



INFORME FINAL

**Proyecto
FIP N° 2004-09**

**Evaluación
hidroacústica de
merluza común,
año 2004**

**FEBRERO
2005**



INFORME FINAL

FIP N° 2004-09

Evaluación hidroacústica
de merluza común,
año 2004

• Febrero, 2005 •



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP
Presidente del Consejo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP
Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegria
Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

SERGIO LILLO V.

AUTORES

SERGIO LILLO V.
JUAN OLIVARES C.
MAURICIO BRAUN A.
EDUARDO DÍAZ R.
SERGIO NÚÑEZ E.
ÁLVARO SAAVEDRA G.
JUAN SAAVEDRA N.
RENZO TASCHERI O.



ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL -----	i
ÍNDICE DE FIGURAS -----	v
ÍNDICE DE TABLAS -----	xv
RESUMEN EJECUTIVO -----	1
1. OBJETIVO GENERAL -----	5
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	5
3. ANTECEDENTES -----	6
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO -----	12
4.1 Período y área de estudio -----	12
4.2 Embarcación y equipos -----	13
4.3 Objetivo específico 1. Estimación de la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio. -----	15
4.3.1 Diseño del muestreo -----	15
4.3.2 Sistema de eointegración -----	17
4.3.3 Identificación de los ecotrazos de merluza común -----	19
4.3.4 Estimación de la biomasa y su varianza -----	19
4.3.5 Estimación de la fuerza de blanco -----	23
4.3.6 Estimación de la constante de eointegración -----	24
4.3.7 Distribución espacial de la merluza común -----	27
4.3.8 Estimación de la abundancia (\hat{N}) de <i>M. gayi</i> -----	30
4.4 Objetivo Específico 2. Estimación de la composición de tallas, edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica -----	31
4.4.1 Muestreos -----	31



4.4.2	Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad -----	33
4.4.3	Estimación de la abundancia por grupo de edad -----	38
4.4.4	Estimación de pesos promedios por grupos de edad -----	39
4.5	Objetivo Específico 3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación -----	40
4.5.1	Muestreo a bordo -----	40
4.5.2	Análisis de laboratorio -----	41
4.6	Objetivo Específico 4. Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia (<i>Dosidicus gigas</i>) -----	45
4.6.1	Muestreo de fauna acompañante -----	46
4.6.2	Procesamiento de los datos -----	47
4.6.3	Análisis de la fauna acompañante -----	48
4.6.4	Caracterización de la presencia de merluza común en los estómagos de jibia -----	52
4.7	Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio -----	53
4.7.1	Toma de datos -----	53
4.7.2	Procesamiento de los datos -----	56
4.8	Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común -----	66
5.	RESULTADOS -----	69
5.1	Objetivo específico 1. Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio -----	69
5.1.1	Calibración del sistema de eointegración -----	69
5.1.2	Biomasa y abundancia de merluza común -----	69
5.1.3	Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común -----	70
5.1.4	Operación de naves pesqueras -----	73



5.2	Objetivo 2. Estimar la composici3n de tallas, de edad y sexo del stock de merluza com3n en el 1rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica -----	74
5.2.1	N3mero de ejemplares medidos en los muestreos de longitud y biol3gicos -----	74
5.2.2	Frecuencias de longitud de merluza com3n -----	74
5.2.3	Composici3n por edad -----	50
5.3	Objetivo espec3fico 3. Determinar el 3ndice gonadosom1tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza com3n a partir de los lances de investigaci3n -----	83
5.3.1	Estructura de tallas -----	83
5.3.2	3ndice gonadosom1tico (IGS) -----	84
5.3.3	Estadios de madurez sexual (EMS) -----	85
5.3.4	Ojiva de madurez -----	88
5.3.5	Fecundidad -----	89
5.4	Objetivo espec3fico 4. Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza com3n en el 1rea y per3odo de estudio, con especial 3nfasis en la jibia (<i>Dosicus gigas</i>) -----	90
5.4.1	Especies presentes en la captura -----	90
5.4.2	Importancia relativa -----	90
5.4.3	Estructura de tallas por especie -----	92
5.4.4	An1lisis de los resultados de la fauna acompa1ante -----	94
5.5	Objetivo espec3fico 5. Determinar las condiciones bio-oceanogr1ficas asociadas a la distribuci3n espacial y batim3trica del recurso merluza com3n en el 1rea y per3odo del estudio -----	99
5.5.1	Oceanograf3a f3sica -----	100
5.5.2	Ictioplancton -----	128
5.5.3	Relaci3n entre el recurso merluza com3n y las variables f3sicas -----	135
5.6	Objetivo espec3fico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza com3n -----	147



5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza común -----	147
5.6.2	Resultados análisis componentes principales -----	151
5.6.3.	Descriptores según zona de estudio -----	153
6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS -----	154
7.	CONCLUSIONES -----	162
8.	BIBLIOGRAFÍA -----	166

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

- ANEXO 1.** Condiciones meteorológicas invierno 2002 y anomalías ambientales período 1997-2004.
- ANEXO 2.** Plan de asignación de personal (HH) por objetivo.
- ANEXO 3.** Base de datos.
- ANEXO 4.** CD con Informe Final FIP N° 2004-09 en PDF.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Desembarques de *M. gayi* entre 1940 y 2003 (Fuente: Aguayo, 1996; SernaPesca, 2002; SubPesca, 2004).
- Figura 2.** Zona de estudio.
- Figura 3.** Red de arrastre.
- Figura 4.** a) Distribuci3n de las transectas acústicas; b) Lances de pesca efectuados por el B/I "Abate Molina" (círculos negros) y naves industriales (círculos rojos).
- Figura 5.** Mediciones de fuerza de blanco efectuadas en siete lances de pesca.
- Figura 6.** Posici3n de las estaciones y transectas de muestreo oceanográfico dispuestas en el área de estudio.
- Figura 7.** Descriptores batimétricos y morfol3gicos de un cardumen.
- Figura 8** Distribuci3n espacial de la merluza comú n en el área de estudio (jul-ago, 2004). Escala de categorías en t/mn².
- Figura 9.-** Distribuci3n latitudinal y batimétrica de las capturas estandarizadas (kilos/hora arrastre) para (a) merluza comú n, (b) merluza de cola y (c) jibia. (Julio - Agosto 2004)
- Figura 10.** Variograma relativo de la distribuci3n espacial del stock de merluza comú n (nugget = 0,4; sill = 0,8; rango = 6 millas náuticas).
- Figura 11.** Distribuci3n espacial de la merluza comú n. Período 1993-1999
- Figura 11.** (contin.). Distribuci3n espacial de la merluza comú n. Período 2000-2004
- Figura 12.** Localizaci3n espacial de los centros de gravedad de la distribuci3n espacial de la merluza comú n estimadas en los cruceros de evaluaci3n directa Período 1993-2004.
- Figura 13.** Variogramas experimentales estandarizados omnidireccionales de la distribuci3n de merluza comú n (arriba) y variogramas modelados (abajo). Período 1993-2004.
- Figura 14.** Valores de los parámetros del variograma estimados para la distribuci3n espacial de merluza comú n estimada en los cruceros de prospecci3n acústica.



- Figura 15.** a) Diagrama de Lorenz; b) Índice de Gini y año; c) Índice de Gini y biomasa. Período 1993 – 2004.
- Figura 16.** a) Distribución de tallas estimadas a partir de las capturas obtenidas en los lances de investigación (hidroacústica) y lances efectuados por los pesqueros (pesqueros); b) densidades estimadas por métodos acústicos y redes de arrastre de fondo comerciales.
- Figura 17.** Distribución latitudinal y batimétrica de las tallas modales de merluza común estimadas a partir de los lances de pesca de identificación.
- Figura 18.** Composición de talla de las capturas de merluza común por zona y sexo, en el crucero de evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*) 2004-09.
- Figura 19.** Composición de talla de las capturas de merluza común por veril de profundidad, en el crucero de evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*) 2004-09.
- Figura 20.** Distribución latitudinal de las tallas modales de merluza común estimadas a partir de los lances de pesca de identificación.
- Figura 21.** Composición de talla de las capturas de merluza común por profundidad, para machos y subzonas, evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*) 2004-09
- Figura 22.** Composición de talla de las capturas de merluza común por profundidad, para hembras y subzonas, evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*) 2004-09.
- Figura 23.** Composición de talla de las capturas de merluza común por zona y año, para machos. Evaluaciones hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*) para los años 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004.
- Figura 24.** Composición de talla de las capturas de merluza común por zona y año, para hembras. Evaluaciones de merluza (*Merluccius gayi*) para los años 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004.
- Figura 25.** Proporción sexual de merluza común para las subzonas 1 a 4, evaluación hidroacústica año 2004.
- Figura 26.** Proporción sexual de merluza común para los estratos de profundidad,
- Figura 27.** Dispersión de las variables pesos total (g) y longitud total(cm), de merluza común , por zona en el área de evaluación.



- Figura 28.** Abundancia por grupos de edad de merluza común, crucero de Evaluación, 2004
- Figura 29.** Abundancia por grupo de edad de merluza común. Cruceros de evaluación. Período 1999-2002 y 2004.
- Figura 30.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en la zona norte.
- Figura 31.** Valores promedios del índice gonadosomático y la desviación estándar para hembras de merluza común en el área total, por grupo de tamaños.
- Figura 32.** Variación del índice gonadosomático por grupos de tamaños y por subzonas para hembras de merluza común (Z1: zona 1; Z2: zona 2; Z3: zona 3 y Z4: zona 4).
- Figura 33.** Valor promedio del índice gonadosomático en hembras adultas de merluza común por subzonas (Z1: zona 1; Z2: zona 2; Z3: zona 3 y Z4: zona 4).
- Figura 34.** Incidencia de EMS macroscópicos en hembras de merluza común en el área de estudio.
- Figura 35.** Incidencia de EMS microscópicos en hembras de merluza común en el área total de pesca.
- Figura 36.** Incidencia de cada EMS microscópico en hembras de merluza común entre las subzonas de pesca.
- Figura 37.** Incidencia de EMS microscópico por grupos de tamaños en hembras de merluza común para el área total de pesca.
- Figura 38.** Distribución de frecuencia (%) de EMS microscópicos para hembras de merluza común por grupos de longitud para las cuatro subzonas de pesca.
- Figura 39.** Valor promedio del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada uno de los EMS microscópicos.
- Figura 40.** Ojiva de madurez sexual de la merluza común de la zona centro norte.
- Figura 41.** Ojiva de madurez sexual de la merluza común de la zona centro sur
- Figura 42.** Ojiva de madurez sexual de la merluza común para el área total de pesca.
- Figura 43.** Relación entre la fecundidad modal y el peso corporal en la merluza común del área norte.



- Figura 44.** Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común del área norte.
- Figura 45.** Relación entre la fecundidad modal y el peso corporal en la merluza común del área sur.
- Figura 46.** Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común del área sur.
- Figura 47.** Composición porcentual de los grupos taxonómicos presentes en la fauna acompañante.
- Figura 48.** Distribución espacial de los principales componentes de la fauna acompañante del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (*Merluccius gayi*) 2004-09.
- Figura 49.** Composición de talla de las capturas de las principales especies de fauna acompañante de merluza común evaluación hidroacústica de merluza común (*Merluccius gayi*) año 2004
- Figura 50.** Dendograma, correspondiente a la Captura por Unidad de Área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante presentes en las capturas, de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.
- Figura 51.** Escalamiento Multidimensional no Métrico, correspondiente a la Captura por Unidad de Área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante presentes en las capturas de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.
- Figura 52.** Dendograma, correspondiente a la proporción de las especies importantes de la fauna acompañante presentes en las capturas de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.
- Figura 53.** Escalamiento Multidimensional no Métrico, correspondiente a la proporción de las especies importantes de la fauna acompañante de las capturas de los lances de identificación de la merluza común correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.



- Figura 54.** Dendograma, correspondiente a la Captura por unidad de área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante presentes de las capturas en las subzona de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.
- Figura 55.** Escalamiento Multidimensional no Métrico, correspondiente a la Captura por unidad de área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante de las capturas de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.
- Figura 56.** Captura de jibia (*Dosidicus gigas*) en los cruceros de evaluación directa de Merluza común, durante los años 1995 al 2004.
- Figura 57.** Captura por unidad CPUA, de jibia (*Dosidicus gigas*) en los cruceros de evaluación directa de Merluza común, durante los años 1995 al 2004.
- Figura 58.** Presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) en los lances de los cruceros de evaluación directa de Merluza común, durante los años 1995 al 2004
- Figura 59.** Presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) en los lances de los cruceros de evaluación directa de Merluza común 2004.
- Figura 60.** Captura por unidad de área CPUA, de jibia (*Dosidicus gigas*) en os lances de identificación realizados en el crucero evaluación directa de merluza común 2004.
- Figura 61.** Captura de jibia (*Dosidicus gigas*), por rango de profundidad, en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004.
- Figura 62.** Distribución de frecuencia de talla de jibia (*Dosidicus gigas*), presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004
- Figura 63.** Distribución de frecuencia acumulada de tallas de jibia (*Dosidicus gigas*), presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004
- Figura 64.** Distribución de frecuencia de talla de jibia (*Dosidicus gigas*), por subzona, presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004
- Figura 65.** Contenido estomacal, porcentaje de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*) por clase de longitud, crucero evaluación directa de merluza común 2004



- Figura 66.** Contenido estomacal, número de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*) por subzona de estudio, crucero evaluación directa de merluza común 2004
- Figura 67.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en el estrato de 05 m.
- Figura 68.** Imágenes satelitales de alta resolución recibidas durante el periodo de estudio.
- Figura 69.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en el estrato de 50 m.
- Figura 70.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en el estrato de 100 m.
- Figura 71.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en el estrato de 200 m.
- Figura 72.** Distribución horizontal de: (a) clorofila-a estrato 05 m (mg m^{-3}) y (b) clorofila-a integrada 0-50 m (mg m^{-2}).
- Figura 73.** Relación entre: (a) clorofila-a (mg m^{-3}) versus fluorescencia *in vivo* y (b) clorofila-a superficial (mg m^{-3}) versus clorofila integrada entre 0 a 100 m (mg m^{-2}).
- Figura 74.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 1.
- Figura 75.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 3.
- Figura 76.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 5.
- Figura 77.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 7.
- Figura 78.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 9.



- Figura 79.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 11.
- Figura 80.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 14.
- Figura 81.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 16.
- Figura 82.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 18.
- Figura 83.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 21.
- Figura 84.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 24.
- Figura 85.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 27.
- Figura 86.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta latitudinal costera.
- Figura 87.** Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta latitudinal oceánica.
- Figura 88.** Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona norte ($29^{\circ}00' - 32^{\circ}00'\text{S}$): (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}).
- Figura 89.** Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-norte ($32^{\circ}00' - 35^{\circ}00'\text{S}$): (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}).



- Figura 90.** Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-sur ($35^{\circ}00'$ - $38^{\circ}30'S$): (a) temperatura ($^{\circ}C$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$) y (e) clorofila-a ($mg\ m^{-3}$).
- Figura 91.** Perfiles verticales individuales de las estaciones ubicadas en la zona sur ($38^{\circ}30'$ - $42^{\circ}00'S$): (a) temperatura ($^{\circ}C$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$) y (e) clorofila-a ($mg\ m^{-3}$).
- Figura 92.** Perfiles verticales promedio de temperatura ($^{\circ}C$) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).
- Figura 93.** Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).
- Figura 94.** Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).
- Figura 95.** Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).
- Figura 96.** Perfiles verticales promedio de clorofila-a ($mg\ m^{-3}$) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).
- Figura 97.** Diagrama TS para: (a) región norte (zona 1), (b) región centro-norte (zona 2), (c) región centro-sur (zona 3) y (d) región sur (zona 4).
- Figura 98.** Distribución horizontal de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) temperatura base de la termoclina ($^{\circ}C$) y (d) profundidad mínima de oxígeno (m).
- Figura 99.** Distribución y abundancia de huevos de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Figura 100.** Distribución y abundancia de larvas de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Figura 101.** Promedio móvil de la biomasa con respecto a la latitud (a), biomasa promedio con respecto a la distancia de la costa (b) y distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica (c).
- Figura 102.** Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Cruceros Merluza común Invierno de los años (a) 1993, (b) 1995, (c) 1997, (d) 1999, (e) 2000, (f) 2001, (g) 2002 y (h) 2004.



- Figura 103.** Distribución de la biomasa zooplanctónica por estación (a) y la biomasa zooplanctónica promedio (b), por estratos de profundidad. Crucero merluza común 2004
- Figura 104.** Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica por estrato de profundidad. Crucero Merluza común 2004.
- Figura 105.** Estimación del índice de abundancia de huevos (A) y larvas (B) de merluza común en invierno de los años 1993-2004.
- Figura 106.** Histograma de rangos de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) concentración de oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para las zonas norte y sur del área de estudio.
- Figura 107.** Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común (ton mn^{-2}), la profundidad media del cardumen y su variación latitudinal.
- Figura 108.** Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común (ton mn^{-2}) y la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto detectadas a la profundidad media de distribución del recurso, para las regiones norte y sur del área de estudio.
- Figura 109.** Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común (ton mn^{-2}) y la profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina y profundidad del mínimo de oxígeno, para las regiones norte y sur del área de estudio.
- Figura 110.** Distribución de frecuencias de las variables ensayadas.
- Figura 111a.** Relación entre la densidad de merluza común y las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad).
- Figura 111b.** Relación entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y la temperatura.
- Figura 112.** Relación entre la densidad de merluza común con a) las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y b) con las variables de posición y la temperatura (período: 1997-2004).
- Figura 113.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales $f(t)$ y su ponderación con la variable pesquera $g(t)$ considerando todos los datos del crucero de 2004.
- Figura 114.** Distribución de frecuencia de Profundidad de agregaciones
- Figura 115.** Distribución de frecuencia de profundidad del fondo



- Figura 116.** Distribución de frecuencia del índice de altura
- Figura 117.** Distribución de frecuencia del largo de agregaciones.
- Figura 118.** Distribución de frecuencia del alto de agregaciones.
- Figura 119.** Distribución de frecuencia de la elongación de las agregaciones.
- Figura 120.** Distribución de frecuencia del perímetro de agregaciones.
- Figura 121.** Distribución de frecuencia del área de agregaciones
- Figura 122.** Distribución de frecuencia de la dimensión fractal.
- Figura 123.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales
- Figura 124.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 125.** Valores promedio e intervalos de confianza de los descriptores normalizados según zona de estudio.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Escala macrosc3pica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de *M. gayi* (Balbont3n y Fisher, 1981).
- Tabla 2.** Escala microsc3pica para determinar el estadio de madurez sexual en hembras de *M. gayi* (modificada) (Herrera *et al.* , 1988).
- Tabla 3.** Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n
- Tabla 4.** Estimados totales de biomasa, l3mites de confianza y densidad de merluza com3n. ($C_b=0,146 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$).
- Tabla 5.** Varianza y coeficientes de variaci3n de los estimadores de biomasa total.
- Tabla 6.** Biomasa y densidades de merluza com3n estimadas por subzona.
- Tabla 7.** Abundancia de merluza com3n estimada por subzona. Crucero de Evaluaci3n julio – agosto 2004.
- Tabla 8.** N3mero de ejemplares por zona y estrato de profundidad medidos en los muestreos de frecuencia de longitud de merluza com3n y n3mero de lances muestreados por estrato de latitud - profundidad
- Tabla 9.** N3mero de ejemplares por zona y estrato de profundidad medidos en los muestreos biol3gicos de merluza com3n y n3mero de lances muestreados por estrato de latitud - profundidad
- Tabla 10.** Resumen de estad3sticas de los par3metros del modelo log3stico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica 2004-09.
- Tabla 11.** Resumen de estad3sticas de los par3metros del modelo log3stico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 mt.
- Tabla 12.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo log3stico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 mt.
- Tabla 13.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo log3stico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 mt.



- Tabla 14.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluación hidroacústica año 2004.
- Tabla 15.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluación hidroacústica año 2004.
- Tabla 16.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 17.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 18.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 19.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 20.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas año 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Tabla 21.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluaciones hidroacústicas año 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Tabla 22.** Clave edad talla de merluza común machos, crucero de evaluación 2004
- Tabla 23.** Clave edad talla de merluza común hembras crucero de evaluación 2004
- Tabla 24.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común e intervalo de confianza al 95 %, crucero de evaluación, julio - agosto 2004.
- Tabla 25.** Biomasa y abundancia encontrada en los Cruceros de Evaluación de merluza común en los años 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Tabla 26.** Abundancia (N°) por grupo de edad de merluza común. Crucero 2004.
- Tabla 27.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun machos, crucero Abate Molina, zona 1, 2004.



- Tabla 28.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun machos, crucero Abate Molina, zona 2, 2004.
- Tabla 29.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun machos, crucero Abate Molina, zona 3, 2004.
- Tabla 30.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun machos, crucero Abate Molina, zona 4, 2004.
- Tabla 31.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun hembras, zona 1, crucero Abate Molina 2004.
- Tabla 32.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun hembras, zona 3, crucero Abate Molina 2004.
- Tabla 33.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun hembras, zona 3, crucero abate molina 2004.
- Tabla 34.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza comun hembras, zona 4, crucero abate molina 2004.
- Tabla 35.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en la zona norte.
- Tabla 36.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en la zona sur.
- Tabla 37.** Nombre común y científico de las especies que conformaron la fauna acompañante de la captura y número de especies por grupo taxonómico. Evaluación directa de la abundancia de merluza común 2004.
- Tabla 38.** Importancia en la captura total y representatividad en los lances de pesca de las especies componentes de la fauna acompañante de merluza común. Evaluación directa de la abundancia de merluza común. Julio y agosto 2004
- Tabla 39.** Porcentaje en la captura total de los principales componentes de la fauna acompañante presente en las capturas de los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común.
- Tabla 40.** Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Crucero Invierno 2004.
- Tabla 41.** Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno. Período 1993/2004.



- Tabla 42.** Número de observaciones y distribución en profundidad de huevos y larvas de Crucero Invierno 2002, pescas estratificadas nocturnas con red WP-2.
- Tabla 43.** Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común. Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Tabla 44.** Estimación del índice de abundancia de huevos de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2004.
- Tabla 45.** Estimación del índice de abundancia larval de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2004.
- Tabla 46.** Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio de distribución del recurso. Entre paréntesis se destaca el promedio \pm la desviación estándar y el número de observaciones (n) para cada uno de las zonas consideradas en el estudio.
- Tabla 47.** Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza común (Prof. media del recurso), la profundidad de ecosonda (Ecos), la profundidad mínima de oxígeno (PMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la región norte (29°40'S – 35°10'S) del área prospectada.
- Tabla 48.** Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza común (Prof. media del recurso), la profundidad de ecosonda (Ecos), la profundidad mínima de oxígeno (PMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la región sur (35°40'S – 42°0'S) del área prospectada.
- Tabla 49.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común (ton m^{-2}) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en toda el área de estudio. log(DMC) = densidad de merluza común (transformada por log), PM = profundidad media del cardumen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, ECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, TBT = temperatura en la base de la termoclina, PMO = profundidad mínima de oxígeno, CLO-I = clorofila a integrada.



- Tabla 50.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común (ton mn^{-2}) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en la región norte ($29^{\circ}40'S - 35^{\circ}10'S$) del área de estudio. $\log(\text{DMC})$ = densidad de merluza común (transformada por log), PM = profundidad media del cardumen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, ECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, TBT = temperatura en la base de la termoclina, ZMO = profundidad mínima de oxígeno, CLO-I = clorofila a integrada.
- Tabla 51.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común (ton mn^{-2}) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en la región sur ($35^{\circ}40'S - 42^{\circ}0'S$) del área de estudio. $\log(\text{DMC})$ = densidad de merluza común (transformada por log), PM = profundidad media del cardumen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, ECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, TBT = temperatura en la base de la termoclina, PMO = profundidad mínima de oxígeno, CLO-I = clorofila a integrada.
- Tabla 52.** Descripción de los modelos analizados.
- Tabla 53.** Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados.
- Tabla 54.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2004, considerando toda el área de estudio. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ($p < 0,05$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.
- Tabla 55.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2004, considerando las regiones norte ($29^{\circ}40'S-35^{\circ}10'S$) y sur ($35^{\circ}40'S-42^{\circ}00'S$) del área de estudio. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ($p < 0,05$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.
- Tabla 56.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común.



- Tabla 57.** Matriz de correlaciones de las variables originales.
- Tabla 58.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.
- Tabla 59.** Correlación de las variables originales con los componentes.
- Tabla 60.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común, según zona de estudio
- Tabla 61.** F calculado, F crítico, suma de cuadrados entre grupos (MST), suma de cuadrados dentro de los grupos (MSE), zonas comparadas y variables evaluadas en el análisis de varianza



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados del proyecto FIP N° 2004-09: “Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2004”, el que tuvo como objetivo central cuantificar el stock (estimar la distribución y abundancia) y determinar las características biológica, pesquera y oceanográfica relevantes del recurso.

Metodológicamente, en primer lugar, se realizó un crucero de prospección en el B/C “Abate Molina”, con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y oceanográficos; en segundo lugar, el análisis los datos para proceder con la evaluación del recurso. El crucero de prospección acústica que se llevó a cabo desde el 02 de julio al 12 de agosto de 2004 dentro del área de la pesquería, efectuándose 139 lances de pesca, 80 transectas acústicas y 92 estaciones oceanográficas.

Los principales resultados de la evaluación de merluza común fueron los siguientes:

- 1) El recurso presentó una distribución asociada a la plataforma continental delimitada por los paralelos 29°10' LS (límite norte de la IV Región) y 42°20' LS (paralelo de inicio de las Líneas de Base Rectas, X Región), abarcando un área proyectada por los veriles <100 y 500 metros, desde la primer milla y hasta las 35 mn de la costa.
- 2) Se estimó una biomasa total media de 273.860 toneladas por el método geoestadístico, con una variación entre 236.582 y 311.138 t. También, se calculó la biomasa media por el método de conglomerado estimándose en 272.084 t, con una variación de 235.494 y 308.674 t. La biomasa estimada, representó una disminución del 82,5% en relación al año 2002 y de un 70% en comparación a las biomásas estimadas para el período 1999-2001.



- 3) La abundancia del recurso se estim3 en 876.465.659 ejemplares, compuesto por 482.615.732 de machos y 393.849.926 de hembras. Dicha cifra de abundancia importa una disminuci3n del 70% en comparaci3n a la estimada el a3o 2002 y en un rango entre el 20 y el 50% en comparaci3n a las estimaciones efectuadas entre los a3os 1997 y 2001.
- 4) El stock de merluza com3n estuvo compuesto principalmente por ejemplares juveniles pertenecientes a los GE I, GE II y GE III, que contribuyeron con el 69,6% de la abundancia del stock.
- 5) El peso promedio de los ejemplares de merluza com3n, se estim3 en 310 g, lo que represent3 una disminuci3n del 42,5% en relaci3n con el a3o 2002 como efecto de la estructura et3rea m3s juvenil del stock.
- 6) El 3ndice gonadosom3tico (IGS) calculado para las hembras adultas (mayores o iguales a 37 cm de longitud total) evidenci3 un activo proceso de maduraci3n gonadal, con el recurso en plena actividad reproductiva de desarrollo ovocitario (42%) y de desove (15%), sin visualizar indicios claros hacia una disminuci3n de la intensidad reproductiva (1%).
- 7) La talla de primera madurez sexual se estim3 en 38,9 para el sector centro norte (29°10'S-35°30'S) y de 39,0 cm en el sector centro sur (35°31'S-42°00'S). Para el 3rea total correspondi3 a 38,9 cm de longitud total.
- 8) La fecundidad modal promedio fue de 87.881 ovocitos para el sector centro norte y de 143.585 ovocitos para el sector centro sur. La fecundidad relativa promedio fue de 122 ovocitos y de 135 ovocitos para el 3rea centro norte y centro sur, respectivamente. Estos valores son comparables a los estimados en estudios previos.



- 9) Las principales especies de fauna acompañante en las capturas de la evaluación directa de merluza común fueron: jibia, merluza de cola, granadero chileno, chancharro, besugo y raya volantín.
- 10) La especie de mayor importancia relativa correspondió a la jibia que se constituyó en el recurso más importante de la zona de estudio, contribuyendo con el 55,5% de la captura total y el 79,6%% de la fauna acompañante. Le sigue en orden de importancia la merluza de cola con el 1,98% y 2,8%. La merluza común que históricamente había representado sobre el 80% de las capturas en esta oportunidad aportó sólo el 29%.
- 11) La distribución espacial del desove se verificó desde punta Maintecillo ($32^{\circ}40'S$) hasta punta Duataho ($42^{\circ}00'S$), y al igual que en los inviernos de los años 2001 y 2002, no se consignan registros positivos en el extremo norte de la zona de estudio, es decir, entre punta Hornos ($29^{\circ}40'S$) y punta Huesos ($32^{\circ}10'S$). La mayor frecuencia de registros positivos se verificó en la franja comprendida entre la costa y las 15 mn, que albergó a más del 53,1% del total de huevos de la especie. Los niveles de abundancia de las fases de huevos y larvas presentan una tendencia decreciente en sentido norte-sur.
- 12) El índice de abundancia de huevos como el de larvas registraron su nivel más bajo de la serie de datos comprendida entre 1993-2004. Ambos indicadores mantienen la tendencia decreciente que se observa a partir de 1999.
- 13) La distribución vertical de las variables oceanográficas indicaron la ausencia de; estratificación térmica, la presencia de haloclinas y picnoclinas débiles y extensas situadas entre la superficie y los 130 m de profundidad, y oxiclinas bien desarrolladas entre la superficie y los 180 m de profundidad. Subsuperficialmente, entre los 160 y los 360 m de profundidad, se registró



aguas m3s salinas y con pobre contenido de ox3geno disuelto, caracterizando a las AESS particularmente al norte de los 37°40'S.

- 14) Se detectaron correlaciones bajas y en general, no significativas entre la densidad de merluza com3n y las variables ambientales ensayadas, medidas a la profundidad media de distribuci3n de los card3menes.

- 15) Finalmente, se debe se1alar que las diferentes condiciones ambientales observadas en los ocho cruceros de evaluaci3n hidroac3stica efectuados, no modificaron el comportamiento espacial del stock de la merluza com3n, que en todos ellos present3 una distribuci3n estructurada y georreferenciada, es decir, su comportamiento espacial est3 asociado a su 3rea de distribuci3n, a diferencia de otros recursos como el jurel que es ambiente-referenciado.



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock de merluza común a través del método hidroacústico, entre el límite norte de la IV Región y la X Región.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.
- 2.2 Estimar la composición de tallas, de edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- 2.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.
- 2.4 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).
- 2.5 Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.
- 2.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común.



3. ANTECEDENTES

Las regiones asociadas a los sistemas de corrientes de margen oriental como; Humboldt, Canarias, Benguela y California, son reconocidas por su alta productividad como efecto de los procesos de surgencia que ocurren en el sector costero (Barber y Smith, 1981; Carr, 2002). Aunque estos ecosistemas representan una pequeña fracción del área mundial de los océanos, aportan cerca del 5 % de la producción primaria y cerca del 17% de la captura de peces pelágicos como demersales (Pauly y Christensen, 1995).

En el Pacífico sur oriental se encuentra el Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) que corresponde, a la bifurcación hacia el norte de la Deriva del Oeste, la cual enfrenta el continente alrededor de la latitud 40°S (Bernal y Ahumada, 1985). El marco oceanográfico de la región está determinado por la acción combinada de la corriente de Humboldt, que transporta aguas de origen subantártico, los procesos de surgencias costeras y la presencia de aguas ecuatoriales subsuperficiales de flujo sur asociada a la Contracorriente de Perú-Chile que impacta sobre la plataforma y talud continental, caracterizada por su bajo contenido de oxígeno y alta concentración de nutrientes (Bernal *et al.*, 1983; Silva y Sievers, 1981; Morales *et al.*, 1996). Este sistema se caracteriza por su extrema variabilidad relacionada a los eventos El Niño (Wyrтки, 1975) y la presencia de cambios ambientales de largo plazo asociados a períodos fríos y cálidos, con un fuerte impacto sobre abundancia de los recursos vivos (Barber y Chávez, 1986; Espino, 2001).

El ecosistema demersal del Pacífico Sudeste al igual que los demás sistemas de margen oriental asociados a las corrientes de California, Canarias y Benguela, está dominado por la presencia del género *Merluccius* que durante la última



década han presentado una producci3n mundial de 1,5 millones de toneladas, con un valor socio-econ3mico relativamente alto (Alheit y Pitcher, 1995). En el caso del SCH, la especie predominante corresponde a la *Merluccius gayi*, de la cual se reconocen dos subespecies que distribuidas en dos áreas geográficamente separadas y con condiciones oceanográficas diferentes, dominan el ecosistema demersal del centro-norte del Perú (*M. g. peruanus*) y centro-sur de Chile (*M. g. gayi*) (Espino *et al.*, 1996; Aguayo, 1996).

La merluza comú n (*Merluccius gayi gayi*) presenta una amplia distribuci3n en la costa de Chile (Martínez, 1976; Ojeda *et al.*, 2000) que abarca desde Antofagasta (23°38'S) hasta el canal Cheap (47°08'S), mientras que batimétricamente se localiza desde los 50 a 500 metros de profundidad (Aguayo, 1996), constituyéndose en el principal recurso pesquero demersal de Chile y dando lugar a una unidad de pesquería que se extiende administrativamente desde el límite norte de la Cuarta Regi3n hasta la latitud 41°28,6'S en la X Regi3n.

La explotaci3n comercial de la merluza comú n se inicia en el ańo 1938 (Yáñez *et al.*, 1985) y durante el transcurso de la pesquería se han distinguido diferentes etapas de desarrollo, a saber: (i) de crecimiento (1940-1961) caracterizada por aumentos progresivos de los desembarques hasta alcanzar 75 mil toneladas; (ii) de fluctuaciones (1962 - 1970) con desembarques que variaron entre 72 mil y un máx imo hist3rico de 128 mil t en 1968; (iii) de declinaci3n (1971 - 1986) donde los desembarques alcanzaron niveles de 30 mil t hacia 1976, que se mantuvieron con poca variaci3n hasta el fin del perío do y, (iv) de recuperaci3n (1987 – 2003) perío do donde los desembarques se han duplicado, aumentando de niveles de 50 mil t a 110 mil t (Sernapesca, 2002, Subpesca, 2004), alcanzando niveles similares a los observados a fines de la d3cada del 60. Sin embargo, durante el ańo 2004 se ha observado una fuerte disminuci3n de los desembarques que a octubre totalizaban 63,5 mil toneladas lo que representa una caída del 33% en relaci3n al ańo 2003 (**Fig. 1**).



La disminuci3n de los desembarques con posterioridad a 1970, es atribuida por Aguayo y Young (1982) y Aguayo y Robotham (1984) a la conjunci3n de una serie de factores como la disminuci3n progresiva de los reclutamientos de merluza com3n, una menor abundancia de sus principales presas como sardina com3n (*Strangomera bentincki*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y el aumento de competidores como el jurel. En cambio Cubillos y Arancibia (1992), se~alan como causal de la declinaci3n de los desembarques, la importante disminuci3n en la intensidad de pesca acaecida en el per3odo 1971-1980.

La posterior recuperaci3n de los desembarques experimentada por la pesquer3a a partir de 1987, responder3a a un aumento a partir de 1984 de la biomasa y abundancia del stock provocado por reclutamientos exitosos de la clase anual 1982 (Cubillos y Arancibia, 1992). Por otra parte, Pay3 y Zuleta (1999) tambi3n se~alan un aumento de la biomasa y abundancia de edades del stock 3+ a partir de 1984, alcanzando un nivel de estabilizaci3n en 1986, el cual se ha mantenido con leves fluctuaciones hasta 1999.

Los modelos de evaluaci3n de stock indican un incremento en la biomasa media (fracci3n 3+) de 250 mil toneladas en el per3odo 1968-1981 a cifras del orden de las 550 mil toneladas en el per3odo 1985-1993 y que a partir de 1994 nuevamente se aprecia un crecimiento en el tama~o del stock alcanzando en 1995 un estimado de 1,7 millones de toneladas, para luego disminuir a 1,3 millones de toneladas en 1999 y aumentar hasta 1,9 millones de toneladas el 2001 (Pay3, 2003). Lo anterior, demuestra que a partir de 1994 el tama~o del stock de la merluza com3n se situ3 en niveles de biomasa muy superior a los registros previos a 1993.

La merluza com3n constituye un stock cuya din3mica est3 estrechamente ligada a la variabilidad que experimenten los reclutamientos, cuya magnitud e intensidad es altamente dependiente de las condiciones oceanogr3ficas imperantes en el a~o del



desove. Hist3ricamente los reclutamientos de mayor intensidad como los observados en 1985 y 1993-94 (Pay3 y Zuleta, 1999), han estado asociados a ejemplares nacidos en a3os de condiciones oceanogr3ficas bajo la influencia de ENSO en los a3os 1982 y 1990-91 (Cubillos y Arancibia, 1992; Pay3, 1997). Esta situaci3n, tambi3n fue observada por Espino y Wosnitza-Mendo (1989) en la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*), quienes postulan que durante los eventos ENSO el recurso se dispersa aumentando su 3rea de distribuci3n, disminuyendo los efectos de competencia y canibalismo que terminan por favorecer a los reclutamientos posteriores. En las condiciones antes descritas, la alta presencia de juveniles observadas en los cruceros de evaluaci3n de merluza com3n realizados en los a3os 2000-2001, ser3a la consecuencia de un reclutamiento exitoso gatillado por el ENSO presente durante los a3os 1997-98.

Las evaluaciones directas (m3todos ac3sticos) del stock de merluza com3n tambi3n han reflejado el aumento del stock se3alado precedentemente, seg3n el detalle que se observa en el siguiente cuadro.

A3o	Proyecto	Biomasa (t)	Abundancia (N3*1000)
1993	FIP 93-03	198.540	273.000
1995	FIP 95-14	505.765	876.838
1997	FIP 97-12	712.878	1.339.113
1999	FIP 99-04	899.307	1.166.238
2000	FIP 2000-04	891.598	1.383.683
2001	FIP 2001-18	917.133	1.986.000
2002	FIP 2002-03	1.555.422	2.879.000

El cambio en el nivel del stock tambi3n se ha reflejado en los rendimientos de pesca de las embarcaciones participantes en la pesquer3a demersal centro-sur. Para el caso de la pesquer3a industrial Tascheri *et al.* (2004) analizaron la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) expresada en toneladas por hora de arrastre (t/h.a) y clasificando las naves participantes en la pesquer3a en dos clases de



tama1o, una que engloba a las naves de potencia superior a 1200 HP y, otra, en que participan las naves menores a 1200 HP. Sus resultados muestran que la CPUE estandarizada que haba fluctuado entre 2 y 5,5 t/h.a en el perodo 1983-1993, aumenta a 6 t/h.a en 1994 y luego alcanza dos m1ximos hist3ricos de 14 t/h.a en 1997 y 1999, disminuyendo en los a1os posteriores hasta llegar a 6 t/h.a en el 2003. Las embarcaciones menores tambi3n exhiben un aumento en su CPUE, de un promedio de 1,2 t/h.a en el perodo 1983-1993 a niveles que fluctuaron entre 2,8 y 3,5 t/h.a entre 1994-2001 y alcanzar el 2002 un m1ximo de 5,5 t/h.a y descender el 2003 a niveles de 3 t/h.a.

Con respecto al subsector artesanal, el 1ltimo quinquenio se haba caracterizado por el creciente aporte de este subsector al desembarque de merluza com1n, con un incremento en su aporte de 11 mil a 32,5 mil t en el perodo 1998-2001. Lo anterior, implic3 duplicar su participaci3n que aument3 del 13 al 27% del desembarque total de merluza com1n, descendiendo levemente en los dos a1os siguientes a niveles de 28 y 27 mil t que contribuyeron con el 24% de los desembarques totales de este recurso.

Sin embargo, a partir del a1o 2002 la zona de distribuci3n de la merluza com1n se ha visto afectada por una inusual presencia de jibia (*Dosidicus gigas*), que habr3a alterado el patr3n normal de comportamiento de la merluza com1n afectando su disponibilidad. Esta situaci3n, en una primera instancia impact3 de manera importante en la pesquer3a artesanal, con una ca3da de los indicadores del rendimiento de pesca a 110; 80; y 40 g/anzuelo en los a1os 2002; 2003 y primer semestre del 2004. Posteriormente, el subsector industrial tambi3n vi3 disminuir los rendimientos de pesca, de las embarcaciones de potencia superior a 1000 HP a 4 y 2 t/h.a el a1o 2003 y primer semestre del a1o 2004, mientras que en las naves de menor potencia, el impacto se observ3 reci3n en el primer semestre del 2004, con un ca3da en el rendimiento a 1 t/h (Tascheri *et al.*, 2004).



