datos del Crucero Oceanográfico Cimar 6 Islas Oceánicas. Centro Nacional de Datos Hidrográficos y Oceanográficos de Chile. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada.
- Rozbaczylo, N. & Castilla, J.C. (1987) Marine invertebrates from Juan Fernández Archipelago. In: Castilla, J.C. (ed) Islas oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones. 167-190. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Sala, E. y N. Knowlton. 2006. Global Marine Biodiversity Trends. Annu.Rev.Environ.Resour. 31: 93-122.
- Sakagawa, G. T., y R. Bell. 1980. Swordfish *Xiphias gladius*. In R.S. Shomura (ed), Summary Report of the Billfish Stock Assessment Workshop, Pacific Resources. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo, NMFS-SWFC-5, 50 pp.
- Saltzman, J. y K. Wishner. 1997. Zooplankton ecology in the eastern tropical Pacific oxygen minimum zone above a seamount: 1. General trends . Deep-Sea Research I 44: 907-930.

- Samadi, S., L. Bottan, E. Macpherson, y M. Boisselier. 2006. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. *Marine Biology*: 1463-1475.
- Schwartz, R. 2005. The Effect of a Deep Seamount on Zooplankton Abundance and Diversity.
- Scheffer, M. & S. Carpenter. 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends Ecol. Evol.* 18: 648-656.
- Schnack-Schiel, S.B. & E Mizdalski. 2002. Occurrence and distribution pattern of copepods in the vicinity of the Great Meteor Seamount, Northeast Atlantic, in September 1998. Abstracts from Theme Session on Oceanography and Ecology of Seamounts-Indications of Unique Ecosystems (M). ICES CM:2002/M: 35.
- Sepúlveda, J.I. 1987. Peces de las islas oceánicas chilenas. En: "Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de investigaciones", J.C. Castilla (ed.), Edic. Univ. Católica de Chile, Santiago, 225-245.
- Sepúlveda, J.I. & G. Pequeño. 1985. Fauna íctica del archipiélago de Juan Fernández. En: "Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández", P. Arana (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 81-91
- Silva, N. & H.A. Sievers 1973. Condiciones oceanográficas de las aguas circundantes a las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Crucero Juan Fernández I., Diciembre de 1972. Crucero Juan Fernández II., Abril de 1973). *Investigaciones Marinas* 4(6): 158-179.
- Silva, N. 1985. Algunas características físicas y químicas de las masas de agua alrededor de las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara. En: P. Arana (ed.). *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández*. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 35-41.
- Silva, N. & Konow, D. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental Expedición Krill. Crucero 3-4 julio-agosto 1974. *Revista de la Comisión Permanente Pacífico Sur* 3: 63-75.
- Smith, W. H. F., and D. T. Sandwell, 1997. Global Sea Floor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundings, *Science*, v. 277, p. 1956-1962
- Sobel, J & C. Dahlgren., eds. 2004. *Marine Reserves*, Island Press.
- Steneck, R.S., J Vavrinec & A.V. Leland. 2004. Accelerating trophic-level dysfunction in kelp forest ecosystem of the Western North Atlantic. *Ecosystems* 7: 323-332.

- Stocks, K.I. 2003. SeamountsOnline, a Biogeographic Information System for Seamounts. Poster, Frontiers in Biogeography, the Inaugural Meeting of the International Biogeography Society, Mesquite, Nevada, Jan 4-8. [http://seamounts.sdsc.edu/Biogeo\\_2002.ppt](http://seamounts.sdsc.edu/Biogeo_2002.ppt).
- Stocks, K. 2005. SeamountsOnline: an online information system for seamount biology. Version 2005-1. World Wide Web electronic publication. [seamounts.sdsc.edu](http://seamounts.sdsc.edu)
- Stuart, V. & H.M. Verheye. 1991. Diel migration and feeding patterns of the chaetognaths, *Sagitta friderici*, off the west coast of South Africa. *J. Mar. Res.*, 49: 493-515.
- Subsecretaría de Pesca. 2007. Informe sectorial de Pesca y Acuicultura Junio 2007. Valparaíso. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. 22 pp.
- Subsecretaría de Pesca. 2005. Veda biológica de orange roughy en toda la ZEE nacional. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 115 - 2005. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. 28 pp.
- Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2006. Cuota Global Anual de Captura Alfonsino (*Beryx splendens*), año 2006. Inf. Téc. (R. Pesq.) N°117. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. 28 pp.
- Trasviña-Castro, A., G. Gutierrez de Velasco, A. Valle-Levinson, R. González-Armas, A. Muhlia, y M. A. Cosío. 2003. Hydrographic observations of the flow in the vicinity of a shallow seamount top in the Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 149-162.
- Tomas C. 1997. Identifying marine phytoplankton. St. Petersburg, Florida. Academic Press. 857 pp
- Thrush, S.E., J.E. Hewitt, V.J. Cummings, P.K. Dayton, M. Cryer, S.J. Turner, G.A. Funnell, R.G. Budd, C.J. Milburn & M.R. Wilkinson. 1998. Disturbance of the marine benthic habitat by commercial fishing: impacts at the scale of the fishery. *Ecological Applications* 8: 866-879 pp.
- Turner, S.J., S.F. Thrush, J. E. Hewitt, V. J. Cummings & G. Funnell. 1999. Fishing impacts and degradation or loss of habitat structure. *Fisheries Management and Ecology*. 6: 401-420 pp.
- Uchida, R.N. & D.T. Tagami. 1984. Ground fish fisheries and research in the vicinity of seamounts in the North Pacific Ocean. *Mar. Fish. Rev.*, 2: 1-17.
- Uda, M. & M. Ishin. 1958. Enrichment pattern resulting from eddy systems in relation to fishing grounds. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 1-2: 105-119.

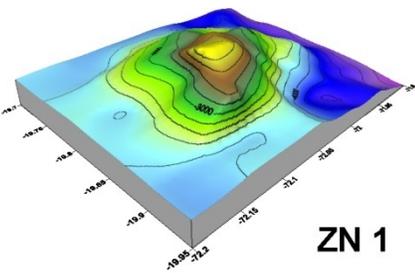
- 
- Ulloa, R., S. Palma & N. Silva. 2000. Bathymetric distribution of chaetognaths and their association with water masses off the coast of Valparaiso, Chile. *Deep-Sea Res.*, 47(11): 2009-2027.
- Ulloa, R., S. Palma & N. Silva. 2004. Relationship between spatial distribution of chaetognaths and oceanographic conditions off Concepcion Bay, Chile. *Deep-Sea Res. II*, 51(6-9): 537-550.
- Ulloa, R., S. Palma, L. Linacre & N. Silva. 2000. Seasonal changes in the bathymetric distribution of siphonophores, chaetognaths and euphausiids associated to water masses off of Valparaiso, Chile (Southeast Pacific). En: J. Farber (ed.). *Oceanography of the Eastern Pacific*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, 1: 72-83.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. ver. Theor. Angew Limnol.* 9:1-39.
- Ward, P. & R. Myers. 2005. Shifts in open-ocean fish communities coinciding with the commencement of commercial fishing. *Ecology* 86(4): 835-847.
- Weiss, W.J. 1970. The solubility of nitrogen, oxygen and argon in water and sea water. *Deep-Sea Research* 17, 721-735.
- Wilson, R.R. & R.S. Kaufmann. 1987. Seamount biota and biogeography. *Geophys. Monogr.*, 42: 355-377.
- White, M. y C. Mohn. 2002. Seamounts: a review of physical processes and their influence on the seamount ecosystem. EVK3-CT-2002-00073-OASIS.
- Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanography and Limnology* 1(2), 117-147.
- Xue, Y., T. M. Smith, and R. W. Reynolds, 2003: Interdecadal changes of 30\_yr SST normals during 1871-2000. *J. Climate*, 16, 1601-1612
- Yáñez, E., C. Silva, N. Silva, A. Ordenes, F. Leiva, P. Rojas, J. Chong, J. Campalans, S. Palma, G. Claramunt, C. Oyarzún, R. Meléndez & R. Vega. 2006 “Caracterización ecológica y pesquera de Cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada: Fase II. Informe Final Proyecto FIP 2004-34, 235 pp.

- 
- Yáñez, E., C. Silva, J. Marabolí, F. Gómez, N. Silva, E. Morales, A. Bertrand, J. Campalans, A. Gamonal, J. Chong, P. Rojas, B. Menares y J.I. Sepúlveda .2004. “Caracterización ecológica y pesquera de la Cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada”. Informe Final, Proyecto FIP N° 2002-04, Fondo de investigación Pesquera, Chile, 388 pp..
- Young, Z., E. Díaz, R. Bahamonde, R. tascheri. Y. Muñoz, A. Olivares, M.I. Ortego, J. Rivera y J. Oliva. 2004. Monitoreo y prospección Orange roughy, año 2001. Informe Final proyecto FIP N°2001-04. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, 127 pp + figuras y tablas
- Young, Z., A. Zuleta & R. Tascheri. 2000. Investigación CTP de orange roughy. SUBPESCA-IFOP. 30 pp
- Zuleta, A y A. Hamano. 2004. Exploración científica del B/E Koyo-Maru al monte submarino bajo O’higgins frente a Chile. Informe de Crucero. Valparaíso Dic. 2004. 22 pp.

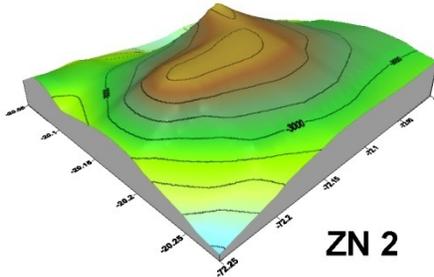
**ANEXOS**

Anexo I . Imágenes en 3-D de los montes submarinos identificados en la ZEE de Chile de las distintas zonas de análisis.