El manejo de esta pesquería que la Ley General de Pesca y Acuicultura defini3 en estado de plena explotaci3n, se ha orientado a mantener controlado el acceso y a la aplicaci3n, a partir de 1992, de cuotas globales anuales de captura, que en la actualidad se asignan bajo el sistema de Límite M3ximo de Captura por Armador. El establecimiento de las cuotas globales anuales se efectúan considerando las estimaciones de capturas totales permisibles (CTP), que en su proceso de estimaci3n son calibradas con informaci3n auxiliar, considerándose gravitante la evaluaci3n directa del stock, pues permite obtener de manera independiente de la pesca, antecedentes acerca del tamaño, distribuci3n y característic3s biol3gicas del stock.

El Consejo de Investigaci3n Pesquera, consider3 conveniente contar con informaci3n pertinente para evaluar las decisiones relevantes de administraci3n pesquera relacionada con los niveles de explotaci3n permisibles e incluy3 dentro del Programa de Investigaci3n Pesquera del 2004 un proyecto de evaluaci3n directa del stock de merluza común en el área de su pesquería, mediante el uso de métodos acústicos, de manera de contar con antecedentes pertinentes para evaluar las decisiones de administraci3n de esta unidad de pesquería.

De acuerdo a lo establecido en los términos básicos de referencia, este documento corresponde al informe final, el cual debe contener los resultados finales del proyecto y la Base de Datos del mismo.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Período y área de estudio

El crucero de prospección se desarrolló entre el 1 de julio y 11 de agosto del año 2004, extendiéndose por los 42 días señalados en la oferta técnica.

Las Bases Especiales del Proyecto, señalaban que “el proponente deberá realizar un crucero de evaluación directa de la biomasa en el área de la unidad de pesquería de merluza común desde el límite norte de la IV Región hasta el paralelo 42° L.S.” La Ley General de Pesca y Acuicultura, define a la unidad de pesquería de la merluza común, desde el límite norte de la IV Región (29°10'S) hasta el paralelo 41°28,6'S y desde la primera milla de la costa hasta una línea imaginaria paralela a la costa ubicada a una distancia de 60 mn, equivalente a un área de 46 mil mn².

Sin embargo, antecedentes relativos a la pesquería indican que históricamente la operación de la flota arrastrera orientada a la captura de la merluza común se concentra en el área comprendida entre los veriles de 100 y 300 m de profundidad (Tascheri *et al.*, 2002). Además, los resultados de estudios técnicos señalan que las mayores concentraciones de merluza común se localizan en profundidades menores a los 400 metros y que exploraciones realizadas hasta una distancia de 20 millas náuticas al oeste del veril de los 500 m de profundidad no se ha detectado la presencia de merluza común (Lillo *et al.*, 1999, 2000, 2001, 2002). Esto indicaría que el área de distribución efectiva de la merluza común se ubicaría en alrededor de 12.000 mn², equivalente al 24% del área solicitada en las Bases Especiales.



De lo anterior, para el per3odo de realizaci3n del crucero se propuso en la oferta t3cnica, una zona de estudio acotada al 3rea de la plataforma continental comprendida entre la primera milla de la costa (habida consideraci3n de las condiciones de seguridad de la nave) hasta el veril de los 500 m de profundidad 3 hasta una distancia de siete millas n3uticas cuando la extensi3n de la plataforma fuese menor a seis millas n3uticas; mientras que longitudinalmente abarc3 entre las latitudes 29°10'S y 42°00'S, sobre la cual se dispusieron las transectas de muestreo ac3stico (**Fig. 2**).

Para los efectos de an3lisis de los datos, el 3rea de estudio se dividi3 en cuatro zonas, tal como han sido definidas en las evaluaciones directas de merluza com3n realizadas a partir de 1993 y sus l3mites son los siguientes:

- Zona 1: 29°10' - 31°24'S
- Zona 2: 31°25' - 35 30'S
- Zona 3: 35°31' - 38° 39'S
- Zona 4: 38°40' - 42°00'S

4.2 Embarcaci3n y equipos

La embarcaci3n utilizada fue el B/C "Abate Molina", equipado con redes de arrastre de fondo, un sistema de ecoinTEGRACI3N y equipamiento oceanogr3fico pertinente a los objetivos del estudio.

Adem3s, en el 3rea comprendida entre las latitudes 35°30'S y 38°00'S se cont3 con la participaci3n de tres naves industriales, los pesqueros de altamar PAM "Pelikan" (Pesquera El Golfo), PAM "Biomar IV" (Pesquera B3oBio) y PAM "Don Enrique" (Pesquera FrioSur) quienes realizaron 41 lances de pesca.



a) Equipos de pesca

La red de arrastre de fondo (**Fig. 3**), correspondiente a un diseño de seis paneles desarrolla verticalmente una altura en el centro de la boca entre 4,5 y 5,0 metros, en tanto que su desarrollo horizontal entre punta de alas varía entre 19 y 22 metros.

Los cuerpos de la red están armados con paños de tamaño de malla que varían de 130 milímetros en las alas a 100 milímetros en el túnel y copo. Además, con el objeto de disminuir la capacidad selectiva del arte de pesca, los últimos 7 metros del túnel y copo poseen una cubierta interior (inner codend) con malla de 50 milímetros.

El funcionamiento del arte de pesca durante los lances, fue monitoreado mediante el empleo de una sonda de red marca Furuno modelo FNR 80, que permite efectuar un seguimiento del comportamiento de la red de arrastre (altura, contacto con el fondo, profundidad), complementada con sensores marca Simrad para medir el desarrollo vertical de los portalones del arte de pesca.

b) Sistema de ecointegración

El sistema acústico de evaluación, estuvo compuesto por un ecointegrador SIMRAD® modelo EK500, un transductor ES38B y 2 impresoras. Los datos fueron almacenados en un computador personal conectado mediante un sistema ethernet, hasta su posterior proceso mediante el paquete de procesamiento de datos acústicos Echoview®.

c) Equipos oceanográficos

El sistema de muestreo oceanográfico comprendió un CTD NEIL BROWN® Modelo MARK III y un fluorómetro SEA-TECH®, conectado a un muestreador automático



tipo roseta GENERAL OCEANICS®, provista de 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad cada una y term3metros de inversi3n.

Para el muestreo zooplanct3nico se utilizaron dos tipos de redes, una red Bongo y una WP2, ambas confeccionadas con malla sint3tica de monofilamento de 300 micras de abertura y complementadas con medidores de flujo TSK® previamente calibrados.

4.3 Objetivo espec3fico 1. Estimaci3n de la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza com3n en el 3rea de estudio.

4.3.1 Dise1o del muestreo

La evaluaci3n ac3stica del stock de merluza com3n, se efectu3 mediante el empleo de un dise1o de muestreo de tipo sistem3tico, en el cual, asumiendo aleatoriedad en la distribuci3n del recurso con relaci3n a la localizaci3n de la primera transecta, ha sido se1alado como el m3s adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribuci3n de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000; Petitgas, 1991; Francis, 1984).

a) Transectas de muestreo ac3stico

En la fase de evaluaci3n, se realizaron 80 transectas con orientaci3n este-oeste y una distancia latitudinal entre cada una de 10 millas n3uticas, agreg3ndose dos transectas en las latitudes 41°10'S y 41°20'S en relaci3n a lo indicado en la oferta t3cnica (**Fig. 4a**). La extensi3n de las transectas vari3 entre 7 y 33 millas n3uticas, con un promedio de 15 millas n3uticas.



Cada transecta fue discretizada en intervalos básicos de muestreo de 0,5 milla náutica, registrándose en cada una de ellas: la densidad expresada en unidades de eointegración (S_A), profundidad y tipo de agregación del recurso.

b) Lances de identificación de ecotrazos

Durante la fase de evaluación, se efectuaron 137 lances de pesca en profundidades medias que fluctuaron entre los 58 y 450 metros (**Fig. 4b**).

Para los efectos de identificación de especies y muestreos biológicos, la unidad muestral fue el lance de pesca, obteniéndose en cada uno de ellos los datos de captura de las especies capturadas mediante el siguiente proceso:

- i)** Depositada la captura en la cubierta, fueron separados los individuos de merluza común de la fauna acompañante;
- ii)** Se llenaron con merluza común diez cajas plásticas de 42 litros y fueron pesadas en una balanza romana de 50 kg.
- iii)** El resto de la captura de merluza común fue encajonada en cajas similares, contabilizada y devuelta al mar.
- iv)** Se obtuvieron muestras para los muestreos de longitud, biológico y aspectos reproductivos.
- v)** Se obtuvieron las muestras de las capturas correspondientes a la fauna de acompañamiento.
- vi)** En el caso de especies representadas por individuos grandes (congrios, jibia, raya volantín y tollos) o aquellas escasamente representadas, fueron separa-



das del resto de la fauna acompañante e identificados, contados y pesados, conjunta o individualmente.

- vii) Se registró la longitud total (u horquilla) en el caso de los peces y la longitud cefalotorácica en el caso de los crustáceos, con particular interés en aquellos que constituyen recursos pesqueros actuales.
- viii) La captura en peso (y número de individuos) de cada especie por lance se obtuvo del cociente entre el peso (y número de individuos) en las submuestras y la captura.

c) Lances efectuados por las naves pesqueras

En el área comprendida entre las latitudes 35°30'S y 38°00'S, las naves pesqueras efectuaron 41 lances de pesca de arrastre de fondo (**Fig. 4b**). Estos lances fueron realizados según la disponibilidad de fondos aptos para el arrastre, en rangos batimétricos de < 100; 101-200; 201-300; 301-400 y >400 metros y lo más cercano posible a la latitud de la transecta.

En cada lance se estimó la densidad local ($t \cdot mn^{-2}$) y se asoció a la densidad local promedio estimada por el método hidroacústico para el rango batimétrico del lance.

4.3.2 Sistema de ecointegración

La prospección acústica fue realizada con el sistema de ecointegración operando con un transductor modelo ES38B de haz dividido, frecuencia de 38 KHz, 2 KW de potencia y longitud de pulso de 1 ms. Este sistema fue calibrado de acuerdo al procedimiento señalado por su fabricante (Simrad, 1991), el cual sigue las recomendaciones efectuadas al respecto por el ICES (Foote *et al.*, 1987) para el uso cuantitativo de mediciones acústicas.



Durante el procedimiento de calibraci3n un blanco de referencia (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) y de fuerza de blanco conocida (-33,6 dB), es bajado y localizado en el centro del haz acústico del transductor, para luego medir las diferencias en las seÑales de intensidad de blanco (TS) y ecointegraci3n S_A (**normalised acoustic scattering coefficient**).

El proceso de medici3n de la fuerza de blanco (TS) y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegraci3n (G_1, G_2), se realiz3 mediante las expresiones:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_b}{2}$$

donde G_1 y G_0 representan las ganancias ajustada y por ajustar del transductor, y TS_m y TS_b , corresponden a las intensidades medidas y te3ricas del blanco de referencia.

El ajuste de las ganancias de ecointegraci3n (G_2), se efectu3 mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_2 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_{A(m)}}{S_{A(t)}}}{2}$$

donde $S_{A(m)}$ y $S_{A(t)}$, representan las unidades de ecointegraci3n medidas y te3ricas del blanco estándar referidos a una mn^2 , siendo:

$$S_{A(t)} = \frac{4 * \pi * \Phi_{bs} * (1852)^2}{\psi * r^2}$$



donde:

- Φ_{bs} = secci3n dispersante del blanco de referencia = $(10^{(TS \text{ blanco ref.}/10)})$
 r = profundidad de la esfera (m)
 Ψ = 3ngulo equivalente del haz ac3stico, describe el volumen efectivamente insonificado por un transductor. Para el modelo ES38B su valor es 20,6 dB.
 $S_{A(t)}$ = integraci3n te3rica del blanco est3ndar
 $S_{A(m)}$ = integraci3n medida del blanco est3ndar

4.3.3 Identificaci3n de los ecotrazos de merluza com3n

Durante esta actividad, primeramente se examinaron los ecogramas para identificar marcas o se3ales provenientes del plancton, de interferencia causado por otros equipos ac3sticos, ya sea del buque propio u otro que est3 operando en la cercan3a y falsos ecos del fondo. Luego, se identificaron los ecotrazos correspondientes a la merluza com3n, mediante la inspecci3n de los ecogramas, conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificaci3n efectuados con la red de arrastre de fondo.

4.3.4 Estimaci3n de la biomasa y su varianza

La biomasa (\widehat{B}) y su varianza se estimaron mediante dos tipos de estimadores, uno de estadística tradicional como el estimador de raz3n (Cochran, 1977; Hansen *et al.*, 2004) y el otro utilizando t3cnicas geoestadísticas (Petitgas, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).



a) Estimador de raz3n

La biomasa (\hat{B}) se estim3 como:

$$\hat{B} = A * \hat{R} * \hat{C}_b$$

donde A representa el 3rea de estudio, \hat{C}_b el coeficiente de eointegraci3n y la raz3n (\hat{R}) equivale a las lecturas ac3sticas promedios por intervalo b3sico de muestreo que se estim3 como:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde:

- n = n3mero de transectas en la muestra
- x_i = lectura ac3stica de la transecta i -3sima
- y_i = n3mero de intervalos b3sicos de muestreo en la transecta i -3sima

El estimador de varianza de la biomasa, se expresa seg3n:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 * \left[\hat{C}_b^2 \hat{V}(\hat{R}) + \hat{R}^2 \hat{V}(\hat{C}_b) - \hat{V}(\hat{C}_b) \hat{V}(\hat{R}) \right]$$

Los estimadores de la varianza de la raz3n $\hat{V}_1(\hat{R})$ a utilizar fueron:

- **Conglomerado de tama3os desiguales** (Hansen *et al.*, 1954)

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N} \right) \frac{1}{n\bar{y}^2} (S_x^2 + \hat{R}^2 S_y^2 - 2 \hat{R} S_{xy})$$



donde N y n representan el número total de transectas en el área y en la muestra respectivamente y:

$$S_{xy} = \sum_1^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_x^2 = S_{xx} \quad ; \quad S_y^2 = S_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_1^n \frac{x_i}{n}; \bar{y} = \sum_1^n \frac{y_i}{n}$$

- **Estratos agrupados (Volter, 1985)**

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N} \right) \frac{\hat{R}^2}{n(n-1)} (S_x^2 + S_y^2 - 2S_{xy})$$

donde:

$$S_{xy} = \sum_1^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{\bar{x} \bar{y}}$$

$$S_x^2 = S_{xx} \quad ; \quad S_y^2 = S_{yy}$$

b) Estimador geoestadístico

La biomasa se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso, estimando su densidad (Z^*_v) en dicha área (V) mediante la expresión:

$$\hat{Z}^*_v = \frac{1}{V} \int Z(x_i) dx$$



donde Z_v^* es un estimador de la densidad media ponderada de las lecturas acústicas, que cuando provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de Z_v^* se puede estimar como la media aritmética de los datos de $S_A (Z_x)$ por intervalo básico de muestreo.

La biomasa (\hat{B}) se estimó como:

$$\hat{B} = A * \hat{Z}_v^* * \hat{C}_b$$

donde A representa el área de estudio (millas náuticas cuadradas) y \hat{C}_b el coeficiente de eointegración ($t * mn^{-2} * S_A^{-1}$).

La estimación de la varianza, se efectuó mediante el método geoestadístico o de variables regionalizadas, que determinaran la estimación de varianza de los datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\sigma_e^2 = 2\bar{\gamma}(S, V) - \bar{\gamma}(V, V) - \bar{\gamma}(S, S)$$

donde los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) donde:

$$\bar{\gamma}(S, S) = \frac{1}{n^2} * \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_{\alpha} - x_{\beta})$$

$$\bar{\gamma}(S, V) = \frac{1}{nV} * \sum_{\alpha} \int_v \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

$$\bar{\gamma}(V, V) = \frac{1}{V^2} \int_{\alpha} \int_v \gamma(x - y) dx dy$$



siendo V el 1rea de distribuci3n del recurso en el 1rea de estudio, α y β los 1ndices de los intervalos b1sicos de muestreo y n el n1mero de muestras en V .

El variograma es una herramienta an1lítica que permite describir la estructura espacial de una variable mediante la descomposici3n de la variable total en clases de distancia. La varianza, depende de la estructura espacial a trav1s de tres factores geom1tricos: la geometr1a del campo para $\bar{\gamma}(V, V)$; de la disposici3n entre los intervalos b1sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S, S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S, V)$ (Petitgas y Lafont, 1997).

Para la obtenci3n de los estimadores geoestad1sticos, se utiliz3 el paquete estad1stico EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

4.3.5 Estimaci3n de la fuerza de blanco

Durante los lances de pesca y las transectas de prospecci3n ac1stica, se registraron datos de fuerza de blanco (TS) de la merluza com1n. Luego de una inspecci3n de los datos, se seleccionaron aquellos lances en cuyos ecogramas se pudieran observar blancos resueltos, estim1ndose la moda de las distribuciones de tallas y fuerza de blanco. En esta actividad se utiliz3 el software Echoview, obten1ndose datos v1lidos para este efecto en siete lances de pesca con un porcentaje de captura de merluza superior al 90%.

Los datos obtenidos para efectuar estimaciones de fuerza de blanco se encuentran asociados a lances donde el rango de tallas modales y una alta variabilidad en los datos de fuerza de blanco (**Fig. 5**).

Debido a lo anterior y de conformidad con lo planteado en la propuesta t1cnica, se opt3 por estimar la fuerza de blanco utilizando la relaci3n descrita para merluza



com3n por Lillo *et al.* (1996), y utilizadas en evaluaciones anteriores de este recurso de: $TS=20\log(L) - 68,5$ (dB).

Esta relaci3n se puede considerar como similar a las estimadas y empleadas para la evaluaci3n de *M. capensis* (Svelling y Ona, 1999), *M. productus* (Kieser *et al.*, 1998) y *M. g. peruanus* (MacLennan, 2000).

4.3.6 Estimaci3n de la constante de ecointegraci3n

La constante de ecointegraci3n \hat{C}_b se estim3 mediante la ecuaci3n propuesta por Bodholt (1991):

$$\hat{C}_b = \frac{S_A * \bar{w} * 10^{-3}}{4\pi * 10^{\frac{TS}{10}}}$$

donde:

- C_b = coeficiente de ecointegraci3n (t^*mn^{-2} ref. 1 S_A)
- \bar{w} = peso promedio de la merluza com3n (kg)
- \overline{TS} = fuerza de blanco promedio de la merluza com3n (db)
- S_A = unidades de ecointegraci3n

La fuerza de blanco se estim3 mediante la relaci3n $\langle TS \rangle = 20 * \log(\text{talla}) - 68,5$ (Lillo *et al.* 1996).

La varianza de \hat{C}_b se estim3 como:

$$\hat{V}(\hat{C}_b) = \left[\frac{2,302585 \bar{w}}{4\pi 10^{\left(\frac{\overline{TS}}{10} + 3\right)}} \right]^2 \left[\frac{\hat{V}(\bar{w})}{\bar{w}^2} + \frac{\hat{V}\left(\frac{\overline{TS}}{10}\right)}{10^2} \right]$$



Donde, \bar{w} ; $\hat{V}(\bar{w})$ corresponden al peso medio por ejemplar y su varianza, según los siguientes estimadores:

$$\hat{W} = \sum_{k=1}^{k=K} \bar{w}_k \hat{P}_{pk}$$

Donde, \bar{w}_k , \hat{P}_{pk} , corresponden respectivamente al peso medio por ejemplar para una clase de talla (k) y, a la estructura de tallas ponderada por las capturas registradas en los lances a partir de la cual fue estimada.

La estructura de los respectivos estimadores están dadas por:

$$\hat{w}_k = \hat{\alpha} * I_k^{\hat{\beta}}$$

$$\hat{P}_{pk} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Y_i \hat{P}_{ki}}{Y}, \quad Y_i : \text{captura lance "i"}, \quad Y = \sum_{i=1}^{i=n} Y_i$$

La varianza del estimador del peso medio por ejemplar está dada por:

$$\hat{V}(\hat{W}) = \sum_{k=1}^{k=K} \hat{V}[\bar{w}_k \hat{P}_{pk}]$$

$$\hat{V}[\bar{w}_k \hat{P}_{pk}] = \bar{w}_k^2 \hat{V}[\hat{P}_{pk}] + \hat{P}_{pk}^2 \hat{V}[\bar{w}_k] - \hat{V}[\hat{P}_{pk}] \hat{V}[\bar{w}_k]$$

Una opción para la estimación de la varianza del peso medio a la talla, está dada por el siguiente estimador:

$$\hat{V}(\bar{w}_k) = \frac{1}{n_k} \frac{1}{n_k - 1} \sum_{i=1}^{n_k} [w_{ik} - \bar{w}]^2$$

n_k = número de datos observados en la talla

w_{ik} = peso observado a la talla (promedio)

\bar{w} = peso estimado a la talla (promedio)



Un estimador del estimador de la varianza de la estructura de tallas est1 dado por: la relaci3n siguiente:

$$\hat{V}[\hat{p}_{pk}] = \left[1 - \frac{n}{N}\right] \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i^2}{\bar{Y}^2} [\hat{p}_{ik} - \hat{p}_{pk}]^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i^2}{\bar{Y}^2} \left[1 - \frac{m_i}{M_i}\right] * \frac{\hat{p}_{ik} [1 - \hat{p}_{ik}]}{m_i - 1}$$

Por otra parte la fuerza de blanco y su varianza est1 dada por los estimadores siguientes.

$$\bar{TS} = \alpha + \beta * \ln(\bar{l})$$

$$\hat{V}(\frac{\bar{TS}}{10}) = \frac{(\ln(\bar{l}))^2 \hat{V}(\hat{\beta}) + \hat{V}(\hat{\alpha}) + 2 \ln(\bar{l}) Cov(\hat{\alpha}, \hat{\beta})}{10^2}$$

Donde, $\hat{V}(\hat{\beta})$ es la varianza del intercepto de la regresi3n TS-longitud:

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = \hat{\sigma}^2 \frac{\sum_{i=1}^n l_i^2}{n \sum_{i=1}^n [l_i - \bar{l}]^2}$$

$V(\hat{\alpha})$, es la varianza de la pendiente de la regresi3n TS –longitud:

$$\hat{V}(\hat{\alpha}) = \hat{\sigma}^2 \frac{1}{\sum_{i=1}^n [l_i - \bar{l}]^2}$$

$Cov(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$, es la covarianza entre los par1metros de la regresi3n y est1 dada por el siguiente estimador:



$$Cov(\hat{\alpha}, \hat{\beta}) = -\hat{\sigma}^2 \frac{\bar{l}}{\sum_{i=1}^n [l_i - \bar{l}]^2}$$

$\hat{\sigma}^2$, es la varianza general de los residuos dada por el estimador:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \frac{1}{(n-2)} \sum_{i=1}^n [TS_i - \hat{TS}_i]^2$$

Donde,

\bar{l} : longitud promedio o mediana

l_i : longitud observada

\hat{TS} : fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud

\overline{TS}_i : fuerza de blanco observada

n : n3mero de datos observados.

4.3.7 Distribuci3n espacial de la merluza com3n

La distribuci3n espacial de la merluza com3n en el 3rea prospectada, se presenta como una carta de contornos, en donde 3stos representan curvas que unen puntos de igual densidad. Lo anterior, permite ver de manera clara las 3reas de mayor concentraci3n de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribuci3n espacial de la merluza com3n, se confeccion3 mediante el uso de los m3dulos de grillado y mapeo del software Surfer6 (Kleckner, 1996). Como m3todo de interpolaci3n se utiliz3 el kriging, para lo cual se utilizaron los variogramas, herramienta anal3tica que permite describir la estructura espacial de una variable, que permite determinar la existencia de estructuras espaciales y sus caracter3sticas como: tama3o, direcci3n y tipo de estructura (Maravelias *et al.* 1996, Maynou *et al.* 1998).



En el m3todo geoestadístico, los datos son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 3rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$ como funci3n de su distancia h , definida mediante la ecuaci3n:

$$2\gamma(x, h) = E[Z(x) - Z(x + h)]^2$$

La asunci3n de estacionaridad de segundo en el m3todo intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $\gamma^*(h)$ como:

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

Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(h)$ el n3mero de pares de datos en la distancia h .

El ajuste del variograma experimental a un modelo matem3tico, se efectu3 de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) de:

Modelo esf3rico:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & |h| = 0 \\ c_0 + c_s \left\{ \frac{3}{2} \left(\frac{|h|}{a_s} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{|h|}{a_s} \right)^3 \right. & 0 < |h| \leq a_s \\ c_0 + c_s & |h| > a_s \end{cases}$$

Modelo exponencial:

$$\gamma(h) = c_0 + c_s \left(1 - e^{-\frac{h}{a}} \right)$$



Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s representa la varianza estructural del modelo de variograma y a_s el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlación. La suma de ambas variabilidades ($c_0 + c_s$), representa el “sill” o nivel máximo de variabilidad de los datos.

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realizó mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la función:

$$\sum_{i=1}^H |N(h_{(j)})| \left\{ \frac{\hat{\gamma}(h_{(j)})}{\gamma(h_{(j)})} - 1 \right\}^2$$

Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_j)$ y al inverso de $\gamma(h_j)^2$, lo que tiene la propiedad de aumentar la ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000).

Para comparar las características espaciales de las distribuciones estimadas para los diferentes cruceros, se estimaron para cada uno de los ejes principales de muestreo (0° y 90°) su variograma estandarizado por la varianza de cada “lag” o distancia entre dos puntos de muestreo,

Para estimar la posición de la distribución espacial de la merluza común, se estimó el centro de gravedad (CG_i) y la inercia (I) como indicadores de la posición media y la dispersión media de la distribución en el área de estudio como (Bez, 2002):

$$CG_i = \frac{\int x_i * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx} \quad I = \frac{\int (x_i - CG_i)^2 * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx}$$



Donde x_i representa la posici3n latitudinal y longitudinal de la muestra y $z(x_i)$ la densidad local en la posici3n geogr3fica "i".

El comportamiento espacial del stock de merluza com3n se analiz3 a trav3s del diagrama (curva) de Lorenz y el Indice de Gini (Myers y Cadigan, 1995). El diagrama de Lorenz es un m3todo gr3fico para representar el grado de concentraci3n de la distribuci3n, en la cual el eje-x representa la proporci3n acumulada del 3rea, mientras que el eje-Y la proporci3n acumulada de la biomasa. Si el recurso se distribuye homog3neamente, el diagrama de Lorenz ser3a una l3nea recta desde el origen (funci3n identidad), sin embargo si 3ste se agrega, se curvar3a hacia la derecha.

El 3ndice (δ) de Gini es un indicador num3rico relacionado al diagrama de Lorenz y se estima como el doble del 3rea comprendida entre la funci3n identidad y la curva de Lorenz. Este 3ndice fluct3a entre 0 (distribuci3n homog3nea) a valores cercano a 1 (alta concentraci3n).

4.3.8 Estimaci3n de la abundancia (\hat{N}) de *M. gayi*

La estimaci3n de la abundancia (\hat{N}) de la *M. gayi* se estim3 como:

$$\hat{N} = \frac{\hat{B}}{\hat{w}}$$

La varianza del estimador de la abundancia " \hat{N} ":

$$\hat{V}(\hat{N}) = \hat{B}^2 * \frac{1}{\hat{w}^4} \hat{V}(\hat{w}) + \frac{1}{\hat{w}^2} \hat{V}(\hat{B}) - \hat{V}(\hat{B}) * \frac{1}{\hat{w}^4} \hat{V}(\hat{w})$$



El t3rmino $\hat{\bar{w}}$ corresponde a la estimaci3n del peso medio por ejemplar, estimado como:

$$\hat{\bar{w}} = \sum_{k=1}^{k=K} \bar{w}_k * \hat{P}_k \quad ; \quad \hat{V}(\hat{\bar{w}}) = \sum_{k=1}^{k=K} \hat{V}(\bar{w}_k * \hat{P}_k) ;$$

$$\hat{V}(\bar{w}_k * \hat{P}_k) = \bar{w}_k^2 * \hat{V}(\hat{P}_k) + \hat{P}_k^2 * \hat{V}(\bar{w}_k) - \hat{V}(\bar{w}_k)\hat{V}(\hat{P}_k)$$

- \bar{w}_k : peso medio por ejemplar dentro de la clase de talla "k".
 \hat{P}_k : proporci3n de ejemplares en la poblaci3n o 3rea objeto de estudio.
 $\hat{V}(\bar{w}_k)$: estimador de la varianza del estimador: \bar{w}_k .
 $\hat{V}(\hat{P}_k)$: estimador de la varianza del estimador: \hat{P}_k .

4.4 Objetivo Específico 2. Estimaci3n de la composici3n de tallas, edad y sexo del stock de merluza com3n en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.

4.4.1 Muestreos

Durante el crucero de evaluaci3n se realizaron 138 lances de pesca, de los cuales 123 registraron captura de merluza com3n. Estos lances de pesca tuvieron por objeto, la identificaci3n de los ecotrazos, la estimaci3n de la composici3n de longitud por sexo de la captura y la realizaci3n de muestreos biol3gicos para la recolecci3n de otolitos y datos para estimar la relaci3n entre la longitud y el peso de los ejemplares por sexo, informaci3n que permite estimar la composici3n en n3mero por sexo de la captura realizada y su estructura de edades.

De la captura se realizaron los siguientes muestreos necesarios para el cumplimiento de este objetivo:



- **Muestreo de longitudes:** Muestreo aleatorio, orientado a obtener la composición de talla por sexo. Se midió la longitud total de cada ejemplar de la muestra con una precisión de 1 cm y se determinó su sexo.
- **Muestreo biológico-específico:** Muestreo estratificado por clase de longitud, orientado a obtener las relaciones entre la longitud y el peso de los ejemplares por sexo y la estructura de edades de la captura. Se extrajeron los otolitos, se midió la longitud total y se determinó el sexo de los ejemplares, su peso total, su peso eviscerado y el estado de madurez sexual macroscópico según los criterios descritos por Balbontín y Fischer (1981).

El procedimiento de muestreo de la captura de cada lance, se realizó del modo detallado a continuación:

Una vez vaciada la captura sobre el patio de pesca, se llenaron con merluza común un total de 10 cajas plásticas de un volumen aproximado de 42 litros cada una y de un peso promedio a 2,1 kg vacías y de 36 kg llenas con merluza común. Las cajas llenas fueron pesadas en una romana de cubierta con precisión de 50 kg y el resto de la captura de merluza común fue devuelta al mar utilizando el mismo tipo de caja y contabilizándose el número de cajas vaciadas al mar.

De las 10 cajas llenas, se seleccionaron un total de 6 cajas (las dos primeras, dos intermedias y las dos últimas) y al total de ejemplares contenido en cuatro de ellas, se les realizó el muestreo de longitudes. Los ejemplares contenidos en las dos cajas restantes, fueron utilizados para el muestreo biológico-específico. Debido a que este último es un muestreo dirigido a construir la estructura de edad de la captura, se complementaron los estratos de talla no modales, con ejemplares observados *a priori* durante el llenado de las cajas u observados durante el muestreo de frecuencia de longitud. En aquellos casos en que la captura fue



equivalente al contenido de entre 6 a 10 cajas, se realiz3 un muestreo del total de la captura siguiendo el procedimiento antes descrito. En las ocasiones excepcionales en que esta fue inferior a 6 cajas, se privilegi3 el muestreo biol3gico-específico, registrándose en cualquier caso, la longitud total por sexo de todos los ejemplares de la captura.

El procedimiento anterior consider3 en lo posible reducir el tiempo de manipulaci3n de la captura y los aspectos seřalados por Gunderson (1993) y Westerheim (1967) en orden de prevenir problemas de representatividad de muestreo.

4.4.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad

En conformidad con el objetivo específico 2.2 de las bases especiales, las distribuciones de frecuencia de longitud se representaron y describieron en t3rminos de las cuatro macrozonas empleadas para caracterizar la distribuci3n de la abundancia: zona 1 (29°10' - 31°24'), zona 2 (31°25' - 35°30'), zona 3 (35°31' - 38°39') y zona 4 (38°40' - 42°00') y en relaci3n a 5 estratos de profundidad (<100 m; 100-200 m; 200-300 m; 300-400 m y 400-500 m).

4.4.2.1 Comparaci3n de las estructuras de talla

Para comparar las distribuciones de talla entre subzonas, veriles de profundidad y aņos se utiliz3 un procedimiento estadístico diseњado para comparar distribuciones multinomiales Y corresponde al uso de un modelo lineal generalizado (GLM) aplicando regresi3n logística ordinal.

En el modelo de distribuci3n de longitudes la variable respuesta es de tipo categ3rica, entonces la teoría basada en GLM puede ser utilizada, realizando una generalizaci3n de la regresi3n logística para respuestas dicot3micas (Dobson,



2002). Con esta generalización es posible hacer uso de todas las herramientas de la inferencia existente para este tipo de modelo.

El modelo utilizado corresponde Modelo Logit de Razón Continua (Continuation ratio logit), que está definido como sigue:

$$\Omega : P_k^* = \log \left(\frac{P_k}{P_{k+1} + \dots + P_K} \right) = \mathbf{x}_k^T \boldsymbol{\beta}_k$$

donde se modela la proporción de la respuesta que está en la categoría k , condicionada a todas las superiores $k+1, \dots, K$. (Rindorf y Lewy, 2001; Dobson, 2002).

El modelo propuesto permite docimar simultáneamente el efecto de los factores a través del estadístico de Wald, con la prueba χ^2 de significancia. Las hipótesis acerca de los parámetros $\hat{\boldsymbol{\beta}}$, pueden ser probadas usando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil o equivalentemente el estadístico de Wald y tiene como finalidad determinar si los coeficientes asociados son distintos o iguales de cero y por ende si las distribuciones difieren o no de la zona, veril de profundidad o el año de referencia (Glantz y Slinker, 1990; Venables y Ripley, 1997).

4.4.2.2 Estimación de la composición de longitudes de la captura

La estimación de la composición de longitudes de la captura, diferenciada por sexo y estrato (longitudinal o batimétrico), se realizó mediante una combinación lineal de la estimación de captura en número y de la proporción de ejemplares a la talla para cada lance de pesca.



Notación

Índices:

- i : ejemplares $i = 1, 2, \dots, n$
 j : Lance $j = 1, 2, \dots, M$
 h : Estrato $h = 1, 2, \dots, L$
 k : Longitud del ejemplar $k = 1, \dots, K$
 s : Sexo $s = 1$ (macho) , 2 (hembra)

Variables y Parámetros:

- n : Número de ejemplares en la muestra.
 Y : Captura en peso.
 \hat{Y} : Estimador de la captura en peso.
 \hat{X} : Estimador de la captura en número.
 m : Número de lances muestreados
 \hat{p}_k : Estimador de la proporción a la talla en la captura.
 \hat{p}_s : Estimador de la proporción sexual
 L : Longitud del ejemplar.
 \hat{W} : Estimador del peso de un ejemplar.

Estimador de la composición de talla de la captura por estrato y sexo.

$$\hat{P}_{hsk} = \sum_{j=1}^{m_{hs}} \frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}} \cdot \hat{P}_{hsjk},$$



donde,

$$\hat{P}_{hskj} = \frac{n_{hskj}}{n_{hsj}}; \quad \hat{X}_{hsj} = \frac{\hat{Y}_{hsj}}{\hat{W}_{hsj}}; \quad \hat{X}_{hs} = \sum_{j=1}^{m_{hs}} \hat{X}_{hsj}.$$

Estimador de la varianza del estimador \hat{p}_{hsk}

$$\hat{V}[\hat{p}_{hsk}] = \sum_{j=1}^{m_{hs}} \hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right) \hat{p}_{hskj}\right],$$

donde,

$$\hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right) \hat{p}_{hskj}\right] = \hat{P}_{hskj}^2 \hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)\right] + \left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)^2 \hat{V}[\hat{p}_{hskj}] - \hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)\right] \hat{V}[\hat{p}_{hskj}],$$

con las varianzas de $\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)$ y \hat{p}_{hskj} dados por,

$$\hat{V}\left[\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right] = \frac{1}{\hat{X}_{hs}^2} \hat{V}[\hat{X}_{hsj}] + \frac{\hat{X}_{hsj}^2}{\hat{X}_{hs}^4} \hat{V}[\hat{X}_{hs}] - \frac{1}{\hat{X}_{hs}^4} \hat{V}[\hat{X}_{hsj}] \hat{V}[\hat{X}_{hs}];$$

$$\hat{V}[\hat{p}_{hskj}] = \left[1 - \frac{n_i}{N_i}\right] \frac{1}{n_i - 1} \hat{p}_{hskj} [1 - \hat{p}_{hskj}].$$

Estimador de la captura en número por estrato y sexo al lance.

$$\hat{X}_{hsj} = \frac{\hat{Y}_{hsj}}{\hat{W}_{hsj}},$$



donde,

$$\hat{Y}_{hsj} = \hat{Y}_{hj} \hat{p}_{hsj}; \quad \hat{W}_{hsj} = \sum_{k=1}^K \hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk}.$$

Estimador de la varianza del estimador \hat{X}_{hsj}

$$\hat{V}(\hat{X}_{hsj}) = \frac{\hat{Y}_{hsj}^2}{\hat{W}_{hsj}^4} \hat{V}(\hat{W}_{hsj}) + \frac{1}{\hat{W}_{hsj}^2} \hat{V}(\hat{Y}_{hsj}) - \frac{1}{\hat{W}_{hsj}^4} \hat{V}(\hat{W}_{hsj}) \hat{V}(\hat{Y}_{hsj}).$$

Estimador de la captura en peso por estrato y sexo al lance

$$\hat{Y}_{hsj} = Y_{hj} \hat{p}_{hsj}$$

Estimador de la varianza del estimador \hat{Y}_{hsj}

$$\hat{V}(\hat{Y}_{hsj}) = Y_{hj}^2 \hat{V}(\hat{p}_{hsj})$$

Estimador de la proporción sexual en peso por estrato y sexo al lance

$$\hat{p}_{hsj} = \frac{\sum_{k=1}^K \hat{W}_{hsjk} n_{hsjk}}{\sum_{k=1}^{K_1} \hat{W}_{h1jk} n_{h1jk} + \sum_{k=1}^{K_2} \hat{W}_{h2jk} n_{h2jk}}$$

El estimador de la varianza del estimador de la proporción sexual en peso (\hat{p}_{hsj}) se estimó utilizando remuestreo, específicamente el estimador bootstrap, Efron y Tibshirani (1986).



Estimador del peso medio por estrato y sexo al lance

$$\hat{W}_{hsj} = \sum_{k=1}^K \hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk}$$

$$\hat{W}_{hsk} = \hat{a}_{hs} L_{hsk} \quad \hat{p}_{hsjk} = \frac{n_{hsjk}}{n_{hsj}}$$

Estimador de la varianza del estimador \hat{W}_{hsj}

$$\hat{V}(\hat{W}_{hsj}) = \sum_{k=1}^K \hat{V}(\hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk})$$

$$\hat{V}(\hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk}) = \hat{W}_{hsk}^2 \hat{V}(\hat{p}_{hsjk}) + \hat{p}_{hsjk}^2 \hat{V}(\hat{W}_{hsk}) - \hat{V}(\hat{W}_{hsk}) \hat{V}(\hat{p}_{hsjk})$$

con varianzas de \hat{W}_{hsk} dada por,

$$\hat{V}(\hat{W}_{hsk}) = \frac{1}{n_{hsk}(n_{hsk} - 1)} \sum_{i=1}^{n_{hsk}} (w_{hski} - \hat{W}_{hsk})^2,$$

donde,

$$\hat{W}_{hsk} = \frac{1}{n_{hsk}} \sum_{i=1}^{n_{hsk}} w_{hski}$$

4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_i), fueron asignados a las diferentes edades según una clave talla-edad, la que indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. Las claves edad-talla utilizadas, corresponden a las elaboradas con los datos obtenidos durante el crucero de evaluación directa de merluza común.



El n3mero de individuos perteneciente a cada GE seg3n intervalo de talla es:

$$N_{ij} = p_{ij}N_j$$

$$N_i = \sum N_{ij}$$

donde:

- N_j : n3mero estimado de individuos a la longitud "j"
- N_{ij} : n3mero estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"
- N_i : n3mero estimado de individuos a la edad "i".

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporci3n con que participa cada GE en la abundancia estimada.

El planteamiento metodol3gico sealado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan expl3citamente toda la estructura interna de la abundancia por clase de longitud y para cada grupo de edad.

4.4.4 Estimaci3n de pesos promedios por grupos de edad

La estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Piennar y Ricker (1968) y posteriormente Nielsen y Schoch (1980), abordaron este tema presentando m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo, entregando ambos resultados muy similares, por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a de Piennar y Ricker, (1968).

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, se pueden presentar dos casos, uno es cuando se est3 frente a



crecimiento isométrico en donde b es igual a tres, y el otro es cuando b toma valores diferentes de tres, siendo de 2,5 a 3,5 un rango frecuente de observar.

El valor esperado de funci3n de W, $\Psi(L)$, es:

$$E(W) = a(\mu^n + a_1 \mu^{n-2} \sigma^2 + a_2 \mu^{n-4} \sigma^4 + a_3 \mu^{n-6} \sigma^6 + \dots)^b$$

donde el número de términos dependerá del exponente b.

4.5 Objetivo Específico 3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigaci3n.

4.5.1 Muestreo a bordo

Para caracterizar los aspectos reproductivos del stock de merluza común, se recopilaron muestras de hembras en cada uno de los lances realizados, de esta manera se logró tener una adecuada cobertura espacial. Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria, dado que éstas debieron permitir estimar una serie de indicadores como es la proporci3n de estados de madurez y el índice gonádico por zona; además, de la fecundidad y ojiva de madurez.

En cada lance de identificaci3n con captura de merluza común se realizó un muestreo al azar de 15 hembras, atendiendo al comportamiento que presenta el índice de error en la estimaci3n de la proporci3n de estados de madurez, donde un incremento de este número al interior del lance no contribuye a un aumento significativo de la precisi3n de la estimaci3n, registrándose un total de 2.203 hembras muestreadas.



A cada ejemplar se le registr3 la longitud total, el peso total y peso eviscerado con una balanza de precisi3n de 10 g. Se extrajeron los ovarios, los que fueron pesados (0,1 g) e inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador), asignando el estado de madurez sexual mediante criterios macrosc3picos. La fijaci3n es una etapa esencial de la t3cnica histol3gica, siendo de gran importancia la velocidad de penetraci3n del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo m3s parecido al estado vivo y protegerlo de la aut3lisis y del ataque bacteriano y evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los l3mites compatibles con la obtenci3n de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).

4.5.2 An3lisis de laboratorio

a) Estadio de madurez sexual (EMS)

Se determin3 de acuerdo a las caracter3sticas macrosc3picas y mediante el examen microsc3pico de las g3nadas. La clasificaci3n macrosc3pica de las g3nadas se hizo seg3n la escala apreciativa de madurez sexual espec3fica para *M. gayi* (Balbont3n y Fischer, 1981), que consta de los estadios descritos en la **tabla 1**.

El m3todo microsc3pico se basa en la observaci3n interna de la g3nada y resulta necesario para confirmar las apreciaciones macrosc3picas del grado de madurez, dado que permite obtener una informaci3n precisa y detallada de las distintas transformaciones morfol3gicas que acontecen durante el ciclo de maduraci3n sexual. El an3lisis microsc3pico se realiz3 de acuerdo al diagn3stico morfohistol3gico del par3nquima gonadal, en base a los criterios b3sicos se3alados para peces tele3steos por Wallace y Selman (1981) y Selman y Wallace (1989) y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado adem3s de una escala microsc3pica apreciativa de la madurez sexual espec3fica para hembras de *M. gayi* reportada por Herrera *et al.* (1988) (**Tabla 2**).



b) Estimaci3n del 3ndice gonadosom3tico ($\hat{R}(IGS)$)

Se calcul3 el 3ndice gonadosom3tico ($\hat{R}(IGS)$) y su varianza ($\hat{V}_{\hat{R}(IGS)}$), como una proporci3n del desarrollo (peso) de la g3nada (WG_j) con relaci3n al peso corporal (W_j), seg3n las expresiones:

$$\hat{R}(IGS) = \frac{\sum_{j=1}^n W G_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$
$$\hat{V}_{\hat{R}(IGS)} = \frac{1}{n} \frac{1}{\bar{W}^2} \frac{\sum_{j=1}^n (WG_j - \hat{R}W_j)^2}{n-1}$$

n : n3mero de ejemplares muestreados

Los resultados obtenidos se agruparon por subzona de pesca y se analizaron seg3n una escala de grupos arbitrarios de longitud de: < 30; 33-39; 40-49; 50-59, 60-69 y > 70 cm. La informaci3n generada permiti3 determinar la condici3n reproductiva de la poblaci3n parental de ***M. gayi*** y evaluar diferencias latitudinales en el proceso, mediante la aplicaci3n de un an3lisis de varianza (Zar, 1999).

c) Ojiva de madurez y talla media de madurez (50%)

Se consideraron los diagn3sticos histol3gicos del estadio de madurez del ovario para la clasificaci3n de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el inicio de los procesos de vitelog3nesis. Seg3n la escala apreciativa propuesta, se clasificar3n como sexualmente maduras las hembras en EMS 3, 4, 5, 6, 7 y 8 y como inmaduras, aquellas en EMS 1 y 2.



Considerando que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribución binomial. Los datos fueron ajustados a un modelo logístico de madurez mediante el método de máxima verosimilitud, ya que el tamaño de muestra de cada grupo de talla es considerado explícitamente en la función de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988).

$$m(l) = \frac{\beta}{1 + \exp(-\alpha_1 - \alpha_2 l)}$$

donde $m(l)$ es la fracción de individuos maduros en función de la talla, l es la talla (longitud total) y β , α_1 , α_2 son los parámetros que representan la asíntota, la posición y la pendiente, respectivamente. El parámetro β se fijará en 1, basándose en los antecedentes que indican que a medida que los ejemplares crecen, la fracción de individuos maduros se aproxima a 1.

La función log de máxima verosimilitud corresponde a:

$$L(\beta, \alpha_1, \alpha_2) = \sum [(h) \ln(m(l)) + (1-h) \ln(1-m(l))]$$

donde h es la variable dicotómica que representa la condición de madurez ($h=1$) o inmadurez ($h=0$) y la sumatoria es a través de todas las longitudes.

d) Fecundidad modal

La fecundidad se estimó de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Para este efecto se analizaron al menos 50 ejemplares por zona, para alcanzar un nivel de error del 5% en la estimación de la fecundidad promedio. En el caso de la anchoveta de



California, una muestra de 50 a 60 peces permite estimar la fecundidad con un coeficiente de variaci3n inferior a 0,05 (Hunter *et al.*, 1985).

Para el c3lculo de fecundidad modal se consider3, al no disponer de un n3mero 3ptimo representativo de hembras hidratadas, aplicar el m3todo de la moda m3s avanzada, donde secciones de tejido ov3rico preservados en soluci3n Gilson fueron pesados con una precisi3n de 0,1 mg y los ovocitos disgregados del estroma se separaron por clase de tama1o a trav3s de una bater3a de tamices, con un rango de 250 a 2000 micras, con un arrastre de agua en un sistema de vibraci3n. Los registros del n3mero de ovocitos retenidos en cada malla se utilizaron para la identificaci3n de los diferentes grupos modales.

Para el c3lculo de la fecundidad se utilizaron s3lo los ovarios maduros, cuyas distribuciones de frecuencia mostraron al grupo modal m3s avanzado claramente identificable. El n3mero de ovocitos hidratados o vitelados avanzados en la submuestra se utiliz3 para la estimaci3n del n3mero total de ovocitos maduros del ovario (fecundidad modal), de acuerdo a la expresi3n:

$$\hat{F}_i^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1} \left[\frac{H_i * f}{PO_i} \right] * PG_i$$

donde:

- H_i = N3mero de ovocitos presentes en la submuestra
- f = fracci3n correspondiente a la submuestra
- PO_i = Peso de la submuestra i .
- PG_i = Peso del ovario de la hembra i .



La estimación de la fecundidad media poblacional o modal, representativa del total de la población de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad parcial en función de un parámetro corporal (peso, talla). Aunque en merluza común la relación entre la fecundidad modal y el peso corporal de las hembras se ha ajustado a un modelo de regresión lineal simple; en tanto, la relación de la fecundidad y la longitud total a uno exponencial (Lillo *et al.*, 2003), se probaron los siguientes modelos, seleccionándose el que mostró la mejor eficiencia estadística expresada en función de la razón de sus varianzas.

4.6 Objetivo Específico 4. Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).

Este objetivo se divide en los siguientes aspectos:

- Proporción en la captura del crucero 2004 de los diferentes componentes de la fauna acompañante.
- Comparación por zona geográfica entre las proporciones de los principales componentes de la fauna acompañante, observadas en las evaluaciones hidroacústicas de merluza común realizadas en los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.
- Caracterización biológica y presencia de merluza común en estómagos de de ***D. gigas***.

Se caracterizan además, las estructuras de longitud de las principales especies de la fauna acompañante capturadas en el crucero 2004.



4.6.1 Muestreo de fauna acompañante

La unidad muestral fue el lance de pesca y la información básica consistió en el peso por especie en kilogramos, además de la información que caracteriza el muestreo como el número de lance, la hora del día y la fecha.

El procedimiento de muestreo de fauna acompañante fue el siguiente: en cada lance de pesca de identificación de ecotrazos, toda la captura que no correspondió a merluza común, fue separada en su totalidad en cajas de 42 litros (2,1 kg vacías). La fauna separada de este modo, fue clasificada por especie y pesada en una balanza romana utilizando el mismo tipo de caja. Aquellos componentes de la fauna acompañante que por sus proporciones (muy pequeños o demasiado grandes) la manipulación en cajas fuese poco práctico, fueron separados por especie y pesados individualmente.

En aquellos lances excepcionales, en que la captura de fauna acompañante excedió la de merluza común, se llenaron al azar un total de diez cajas de 42 litros, las que fueron pesadas con precisión de 50 gr y su contenido fue posteriormente separado y pesado por especie. La totalidad de la captura fue devuelta al mar utilizando el mismo tipo de caja y el número de cajas vertidas al mar fue contabilizado. La captura en peso de cada especie por lance, se obtuvo por el cociente entre el peso en la muestra y la captura total.

En el caso particular de la jibia, se determinó su sexo mediante la disección del manto y el examen directo de las gónadas. Se registró la presencia o ausencia de merluza común en el contenido estomacal.

Para el muestreo de longitudes, se midió la longitud total (horquilla en el caso de jurel, del manto en el caso de jibia y cefalotorácica en el caso de crustáceos) de las principales especies de la fauna acompañante. Se consideró con particular interés



aquellas especies que constituyen recursos pesqueros, como por ejemplo, congrio dorado, merluza de cola, jurel y besugo. Para efectos de la comparación entre años se consideraron las distribuciones de frecuencia para ambos sexos combinados.

Para la identificación de las especies se consultaron referencias de Anderson (1988), Bahamonde (1968); Castle (1986); Cohen y Nielsen (1978); Cohen *et al.* (1990); Compagno (1984a, 1984b); Chirichigno (1974); De Buen (1959); Guzmán (1997); Iwamoto (1979); Kong y Meléndez (1991); Lamilla (1986); Meléndez y Meneses (1989); Moser *et al.* (1984); Nelson (1984); Ojeda (1983); Ojeda y Avilés (1987); Parin y Borodulina (1997, 1998); Pequeño (1971); Pequeño y Revuelta (1980); Pequeño (1984); Pequeño y Lamilla (1985); Pequeño (1986); Pequeño y D'Ottone (1987); Pequeño (1989); Regan (1930); Sielfeld y Vargas (1992).

4.6.2 Procesamiento de los datos

Dado que tanto el diseño de muestreo como el arte de pesca utilizado han sido dispuestos para la evaluación de merluza común, el análisis de la fauna acompañante busca caracterizar la composición e importancia relativa de las especies representadas en la captura de los lances de identificación, realizados en los cruceros de evaluación directa de la abundancia de merluza común y los cambios que ésta ha experimentado entre los años en que se han realizado estos cruceros. Desde este punto de vista, se ha evitado la estimación de la abundancia de fauna acompañante en el área de estudio, dado la incertidumbre involucrada en este tipo de extrapolación y a que los contrastes que este objetivo persigue, en rigor no la requiere.

La importancia relativa de las especies que componen la fauna acompañante en las capturas de los lances de identificación de merluza común, se representó en función de su proporción en la captura y a través de la captura por unidad de área (*CPUA*).



$$\rho_{ek} = \frac{\sum_{l=1}^{n_l} C_{ekl}}{\sum_{l=1}^{n_l} \sum_{e=1}^{n_e} C_{ekl}}$$

- ρ = proporci3n de la especie en la captura.
 C_{ek} = captura de la especie e en el lance l del estrato k .
 n_l = n3mero de lances en el estrato k .
 n_e = n3mero de especies capturadas en el estrato k .

$$\overline{CPUA}_e = \frac{\sum_{l=1}^{nle} C_{l,i}}{Ab \cdot \sum_{l=1}^{nle} D_{l,e}}$$

- $CPUA_e$ = captura por unidad de 3rea de la especie e de la fauna acompa1ante (kg/km^2).
 Ab = promedio de la abertura de las alas.
 nle = n3mero de lances con presencia de la especie e .
 $D_{l,e}$ = distancia rastreada en millas n3uticas.

4.6.3 An3lisis de la fauna acompa1ante

Se compar3 la importancia relativa de los principales componentes de la fauna acompa1ante, registrados en las capturas de los lances de identificaci3n del crucero de evaluaci3n 2004 del stock de merluza com3n, con aquella observada en las evaluaciones de este recurso, realizadas en el marco de los proyectos FIP 1993-03; 1995-14; 1997-12; 1999-04; 2000-04; 2001-18 y 2002-03. El crucero de 1993 fue considerado a pesar que el 3rea de prospecci3n de ese a1o fue menor, pues no



incluy3 el 1rea que en cruceros posteriores se denomin3 como 1rea 1 (29°10' - 31°24' L.S.) y que comprende el sector norte de la zona de estudio.

Los principales componentes de la fauna acompa1ante correspondieron a aquellas especies que representaron una proporci3n mayor al 1% de la captura total en cada crucero de evaluaci3n.

Los contrastes realizados consistieron en la comparaci3n multivariada de las entidades de inter3s, cuyos atributos o variables consistieron en la proporci3n o *CPUA* de las especies seleccionadas. Inicialmente las entidades correspondieron a los 8 cruceros de evaluaci3n, sin distinguir estratos al interior de cada vector de datos y posteriormente se realiz3 la comparaci3n considerando 31 entidades (el proyecto FIP 93-03 comprendi3 s3lo tres zonas) que resultan al distinguir al interior de cada crucero, las cuatro macrozonas latitudinales empleadas en la caracterizaci3n de la distribuci3n de la abundancia de merluza com3n. En vista que en determinados proyectos se realizaron algunos lances de pesca con red de media agua, en la estructuraci3n de los datos base se excluyeron todos los lances en donde el arte de pesca no correspondiera a red de arrastre de fondo, seg3n se indica en la bit1cora de cada crucero.

Se compar3 los vectores de medias del logaritmo de la *CPUA* por especie de cada crucero de evaluaci3n directa, mediante un test de raz3n de verosimilitud (Manly, 1994).

$$\phi = \left[n - 1 - \frac{1}{2}(p - m) \right] \cdot \log_e \left[\frac{|T|}{|W|} \right]$$

- n = n3mero total de observaciones.
- p = n3mero de variables.
- m = n3mero de muestras.



- |T| = determinante de la suma de cuadrados totales y la matriz de productos cruzados.
- |W| = determinante de la suma de cuadrados intra muestra y la matriz de productos cruzados.

El elemento en la fila r y la columna c de T se obtiene mediante la expresi3n:

$$t_{rc} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijr} - \bar{x}_r)(x_{ijc} - \bar{x}_c)$$

El elemento en la fila r y la columna c de W se obtiene mediante la expresi3n:

$$w_{rc} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijr} - \bar{x}_{jr})(x_{ijc} - \bar{x}_{jc})$$

- x_{ijk} = CPUA de la variable (especie) X_k en la i -ésima zona en la muestra (proyecto) j .
- \bar{x}_{jk} = la media de X_k en la muestra j .
- \bar{x}_k = media general de X_k para todos los datos tomados en conjunto.

La prueba de significancia de la estadística Φ se realiza por comparaci3n con una distribuci3n chi- cuadrada con $p(m-1)$ grados de libertad.

En una etapa siguiente se efectu3 una clasificaci3n de las entidades comparadas (cruceros y estratos zona-crucero), mediante un análisis de cluster que realiz3 una aglomeraci3n de estos objetos en pasos sucesivos a partir de una matriz de distancias (Ludwig y Reynolds, 1988).



La matriz de distancias se construy3 en base a la proporci3n de las principales especies representadas en la captura, utilizando como medida de distancia la expresi3n sugerida por Manly (1994), para el caso particular en que los datos corresponden a proporciones:

$$d_1 = \sum_{i=1}^K |p_i - q_i| / 2$$

En el algoritmo de cluster se utiliz3 la modalidad de agrupaci3n *UPGMA* (Unweighted pair – group method with arithmetic averages).

Para la identificaci3n de grupos espec3ficos o asociaciones, se utiliz3 el criterio cuantitativo propuesto por Strauss (1982), que considera la estimaci3n de un valor cr3tico, a partir de la generaci3n de una distribuci3n emp3rica de distancias y tomando como referencia un nivel de significancia. La distribuci3n emp3rica de distancias fue generada mediante la aleatorizaci3n de la matriz original de proporciones, manteniendo como restricciones el n3mero total de especies por entidad, en este caso por crucero (o estrato zona – crucero) y la frecuencia relativa de cada especie a trav3s de todas las celdas.

Posteriormente, se construy3 un “mapa” de dos dimensiones a partir de las distancias d_1 , calculadas sobre la base de la proporci3n de especies en las entidades mediante la t3cnica de Escalamiento Multidimensional no M3trico (Manly, 1994), m3todo iterativo que comienza con una configuraci3n inicial de las entidades, comparados en un sistema de coordenadas, las que luego son movidas al interior de esta configuraci3n de modo que el orden mediante rangos de los objetos, se aproxime lo m3s posible a las similitudes de la matriz de distancias. El prop3sito es detectar dimensiones significativas subyacentes que permitan explicar las distancias observadas. El algoritmo converge mediante la minimizaci3n de una funci3n de estr3s



$$Phi = \sum [(d_{ij} - d(\delta_{ij}))^2]$$

d_{ij} = distancias reproducidas.

δ_{ij} = transformaci3n mon3tona no m3trica de los datos de distancia de entrada (observados).

Adem3s del mapa de las distancias (disimilitudes) transformadas, se estim3 un Diagrama de Shepard que representa las distancias reproducidas para un n3mero particular de dimensiones v/s las distancias observadas (datos de entrada). Este diagrama muestra las distancias reproducidas en el eje vertical y las distancias originales en el eje horizontal y la "funci3n escalada", que es el resultado de la transformaci3n no lineal de los datos de entrada. Si todas las distancias reproducidas est3n en la l3nea escalonada, entonces las distancias ordenadas por rangos, (que es lo que el m3todo trata de reproducir para un n3mero particular de dimensiones), estar3n reproducidas perfectamente por la soluci3n respectiva (modelo dimensional), entonces las desviaciones a partir de la l3nea escalonada indicar3n un mal ajuste.

4.6.4 Caracterizaci3n de la presencia de merluza com3n en los est3magos de jibia

Los ejemplares examinados de jibia permitieron establecer la composici3n de longitudes en las capturas, su sexo y la presencia o ausencia de merluza com3n en los est3magos, respecto de la cantidad total de est3magos con contenido y con relaci3n a la zona latitudinal, profundidad y rango de talla.



4.7 Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.

El presente objetivo dice relación con la entrega de información relativa a: i) las condiciones bio-oceanográficas (oceanografía física e ictioplancton) asociadas a la distribución de la merluza común y, ii) al análisis de las relaciones entre las condiciones oceanográficas y la distribución espacial y batimétrica de la merluza común.

4.7.1 Toma de datos

Durante el crucero se evaluó un total de 92 estaciones oceanográficas, las cuales fueron distribuidas en 27 transectas dispuestas en forma perpendicular a la línea de costa y distanciadas entre sí por 30 mn (**Figura 6**). Con propósitos operacionales, la región de estudio se subdividió en cuatro zonas: a) zona 1, situada al norte de los 31°40'S compuesta por las transectas 1 a la 6, b) la zona 2, situada entre los 32°10'S y los 34°40'S, vinculada con las transectas 7 a la 12, c) la zona 3 situada entre los 35°10'S y los 38°40'S (transectas 13 a la 20) y, por último, d) zona 4, situada entre los 39°10'S y los 42°00'S (transectas 21 a la 27).

a) Perfiles verticales

En cada una de las estaciones oceanográficas se obtuvo perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y fluorescencia (volts) mediante un CTDO marca Neil Brown, modelo Mark III, y un fluorómetro Sea Tech, equipos adosados a un muestreador tipo roseta General Oceanics equipado con 12 botellas Niskin de 5 l de capacidad y termómetros de inversión. En condiciones de mal tiempo y cuando no se pudo utilizar el muestreador tipo roseta, se utilizó un CTD Sea-Bird modelo Sbe 19 Sea-Cat.



b) Muestreo de zooplancton

Para caracterizar la distribución espacial y batimétrica de los huevos y larvas de merluza común y la determinación de la biomasa zooplanctónica existente en el área de estudio, como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, se realizaron 87 estaciones planctónicas distribuidas sistemáticamente en 27 transectas perpendiculares a la costa, equidistantes entre sí cada 30 mn, las cuales se efectuaron sobre el track de navegación determinado para la evaluación hidroacústica del recurso. Cinco estaciones no pudieron efectuarse debido a las condiciones de mar imperantes.

Los lances planctónicos se efectuaron mediante la utilización de una red Bongo de 0,60 m de diámetro de boca y 300 μ m de abertura de malla, complementada con flujómetros TSK previamente calibrados a objeto de poder cuantificar el volumen de agua filtrado de cada uno de los lances planctónicos realizados. El muestreo cuantitativo del zooplancton, se efectuó a través de pescas oblicuas desde profundidades máximas de 300 m hasta la superficie, o bien, desde 10 m sobre el fondo hasta la superficie, cuando la batimetría del área de muestreo fue inferior a la profundidad máxima de muestreo.

La red Bongo fue calada e izada a una velocidad de 0,4 m/seg y 0,6 m/seg, respectivamente, después de completado su período de estabilización de 40 segundos a máxima profundidad. Con el propósito de disminuir la probabilidad de deterioro de huevos y larvas en velocidades altas de muestreo o pérdida de material particularmente post-larvas por evasión en velocidades bajas de muestreo, la velocidad de arrastre del buque fue de 1,5 a 2 nudos, manteniendo el cable con respecto a la vertical en un ángulo de $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$, lo que se controló a través de la medición periódica del ángulo del cable oceanográfico, registrándose éste cada 10 metros de cable izado, mediante un clinómetro manual y una patea



cont3metro, obteniendo de esta manera la profundidad real de muestreo (Smith y Richardson, 1979).

Para la determinaci3n de la distribuci3n vertical de huevos y larvas de merluza com3n, en cada una de las transectas de muestreo bio-oceanogr3fico y en la l3nea de estaciones m3s pr3xima al veril de los 200 m de profundidad, se realizaron pescas planct3nicas estratificadas mediante el uso de una red modelo WP-2 de 300 μm de abertura de malla, provista de un sistema de cierre por estrangulaci3n, el que se activa mediante el env3o de un mensajero. Esto permiti3 establecer de manera m3s exacta los niveles de procedencia de los huevos y larvas de la especie objetivo; defini3ndose los siguientes intervalos de profundidad: a) 200 – 150 m, b) 150 - 75 m y c) 75 - 0 m.

Las muestras colectadas tanto con redes Bongo como WP-2, fueron extra3das de los copos colectores y fijados inmediatamente en una soluci3n de formalina al 5% neutralizada con disodio tetraborato, para evitar la disoluci3n de los caparazones calc3reos de algunos organismos (Palma y Kayser, 1993)

c) Informaci3n meteorol3gica

Fue registrada en cada una de las estaciones de muestreo y consisti3 en las siguientes variables: temperatura del aire (bulbo seco y h3medo), presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento y, altura y direcci3n de olas. Para su registro a bordo de la embarcaci3n B/C “Abate Molina”, se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).



4.7.2 Procesamiento de los datos

4.7.2.1 Datos de oceanografía física

El análisis de las muestras se realizó a través de procedimientos oceanográficos estándares, esto es, la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar se determinó a través del método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984) y la concentración de clorofila-a en muestras de agua de mar se realizó a través del método fluorométrico extractivo, utilizando un fluorómetro de campo Marca Turner Designs, modelo 10005R, considerando las ecuaciones descritas en Parsons *et al.* (1984) para el método con y sin acidificación.

La densidad del agua de mar, expresada como sigma-t, fue calculada a partir de la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero y Poisson, 1981; UNESCO 1981).

Las masas de agua presentes en el área y período de estudio se determinaron a través del análisis de diagramas TS de cada una de las estaciones de muestreo oceanográfico.

La distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas en este estudio se presenta, tanto a través de cartas horizontales para los valores superficiales (5 m), 50, 100 y 200 m de profundidad, como por medio de cartas horizontales de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto medidas a la profundidad media de los cardúmenes de merluza común en el área de estudio. Además, se construyeron cartas horizontales de la profundidad de la capa de mezcla, la profundidad base de la termoclina, el espesor de la termoclina y la profundidad del mínimo de oxígeno.



La distribución vertical se analiza a partir de: a) perfiles verticales individuales y promedio para cada una de las transectas realizadas y, b) secciones oceanográficas (transectos) perpendiculares (n=10) y paralelos (n=2) a la costa, evaluando latitudinal y longitudinalmente toda el área de estudio.

4.7.2.2 Datos de Ictioplancton

El procesamiento en laboratorio en tierra contempló cuatro etapas, utilizándose en cada una de ellas microscopios estereoscópicos marca Nikon y Zeis con aumento de 8 a 40 veces, examinando la totalidad de la muestra:

- a. Extracción de cada una de las muestras, la totalidad de los estadios tempranos de peces,
- b. Identificación taxonómica de huevos y larvas de merluza común,
- c. Cuantificación de huevos y larvas de la especie objetivo, y
- d. Cuantificación y agrupación del resto de las especies bajo la denominación de “otras especies.”

La determinación taxonómica de la especie objetivo de este estudio, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores, utilizando de preferencia las de: Bigelow y Schroeder (1953); Fischer (1958); Greenwodd *et al.* (1966); Sauskan y Serebriakov (1968); Moser y Ahlstrom (1984); Moser *et al.* (1984), Boltovskoy (1981); Fahay (1983); Pequeño (1984), Zama y Cárdenas (1984) y Matarese *et al.* (1989), Neira (1994); Pool *et al.* (1996), Bernal *et al.* (1997), Vargas y Castro (2001) y Balbontín *et al.* (2002)).



a) Estimaci3n de la densidad local de huevos y larvas

Con el prop3sito de hacer comparable el n3mero de huevos y larvas obtenidos en los diferentes lances de pesca "I", se estandariz3 en t3rminos de n3mero de huevos y larvas presentes en una unidad de 3rea est3ndar de 10 m² mediante la expresi3n:

$$\hat{C}_i = 10 * \frac{S_i * \cos(\Theta)}{V_i * A_R * t_i} * c_i$$

donde:

- \hat{C}_i = densidad local de huevos o larvas (N^o/10 m²).
- S_i = longitud de cable arriado (m).
- v_i = velocidad promedio de virado de la red (m/s).
- A_R = 3rea de la boca de la red (m²).
- t_i = duraci3n del arrastre (s)
- c_i = n3mero de huevos o larvas en la muestra.
- Θ = 3ngulo promedio del cable de cala. En un lance oblicuo corresponde a \tan^{-1} del 3ngulo del cable medido a intervalos de 10 metros durante la fase de izado de la red, mientras que en los lances verticales se mide previo al inicio del virado de la red.

b) Estimaci3n de 3ndices de abundancia de Huevos y Larvas

Con los datos de densidad local o por estaci3n, se estim3 la densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas. Adem3s, se estimaron los 3ndices comunitarios constancia y dominancia num3rica. La constancia utilizada como un indicador de la intensidad del desove, se estim3 como la relaci3n porcentual entre el n3mero de muestras en que se encontraron huevos o larvas de merluza com3n y el total de muestras obtenidas. La dominancia num3rica, expresi3n de la extensi3n del



desove, se determin3 como la relaci3n porcentual entre el n3mero de ejemplares (huevos o larvas) de la especie, respecto al total de los especimenes recolectados.

Se estim3 adem3s, el 3ndice (L) de abundancia de huevos y larvas de la merluza com3n, utilizando la metodolog3a propuesta por Smith y Richardson (1979), indicadores que permiten apreciar variaciones en la magnitud del desove.

$$L = A \cdot \bar{c} .$$

El promedio sobre todas las estaciones resulta de multiplicar la proporci3n (P) de estaciones positivas por el promedio sobre las mismas estaciones, es decir:

$$\bar{c} = P \cdot \bar{c}^+ = \left(\frac{N^+}{N} \right) \left(\frac{\sum_{i=1}^{N^+} c_i}{N^+} \right)$$

siendo

- L = 3ndice huevos o larvas
- A = Factor de 3rea que representa el n3mero de 3reas de 10 m^2 en el 3rea de estudio.
- P = Proporci3n de estaciones positivas a huevos/larvas
- \bar{c}^+ = Densidad promedio de huevos/larvas de las estaciones positivas.
- N = N3mero total de estaciones.
- N^+ = N3mero de estaciones positivas.

Para la confecci3n de mapas de distribuci3n, abundancia y asignaci3n de categor3as de densidad para huevos y larvas de merluza com3n, se utiliz3 una escala m3trica \log^2 , que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes Frontier (1980).



Se estim3 adem3s la estimaci3n de la densidad de huevos y larvas mediante estimador propuesto por Pennington (1986) para estimar la media de una variable, en la cual una fracci3n de las observaciones es igual a cero y las restantes tienen distribuci3n lognormal como:

$$\bar{c} = \left(\frac{m}{n}\right) \exp(\bar{y}) G_m(r)$$

donde:

- m : es la cantidad de estaciones (observaciones) positivas
- n : es el total de estaciones
- \bar{y} : es la media de la variable transformada a logaritmo natural

$G_m(r)$: es una funci3n de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:

r : $\frac{S^2}{2}$ la varianza de la variable transformada a logaritmo

$$G_m(r) = 1 + \frac{(m-1)r}{m} + \frac{(m-1)^3 r^2}{2! m^2 (m+1)} + \frac{(m-1)^5 r^3}{3! m^3 (m+1)(m+3)} + \dots$$

La varianza de la densidad media estimada viene dada por :

$$\hat{V}(\bar{c}) = \left[\frac{m}{n}\right] \exp(2\bar{y}) \left[\left(\frac{m}{n}\right) G_m^2(r) - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m\left(\frac{(m-2)}{(m-1)} 2r\right) \right]$$

c) Biomasa zooplanct3nica total

La determinaci3n del volumen del zooplancton se realiz3 con posterioridad a la extracci3n de los estadi3s tempranos de peces, a objeto de evitar posibles da3os a los huevos y larvas, que pudieran dificultar su identificaci3n y/o clasificaci3n. Para la



medición de los biovolúmenes se utilizó el método volumétrico de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excediera los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó mediante la ecuación:

$$Y = 1.000 \left(\frac{X}{VF} \right)$$

donde:

- Y = ml de zooplancton en 1.000 m³
- X = ml de zooplancton
- VF = volumen de agua filtrada por la red (m³)

4.7.2.3 Relaciones recurso - ambiente

La relación entre la distribución espacial de la densidad de merluza común (t mn⁻²) evaluada en el área de estudio y las variables ambientales seleccionadas, se indagó a través de:

- a) La identificación de rangos de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en que se encontró merluza común en el espacio (variaciones latitudinales, longitudinales y batimétricas).
- b) El análisis bivariado entre la densidad de merluza común y variables ambientales seleccionadas, con el propósito de conocer la estructura matemática de estas relaciones.



- c) Un análisis de correlación parcial múltiple entre la densidad de merluza común en el área prospectada y variables ambientales.
- d) Un análisis de modelos aditivos generalizados (modelos GAM) entre la densidad de merluza común en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales seleccionadas. (Generalized Additive Models, Hastie y Tibshirani, 1990) con el propósito de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables.
- e) Un análisis de rangos de preferencia (o rechazo) de merluza común respecto de variables ambientales seleccionadas (Perry y Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994; D'Amours, 1993).

El análisis bivariado entre la densidad de merluza común y las variables que representan la variabilidad ambiental, así como la correlación parcial múltiple entre estas variables, al interior del área prospectada, se realizó sobre la base del Programa "Statistica v 5.0". En el análisis estadístico se correlacionó la densidad de merluza común (ton/mn^2) **versus** las variables oceanográficas (*i.e.*, temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) asociadas al estrato superficial y a la profundidad media en que se encontraba el recurso. Además, se incorporó en el análisis estructuras oceanográficas como la profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, espesor de la termoclina, profundidad del mínimo de oxígeno, máximo de clorofila-a, clorofila-a integrada y la profundidad de ecosonda.

Para describir la relación entre la distribución espacial del recurso merluza común y variables ambientales relacionadas con su hábitat (*i.e.*, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), se utilizó dos metodologías distintas:

- Modelos aditivos generalizados (Generalized Additive Models, Hastie y Tibshirani, 1990).



Para analizar la relaci3n entre las agregaciones de merluza com3n y las condiciones ambientales con el objeto de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables y, cuya forma general es dada por:

$$g(m) = Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \varepsilon$$

En esta ecuaci3n $m = E(Y|X_1, \dots, X_p)$, y constituye la esperanza de la variable respuesta Y como funci3n de las variables predictoras X_1, \dots, X_p , a trav3s de un predictor aditivo. La distribuci3n de la variable respuesta, as3 como tambi3n el enlace (link) entre esta distribuci3n y los predictores dados por la funci3n $g(\cdot)$, funcionan de forma an3loga a los modelos lineales generalizados (GLM, McCullagh y Nelder, 1989). Lo original de un modelo GAM es que provee una forma flexible para definir la funci3n predictor $f_j(\cdot)$, la cual es an3loga a los coeficientes de regresi3n en los modelos lineales. Los t3rminos $f_j(\cdot)$ pueden ser modelados en forma no-param3trica o param3trica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparam3trico. Los t3rminos no-param3tricos son ajustados utilizando suavizadores de dispersi3n ("scatterplot smoothers"), entre ellos el suavizador de regresi3n con ponderaci3n local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los t3rminos param3tricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado n 3 polinomiales "piecewise" como b-spline y spline natural. La gran ventaja de modelos GAM sobre m3todos de regresi3n tradicionales es la capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersi3n, constituy3ndose en una herramienta poderosa para an3lisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos (Hastie y Tibshirani, 1990).

En este estudio, la relaci3n funcional entre la variable respuesta y cada predictor se analiz3 utilizando GAM no param3trico. De esta manera, la forma de la funci3n puede ser encontrada emp3ricamente de acuerdo con la distribuci3n de los datos sin una asunci3n *a priori*. Luego, una versi3n m3s parsimoniosa del modelo puede ser



evaluada incluyendo términos paramétricos. En casos marcadamente no lineales, “piecewise polynomials” pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar curvas. El ajuste de los modelos y la parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC), (Chambers y Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste: modelos con más parsimonia tienen un AIC más bajo.

- Identificación del grado de preferencia o rechazo a rangos ambientales (Perry y Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994; D’Amours, 1993).

Como primer paso, a cada estación oceanográfica se le asignó únicamente las ubms más cercanas, considerando un radio de 2 mn alrededor de la estación, con el propósito de obtener los valores de densidad con las variables oceanográficas. La caracterización de la distribución de frecuencia de la variable del hábitat, se realizó a través de la construcción de una función de distribución acumulada empírica (FDA).

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i)$$

con la función indicador,

$$I(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{si } x_i \leq t; \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

donde,

- n = número de ubms próximas a cada estación oceanográfica.
- x_i = medida de la variable hidrográfica en las estaciones oceanográficas ($i = 1, \dots, n$)

Posteriormente, se asociaron los valores de densidad de merluza con las condiciones del hábitat, a través de una ponderación de la forma:



$$g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{\bar{Y}} I(x_i)$$

donde,

Y_i = densidad de merluza com3n en cada ubm ($i = 1, \dots, n$).

\bar{Y} = estimado de la abundancia media de merluza com3n.

Si los valores grandes de Y_i / \bar{Y} est3n asociados consistentemente con una condici3n particular del h3bitat, entonces esto sugiere una fuerte asociaci3n entre la especie con la condici3n del h3bitat.

Asimismo, se determin3 la fuerza de la asociaci3n entre la densidad de merluza com3n y la variable ambiental representativa del h3bitat, evaluando el grado de diferencia entre las dos curvas de frecuencia acumulada, $g(t)$ y $f(t)$. El c3lculo de la m3xima distancia absoluta entre $g(t)$ y $f(t)$ se establece como:

$$\max_{\forall t} |g(t) - f(t)| = \max_{\forall t} \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) I(x_i) \right|$$

donde $|g(t) - f(t)|$ indica el valor absoluto de la diferencia entre $g(t)$ y $f(t)$ a cualquier punto t . Para evaluar la significancia estadística en la ecuaci3n anterior, se modela la distribuci3n de la prueba estadística bajo la hip3tesis nula de una asociaci3n al azar entre la densidad de merluza com3n y la variable ambiental representativa del h3bitat, a trav3s de un remuestreo MonteCarlo. Lo anterior, se llev3 a cabo aleatorizando los pares de $\left[\frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right]$ y x_i a trav3s de todos los i para todos los datos y luego se calcul3 la prueba estadística para los nuevos pares. El x_i para el apareamiento se obtuvo de un muestreo con reemplazo de la x_i observada con la probabilidad $1/n$. Este procedimiento se repiti3 2000 veces hasta obtener una pseudopoblaci3n de las pruebas estadísticas bajo la hip3tesis nula.



4.8 Objetivo espec3fico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza com3n

En la caracterizaci3n de las agregaciones de ambos recursos, se utilizaron descriptores que fueron estimados a partir de observaciones ac3sticas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegraci3n (Scalabrin, 1997).

La agregaci3n se defini3 como un conjunto de muestras ac3sticas que poseen una continuidad vertical y horizontal y adem3s exceden un umbral predeterminado de energ3a y tama3o. El algoritmo de an3lisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resoluci3n horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

Los descriptores que se utilizaron se pueden clasificar en dos tipos: los morfol3gicos que permiten medir el tama3o y forma de las agregaciones, y los batim3tricos que definen su posici3n en la columna de agua (Scalabrin y Mass3, 1993; Fre3n *et al.*, 1996).

Dentro de los descriptores morfol3gicos se consignan los siguientes criterios: el 3rea transversal, altura, extensi3n, elongaci3n y per3metro, mientras que de tipo batim3trico se consideran la distancia al fondo, profundidad e 3ndice de profundidad, seg3n se muestra en la **figura 7**.

El 3rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect3ngulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegraci3n. La superficie del rect3ngulo S_e es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:



$$Se = d_j * e$$

El 3rea transversal de la agregaci3n (*Area*) es el resultado de la suma del 3rea de todos los rect3ngulos elementales:

$$Area = \frac{1}{\eta} * \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

A partir de las estimaciones b3sicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter3sticas de la agregaci3n, como la dimensi3n fractal (*DFrt*) empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 3ste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar3a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1997):

$$DFrt = 2 * \frac{\ln\left(\frac{Perim}{4}\right)}{\ln Area}$$

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

$$Elon = \frac{Largo}{Alto}$$

El 3ndice de altura (*Arel*) es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:



$$\text{Arel} = 100 * \frac{(\text{Altura m3nima} + \frac{\text{Altura}}{2})}{\text{Profundidad del fondo}}$$

El an3lisis de los datos se efectu3 mediante el an3lisis de componentes principales (Pla, 1986), t3cnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la informaci3n contenida en el conjunto original de datos, adem3s, de reducir la dimensionalidad de los datos.



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico 1. Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.

5.1.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración electroacústica del sistema de ecointegración EK500, se realizó en la bahía de Valparaíso previo al inicio del crucero.

Los resultados obtenidos (**Tabla 3**), concuerdan con los datos de mediciones previas, indicando un comportamiento estable en el funcionamiento del sistema de ecointegración.

5.1.2 Biomasa y abundancia de merluza común

La biomasa de merluza común se estimó en 272.084 toneladas (método de razón) y 273.860 toneladas (estimador geoestadístico). La precisión en la estimación de la biomasa total expresada mediante su coeficiente de variación, indica valores del 9,8% método geoestadístico, 7,7% (estratos agrupados) y 8,2% (conglomerados). De acuerdo a estos niveles de precisión, las estimaciones de biomasa se pueden considerar como estadísticamente similares (**Tabla 4 y 5**).

La biomasa estimada desagregada longitudinalmente de acuerdo a las subzonas en que se dividió el área de estudio, señala que la fracción mayoritaria se concentró en el sector central y sur del área de estudio (31°24'S - 42°20'S), representando el 95% de la biomasa evaluada (**Tabla 6**).



La abundancia estimada a partir de la biomasa presente alcanz3 a 876.465.659 ejemplares de los cuales 482.615.732 (55,1%) correspondieron a machos y 393.849.926 (44,9%) a hembras (**Tabla 7**). Latitudinalmente, el estimado de abundancia present3 una distribuci3n relativamente regular, con los mayores valores presentes en las subzonas 2 (31%) y 4 (29%), en tanto que la subzona 1 y 3 representaron el 22 y 18% respectivamente, en comparaci3n a lo observado en a3os previos cuando la contribuci3n del sector central del 3rea de estudio (subzonas 1 y 2) representaba entre el 75% y 83% del total estimado (Lillo *et al.*, 2003).