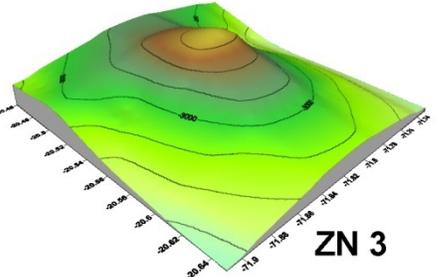
ZONA NORTE



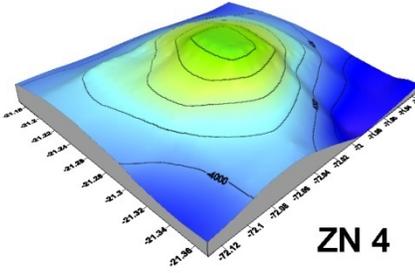
ZN 1



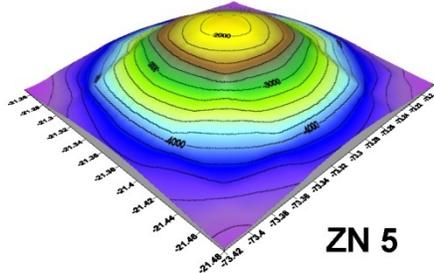
ZN 2



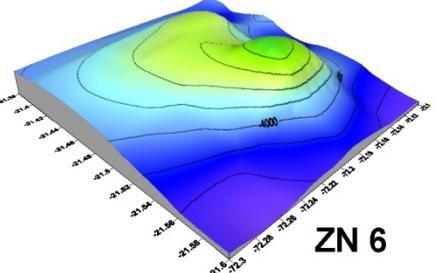
ZN 3



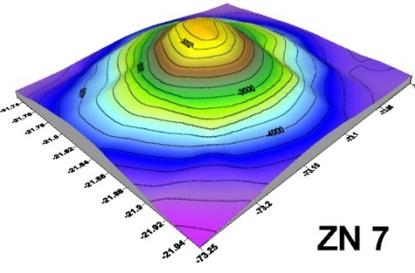
ZN 4



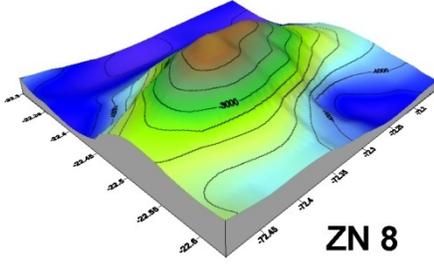
ZN 5



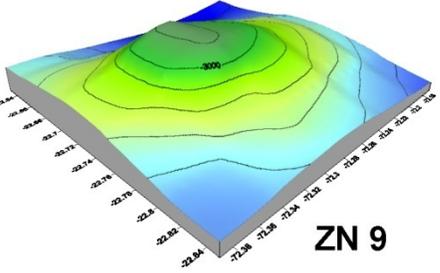
ZN 6



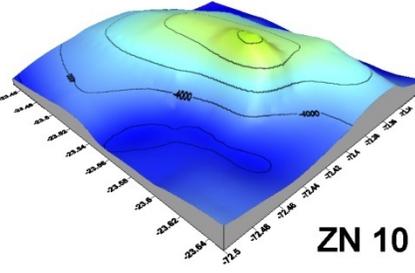
ZN 7



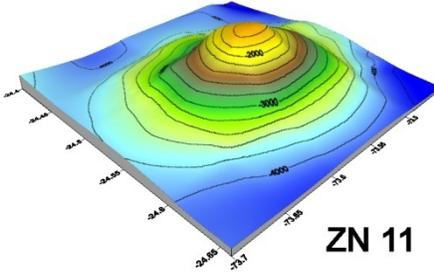
ZN 8



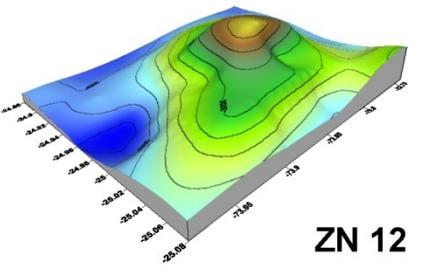
ZN 9



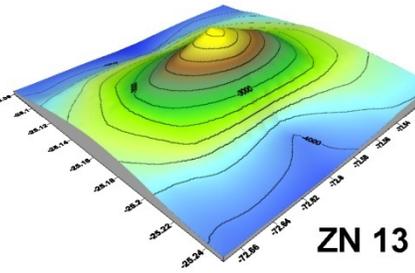
ZN 10



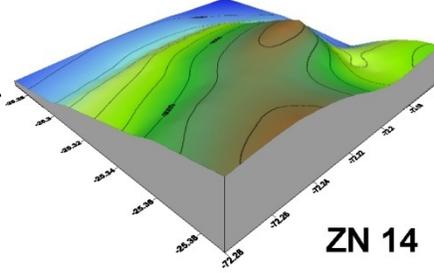
ZN 11



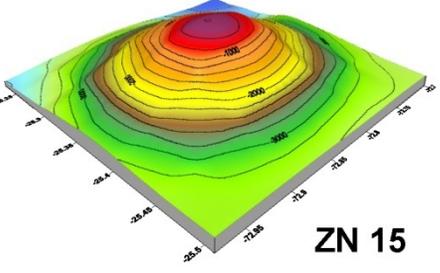
ZN 12



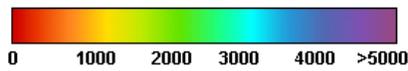
ZN 13

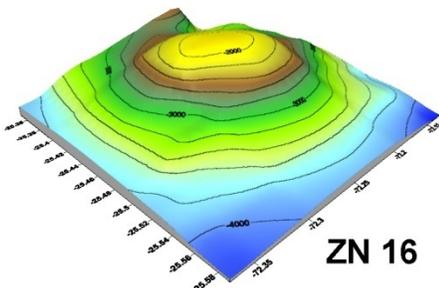


ZN 14

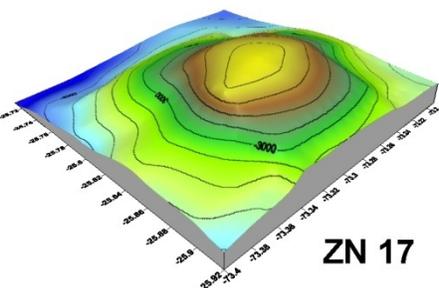


ZN 15

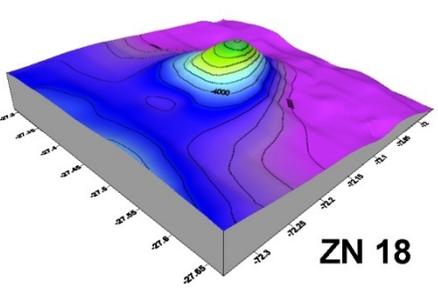




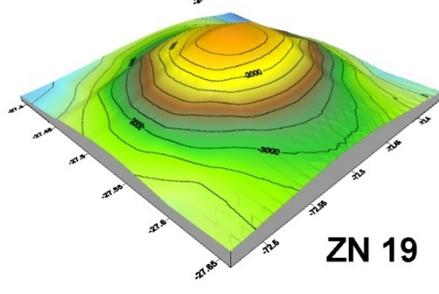
**ZN 16**



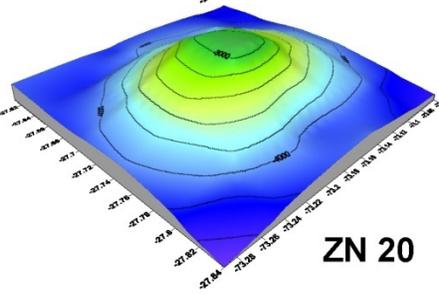
**ZN 17**



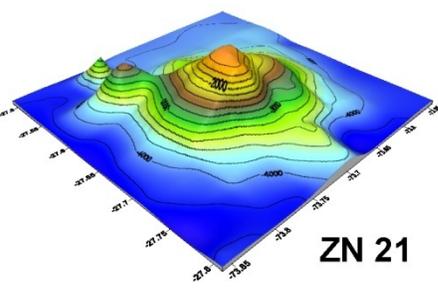
**ZN 18**



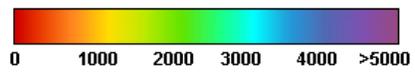
**ZN 19**



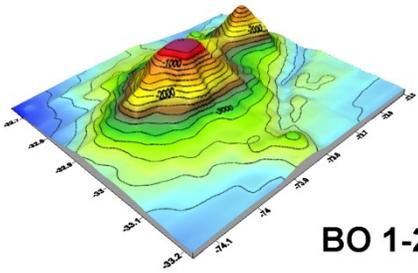
**ZN 20**



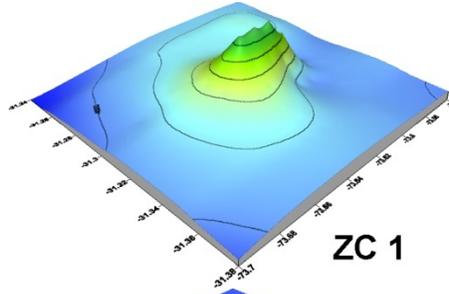
**ZN 21**



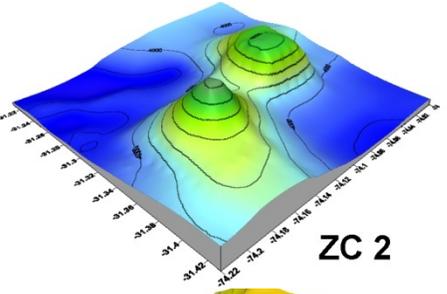
ZONA CENTRO



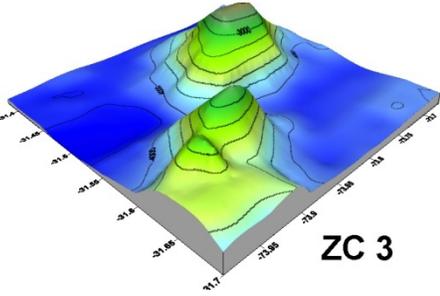
BO 1-2



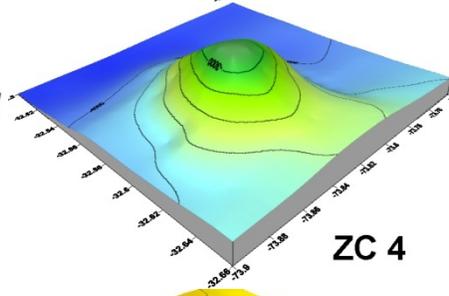
ZC 1



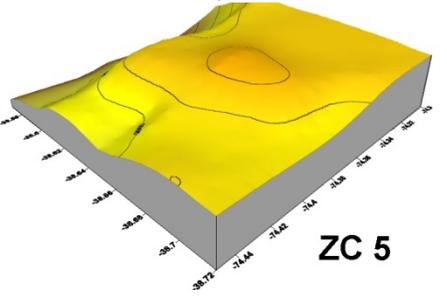
ZC 2



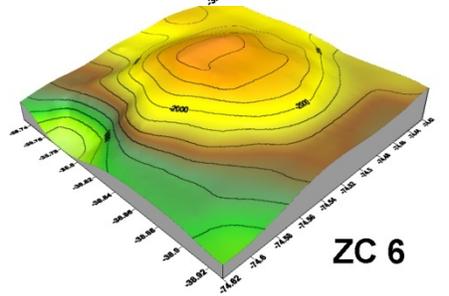
ZC 3



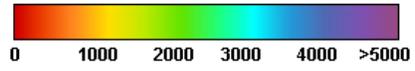
ZC 4



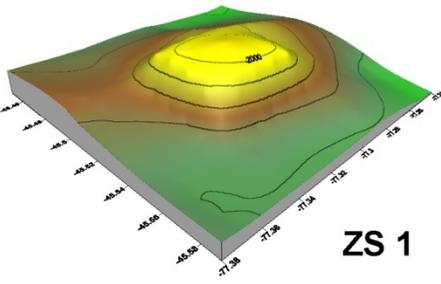