5.1.3 Distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza com3n

La distribuci3n espacial de la merluza com3n (**Fig. 8**), muestra su presencia en toda el 3rea de estudio prospectada pero con un predominio de los niveles de baja densidad y s3lo en dos sectores localizados entre los 35° y 37° de latitud sur se registraron densidades locales de mayor nivel, pero sin alcanzar en ning3n caso los niveles observados en los estudios previos. El centro de gravedad estimado de la distribuci3n se situ3 en la posici3n 36°48'S (ds= 1,6°) y 73°30'W (ds= 0,51°).

Seg3n la divisi3n por subzonas latitudinales, los mayores niveles de densidad se registraron en el sector central del 3rea de estudio (subzonas 3 y 4) con valores de 26,2 y 30,0 t*mn⁻², en tanto en las subzonas 1 y 4 se estimaron en 13,4 y 16,7 t*mn⁻², respectivamente (**Tabla 6**).

Batim3tricamente, la mayor proporci3n de la biomasa de merluza com3n se registr3 en los rangos de 201-300 m con el 32%, seguida de los rangos batiales de 101-200 y 301-400 metros que representaron el 29% y 24% de la biomasa total estimada, mientras que los rangos batim3tricos extremos de <100 y 401-500 m el aporte a la biomasa cada uno de ellos se ubica en un 5 y 8%, respectivamente.



En la **figura 9a** se presenta la distribución latitudinal y batimétrica de la merluza común estimada a partir de los lances de pesca de identificación, observándose una amplia distribución latitudinal y batimétrica. Las mayores densidades se registraron entre la latitud 33° S y 41° S y en profundidades que fluctuaron desde los 80 a 350 metros de profundidad. Al considerar la distribución de las dos principales especies de la fauna acompañante como fueron la jibia y la merluza de cola, se puede apreciar que la merluza de cola estuvo presente en forma esporádica al norte de la latitud 40°S y sólo hacia el límite sur del área de estudio su presencia presentó una mayor continuidad (**Fig. 9b**) a diferencia de lo observado el 2002 cuando su distribución alcanzó niveles interesantes al sur de la latitud 38°S. En el caso de la jibia (**Fig. 9c**), su presencia abarcó toda el área de estudio con una fuerte concentración localizada entre los 40° y 41° de latitud sur, presentando mayores niveles de densidad y una fuerte mezcla con la merluza común, a diferencia de lo observado el año 2002 cuando en áreas de altos niveles de densidad de merluza común la participación de la jibia era baja o marginal (Lillo *et al.*, 2003).

El análisis estructural de la distribución de la merluza común efectuado mediante el ajuste de las densidades locales a un variograma estandarizado, resultó en un variograma de tipo exponencial, con una distribución altamente estructurada y donde el modelo dió cuenta 67% de la variabilidad y el 33% restante corresponde al efecto pepita o variabilidad de microescala. El tamaño o rango de la estructura es de 5,9 millas náuticas (**Fig. 10**).

Los resultados obtenidos durante el presente estudio, mantienen las características de la distribución espacial de la merluza común observada en los siete cruceros previos (**Fig. 11**), esto es, una presencia que abarca toda el área de estudio y sus mayores densidades localizadas en el sector central. Esta distribución espacial ha experimentado leves cambios que se han traducido principalmente en variaciones en los niveles de densidad de las subzonas



extremas, puesto que el subsector central ha mantenido su importancia en todos los estudios efectuados.

En t3rminos espaciales, la posici3n del centro de gravedad o posici3n media de la distribuci3n de la merluza com3n (**Fig. 12**), experiment3 entre 1993 y 2001 un desplazamiento hacia el norte traslad3ndose de la latitud 36°24'S (1993) hasta alcanzar los 34°21'S (2001), tendencia que se rompe en el 2002 cuando se sit3a levemente m3s al sur (35°36'S) y que durante el presente estudio se localiz3 en la latitud 36°48'S. Teniendo en consideraci3n la gran amplitud latitudinal en la distribuci3n de la merluza com3n, estos movimientos se pueden considerar como moderados, no obstante, que pueden provocar impacto en la actividad pesquera especialmente en los sectores extremos de su distribuci3n.

En lo referente a la estructura de las distribuciones espaciales analizadas a trav3s del variograma relativo (**Fig. 13 y 14**), 3stas han mantenido una estructura relativamente estable, con valores para tama3o (rango) que han variado entre 4,1 y 12 millas n3uticas alcanz3ndose los valores m3ximos en los estudios realizados en los 1993 y 1995, en tanto las menores se registraron para los estudios del a3o 1999 y 2000. La variabilidad de microescala o efecto pepita (nugget), ha registrado valores en un rango que abarca desde el 0,15 y 0,55 (15%-55%) de la varianza total, con los mayores niveles en los a3os 1993 y 2000-2001. Estos valores en los par3metros de los variogramas llevan a calificar a la distribuci3n de la merluza com3n como estructurada y espacialmente dependiente (Robertson y Freckman, 1995).

Por otra parte, el grado de concentraci3n que no hab3a presentado variaciones importantes en el per3odo 1995-2002 (**Figura 15a**), donde los diagramas de Lorenz presentaban en general un comportamiento similar, lo que a su vez se reflejaba en una baja variabilidad a pesar, de las importantes variaciones en los niveles de biomasa y abundancia de la merluza com3n en los Indices de Gini



estimados para el mismo período, (**Figs, 15b y 15c**). Sin embargo, la situación observada durante el 2004 presenta un aumento del grado de concentración reflejándose en un mayor valor del Índice de Gini el cual se ubica en un nivel similar al observado en 1993. Este indicador, que no representa el estado de situación del stock, sino un indicador de comportamiento espacial, señala que frente al aumento del tamaño del stock observado en el período 1995-2002 se produjo un incremento de las densidades locales y no en una expansión de su área de distribución.

5.1.4 Operación de naves pesqueras

En la **figura 16** se entregan las estructuras de tallas y las densidades locales estimadas a partir de la operación de las naves pesqueras y la estructura de tallas y densidades locales estimadas mediante métodos acústicos. En lo que respecta a la estructura de tallas tanto en las naves pesqueras como en los lances efectuados por el B/C "Abate Molina" se distingue una distribución multimodal, con dos modas de ejemplares juveniles y una moda secundaria pero de rango más extendido de ejemplares adultos.

Los resultados obtenidos en las densidades estimadas con ambos métodos, muestran una gran variabilidad en los datos y su ajuste entrega una pendiente de 0,7, lo que significaría que las densidades locales estimadas a partir de los lances de pesca subestimarían la densidad presente en el área del lance en comparación a la densidad local estimada mediante métodos acústicos (coeficiente de capturabilidad < 1) (**Fig. 16**).



5.2 Objetivo 2. Estimar la composici3n de tallas, de edad y sexo del stock de merluza com3n en el 1rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.

5.2.1 N3mero de ejemplares medidos en los muestreos de longitud y biol3gicos

Durante el crucero de evaluaci3n se realizaron 138 lances de pesca, de los cuales en 123 se registr3 captura de merluza com3n. Se efectuaron 15.585 mediciones de longitud, de los cuales 8.378 corresponden a machos y 7.207 correspondieron a hembras. Se realiz3 un promedio de 128 mediciones de longitud por lance de pesca (54% de los cuales correspondi3 a ejemplares machos), mientras que el promedio de muestreos biol3gicos especifcos alcanz3 los 29 ejemplares por lance (**Tabla 8 y 9**).

La subzonas latitudinales **2** (31°25' - 35°30') y **3** (35°31' - 38°39') registraron el mayor n3mero de muestreos, totalizando el 62% de los ejemplares medidos en el caso del muestreo de frecuencia de longitud y el 61% de los registros biol3gicos recopilados, coincidiendo con las subzonas que concentran el mayor n3mero de lances con captura de merluza (61% de un total de 123) (**Tabla 8 y 9**).

5.2.2 Frecuencias de longitud de merluza com3n

Basado en los resultados de los estudios de selectividad (Pav3z, 1981), de reclutamiento de merluza com3n (Pay1 *et al.*, 1996; G1lvez *et al.*, 1999) y las estimaciones de la talla media de madurez sexual (Lillo *et al.*, 2003), se consider3 pertinente emplear la proporci3n de longitudes por debajo de los 37 cm para clasificar los ejemplares como juveniles.



En las subzonas del sector centro-norte del área de prospección (29°10'S - 35°30' S) el 52% de las hembras y el 89% de los machos medidos en este crucero se encontraban bajo los 37 cm de longitud total. Considerando los cruceros de evaluación de 2000 - 2002 el porcentaje promedio corresponde a un 26% para hembras y un 30% para machos. Cabe destacar, que en las subzonas 3 y 4 el porcentaje promedio de los reclutas en las evaluaciones realizadas con anterioridad al año 2004 representó el 14%, en contraposición con el 79% de reclutas estimados en la presente evaluación.

La distribución espacial y batimétrica de las tallas modales estimadas a partir de los lances de pesca de identificación (**Fig. 17**) muestra el alto predominio de ejemplares juveniles (< 37 cm) a lo largo del toda el área de estudio y en profundidades menores a 230 metros de profundidad. Sólo en los rangos batimétricos de mayor profundidad y hacia el sector centro-norte del área de estudio se registraron lances de pesca donde la moda de la distribución de tallas de la captura de merluza común correspondió a ejemplares adultos.

5.2.2.1 Frecuencias de longitud por subzona

a) Machos

La subzona 1 (29°10' - 31°24'), presentó un rango extendido entre los 22 cm y 54 cm. Con una moda principal en los 23 – 24 cm y una moda secundaria en los 37 – 38 cm (**Figura 18**). El porcentaje de machos bajo una talla de 37 cm, alcanzó en esta subzona a un 85% de los ejemplares.

En la subzona 2 (31°25' - 35°30'), el rango de tallas comprendió longitudes entre los 20 y 57 cm y la distribución se concentró en una moda ubicada en los 23 – 24 cm, con una asimetría negativa (**Figura 18**). El 90% de los machos medidos en esta subzona se encontraron bajo los 37 cm.



En la subzona 3, ($35^{\circ}31'$ - $38^{\circ}39'$) el rango observado fue de 20 cm a 58 cm con dos modas importantes, la principal entorno a los 25 cm y una secundaria entorno a los 34 cm y al igual que en la subzona 2, que presenta una asimetría negativa (**Figura 18**). El porcentaje de machos por debajo de los 37 cm fue 84% en esta subzona.

En la subzona 4 ($38^{\circ}40'$ - $41^{\circ}29'$), el rango de longitudes se extendió entre los 20 cm y 58 cm con una moda en entorno a los 26 cm y al igual que las demás subzonas una asimetría negativa (**Figura. 18**). El porcentaje de machos bajo los 37 cm en esta subzona fue de 91 %.

b) Hembras

La subzona 1 presentó un rango de tallas de 18 cm a 88 cm, con dos modas importantes, la primera centrada en el intervalo de los 23 - 24 cm y la segunda en los 41 - 42 cm (**Figura 18**). El porcentaje de hembras bajo los 37 cm alcanzó en esta subzona un 29 %.

En la subzona 2 presentó un rango extendido entre los 20 cm y 62 cm y las mayores frecuencias en los intervalos 23 - 24 cm y 44 - 45 cm (**Figura. 18**). El porcentaje de hembras reclutas en esta subzona alcanzó el 65%.

En la subzona 3, el rango observado estuvo comprendido entre los 20 cm y los 80 cm, con una moda principal centrada en el intervalo de los 27 - 28 cm y dos modas secundarias en el intervalo 37 - 36 cm y 47 - 48 cm (**Figura. 18**). En esta subzona el porcentaje de hembras bajo los 37 cm correspondió a 57%.

En la subzona 4 se observó un rango de 16 cm a 81 cm, con una moda principal centrada en el intervalo de los 25 - 26 cm (**Figura 18**) y una moda secundaria en



el intervalo 35 - 36 cm. El porcentaje de ejemplares bajo la talla de reclutamiento fue 78 % en esta subzona.

5.2.2.2 Frecuencias de longitud por estrato de profundidad

a) Machos

En el estrato 1 (0-200 m) se observ3 un rango comprendido entre los 20 cm y 57 cm y una moda en el intervalo 24 - 25 cm y una asimetría negativa (**Figura 19**). El porcentaje de ejemplares prerreclutas machos en este estrato alcanz3 un 92%.

En el estrato 2 (201-500 m) los machos mostraron un rango de longitud extendido entre los 20 cm y 58 cm, la moda se observ3 en el intervalo 24 - 25 cm y una asimetría negativa (**Figura. 19**). Se observa una mayor frecuencia de ejemplares mayores en este estrato en comparaci3n con el veril hasta los 200 m. El porcentaje de ejemplares bajo los 37 cm en este estrato fue de 76%.

b) Hembras

El estrato 1 las hembras se distribuyeron entre los 16 cm y 76 cm y presentaron una frecuencia m3xima en los 24 – 25 cm y modas secundarias en los intervalos 36 – 37 cm, 46 – 47 cm (**Figura. 19**). El porcentaje de prerreclutas en este estrato fue 78%.

En el estrato 2, el rango de tallas se extendi3 entre los 21 cm y 88 cm, con dos modas principales concentradas en los 26 - 27 cm y en los 44 – 45 cm (**Figura 19**). El porcentaje de juveniles de hembras en este estrato alcanz3 un 43%.



5.2.2.3 Comparaci3n de las estructuras de tallas de merluza com3n

a) Distribuci3n latitudinal y batim3trica de las tallas modales.

La distribuci3n latitudinal y batim3trica de las tallas modales de merluza com3n registradas en los lances de pesca de identificaci3n efectuados en los cruceros correspondientes a los a3os 1993, 1997, 1999, 2000-2002 y 2004 se entrega en la **figura 20**. En ella se aprecia para el a3o 2004 de la disminuci3n de lances con tallas modales correspondientes a ejemplares adultos en comparaci3n a los estudios previos, sino que tambi3n la segregaci3n batim3trica presente entre las tallas modales adultas y juveniles, situaci3n que no hab3a sido observada en los estudios efectuados en los a3os previos.

b) Comparaci3n entre zonas y profundidad, evaluaci3n 2004

En merluza com3n se observan diferencias en las estructuras de talla entre zonas y profundidad, por lo cual se realizaron comparaciones, separadas por sexo, a trav3s de la utilizaci3n del modelamiento ordinal propuesto. Para este efecto se consider3 un factor zona, con cuatro niveles que corresponden a las subzonas definidas para la evaluaci3n de biomasa y un factor profundidad con dos niveles, uno correspondiente a profundidades menores de 200 m y el otro sobre este veril. Esta 3ltima estratificaci3n obedece a la baja representatividad de algunas profundidades en las distintas zonas, lo que tiene un impacto en el ajuste del modelo y por ende en el contraste de las hip3tesis a realizar.

En las **Tablas 10 y 11** se presentan los ajustes para los modelos de machos y hembras respectivamente, considerando las tallas y los factores zona y profundidad. Los resultados muestran que en general los coeficientes son estad3sticamente significativos, observ3ndose que los niveles de cada factor y su interacci3n son significativos de forma individual. La prueba de bondad de ajuste



es significativa y los pseudo r-cuadrados fueron de un 16 % y un 23 % para machos y hembras, respectivamente (**Tabla 12 y 13**).

En términos generales, el análisis indica que existen diferencias estadísticamente significativas en las estructuras de talla de merluza común entre subzonas y estratos de profundidad, tanto en machos como en hembras (*p value* <0.001, **Figura 21 y 22**); no obstante, que las estructuras de tallas de macho por profundidad en la zona 3 no fueron estadísticamente distintas (**Figura 21; Tabla 14 y 15**).

c) Comparación por subzona entre años

Además se compararon las estructuras de tallas estimadas a nivel de zona entre los años con cruceros de evaluación en el período 1997 al 2004. El ajuste de los modelos para tallas considerando como factores la zona y el año de evaluación, para machos y hembras, muestran que los coeficientes son estadísticamente significativos, observándose que los niveles de cada factor y su interacción también son significativos de forma individual (**Tabla 16 y 17**). La prueba de bondad de ajuste son significativas y los p-seudo r-cuadrados fueron de un 44 % y un 27 % para machos y hembras respectivamente (**Tabla 18 y 19**).

El análisis confirma que existen diferencias estadísticamente significativas en las estructuras de tallas de merluza común en todas las subzonas y entre años (*p value* < 0.001, **Figura 23 y 24; Tablas 20 y 21**). Resultado *a priori* esperable, dada la alta proporción de ejemplares juveniles de merluza común presentes el año 2004 en toda el área de distribución del recurso.

5.2.2.4 Proporción sexual

La proporción sexual del stock de merluza común varió entre zonas, las estimaciones en términos generales indican un predominio de las hembras en las



zonas 1 y 3 con porcentajes de un 65% y 59%, respectivamente; en tanto, que en las zonas 2 y 4 los machos muestran una superioridad numérica, representando alrededor del 54% (**Figura 25**). Este parámetro entre zonas no muestra un patr3n claro en comparaci3n a lo observado en a3os anteriores (Lillo *et al.*, 2002; Lillo *et al.*, 2003).

La proporci3n sexual por estrato de profundidad confirma la mayor presencia de machos bajo el veril de los 200 metros (66%), mientras que las hembras predominan sobre dicha profundidad (67%) (**Figura 26**), coincidiendo con los reportados en los cruceros de evaluaci3n del 2001 y 2002 (Lillo *et al.*, 2002; Lillo *et al.*, 2003).

5.2.3 Composici3n por edad

5.2.3.1 Clave edad - talla

Para el estudio de edad de merluza com3n, se analizan los otolitos provenientes de los muestreos biol3gicos espec3ficos, durante los meses de julio y agosto de 2004, que se realizan dentro del plan de trabajo elaborado para el crucero.

El submuestreo para edad se realiz3 de acuerdo a un criterio proporcional a la distribuci3n de tallas el cual ha demostrado posibilitar una mayor precisi3n de las matrices a un mismo tama3o de muestra general.

Los archivos base de la informaci3n de edad se generaron en forma mensual y separado por sexos.

Las claves edad talla (CET) para el crucero, se procesaron por intervalos de clase de tallas de 2 cm, para 14 grupos de edad y se aplicaron a la biomasa transformada a n3mero por clase de talla.



En la matriz clave edad – talla (CET), los grupos de edad (GE) mayores o iguales a catorce años, se engloban en 14+ al presentarlos en la matriz, dado que históricamente se encuentran con baja representación por GE, manteniéndose estandarizado el formato en que se han analizado las series históricas de esta pesquería. El grupo 14+ está representado por las hembras que son quienes alcanzan mayores tallas y longevidades.

Un total de 1.013 otolitos fueron analizados para construir las claves de edad-talla, y sus resultados se entregan en las **Tablas 22 y 23**.

5.2.3.2 Estructura de edades del stock

Como el área de estudio está dividida en cuatro zonas, se empleó en forma particular, para cada una de ellas, la información de distribución de tallas, relaciones peso - longitud y biomasa.

Las relaciones peso – longitud empleadas para cada zona se presentan en la **Tabla 24**. Si bien machos y hembras presentan la dispersión de ambas variables en un espectro común en un determinado rango de tallas (**Figura 27**), son las hembras las que alcanzan el tramo superior de la distribución. La talla máxima observada en la data biológica empleada en el ajuste de estas funciones corresponde en el caso de machos a 58 cm de longitud total y el peso máximo observado fue de 1.275 g. En hembras, en cambio, la talla y peso máximo observado fue de 88 cm y 4.400 gramos.

Este año, la biomasa ingresada para la descomposición a individuos por grupos de edad fue significativamente menor ~82,5% en relación al crucero anterior (**Tabla 26**) y su composición interna indica una disminución considerable en el peso promedio (310 g) en relación a lo observado en el crucero anterior (540 g).



El crucero de evaluaci3n realizado en el a1o 2001, indic3 que la mayor parte de la estructura de edades en el 1rea total la sostena el grupo de edad IV, para ambos sexos (Lillo *et al.*, 2002); en el crucero realizado en el a1o 2002 se observ3 la misma tendencia en la moda constitua por el GE IV (Lillo *et al.*, 2003) ; para el presente crucero hidroac3stico 2004, se aprecia claramente una disminuci3n de la moda, present1ndose como grupo modal el GE II, seguido del GE III y GE I respectivamente, constituyendo los tres grupos para el 1rea total, el 76 % de machos y 62% hembras (**Tabla 26**). En la **Figura 28** se aprecia la importancia de la abundancia del recurso en las zonas 2 ,3 y 4 concentrando el 95% de la abundancia.

En las **Tablas 27 a 34**, se muestra la estructura particular por zona y por sexo. La moda principal en la zona 1, corresponde al GE IV y V para ambos sexos, en las hembras se observan dos modas secundarias en el GE I y GE 14+. En las zonas de mayor abundancia, zonas 2, 3 y 4 los grupos de mayor importancia principalmente corresponden a los GE II y GE III para ambos sexos, a excepci3n de los machos en el la zona 2, donde la moda se desplaza hacia los grupos de edad GE I y GE II.

La predominancia de ciertos grupos de edad vara en el tiempo. Si se consideran los a1os desde 1999 al 2002 en que se ha realizado consecutivamente la evaluaci3n directa del recurso (**Figura 29**), se observa que a1os con cifras de biomasa muy similares, como lo eran 1999 y 2000 en que la biomasa era del orden cercano a las 900 mil toneladas (**Tabla 5**), presentaron internamente una configuraci3n de abundancia diferente, siendo el 2000 un a1o de mayor abundancia que el anterior dada su estructura m1s concentrada hacia ejemplares edades menores. En ese a1o se destac3 la participaci3n de los GE III principalmente (clase anual 1997) el cual se continu3 manifestando de forma notable en los a1os siguientes (**Figura 29**), present1ndose como GE IV en el 2001 y GE V en el 2002.



En el crucero del a1o 2002 destac3, en general, la presencia de los GE III a VI, representando un 60% de la estructura. A su vez, se observ3 la presencia de juveniles de GE 0 y 1 que si bien eran considerables en abundancia num3rica, no lo eran en relaci3n a la biomasa en peso, constituyendo la presencia de estos grupos juveniles una caracter3stica especial observada en el crucero de evaluaci3n 2002.

En comparaci3n a los cruceros anteriores, el crucero de 2004 se aprecia claramente que los grupos de edad m3s importantes est3n por debajo del GE III y que provendr3an de la fracci3n de juveniles observada en el crucero del 2002 y que correspond3an a los GE 0 y GE I (**Figura 29**). Aquellos grupos de edad, sobre el GE III que sosten3an a la poblaci3n fueron significativamente removidos.

En todas las zonas de estudio son los machos los que presentan los mayores porcentajes bajo la talla de primera madurez, encontrando valores de 47,2 %; 79,6%; 75,6% y 92,6%, en los estratos 1 a 4 respectivamente. En hembras, estos porcentajes son menores, siendo 33,3%, 62,6%, 62,2% y 83,4% de norte a sur, respectivamente.

5.3 Objetivo espec3fico 3. Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza com3n a partir de los lances de investigaci3n.

5.3.1 Estructura de tallas

Para el estudio del estado reproductivo se muestrearon 2.203 hembras de merluza com3n, de las cuales, 1.697 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histol3gico para un an3lisis microsc3pico de la condici3n reproductiva.



La amplitud de tama1os de las hembras muestreadas en el 1rea total de estudio abarc3 entre 14 y 88 cm de longitud total, permitiendo obtener una buena cobertura de la incidencia de estadios de madurez sexual en la poblaci3n. En la subzona 1, las tallas de los ejemplares fluctuaron entre 14 y 88 cm de longitud total y en la subzona 2, entre 21 y 62 cm de longitud total, mientras que en la subzona 3, entre 20 y 77 cm de longitud total y en la subzona 4, entre 18 y 81 cm de longitud total (**Figura 30**).

5.3.2 3ndice gonadosom1tico (IGS)

El 3ndice macrosc3pico promedio (IGS) calculado para el 1rea de estudio correspondi3 a 2,6 (d.s. = 3,4), valor que se vio influenciado por la proporci3n de juveniles en la muestra. El IGS promedio para los grupos de tallas menores a 39 cm de longitud total se caracteriz3 por no superar el valor de 2, mientras que las hembras pertenecientes a los grupos de tama1os mayores o iguales a 40 cm presentaron un IGS promedio que fluctu3 entre 4,1 y 4,7 (**Figura 31**). As3 mismo, la dispersi3n en los valores de IGS individuales estar3 explicada por la presencia tanto de ovarios en menor desarrollo sexual como tambi3n de hembras hidratadas pr3ximas a desovar.

El IGS calculado para cada subzona por grupo de tama1os (**Figura 32**) mostr3 los valores m1s bajos en aquellas hembras inferiores a los 39 cm de longitud total, mientras que en las hembras de 40 cm y mayores, el IGS increment3 con valores promedios similares en los diferentes grupos de tama1os, a excepci3n de la subzona 4 donde se visualizaron las mayores fluctuaciones. Las subzonas 1 y 3 se caracterizaron por presentar los valores m1s bajos de IGS, no alcanzando el valor promedio de 4,0. En cambio, la subzona 4 se destac3 por los valores m1s altos del 3ndice, alcanzando hasta un IGS promedio de 9,1 en las hembras de 60 a 69 cm de longitud total. En la zona 2, el mayor valor promedio de IGS correspondi3 a 6,1 (60-69 cm LT).



El índice gonadosomático promedio para las hembras adultas (mayores o iguales a 37 cm de longitud total de acuerdo a la talla de primera madurez sexual reportada por Lillo *et al.* 2003), fue de 4,0 (d.s. = 3,7), indicando un activo proceso de maduración gonadal durante el desarrollo del crucero. El IGS promedio para cada subzona fluctuó de 3,0 en la subzona 1 a 5,7 en la subzona 4 (**Figura 33**). El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, indicó que existían diferencias significativas entre las distribuciones de los índices gonadosomáticos con un $F_{(2,608957)} = 17,5333$ ($p < 0,0005$). El test Tukey para diferencias significativas, reveló que sólo la subzona 4 era diferente del resto de las subzonas a un nivel alfa = 0,05.

5.3.3 Estadios de madurez sexual (EMS)

5.3.3.1 Análisis macroscópico

El análisis de los estadios de madurez sexual macroscópico indicó que los EMS 1 y 2 (inactivos), representaron el 45% de las hembras muestreadas, con un aporte importante de ovarios inmaduros (EMS 2) (44%). De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, el EMS 3 (en maduración) predominó con un 48%. Los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS 3A y 4), más las hembras que habían desovado (EMS 5) alcanzaron el 7% (EMS 5) (**Figura 34**). Esto indicó que durante la toma de muestra la mayor parte de las hembras se encontraban con actividad reproductiva.

5.3.3.2 Análisis microscópico

El análisis de la incidencia de los estadios microscópicos de madurez sexual (**Figura 35**), indicó un aporte importante de ovarios inactivos (43%), con un 26% de hembras virginales (EMS 1) y un 17% de hembras inmaduras (EMS 2). De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, el EMS 4 (vitelado) predominó con



un 33%. Los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS 5 a EMS 8) representaron un 15% y las hembras desovadas (EMS 9) un 1%. Un 9% de los ovarios se encontró iniciando el proceso reproductivo (EMS 3).

De este análisis se desprende que durante el período de estudio, una fracción importante de las hembras recolectadas se encontraba en plena actividad reproductiva de desarrollo ovocitario y de desove, evidenciado por la presencia, principalmente, de hembras en vitelogénesis y de ovarios hidratados y con folículos postovulatorios. Además, la baja incidencia de hembras desovadas (EMS 9), como también de atresia ovárica, permiten indicar que no hubo indicios de una disminución en la intensidad reproductiva.

Al evaluar la tendencia de la proporción de cada estadio de madurez sexual, se visualizaron diferencias entre las subzonas consideradas. Así el EMS 1 presentó un menor porcentaje en la subzona 1 (14%), con un incremento hacia la subzona 4 (33%). Contrariamente, el EMS 2 presentó una incidencia descendente desde la subzona 1 (28%) a la subzona 4 (10%). Los EMS 1 y 2, corresponden a la fracción inactiva reproductivamente de la población y representaron un aporte importante en todas las subzonas consideradas. Con relación a los EMS que indican actividad reproductiva, el EMS 3 (inicio vitelogénesis) estuvo presente en un bajo porcentaje en las cuatro subzonas (menos 14%), siendo menor en la subzona 4 (5%). El EMS 4 (vitelado) correspondió al estadio predominante en todas las subzonas (sobre 26%) y presentó un descenso regular de norte a sur. El EMS 5 estuvo mayormente representado en la subzona 4 (11%), mientras que en las subzonas 1 a 3 presentó un aporte relativamente similar. Los EMS 6 y EMS 8 destacaron por un mayor aporte en la subzona 4 (6% y 8%, respectivamente), siendo insignificante o estando ausente en las otras subzonas. Los EMS 7 y EMS 9 se caracterizaron por una escasa participación en todos los lugares de pesca (**Figura 36**). De este análisis se desprende el desarrollo de una actividad reproductiva en todas las subzonas, siendo de similar intensidad en las subzonas norte a centro



sur, no así en la subzona 4, que se caracterizó por un mayor aporte a la actividad de desove, evidenciado por la mayor incidencia de hembras hidratadas y con folículos postovulatorios.

La distribución de los EMS de acuerdo a los tamaños de las hembras (**Figura 37**), permiten indicar que el EMS 1 corresponde principalmente a hembras menores a 39 cm de longitud total. El EMS 2 estuvo representado en todos los grupos de tamaños con porcentajes similares relativamente bajos. Los EMS más avanzados, aunque se visualizan en el grupo de tamaño 30-39 cm, estos presentan el mayor aporte a partir del grupo de tallas mayores a 40 cm de longitud total.

La distribución de los EMS de acuerdo al tamaño de las hembras entre las subzonas (**Figura 38**), indica que el EMS 1 se presentó principalmente en las hembras menores a los 39 cm de longitud total, observándose también en un bajo porcentaje en el grupo de 40-49 cm en la subzona 1. El EMS 2 estuvo presente en casi todos los grupos de tamaños con pesca, observándose los menores porcentajes en la subzona 4, donde se visualizó hasta el grupo de tamaño de 50-59 cm y los mayores porcentajes en la subzona 1. Los EMS más avanzados se observaron desde el grupo de tamaño 30-39 cm, pero con mayores porcentajes a partir de los 40 cm de longitud total, destacándose el aporte importante del EMS 4 en todos los grupos de tamaños con pesca para las cuatro subzonas. De este análisis se desprende que la mayor variabilidad de EMS en todas las subzonas se observa desde el grupo de longitud 30-39 cm, pero con un mayor aporte de los EMS de mayor desarrollo ovárico a partir del grupo de 40 cm de longitud total, lo que considerando la baja participación de las hembras mayores o iguales a 70 cm en el área de estudio, permiten indicar que los ejemplares entre los 40 cm y 69 cm de longitud total representan la fracción de la población mayormente comprometida al evento reproductivo.



5.3.3.3 Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico

La **Figura 39** grafica de que manera el IGS promedio se ve influenciado por el EMS de la hembra, es así que los ejemplares con gónadas virginales e inmaduras no superaron un IGS promedio de 0,9. En los EMS más avanzados, el IGS incrementa de 1,7 en el EMS 3 a 11,5 en el EMS 6 (hidratado), decayendo a 1,3 en las hembras que finalizan su actividad reproductiva (EMS 9).

5.3.4 Ojiva de madurez

Para el ajuste de la ojiva de madurez se consideraron sólo la clasificación microscópica de los EMS, para discernir claramente ovarios maduros de inmaduros. En la estimación de la talla de primera madurez sexual se consideraron, en primer término, agrupadas las subzonas 1-2 y las subzonas 3-4, como también, una estimación para el área total de estudio.

Los registros de madurez para las zonas 1-2 abarcaron las clases de tallas entre los 24 cm y 76 cm de longitud total y para las subzonas 3-4, las tallas entre los 24 cm y 78 cm de longitud total.

Para la subzonas 1-2, la proporción de hembras sexualmente maduras por intervalo de longitud y el ajuste no lineal de la ojiva se grafican en la **Figura 40**. Los resultados indican, con un coeficiente de determinación de 0,97, una talla de primera madurez sexual de 38,9 cm de longitud total.

Para las subzonas 3-4, la proporción de hembras maduras por intervalo de longitud y el ajuste no lineal de la ojiva se grafican en la **Figura 41**. Los resultados indican, con un coeficiente de determinación de 0,95, una talla de primera madurez de 39,0 cm de longitud total.



Para el área total de estudio (**Figura 42**), con un coeficiente de determinación de 0,96, la talla de primera madurez sexual correspondió a 38,9 cm de longitud total.

5.3.5 Fecundidad

Para el cálculo de fecundidad modal se consideraron dos zonas, la zona norte que agrupa las subzonas 1 y 2 (29° 10' S-35° 30' S) y la zona sur, que incluye las subzonas 3 y 4 (35° 31' S- 41° 28' S). En la estimación se aplicó el método de la moda más avanzada, al no disponer de un número óptimo representativo de hembras hidratadas.

En la zona norte se analizaron 50 hembras, las que se encontraron aptas para el cálculo de fecundidad con tallas entre 38 cm y 62 cm de longitud total y con un peso corporal que osciló entre 344 y 1.400 gramos. En la zona sur, se analizaron 51 hembras, cuyos tamaños oscilaron entre 43 cm y 77 cm de longitud total, con un peso corporal entre 500 y 2.915 gramos.

El ajuste de la fecundidad modal en función del peso corporal y de la longitud total, y que fueron analizadas para diferentes modelos, para la zona norte y sur, se entregan en las **Tablas 35 y 36**, respectivamente. Se eligió el modelo de tipo lineal simple como el que mejor explicó los datos de fecundidad para ambas variables (**Figuras 43 a 46**). El modelo de tipo lineal es preferible debido a (Hunter *et al.* (1985) explica mejor la variación que los curvilíneos; 2) sus coeficientes de regresión tiene significado biológico; 3) para estimación de producción de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y pequeños) no es tan crítica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple.

Para las hembras de la zona norte la fecundidad modal varió entre 26.077 y 305.080, con un promedio de 87.881 ovocitos por hembra (d.s. 59.189). En la zona sur, la



fecundidad modal promedio correspondió a 143.585 (d.s. 102.898), oscilando entre 32.224 y 570.813 ovocitos.

La fecundidad relativa promedio fue de 122 (d.s. 57) ovocitos por gramo de peso corporal (menos el peso del ovario), con un mínimo de 47 y un máximo de 313 ovocitos, en el área norte y de 135 (d.s. 62) ovocitos, en el área sur, con un mínimo de 38 y un máximo de 257 ovocitos. El análisis de varianza entre ambas zonas indicó que las diferencias en la fecundidad relativa no fueron estadísticamente significativas ($F_{(16,444)} = 1,29265652$; $p > 0,0001$). De este análisis se deduce que la diferencia en la fecundidad modal promedio de la zona norte con la zona sur obedece principalmente al espectro de tamaños de las hembras utilizadas para este cálculo.

5.4 Objetivo específico 4. Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*)

5.4.1 Especies presentes en la captura

La fauna acompañante asociada a la captura de merluza común en los lances de identificación comprendió 58 especies, distribuidas en seis grupos, en paréntesis se indica el número de especies por grupo: 43% peces óseos (25), 29% peces cartilaginosos (17), 19% crustáceos (11), 5% cefalópodos (3) y 2% invertebrados inferiores (2) (**Tabla 37, Figura 47**).

5.4.2 Importancia relativa

La jibia (*Dosidicus gigas*) ha registrado en los últimos dos años una importante presencia frente al litoral chileno, lo que se ha reflejado en su participación en los capturas de los lances de pesca de identificación efectuados en los cruceros de



evaluación hidroacústica, donde de niveles secundarios de 0,1%, 1% y 3,5% en los años 2001-2002, pasó a convertirse en la principal componente de la captura con un aporte del 55% para el área de estudio, superando incluso la contribución de la merluza común (29,3%) recurso que históricamente había sido el principal componente. Luego se registraron en niveles que no sobrepasaron el 2% especies como: la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), el granadero chileno (*Coelorhynchus chilensis*), el chancharro (*Helicolenus lengerichi*), el besugo (*Epigonus crassicaudus*), la raya volantín (*Raja chilensis*) y el lenguado de ojo grande (*Hippoglossina macrops*) el resto de los componentes no sobrepasó el 1% de las capturas totales (**Tabla 38**).

Las otra diferencia que aparecen en la fauna acompañante presente en las capturas de los lances de identificación con respecto a las evaluaciones anteriores la constituye la merluza de cola, especie que el año 2002 había alcanzado una importancia relativa del 19,04% en la presente evaluación sólo representó el 1,98% valor similar a las evaluaciones de los años previos al 2002. Se mantiene la tendencia a la disminución en las captura de los langostinos, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y el langostino amarillo (*Cervimunida johni*).

La distribución espacial de las principales especies de la fauna acompañante se entrega en la **Figura 48**, allí se aprecia que la jibia constituyó la especie más importante y que fue registrada en prácticamente toda la zona de estudio. Un alto porcentaje de su captura (98,4%) se obtuvo al sur de la latitud (38°40'S), ésto es en la subzona 4.

La importancia relativa de la fauna acompañante en las capturas de los ocho cruceros de evaluación del stock de merluza común realizados (**Tabla 38**), revela una alta constancia de determinadas especies, las que a pesar de las variaciones en su contribución a la captura total han estado presentes en todas las evaluaciones y en magnitudes importantes en al menos en una de ellas. Estas especies correspon-



den a merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), chancharro (*Helicolenus lengerichi*), pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*), granadero patagónico (*Coelorhynchus patagoniae*), granadero chileno (*Coelorhynchus chilensis*), tollo pajarito (*Deanea calceae*), jurel (*Trachurus murphyi*), jibia *Dosidicus gigas*, camarón nylon (*Heterocarpus reedi*), jaiba araña *Libidoclaea granaria*, besugo (*Epigonus crassicaudus*), lenguado ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), raya volantín (*Raja chilensis*), cojinoba azul (*Seriotelella caerulea*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y jaiba cáncer (*Cancer sp.*).

La composición de la fauna acompañante registrada durante los lances efectuados durante los estudios de evaluación directa, es similar en sus principales componentes a la observada en las capturas comerciales, donde recursos como el besugo, el pejegallo, la merluza de cola, la raya volantín, el congrio dorado, el congrio negro, la reineta y granaderos, son componentes comunes de estas capturas (Tascheri *et al.*, 2004). Aunque la proporción total de fauna acompañante presente en la captura de la Evaluación Directa del año 2004 alcanzó al 70%, lo que representó un aumento del 39% en relación a su participación en el estudio efectuado para similar área el año 2002, el incremento responde a la mayor participación de la jibia y a la disminución del aporte de la merluza común.

5.4.3 Estructura de tallas por especie

Las distribuciones de frecuencia de longitud de la fauna acompañante provienen del total de los lances en que se registró presencia de cada una de las especie.

a) Jurel (*Trachurus murphyi*)

El jurel registró un rango extendido entre los 23 cm y 56 cm de longitud de horquilla, con una moda en el intervalo 25-26, menor a la moda de la evaluación



anterior que se centró en el intervalo 32 - 33 cm. En las evaluaciones de 2000 y 2001 se observaron modas en los intervalos 38 - 39 cm y 34 - 35 cm respectivamente, lo que muestra una disminución considerable en la talla del Jurel en la última evaluación, disminuyendo más de 9 cm la moda (**Figura 49**).

b) Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)

En el crucero del año 2004, el rango de longitudes registrado para la merluza de cola se extendió entre los 18 -92 cm de longitud total (LT), con una distribución polimodal, con la moda principal centrada en el intervalo de los 51 - 53 cm, las modas secundarias se presentaron en los intervalos 69-71 y 75-77, la moda principal está centrada en este crucero, superior a la del año pasado, donde se centró en 48 - 52 cm. (**Figura 49**).

c) Pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*)

El rango de tallas de pejegallo registrado en la evaluación 2002 se extendió entre los 42 cm y 101 cm LT, con la moda principal centrada en el intervalo de los 81-83 cm. y un secundaria en los 96-98 cm y 60-62. Registrando ejemplares de gran tamaño ya que se mantiene el aumento sostenido de desplazamiento hacia la derecha (**Figura 49**).

d) Sierra (*Thyrsites atun*)

La sierra distribución de frecuencia de longitudes de la sierra, presentó una estructura polimodal con la media principal centrada en el intervalo de 33-35 cm. la moda secundaria se centro en los 78-80 y una tercera moda en el intervalo de los 87-89 cm de longitud total (LT). Se presenta una disminución en los ejemplares entre los intervalos de 57-59 a los 72-74 (**Figura 49**).



e) **Besugo (*Epigonus crassicaudus*)**

La distribución de frecuencia de talla del besugo presento el rango desde los 13 a los 40 cm, con moda principal centrada en los 33-34 cm de longitud total (lt), el la estructura de talla se presenta similar a los años anteriores (**Figura 49**).

5.4.4 Análisis de los resultados de la fauna acompañante

El análisis de los resultados asociados a la captura de fauna acompañante, se efectuó mediante la comparación de la importancia relativa de 17 especies presentes en los 8 proyectos FIP de evaluación directa de la merluza común.