ZC 5



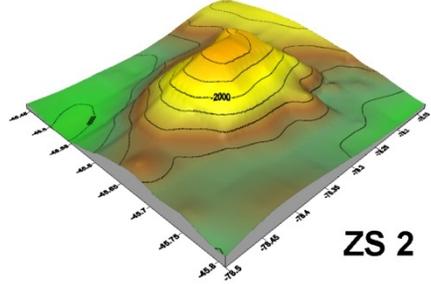
ZC 6



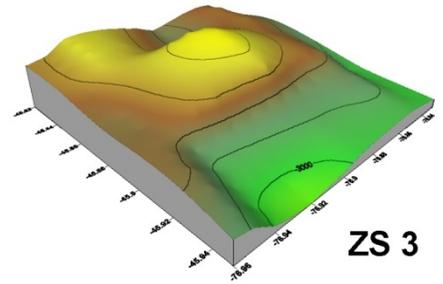
ZONA SUR



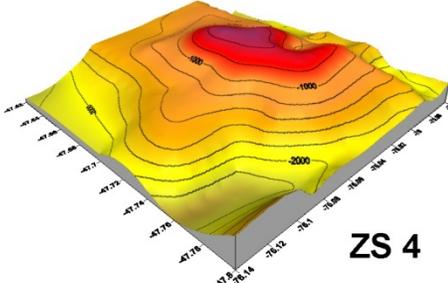
ZS 1



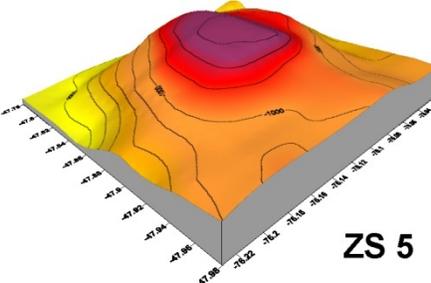
ZS 2



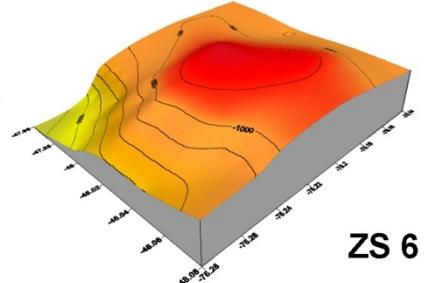
ZS 3



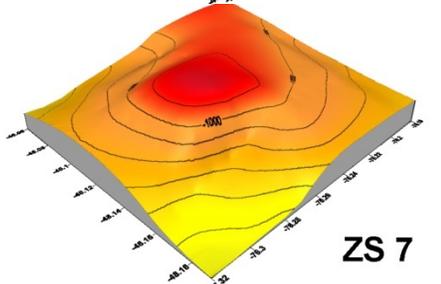
ZS 4



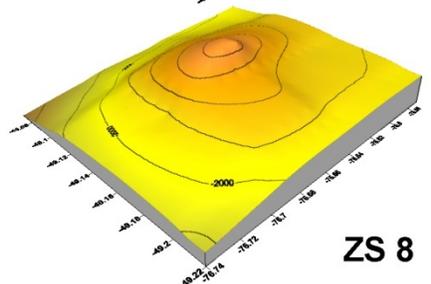
ZS 5



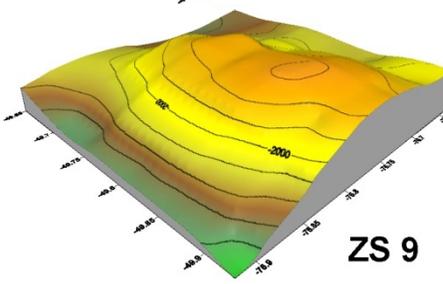
ZS 6



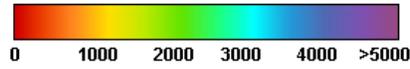
ZS 7



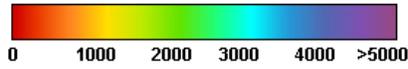
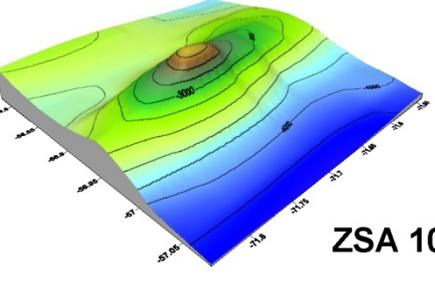
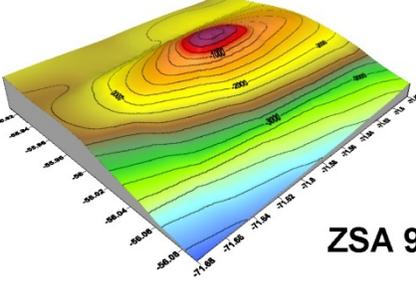
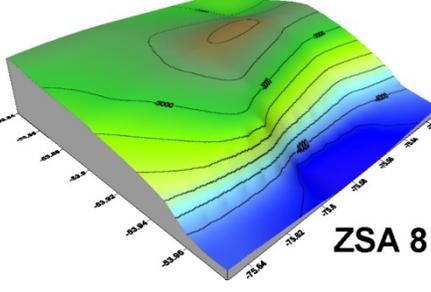
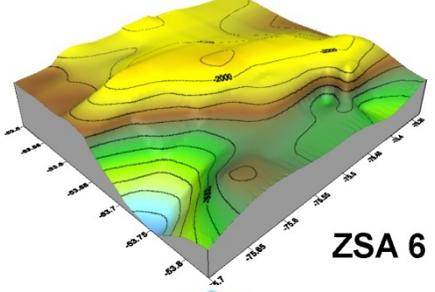
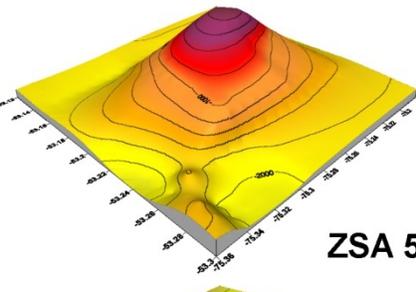
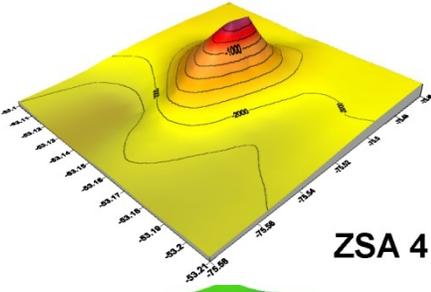
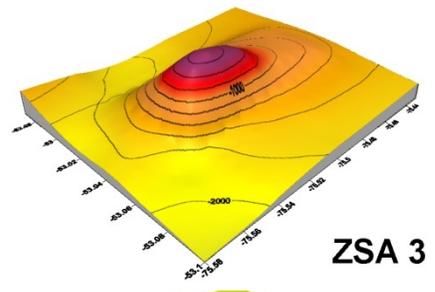
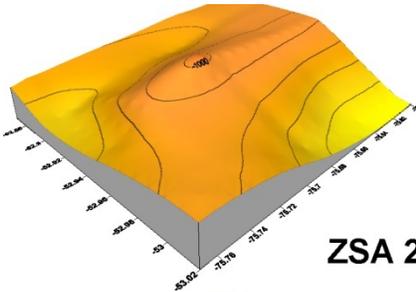
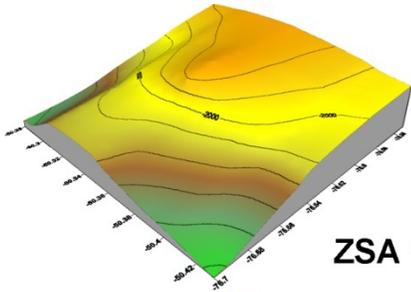
ZS 8



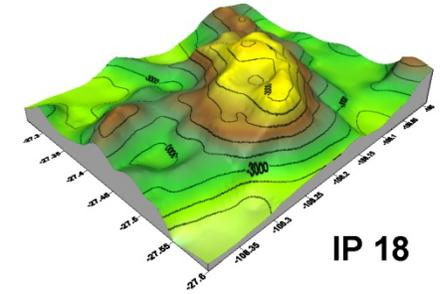
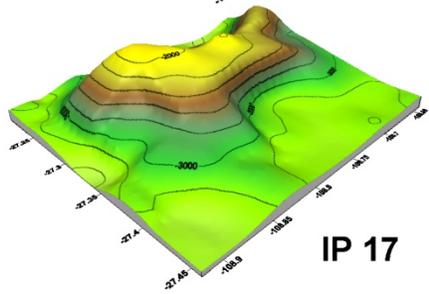
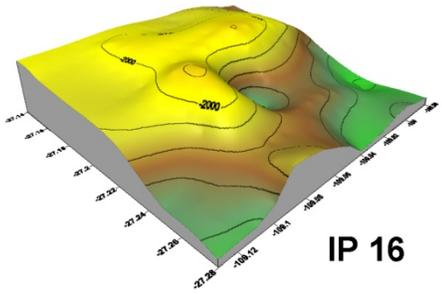
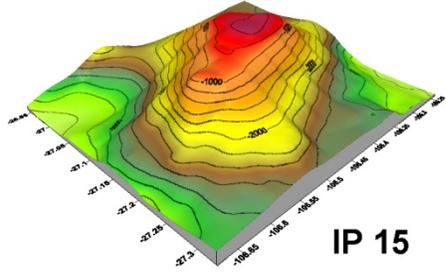
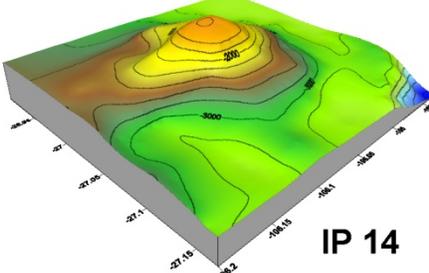
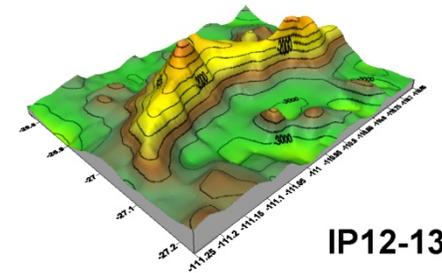
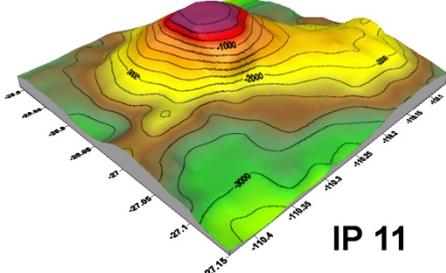
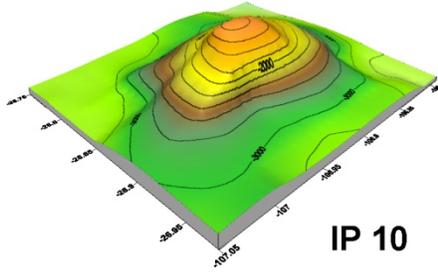
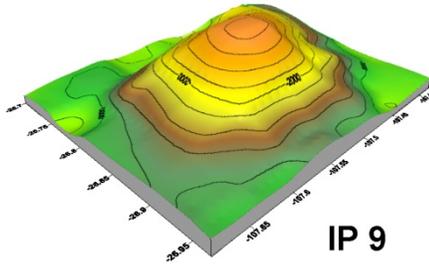
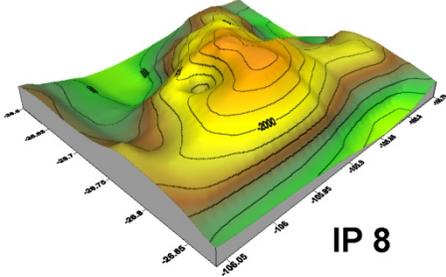
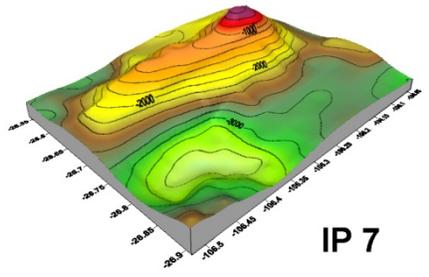
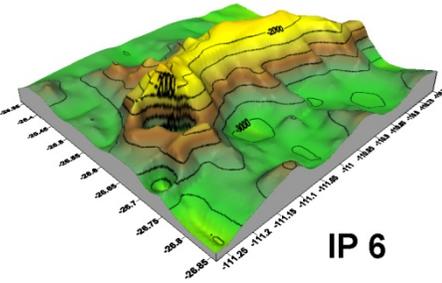
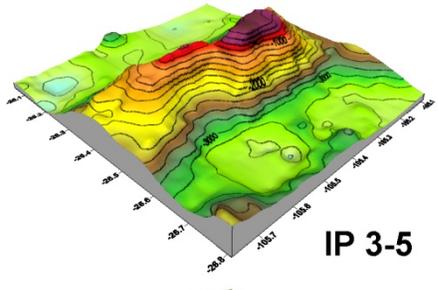
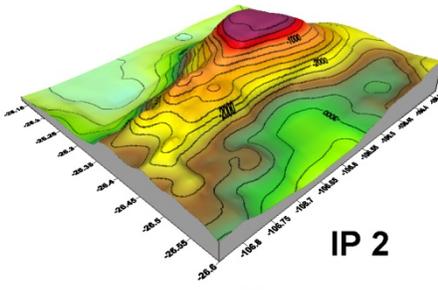
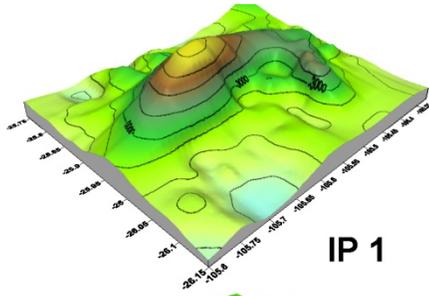
ZS 9