Los componentes faunísticos considerados para el análisis fueron: besugo, chancharro, cojinoba azul, congrio dorado, jaiba araña, jaiba cancer, jibia, jurel, langostino amarillo, langostino colorado, lenguado ojos grandes, merluza común, merluza de cola, pejegallo, granadero patagónico, granadero chileno y raya volantín, representan en conjunto el 95% (FIP 93-03) y el 98% (FIP 1995-14; 2000-04; 2002-03 y 2004-09) **Tabla 39**

5.4.4.1 Captura por unidad de área (CPUA)

La comparación de los vectores de media por especies de los diferentes cruceros efectuada mediante el test de razón de verosimilitud (Manly, 1994), entregó un valor estadístico de 523, significativamente superior al valor esperado de una distribución Chi cuadrado con 114 grados de libertad ($P > 0,05$), es decir que los vectores de medias del logaritmo de la captura por unidad de área (CPUA) por especie de cada crucero de evaluación directa son distintos en el tiempo.



5.4.4.2 Comparaci3n multivariada entre cruceros

La captura por unidad de 3rea (*CPUA*) de las 17 especies m3s importantes en los 8 cruceros, conformaron una matriz de distancias entre los 8 proyectos que fue aleatorizada 500 veces, para generar una distribuci3n emp3rica de 14.000 medidas de distancia y un valor cr3tico de 0,12 ($\alpha = 0,05$), lo que permiti3 distinguir un total de 6 agrupaciones. La primera agrupaci3n corresponde a la conformada por los cruceros de los a3os, 1999-2001 y luego surgen los cruceros restantes de forma individual, (**Figura 50**).

A partir de la matriz de distancias calculadas sobre la base de la captura por unidad de 3rea (*CPUA*) de las especies registradas en los 8 cruceros, se realiz3 el Escalamiento Multidimensional no M3trico, (EMNM), que permiti3 construir un "mapa" en dos dimensiones de estas distancias (**Figura 51**). Al observar en forma conjunta el orden de las categor3as atribucionales en las escalas los cruceros de los a3os, 1999, 2000 y 2001. Luego, surgen los cruceros restantes de forma individual.

Al aparecer seis grupos, considerando las 8 identidades testeadas, estar3an indicando que la densidad de los elementos faun3sticos es distinta en cada crucero, la distribuci3n de los elementos no permanece de la misma forma a3o tras a3o.

5.4.4.3 Proporci3n de especies

La proporci3n de las 17 especies m3s importantes presentes en los 8 cruceros, conformaron una matriz de distancias que fue aleatorizada 250 veces, para generar una distribuci3n emp3rica de 7.000 medidas de distancia y un valor cr3tico de 0,12 ($\alpha = 0,05$), lo que permiti3 distinguir un total de 5 agrupaciones (**Figura 52**).

A partir de la matriz de distancias calculadas sobre la base de la proporci3n de las especies registradas en los 8 cruceros, se realiz3 el Escalamiento Multidimensional



no Métrico, encontrando tres agrupaciones correspondiente a 1993-03; 1995-14; 1997-12; 1999-04; 2000-04 y 2002-03 el grupo más compacto y las identidades cruceros 2001-18 y 2004-09, de forma separada, las mismas agrupaciones resultarían si el valor crítico fuera mayor a 0,30. Lo anterior, señala que los elementos que componen la fauna acompañante de las evaluaciones hidroacústica de merluza común, presentan una lista recurrente que aparece de forma distinta en los cruceros realizados en los años 2004 y 2001 **Figura 53**.

El año 2001, se diferencia por la presencia de jurel y que la fauna acompañante sólo alcanza el 15,3% de la captura. Las características particulares en la composición de especies observadas en el crucero realizado el año 2004, hacen que este crucero se presente como una identidad en la conformación de la proporción de fauna acompañante, es claro que esta diferencia es marcada por la presencia de jibia y la baja captura de merluza.

5.4.4.4 Comparación multivariada entre entidades zona - crucero

La Captura por unidad de área (*CPUA*). de las 17 especies en las entidades subzona latitudinal - crucero, conformó una cuarta matriz de distancias entre los mismos 31 objetos clasificados anteriormente, la que de modo similar y a través de la simulación de 50 matrices de proporción de especies, permitió obtener una distribución empírica de 23.250 distancias y un valor crítico ($\alpha = 0,05$) de 0,18. Esta vez se distinguieron 17 grupos conformados por las entidades individuales 1997_1, 1993_4, 1997_3, 1997_2, 2004_4, 1995_3, 1997_4, 2001_2, 1999_3, 2000_3, 1995_1, 1999_1 y 2000_1, Luego las agrupaciones de entidades: una comprendiendo los estratos subzona 2 y 3 1995-1993, subzona 3 y 4 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002. (**Figura 54**).

A partir de la matriz de distancias calculadas sobre la base de la proporción de especies registrada en las 31 entidades zona latitudinal - crucero, el Escalamiento



Multidimensional no Métrico, se observa el mapa en dos dimensiones el cual señala como identidades distintas a los estratos 1993_3, 1997_1, 2000_1, 1995_1, 1997_2, 1997_3 y 2004_4. En el caso del estrato 2004_04 presenta un integración negativa respecto al centroide de gravedad lo que señalaría una diferencia en la densidad de los elementos faunísticos (**Figura 55**).

5.4.4.5 Presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) en los cruceros.

Entre 1995 y 2004 la captura de jibias en los cruceros de evaluación directa de merluza común, se ha incrementado de 44 kg a 84 t, aunque la captura de jibia presentaba un aumento sostenido en las capturas, durante las últimas evaluaciones directa (**Figura 56**), esta situación es similar a la presentada en el desembarque nacional, las capturas se incrementaron en un 800% durante el crucero del año 2004, al igual que la densidad en la cual se encontraba la jibia, (**Figura 57**), el aumento sostenido de la jibia en la aparición de los lances de identificación se presenta desde el año 1999, en donde aparece en 20 lances, durante el 2004 aparece en 101 lances, 73% de los lances efectuados (**Figura 58**)

En el crucero de 2004, la distribución de la captura por subzona latitudinal se incremento de norte a sur, con un 74% de la captura total de jibia concentrada en las subzonas latitudinales 3 y 4 (35°31' S - 42° S) (**Figura 59 y 60**), mientras que batimétricamente la principal presencia de jibia se registró entre los 200 m y 400 m de profundidad (**Figura 61**).

a) Composición de longitudes en las capturas

El rango de longitudes de las jibias presentes en los lances de identificación de merluza común se extendió entre los 38 cm y 107 cm de longitud de manto (LM) en el caso de los machos y entre los 38 cm y 107 cm LM en hembras, sin que se existan diferencias por sexo en la distribución de frecuencia (**Figuras 62 y 63**).



El intervalo modal en el caso de los machos correspondió a los 68-72 cm y a los 73-77 cm en el caso de las hembras. Se observó una amplia superposición entre las distribuciones de frecuencia de longitud de ambos sexos, a pesar que las hembras tendieron a predominar en el rango de los 73-77 cm.

Entre zonas latitudinales, no se observaron grandes diferencias en la composición de longitudes de las capturas, con la mayor fracción de ejemplares distribuidos entre los 63 cm y 88 cm LM. La excepción fue la subzona latitudinal 3 (35°31' - 38°39'), en donde se observó jibias de mayor tamaño, registrando una fracción mayor de ejemplares entre los 80 cm y 93 cm LM (**Figura 64**).

Desde el punto de vista de la composición de longitudes se observó jibias entre 38 cm y 102 cm, lo que según la estructura intraespecífica descrita por Nigmatullin *et al.* (2001) o el criterio arbitrario de tamaños de Argüelles *et al.*, (2001), en casos la estructura de tamaños corresponde a jibias del grupo “grandes”.

b) Presencia de merluza común en estómagos de jibia

De 538 estómagos examinados, en el 56,8% de ellos se encontró algún tipo de contenido y el 50,5% registró restos de merluza común. El porcentaje de estómagos con contenido varió entre un 40% en la subzona 2 (31°25' S - 35°30' S) y un 73% en la subzona 3 (35°31' S - 38°39' S)

En cuanto a la proporción de merluza común en los estómagos de jibia por subzona, esta varió entre un 17% en la subzona 4 (38°40' S - 42° S) y un 72% en la subzona 1 (29°10' S - 31°24' S). La presencia de merluza en los estómagos de jibia por intervalo de longitud del manto (LM), indica un aumento de la presencia de merluza con el incremento en longitud, variando desde un 6% de los estómagos en ejemplares entre 55 cm y 47 cm LM a un 100% en ejemplares sobre los 93 cm LM (**Fig. 65**). Este aumento de la presencia de merluza en los



estómagos de jibia con la longitud de manto, fundamenta los antecedentes que señalan que el tamaño de la presa se mantiene entre un 5% y 15% de la longitud total del depredador y que la preferencia por los peces como ítem presa, aumenta en ejemplares adultos. La jibia se alimenta de merluza común entre otros ítems presa que conforman parte de su espectro trófico. Su “preferencia” por la merluza común declinó hacia la subzona 4 (extremo sur del área de evaluación) (**Figura 66**), en donde el porcentaje de fauna acompañante en las capturas de los lances de identificación alcanzó un 70% de la captura total, en circunstancias que no sobrepasa el 14% en las otras zonas, la subzona 4 fue además la que registró mayores capturas y densidades de jibias del área de prospección. Lo anterior, es evidencia en favor de las descripciones que señalan que la jibia es un depredador oportunista, que no privilegia como ítem presa la merluza común, ya que disminuye su ingesta a medida que la oferta ambiental amplió su espectro de presas.

Esta caracterización simple, de la frecuencia de estómagos de jibia con contenido de merluza común presentes en las capturas de la evaluación directa de merluza realizada entre julio y agosto de 2002, indica que la jibia preda activamente sobre la merluza común.

5.5 Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recuso merluza común en el área y período del estudio.

En el **Anexo 1** se entregan resultados correspondientes a las condiciones meteorológicas imperantes durante el desarrollo del crucero y un análisis de anomalías ambientales correspondientes al período 1997-2004.



5.5.1 Oceanografía física

5.5.1.1 Variables hidrográficas: Análisis horizontal

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas durante el crucero, *i.e.*: temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), concentración de oxígeno disuelto (ml l⁻¹). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 50, 100 y 200 m de profundidad.

a) Registros a 5 m de profundidad

Al considerar toda el área prospectada, el estrato superficial (5 m de profundidad) presentó un rango de temperatura que fluctuó entre los 11,1 y los 13,9 °C, con un valor promedio de $12,2 \pm 0,53$ °C (n=90 datos). La distribución horizontal de la temperatura superficial del mar no presentó gradientes zonales (costa-océano) de importancia, además de una escasa variación meridional de aproximadamente 1,5°C. El sector norte y centro-norte estuvo bien representado por la isoterma de 12,5°C, en tanto que al sur de los 39°S, dominaron las isotermas de 12 y 11,5°C (**Figura 67a**). Al analizar el sector situado al norte de los 37°S, estos resultados son similares a los reportados para los años 1999, 2000 y 2001 (Núñez y Ortiz, 2000; Núñez *et al.*, 2001; 2002) con un ambiente caracterizado por el dominio de aguas frías (< 13°C), pero diferente de lo reseñado para los años 1997 y 2002, que evidenciaron aguas comparativamente más cálidas (Núñez y Ortiz, 1998; Núñez *et al.*, 2002). Por su parte, el crucero de 2004, reveló al sur de los 37°S la presencia de aguas más cálidas que lo reportado para los años 1999, 2000, 2002; siendo similar a lo descrito para el año 1997 y 2001.

Por su parte, la salinidad superficial presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 30,486 y los 34,581 psu, con un valor promedio de $33,595 \pm 0,909$ psu (n= 90 datos) considerando la totalidad del área prospectada. A diferencia



de la temperatura superficial del mar, la distribución espacial superficial de la salinidad (**Figura 67b**) reveló una importante variación meridional y zonal, siendo los gradientes costa-océano de mayor intensidad en las regiones centro-sur y sur del área de estudio. Las aguas superficiales situadas al norte de Constitución se caracterizaron por evidenciar una distribución homogénea (sin gradientes zonales), bien caracterizada por la isohalina de 34,0 psu. En cambio, al sur de los 37°S se evidencian importantes gradientes costa-océano de salinidad debido al aporte de aguas continentales de los ríos de la región, principalmente los ríos Maule, Itata-Bíobío, Imperial, Toltén, Valdivia-Tornagaleones, Bueno. Se observó dos núcleos de menor salinidad superficial asociados con la plataforma continental adyacente al golfo de Arauco (36°40'-37°20'S) (ríos Itata y Bíobío) y con la Bahía de Corral, estuario que recoge las aguas provenientes de los ríos Valdivia y Tornagaleones, además de un sector más austral vinculado con aguas provenientes del sistema de canales y fiordos.

La comparación histórica reveló un comportamiento superficial similar, con salinidades mayores a 34,5 psu al norte de Valparaíso y menores a 33,6 psu al sur de Puerto Lebu, y gradientes laterales notables debido al efecto de mezcla con aguas provenientes de los principales ríos de la región, principalmente al sur de los 36°S (e.g., Itata, Bíobío, Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno), y aguas provenientes del sistema de fiordos y canales asociado con el extremo austral del área de prospección; lo que ha sido reportado en cruceros de similar naturaleza (Blanco, 1995, Núñez *et al.*, 2000, 2001, 2002) y en otros que han considerado diferente escala espacial y temporal de observación (e.g., Silva y Ramírez, 1982; Blanco y Cerda, 1993; Arcos *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 1997; Sobarzo, 1999).

Por su parte, la densidad del agua de mar fluctuó superficialmente entre los 23,19 y los 26,332 σ_t ($25,46 \pm 0,647 \sigma_t$, n= 90 datos). La **Figura 67c** evidencia densidades mayores a 26,0 σ_t al norte de Talcahuano, sin mostrar variaciones longitudinales. Al sur de los 37 °S, la distribución de la densidad mostró un claro gradiente lateral,



positivo al océano, debido al aporte de aguas continentales provenientes de los ríos locales. Al igual que lo reseñado para la salinidad, destacan por su mayor dilución superficial los sectores costeros vinculados con la localidad el golfo de Arauco, con densidades menores a ($< 25,0 \sigma_t$), Bahía de Corral ($< 24,5 \sigma_t$) y el extremo sur del área de estudio ($< 24,5 \sigma_t$).

La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio reveló un leve gradiente zonal al norte de los 33°S, con concentraciones menores a 3 ml l^{-1} en la región costera y concentraciones comparativamente más altas hacia el océano. Por el contrario, estas variaciones costa-océano no se verificaron en el sector situado al sur de Talcahuano donde se evidenció una distribución homogénea bien caracterizada por la isolínea de 6 ml l^{-1} (**Figura 67d**). La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, considerando todas las estaciones realizadas, tuvo un rango de variación entre los 2,35 y los 7,64 ml l^{-1} , con un valor promedio de $5,65 \pm 0,75 \text{ ml l}^{-1}$ ($n= 90$ datos). Los altos valores superficiales de oxígeno disuelto descritos para este crucero (centrados en los 5-6 ml l^{-1}) son similares a los detectados en 1997 y 2002 (Núñez y Ortiz, 1998; Núñez *et al.*, 2003), pero levemente mayores a los reportados para los años 1999, 2000 y 2001 (Núñez y Ortiz, 2000; Núñez *et al.*, 2001, 2002).

Cabe destacar que, la distribución de la temperatura superficial de la mar aquí descrita es consistente con lo mostrado por las imágenes satélites de alta resolución (**Figura 68**) correspondientes al sector y período de estudio. En ellas se evidencia una región norte que evidenció temperaturas entre los 14 y 10s 11°C , una región central caracterizada por aguas comparativamente más frías ($13-11^\circ\text{C}$) y un sector sur dominado por aguas centradas entre los 10 y 11°C .



b) Registros a 50 m de profundidad

A los 50 m de profundidad, la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación entre los 10,7 y los 12,9 °C, con un valor promedio de $11,9 \pm 0,34$ °C (n=86 datos). La distribución espacial de la temperatura en este estrato de profundidad reveló una muy escasa variación espacial, quedando en general, bien caracterizada por la distribución de la isoterma de 12,0 °C a lo largo del área de estudio (**Figuras 69a**).

La salinidad varió entre los 33,117 y los 34,664 psu, con un valor promedio de $34,041 \pm 0,451$ psu, considerando las 86 estaciones de muestreo a lo largo del área de estudio. La región situada al norte de Constitución mostró los mayores valores de salinidad ($> 34,3$ psu), con un núcleo de aguas más salinas ($> 34,5$ psu) entre los 32°20'S y los 34°00'S (**Figura 69b**). Por el contrario, al sur de los 37°S se observó valores menores a 34,0 psu, con muy poca variación zonal (costa-océano), quedando bien caracterizada por las isolíneas de 33,7 y 33,6 psu. A excepción del sector vinculado con el golfo de Arauco, destaca la ausencia del efecto de dilución por los ríos locales, constatando que ésta tiene sólo una expresión superficial.

La densidad del agua de mar a los 50 m de profundidad presentó un rango de variación entre 25,20 y los 26,38 σ_t y un valor promedio de $25,86 \pm 0,374$ σ_t (n= 86 datos), considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de esta variable presentó una distribución similar a la reseñada para la salinidad, con aguas de densidad mayor a 26,0 σ_t situadas al norte de los 35°40'S, y un núcleo de aguas más densas ($> 26,3$ σ_t) frente a Valparaíso y San Antonio, lo que establece un leve gradiente costa-océano en este sector. Por el contrario, el sector situado al sur de Talcahuano (entre los 37° y los 42°S) evidenció aguas comparativamente menos densas ($< 25,5$ σ_t) sin presentar gradientes zonales ni meridionales (**Figura 69c**).



El sector situado al sur de Talcahuano exhibió también una distribución homogénea de la concentración de oxígeno disuelto, el cual se caracterizó por el dominio de la isolínea de 6 ml l^{-1} . Sin embargo, al norte de San Antonio ($33^{\circ}40'S$) se detectó aguas con un contenido de oxígeno disuelto significativamente menor distribuída en la región más costera ($< 5 \text{ mn}$), lo que generó gradientes zonales positivos al océano en dicho sector (**Figura 69d**). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango de variación entre los $0,78$ y los $6,49 \text{ ml l}^{-1}$, con un valor promedio de $4,23 \pm 1,67 \text{ ml l}^{-1}$ ($n= 86$ datos).

c) Registros a 100 m de profundidad

A los 100 m de profundidad la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación entre los $10,3$ y los $12,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ con un valor promedio de $11,32 \pm 0,51 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($n= 70$ datos). En este estrato de profundidad la temperatura del mar tuvo un comportamiento espacial muy homogéneo en toda el área de estudio, sin gradientes laterales y con una variación latitudinal de aproximadamente 1°C , quedando bien caracterizada por las isothermas de $11,5$ (al norte de los $37^{\circ}20'S$) y $10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (al sur de los 39°S) (**Figura 70a**).

Por su parte, la salinidad fluctuó entre los $33,538$ y los $34,761 \text{ psu}$ ($34,371 \pm 0,347 \text{ psu}$, $n=70$). La distribución espacial de la salinidad muestra dos situaciones distintas a lo largo del área de estudio: a) en el sector situado al norte de los 36°S destaca la presencia de salinidades superiores a $34,6 \text{ psu}$ que caracterizan a las AESS en dicho estrato, y la ausencia de gradientes costa-océano, y b) en el sector situado al sur de los 37°S , donde se detectaron aguas con salinidades menores a $34,0$ al sur de Puerto Saavedra, hasta alcanzar los $33,7$ hacia el extremo austral del área prospectada (**Figura 70b**). La densidad del agua de mar en este estrato presentó un rango de variación entre los $25,41$ y los $26,49 \text{ } \sigma_t$ y un valor promedio de $26,23 \pm 0,247 \text{ } \sigma_t$ ($n= 70$ datos) considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de esta variable mostró una distribución homogénea en la región norte del



área de estudio (al norte de los 36°S), quedando bien caracterizada por las isopícnas de 26,3 y 26,4 σ_t . Por el contrario, la región situada al sur de los 37°S se reportó aguas con densidades comparativamente menores que alcanzaron los 25,8 σ_t en el extremo sur del área de prospección (**Figura 70c**).

La concentración de oxígeno disuelto evidenció dos ambientes claramente distintos al analizar la variación espacial de esta variable en el área de estudio; por una parte, la región situada al norte de los 35°S que evidenció la distribución homogénea de aguas con muy bajo contenido de oxígeno ($< 2 \text{ ml l}^{-1}$), caracterizando la presencia de las AESS en este sector y, por otra, la presencia de aguas bien oxigenadas ($> 4 \text{ ml l}^{-1}$) al sur de Talcahuano, sin evidenciar gradientes zonales ni meridionales de importancia (**Figura 70d**). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango de variación entre los 0,4 y los 5,7 ml l^{-1} , con un valor promedio de $2,31 \pm 1,85 \text{ ml l}^{-1}$ ($n= 70$ datos).

d) Registros a 200 m de profundidad

En este estrato, la temperatura del agua de mar presentó un estrecho rango de fluctuación entre los 9,1 y los 11,6 °C, con un valor promedio de $10,49 \pm 0,67$ °C ($n= 33$ datos). La distribución espacial de la temperatura evidenció un comportamiento homogéneo, sin la presencia de gradientes costa-oceano y una variación meridional de aproximadamente 1,5 °C, caracterizándose el área de estudio por el dominio de la isoterma de 10,5 al norte de los 37°S, y las isotermas de 10 y 9,5 °C al sur de los 38°S (**Figura 71a**).

Por su parte, la salinidad fluctuó entre los 34,233 y los 34,791 psu ($34,570 \pm 0,143$ psu), para 33 estaciones de muestreo. La distribución espacial de la salinidad destaca la ausencia de gradientes laterales, evidenciando una variación meridional de aproximadamente 0,2 psu. La región situada al norte de los 36°S estuvo caracterizada por el dominio de la isohalina de 34,6 psu, en tanto que fue la



isohalina de 34,4 la que caracteriz3 de buena forma el sector situado al sur de los 38°S (**Figura 71b**). Por su parte, el campo horizontal de la densidad en este estrato present3 una distribuci3n homog3nea en toda el 3rea de estudio, quedando bien caracterizado por las isopicnas de 26,6 y 26,5 σ_t (**Figura 71c**). La densidad fluctu3 entre los 26,37 y los 26,63 σ_t ($26,53 \pm 0,055 \sigma_t$).

La concentraci3n de ox3geno disuelto a los 200 m de profundidad fluctu3 entre los 0,37 y los 3,48 ml l⁻¹, con un valor promedio de $1,02 \pm 0,864$ ml l⁻¹ (n=33). En este estrato, un gran porcentaje del 3rea de estudio (sector situado al norte de los 37°S) evidenci3 concentraciones m3nimas de ox3geno (< 1 ml l⁻¹), caracter3sticas de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS); en tanto que el sector situado al sur de dicha latitud evidenci3 la ausencia de m3nimas de ox3geno disuelto, quedando bien caracterizado por la isol3nea de concentraci3n de 2 ml l⁻¹ (**Figura 71d**).

La comparaci3n interanual de la distribuci3n salina en este estrato revel3 salinidades similares a las reportadas para los a3os 1999, 2000 y 2001, (N3ñez y Ortiz, 2000, N3ñez *et al.*, 2001, 2002) y levemente inferiores (en 0,1-0,2 psu) a las rese3adas para los a3os 1997 y 2002 (N3ñez y Ortiz, 1998; N3ñez *et al.*, 2002). En tanto, la distribuci3n de ox3geno disuelto al norte de los 37°S, evidenci3 concentraciones bajas (menores a 1 ml l⁻¹) situaci3n similar a la reportada para los a3os 1999, 2000 y 2002 (N3ñez y Ortiz, 2000; N3ñez *et al.*, 2001, 2003): mientras que en el a3o 2004, el sector sur (al sur de los 37°S) estuvo caracterizado por aguas levemente m3s oxigenadas (2-3 ml l⁻¹) revelando el debilitamiento de las AESS en estas latitudes.

e) Distribuci3n horizontal de clorofila-a

La concentraci3n de clorofila-a en el 3rea de estudio mostr3 valores superficiales bajos que fluctuaron entre los 0,14 y 1,94 mg m⁻³, con un valor promedio de $0,93 \pm$



0,36 mg m⁻³, al considerar todas las estaciones de muestreo (n= 87 datos). La distribución horizontal superficial e integrada entre la superficie y los 50 m de profundidad se presenta en la **Figura 72a**. La clorofila-a superficial evidenció concentraciones comparativamente mayores (> 1,5 mg m⁻³) en el extremo norte del área prospectada (al norte de los 31°S), en tanto que el sector centro-norte estuvo bien caracterizada por las isolíneas de 1 y 1,2 mg m⁻³. Por el contrario, entre los 36°S y los 39°S, se observaron concentraciones más bajas de biomasa fitoplanctónica (< 0,8 mg m⁻³), para incrementar levemente hacia el extremo sur del área de estudio.

Por su parte, la clorofila-a integrada en la columna de agua mostró valores que fluctuaron entre los 3,8 y los 119,6 mg m⁻² (43,12 ± 18,41 mg m⁻²), revelando un patrón similar al descrito para la clorofila superficial, destacando conspicuos gradientes zonales en la región situada al norte de los 34°S, con valores de clorofila-a integrada significativamente menores (<40 mg m⁻²) en la región costera y más altos (>80 mg m⁻²) hacia las estaciones más oceánicas de este sector. La zona situada al sur de los 35°S reportó valores centrados en los 40-60 mg m⁻² con gradientes zonales mucho menos intensos que los descritos para la región norte (**Figura 72b**).

Se detectó una buena correlación entre la clorofila-a y la fluorescencia *in vivo* (**Figura 73a**) ($r^2= 0,81$) valor comparable a lo reportado por Osses y Blanco (1991), Osses *et al.* (1994) y Núñez *et al.* (2003). Por el contrario, la relación entre la clorofila-a superficial y la clorofila-a integrada entre los 0-50 m de profundidad evidenció un coeficiente de determinación bajo ($r^2= 0,38$), indicando la presencia de máximos subsuperficiales de importancia al interior del área de estudio (**Figura 73b**).

Los bajos valores de clorofila-a registrados para este crucero son consistentes con lo reportado por diversos autores (Arcos, 1987; Núñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997) considerando el período invernal en la región centro-sur de Chile, contrastando con lo reportado para esta región durante el período estival, donde se han reportado altos



valores de clorofila-a superiores a 20 mg m^{-3} (Arcos y Salamanca, 1984), entre 10 y 18 mg m^{-3} entre Cabo Carranza y Punta Lavapié y de $10\text{-}30 \text{ mg m}^{-3}$ entre la desembocadura del río Itata y Punta Lavapié (Núñez *et al.*, 1997). Los resultados reportados en este informe fueron similares a los descritos para el año 2000 y 2002, especialmente al comparar la región norte del área de estudio, y superiores a los reportados para 1999 ($0,1\text{-}0,8 \text{ mg m}^{-3}$; Núñez y Ortiz, 2000), para 1977 ($0,2\text{-}1 \text{ mg m}^{-3}$; Núñez y Ortiz, 1998) y para 2001 ($0,1\text{-}0,5 \text{ mg m}^{-3}$; Núñez *et al.*, 2002).

5.5.1.2 Variables hidrográficas: Análisis vertical

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este crucero, consideró las secciones oceanográficas correspondientes a las transectas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 21, 24 y 27, todas ellas representativas de las 4 zonas que, desde un punto de vista operacional, componen el área de estudio. Además, se realizó el análisis de dos transectos dispuestos en forma paralela a la línea de costa, uno caracterizando el sector nerítico sobre la plataforma continental y el otro característico del sector oceánico.

a) Zona Norte: Transectas 1, 3 y 5

Las transectas 1, 3 y 5 que caracterizaron a la región norte del área de estudio, estuvieron situadas en los $29^{\circ}20'S$, $30^{\circ}10'S$ $32^{\circ}05'S$, respectivamente. En general, todas las transectas de la región norte evidenciaron una muy estrecha plataforma continental, que no sobrepasó las 6-7 mn desde la costa. El límite occidental de las transectas, considerado como la posición de la isóbata de los 500 m, impuso que las transectas 1, 3 y 5 sólo tuviesen una extensión de 10 mn, 13 y 9 mn, respectivamente. Estas transectas se caracterizaron por presentar aguas frías ($<12,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$), salinas ($>34,5 \text{ psu}$), densas ($26,2 \text{ } \sigma_t$) y bien oxigenadas ($> 4 \text{ ml l}^{-1}$) en el estrato superficial (0-50 m), así como por la ausencia de gradientes zonales (costa-oceano) y de estratificación térmica y de densidad, evidenciando sólo un leve



incremento en la estratificaci3n salina especialmente en las estaciones oce3nicas. La distribuci3n vertical de la concentraci3n de ox3geno disuelto revel3 una oxiclina muy somera (primeros 80 m de profundidad), presente a lo largo de todos los transectos, y aguas con pobre concentraci3n de ox3geno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) que se extendieron en un estrato amplio de profundidad, entre los 100 y los 360 m (a excepci3n de la transecta 3, que fue m3s extensa a3n: 80-410 m), evidenciando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales – AESS (**Figuras 74, 75 y 76**).

b) Zona Centro-Norte: Transectas 7, 9 y 11

Las transectas que conforman el sector centro-norte (32° - 35° S), esto es, las transectas 7, 9 y 11, presentaron tambi3n una estrecha plataforma continental, a excepci3n de la transecta 11 que sobrepas3 las 15 mn desde la costa. Las transectas 7 y 9 situadas en los $32^{\circ}10'S$ y los $33^{\circ}10'S$, respectivamente; presentaron aguas fr3as, carentes de estratificaci3n vertical de temperatura y densidad, y una leve estratificaci3n salina (especialmente en la transecta 7) sobre todo en el sector occidental de las transectas, evidenciando aguas m3s salinas entre los 100 y los 300 m de profundidad, caracter3sticas de la presencia de AESS. Por su parte, la distribuci3n vertical de la concentraci3n de ox3geno disuelto revel3 un estrato superficial bien oxigenado especialmente en la transecta 7 ($> 5 \text{ ml l}^{-1}$) y una oxiclina bien desarrollada entre la superficie y los 70 m de profundidad (**Figura 77**); no obstante en la transecta 9 esta oxiclina fu3 m3s d3bil. Aproximadamente entre los 100 y los 350 m de profundidad, se evidenci3 aguas con muy bajo contenido de ox3geno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) que coincide con la expresi3n vertical del m3ximo salino y reafirma la presencia de AESS en este estrato de profundidad.

Si bien la transecta 11 ($34^{\circ}10'S$) mostr3 tambi3n el dominio de aguas fr3as ($< 12^{\circ}\text{C}$) y la ausencia de estratificaci3n t3rmica a lo largo de todo el transecto, se observ3 una mayor estratificaci3n salina y de densidad, sin la manifestaci3n de gradientes



zonales (costa-oc3ano), con una haloclina y picnoclina situada entre los 20 y los 80 m de profundidad, que coincide verticalmente con la distribuci3n de la oxiclina. El n3cleo subsuperficial de aguas m3s salinas ($> 34,6$ psu) y de bajo contenido de ox3geno disuelto (< 1 ml l⁻¹), que caracterizan la presencia de las AESS, se reportaron entre los 100 y los 300 m de profundidad (**Figuras 77 a 79**).

Todas las transectas de este sector evidenciaron la presencia incipiente de Aguas Intermedias Ant3rticas (AIA), aproximadamente bajo los 400 m de profundidad, caracterizadas por un leve decremento en la salinidad (alcanzando salinidades menores a 34,5 psu) y un incremento de la concentraci3n de ox3geno disuelto (2 ml l⁻¹).

c) Zona Centro-Sur: Transectas 14, 16 y 18

A diferencia de las transectas evaluadas en el sector norte y centro-norte, las transectas vinculadas con el sector centro-sur (35°00'-38°20'S) evidenciaron una plataforma continental significativamente mayor, alcanzando en algunos casos (transecta 14, frente a Cabo Carranza) las 25 mn desde la costa (a excepci3n de la transecta 18, frente al puerto de Lebu). En general, las transectas de este sector se caracterizaron por presentar aguas fr3as y ausencia de estratificaci3n t3rmica, con una columna de agua dominada por las isotermas de 11 y 12 °C por sobre los 200 m (**Figuras 80 a 82**).

Asimismo, se observa aguas superficiales m3s oxigenadas (> 5 ml l⁻¹) y menos salinas ($< 33,3$ psu) que en las transectas del sector norte, esto 3ltimo debido a la diluci3n superficial por efecto de la descarga de los r3os locales (especialmente el complejo Itata-B3ob3o), que se verifica principalmente al interior de las 7 mn desde la costa y se observa de mejor manera en las transectas 16 y 18 (frente a Talcahuano y Lebu, respectivamente). La haloclina se encuentra bien desarrollada a lo largo de todos los transectos del sector, situada entre la superficie y los 80 m de profundidad.



El n3cleo subsuperficial de aguas con altas salinidades ($>34,6$ psu) y bajo contenido de ox3geno (< 1 ml l⁻¹) que evidencian la presencia de AESS, se situ3 verticalmente entre los 100 y los 300 m de profundidad, a excepci3n de la transecta 18 donde este estrato fue m3s profundo y estrecho (240-340 m). Bajo los 400 m tambi3n se observa la presencia de AIA caracterizadas por un mayor contenido de ox3geno disuelto (> 2 ml l⁻¹) y salinidades menores a 34,4 psu.

d) Zona Sur: Transectas 21, 24 y 27

En este sector, las transectas 21 y 27 presentaron una muy extensa plataforma continental, que sobrepas3 las 30 mn (en el caso de la transecta 27), y una extensi3n menor en la transecta 24 (aproximadamente 18 mn). La distribuci3n vertical de la temperatura evidenci3 ausencia de estratificaci3n t3rmica y el dominio de las isotermas de 11 y 12 °C a lo largo de todas las transectas (**Figuras 83 a 85**).

En tanto, la distribuci3n espacial de la salinidad en el sector sur del 3rea de estudio mostr3 la presencia superficial costera de aguas menos salinas ($< 33,2$ psu) y menos densas ($< 25,0$ σ_t) vinculada al proceso de mezcla con aguas continentales aportadas principalmente por el estuario de los r3os Valdivia-Tornagaleones (Bah3a de Corral, transecta 21), r3o Bueno (transecta 24) y del extremo austral del 3rea prospectada (transecta 27) asociada a la desembocadura del r3o Maull3n y a la regi3n de canales y fiordos del sur de Chile. Asimismo, se observa una zona de estratificaci3n situada verticalmente entre el estrato superficial y los 140 m de profundidad, a excepci3n de la transecta 21, donde la haloclina se verific3 entre los 60 y los 130 m de profundidad. A diferencia del resto de las zonas estudiadas, la regi3n sur no evidenci3 salinidades superiores a 34,3-34,4 psu, corroborando la progresiva ausencia hacia el sur de las AESS, que dominaban el estrato subsuperficial en el resto del 3rea prospectada.



Por su parte, en estos transectos la disposición vertical de la capa de mezcla fue más profunda que en el resto de las zonas prospectadas, alcanzando entre los 60 y 70 m de profundidad en las transectas 21 y 27; así como también se verificó una pycnoclina más desarrollada a lo largo de todo los transectos, la que se encontró dispuesta entre los 60 y 120 m de profundidad.

La distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial (primeros 70 m) bien oxigenado ($> 6 \text{ ml l}^{-1}$), observándose una leve oxiclina situada entre los 70 y los 120 m de profundidad. El estrato subsuperficial asociado a salinidades comparativamente más altas, no verificó la presencia de concentraciones mínimas de oxígeno (1 ml l^{-1}), corroborando la virtual ausencia de AEES en el sector austral del área prospectada (**Figuras 83 a 85**).

e) Distribución vertical de clorofila-a

Las secciones transversales consideradas en la evaluación de la distribución de la clorofila-a en las zonas norte, centro-norte, centro-sur y sur del área de estudio fueron las transectas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 21, 24 y 27 (**Figuras 74 a 85**).

En general, el área prospectada evidenció valores bajos de clorofila-a, en consistencia con el período invernal de evaluación, que fluctuaron entre concentraciones menores a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ y menores a $3,5 \text{ mg m}^{-3}$. Estas concentraciones estuvieron asociadas a los primeros 50 m de profundidad, estrato bajo el cual la concentración de clorofila-a fue siempre inferior a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$. Las transectas de la región norte, a excepción de la transecta 3 que presentó valores bajos, mostraron concentraciones de clorofila-a comparativamente más altas que en el resto de las transectas estudiadas, con concentraciones mayores hacia el extremo occidental de las transectas, que alcanzaron valores de 3 mg m^{-3} (transecta 1).



Las transectas de la región-centro norte (transectas 7, 9 y 11) presentaron concentraciones muy bajas de clorofila, quedando bien caracterizadas por las isolíneas de 0,5 y 1 mg m⁻³, sin evidenciar gradientes zonales de importancia. Lo anterior fue válido también para las transectas de la región centro sur, que evidenciaron un leve incremento en la concentración de clorofila-a en la transecta 14 que superó los 1,5 mg m⁻³. En tanto las transectas del sector sur del área prospectada, mostraron un incremento en la concentración de clorofila-a sólo en la transecta situada en el extremo sur del área de estudio, que presentó un núcleo superficial superior a 2 mg m⁻³.

5.5.1.3 Transectas longitudinales

Las variaciones latitudinales en las variables medidas fueron analizadas también a través de transectas paralelas a la línea de costa, utilizando estaciones representativas del sector más oceánico y más costero (sobre la plataforma continental) del área de estudio. La transecta “oceánica” comprendió las estaciones 1, 4, 9, 10, 13, 18, 19, 22, 27, 31, 35, 38, 39, 43, 52, 53, 61, 64, 68, 72, 73, 77, 81, 87 y 88; en tanto que la transecta “costera” incluyó, de norte a sur, a las estaciones 3, 6, 7, 12, 15, 16, 21, 24, 25, 28, 32, 36, 42, 46, 48, 49, 55, 56, 59, 62, 65, 69, 76, 80, 83, 84 y 91.

a) Transecta costera

La transecta costera consideró estaciones sobre la plataforma continental, donde su profundidad máxima no sobrepasó los 100 m en la mayoría de los casos. En esta transecta se observó escasa variación meridional en la temperatura superficial, con aguas levemente más cálidas (> 12,5 °C) en el extremo norte. En general, todo el transecto mostró una columna de agua isotermal y bien caracterizada por la isoterma de 12 °C (**Figura 86a**).



Al contrario de lo reportado para la temperatura, la salinidad mostr3 marcas variaciones latitudinales a lo largo del transecto, principalmente asociadas a la presencia de aguas con salinidades superficiales bajas observadas al sur de los 36°S, debido a la diluci3n costera provocada por la mezcla con aguas de origen continental provenientes de los r3os situados en la regi3n centro-sur y sur del 3rea prospectada, particularmente el sistema Itata-B3ob3o (37°S), el estuario del r3o Valdivia-Tornagaleones (40 °S) y los r3os Bueno-Maull3n y aguas provenientes del sistema de fiordos y canales asociadas al extremo sur del 3rea prospectada. En profundidad (aunque s3lo hasta los 100 m), la presencia de aguas con salinidades mayores a 34,6 psu se evidenciaron s3lo al norte de los 33°S revelando la presencia de las AESS (**Figura 86b**). Por su parte, el campo vertical de la densidad fue similar al rese3ado para la salinidad, con una clara diluci3n superficial producto del aporte de aguas continentales, que se expres3 en dos n3cleos superficiales de baja densidad ($< 24,6 \sigma_t$) asociados al sistema B3ob3o-Itata y a la Bah3a de Corral (estuario de os r3os Valdivia-Tornagaleones), lo que contrasta claramente con el sector norte del 3rea de estudio, donde se detectaron densidades superficiales mayores a $26,0 \sigma_t$ (**Figura 86c**).

La distribuci3n vertical de ox3geno disuelto en la transecta costera evidenci3 dos situaciones distintas. Al norte de los 37°S se observ3 un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado con valores mayores a 5 ml l^{-1} , una d3bil oxiclina situada entre los 20 y 60 m de profundidad, y la presencia de aguas con pobre contenido de ox3geno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$), espacialmente coincidentes con el m3ximo de salinidad, corroborando la presencia de AESS en profundidades por sobre los 70 m de profundidad y al norte de los 33°S (**Figura 86d**). Por el contrario, el sector situado al sur de los 36°S, present3 una columna de agua homog3nea con valores superiores a 6 ml l^{-1} .

La transecta costera evidenci3 valores extremadamente bajos de biomasa fitoplanct3nica, sin la presencia de variaciones meridionales de clorofila-a. Todo el



sector costero del 1rea prospectada estuvo bien caracterizada por la disposici3n espacial de las isol3neas de concentraci3n de 0,5 y 1 mg m⁻³ (**Figura 86e**).

b) Transecta oce1nica

A diferencia de la transecta latitudinal costera, la transecta oce1nica estuvo dispuesta sobre el talud continental. Se observ3 la presencia de aguas fr3as a lo largo de todo el transecto oce1nico. El estrato superficial (primeros 50 m de la columna de agua) estuvo dominado por la isoterma de 12°C en gran parte del transecto analizado. Hacia el extremo sur (40°S) se report3 aguas levemente m1s fr3as asociadas con el rompimiento en superficie de la isoterma de 12 °C y el ascenso de las isotermas de 10 y 11°C (**Figura 87a**). Bajo los 300 m de profundidad no hubo diferencias latitudinales importantes, verific1ndose un descenso de la temperatura a una tasa relativamente constante con la profundidad a lo largo de todo el transecto.

Por su parte, la distribuci3n vertical de la salinidad revel3 marcadas diferencias meridionales, especialmente para el estrato superficial (0-50 m) donde se observa el claro efecto de diluci3n producido por procesos de mezcla con aguas continentales. De esta manera, la regi3n situada al norte de los 34°S evidenci3 aguas superficiales comparativamente m1s salinas (> 34,4 psu), en tanto que a partir de los 36 °S se observ3 la presencia de aguas de salinidades menores (<33,9 psu) debido al efecto producido por procesos de mezcla con aguas continentales y al aporte de aguas provenientes del sistema de fiordos y canales asociados al extremo sur del 1rea de prospecci3n (**Figura 87b**). En el estrato subsuperficial, se aprecia claramente la penetraci3n hacia el sur de aguas comparativamente m1s salinas (> 34,6 psu), caracterizando la presencia de las AESS, las que ocuparon el estrato entre los 100 y los 380 m de profundidad en el extremo norte del 1rea de prospecci3n, para posteriormente estrecharse y debilitar su presencia hacia el sur, hasta virtualmente quedar ausentes a partir de los 38°S.



La disminución de la salinidad bajo los 400 m de profundidad, especialmente en el sector sur muestra la presencia incipiente de las AIA en este estrato.

La distribución vertical de la densidad evidenció la presencia superficial de aguas más densas ($> 26,0 \sigma_t$) en el extremo norte del área de estudio (al norte de los 34°S) y, por el contrario, aguas menos densas ($< 25,6 \sigma_t$) al sur de los 36°S . Bajo los 200 m de profundidad, todo el transecto presentó un incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad alcanzando los $26,8 \sigma_t$ bajo el estrato de 300 m (**Figura 87c**). Por otra parte, la concentración de oxígeno disuelto evidenció un estrato superficial bien oxigenado a lo largo de todo el transecto, que se intensifica a partir de los 38°S hacia el sur, alcanzando concentraciones superiores a los 6 ml l^{-1} . Se observó una oxiclina bien desarrollada principalmente en la región situada al norte de los 36°S , situada entre los 20 y 140 m de profundidad, la que se debilita y profundiza significativamente desde los 37°S hacia el sur. Bajo los 150 m de profundidad se observa la incursión hacia el sur de aguas con muy bajo contenido de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$), espacialmente coincidentes con el máximo salino subsuperficial ($> 34,6 \text{ psu}$), que corrobora la presencia de las AEES en este estrato de profundidad. Al sur de los 38°S no se observó la isolínea de concentración de 1 ml l^{-1} . Bajo los 400 m se verificó un incremento de la concentración de oxígeno disuelto, corroborando la presencia de AIA hacia las máximas profundidades de muestreo (**Figura 87d**).

La **Figura 87e** muestra claramente mayores concentraciones de clorofila-a asociadas a la región norte del área de estudio, destacando un núcleo superficial (0-20 m) de concentraciones comparativamente más altas ($> 3,0 \text{ mg m}^{-3}$) en el extremo norte del transecto (Estación 1) y un núcleo subsuperficial (20-30 m) de concentraciones superiores a los $2,0 \text{ mg m}^{-3}$, situados en los $31^\circ 10'\text{S}$ (Estación 13). Por su parte, el estrato superficial del resto del transecto estuvo dominado por aguas con biomasa fitoplanctónica que fluctuaron entre los $0,5$ y 1 mg m^{-3} . Bajo los 60 m



de profundidad, todo el transecto mostr3 concentraciones muy bajas de clorofila-a, inferiores a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$.

5.5.1.4 Perfiles verticales individuales

El an3lisis de la distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas medidas en el 3rea de estudio se presenta a la forma de: a) perfiles verticales individuales por estaci3n de muestreo, agrupando las estaciones insertas en la zona norte ($29^\circ - 32^\circ\text{S}$), zona centro-norte ($32^\circ - 35^\circ\text{S}$), zona centro-sur ($35^\circ - 38^\circ 20'\text{S}$) y zona sur ($38^\circ 20' - 42^\circ\text{S}$) y, b) perfiles verticales promedio para cada una de las 27 transectas realizadas durante la prospecci3n.

a) Zona norte ($29^\circ\text{-}32^\circ\text{S}$)

La Figura 27 presenta los perfiles verticales de cada una de las estaciones de muestreo realizadas en el sector norte del 3rea de estudio. En esta regi3n, los perfiles verticales de temperatura evidenciaron la presencia de aguas superficiales centradas en los $12\text{-}13^\circ\text{C}$ (**Figura 88a**), con la virtual ausencia de estratificaci3n t3rmica o la presencia de termoclinas muy d3biles situadas entre 40 y 65 m de profundidad. Los m3ximos gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre $-0,026 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estaci3n 15) y los $-0,116 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estaci3n 1), con un valor promedio de $-0,054 \pm 0,026 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$, cuyo bajos valores reflejan la escasa estratificaci3n t3rmica en la regi3n norte del 3rea de estudio.

Por su parte, la distribuci3n vertical de la salinidad y la densidad en este sector (**Figuras 88b y c**) revelaron la presencia de haloclinas y picnoclinas ausentes o muy d3biles, situadas entre los 50 y 100 m de profundidad. La presencia de un estrato subsuperficial con salinidades comparativamente mayores (m3ximo salino) se verific3 entre los 120 y los 300 m, en tanto que los m3ximos gradientes



verticales fluctuaron entre los 0,008 y 0,025 $\text{psu } 10 \text{ m}^{-1}$ para la salinidad y entre los 0,007 y los 0,028 $\sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$, para la densidad de agua de mar.

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado (entre 4 y 6 ml l^{-1}) en todas las estaciones, además de una oxiclina bien desarrollada situada entre los 10 y 85 m, y de la clara presencia de aguas con baja concentración de oxígeno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) entre los 100 y 400 m de profundidad, caracterizando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en este estrato, y un incremento progresivo de la concentración de oxígeno disuelto bajo los 400 m revelando la presencia incipiente de las Aguas Intermedias Antárticas (AIA) en este estrato de profundidad (**Figura 88d**).

La clorofila-a, en tanto, evidenció las mayores concentraciones entre los 0 y 40 m de profundidad, siendo en general, menores a 4 mg m^{-3} . Por el contrario, bajo los 40 m de profundidad la concentración de clorofila-a exhibió valores extremadamente bajos, en general menores a los 0,5 mg m^{-3} (**Figura 88e**).

b) Zona Centro-Norte (32°-35°S)

Los perfiles verticales de temperatura en este sector, evidenciaron la presencia superficial de aguas comparativamente más frías que las descritas para la zona norte ($< 13^\circ\text{C}$), con una estratificación térmica ausente o muy débil situada entre los 30 y 60 m de profundidad (**Figura 89a**). Los gradientes verticales máximos de temperatura fueron similares a los de la zona norte, denotando la falta de estratificación térmica, y fluctuaron entre los $-0,005 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estación 28) y los $-0,89 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estación 24).

La distribución vertical de salinidad y densidad estuvo caracterizada por una escasa dilución superficial, muy débiles y extensas haloclinas y picnoclinas situadas entre los 10 y 100 m de profundidad, coincidiendo con los bajos valores



del m3ximo gradiente vertical de salinidad y densidad calculado para las estaciones de este sector, cuyo rango fue de $0,002 - 0,025 \text{ psu } 10^{-1}$ para la salinidad y de $0,003 - 0,027 \text{ } \sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$ para la densidad. En este sector, el m3ximo salino ($> 34,6 \text{ psu}$) se situ3 verticalmente entre los 100 y los 330 m de profundidad. Bajo los 350 m se apreci3 un decremento constante de la salinidad con la profundidad, revelando la incipiente presencia de las Aguas Intermedia Ant3rtica (AIA) (**Figura 89b y c**).

Los perfiles verticales de ox3geno disuelto evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado (entre $4 \text{ y } 6 \text{ ml l}^{-1}$) en todas las estaciones y una marcada oxiclina situada entre el estrato superficial y los 100 m de profundidad. Aguas pobres en ox3geno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) se distribuyeron entre los 100 y 320 m de profundidad (**Figura 89d**), denotando el dominio de las AESS en este estrato de profundidad. S3lo hacia los estratos de mayor profundidad fue posible detectar la presencia de AIA caracterizadas por mayores concentraciones de ox3geno disuelto ($> 2 \text{ ml l}^{-1}$). La distribuci3n vertical de la clorofila-a evidenci3 concentraciones menores a las reportadas para la zona norte, con concentraciones que no superaron los $2,0 \text{ mg m}^{-3}$. Bajo los 60 m de profundidad, la mayor parte de las estaciones de muestreo revel3 concentraciones de clorofila-a menores a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ (**Figura 89e**).

c) Zona Centro-Sur (35° - $38^{\circ}30'S$)

En esta zona, los perfiles verticales de temperatura evidenciaron la presencia de aguas fr3as en el estrato superficial ($< 12,5^{\circ}\text{C}$) (**Figura 90a**), con escasa estratificaci3n t3rmica, y gradientes verticales m3ximos que fluctuaron entre los $-0,001^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estaci3n 47) y los $-0,131^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estaci3n 53), con un valor promedio de $-0,046 \pm 0,037^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$.

En tanto, la distribuci3n vertical de salinidad y densidad estuvo caracterizada por un estrato superficial modificado por la mezcla con aguas de origen continental, haloclinas y piconoclinas mejor desarrolladas, una mayor capa de mezcla que alcanz3



los un promedio de 60 m y, un máximo salino situado entre los 100y los 250 m de profundidad. Los máximos gradientes verticales fluctuaron entre los 0,019 – 0,209 $\text{psu } 10^{-1}$ ($0,068 \pm 0,061 \text{ psu } 10^{-1}$) para la salinidad y entre los 0,013 – 0,154 $\sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$ ($0,056 \pm 0,043 \sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$) para la densidad (**Figuras 90b y c**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial con concentraciones similares a las descritas anteriormente (entre 5 y 6 ml l^{-1}) y una oxiclina situada en general entre los 20 y los 260 m de profundidad. Igualmente se observa aguas con concentraciones inferiores a 1 ml l^{-1} situadas entre los 100 y 340 m de profundidad (**Figura 90d**). Bajo los 350 m de profundidad las aguas muestran concentraciones de oxígeno que alcanzan los 3 ml l^{-1} caracterizando en este estrato la presencia de las AIA.

La distribución vertical de la clorofila-a evidenció concentraciones levemente superiores a las reseñadas para la región centro-norte, las que superaron los 2,0 mg m^{-3} , apreciándose numerosos máximos subsuperficiales bajo los 10 m de profundidad. Bajo los 70 m de profundidad, la mayor parte de las estaciones de muestreo mostró concentraciones de clorofila-a menores a 0,5 mg m^{-3} (**Figura 90e**).

d) Zona Sur (38°30'-42°S)

La distribución vertical de las variables ambientales medidas en el sector sur del área prospectada se presenta en la **Figura 91** para cada uno de los perfiles realizados en este sector. Los perfiles verticales de temperatura en esta zona mostraron un mayor estrato superficial isotermal, que alcanzó los 75 m de profundidad, una zona de estratificación vertical más importante que las reseñadas en el resto del área de estudio. Los máximos gradientes verticales de temperatura en esta zona fluctuaron entre los – 0,003 $^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estación 69) y los –1,130 $^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ (estación 77). Por su parte, la distribución vertical de la salinidad y la densidad en este sector revelaron: a) una dilución superficial importante observada en numerosos perfiles debido al aporte



de aguas continentales, m1s fr1as y menos salinas, b) la presencia de haloclinas y pycnoclinas bien desarrolladas situada entre los 50 y 120 m de profundidad. Los m1ximos gradientes verticales fluctuaron entre los 0,003 y 0,505 $\text{psu } 10 \text{ m}^{-1}$ para la salinidad y, entre los 0,002 y los 0,382 $\sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$ para la densidad, c) una mayor profundidad de la capa de mezcla, d) el leve decremento de la salinidad a partir de los 300 m evidenciando la presencia de AIA en este estrato (**Figura 91b y c**).

Los perfiles verticales de ox1geno disuelto en el sector sur mostraron un estrato superficial bien oxigenado centrado en los 6 ml l^{-1} , que se extendi3 en profundidad hasta alcanzar los 70 m, y una oxiclina bien desarrollada situada entre los 75 y 140 m. Se observa el dominio subsuperficial de aguas con menor contenido de ox1geno disuelto, pero sin alcanzar concentraciones m1nimas ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$), lo que indica el debilitamiento en la presencia de las AESS hacia el sector austral del 1rea prospectada (**Figura 91d**). La clorofila-a, evidenci3 m1ximos superficiales y subsuperficiales que no superaron los 3 mg m^{-3} (**Figura 91e**).

5.5.1.5 Perfiles verticales promedio

Los perfiles promedio de todas las variables oceanogr1ficas evaluadas en este estudio se presentan en las Figuras 31, 32, 33, 34 y 35. Se grafic3 los perfiles verticales promedio (m1s su desviaci3n est1ndar) para cada una de las transectas realizadas, con el prop3sito de evaluar las diferencias laterales (entre estaciones) al interior de cada uno de los transectos.

La distribuci3n vertical promedio de la temperatura (**Figura 92**) mostr3 gran parte de las estaciones del sector norte y centro norte (transectos 1 a 16) con ausencia o escasa estratificaci3n vertical. A partir de la transecta 19 y hasta el final del crucero se verific3 una mayor estratificaci3n t1rmica, expres1ndose verticalmente entre los 60 y 120 m de profundidad. Los gradientes laterales fueron d1biles o estuvieron



ausentes, evidenciando escasa variabilidad t3rmica entre las estaciones componentes de cada transecta.

La distribuci3n vertical promedio de la salinidad, a diferencia de lo observado para la temperatura, mostr3 fuertes gradientes laterales (entre estaciones) los que se intensificaron hacia el sector centro-sur y sur debido a la mezcla con aguas continentales aportadas por r3os de la regi3n centro-sur de Chile. En la regi3n norte (entre las transectas 1 y 9) se report3 escasa estratificaci3n salina, con haloclinas muy d3biles situadas entre la superficie y los 130 m de profundidad y una muy baja variabilidad lateral (entre estaciones de muestreo) (**Figura 93**); en tanto, en las regiones centro-sur y sur se registraron haloclinas mejor desarrolladas, estableci3ndose desde pr3cticamente la superficie hasta los 170 m de profundidad. La mezcla superficial con aguas continentales, tuvo un efecto local (costero) y superficial, lo que se verifica por la mayor desviaci3n est3ndar en los perfiles promedio a partir de la transecta 21 (inmediatamente al sur de Puerto Saavedra) y hacia el sur. La escasa extensi3n longitudinal de las transectas (limitadas por el veril de los 500 m), determin3 que la distribuci3n vertical de las variables medidas bajo los 150 m de profundidad estuviera representada, en la mayor3a de los casos, por una sola estaci3n. Por su parte, la distribuci3n vertical promedio de la densidad (**Figura 94**) evidenci3 un patr3n similar al de la salinidad, con muy poca estratificaci3n en las regiones norte y centro-norte (transectas 1 a 10) y, por el contrario, piconoclinas situadas entre los 20 y los 120 m de profundidad al sur de los 36°40'S (transecta 16, Punta Tumbes).

La distribuci3n vertical promedio de la concentraci3n de ox3geno disuelto para cada una de las transectas se presenta en la **Figura 95**. Los resultados revelaron un estrato superficial (< 20 m) bien oxigenado (> 5 ml l⁻¹), con una oxiclina bien definida en todas las transectas y que se situ3 entre la superficie y los 120 m de profundidad en las regiones norte y centro-norte, la que experiment3 una profundizaci3n y se hizo m3s extensa hacia el sur, donde se situ3 entre los 60 y 180 m. Aguas pobres en ox3geno disuelto se verificaron subsuperficialmente entre los entre los 160 y 360 m



de profundidad en gran parte de las estaciones evaluadas, observándose un leve incremento de concentraci3n hacia la m3xima profundidad de muestreo, revelando la presencia de las AESS y de las AIA, respectivamente.

La **Figura 96** muestra los perfiles verticales promedio de clorofila-a para cada una de las transectas realizadas, dando cuenta de gran variabilidad espacial (entre estaciones de la misma transecta). Los perfiles promedio de clorofila-a evidenci3 una mayor variabilidad en los primeros 50 m de profundidad , destacando las transectas 1, 5, 9, 14 y 27 como las que presentaron mayores gradientes laterales.

5.5.1.6 Diagramas TS

La identificaci3n de patrones hidrogr3ficos enfocados a la presencia de masas de aguas, se realiz3 a trav3s de la interpretaci3n de diagramas T-S (temperatura-salinidad). El an3lisis se realiz3 agrupando las estaciones de muestreo para cada una de las zonas establecidas en este reporte y se presentan en la **Figura 97**.

Esencialmente se identific3 la presencia de tres tipos de agua: Agua Subant3rtica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Intermedia Ant3rtica (AIAA). No obstante, en estratos superficiales de la regi3n norte se distingue una ligera influencia de Agua Subtropical (AST). Del mismo modo, en las zonas centro-sur y sur del 3rea prospectada se presenta Agua Subant3rtica Modificada (ASAAM), un tipo de agua descrita por Rojas y Silva (1996) y que se caracteriza por sus bajos valores de salinidad. Los valores caracter3sticos para los tipos de agua descritos en este estudio est3n de acuerdo a lo encontrado anteriormente por otros autores en la regi3n (Blanco *et. al.*, 2001; Rojas y Silva, 1996; Bernal *et al.*, 1982; Silva y Konow, 1975).



a) Zona norte

Los diagramas TS de la zona norte del 1rea de estudio, muestran en los primeros metros una leve influencia de AST, al observarse algunos valores altos en salinidad. En muestras subsuperficiales, alrededor de los 50 m de profundidad se distingue la presencia de ASAA con 1ndices termosalinos que var1an entre 34,24 y 34,30 psu de salinidad, y entre 11,7 y 12,7°C de temperatura. Las AESS muestran un n1cleo aproximadamente a 120 m de profundidad, con 1ndices termosalinos que var1an entre 34,60 y 34,80 psu y entre 11,0 y 12,0 °C. Mucho m1s abajo, a una profundidad superior a 500m se identifica las AIAA, la cual afecta fuertemente la mezcla de los estratos m1s profundos con valores que oscilan entre 34,39 y 34,45 psu y entre 6,3 y 6,5 °C.

b) Zona centro-norte}

En esta regi3n y cerca de la superficie, se observa la ausencia de las AST mientras que las ASAA incrementan considerablemente su participaci3n en la mezcla. Los rangos de ASAA oscilan entre 34,00 y 34,30 psu, y entre 11,7 y 12,7°C. Nuevamente, la presencia de las AESS centra su influencia en los 120 m de profundidad, mostrando 1ndices termosalinos comprendidos entre 34,60 y 34,70 psu, y entre 11,0 y 11,8 °C. En general se observa que las AESS disminuyen levemente su influencia en la mezcla total, observ1ndose adem1s una mayor dispersi3n entre las estaciones proyectadas. Estas caracter1sticas indicar1an una zona de transici3n en la cual la participaci3n porcentual de AESS disminuye en favor del incremento de las ASAA y las AIAA. Finalmente, la presencia de las AIAA muestra valores t1picos de 34,35 psu y 6,5 °C en profundidades del orden de 500 m.



c) Zona centro-sur

Esta regi3n se caracteriza por la participaci3n de aguas continentales en la mezcla superficial, originando un cuerpo de agua denominado ASAAM y que influye de manera particular el margen costero oce3nico del centro-sur y sur del pa3s (Rojas y Silva, 1996). De este modo, los estratos superficiales de esta zona se caracterizan por presentar salinidades asociadas a ASAAM con valores entre 31,00 y 33,00 psu. Las ASAA muestran un n3cleo subsuperficial en torno a los 50 m con salinidades comprendidas entre 33,60 y 34,20 psu, y temperaturas entre 11,7 y 12,8 °C. Cerca de los 120 m de profundidad se encuentran las AESS, con 3ndices termosalinos que oscilan entre 34,55 y 34,65 psu y entre 11,0 y 11,5 °C. Nuevamente se observa que, en general, la presencia de las AESS se ve disminuida a favor de un incremento de ASAA y AIAA. La participaci3n de las AIAA se incrementa levemente con valores de salinidad en torno a 34,30 psu y temperaturas entre 6,0 y 6,5°C.

e) Zona sur

La zona sur muestra una clara influencia superficial de las ASAAM, la cual aporta aguas con salinidades entre 30,00 y 33,00 psu. A 60m de profundidad se observa un marcado n3cleo de ASAA con salinidades comprendidas entre 33,4 y 33,7 psu, y entre 11,0 y 12,5°C. Se distingue una gran disminuci3n de la participaci3n porcentual de AESS, lo que produce que la mezcla se produzca mayoritariamente entre ASAA y AIAA. El n3cleo de influencia de AESS se profundiza ubic3ndose entre 170 y 250m (no mostrado). En los estratos m3s profundos, AIAA se caracteriza por aumentar su participaci3n en la mezcla y mostrar 3ndices termosalinos en torno a 34,30 psu, y entre 5,7 y 6,5°C.



5.5.1.7 Profundidad de la capa de mezcla (PCM), base de la termoclina (PBT), temperatura en la base de la termoclina (TBT) y profundidad del mínimo de oxígeno (PMO)

La profundidad de la capa de mezcla (PCM) presentó un amplio rango de variación en el área de estudio, fluctuando entre los 5 y los 87 m, con un valor promedio de $34,2 \pm 20,4$ m ($n= 75$ datos). La región situada al norte de los 36°S evidenció una distribución espacial de la PCM sin variaciones importantes, quedando el sector bien caracterizado por las isolíneas de 30 y 40 m. Una situación distinta fue observada al sur de los $37^{\circ}50'\text{S}$, donde se evidenció fuertes gradientes zonales de la PCM con valores costeros (< 5 mn) menores a los 30 m de profundidad, contrastando con PCM superiores a los 70 m hacia las estaciones más oceánicas (**Figura 98a**). Hacia el extremo austral del área prospectada, los valores de PCM disminuyen aproximadamente a 30 m de profundidad.

Por otra parte, la profundidad base de la termoclina (PBT) fluctuó entre los 18 y los 178 m, con un valor promedio de $85,4 \pm 33,8$ m ($n= 65$ datos). La distribución espacial de la PBT presentó un claro gradiente zonal, positivo al océano, especialmente en la región sur del área de estudio (37° - 42°S), donde los valores de PBT en la costa fluctuaron entre los 60-80 m y en el sector oceánico alcanzaron los 140 m de profundidad. Magnitudes comparativamente mayores de PBT se encontraron vinculadas con el sector oceánico inmediatamente al norte de Valparaíso los que superaron los 160 m de profundidad (**Figura 98b**).

El espesor de la termoclina (ET) fluctuó entre los 10 y los 139 m ($46,8 \pm 31,51$ m ($n= 61$ datos)). Gran parte del área de estudio evidenció ET centradas en los 30-70 m, no obstante se detectó termoclinas más extensas entre los 31° y los 33°S , alcanzando los 100 m de espesor (**Figura 98c**). Por último, la profundidad del mínimo de oxígeno (PMO) fluctuó entre los 40 y 250 m ($95,3 \pm 36,6$ m; $n= 45$ datos).



El patr3n de distribuci3n horizontal se caracteriz3 por un gradiente longitudinal positivo al oc3ano, donde la PMO se profundiz3 hasta los 120 m en toda el 3rea prospectada. En general el sector costero evidenci3 PMO menores a 80 m (**Figura 98d**). Desde los 39°S y hacia el extremo sur del 3rea de estudio no se detectaron aguas con concentraciones m3nimas de ox3geno.

Los resultados descritos para las estructuras PCM y la PBT en este crucero exhiben un patr3n de distribuci3n espacial similar a lo reportado en cruceros de similar naturaleza para los a3os 1997, 1999, 2000 y 2002 (N3ñez y Ortiz, 1998, N3ñez y Ortiz, 2000, N3ñez *et al.*, 2001 y N3ñez *et al.*, 2002). Al norte de los 37°S la PCM evidenci3 valores similares a los descritos para los a3os 1997, 2001 y 2002 donde predominaron valores centrados entre los 30-40 m. Al igual que reportado en cruceros anteriores, al sur de los 37°S se detect3 la presencia de un marcado gradiente zonal, con valores mayores de PCM asociados al sector m3s oce3nico del 3rea de prospecci3n. Por su parte, la PBT mostr3 un patr3n de distribuci3n similar a lo reportado para estudios previos, con gradientes laterales y m3ximos valores similares a los descritos para los a3os 1997, 1999 y 2002, donde se superaron los 100 m de profundidad; sin embargo, los valores m3ximos de PBT fueron detectados tanto en el sector norte como sur del 3rea prospectada, quedando el sector m3s costero dominado por valores comparativamente menores (50 - 70 m).

En general ambas estructuras exhibieron un incremento hacia la regi3n oce3nica, mientras que la PCM evidenci3 adem3s un claro gradiente hacia el sur, situaci3n que parece ser coincidente con los resultados reportados a partir de cruceros similares en la regi3n (Osses y Blanco 1991; Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; N3ñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997; N3ñez y Ortiz, 1999), y estudios desarrollados entre los 35 y 37° S (N3ñez *et al.*, 1997).



5.5.2 Ictioplancton

5.5.2.1 Distribuci3n espacial y abundancia de huevos y larvas de merluza com3n

El procesamiento y an3lisis de las 87 muestras colectadas durante el invierno de 2004, permiti3 determinar la presencia de 64.701 huevos y 58.838 larvas, de los cuales 4.033 huevos (6,2%) y 121 larvas (0,2%) correspondieron a la especie objetivo, reconoci3ndose 37 registros positivos para huevos y 10 para larvas de merluza com3n, lo que represent3 una frecuencia de 42,5% y 11,4% para cada una de las respectivas fases de desarrollo. El detalle del n3mero de huevos y larvas correspondiente a la totalidad de las muestras procesadas se entrega en la **Tabla 40**.

La fase de huevos exhibi3 abundancias que fluctuaron entre 7 y 753 huevos/10m². La media de huevos por estaci3n positiva alcanz3 a 109 (DS= 146,79), cifra 75,95% inferior respecto a la obtenida en invierno de 2002.

La distribuci3n espacial del desove, de acuerdo a lo observado para la fase de huevos, se3ala que 3ste se verific3 desde punta Maintecillo (32°40'S) hasta punta Duataho (42°00'S), y al igual que en los inviernos de los a3os 2001 y 2002, no se consignan registros positivos en el extremo norte de la zona de estudio, es decir, entre punta Hornos (29°40'S) y punta Huesos (32°10'S); situaci3n que tambi3n se observa en las transectas realizadas al sur de punta Topocalma (34°10'S) y al norte de punta Morguilla (37°40'S). No obstante lo anterior, la mayor frecuencia de registros positivos (n= 25) se verific3 en la franja de estaciones comprendida entre la costa y las 15 mn, zona que alberg3 a m3s del 53,1% del total de huevos de la especie, constat3ndose adem3s que los niveles de abundancia de esta fase de desarrollo presenta una tendencia decreciente en sentido norte-sur (**Fig. 99**).



En relaci3n a los focos de desove cuantitativamente importantes (> 200 huevos) destacan claramente los ubicados a 8 mn al oeste de Santo Domingo (33°40'S), a 3 mn de punta Boyeruca (34°40'S), a 26 mn al sur de Cabo Carranza (35°40'S), a 9 y 17 mn al norte del R3o Tolten (39°10'S) y a 23 mn al oeste de Isla Carelmapu (41°40'S), cuyas abundancias importan al total de huevos de la especie m3s del 55,4%. El resto de las estaciones positivas, excluyendo los focos ya sealados, presentan densidades menores las que fluctuaron entre 7 y 183 huevos/10m². En este contexto, la estaci3n con la densidad m3s importante (753 huevos) se localiz3 a 17 millas al norte del r3o Tolten.

Con respecto al n3mero de huevos, el invierno de 2004 present3 en relaci3n al crucero de invierno precedente una tasa de cambio negativa igual a 68,0%, constituy3ndose el invierno de 2004 en el registro m3s bajo de la serie 1993-2004.

Las fases larvrias se presentaron en un total de 10 estaciones con una abundancia total de 121 espec3menes/10m². Respecto a las densidades larvrias, 3stas fluctuaron entre 7 y 20, con una densidad promedio por estaciones totales igual a 1. La media de larvas por estaci3n positiva alcanz3 a 12 (DS= 4,01), cifra 84,2% menor respecto a la obtenida en el invierno de 2002.

El patr3n de distribuci3n espacial de las larvas de merluza com3n, sealaa que 3stas ocuparon un rango latitudinal significativamente menor respecto de la fase de huevos, el cual se extendi3 desde punta Boyeruca (34°40'S) hasta punta Duataho (42°00'S), no consign3ndose registros positivos entre punta Hornos (29°40'S) y el sur de punta Topocalma (34°10'S) (**Fig. 100**). La mayor frecuencia de registros positivos se verific3 desde puerto Saavedra hacia el sur, observ3ndose una tendencia creciente en sentido norte-sur en sus niveles de abundancia. El foco de desove m3s significativo se corresponde con el observado para el estadio de huevos y se localiz3 al norte del r3o Tolten.



En relaci3n al n3mero de larvas, el invierno de 2004 present3 respecto al crucero de invierno precedente una importante disminuci3n la que se traduce en una tasa de cambio negativa igual a 93,3%, constituy3ndose el presente invierno en el registro m3s bajo de la serie analizada 1993-2004.

Los niveles de abundancia del ictioplancton de merluza com3n analizados a trav3s de los diferentes 3ndices utilizados, se3alan respecto a cruceros precedentes la misma tendencia decreciente. Es as3, como los estadios de huevos y larvas, experimentan una fuerte disminuci3n en su cobertura geogr3fica lo que se traduce en tasas de cambio negativas con respecto al a3o 2002 iguales a 66,4% y 95%. De la misma manera, la densidad promedio por estaciones positivas, utilizada como un 3ndice de la intensidad del desove, se3ala para ambas fases, disminuciones iguales a -63,6% y -84,2%, respectivamente (**Tabla 41**).

Por otra parte, la presencia de huevos de merluza com3n, evidenci3 tres grandes centros de desove los que concuerdan con lo reportado por Bernal *et al.* (1997), los que se localizaron entre Papudo (32°30'S) y San Antonio, frente a puerto Saavedra y 3rea lindante con abundancias muy significativas y finalmente frente a la isla de Chilo3 (42°00'S).

5.5.2.2 Distribuci3n batim3trica de huevos y larvas de merluza com3n

Se realiz3 un an3lisis del ictioplancton de merluza en los tres intervalos de profundidad muestreados, es decir, a 75-0, 150-75 y 200-150 m, registr3ndose solo la presencia de huevos de la especie objetivo, la cual fue bastante escasa y poco frecuente, detect3ndose la mayor ocurrencia de ellos en el estrato intermedio (75-150 m), con tres registros positivos, los que se localizaron frente a punta Boyeruca (34°40'S), al norte de punta Nena (38°10'S) y punta Llesquehue (40°40'S), con densidades respectivas de 78, 234 y 76 huevos/10 m² (**Tabla 42**).



Por otro lado, a nivel más superficial y frente a punta Llesquehue (40°40'S) se registra sólo la presencia de 38 huevos, siendo nula su presencia en el intervalo de mayor profundidad.

También se detectó la presencia de anchoveta, encontrándose tanto huevos como larvas, pero su presencia a nivel de huevos fue de sólo un registro en la capa más superficial, a la altura de punta Lavapié (37°10'S). Por su parte las larvas se distribuyeron tanto en la zona norte y sur del área de estudio, con presencia en cuatro estaciones. Entre los 75-150 metros también se observó la presencia de un solo registro a huevos, mientras que las larvas se detectaron en tres estaciones, correspondientes a las transectas realizadas frente a punta Achira (36°19'S), punta Lavapié (37°10'S) y al norte de punta Nena (38°10'S), siendo estas localidades las que se caracterizaron por presentar presencia de las distintas especies icticas determinadas y también a nivel de huevos y larvas de otras especies.

Estos resultados no son comparables con lo reportado por Cass-Calay (1997) para las larvas de *Merluccius productus*, ya que la presencia de ellas fue nula en esta oportunidad, mientras que por otro lado, los huevos se distribuyeron mayoritariamente en el estrato de 75-150 metros, no siendo concordante con lo reportado por Vargas y Castro (2001), quienes determinaron que el desove de *M. gayi*, se habría verificado sobre la plataforma continental y preferentemente en el estrato de 40m.

5.5.2.3 Biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica total como medida estimativa de la productividad secundaria de la zona de estudio, presentó valores extremos comprendidos entre 32 y 1.062 ml de zooplancton/1000m³ de agua filtrada, con un promedio general para la zona igual a 258 (DS= 214) predominando los valores comprendidos en los



rangos de densidad categorizados entre 34-100, 101-300 y 301-900 ml/1000m³ los cuales representaron el 20,7%, 50,6% y 25,3%, respectivamente. El 3,4% restante se categoriz3 dentro del rango 0-33 ml de zooplancton (**Tabla 43; Fig. 101c**).

El patr3n de distribuci3n espacial de la biomasa zooplanct3nica (**Fig. 102**), expresada dentro del rango comprendido entre 101-300 se present3 desde la zona norte del 3rea de estudio (Coquimbo) hasta el sector centro de la misma (punta Nugurne), encontr3ndose estas concentraciones principalmente en la zona costera del sector norte, desplaz3ndose tambi3n hacia la zona oce3nica entre Topocalma y Constituci3n, exhibiendo las biomesas promedio una tendencia decreciente hacia mar afuera y hacia el sur de la zona de estudio (**Fig. 101a y b**). La distribuci3n de las mayores concentraciones de organismos zooplanct3nicos representados por el rango de densidades 301-900 ml de zooplancton/1000 m³ se registraron a lo largo de todo la extensi3n latitudinal, consign3ndose mayoritariamente y sin interrupciones de otras categor3as desde punta Nugurne hasta el sur de bah3a San Pedro, siendo solo interrumpida en el 3rea oce3nica de la zona sur por las m3ximas concentraciones detectadas, categorizadas dentro del rango 901-10000.

Con respecto a la constituci3n de las muestras, cabe se3alar que el elemento predominante de ellas correspondi3 al mesozooplancton y particularmente al grupo de los cop3podos, euf3sidos y quetognatos, observando tambi3n la presencia de apendicularias.

En t3rminos generales, la biomasa promedio presenta con respecto al invierno de 2002, un incremento en sus niveles de abundancia lo que se traduce en una tasa de cambio igual a 36,5%, constituy3ndose este invierno en el registro m3s alto de la serie 1993/2004 (**Tabla 43**).



Estos resultados coinciden en parte con lo reportado por Rojas *et al.* (1983) y Rojas y Mujica (1981), quienes sealan que las m3ximas abundancias durante el invierno de 1980 y 1981 y para la misma zona de estudio, se observaron entre Talcahuano (36°40'S) y Valdivia (39°50'S) con m3ximos en las inmediaciones de isla Mocha (38°30'S), ya que parte de las estaciones que registraron las m3ximas concentraciones durante el presente estudio estuvieron dentro de esta zona, sin embargo, las biomasa promedio mas altas fueron detectadas entre las latitudes 31°10'S y 37°40'S, mientras que en la zona donde ellos encontraron las densidades m3ximas en esta oportunidad se observaron las biomasa m3s bajas.

5.5.2.4 Biomasa zooplanct3nica con respecto a la profundidad

En la **figura 103** se muestra el total de estaciones analizadas en la zona de estudio, consign3ndose una mayor representatividad de los dos estratos m3s superficiales respecto al de mayor profundidad. Entre las estaciones localizadas desde las latitudes 29°10'S a 37°48'S se observ3 una distribuci3n de valores de biomasa m3s heterog3neo, registr3ndose adem3s dentro de este sector las concentraciones m3s altas, mencionando particularmente los valores de biomasa detectados entre los 0-75 metros de las estaciones 14 y 44, situadas en los paralelos 31°10'S y 35°40'S, mientras que hacia el sector de m3s al sur, entre los 37°10'S y 42°00'S, las biomasa observadas fueron m3s homog3neas en los distintos estratos analizados, con densidades en general menores respecto de las sealadas en el sector de mas al norte (**Fig. 103a**).

La biomasa zooplanct3nica promedio registrada en los tres intervalos de profundidad muestreados fue igual a 178, 74 y 76 ml/1.000 m³, respectivamente (**Fig. 103b**). Demostrando una mayor prevalescencia de organismos a nivel m3s superficial. Aunque el n3mero de estaciones muestreadas en este rango fueron mayores al estrato mas profundo, pero similares al estrato intermedio.



El rango de variaci3n m1s amplio en la biomasa fue observado en el nivel de 0 – 75 metros, con valores comprendidos entre 48 – 796 ml de zooplancton/1.000 m³, localiz1ndose ambas concentraciones a 11 y 2.8 mn de las latitudes 34°10'S y 31°10'S, respectivamente. En este estrato de profundidad predominaron las biomasa comprendidos entre 101-300, representando el 65,4% de la biomasa total, en tanto que las mayores concentraciones s3lo se consignaron en un porcentaje de un 11,5% (**Fig. 104a**).

En el estrato intermedio, 75-150 m, las biomasa estuvieron comprendidas entre 10 y 232 ml de zooplancton/1000m³, localiz1ndose 3stos valores extremos dentro de las primeras 20 mn de la costa, en las latitudes 35°40'S y 30°40'S, observ1ndose ya a esta profundidad una notoria disminuci3n en las concentraciones de individuos, con una clara predominancia de las categor1a de densidad comprendida entre 34-100, la que represent3 el 64% de la biomasa en este estrato de profundidad (**Fig. 104b**).

El estrato m1s profundo, 150-200 metros, exhibi3 valores de biomasa menos amplios y que fluctuaron entre 37 y 134 ml, siendo 3stos detectados a 14,3 y 27 mn de las latitudes 36°09.9'S y 35°40'S. El 70% de las observaciones estuvieron registradas dentro de la categor1a de densidades de 34-100 (**Fig. 104c**).

5.5.2.5 Indices de abundancia de huevos y larvas de merluza com1n

Se estim3 sobre la base de toda la informaci3n hist3rica del proyecto y para ambas fases de desarrollo el 1ndice de abundancia propuesto por Smith y Richardson (1979), con el fin de obtener indicadores independientes para la calibraci3n del modelo de evaluaci3n indirecta del stock de merluza com1n.

Con respecto al 1ndice de abundancia de huevos y larvas de merluza com1n (**Fig. 105, Tablas 44 y 45**), las m1s altas estimaciones se obtuvieron en los inviernos de



1993 y 1997 y los m1s bajos se han registrado durante los a1os 2001, 2002 y 2004 para el estadio de huevos y 1995, 1999 y 2004 para las fases larvrias. A partir de 1999 el 1ndice de de abundancia de huevos se ha mantenido pr1cticamente constante fluctuando entre 2,55 y 1,40 exhibiendo una tendencia descendente en sus valores, presentando el invierno de 2004 una tasa de cambio negativa con respecto al a1o 2002 igual a 92,3%. Por su parte, las fases larvrias a partir de 1999 muestran una tendencia general ascendente en sus valores hasta el a1o 2001, experimentando una significativa disminuci3n en el invierno de 2002 y 2004, presentando el invierno de 2004 un porcentaje de cambio igual a -98,2% respecto al a1o 2002.

5.5.3 Relaci3n entre el recurso merluza com1n y las variables f1sicas

5.5.3.1 Rangos ambientales y distribuci3n espacial de merluza com1n

La distribuci3n espacial y batim1trica del recurso revel3 que, durante el crucero de prospecci3n ac1stica, el mayor porcentaje de las estaciones positivas para merluza com1n estuvieron vinculadas con aguas fr1as, de relativamente alta salinidad y con un pobre contenido de ox1geno disuelto. Lo anterior fue especialmente v1lido para la regi3n norte del 1rea de estudio, donde el recurso se observ3 a profundidades comparativamente mayores vinculado con el dominio de las AESS, h1bitat caracterizado por temperaturas promedio de $10,04 \pm 1,17$ °C (considerando la estimaci3n de la variable a la profundidad media del cardumen), salinidades altas ($34,608 \pm 0,070$ psu) y una muy baja concentraci3n de ox1geno disuelto ($0,650 \pm 0,324$ ml l⁻¹) (**Figura 106**).