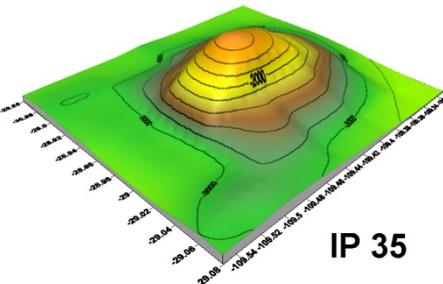
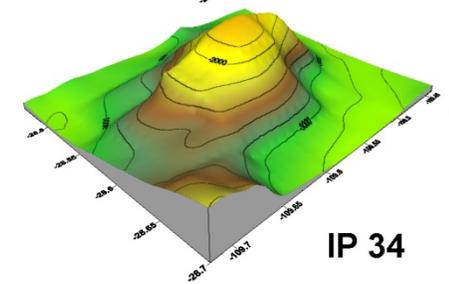
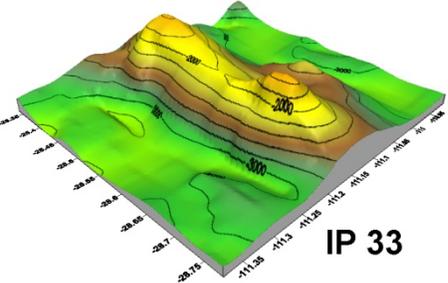
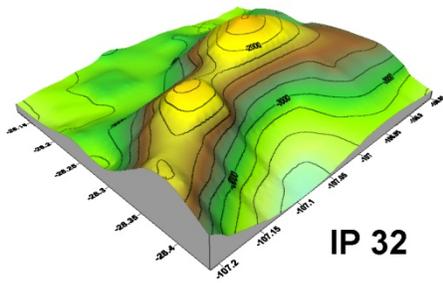
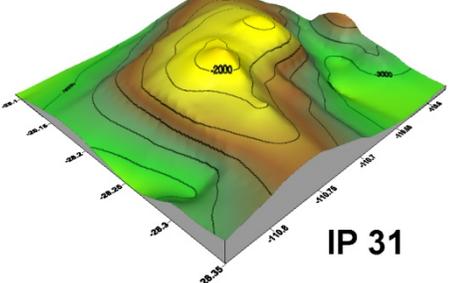
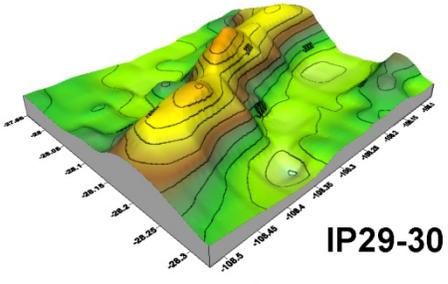
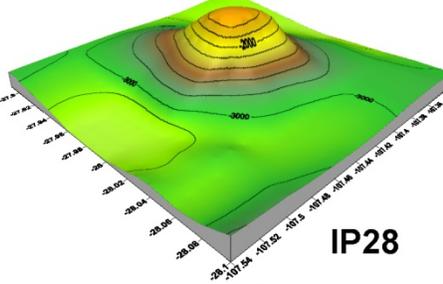
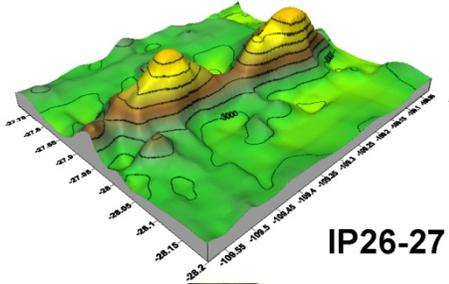
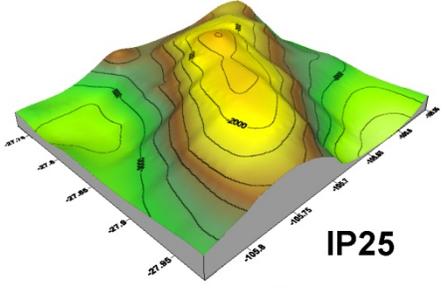
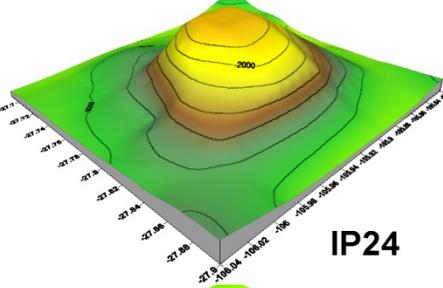
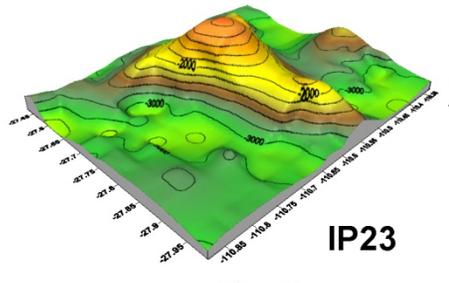
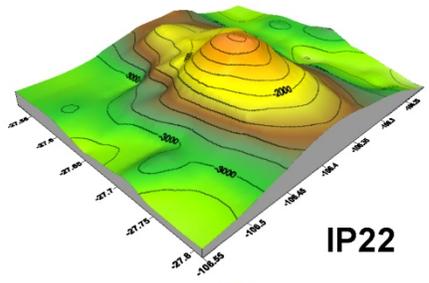
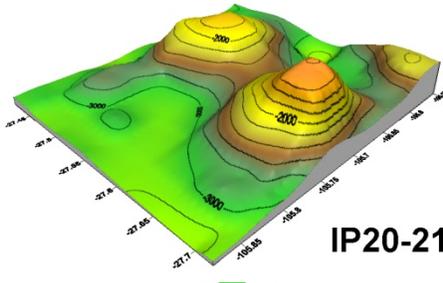
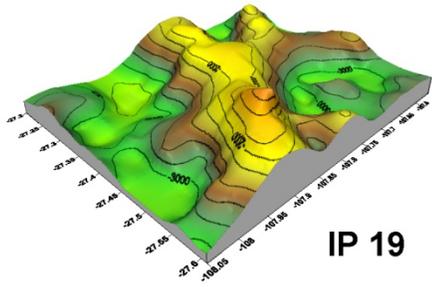


ZONA SUR AUSTRAL

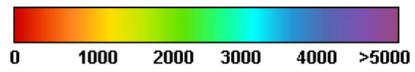
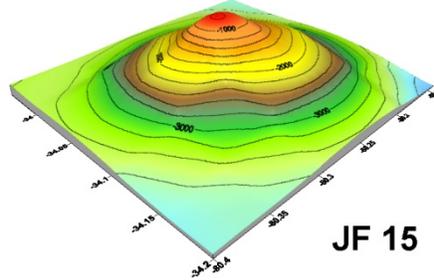
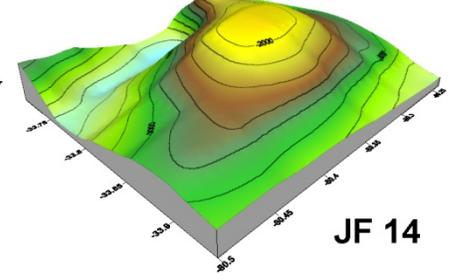
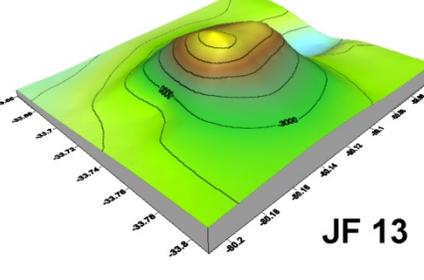
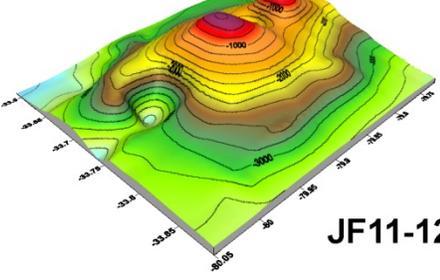
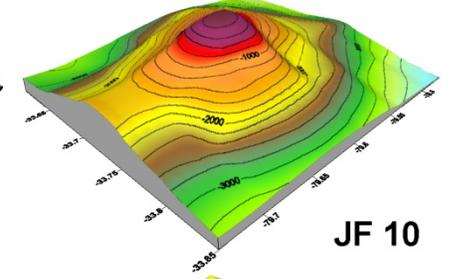
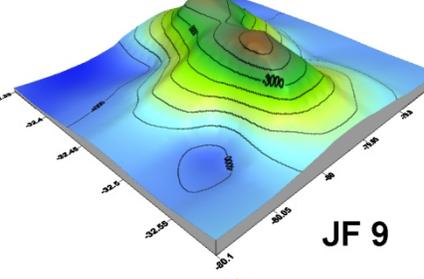
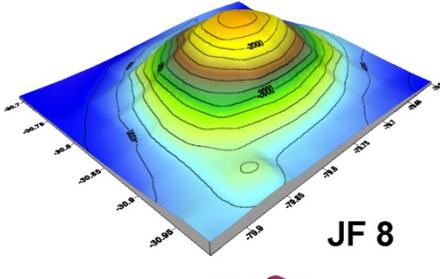
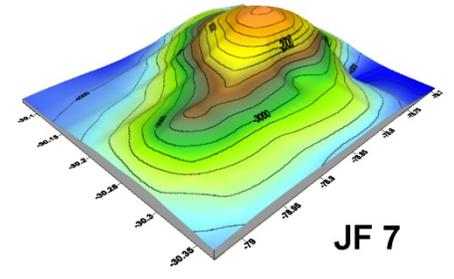
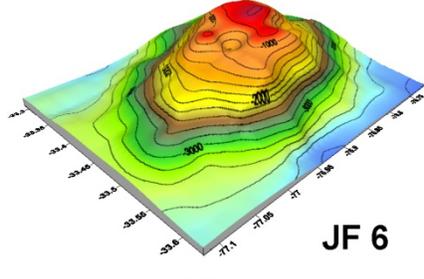
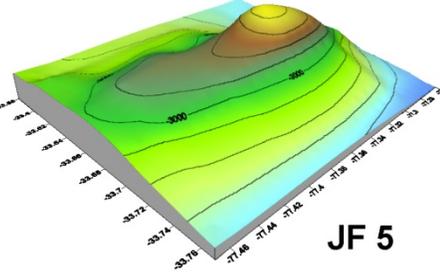
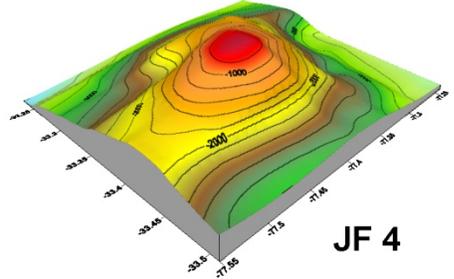
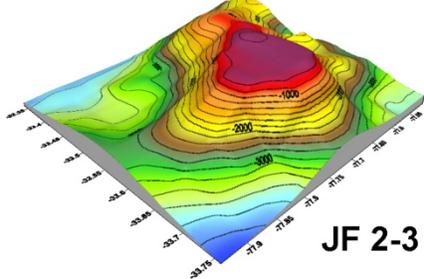
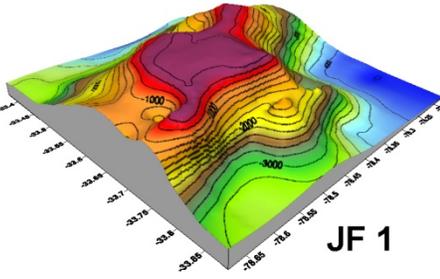


ZONA EN ISLA DE PASCUA

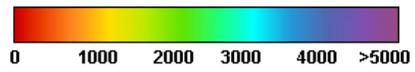
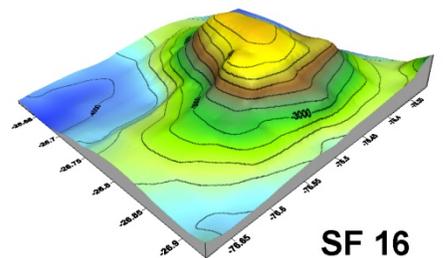
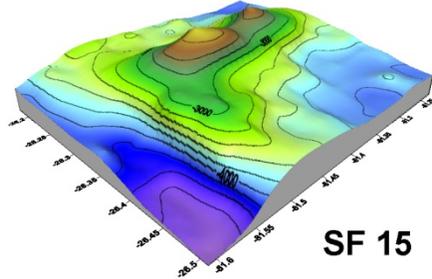
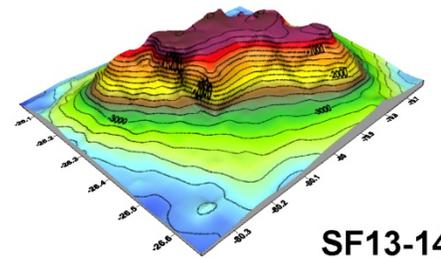
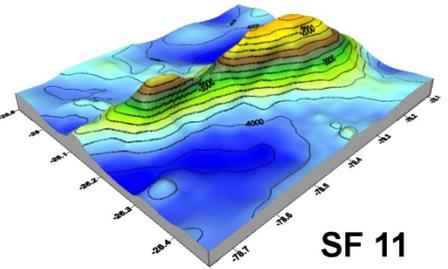
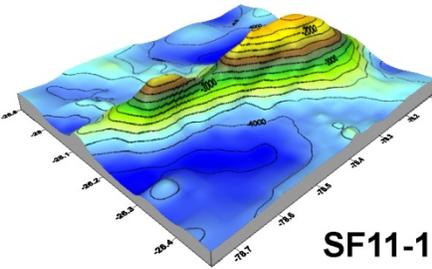
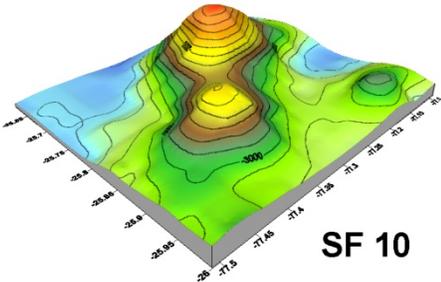
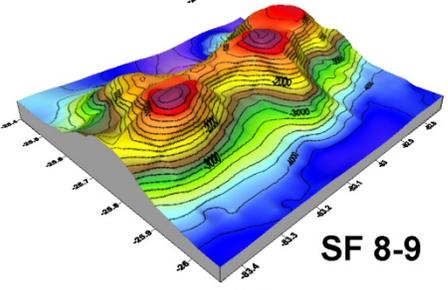
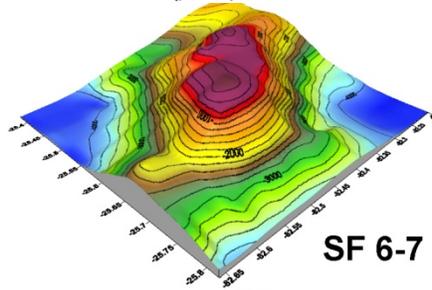
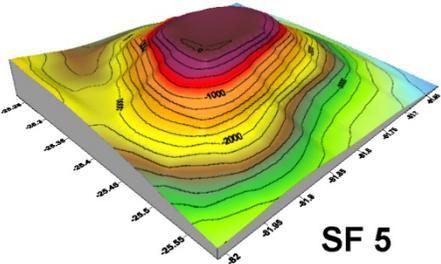
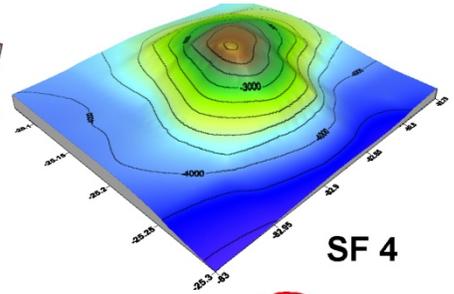
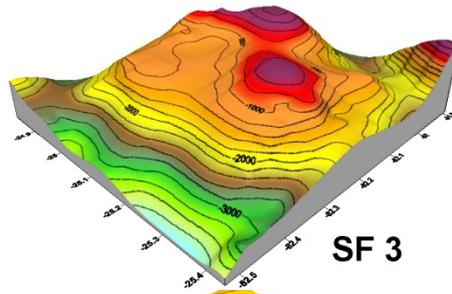
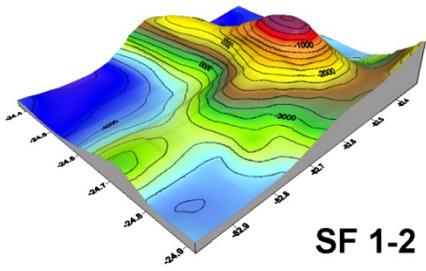