Por su parte, la regi3n situada al sur de los 35°40'S, caracterizada por una plataforma continental significativamente m1s ancha, un ambiente dominado por ASAA modificadas y virtual ausencia de AESS hacia el extremo sur del 1rea prospectada, mostr3 al h1bitat de merluza com1n con similar valor promedio de



temperatura ($10,32 \pm 1,18$ °C), salinidades comparativamente menores ($34,295 \pm 0,261$ psu) y concentraciones de oxígeno significativamente mayores ($2,48 \pm 1,50$ ml l⁻¹) respecto de la región norte (**Figura 106**). Los rangos ambientales para las variables temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto, evaluadas a nivel superficial y a la profundidad media del cardumen en cada estación de muestreo, se presentan en la **Tabla 46**.

Los rangos ambientales en que se encontraba el recurso merluza común en el período del cruce, corroboran la asociación de merluza común con las AESS en gran parte del área de estudio, principalmente al norte de los 35°S, hecho que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en aguas con bajo contenido de oxígeno, alternando con aguas más oxigenadas detectadas entre los 50 y 150 m de profundidad (ASAA).

La relación entre la densidad de merluza común y la profundidad de ecosonda (ECOS), la profundidad media del cardumen (prof. media), la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT), y la profundidad de la mínima de oxígeno (PMO) se presenta en las Tablas 47 y 48, para el sector norte y sur del área de estudio, respectivamente.

En el sector norte del área de estudio, los resultados de este análisis exploratorio revelaron que la profundidad media a la que se encontraban los cardúmenes de merluza común evidenció correlaciones moderadas ($r > 0,4$), positivas y significativas ($p < 0,05$) con la ECOS ($p = 0,005$), la PCM ($p = 0,004$) y la PMO ($p = 0,003$), no siendo significativa para la PBT ($p = 0,180$). Asimismo, se observó un coeficiente de correlación comparativamente mayor ($r = 0,619$) y significativo ($p = 0,000$) entre la profundidad de ecosonda y la PMO, confirmando la presencia de concentraciones bajas de oxígeno hacia las máximas profundidades de muestreo. Por su parte, para la región sur se observaron correlaciones más altas, positivas y significativas entre la profundidad media de los cardúmenes de merluza



com3n y la ECOS ($r= 0,799$; $p= 0,000$), la PBT ($r= 0,474$, $p= 0,041$) y la PMO ($r= 0,486$; $p= 0,035$), no siendo significativa para la PCM ($p= 0,699$). Asimismo, se observ3 correlaciones altas y significativas entre la PMO y la ECOS ($r= 0,641$; $p= 0,003$) y la PBT ($r= 0,789$; $p= 0,000$).

Paralelamente, con el prop3sito de indagar sobre las relaciones existentes entre la densidad de merluza com3n (ton mn^{-2}) y las variables ambientales medidas, se realiz3 un an3lisis de correlaci3n m3ltiple (Zar, 1999), incorporando las variables temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$) y temperatura a la profundidad promedio del cardumen, salinidad superficial (psu) y salinidad a la profundidad promedio del cardumen, densidad ($\sigma\text{-t}$) y densidad a la profundidad promedio del cardumen, ox3geno disuelto superficial (ml l^{-1}) y ox3geno disuelto a la profundidad promedio del cardumen, concentraci3n de clorofila-a integrada en una columna de agua de 50 m, profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, temperatura en la base de la termoclina, profundidad del m3nimo de ox3geno y profundidad de ecosonda en cada estaci3n de muestreo.

El an3lisis de las relaciones entre la densidad de merluza com3n y las variables ambientales caracter3sticas del h3bitat, rese3adas en el p3rrafo anterior, para las observaciones realizadas en toda el 3rea prospectada, revel3 ausencia de correlaci3n y significancia estad3stica ($p > 0,05$) con las variables ambientales medidas en el estrato superficial (5 m), as3 como correlaciones bajas pero significativas para algunas variables medidas a la profundidad media de los card3menes de merluza com3n, esto es: temperatura ($r= -0,399$; $p= 0,001$) y salinidad ($r= -0,313$; $p= 0,011$), adem3s de la profundidad media del card3men ($r= 0,456$; $p= 0,000$), la ECOS en cada estaci3n ($r= 0,395$; $p= 0,001$), la PBT ($r= 0,321$; $p= 0,09$) y el espesor de la termoclina (ET) ($r= 0,26$; $p= 0,031$), en tanto que la relaci3n con la PMO fue levemente superior al nivel de significancia utilizado ($p= 0,089$) (ver **Tabla 49**).



Destacan los coeficientes de correlaci3n altos y significativos entre la profundidad media de localizaci3n del recurso y variables medidas a la profundidad media de distribuci3n del recurso, esto es: temperatura ($r=-0,951$; $p= 0,000$), salinidad ($r=-0,742$; $p= 0,000$), concentraci3n de ox3geno ($r= 0,656$; $p= 0,000$), adem3s de la PMO ($r= 0,284$; $p= 0,022$) y la clorofila-a integrada ($r= 0,260$; $p= 0,036$) (ver **Tabla 49**).

De igual manera, se correlacion3 la densidad de merluza com3n y las variables ambientales para las observaciones realizadas en la regi3n norte ($29^{\circ}40'S - 35^{\circ}10'S$) del 3rea de estudio. Los resultados revelaron ausencia de correlaci3n con las variables ambientales medidas en superficie, as3 como correlaciones bajas pero significativas para la temperatura medida a la profundidad media de los card3menes de merluza com3n ($r= -0,316$; $p= 0,032$) adem3s de la profundidad media del cardumen ($r= 0,356$; $p= 0,015$), la ECOS en cada estaci3n ($r= 0,306$; $p= 0,039$), la PBT ($r=0,300$; $p= 0,043$) y el ET ($r= 0,319$; $p= 0,031$) (ver **Tabla 5**). Destacan coeficientes de correlaci3n comparativamente m3s altos y significativos entre la profundidad media de localizaci3n del recurso y variables medidas a dicha profundidad, esto es: temperatura ($r=-0,944$; $p= 0,000$), salinidad ($r=-0,816$; $p= 0,000$), concentraci3n de ox3geno disuelto ($r= 0,663$; $p= 0,000$), adem3s de la ECOS ($r= 0,410$; $p= 0,005$), la PCM ($r= 0,421$; $p= 0,004$), la PMO ($r= 0,427$; $p= 0,003$) y la clorofila-a integrada en los primeros 50 m de profundidad ($r= 0,381$; $p= 0,009$) (**Tabla 50**).

El mismo an3lisis realizado para el sector sur ($35^{\circ}40'S - 42^{\circ}0'S$) del 3rea de estudio revel3 ausencia de correlaci3n y significancia estad3stica ($p> 0,05$) con las variables ambientales medidas en el estrato superficial (5 m), a excepci3n de la temperatura ($r= 0,728$; $p= 0,000$), y correlaciones comparativamente m3s altas para las variables medidas a la profundidad media de los card3menes de merluza com3n, esto es: temperatura ($r= -0,584$; $p= 0,009$), salinidad ($r= -0,576$; $p= 0,010$) y ox3geno disuelto ($r= 0,423$; $p= 0,071$); adem3s de la profundidad media del cardumen ($r= 0,656$; $p= 0,002$), la ECOS en cada estaci3n ($r= 0,771$; $p= 0,000$) y



la clorofila-a integrada en los primeros 50 m de la columna de agua ($r = -0,567$; $p = 0,011$) (ver **Tabla 5**). Se obtuvo correlaciones m3s altas y significativas entre la profundidad media de localizaci3n del recurso y variables medidas a dicha profundidad y en la superficie (5 m) (ver **Tabla 6**), adem3s de la PBT ($r = 0,474$; $p = 0,068$), el ET ($r = 0,427$; $p = 0,041$) y la PMO ($r = 0,486$; $p = 0,035$) (ver **Tabla 51**).

Los coeficientes de correlaci3n moderados a bajos encontrados en el crucero de julio-agosto de 2004, entre la densidad de merluza com3n (y su disposici3n batim3trica) con las variables ambientales medidas, puede explicarse al considerar la gran extensi3n, tanto latitudinal como batim3trica de merluza com3n durante el presente crucero, lo que implica el reconocer que el recurso se distribuy3 verticalmente en ambientes distintos, con diferentes condiciones oceanogr3ficas, lo que influir3a en el encontrar coeficientes mayores, especialmente al considerar toda el 3rea de estudio. Lo anterior, es confirmado por los gr3ficos bivariados entre la densidad de merluza com3n y la profundidad media del card3men, la latitud, las variables ambientales medidas y las estructuras oceanogr3ficas verticales calculadas (**Figuras 107 - 109**), evidenciando, en general: a) la distribuci3n del recurso fuera de la plataforma continental, lo que fue particularmente v3lido para la regi3n norte; b) densidades superiores a 100 ton mn^{-2} se observaron s3lo entre los $32^{\circ}50'S$ y los $37^{\circ}00'S$; c) densidades superiores a las 100 ton mn^{-2} distribuidas s3lo entre los 275 y 280 m de profundidad, sobre un rango mucho mayor de distribuci3n vertical (60 – 450 m).

Gran parte de la densidad de merluza com3n se encontr3 asociada al rango batim3trico dominado por las AESS, aunque una peque3a fracci3n se report3 vinculado con las ASAA, especialmente en el sector sur del 3rea de estudio.



5.5.3.2 Modelos aditivos generalizados

Debido a la distribución de tipo log-normal que muestra la densidad acústica de merluza común, ésta fue transformada usando logaritmo neperiano para normalizarla. Las demás variables, en su mayoría se distribuyen normal excepto el oxígeno que sigue una distribución asimétrica (**Figura 110**).

Se analizaron relaciones entre la densidad de merluza común y una o más variables ambientales (e.g. temperatura, salinidad, oxígeno y densidad), siempre en presencia de una o más variables relacionadas con el espacio físico (e.g. latitud, longitud, profundidad de la agregación) para cada año en particular. Los modelos evaluados consideraron la asociación no paramétrica entre las variables basándose en la utilización de suavizadores “loess” con un lapso o “span” igual a 0,8 y un grado de 1.

Debido a que la densidad acústica de merluza común fue valorada en el espacio, primero se analizaron las variables de posición latitud y profundidad (Modelo 0), incorporando luego la longitud geográfica (Modelo 1), y luego una ó dos variables ambientales (**Tabla 52**).

La significancia estadística de cada variable incorporada en los modelos se evaluó determinando el valor-F y el valor de significancia estadística asociada al modelo correspondiente en relación al modelo básico (**Tabla 52**), el cual sería el Modelo 1 donde se incluye a las variables de posición latitud, longitud y profundidad, y que resultó ser mejor que el Modelo 0 en reducir la Deviance. Por lo tanto, el Modelo 1 se considera aquí como modelo básico contra el cual se compara el resto de los modelos que incluyen una variable ambiental.

En el Modelo 1 se identifica un patrón a través de los años, que indica una cierta relación no-lineal con la latitud en que la densidad de merluza común disminuye al sur de los 36° S aproximadamente (**Figura 111a**). Sólo en los años 1999 y 2004,



no se observa esta disminución. En el 2000, 2002 y 2004 el Modelo 1 no es mejor que el Modelo 0, básicamente porque en esos años la longitud geográfica no está relacionada con la densidad de merluza común.

El Modelo 2, que incluye la temperatura, fue mejor que el Modelo 1 en todos los años, excepto para los años 2002 y 2004. La relación con la temperatura ha cambiado a través de los años (**Figura 111a**). En 1997, la densidad de merluza común se relacionó lineal y positivamente con la temperatura. En 1999, ocurre una relación tipo rampa que indica una relación lineal y positiva hasta los 10°C y sin relación después de esa temperatura. En el 2000, ocurre una relación tipo rampa inversa al caso de 1999; esto es, con una relación lineal negativa después de los 10°C. En el 2001, hay una relación no lineal del tipo parabólica con la mayor densidad de merluza común entre 10 y 11°C. En el 2002, aunque se identifica una relación lineal negativa con la temperatura, ésta relación no es significativa y finalmente, en el 2004 la relación de tipo rampa positiva se vuelve a evidenciar, al igual que lo encontrado en 1999.

Para el periodo total, considerando todos los años de evaluación entre 1997 y 2004, la relación entre la densidad de merluza común es evidente con las variables de posición espacial (latitud y longitud) así como con la profundidad (**Figura 112a**). Sin embargo, debido a las diferencias incluso antagónicas que son observadas en algunos años, la relación entre la densidad de merluza y la temperatura (**Figura 112b**) no es muy clara a pesar de ser significativa.

Los modelos con otras variables ambientales no fueron mejor que el Modelo 1. Por ejemplo el Modelo 3 que incluye la salinidad fue significativa solamente en el año 2000. El Modelo 4 que incorpora el oxígeno disuelto solamente tiene un efecto significativo en el 2001 y 2002. Mientras que el Modelo 5 que considera la densidad del agua de mar fue mejor que el Modelo 1 en el 2000 y 2001. En el año



2004, se evidencia que ning3n modelo mejora significativamente el ajuste generado al considerar el modelo b3sico (**Tabla 53**).

En el 2002, a pesar de que el Modelo 4 es mejor que el Modelo 1 en t3rminos de reducir la Deviance, se debe recordar que el Modelo 1 no fue mejor que el Modelo 0 (**Tabla 53**).

Por lo general, los mecanismos que controlan la distribuci3n de la densidad de peces son complejos y no muy bien comprendidos. Se considera que las agregaciones de peces en determinado momento son una funci3n tanto de los procesos biol3gicos (e.g. condici3n reproductiva, alimentaci3n, otras) y de los procesos ambientales que est3n ocurriendo en diferentes escalas de tiempo y espacio; como de los niveles de abundancia poblacional. A pesar que los estudios emp3ricos que buscan correlaciones entre la densidad de peces y las variables f3sicas del ambiente no pueden revelar los mecanismos que determinan que en determinado lugar ocurra una cierta densidad de peces, son de utilidad para analizar patrones recurrentes. En este sentido, la t3cnica estadística utilizada para hacer emerger dichos patrones debe ser lo suficientemente robusta para detectar respuestas no lineales de la densidad ante variaciones en las condiciones ambientales. Esta es precisamente la ventaja de los modelos aditivos generalizados.

Considerando los modelos GAM identificados en este estudio, uno de los principales resultados fue la relaci3n entre la densidad de merluza com3n y la temperatura del mar a la profundidad de las agregaciones. Esta relaci3n, sin embargo, presenta deriva interanual en el sentido que en cada a3o en particular fue posible identificar una relaci3n diferente. En consecuencia, no es posible establecer si la temperatura a la profundidad de las agregaciones es una variable causal de la distribuci3n o de la densidad.



Desde el punto de vista de la salinidad y del oxígeno disuelto, la merluza común no presentó relaciones con estas variables ni con la densidad del agua de mar. La densidad de merluza común es mejor representada por las variables de posición que por variables ambientales. Se destaca que estas relaciones se ha evaluado básicamente considerando los datos acotados a la presencia de merluza común, pero no se incorporó las variables ambientales en lugares donde no había merluza común. Un modelo que se base en presencia-ausencia podría revelar mejor las relaciones ya que es probable que las concentraciones más importantes del recurso se distribuyan en sectores localizados con un rango característico de las variables analizadas.

5.5.3.3 Análisis de rangos ambientales para merluza común

La identificación de las asociaciones entre recursos ícticos y rangos ambientales particulares, se considera el primer paso para incorporar los efectos de la variabilidad ambiental en el análisis de cruceros de abundancia (Perry y Smith, 1994; Harrison y Parsons, 2000). Los resultados del análisis de correlación entre la densidad de merluza común, las variables oceanográficas medidas y estructuras oceanográficas verticales, revelaron en general, coeficientes de correlación significativos pero moderados o bajos. Por tal motivo, se intentó indagar sobre la existencia de rangos de distribución preferenciales del recurso sobre una variable ambiental determinada, a partir de la metodología reseñada por Perry y Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), quienes proponen un método estadístico para la identificación de asociaciones entre la distribución de recursos marinos y las condiciones del hábitat.

La metodología precitada consta de tres etapas: a) la caracterización de la distribución de frecuencia general de variables ambientales representativas del hábitat del recurso, determinadas a la profundidad media de los cardúmenes (en nuestro caso, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y profundidad media del cardumen), a través de la construcción de curvas de frecuencia acumulativas



empíricas; b) la construcción de curvas de frecuencia acumulativa para cada variable ambiental ponderada por la densidad de merluza común y, c) la determinación de la fuerza de la asociaci3n entre la densidad y la variable ambiental y la significancia estadística ($p < 0,05$) para el grado de diferenciación entre las dos distribuciones.

De esta manera, si la poblaci3n se distribuye en forma aleatoria respecto de la variable ambiental, las dos curvas de frecuencia relativa acumulada evolucionarán de manera similar (D'Amours, 1993; Perry y Smith, 1994). Por el contrario, si el recurso se encuentra asociado a un rango particular de valores de la variable ambiental, estas curvas se comportarán en forma diferencial, evolucionando a diferentes tasas (diferentes pendientes). Para evaluar la significancia estadística, se modeló la distribuci3n de la prueba estadística bajo la hipótesis nula de una asociaci3n al azar entre la densidad de merluza común y la variable ambiental representativa del hábitat, a través de un remuestreo Monte Carlo. Lo anterior se llevó a cabo aleatorizando los pares de $[(Y_i - \bar{Y}) / \bar{Y}]$ y x_i a través de todos los i para todos los datos y luego se calculó la prueba estadística para los nuevos pares. El x_i para el apareamiento se obtuvo de un muestreo con reemplazo de la x_i observada con la probabilidad $1/n$. Este procedimiento se repiti3 2000 veces hasta obtener una pseudopoblaci3n de las pruebas estadísticas bajo la hipótesis nula.

Las variables ambientales a contrastar en esta oportunidad fueron la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, variables físicas y químicas que pueden afectar la distribuci3n espacial y temporal de los peces (Laevastu y Hayes, 1991), además de la profundidad media de disposici3n vertical de los cardúmenes en el área de estudio. Debido a que el área de prospecci3n presentó gradientes meridionales importantes la asociaci3n entre el recurso y su entorno ambiental se indagó considerando dos zonas con batimetrías distintas, a saber: una zona norte ($29^{\circ}40'S$ - $35^{\circ}10'S$) y una zona sur ($35^{\circ}40'S$ - $42^{\circ}00'S$).



La **Figura 113** muestra las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas ($f(t)$) para las variables temperatura, salinidad, concentraci3n del oxígeno disuelto y profundidad media del cardumen, y las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas para el producto entre la variable ambiental y la densidad de merluza común ($g(t)$). Al considerar las regiones norte y sur del área de estudio, la comparaci3n entre las curvas $f(t)$ y $g(t)$ revel3 una evoluci3n distinta para gran parte de las variables ensayadas, evidenciando diferencias significativas entre ambas curvas para la temperatura, la salinidad y la profundidad media del cardumen. De esta manera, la regi3n norte mostr3 diferencias significativas entre ambas distribuciones para las variables temperatura ($p= 0,021$), salinidad ($p= 0,009$) y profundidad media del cardumen ($0,031$); en tanto que la concentraci3n de oxígeno disuelto evidenci3 un valor de significancia levemente superior ($p= 0,080$) a la significancia estadística utilizada en este estudio ($p<0,05$), lo que revel3 que, en la regi3n norte del área prospectada, el recurso se encontr3 asociado a aguas con temperaturas frías ($9,4 - 10,2$ °C), más salinas ($34,55-34,65$ psu) y en presencia de bajas concentraciones de oxígeno disuelto ($0,5-0,63$ ml l⁻¹); asimismo, los resultados indican que el recurso no estuvo asociado a la plataforma continental, sino que se encontr3 vinculado con profundidades mayores ($290-310$ m).

Por su parte, la regi3n sur (al sur de los $35^{\circ}40'S$) mostr3 diferencias significativas entre las curvas $f(t)$ y $g(t)$ para las variables temperatura ($p= 0,003$), salinidad ($p= 0,027$) y la profundidad media del cardumen ($0,001$). La concentraci3n de oxígeno disuelto ($p= 0,999$) no evidenci3 diferencias significativas indicando una distribuci3n espacio-temporal aleatoria respecto de esta variable ambiental, lo que no denota un grado de preferencia por un rango de oxígeno disuelto determinado. Lo anterior muestra que, en la regi3n situada al sur de los $35^{\circ}40'S$ el recurso se encontr3 asociado principalmente con aguas frías ($9,5-10,2$ °C), comparativamente menos salinas ($34,2-34,5$ psu) y vinculado con profundidades medias que fluctuaron entre los 245 y 260 m.



En s3ntesis, el an3lisis sobre preferencia de rangos ambientales asociados a la distribuci3n de merluza com3n en el 3rea y per3odo de estudio, evidenci3 un h3bitat caracterizado por aguas fr3as, salinas y de concentraciones bajas de ox3geno disuelto, especialmente en la regi3n norte del 3rea de estudio, caracterizada por una muy estrecha plataforma continental y una distribuci3n m3s profundas de los card3menes de merluza com3n; evidenciando una estad3a casi permanente en las AESS.

Con el prop3sito de conocer de variaciones interanuales, para el per3odo 1997-2004, en el an3lisis de preferencia de rangos ambientales de merluza com3n en el 3rea de estudio, se realiz3 un an3lisis similar para los a3os 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002, los que se contrastaron con los resultados provenientes del presente crucero (**Tablas 54 y 55**). Al considerar todos los datos registrados (toda el 3rea de estudio), los resultados destacan: a) la distribuci3n aleatoria respecto de la concentraci3n de ox3geno disuelto ($p > 0,05$) en todos los a3os, revelando la ausencia de preferencia ambiental por esta variable; b) la ausencia de preferencia por rangos ambientales detectada en el a3o 2002, para todas las variables ensayadas; c) la evoluci3n diferencial entre $f(t)$ y $g(t)$ para la temperatura, a excepci3n de los a3os 2002 y 1997, aunque en 3ste 3ltimo el valor $p = 0,095$ fue levemente superior que el criterio de significancia utilizado; d) la evidencia de diferencias significativas en todos los a3os (salvo 2002) para las distribuciones de $f(t)$ y $g(t)$ al considerar la profundidad media del card3men. Al considerar el per3odo 1997-2004, se establece que el recurso prefiere aguas fr3as con temperaturas entre 9,8 y 11,6 °C y salinidades altas fluctuando entre 34,474 y 34,601 psu; en tanto que los rangos de profundidad media del cardumen muestran una distribuci3n m3s somera del recurso en el a3o 1997 y una progresiva profundizaci3n hacia el a3o 2004 (ver **Tabla 54**).

Este an3lisis realizado independientemente para los sectores norte y sur, muestran que: a) la mayor3a de las preferencias ambientales ($p < 0,05$) se



establecen en la región norte, lo que es especialmente válido para la temperatura; b) la concentración de oxígeno disuelto sólo evidenció diferencias significativas entre $f(t)$ y $g(t)$ para el año 1997 (sector norte) y 2002 (sector sur); c) en el año 2004 se verificó preferencias ambientales para la totalidad de las variables ensayadas, a excepción de la concentración de oxígeno disuelto (**Tabla 55**).

5.6 Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común

Se procesó y analizó un total de 552 agregaciones mediante el programa Sonardata Echoview, correspondientes a merluza común, información extraída de las transectas de prospección acústica, navegaciones de búsqueda y de los lances de pesca.

Se aplicó un análisis de componentes principales para establecer y jerarquizar las variables individuales o agrupadas que permitan diferenciar o caracterizar las agregaciones de estas especies. Posteriormente se analiza los valores de los descriptores según zonas delimitadas latitudinalmente.

5.6.1 Resultados generales agregaciones merluza común

Los valores promedios, máximos y mínimos junto a su desviación estandar y el coeficiente de variación de los descriptores batimétricos y morfométricos se entregan en la **Tabla 56**.

5.6.1.1 Descriptores batimétricos

Las agregaciones de merluza común se distribuyeron en profundidades que variaron entre los 50 y 487 metros presentando un valor promedio de 211 metros. La distribución de frecuencia de este descriptor presenta una moda principal en los



120 m con el 18,5% de las observaciones y una moda secundaria centrada en los 300 m con el 7,2% de las agregaciones (**Fig. 114**)

El fondo del suelo marino en donde se detectaron las agregaciones fluctuó entre los 56 y 499 metros con un promedio de 223 metros. La distribución de frecuencia de la profundidad del fondo presenta una moda principal en los 140 m (21,2%) a la vez que se observa un rango secundario de preferencia que fluctúa entre los 300 y 440 metros donde se acumula el 33,5% de las observaciones (**Fig. 115**).

La similitud entre las distribuciones de frecuencia de la profundidad de agregaciones y la profundidad del fondo indica una fuerte asociación de esta especie con el suelo marino, lo que se refleja en los valores obtenidos del índice de altura, descriptor que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar. Éste varió entre 0 (es decir directamente sobre el suelo marino) y 28. El valor promedio fue de 5,8%, es decir muy cercano al fondo.

La distribución de frecuencia de este descriptor, presentó los mayores valores hacia el sector izquierdo de la curva, con una moda centrada en el valor 3 con el 15% de las observaciones. El 85,3% de las agregaciones se encontraron a menos del 10% del fondo marino (**Fig. 116**).

En relación a los estudio efectuados el 2001 y 2002 (índice de altura 17,7% y 8,5%) este año siguió la tendencia a detectar las agregaciones más cerca del fondo. Por otra parte se observa también una leve disminución de la profundidad promedio de las agregaciones (217 m, el 2002 y 211 m, el 2004) asociada a una disminución en la profundidad promedio del fondo (237 m, el 2003 y 223 m, el 2004), se puede señalar que al igual que el año 2002 el recurso se localizó de preferencia sobre la plataforma continental y no tanto sobre el margen superior del talud continental como ocurrió el año 2001.



5.6.1.2 Descriptores morfológicos

Las agregaciones de merluza común presentaron un largo promedio de 973,6 metros con un amplio rango de variación, fluctuando entre los 21 m y los 11.658 m. La distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, presenta una orientación hacia el sector izquierdo de la curva, resultando que el 19,9% de las agregaciones presenta longitudes en el rango entre 100 y 200 m, moda principal. Aún así se presentó un 30,1% de agregaciones con largo sobre los 1.000 m (**Fig. 117**).

La altura promedio de las agregaciones de esta especie alcanzó los 9,2 m, detectándose agregaciones de hasta 63,7 m de alto, con un mínimo de 1,7 m. La distribución de frecuencia del descriptor altura orienta los valores altos hacia el sector izquierdo de la curva, centrando la moda en los 4 m de altura (**Fig. 118**).

La elongación (relación largo/alto de las agregaciones), fluctuó entre los valores 1 y 1.293 con un valor promedio de 99,7; presentando una clara tendencia a formar agregaciones alargadas. La distribución de frecuencia presenta los valores altos desplazados hacia la izquierda de la curva. La moda se centró en el rango entre 20 y 30, con un 11,1% de las observaciones en dicho rango (**Fig. 119**).

El perímetro detectado en las agregaciones de merluza común generó un valor promedio de 6.065 m con un máximo de 86.499 m y un mínimo de 111 m. La distribución de frecuencia del perímetro presenta una distribución centrada hacia el sector izquierdo de la curva, con una moda centrada en el rango entre 500 y 1.000 m a la que concurre el 20,5% de las observaciones. (**Fig. 120**).

El área de las agregaciones al igual que el perímetro presentó grandes variaciones que oscilaron desde los 74 m² hasta 316.796 m². El área promedio fue de 15.240 m². La distribución de frecuencia de este descriptor, también orientada hacia el sector



izquierdo de la curva, nos muestra que la moda se centr3 entre los 250 y 500 m² de 3rea con el 16,5% de las observaciones (**Fig. 121**).

El descriptor dimensi3n fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, se calcula como la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno irregular o alargado. En este caso, este descriptor alcanz3 un valor promedio de 1,60. El valor m3nimo fue de 1,16 mientras que el m3ximo alcanz3 el valor 1,85.

La distribuci3n de frecuencia de la dimensi3n fractal fue de tipo normal, presentando una moda levemente superior al valor promedio, centr3ndose en el valor 1,68 de dimensi3n fractal con el 10,7% de las observaciones. Esta especie present3 una distribuci3n orientada levemente hacia el sector derecho de la curva con el 85,9% de las agregaciones con valores sobre 1,50 (**Fig. 122**).

En comparaci3n a los resultados obtenidos el a3o 2002, en esta oportunidad se detect3 en promedio agregaciones de mayor longitud y mayor 3rea que el estudio anterior. Las alzas en los valores promedios de longitud y 3rea se explica debido a la detecci3n de agregaciones especialmente extensas, por lo cual, el valor de elongaci3n promedio tambi3n se present3 m3s elevado este a3o.

Con respecto a la dimensi3n fractal, se mantuvo a niveles similares al obtenido el a3o 2002 (1,60 y 1,55), siempre reflejando una tendencia de esta especie a formar agregaciones medianamente cohesionadas con tendencia hacia el sector derecho de la curva.



5.6.2 Resultados análisis componentes principales

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 57** donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones de merluza común.

A fin de determinar si efectivamente las variables se encuentran correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones (**Tabla 58**) en donde se encontró una alta correlación entre la longitud de agregaciones con el perímetro, área y elongación. Presentando a su vez, el perímetro, área y elongación una buena correlación entre ellos. Llama la atención la alta correlación positiva entre la profundidad de las agregaciones y la profundidad del fondo.

Los valores propios y la proporción de la variabilidad total y acumulada explicada por cada uno de los componentes se entrega en la **Tabla 59**. Se generaron un total de ocho componentes, siendo el más importante el componente 1, el que presenta un valor propio de 3,75 y explica el 46,8% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,20 y explicando el 27,5% de la variabilidad.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999). Los componentes 1,2 y 3 cumplen la condición, explicando en conjunto el 88,2% de la variabilidad total. La representación gráfica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **figura 123**.

La **Tabla 60** entrega los valores de la correlación entre las variables originales y los componentes principales. Estos valores son obtenidos posterior a la rotación ortogonal de los ejes con el método Varimax, a fin de centrar más cerca de los



ejes de los componentes a las variables originales. En esta Tabla se observa que el largo, el per3metro, el 3rea de las agregaciones (los cuales presentaban una muy buena correlaci3n entre ellos) presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, resultando que 3sta involucra principalmente a los descriptores morfom3tricos de las agregaciones.

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batim3tricas como son profundidad de agregaciones y profundidad del fondo, los valores negativos de las correlaciones implican que disminuir3 el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables. El componente 3 se asocia principalmente con la elongaci3n.

Al observar gr3ficamente la correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes (**Fig. 124**), se corrobora que el componente 1 se asocia con las variables morfom3tricas, en las que se aprecia la fuerte correlaci3n positiva con el largo, el per3metro y el 3rea. Mientras que el componente 2 asocia las variables batim3tricas, apreci3ndose que la profundidad de agregaciones y profundidad del fondo presentan una correlaci3n positiva con este componente, mientras que el 3ndice de altura tiene una baja correlaci3n negativa con 3l.

Como se nombr3 anteriormente, el uso de los tres primeros componentes principales explica el 79% de la variabilidad total, permitiendo desechar la variable original dimensi3n fractal, la cual presentaba la menor correlaci3n con el resto de las variables.

De acuerdo a los resultados obtenidos este a3o con respecto al 2002, se observa que el uso de los tres primeros componentes explica en un mayor porcentaje la variabilidad de los descriptores, repiti3ndose el uso de las variables originales referidas a las caracter3sticas morfom3tricas en el primer componente y batim3tricas, en el segundo componente.



5.6.3 Descriptores según zona de estudio

A fin de comparar los valores de los descriptores según la zona de estudio, se calculó los valores promedios, máximo y mínimos de éstos para las cuatro zonas definidas anteriormente, los resultados se entregan en la **Tabla 61**. Posteriormente y previa normalización de los datos se aplicó un análisis de varianza a fin de determinar si los valores promedios de los descriptores en las cuatro diferentes zonas presentaban diferencias significativas, los resultados se entregan en la **Tabla 62**.

El análisis de varianza permitió concluir que existen diferencias significativas para las cuatro zonas para todas las variables. Un posterior análisis, permitió determinar las zonas en que las diferencias no son significativas. La representación gráfica de los valores promedios (normalizados) y sus intervalos de confianza por zona se aprecia en la **figura 125**.

Respecto a los descriptores batimétricos, en promedio las agregaciones se encontraron a mayor profundidad en la zona 1, es decir la zona más al norte. Lo mismo ocurrió con la profundidad del fondo en donde la zona 1 presentó una mayor profundidad promedio, situación similar al 2002. El índice de altura presenta un menor valor en la zona 1 con respecto al resto, indicando que más al norte las agregaciones se encontrarían más cercanas al fondo. En general las zonas 2, 3 y 4 no presentan diferencias entre sí en el valor de las variables batimétricas (**Fig. 125**)

Los descriptores morfológicos tales como largo, alto, elongación perímetro y área presentaron sus mayores valores en la zona 4 es decir mas al sur; mientras que, para estas mismas variables, las zonas 1 y 2 no presentan diferencias significativas. Los valores de la dimensión fractal son similares para las zonas 1, 2 y 3, mientras que para la zona 4, es significativamente menor. En general, se puede apreciar que las agregaciones de mayor tamaño y más definidas geométricamente se encuentran en la zona más al sur, situación ya observada el año 2002, gráficamente también se aprecia esta tendencia (**Fig. 125**).



6. ANÁLISIS Y DISCUSI3N DE RESULTADOS

La dinámica del stock de la merluza común se ha asociado a la variabilidad de sus niveles de reclutamientos (Gatica y Cubillos, 2004) y cuya magnitud e intensidad serían altamente dependientes de las condiciones oceanográficas predominantes durante el año de desove (Sepúlveda, 1997; Payá, 1997). Espino y Wosnitzamendo (1989) postulan para el caso de la merluza peruana que durante los eventos ENSO el recurso se dispersa aumentando su área de distribución, lo que disminuye los efectos de la competencia y canibalismo, lo que termina favoreciendo reclutamientos posteriores. En tanto que, Sepúlveda (1997), plantea la existencia de relaciones entre el aumento del índice de surgencia y la temperatura superficial del mar lo que favorece la abundancia de individuos de 3 y 4 años con un desfase de 5 y 2 años, respectivamente.

Durante la década comprendida entre los años 1993-2002, la merluza común experimentó un fuerte incremento en el tamaño de su stock variando en el período de 416 millones a 2.879 millones de individuos y su biomasa de 212 mil a 1.555 mil t en igual período. Este apreciable aumento del stock, se ha sustentado en la presencia de clases anuales fuertes generadas a partir de los eventos ENSO 1992-93 y 1997-98 y cuyo paso a través de la pesquería permitió que hasta el año 2002 el stock estuviese conformado casi en un 60% por ejemplares pertenecientes a los GE III-VI (Lillo *et al.*, 2003). Por otra parte, Gatica y Cubillos (2004) señalan que en el período 1992-2000 el stock de merluza se habría encontrado en un período de alta abundancia, producto de clases anuales fuertes en 1993, 1994, 1997 y 2000, que en conjunto, a niveles de mortalidad por pesca bajas a moderadas entre 1997 y 2000, habrían conformado un escenario que favoreció el incremento de la biomasa total. Otro elemento que habría favorecido el aumento del tamaño del stock, es la presencia de procesos reproductivos exitosos



especialmente en los a1os 1993 y 1997, cuando los 1ndices de abundancia de larvas superaron en un orden de magnitud, a los valores observados en los otros cruceros efectuados anteriormente.

El aumento del tama1o del stock evidenciado hasta el estudio del a1o 2002, no hab1a tenido un impacto global importante tanto en sus niveles de agregaci3n (Indice de Gini) como en la distribuci3n espacial del mismo, pues 1sta se hab1a mantenido relativamente estable, con desplazamientos latitudinales que pueden considerarse como normales dada la amplia distribuci3n latitudinal del stock. Adem1as, los resultados observados no suger1an una expansi3n del 1rea de distribuci3n, sino m1s bien que el mayor nivel de stock se hab1a traducido en un aumento de las densidades locales y que podr1a ser una de las causas del aumento para el per1odo 1993-2002 de los rendimientos de pesca de la flota comercial que opera de preferencia sobre la merluza com1n (Tascheri *et al.*, 2004).

El escenario observado hasta el a1o 2002 a partir de las evaluaciones directas de merluza com1n como del monitoreo de la pesquer1a, se1alaban un stock en un nivel alto de biomasa, una estructura et1rea amplia, estabilidad de las tallas medias de la capturas (47 cm), 1reas de operaci3n de la flota estables, duraci3n de los viajes de pesca constantes y cercanos a su m1nimo hist3rico (IFOP, 2004; Gatica y Cubillos, 2004; Lillo *et al.*, 2003; Tascheri *et al.*, 2004).

Sin embargo, desde mediados del a1o 2002 se comenz3 a observar en el 1rea de la pesquer1a una inusual presencia de jibias, hecho que afect3 el normal desenvolvimiento de la actividad de captura de merluza com1n, pero que no impact3 de igual manera a los distintos sectores, en efecto, Tascheri *et al.* (2004) rese1an para el sector pesquero artesanal de la V Regi3n una disminuci3n sostenida (-70%) del rendimiento de captura en el per1odo 2001-2004, mientras que para la VIII Regi3n indican un aumento del 29% el rendimiento de pesca (2001-2002) y seguida de una disminuci3n del 12% (2002-2003) la que se



prolongó hasta el 2004 (IFOP, 2004). Los mismos autores indican para la flota industrial de potencia menor a 1.200 HP, que es aquella que opera de preferencia sobre la merluza común, un nivel histórico de rendimiento de pesca (~3,5 t), iniciando en el 2003 una tendencia decreciente que se extendió hasta el 2004. Las variaciones mencionadas, podrían estar asociadas a la dinámica espacial del stock, el que ha mostrado desplazamientos latitudinales en la posición de su centro de gravedad y que podrían alterar la disponibilidad del recurso en los sectores más alejados de él

Dos años después de haber efectuado un crucero de prospección donde se registró el máximo valor del tamaño del stock de merluza común, se efectúa un nuevo crucero de prospección y sus resultados muestran una disminución del tamaño del stock en su biomasa (-82,5%) como en su abundancia (-70%). Teniendo en consideración las condiciones señaladas anteriormente para el año 2002 y que no se han registrado cambios mayores en las condiciones ambientales, no se aprecia una razón consistente que pudiera explicar esta situación, frente a lo cual se han planteado una serie de posibles causas que pudieran explicar este hecho tales como: cambios en la disponibilidad, sobrepesca, subreportes, aumento de la mortalidad natural por predación de la jibia, entre otros (IFOP, 2004).

Al comparar los cruceros efectuados el año 2002 y el 2004, la gran diferencia que se observa entre ambos estudios es el aumento en la abundancia de jibia, hecho que se reflejó en la densidad relativa estimada a partir de los lances de pesca de identificación que varió de 3,5 t mn⁻² a 35,5 t mn⁻², ésto es un aumento de diez veces en la abundancia de jibias en la zona de estudio, lo cual debiera generar un impacto sobre el stock de merluza común teniendo en cuenta que el 29% de los estómagos de jibia muestreados tuvieron a la merluza común como ítem. Aunque no se tiene una estimación del consumo diario de merluza común, por parte de la jibia, se debe considerar que la ración diaria de la jibia estimada en el en las costas del Pacífico norte, costas que la ubican en niveles entre el 5% y 9% de su



peso corporal (Bazanov, 1987 *fide* Nigmatullin *et al.*, 2001), lo que da una señal de la gran capacidad de remoción que genera en su proceso de alimentación.

La merluza común había sido hasta el año 2002 la especie predominante en el complejo demersal de la zona central de Chile, aunque como resultado del presente estudio su importancia relativa aparece disminuida ubicándose en segundo lugar después de la jibia, hecho que da cuenta del cambio en la estructura específica de la zona de estudio acaecida en el período 2002-2004.

Un elemento importante en la estimación mediante métodos hidroacústicos de un stock lo constituye su relación de longitud-fuerza de blanco, sin embargo es sabido que las mediciones para estimar esta relación debe cumplir una serie de condiciones, entre las cuales cabe mencionar: distribución del recurso en condiciones monoespecíficas; distancia entre el transductor y los peces, que disminuya la presencia de blancos múltiples, son algunos de los factores que se deben considerar en este tipo de mediciones. Dentro de los cruceros de evaluación acústica efectuados por el IFOP es una actividad de rutina recopilar datos de fuerza de blanco de los recursos en estudio, pero lo anterior no significa que todos los datos puedan ser empleados para tal efecto. De los datos recopilados en este estudio, se consideraron aquellos lances en que la captura de merluza común era superior al 90%, sin embargo el estrecho rango de tallas y alta variabilidad de la fuerza de blanco, no permitieron un ajuste confiable de la relación longitud-fuerza de blanco por lo que se debió utilizar la relación de $TS = 20 \cdot \log(L) - 68,5$ descrita por Lillo *et al.* (1996). A este respecto, se debe señalar que las estimaciones de fuerza de blanco realizadas durante los últimos años para diferentes especies del género *Merluccius*, presentan como característica una convergencia a una relación de dependencia cuadrática de la fuerza de blanco con la longitud ($20 \cdot \log(L)$) con un término independiente en torno a -68, como es el caso de *Merluccius capensis* (Svelingen y Ona, 2001), *Merluccius gayi peruanus* (MacLennan, 2000) y en *Merluccius productus* (Kieser *et al.*, 1998), quienes luego de efectuar



una revisión histórica de mediciones estimaron también un valor de -68, el cual es similar al obtenido por Traynor (1996) para la misma especie. Así, se estima que la relación utilizada durante los estudios de evaluación de merluza común, se enmarca dentro de los resultados esperables para esta especie y que además, el hecho de haber utilizado la misma relación en todos los estudios valida la tendencia de las estimaciones.