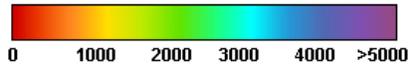
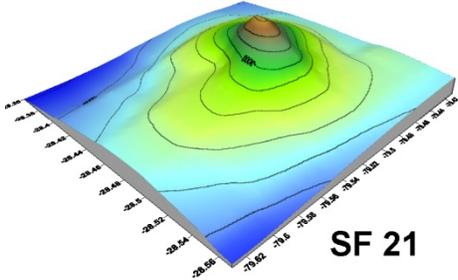
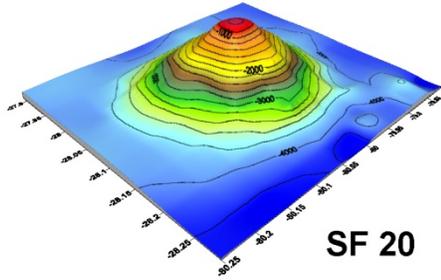
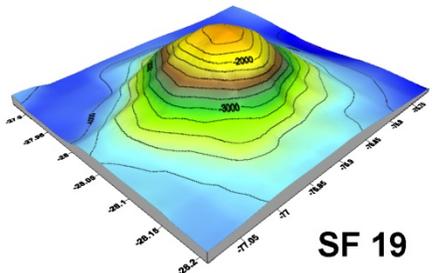
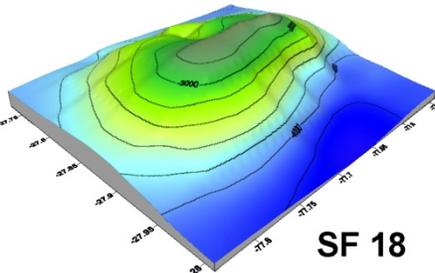
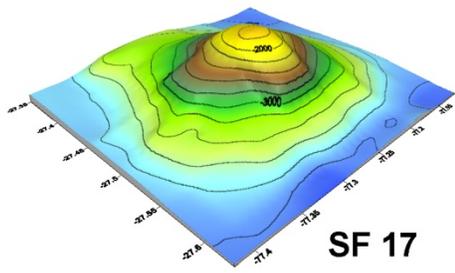


# ZONA ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ



ZONA ISLA SAN FÉLIX





Anexo II. Especies recolectadas en diversos estudios en los montes submarinos de la ZEE de Chile

Tabla 1. Especies recolectadas en JF1.

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macruronus	Macruronus magellanicus	Merluza de cola	Lönnberg, 1907
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus fasciatus	Granadero patagonico	Günther, 1878
Chordata	Gadiformes	Moridae	Sallota	Sallota australis	Brotula	Günther, 1878
Chordata	Ophidiiformes	Ophidiidae	Genypterus	Genypterus blacodes	Congrio dorado	Forster, 1801
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus acanthias	Tollo de cachos	Linnaeus, 1758
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium granulolum	Tollo negro	Günther, 1880
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchus griseus	Tollo fume	Bonnaterre, 1788
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus brunneus	Pejegato de profundidad	Gilbert, 1892
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Gadiformes	Moridae	Gadella	Gadella obsecrus	Brotulin	Parin, 1984
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Nezumia	Nezumia pulchella	Granadero pulgar	Pequeño, 1971
Chordata	Stomiformes	Stomidae	Idiancanthus	Idiancanthus sp.	Dragón negro	Peters, 1877
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus macrophthalmus	Quimera	de Buen, 1959
				Melipion ensiferus	Bacalao de la patagonia	
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Mollusca	Teuthida	Loliginidae	Loligo	Loligo gahi	Calamar	D'Orbigny, 1835
Chordata	Perciformes	Caristidae			Peces con melena	
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus lengerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Sebastes	Sebastes capensis	Chancharro	Gmelin, 1789
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys nitidus cyanescen	Mugil	Guichenot, 1848
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago nielsenii	Congrio de profundidad	Karmovskaya, 1990
Chordata	Perciformes	Bramidae	Brama	Brama australis	Reimeta	Valenciennes, 1837
Chordata	Stomiformes	Sternoptychidae	Argyrolepeus	Argyrolepeus olfersi	Hachita	Cuvier, 1829
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus albacares	Atún aleta amarilla	Bonnaterre, 1788
Chordata	Perciformes	Carangidae	Trachurus	Trachurus murphyi	Jurel	Nichols, 1920
Chordata	Perciformes	Scombridae	Scomber	Scomber japonicus	Caballa	Houttuyn, 1782
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Projasus	Projasus bahamondei	Langosta enana	Geroge, 1976
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Neocyttus	Neocyttus rhomboidalis	Spiky oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Perciformes	Nothothenidae	Dissostichus	Dissostichus eleginoides	Bacalao de profundidad	Smitt, 1898
				Jaiba (Sensu lato)	Jaiba	
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus cryptacanthus	Pejeperro de profundidad	Regan, 1906
Chordata	Zeiformes	Zeidae	Zenopsis	Zenopsis conchifer	San Pedro plateado	Lowe, 1852
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus denticulatus	Besugo de Juan Fernández	Diezeide, 1950
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys sp.	Cabrilla rubia	Richardson, 1845
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Thysites	Thysites atun	Sierra	Euphrasen, 1791
Chordata	Stomiformes	Stomidae	Chauliodus	Chauliodus vasnetzovi	Quecho	Novikova, 1972
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Xenomystax	Xenomystax atrarius	Wlaky	Gilbert, 1891
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus patagoniae	Peje rata	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Gadiformes	Moridae	Halargyreus	Halargyreus johnsonii	Bacalao esbelto	Günther, 1862
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Centrolophus	Centrolophus niger	Blackfish	Gmelin, 1789
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruropus	Macruropus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Beloniformes	Scomberesocidae	Scomberesox	Scomberesox saurus	Agujilla	Walbaum, 1792
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Pseudoxenomystax	Pseudoxenomystax albescens	Congrio austral	Barnard, 1923
				Paralepsis atlantica	Fleyta	
Arthropoda	Decapoda	Majidae	Libidoela	Libidoela granaria	Centolla falsa	Milne Edwards & Lucas, 1842
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Merluccius	Merluccius gayi	Merluza comun	Guichenot, 1848
				Kipposus analogus	Pez acha	Gill, 1862
Chordata	Torpediniformes	Torpedinidae	Torpedo	Torpedo tremens	Raya electrica	de Buen, 1959
Chordata	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus	Mustelus mento	Tollo común	Cope, 1877
Chordata	Tetraodontiformes	Molidae	Mola	Mola mola	Pez luna	Linnaeus, 1758
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus mitsukurii	Tiburón galludo	Jordan & Snyder, 1903
Mollusca	Octopoda	Octopodidae	Enteroctopus	Enteroctopus megalocyathus	Pulpo del sur	Gould, 1852
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus crassicaudus	Besugo	de Buen, 1959
Chordata	Gadiformes	Moridae	Tripteroptychus	Tripteroptychus svetovidovi	Cola plana	Sazonov & Shcherbachev, 1986
				Sciphozoa	Medusas	
Arthropoda	Decapoda	Solenoceridae	Haliporoides	Haliporoides diomedae	Gamba	Faxon, 1893
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Coryphaenoides	Coryphaenoides holotrachy	Peje rata grande	
Chordata	Rajiformes	Rajidae	Breviraja	Breviraja sp.	Raya	Bigelow & Schroeder, 1948
Chordata	Rajiformes	Rajidae	Raja	Raja chilensis	Raya volantín	Guichenot, 1848
Arthropoda	Decapoda	Calappidae	Platymera	Mursia gaudichaudii	Jaiba paco	H. Milne Edwards, 1837
Chordata	Perciformes	Mugilidae	Mugil	Mugil cephalus	Lisa	Linnaeus, 1758
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus holotrachys	Granadero de ojos grandes	Günther, 1878
Arthropoda	Decapoda	Canceridae	Cancer	Cancer coronatus	Jaiba reina	Molina, 1782
Chordata	Perciformes	Kyphosidae	Graus	Graus nigra	Vieja	Phillipi, 1887
Chordata	Chimaeriformes	Callorhynchidae	Callorhynchus	Callorhynchus callorhynchus	Pejegallo	Linnaeus, 1758
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus sp.	Quimora negra	Gill, 1862
Chordata	Clupeiformes	Ethmidium	Ethmidium	Ethmidium maculatum	Machuelo	Valenciennes, 1847
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Merluccius	Merluccius australis	Merluza del sur	Hutton, 1872
				P. barbiger	Cangrejo	
Chordata	Stomiformes	Stomidae	Aristostomias	Aristostomias lumifer	Dragón barbudo	Regan & Trewavas, 1930
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Jasus	Jasus frontalis	Langosta de Juan Fernández	H. Milne-Edwards, 1837
Chordata	Myctophiformes	Myctophidae	Myctophum	Myctophum sp.	Pez linterna	Rafinesque, 1810
Mollusca	Teuthida	Onychoteuthidae	Moroteuthis	Moroteuthis ingens	Calamar rosado	Smith, 1881
Chordata	Squaliformes	Centrophoridae	Deania	Deania calcea	Tiburón narigón	Lowe, 1839
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Pseudocyttus	Pseudocyttus maculatus	Oreo Dory	Gilchrist, 1906
Chordata	Perciformes	Polyprionidae	Polyprion	Polyprion oxigenetos	Bacalao de Juan Fernández	Schneider & Foster, 1801

Tabla 2. Especies recolectadas en JF2

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macruronus	Macruronus magellanicus	Merluza de cola	Lönnberg, 1907
Chordata	Gadiformes	Moridae	Salilota	Salilota australis	Brotula	Günther, 1878
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus legerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus fasciatus	Granadero patagonico	Günther, 1878
Chordata	Ophidiiformes	Ophidiidae	Genypterus	Genypterus blacodes	Congrio dorado	Forster, 1801
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllum	Centroscyllum granulosum	Tollo negro	Günther, 1880
Chordata	Rajiformes	Rajidae	Raja	Raja sp.	Raya	Linnaeus, 1758
Chordata	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus	Mustelus mento	Tollo común	Cope, 1877
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus acanthias	Tollo de cachos	Linnaeus, 1758
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Pseudoxenomystax	Pseudoxenomystax albescens	Congrio austral	Barnard, 1923
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Arthropoda	Decapoda	Majidae	Libinia	Libinia clavae	Centolla falsa	Milne Edwards & Lucas, 1842
Chordata	Myctophiformes	Myctophidae	Myctophum	Myctophum sp.	Pez linterna	Rafinesque, 1810
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllum	Centroscyllum nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus brunneus	Pejergato de profundidad	Gilbert, 1892
Chordata	Gadiformes	Moridae	Gadella	Gadella obscurus	Brotulin	Parin, 1984
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
				Melipion ensiferus	Bacalao de la patagonia	
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Neocyttus	Neocyttus rhomboidalis	Spiky oreo	Gilchrist, 1906
Mollusca	Teuthida	Loliginidae	Loligo	Loligo gahi	Calamar	D'Orbigny, 1835
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago nielsenii	Congrio de profundidad	Karmovskaya, 1990
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Nezumia	Nezumia pulchella	Granadero pulgar	Pequeño, 1971
Chordata	Notacanthiformes	Notacanthidae	Notacanthus	Notacanthus sexspinis	Anguila espinosa	Richardson, 1846
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys nitidus cyanescens	Mugil	Guichenot, 1848
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Projasus	Projasus bahamondei	Langosta enana	Geroge, 1976
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus denticulatus	Besugo de Juan Fernández	Diezede, 1950
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Merluccius	Merluccius gayi	Merluza común	Guichenot, 1848
Chordata	Perciformes	Mugilidae	Mugil	Mugil cephalus	Lisa	Linnaeus, 1758
Chordata	Ophidiiformes	Ophidiidae	Genypterus	Genypterus maculatus	Congrio negro	Tschudi, 1846
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchus griseus	Tollo fume	Bonnaterre, 1788
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centrocyttus	Centrocyttus cryptacanthus	Pejeterro de profundidad	Regan, 1906
Chordata	Perciformes	Labridae	Semicossyphus	Pimelometopon maculatus	Pejeterro	Perez, 1886
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Ruvettus	Ruvettus pretiosus	Mantecoso	Cocco, 1833
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus macrophthalmus	Quimera	de Buen, 1959
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Xenomystax	Xenomystax atrarius	Wlaky	Gilbert, 1891
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Sebastes	Sebastes capensis	Chancharro	Gmelin, 1789
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Arthropoda	Decapoda	Solenoceridae	Haliporoides	Haliporoides diomedae	Gamba	Faxon, 1893
Chordata	Gadiformes	Moridae	Tripterygius	Tripterygius svetovidovi	Cola plana	Sazonov & Shcherbachev, 1986
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus mitsukurii	Tiburón galludo	Jordan & Snyder, 1903
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Sebastes	Sebastes oculatus	Cabrilla	Valenciennes, 1833
Chordata	Stomiiformes	Stomidae	Chauliodus	Chauliodus vasnetzovi	Quecho	Novikova, 1972
Chordata	Stomiiformes	Stomidae	Idiocranchius	Idiocranchius sp.	Dragón negro	Peters, 1877
Chordata	Perciformes	Polyprionidae	Polyprion	Polyprion oxygeneios	Bacalao de Juan Fernández	Schneider & Foster, 1801
Chordata	Gadiformes	Moridae	Halargyreus	Halargyreus johnsonii	Bacalao esbelto	Günther, 1862
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Centrolophus	Centrolophus niger	Blackfish	Gmelin, 1789
Chordata	Torpediniformes	Torpedinidae	Torpedo	Torpedo tremens	Raya eléctrica	de Buen, 1959
Chordata	Perciformes	Serranidae	Hemilutjanus	Hemilutjanus macrophthalmos	Apañado	Tschudi, 1845
Chordata	Perciformes	Caristiidae			Peces con melena	
Chordata	Perciformes	Bramidae	Brama	Brama australis	Reineta	Valenciennes, 1837
Chordata	Belontiiformes	Scomberesocidae	Scomberesox	Scomberesox saurus	Agujilla	Walbaum, 1792
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruroplus	Macruroplus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Pseudocyttus	Pseudocyttus maculatus	Smooth oreo	Gilchrist, 1906
Arthropoda	Decapoda	Lithodidae	Paralomis	Paralomis granulosa	Centollon	
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus patagoniae	Peje rata	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Tetraodontiformes	Molidae	Mola	Mola mola	Pez luna	Linnaeus, 1758
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Coryphaenoides	Coryphaenoides holotrachy	Peje rata grande	
				Paralepsis atlantica	Fleyta	
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Jasus	Jasus frontalis	Langosta de Juan Fernández	H. Milne-Edwards, 1837
Chordata	Perciformes	Nototheniidae	Dissostichus	Dissostichus eleginoides	Bacalao de profundidad	Smitt, 1898
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus aconcagua	Granadero aconcagua	Iwamoto, 1978
Chordata	Perciformes	Carangidae	Trachurus	Trachurus murphyi	Jurel	Nichols, 1920
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Thyriscus	Thyriscus atun	Sierra	Euphrasen, 1791
Arthropoda	Decapoda	Xanthidae	Homalaspis	Homalaspis plana	Jaiba mora	Milne Edwards, 1834
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus sp.	Quimora negra	Gill, 1862
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus crassicaudus	Besugo	de Buen, 1959
Chordata	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Prionace	Prionace glauca	Azulejo	Linnaeus, 1758
Chordata	Chimaeriformes	Callorhynchidae	Callorhynchus	Callorhynchus callorhynchus	Pejegalto	Linnaeus, 1758
Chordata	Clupeiformes	Clupeidae	Ethmidium	Ethmidium maculatum	Machuelo	Valenciennes, 1847
				Sciphosoa	Medusas	
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys sp.	Cabrilla rubia	Richardson, 1845
Echinodermata	Echinoida				Erizos de mar	Troschal, 1872
Echinodermata	Asteroida				Estrella de mar	
				P. barbiger	Cangrejo	
Chordata	Squaliformes	Centrolophidae	Deania	Deania calcea	Tiburón narigón	Lowe, 1839
Chordata	Gadiformes	Moridae	Antimora	Antimora rostrata		Günther, 1878

Tabla 3. Especies recolectadas en JF3

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus brunneus	Pejegato de profundidad	Gilbert, 1892
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus fasciatus	Granadero patagonico	Günther, 1878
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus acanthias	Tollo de cachos	Linnaeus, 1758
Chordata	Perciformes	Nototheniidae	Dissostichus	Dissostichus eleginoides	Bacalao de profundidad	Smitt, 1898
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macruronus	Macruronus magellanicus	Merluza de cola	Lönnberg, 1907
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
					Jaiba	
Chordata	Gadiformes	Moridae	Gadella	Gadella obscurus	Brotulin	Parin, 1984
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyrnus	Centroscyrnus cryptacanthus	Pejepetro de profundidad	Regan, 1906
Chordata	Gadiformes	Moridae	Tripteryphycis	Tripteryphycis svetovidovi	Cola plana	Sazonov & Shcherbachev, 1986
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Pseudocyttus	Pseudocyttus maculatus	Smooth oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Nezumia	Nezumia pulchella	Granadero pulgar	Pequeño, 1971
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus macrophthalmus	Quimera	de Buen, 1959
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus mitsukurii	Tiburón galludo	Jordan & Snyder, 1903
Chordata	Stomiiformes	Sternoptychidae	Argyropelecus	Argyropelecus olfersi	Hachita	Cuvier, 1829
Mollusca	Teuthida	Loliginidae	Loligo	Loligo gahi	Calamar	D'Orbigny, 1835
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Neocyttus	Neocyttus rhomboidalis	Spiky oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Chauliodus	Chauliodus vassnetzovi	Quecho	Novikova, 1972
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruropus	Macruropus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Beloniformes	Scomberesocidae	Scomberesox	Scomberesox saurus	Agujilla	Walbaum, 1792
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus aconcagua	Granadero aconcagua	Iwamoto, 1978
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Lucigadus	Ventrifossa nigromaculata	Granadero negro manchado	McCulloch, 1907
Chordata	Anguiliformes	Congridae	Xenomystax	Xenomystax atrarius	Wlaky	Gilbert, 1891
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus lengerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Thyrsites	Thyrsites atun	Sierra	Euphrasen, 1791
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys sp.	Cabrilla rubia	Richardson, 1845
Chordata	Torpediniformes	Torpedinidae	Torpedo	Torpedo tremens	Raya electrica	de Buen, 1959
Chordata	Perciformes	Caristiidae			Peces con melena	
Chordata	Anguiliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago nielseni	Congrio de profundidad	Karmovskaya, 1990
Chordata	Perciformes	Carangidae	Trachurus	Trachurus murphyi	Jurel	Nichols, 1920
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchus griseus	Tollo fume	Bonnaterre, 1788
Chordata	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus	Mustelus mento	Tollo común	Cope, 1877
					Melipion ensiferus	Bacalao de la patagonia
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Centrolophus	Centrolophus niger	Blackfish	Gmelin, 1789
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus holotrachys	Granadero de ojos grandes	Günther, 1878
Chordata	Scorpaeniformes	Congiopodidae	Congiopodus	Congiopodus peruvianus	Pez chanco	Cuvier, 1829
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Aristostomias	Aristostomias lunifer	Dragón barbudo	Regan & Trewavas, 1930
Chordata	Chimaeriformes	Callorhynchidae	Callorhynchus	Callorhynchus callorhynchus	Pejegallos	Linnaeus, 1758
Chordata	Squaliformes	Centrophoridae	Deania	Deania calcea	Tiburón narigon	Lowe, 1839
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchus griseus	Fume	Bonnaterre, 1788
Chordata	Gadiformes	Moridae	Antimora	Antimora rostrata	Antimora	Günther, 1878

Tabla 4. Especies recolectadas en JF4

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macruronus	Macruronus magellanicus	Merluza de cola	Linnberg, 1907
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus patagoniae	Peje rata	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Squaliformes	Centrophoridae	Deania	Deania calcea	Tollo pajarito	Lowe, 1839
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Arthropoda	Decapoda	Pandalidae	Heterocarpus	Heterocarpus reedi	Camarón nylon	Bahamonde, 1955
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus sp.	Quimora negra	Gill, 1862
Chordata	Gadiformes	Moridae	Salilota	Salilota australis	Brotula	Günther, 1878
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus fasciatus	Granadero patagonico	Günther, 1878
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchus griseus	Tollo fume	Bonnaterre, 1788
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus nasutus	Tiburón negro narigón	Buen, 1959
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Chauliodus	Chauliodus vasnetzovi	Quecho	Novikova, 1972
Chordata	Anguiliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago nielsenii	Congrio de profundidad	Karmovskaya, 1990
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus brunneus	Pejegato de profundidad	Gilbert, 1892
Chordata	Gadiformes	Moridae	Gadella	Gadella obscurus	Brotulin	Parin, 1984
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Projasus	Projasus bahamondei	Langosta enana	Geroge, 1976
Chordata	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Prionace	Prionace glauca	Tiburón azulejo	Linnaeus, 1758
Echinodermata	Echinoidea	Echinidae	Loxechinus	Loxechinus albus	Erizo blanco	Molina, 1782
Chordata	Myctophiformes	Myctophidae	Myctophum	Myctophum sp.	Pez linterna	Rafinesque, 1810
				Paralepsis atlantica	Pez cinta	
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus lengerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Nezumia	Nezumia pulchella	Granadero pulgar	Pequeño, 1971
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Centrolophus	Centrolophus niger	Blackfish	Gmelin, 1789
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys nitidus cyanescens	Mugil	Guichenot, 1848
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centrosymnus	Centrosymnus cryptacanthus	Pejeperro de profundidad	Regan, 1906
Chordata	Anguiliformes	Congridae	Xenomystax	Xenomystax atrarius	Wlaky	Gilbert, 1891
Chordata	Stomiiformes	Sternoptychidae	Argyropelecus	Argyropelecus offersi	Hachita	Cuvier, 1829
Arthropoda	Decapoda	Solenoceridae	Haliporoides	Haliporoides diomedaeae	Gamba	Faxon, 1893
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Neocyttus	Neocyttus rhomboidalis	Spiky oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hydrolagus macrophthalmus	Quimera	de Buen, 1959
Chordata	Gadiformes	Moridae	Tripterygius	Tripterygius svetovidovi	Cola plana	Sazonov & Shcherbachev, 1986
Chordata	Perciformes	Caristiidae			Peces con melena	
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus mitsukurii	Tiburón galludo	Jordan & Snyder, 1903
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus robustus	Besugo de Juan Fernández	Barnard, 1927
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus acanthias	Tollo de cachos	Linnaeus, 1758
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruropus	Macruropus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Schroederichthys	Schroederichthys chilensis	Pinta roja	Guichenot, 1848
Mollusca	Teuthida	Loliginidae	Loligo	Loligo gahi	Calamar	D'Orbigny, 1835
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus aconcagua	Granadero aconcagua	Iwamoto, 1978
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Lucigadus	Ventrifossa nigromaculata	Granadero negro manchado	McCulloch, 1907
				Sciphozoa	Medusas	
Echinodermata	Astroidea				Estrella de mar	
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Ruvettus	Ruvettus pretiosus	Mantecoso	Cocco, 1833
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Pseudocyttus	Pseudocyttus maculatus	Smooth oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus	Mustelus mento	Tollo común	Cope, 1877
				Melipion ensiferus	Bacalao de la patagonia	
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Jasus	Jasus frontalis	Langosta de Juan Fernández	H. Milne-Edwards, 1837
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Seriola	Seriola caerulea	Cojinoba del sur	Guichenot, 1848
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium granulosum	Tollo negro	Günther, 1880
				Paralepsis atlantica	Fleyta	
Chordata	Anguiliformes	Congridae	Pseudoxenomystax	Pseudoxenomystax albescens	Congrio austral	Barnard, 1923
Chordata	Torpediniformes	Torpedinidae	Torpedo	Torpedo tremens	Raya eléctrica	de Buen, 1959
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Aristostomias	Aristostomias lunifer	Dragón barbudo	Regan & Trewavas, 1930
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Arthropoda	Decapoda	Majidae	Libidoclaea	Libidoclaea granaria	Centolla falsa	Milne Edwards & Lucas, 1842
Chordata	Notacanthiformes	Notacanthidae	Notacanthus	Notacanthus sexspinis	Anguila espinosa	Richardson, 1846

Tabla 5. Especies recolectadas en JF6



Tabla 6. Especies recolectadas en JF10

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macruronus	Macruronus magellanicus	Merluza de cola	Lönnberg, 1907
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus lengerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruropus	Macruropus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Thyrsites	Thyrsites atun	Sierra	Euphrasen, 1791
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys sp.	Cabrilla rubia	Richardson, 1845
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Chauliodus	Chauliodus vasnetzovi	Quecho	Novikova, 1972
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Aristostomias	Aristostomias lunifer	Dragón barbudo	Regan & Trewavas, 1930
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
				Sciphozoa	Medusas	
Chordata	Myctophiformes	Myctophidae	Myctophum	Myctophum sp.	Pez linterna	Rafinesque, 1810

Tabla 7. Especies recolectadas en JF11

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Projasus	Projasus bahamondei	Langosta enana	Geroge, 1976
Chordata	Ophidiiformes	Ophidiidae	Genypterus	Genypterus blacodes	Congrio dorado	Forster, 1801
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macrurus	Macrurus magellanicus	Merluza de cola	Lönnberg, 1907
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus lengerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruropus	Macruropus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys sp.	Cabrilla rubia	Richardson, 1845
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Thyrsites	Thyrsites atun	Sierra	Euphrasen, 1791
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Torpediniformes	Torpedinidae	Torpedo	Torpedo tremens	Raya electrica	de Buen, 1959
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus fasciatus	Granadero patagonico	Günther, 1878
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllum	Centroscyllum nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus crassicaudus	Besugo	de Buen, 1959
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus brunneus	Pejegato de profundidad	Gilbert, 1892
Chordata	Perciformes	Emmelichthyidae	Emmelichthys	Emmelichthys nitidus cyanescens	Mugil	Guichenot, 1848
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchus griseus	Tollo fume	Bonnaterre, 1788
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus robustus	Besugo de Juan Fernández	Barnard, 1927
Arthropoda	Decapoda	Canceridae	Cancer	Cancer setosus	Jaiba peluda	Molina, 1782
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Merluccius	Merluccius gayi	Merluza comun	Guichenot, 1848
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus cryptacanthus	Pejeporro de profundidad	Regan, 1906
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus acanthias	Tollo de cachos	Linnaeus, 1758
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago nielseni	Congrio de profundidad	Karmovskaya, 1990
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrourus	Macrourus holotrachys	Granadero de ojos grandes	Günther, 1878
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Merluccius	Merluccius australis	Merluza del sur	Hutton, 1872
Chordata	Perciformes	Serranidae	Paranthias	Paranthias colonus	Rabirrubia de lo alto	Valenciennes, 1846
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus mitsukurii	Tiburón galludo	Jordan & Snyder, 1903
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Coryphaenoides	Coryphaenoides holotrachy	Peje rata grande	
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Centrolophus	Centrolophus niger	Blackfish	Gmelin, 1789
Arthropoda	Decapoda	Majidae	Libidoclaea	Libidoclaea granaria	Centolla falsa	Milne Edwards & Lucas, 1842
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Ruvettus	Ruvettus pretiosus	Mantecoso	Cocco, 1833
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Sebastes	Sebastes capensis	Chancharro	Gmelin, 1789
Chordata	Perciformes	Caristiidae			Peces con melena	
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Jasus	Jasus Frontalis	Langosta de Juan Fernández	H. Milne-Edwards, 1837
				Sciphozoa	Medusas	
Chordata	Myctophiformes	Myctophidae	Myctophum	Myctophum sp.	Pez linterna	Rafinesque, 1810
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
Mollusca	Teuthida	Onychoteuthidae	Moroteuthis	Moroteuthis ingens	Calamar rosado	Smith, 1881
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Pseudoxenomystax	Pseudoxenomystax albescens	Congrio austral	Barnard, 1923
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810

Tabla 8. Especies recolectadas en BO1

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Gadiformes	Merlucciidae	Macrurus	Macrurus magellanicus	Merluza de cola	Lönnberg, 1907
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrurus	Macrurus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscyllium	Centroscyllium nigrum	Tollo negro de cachos	Garman, 1899
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Chauliodus	Chauliodus vasnetzovi	Quecho	Novikova, 1972
Arthropoda	Decapoda	Palinuridae	Projasus	Projasus bahamondei	Langosta enana	Geroge, 1976
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago nielseni	Congrio de profundidad	Karmovskaya, 1990
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Nezumia	Nezumia pulchella	Granadero pulgar	Pequeño, 1971
Chordata	Perciformes	Centrolophidae	Centrolophus	Centrolophus niger	Blackfish	Gmelin, 1789
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Coryphaenoides	Coryphaenoides holotrachy	Peje rata grande	
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus cryptacanthus	Pejeperro de profundidad	Regan, 1906
Chordata	Notacanthiformes	Notacanthidae	Notacanthus	Notacanthus sexspinis	Anguila espinosa	Richardson, 1846
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus nasutus	Tiburón negro narigon	Buen, 1959
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Neocyttus	Neocyttus rhomboidalis	Spiky oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Rajiformes	Rajidae	Raja	Raja chilensis	Raya volantin	Gaichenot, 1848
Chordata	Squaliformes	Centrolophidae	Deania	Deania calcea	Tiburón narigon	Lowe, 1839
Arthropoda	Decapoda				Langosta	
Chordata	Chimaeriformes	Chimaeridae	Hydrolagus	Hidrolagus sp.	Quimera	Gill, 1862

Tabla 9. Especies recolectadas en BO2

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus chilensis	Granadero chileno	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Squaliformes	Squalidae	Squalus	Squalus acanthias	Tollo de cachos	Linnaeus, 1758
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus kaiyomaru	Granadero campana	Arai & Iwamoto, 1979
Chordata	Stomiiformes	Sternoptychidae	Argyropelecus	Argyropelecus olfersi	Hachita	Buen, 1829
Chordata	Stomiiformes	Stomiidae	Idiacanthus	Idiacanthus sp.	Dragón negro	Peters, 1877
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus fasciatus	Granadero patagonico	Günther, 1878
Chordata	Perciformes	Labridae	Semicossyphus	Pimelometopon maculatus	Pejeperro	Perez, 1886
Chordata	Osmeriformes	Alepocephalidae	Alepocephalus	Alepocephalus sp.	Barbanegra	Risso, 1820
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Nezumia	Nezumia pulchella	Granadero pulgar	Pequeño, 1971
Arthropoda				Jaiba (Sensu lato)	Jaiba	
Chordata	Scorpaeniformes	Sebastidae	Helicolenus	Helicolenus lengerichi	Chancharro de Juan Fernández	Norman, 1937
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Caelorinchus	Caelorinchus patagoniae	Peje rata	Gilbert & Thompson, 1916
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Etmopterus	Etmopterus granulosus	Tollo lucero	Günther, 1880
Chordata	Gadiformes	Moridae	Mora	Mora moro	Ribaldo	Risso, 1810
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Xenomystax	Xenomystax atrarius	Wlaky	Gilbert, 1891
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny, 1835
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macrurus	Macrurus carinatus	Granadero escamoso	Günther, 1878
Chordata	Gadiformes	Moridae	Gadella	Gadella obscurus	Brotulin	Parin, 1984
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus cryptacanthus	Pejeperro de profundidad	Regan, 1906
Echinodermata	Echinoida				Erizos de mar	Troschal, 1872
Chordata	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Apristurus	Apristurus brunneus	Pejegato de profundidad	Gilbert, 1892
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Neocyttus	Neocyttus rhomboidalis	Spiky oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Zeiformes	Oreosomatidae	Pseudocyttus	Pseudocyttus maculatus	Smooth oreo	Gilchrist, 1906
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Macruropus	Macruropus sp.	Peje rata	Bleeker, 1874
Chordata	Gadiformes	Macrouridae	Coryphaenoides	Coryphaenoides holotrachy	Peje rata grande	
Chordata	Beryciformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	Hoplostethus atlanticus	Orange roughy	Collett, 1889
Chordata	Perciformes	Trichiuridae	Lepidopus	Lepidopus xantusi	Basurero negro	Goode & Bean, 1896
Chordata	Anguilliformes	Congridae	Bassanago	Bassanago sp.	Congrio de Profundidad	Karmovskaya, 1990

Tabla 10. Especies recolectadas en SF2

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Lamniformes	Lamnidae	Isurus	Isurus oxirynchus	Tiburón marrajo	Rafinesque, 1810
Chordata	Lampriformes	Lampridae	Lampris	Lampris guttatus	Pez sol	Brünnich, 1788
Chordata	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Prionace	Prionace glauca	Azulejo	Linnaeus, 1758
Chordata	Perciformes	Xiphiidae	Xiphias	Xiphias gladius	Pez espada	Linnaeus, 1758
Chordata	Aulopiformes	Alepisauridae	Alepisaurus	Alepisaurus rostratus	Pez Lanceta	Lowe, 1833
Chordata	Lamniformes	Alopiidae	Alopias	Alopias superciliosus	Cola de zorro	Lowe, 1841
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Lepidocybium	Lepidocybium flavobrunneum	Escolar	Smith, 1843
Chordata	Rajiformes	Myliobatidae	Myliobatis	Myliobatis chilensis	Peje aguila	Philippi, 1892
Chordata	Perciformes	Bramidae	Taractes	Taractes rubescens		Jordan and Evermann, 1887

Tabla 11. Especies recolectadas en SF3

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
				Pterygotriglas sp	Diablillo	
Chordata	Zeiformes	Zeidae	Zenopsis	Zenopsis conchifer	Mirror Dory	Lowe, 1852
					Sierra	
Chordata	Perciformes	Carangidae	Trachurus	Trachurus murphyi	Jurel	Nichols, 1920
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Gempylus	Gempylus serpens		Cuvier, 1829
Chordata	Lamniformes	Lamnidae	Isurus	Isurus oxirynchus	Tiburón marrajo	Rafinesque, 1810
Chordata	Perciformes	Gempylidae	Lepidocybium	Lepidocybium flavobrunneum	Escolar	Smith, 1843
Chordata	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Prionace	Prionace glauca	Azulejo	Linnaeus, 1758
Chordata	Perciformes	Xiphiidae	Xiphias	Xiphias gladius	Pez espada	Linnaeus, 1758

Tabla 12. Especies recolectadas en SF5

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
					Cabrilla	
				Pterygotriglas sp	Diablillo	
Chordata	Scorpaeniformes	Congiopodidae	Congiopodus	Congiopodus sp.	Espinudo	
Chordata	Zeiformes	Zeidae	Zenopsis	Zenopsis conchifer	Mirror Dory	Lowe, 1852
Chordata	Perciformes	Carangidae	Trachurus	Trachurus murphyi	Jurel	Nichols, 1920
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus crepidater	Tollo	Barbosa du Bocage & de Brito Capello, 1864
Chordata	Perciformes	Coryphaenidae	Coryphaena	Coryphaena hippurus	Dorado	Linnaeus, 1758
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny 1835
Chordata	Lamniformes	Lamnidae	Isurus	Isurus oxirynchus	Tiburón marrajo	Rafinesque, 1810
Chordata	Rajiformes	Myliobatidae	Myliobatis	Myliobatis chilensis	Peje aguila	Philippi, 1892
Chordata	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Prionace	Prionace glauca	Azulejo	Linnaeus, 1758
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus alalunga	Atún aleta larga	Bonnaterre, 1788
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus albacares	Atún aleta amarilla	Bonnaterre, 1788
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus obesus	Atún ojo grande	Lowe, 1839
Chordata	Perciformes	Xiphiidae	Xiphias	Xiphias gladius	Pez espada	Linnaeus, 1758
Chordata	Lamniformes	Lamnidae	Lamna	Lamna nasus	Tintorera	Bonnaterre, 1788
Chordata	Lampriformes	Lampridae				
Chordata	Perciformes	Gempylidae				
Chordata	Tetraodontiformes	Molidae	Mola	Mola ramsayi	Pez luna	Giglioli, 1883
Chordata	Aulopiformes	Alepisauridae	Alepisaurus	Alepisaurus rostratus	Pez Lanceta	Lowe, 1833
Chordata	Perciformes	Epigonidae	Epigonus	Epigonus crassicaudus	Besugo	de Buen, 1959
Chordata	Perciformes	Scombridae	Gasterochisma	Gasterochisma melampus	Pez chauchera	Richardson, 1845

Tabla 13. Especies recolectadas en SF6

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
Chordata	Beryciformes	Berycidae	Beryx	Beryx splendens	Alfonsino	Lowe, 1834
				Pterygotriglas sp	Diablillo	
Chordata	Scorpaeniformes	Congiopodidae	Congiopodus	Congiopodus sp.	Espinudo	
Chordata	Zeiformes	Zeidae	Zenopsis	Zenopsis conchifer	Mirror Dory	Lowe, 1852
					Sierra	
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus crepidater	Tollo	Barbosa du Bocage & de Brito Capello, 1864
Chordata	Aulopiformes	Alepisauridae	Alepisaurus	Alepisaurus ferox	Pez Lanceta	Lowe, 1833
Chordata	Lamniformes	Lamnidae	Lamna	Lamna nasus	Tintorera	Bonnaterre, 1788
Chordata	Rajiformes	Myliobatidae	Myliobatis	Myliobatis chilensis	Peje aguila	Philippi, 1892
Chordata	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Prionace	Prionace glauca	Azulejo	Linnaeus, 1758
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus alalunga	Atún aleta larga	Bonnaterre, 1788
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus albacares	Atún aleta amarilla	Bonnaterre, 1788
Chordata	Perciformes	Xiphiidae	Xiphias	Xiphias gladius	Pez espada	Linnaeus, 1758
Chordata	Perciformes	Coryphaenidae	Coryphaena	Coryphaena hippurus	Dorado	Linnaeus, 1758
Mollusca	Teuthida	Ommastrephidae	Dosidicus	Dosidicus gigas	Jibia	D'Orbigny 1835
Chordata	Lampriformes	Lampridae				
Chordata	Perciformes	Scombridae	Thunnus	Thunnus obesus	Atún ojo grande	Lowe, 1839

Tabla 14. Especies recolectadas en SF8

Phylum	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Vernacular	Authority
				Pterygotriglas sp	Diablillo	
Chordata	Scorpaeniformes	Congiopodidae	Congiopodus	Congiopodus sp.	Espinudo	
Chordata	Perciformes	Carangidae	Trachurus	Trachurus murphyi	Jurel	Nichols, 1920
Chordata	Zeiformes	Zeidae	Zenopsis	Zenopsis conchifer	Mirror Dory	Lowe, 1852
Chordata	Squaliformes	Dalatiidae	Centroscymnus	Centroscymnus crepidater	Tollo	Barbosa du Bocage & de Brito Capello, 1864
Chordata	Hexanchiformes	Hexanchidae	Hexanchus	Hexanchgenus griseus	Fume	Bonnaterre, 1788

---

Anexo III. Equipo profesional y técnico

**Yáñez, Eleuterio**

Título : Ingeniero Pesquero, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.  
Postgrados : Diplome d'Etudes Approfondies en Oceanographie Biologique  
: Doctorat 3ème Cycle en Oceanographie Biologique  
: Doctorat en Oceanologie (Ph.D)  
Campo de Trabajo : Biología y Oceanografía Pesquera  
Categoría : Jefe de Proyecto e Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Silva, Claudio**

Título : Ingeniero Pesquero  
Campo de Trabajo : Oceanografía pesquera, Teledetección y SIG.  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Vega, Rodrigo**

Título : Ingeniero Pesquero  
Campo de Trabajo : Biología y Ecología Pesquera.  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Álvarez, Lorena**

Título : Ingeniero Pesquero  
Campo de Trabajo : Pesquerías y Análisis bibliográfico  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Silva, Nelson**

Título : Oceanógrafo  
Postgrados : M. Sc. Oceanografía Física  
Campo de Trabajo : Oceanografía Física  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Palma, Sergio**

Título : Oceanógrafo  
Postgrados : Doctorado en Oceanografía Biológica  
Campo de Trabajo : Análisis de plancton  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Salinas, Sergio**

Título : Oceanógrafo  
Postgrados : Doctorado en Oceanografía Biológica  
Campo de Trabajo : Oceanografía Física  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Haussermann, Vreni**

Título : Biologa Marina  
Campo de Trabajo : Taxonomía  
Categoría : Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 90%

**Ramírez, Nadin**

Título : Oceanógrafo  
Campo de Trabajo : Toma de dtos oceanográficos y análisis  
Categoría : Co-Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Soto, Daniela**

Título : Oceanografo  
Campo de Trabajo : Análisis de Plancton  
Categoría : Co-Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Menschel, Eduardo**

Título : Biologo marino  
Campo de Trabajo : Análisis de Fitoplancton  
Categoría : Co-Investigador  
Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

**Miranda, Pedro**

Título : Muestreador

Campo de Trabajo : Recopilación información a bordo

Categoría : Muestreador

Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100 %

**Lorca, Roberto**

Título : Muestreador

Campo de Trabajo : Recopilación información a bordo

Categoría : Muestreador

Tiempo aproximado ocupado del total comprometido: 100%

---

Anexo IV. Justificación del equipo de trabajo

---

## **JUSTIFICACIÓN AJUSTES EQUIPO DE TRABAJO**

---

### **FIP 2006-57**

En el desarrollo del estudio se requirió hacer algunos ajustes y cambios en el equipo de trabajo, en relación a lo asignado inicialmente. Lo anterior, con el fin de dar un exacto cumplimiento de todas las actividades comprometidas en el proyecto

En la Propuesta Técnica del Proyecto FIP 2006-57, se contempló la participación de los profesionales:

Sr. Patricio Arana

Sr. Roberto Meléndez

Sr. Brian Dyer

Su participación fue innecesaria debido a que en los cruceros no se encontraron especies (peces y crustáceos) para identificar.

Se sumó al equipo el Sr Rodrigo Vega, Sr. Eduardo Menschel y Sra. Vreni Haussermann y como colaboradores el Sr. Nadin Ramírez y Srta. Daniela Soto

## Anexo V. Taller de Difusión y Discusión de Resultados

**Invitación Taller**

Taller de difusión y discusión de resultados Proyecto  
FIP N° 2006-57  
“Biodiversidad de Montes Submarinos”

Eleuterio Yáñez Rodríguez, Jefe de Proyecto, invita a ud. al Taller de difusión y discusión de resultados del Proyecto FIP N° 2006-57 “Biodiversidad de Montes Submarinos” a realizarse el 20 de agosto de 2008 a partir de las 9:30 hrs, en la Subsecretaría de Pesca, Bellavista 168 piso 19 Valparaíso.

R. S. V. P. lorena.alvarez@ucv.cl

---

**Programa Taller**

Taller de Difusión y Discusión de Resultados Proyecto FIP 2006-57  
“BIODIVERSIDAD DE MONTES SUBMARINOS”

Lugar: Subsecretaría de Pesca

Dirección: Bellavista 168 piso 19, Valparaíso

---

20 de agosto de 2008

9:30 – 9:35 Presentación proyecto

Jefe de proyecto Dr. Eleuterio Yáñez Rodríguez

9:35 – 10:00 Identificación geográfica de los montes submarinos localizados en aguas de la ZEE chilena.

Dr. Eleuterio Yáñez Rodríguez

10:00 – 10:30 Estado del conocimiento de la biodiversidad en los montes submarinos de Chile.

Ing. Pesq. Lorena Álvarez Astorga.

10:30 – 11:00 Análisis del esfuerzo pesquero aplicado a los montes submarinos de la ZEE de Chile en años recientes.

Dr. Eleuterio Yáñez Rodríguez

11:00 – 11:30 Café

11:30 – 12:00 Evaluación directa de la biodiversidad de los montes JF1 y JF2.

Dr.(c) Rodrigo Vega Muñoz.

12:00 – 13:00 Caracterización de las condiciones batimétricas, oceanográficas y de sustrato de los montes JF1 y JF2.

Dr.(c) Rodrigo Vega Muñoz.

13:00 Discusión y conclusiones.

**Lista de Participantes**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATOLICA  
DE VALPARAISO

**Listado de Participantes**

**Taller de Difusión y Discusión de Resultados**

**Proyecto FIP 2006-57 "Biodiversidad de Montes Submarinos"**

Nombre	Institución	e-mail
Patricio Barría	IFOP	pbarría@ifop.cl
Nelson Salda	PUCV	nsalda@ucv.cl
Sergio Palma	PUCV	spalma@ucv.cl
RUBEN PINOCHET P.	SUBPESCA - FIP	rpinochet@subpesca.cl
Jorge Farías	Subpesca	jfarías@subpesca.cl
Cristian Laborda	Subpesca	claborda@subpesca.cl
DARÍO RIVERO	SSP	drivero@subpesca.cl
Rodrigo Vega	UCV - UACH	rodrigo.vega@uach.cl
Rodrigo Planes	Subpesca	
Michell Depewant	PUCV	michell.depewant@ucv.cl

pucv.cl

Av. Brasil 2950, Valparaíso-Chile  
Tel: (56-32) 227 3000  
Fax: (56-32) 221 2746  
Casilla: 4059

**Comentarios emitidos en el Taller**

	<b>Comentarios</b>
<b>Objetivo 1</b>	Falta criterios para definir montes susceptibles a la explotación.
	El criterio puede ser profundidad, u alguna otra característica, que se entregan en la base de datos.
<b>Objetivo 2</b>	La mayoría de los muestreos realizados para medir la biodiversidad es realizada por instituciones extranjeras.
	La exploraciones realizadas en los montes submarinos son principalmente realizadas con un objetivo pesquero, no tienen un objetivo ecológico.
	No existe información de fauna bentónica para la evaluación de biodiversidad. La información es predominantemente de especies ícticas. Por lo que no se observa el cambio de estas comunidades en el tiempo.
<b>Objetivo 3</b>	Con respecto al índice de intensidad relativa de pesca, quizás se deba tomar en cuenta áreas más específicas. Ya que en estos ecosistemas es importante el nivel sitio-específico.
	Para saber que impacto debiera hacerse un estudio de perturbaciones comparado a un estado sin perturbaciones.
<b>Objetivo 4</b>	Plataforma de trabajo deficiente en el crucero realizado.
	La calidad de las muestras hubiese mejorado con la implementación de red arrastre, pero el uso de este arte estaba restringido en los términos básicos de referencia.
	Para la toma de muestras es necesario la intervención del sistema.
	Las muestras para la identificación taxonómica demorarán más del periodo contemplado. Esto debido a la falta de especialistas en el tema a nivel nacional.
<b>Conclusiones</b>	Este tipo de estudios debe estar dentro de un programa nacional, el cual debiera implementarse debido a los compromisos que ha adquirido el país respecto a este tema.
	En términos relativos, Australia y Nueva Zelanda, tienen un mayor conocimiento en pesquerías de aguas profundas y de su ambiente.
	Como país se le debe dar más importancia a este tema, entregando un buen respaldo monetario a este tipo de investigación, al igual que una buena plataforma de trabajo.
	Para estar a nivel internacional respecto a los estudios de este tipo de ecosistemas se debe invertir en una buena capacidad técnica y científica al respecto.
	El valor real de una prospección que tenga una mejor plataforma de trabajo, y mayor tiempo en zona de estudio es de \$140.000.000 sólo en costos de barco.