En lo referente a los aspectos reproductivos del stock, la distribución de los EMS mostró que en agosto de 2002 la merluza común estaba en un activo proceso de desove con una estructura similar a la observada el año 2001 (Lillo *et al.*, 2002), lo que confirma lo señalado por Bernal *et al.*, (1997) acerca de un desove en agosto-septiembre. El análisis de los EMS macroscópicos, así como el valor promedio del IGS, permitieron indicar que durante el periodo de muestreo las hembras de merluza común se encontraban en un proceso reproductivo en desarrollo, lo que fue corroborado por el examen histológico de los ovarios, que indicaron plena actividad vitelogénica de maduración gonadal y de desove, sin visualizarse indicios claros hacia una disminución de la intensidad reproductiva. Estos resultados confirman que el desove principal de *Merluccius gayi gayi* ocurre entre agosto y noviembre, de acuerdo a lo reportado para las costas de Chile por Balbontín y Fischer (1981) y Alarcón y Arancibia (1993), como también, a lo visualizado en evaluaciones en similar zona y período por Lillo *et al.* (2002, 2003).

Aunque en merluza común existen numerosos registros de longitud de primera madurez sexual, los que han sido obtenidos mediante la utilización en su mayoría de observaciones macroscópicas de madurez gonadal, lo que debe de considerarse al momento de comparar los estimados en el tiempo. Para una estimación consistente de longitud de primera madurez sexual, es indispensable considerar que: se realice en el período de máxima actividad reproductiva; contar con una buena cobertura y representatividad de tamaños, en especial aquellas longitudes cercanas al valor medio de madurez; un buen ajuste del modelo que interprete los



valores observados; utilizar t3cnicas microsc3picas, las cuales dan certeza, debido a la alta precisi3n en la clasificaci3n de la madurez gonadal, elemento b3sico para discernir entre maduro e inmaduro.

Investigaciones con t3cnicas macrosc3picas citan a Balbont3n y Fischer (1981), quienes utilizando datos de 1965 estiman para la zona de Coquimbo una talla de primera madurez sexual de 32,3 cm de longitud total; de 36,2 cm para la zona de San Antonio y de 39,4 cm para la zona de San Vicente. Alarc3n y Arancibia (1993), la reportan en 37 cm de longitud total para hembras recolectadas entre Constituci3n e Isla Mocha. Balbont3n y Bravo (1993b), quienes recalcularon los datos de Balbont3n y Fisher (1981), se3alan un valor de 36,5 cm de longitud total para San Antonio; de 33,5 cm para Valpara3so y de 39,1 cm para San Vicente. As3 mismo, estiman con muestras de 1992 una talla de 36,6 cm de longitud total para San Vicente. Posteriormente, para la zona centro norte (29° 10' S-35° 30'S) y centro sur (35° 31' S-41° 28,6' S), se la ha reportado en 37,5 cm y en 35,1 cm de longitud total, respectivamente, con un valor de 36,7 cm para el 3rea total (Balbont3n y Bravo, 2001). Lillo *et al.* (2003), para estas mismas dos zonas, la se3alan en 37,0 cm y en 36,9 cm de longitud total, respectivamente, con una talla de 37,0 cm para el 3rea total. En este estudio, mediante la utilizaci3n de una t3cnica microsc3pica, se estim3 para la zona centro norte, una longitud de primera madurez sexual de 38,9 cm y para la zona centro sur, en 39,0 cm de longitud total, correspondiendo para el 3rea total de estudio una talla de 38,9 cm. Este valor fue similar al reportado por Cerna y Oyarz3n (1998), quienes analizaron microsc3picamente las hembras recolectadas en la zona de Talcahuano.

Estimaciones de fecundidad modal en esta especie han sido obtenidas por Alarc3n y Arancibia (1993), quienes la se3alan en 143.397 ovocitos en promedio, para hembras con tama3os entre 36 cm y 75 cm de longitud total (300 a 2.760 gramos peso corporal), indicando el modelo de regresi3n lineal como el mejor ajuste de la fecundidad con el peso corporal y la longitud total. Cerna y Oyarz3n



(1998), reportan una fecundidad promedio de 142.031 ovocitos, para hembras entre 43 cm y 79 cm de longitud total, encontrando que el modelo lineal fue el que mejor explicó la fecundidad con las variables corporales (peso y talla). En el 2001, en similar zona y período de estudio, se calcula para la zona centro norte (29° 10' S-35° 30' S) una fecundidad promedio de 150.712 ovocitos y para la zona centro sur (35° 31' S-41° 28,6' S), un promedio de 139.615 ovocitos, resultando el mejor ajuste de la fecundidad con el peso corporal mediante el modelo lineal, mientras que con la longitud total se ajustó a un modelo de potencia (Lillo *et al.*, 2002). Estos registros de fecundidad modal son comparables al estimado para la zona centro sur en el año 2004, de 143.585 ovocitos en promedio para hembras entre 43 cm y 77 cm de longitud total, encontrándose que el modelo lineal fue el que presentó el mejor ajuste tanto para la longitud total como para el peso corporal. En el 2002, Lillo *et al.* (2003) reportan fecundidades con promedios superiores a los valores señalados, siendo de 185.591 ovocitos en la zona norte y de 217.681 ovocitos en la zona sur.

Los valores de fecundidad relativa promedio en el 2004, de 122 y 135 ovocitos para la zona norte y sur, respectivamente, son comparables a los estimados de 115 ovocitos (Alarcón y Arancibia, 1993) y de 135 ovocitos (Cerna y Oyarzún, 1998). En evaluaciones en similar zona y período de estudio, en el 2001 reportan para la zona norte una fecundidad relativa de 152 ovocitos y para la zona sur, de 160 ovocitos (Lillo *et al.*, 2002) y en el 2002, la señalan en 156 y 232 ovocitos para el área norte y área sur, respectivamente (Lillo *et al.*, 2003).

Desde el punto de vista oceanográfico, el hábitat de la merluza común asociado a la distribución de la merma para el área y período de estudio, estuvo caracterizado por aguas frías, salinas y concentraciones bajas de oxígeno disuelto, con una estadía recurrente en Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales.



La distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas indicaron la ausencia de estratificaci3n t3rmica, la presencia de haloclinas y picnoclinas d3biles y extensas situadas entre la superficie y los 130 m de profundidad y oxiclinas bien desarrolladas entre la superficie y los 180 m de profundidad. Subsuperficialmente, entre los 160 y los 360 m de profundidad, se registraron aguas m3s salinas y con pobre contenido de ox3geno disuelto, caracterizando a las AESS particularmente al norte de los 37°40'S.

En t3rminos generales no se encontraron relaciones claras entre el recurso y el ambiente, hecho que se puede atribuir a la amplia distribuci3n espacial de la merluza com3n.

Finalmente, se debe se~alar que las diferentes condiciones ambientales observadas en los ocho cruceros de evaluaci3n hidroac3stica efectuados, no modificaron el comportamiento espacial del stock de la merluza com3n, el cual en todos ellos ha presentado una distribuci3n estructurada y georreferenciada, es decir, su comportamiento espacial est3 asociado a su 3rea de distribuci3n, a diferencia de otros recursos como el jurel que presenta un ambiente-referenciado.



7. CONCLUSIONES

- La biomasa media total de merluza común se estimó en 273.860 toneladas (236.582-311.138 t) por el método geoestadístico y de 272.084 t (235.494-308.674) por el método de conglomerado.
- Los valores de biomasa se ubican en los niveles más bajos de las ocho estimaciones de evaluación acústica efectuadas en el período 1993-2004, representando una disminución del 82,5% en comparación al año 2002.
- La distribución espacial de la merluza común abarcó latitudinalmente toda el área de estudio y longitudinalmente está asociada a la plataforma y parte superior del talud continental.
- La distribución de la merluza común estuvo desplazada hacia la zona centro sur del área de estudio, con el 93% de la biomasa localizado al sur de Los Vilos.
- La abundancia de merluza común se estimó en 876.465.659 ejemplares, de los cuales 482.615.732 fueron machos y 393.849.926 hembras.
- La abundancia de merluza común representó una disminución del 70% en relación con el tamaño del stock evaluado el año 2002.
- El stock de merluza común estuvo compuesto principalmente por los GE I, GE II y GE III, los cuales constituyen el 69,6% de la abundancia del stock. La moda principal la constituyeron los GE I, GEII y GE III.



- El peso promedio de los ejemplares de merluza com3n, se estim3 en 310 g, lo que represent3 una disminuci3n del 42,5% en relaci3n con el a3o 2002, como efecto de la estructura et3rea m3s juvenil del stock.
- El 3ndice gonadosom3tico (IGS) calculado para las hembras adultas (mayores o iguales a 37 cm de longitud total) evidenci3 un activo proceso de maduraci3n gonadal, correspondiendo a un valor promedio de 4,0 para el 3rea total y fluctuando de 3,0 en la subzona 1 a 5,7 en la subzona 4.
- El recurso se encontr3 en plena actividad reproductiva de desarrollo ovocitario (42%) y de desove (15%), sin visualizar indicios claros hacia una disminuci3n de la intensidad reproductiva (1%).
- La talla de primera madurez sexual se estim3 en 38,9 cm para el sector centro norte (29°10'S-35°30'S) y de 39,0 cm en el sector centro sur (35°31'S-42°00'S). Para el 3rea total correspondi3 a 38,9 cm de longitud total.
- La fecundidad modal promedio fue de 87.881 ovocitos para el sector centro norte y de 143.585 ovocitos para el sector centro sur. La fecundidad relativa promedio fue de 122 ovocitos y de 135 ovocitos para el 3rea centro norte y centro sur, respectivamente.
- Las principales especies de fauna acompa3ante en las capturas de la evaluaci3n directa de merluza com3n fueron: jibia, merluza de cola, granadero chileno, chancharro, besugo y raya volant3n.
- La especie de mayor importancia relativa correspondi3 a la jibia que contribuy3 con el 55,5% de la captura total y el 79,6%% de la fauna acompa3ante; le sigue en orden de importancia la merluza de cola, con el 1,98% y 2,8%.



- Las diferencias observadas en el vector de valores medios de la densidad local (CPUA), considerando 17 especies presentes en los 8 cruceros, son significativamente diferentes, es decir, la CPUA media de estas especies ha cambiado a través del tiempo.
- La distribución espacial del desove se verificó desde punta Maintecillo ($32^{\circ}40'S$) hasta punta Duataho ($42^{\circ}00'S$) y, al igual que en los inviernos de los años 2001 y 2002, no se consignan registros positivos en el extremo norte de la zona de estudio, es decir, entre punta Hornos ($29^{\circ}40'S$) y punta Huesos ($32^{\circ}10'S$).
- La mayor frecuencia de registros positivos se verificó en la franja comprendida entre la costa y las 15 mn, que albergó a más del 53,1% del total de huevos de la especie. Los niveles de abundancia de las fases de huevos y larvas presentan una tendencia decreciente en sentido norte-sur.
- Batimétricamente, los huevos de merluza común fueron encontrados sólo en tres estaciones en los estratos 150-75 metros.
- El índice de abundancia de huevos tal como el de larvas, registraron su nivel más bajo de la serie de datos comprendida entre 1993-2004. Ambos indicadores mantienen la tendencia decreciente que se observa a partir del año 1999.
- La distribución vertical de las variables oceanográficas indicaron la ausencia de estratificación térmica, la presencia de haloclinas y picnoclinas débiles y extensas situadas entre la superficie y los 130 m de profundidad, y oxiclinas bien desarrolladas entre la superficie y los 180 m de profundidad. Subsuperficialmente, entre los 160 y los 360 m de profundidad, se registró aguas más salinas y con pobre



contenido de ox3geno disuelto, caracterizando a las AESS particularmente al norte de los 37°40'S.

- Se detectaron correlaciones bajas y, en general, no significativas entre la densidad de merluza com3n y las variables ambientales ensayadas, medidas a la profundidad media de distribuci3n de los card3menes del recurso.
- Los ocho cruceros de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n efectuados en el per3odo 1993-2004 han sido efectuados bajo diferentes condiciones ambientales y en todos ellos el stock de merluza com3n ha presentado una distribuci3n estructurada y georreferenciada.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, M. 1996. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*) En: Jürgen
- Aguayo, M. and Robotham, H. 1984. Dinámica poblacional de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) Gadiformes-Merluccidae. *Invest. Pesq. (Chile)* 31, 17-45. (In Spanish, with English abstract.)
- Aguayo, M. and Young, Z. 1982. Determinación de los factores que han incidido en los cambios de la abundancia del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en el periodo 1968-1981. *Inf. Cient-Téc. Inst. Fom. Pesq. Chile*, 79 pp.
- Alarcón, R y H. Arancibia. 1993 Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848), *Ciencia y Tecnología del Mar (CONA)* 16: 31-45.
- Alheit and Tony J. Pitcher (ed.) Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman y Hall, London
- Anderson, M. 1988. Studies on the *Zoarcidae* (*Teleostei*, *Perciformes*) of the Southern Hemisphere: two new general and new species from temperate South America. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 45(11):267-276.
- Arcos, D y M. Salamanca. 1984. Productividad primaria y condiciones oceanográficas superficiales en el Pacífico Sud-oriental. Latitudes 32 – 38° S. *Biología Pesquera*, 13:5-14.



- Arcos, D. F. 1987. Seasonal and short time-scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph. D. Thesis Dissertation. State University of New York, Stony Brook, 203 pp.
- Arcos, D.F., S. Núñez y A. Acuña. 1996. Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano, Chile central: Identificación y dinámica de áreas de retención larval. *Gayana (Oceanología)*, Vol4 (1): 21-58.
- Argüelles, J., P. Rodhouse, P. Villegas, G. Castillo. 2001. Age Growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. *Fisheries research*. 54:51-61.
- Bahamonde, N. 1968. Bosquejo taxonómico sobre los estomatopodos de Chile, (*Crustacea, Stomatopoda*). En *Rev. Univ., Universidad Católica de Chile*. año 53, N°31. pp.107 – 119.
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso*. 17(3): 285-334.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993a. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso* 28:111- 132.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 2001. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común. En: Lillo, S. *et al.* Evaluación hidroacústica de merluza común, 2001. informe Final proyecto FIP 2001-18.



- Balbontín, F., F. Uribe, R. Bernal y M. Braun. 2002. Descriptions of larvae of ***Merluccius australis***, ***Macruronus magellanicus***, and ***Micromesistius australis*** from southern Chile. (en prensa).
- Barber, R. T., y Smith, W. O. Jr. 1981. The role of circulation, sinking, and vertical migration in physical sorting of phytoplankton in the upwelling center at 15°S. In F. A. Richards (Ed.), *Coastal Upwelling* (pp. 366–371). Washington, DC: American Geophysical Union.
- Barber, R., Chavez, F. 1986. Ocean variability in relation to living resources during the 1982-83 El Niño. *Nature, Lond.* 319 (6051): 279-285.
- Bernal, P. A., F.L. Robles, y O. Rojas. 1983. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes de Chile-Perú. *Monogr. Biol.*, 2, 75-102, 1982.
- Bernal, P., Ahumada, R. 1985. Ambiente Oceánico. En: Fernando Soler (Ed), *Medio Ambiente en Chile*. Universidad Católica de Chile: 55-106.
- Bernal, R., Balbontín, F., Rojas, O. 1997. Patrones de distribución de huevos y larvas de ***Merluccius gayi gayi*** de la costa de Chile y factores ambientales asociados. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 32(1): 45-66.
- Bez, N. 2002. Curso de geoestadística. Apuntes. 115 pp.
- Bigelow, H.B., y W.C. Shroeder. 1953. Fishes of the gulf of Maine. U.S. Fish Bull. Vol. 53.



- Blanco, J. y C. Cerda. 1993. Informe Final Proyecto Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro-sur. Capítulo Oceanografía. 121 pp + Anexo de Figuras.
- Blanco, J. 1995. Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro-sur. Capítulo: Oceanografía. Proyecto FIP 95-14. Fondo de Investigación Pesquera. 74 pp + Anexo de Figuras.
- Blanco, J., A. Thomas, M. Carr, y T. Strub, 2001. Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 106, C6, 11.451-11.467, 2001.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and *in situ* target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Brandhorst, W. 1959. Relationship between the hake fishery and a southerly subsurface return flow for the Peru Current off Chilean coast. *Nature*, Lond. 183: 1832-1833.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar. (Valparaíso)*, 14(3):45-84.
- Braun, M., V. Valenzuela y H. Miles. 1998. Distribución espacial de huevos y larvas. En: Pre- Informe Final FIP 97 – 21. Dinámica espacial y batimétrica de merluza común en relación a su ciclo de vida en la zona centro-sur.



- Carr, M-E. 2002. Estimation of potential productivity in Eastern Boundary Currents using remote sensing. *Deep-Sea Research II* 49 (2002) 59–80
- Cass-Calay, S.L. 1997. Relation of mean growth rate to concentration of prey-sized particles for larvae of pacific hake (*Merluccius productus*). *Calcofi. Report. Vol. 38: 69 – 76.*
- Castle, P.H. 1986. Family N 40: *Congridae* (pp. 161 – 165) In: Smith M. and P. Heemstra. *Smiths' sea fishes* J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown. South Africa.
- Castro, L. , R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, R. Roa, M. Sobarzo y M. Retamal. 1997. Informe Final Proyecto FIP 96-11. Areas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. Fondo de Investigación Pesquera. 115 pp. + Anexo de Figuras.
- Cerna, F. y C. Oyarzún. 1998. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de Talcahuano, Chile. *Investigaciones Marinas* 26: 31-40.
- Chambers, J.M. y T.J. Hastie. (eds.), 1992. *Statistical Models in S.* Wadworth y Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Chirichigno, N.1974. Clave para identificar peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar Peru, Callao* 44, 387 pp.
- Cleveland, W.S., E. Grosse y W.M.Shyu 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), *Statistical Models in S.* Wadworth y Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.



- Cochran, William G. (1977). *Sampling Techniques*, Third Edition. John Wiley y Sons: New York.
- Cohen, D. and J. Nielsen. 1978. Guide to the identification of genera of fish Order *Ophidiiformes* with a tentative classification of the Order. NOAA Tech. Rep. NMFS, Circ., 417:1-68.
- Cohen, D., I. Inada, T. Iwamoto y N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform of the world. Fao Fisheries Synopsis N°125, Vol. 10 Fir/s 125 vol.10.
- Compagno, L. 1984 b. Sharks of the world. Part 2. *Carcharhiniformes*. FAO Species Catalogue, 4, FIR125: 1-630.
- Compagno, L. 1984. a. Sharks of the world. Part 1. *Hexanchiformes* to *Lamniformes*. FAO Species Catalogue, 4, FIR/s125.
- Cressie, N. A. C.(1993. *Statistics for spatial data*. John Wiley and Son, Inc.
- Cubillos, L., Arancibia, H. 1992. Evaluación del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) de la zona centro sur de Chile por análisis de reducción de stock. En: *Biología Pesquera* 21: 13-19.
- D'Amours, D. 1993. The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperature and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. *Fisheries Oceanography*, 2(1) :24-29.
- De Buen, F. 1959. Notas preliminares sobre la fauna marina preabismal de Chile, con descripción de una familia de rayas, dos géneros y siete especies nuevas. *Bol.Mus. Hist.*



Nat., Santiago, 27(3): 173-201.

Dobson, A. 2002. An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition
Chapman and Hall, London

Efron, B and R. Tibshirani. 1986. Bootstrap methods for standard errors,
confidence intervals, and other methods of statistical accuracy.
Statistical Science (1): 54-77

Espino, M. 2001. El ambiente y los recursos pesqueros en el Perú: Una visión de
largo plazo. En: Segundo taller regional sobre metodologías de
evaluación hidroacústica de recursos pesqueros. Com. Perm. Pacífico
Sur. 11-14.

Espino, M., Castillo, R., Fernández, F. 1996. Biology and fisheries of Peruvian
hake (*M. gayi peruanus*). En: Jürgen Alheit and Tony J. Pitcher (ed.)
Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman y Hall, London

Espino, M., Wosnitza-Mendo, C. 1989. Relación entre las poblaciones de merluza
(*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En R.
Jordán R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso and N. Henriquez (eds).
Simposio Internacional Sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el
Pacífico Sudeste. (CPPS), *Rev. Pacífico Sur* (Número especial), 235-
239.

Fahay, M.P. 1983. Guide to the Early Stages of Marine Fishes Occurring in the
Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian
Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 4: 1 - 423.



- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Dávila. 1995. Capítulo Oceanografía física en: Informe Final. Evaluación Hidroacústica de Jurelen la zona centro-sur, V a IX. Regiones. 220 pp. + Anexos.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. Rev. Biol. 8(1, 2 y 3): 111-124.
- Fischer, W. and F. Balbontín. 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. Berichte der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforschung 21: 56-77.
- Foot, K. H. Knutsen, G. Vestnes, D. MacLennan and J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. (Cooperative Research Report. ICES No.144.
- Francis, R. 1984. Variability in Hydroacoustic Biomass Estimates. Can. J. Fish and Aquat. Sci. (41) 825-826.
- Freon, P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assesment. ICES. Journal of Marine Science, 53(2): 178-183.
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. Acta Ocean. Pacífico. 1(1):137-145.
- Frontier, S. 1983.** Tratamiento de los datos. En: D. Boltovskoy (ed.). Atlas de zooplancton Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq. (INIDEP), Mar del Plata, pp. 169-188.



- Gálvez, M., H. Rebolledo, C. Cuevas. 1999. Determinación de áreas y períodos de reclutamiento. En: Tascheri, R., S. Lillo, M. Rojas, R. Gamboa, P. Gálvez, C. Montenegro,
- Gatica, C. y L. Cubillos. 2004. Análisis talla-estructurado de los cambios de abundancia *en Merluccius gayi gayi* entre 1992 y 2000. Investig. mar., 2004, vol.32, no.1, p.71-87.
- Glantz, S. y B. Sliker. 1990. *Primer of Applied Regression and Analysis of Variance*. McGraw-Hill.
- González, H, M. y H. Miranda. 1999. Software Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG), Versión 5, IFOP.
- Greenwood, P., D. Rosem, S. Weitzman y G. Myens. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *As. Mus. Nat. Hist., Bull.* 131(4):341-455.
- Gunderson, D. R. 1993. *Surveys of Fisheries Resources*. John Wiley and Sons. N.Y. 248 p.
- Guzmán, G.G. 1997. Clave para los crustáceos decápodos anomuros marinos de Chile. *Publ. Depto. Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat, Iquique*, 53 pp.
- Hansen, R., W. Madow, and W. Huwitz. 1954. *Sample survey methods and theory. Vol. I and II. Methods and applications*. J. Wiley and Sons. 564 p.
- Harrison, P.J y T.R. Parsons (eds). 2000. *Fisheries oceanography. An integrative approach to fisheries ecology and management*. Fish y Aquatic Resources. Series 4. Blackwell Science Inc. First Edition, 347 p.



Hastie, T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized additive Models. Chapman y Hall, New York, 559pp.

Herrera, G., E. Bustos-Obregón y F. Balbontín. 1988. Morphological aspects of the gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. Rev. Biol. Mar. 24 (1): 55-71

Hunter, J. 1985. Preservation of norther anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for stimating spawning biomass of pelagic fish: Aplicacion to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Repoprt, NMFS 36: 63-65.

Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frecuency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: aplicacion to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.

Hunter, J. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S. 77: 641-652.

Hunter, J.R., N.H. Lo and R. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 67-77.

IFOP. 2004. Indicadores de la pesquería. En: Taller de análisis y dagnóstico de la merluza común.

wamoto, T. 1979. Eastern pacific macrourids of the genus *Coelorhynchus Giorna* (Pisces: *Macrouridae*). Proc. Calif. Acad. Sci., 42(5): 135-179.



- Kieser, R., W. Saunders and K. Cooke. 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific hake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. Can. Stock Asses. Res. Secret. Res. Doc. 99/15. 53 pp.
- Kong, I. y R. Meléndez. 1991. Estudio taxon3mico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturada entre Arica e Isla Mocha (18°30` - 38°30`S). Estud. Oceanol., Antofagasta. 10: 1-81.
- Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp
- Kramer, D.L. 1987. Dissolved oxygen and fish behaviour. Environm. Biol. Fish., 18:81-92.
- Laevastu, T y M. Hayes. 1991. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News Books Ltd. 199 pp.
- Lamilla, J. 1986. ***Bathyraja albomaculata*** (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (*Chondrichthyes*, *Rajidae*). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepci3n, Chile. Tomo 57:177-182.
- Lillo, S., I. Giakoni, A. Paillamán, I. Payá, S. Mora, C. Cerda, J. L. Blanco y H. Arancibia. 1994. Evaluaci3n directa del stock de merluza común de la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 93 -03, IFOP/INPESCA, 131 p. + figs. y anexos.
- Lillo, S., J. C3rdova and A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53: 267-271.
- Lillo, S., J. Cordova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1998. Evaluaci3n Hidroacústica del stock de merluza



com3n explotado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP, IFOP. 125 p. + figs. y anexos.

Lillo, S., J. Cordova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. N3ñez, J. Ortiz. 1999. Evaluaci3n Hidroac3stica del stock de merluza com3n explotado en la zona centro-sur. Pre -Informe Final Proyecto FIP, IFOP.

Lillo, S., J. C3rdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. N3ñez y J. Ortiz. 2001. Evaluaci3n hidroac3stica del recurso merluza com3n en la zona centro-sur, 2000. Informe final proyecto FIP 2000-04.

Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, R. Vega, L. Adasme y H. Hidalgo. 2000. Evaluaci3n directa de merluza de cola en la zona centro-sur. Informe Final (FIP 99-15), IFOP, 52 pp. (+ figuras, tablas y anexos).

Lillo, S., R. Rojas, R. Tascheri, V. Ojeda, J. Olivares, F. Balbont3n, R. Bravo, S. Nuñez, M. Braun, J. Ortiz, P. Torres, F. V3jar, L. Cubillos y A. Saavedra. 2003. Evaluaci3n hidroac3stica del recurso merluza com3n en la zona centro-sur, 2002. Informe final proyecto FIP 2002-03.

Lillo, S., S. Nuñez, V. Ojeda, F. Balbont3n, M. Braun, R. Tascheri, A. Saavedra, R. Bravo, L. Cubillos y J. Olivares. 2002. Evaluaci3n hidroac3stica del recurso merluza com3n en la zona centro-sur, 2000. Informe final proyecto FIP 2001-18.

Ludwig, J and J. Reynolds. 1988. Statistical ecology a primer on methods and computing. John Wiley and Sons.



MacLennan, D. 2000. Fuerza de blanco de *Merluccius gayi peruanus*: Una revisión del experimento de Johannesson y Vilchez. Inf. Inst. Mar. Peru nº 151.

MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fish and Fisheries Series, 5. Fisheries acoustic. Chapman y Hall, London. 325 pp.

Macpherson, E., M. Masó, M. Barangé y A. Gordo. 1991. Relationship between measurements of hake biomass and sea surface temperature off southern Namibia. S. Afr. J. Mar. Sci., 10 :213-217.

Manly, B. J., 1994. Multivariate Statistical Methods : A Primer. London: Chapman y Hall.

Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds and J. Haralabous. 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in presence of high local variability: a geostatistical application to north sea herring (*Clupea harengus*). Can. J. Aquat. Sci. 53: 1497-1505.

Martínez, E. 1976. Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 16: 71-93.

Matarese, C., A. W. Kendall, D. Blood y B. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80. 655 pp.

Maynou, F., F. Sardá and G. Conan. 1998. Assesment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* populations in the northwestern mediterranean by geostatistics. J. Mar. Sci. 55: 102-120.



McCullagh, P. y J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & London, 394 pp.

McCullagh, P. y J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman y London, 394 pp.

Meléndez, R. y D. Meneses. 1989. Tiburones del talúd continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile Invest. Mar, Valparaíso, 17:3-73.

Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Morales, C, Blanco, J., Braun, M. Reyes, H., Silva, N. 1996. Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic variables in the upwelling region off northern Chile during the winter and spring 1993. Deep-Sea Res. 43: 267-289.

Moser, H.G. and E.H. Ahlstrom. 1970. Development of lantern fishes family Myctophidae) in the California

Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, Jr.A.W. Kendall, S.L. Richardson (Eds). 1984. Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication. (1): 760 pp.

Myers, R.A. and N.G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 52, 1274-1285.



- Neira, F.J. 1994. Curso: The Early Life History of Teleost Fishes: Use of Ichthyoplankton Data in Fish and Fisheries Research. Depto de Zoología. Universidad de Concepción. 395 pp.
- Nelson, J.S. 1984. Fishes of the world, 2° ed. Ed.: John Wiley y Sons. 523 pp.
- Nielsen and Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109: 319 - 322.
- Nigmatullin, Ch.M., Nesis, K.N., Arkhipkin, A.I., 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research. 54:9-19.
- NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S y J. Ortiz. 1998. Capítulo: Condiciones oceanográficas. En: Proyecto FIP 97-12 Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. 125 pp + Anexos.
- Núñez, S y J. Ortiz. 1999. Capítulo: Oceanografía física y química.. En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona económica exclusiva de Chile. 200 pp + Anexos.
- Núñez, S, J. Ortiz, P. Torres y L. Cubillos. 2003. Capítulo: Oceanografía física.. En: Proyecto FIP 2002-03. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2002. 100 p.



- Núñez, S, J. Ortiz y P. Torres. 2001. Capítulo: Oceanografía física. *En: Proyecto FIP 2000-04 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2000.* 39 p + Figuras.
- Núñez, S, J. Ortiz, P. Torres y L. Cubillos. 2002. Capítulo: Oceanografía física.. *En: Proyecto FIP 2001-18 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2001.* 100 p.
- Núñez, S. y J. Ortiz. 2000. Capítulo: Oceanografía física.. *En: Proyecto FIP 99-04 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 1999.* 79 pp.
- Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, R. Quiñones y M. Braun (1997). Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la Octava Región. Proyecto FIP 95-11, 405 p + Anexos.
- Ojeda, F. P., F. Labra, y A. Muñoz. 2000. A Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. *Rev. chil. hist. nat.*, Dec 2000, vol.73, no.4, p.625-641.
- Ojeda, P. 1983. Distribución latitudinal y batimetría de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 56:61-70.
- Ojeda, P. y S. Avilés. 1987. Peces oceánicos chilenos. Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile: 247-270.
- Osses, J. y J. L. Blanco. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona centro sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR 9102. *En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y*



cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Programa investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona centro sur.

Osses, J., V. Ortiz y C. Barrera. 1994. Capítulo: Oceanografía química. *En: Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX.* 219 pp + Anexos.

Palma, S. y K. Kayser. 1993. Plancton marino en aguas chilenas. Ed. Universitarias de Valparaíso. Univ. Católica de Valparaíso.

Parin, N.V. and O.D. Borodulina. 1997. Revision of the *Astronesthes indicus* Specie group (ASTRONESTHIDAE), with descriptions of five new species. *Journal of Ichthyology* Vol. 36 N°8 pp. 551-565. Translated from *Vaprosy ikhtiologii*, Vol. 36 N°5 1996 pp. 581-596.

Parin, N.V. and O.D. Borodulina. 1998. A review of the (ASTRONESTHIDAE, STOMIIFORME), With a description of two new species. *Journal of Ichthyology* Vol. 38 N°2 pp. 153-162 Translated from *Vaprosy Ikhtiologii*. Vol. 38 N°2 1998. Pp. 163-172..

Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

Pauly, D. and V. Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. *Nature* 374:255-257.

Pavéz, P. 1981. Determinación del esquema de selectividad de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) por mallas de redes de arrastre de seis paneles. In: *Perspectivas de Desarrollo de las Pesquerías Nacionales. Evaluación de los Principales Recurso Demersales entre Papudo*



(32*20'S) y Chilo3 (42*00'S). Corporaci3n de Fomento de la Producci3n- Inst. Fom. Pesq. AP 8/29: 80 pp.

Pay3 , I. S, Mora, H. Pool, H. Miranda, J. Ortega, R. Sald3as. 1996. Cuantificaci3n del reclutamiento de merluza com3n en la zona centro sur.1996. F.I.P. 94-21. Instituto de Fomento Pesquero. 28 p.

Pay3, I. 2003. Optimal environmental window and positive effects of 'El Ni3o' events on recruitment and sustainability of common hake (*Merluccius gayi gayi*) off Central Chile. . *Investig. Mar.*, vol.30 (1), suppl.Symp, p.184-185.

Pay3, I. 1997. Evaluaci3n de stock y modelos de reclutamiento y 3xito reproductivo. En: Din3mica del stock de merluza com3n y su relaci3n con el medio ambiente. Informe final de investigaci3n para el Consejo de Investigaci3n Pesquera. Proyecto FIP 1995-21.

Pay3, I. y A. Zuleta. 1999. Investigaci3n de CTP de merluza com3n, a3o 2000. IFOP. 57 p.

Pennington, M. 1986. Some statistical tecniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull. (U.S.)* 84:519-525.

Peque3o, G. 1971. Sinopsis de Macrouriformes de Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile*, 32: 269-298.

Peque3o, G. 1986. Nuevos zo3rcidos para Chile y clave para g3neros de la regi3n (Pisces, Osteichthyes). *Bol. Soc. Biol. Concepci3n*, 57: 183-188



- Pequeño, G. and G. Revuelta. 1980. Notacanthiform fish on continental slope of Chile. *Copeia*, 1980(4): 892-895.
- Pequeño, G. y E. D'Ottone. 1987. Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (*Osteichthyes*, *Bothidae*). *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 23(1):107-137.
- Pequeño, G. y J. Lamilla. 1985. Estudio sobre una colección de rayas del sur de Chile (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE) *Rev. Biol Mar. Valparaíso*, 21 (2): 225- 271.
- Pequeño, G.R. 1984. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Pequeño, G.R. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 24(2): 1 - 132.
- Perry, R. y S. Smith. 1994. Identifying hábitat associations of marine fishes using survey data: An application to the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:589-602.
- Perry, R., M. Stocker y J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:1401-1409.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.



- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.
- Piennar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- Pla, L. 1986. Análisis multivariado: Método de componentes principales. Ed. Secretaría General de la O.E.A. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico.. Washington D.C. 23 pp.
- Pool, H., F. Balbontín, N. Cortez, M. Arriaga y C. Montenegro. 1996. Interacciones tróficas recursos demersales zona sur-austral. Informe FIP 94-32, IFOP, 68 pp + Tablas y Figuras.
- Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R.P Harris, P.H. Wiebe, J.Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Quiñones, R., H. Muñoz, R. Serra, S. Núñez, J. Córdova y D. Figueroa. (eds.). 1995. Informe Final. Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero Instituto de Investigación Pesquera. Sección trofodinámica. 221p +285 figuras.
- Regan, C.T. 1930. The fishes of the families *Stomiidae* and *Malacosteidae*. Dana Expedition 1920 – 1922, Ocean Reports, 5:1-39
- Ricker W.,1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.



- Rindorf, A. y Lewy, P. 2001. Analyses of length and age distributions using continuation-ratio logits. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 58, 1141-1152 pp.
- Rivoirard, J; Simmonds, J; Foote, K G; Fernandes, P; Bez, N. 2000. *Geostatistics for estimating fish Abundance.* Blackwell Science
- Robertson, G. y G. Freckmann. 1995. The spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystems. *Ecology*, 76: 1425-1432.
- Rojas, O. y A. Mujica. 1981. Delimitación de las áreas de desove, pre-reclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. *Inst. Fom. Pesq.*, Santiago, Chile.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Lederman y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. *IFOP AP 83 - 31*, 97 p.
- Rojas, R y N. Silva. 1996. *Atlas oceanográfico de Chile. Vol. 1. 1º edición.* Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile, 130 p.
- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". *Bol. Inst. Mar Perú, Callao.* 8: 209-250.
- Sauskan, V.I. y V.P. Serebriakov. 1968. reproduction and Development of the Silver Hake *Merluccius bilinearis* Mitchill. *Voprosy Iktiologii* 8 (3).
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especies pelagiques a partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecificques. *These. Ecole doctorale des sciences de la mer.*



Scalabrin, C., and J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 6:269-283.

Selman, K. y R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*. 6: 211-231.

Sepúlveda, A. 1997. Series ambientales y modelos de distribuci3n del stock. En: *Dinámica del stock de merluza común y su relaci3n con el medio ambiente*. Proyecto FIP96-28. Fondo de Investigaci3n Pesquera., IT/FIP96-28.

SERNAPESCA. 2002. Anuario estadístico de pesca, 1990-2002. Servicio Nacional de Pesca, 140 pp.

Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M.A. Barbieri, J. Blanco, J. C3rdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y H. Robotham. 1994. Informe Final. Proyecto Evaluaci3n directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigaci3n Pesquera. Fondo de Investigaci3n Pesquera. 148 p. + 128 figuras.

Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M.A. Barbieri, J. Blanco, J. C3rdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y H. Robotham. 1994. Informe Final. Proyecto Evaluaci3n directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigaci3n Pesquera. Fondo de Investigaci3n Pesquera. 148 p. + 128 figuras.

Sielfeld, W. y M. Vargas. 1992. Tiburones y rayas del Pacífico Sur Oriental. Publ. TUB. Depto. Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat, Iquique, 135 pp.



- Silva, N y H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulaci3n en la regi3n de la rama costera de la Corriente de Humboldt (18-33 °S). Operaci3n Oceanogr3fica MarChile 10-ERFEN I. Cienc. y Tec. Del Mar, CONA, 5:5-50.
- Silva, N. y B. Ram3rez. 1982. Condiciones oceanogr3ficas frente a las costas chilenas en 1981: zonas Arica-Coquimbo y Los Vilos - Chilo3. Est. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Cat3lica Valpara3so. 28-1/82: 212 pp.
- Silva, N. y H. Konow. 1975. Contribuci3n al conocimiento de las masas de agua en el Pac3fico Suroriental. Expedici3n Krill. Crucero 3-4. Julio-agosto 1974. Rev. Com. Perm. Pac3fico Sur. Ciencia y Derecho del Mar, 3:63-75.
- Simrad, 1991. Simrad EK500. Scientific echosounder. Operator manual. P217E.0. 15 pp.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. T3cnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pel3gicos. FAO, Doc. T3c. Pesca (175): 107 p.
- Sobarzo, M. 1999. Surgencia costera sobre una plataforma continental limitada por ca3ones submarinos, Concepci3n, Chile central. Tesis para optar al grado de doctor en Oceanograf3a. Escuela de Graduados, 236 p.
- Strauss, R. 1982. Statistical significance of species clusters in association analysis. Ecology. 63(3)634-639.
- Strub, P.T., J.M. Mes3as, V. Montecino, J. Rutland y S.Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: The Sea A.R. Robinson y K.H. Brink (eds). Vol. 11, p: 273-313.
- SUBPESCA, 2004. Informe sectorial pesquero y acu3cola. http://www.subpesca.cl/documentos/info_sect/.



- Svellingen, I. and E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. In Proceedings from The 137 Meeting of the Acoustic Society of America and The Second Convention of the European Acoustics Association. Berlin 14 - 19 March 1999. 4 pp.
- Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares, R. Vega, R. Wiff, M. Montecinos, L. Cid, J. Merino, J. González, C. Toledo y E. Palta. 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Centro - Sur, 2003. Informe final a SUBPESCA.
- Tascheri, R., Sateler, J., Merino, J., González, J., Ojeda, V., Olivares, J. 2002. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales 2001, pesquería demersal zona centro sur. Informe Final SUBPESCA – IFOP.
- UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- Vargas, C. and L. Castro. 2001. Spawning of the Chilean hake (*Merluccius gayi*) in the upwelling system off Talcahuano in relation to oceanographic features. Sci. Mar., 65(2): 101 – 110.
- Venables, W. N. y B. D. Ripley. *Modern Applied Statistics with SPLUS*. Springer, 2nd edition, 1997.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable: teoría y práctica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 223 pp.
- Volter. K. 1985. Introduction to variance estimation. Springer – Verlag. 427 p.



- Wallace, R. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.*, 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.
- Westerheim, S.J. 1967. Sampling research trawl catches at sea. *J. Fish. Res. Board Can.* 24: 1187 – 1202.
- Wyrki K., 1975. El Niño: The dynamic response of the equatorial Pacific to atmospheric forcing. *Journal of Physical Oceanography*, 5: 572-584.
- Yáñez, E., Pizarro, L., Alberti, M. 1985. Dinámica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) explotado en la zona central de Chile entre 1960 y 1982. En: “Estudios en pesquerías chilenas”, T. Melo (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valpo:67-74.
- Zama, A. y E. Cárdenas. 1984. Seasonal change of macroplankton structure in the surface of Aysen fiord and Moraleda chanel, southern Chile. *Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon*, N°13:27 pp.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, 663 pp. + anexos.

FIGURAS

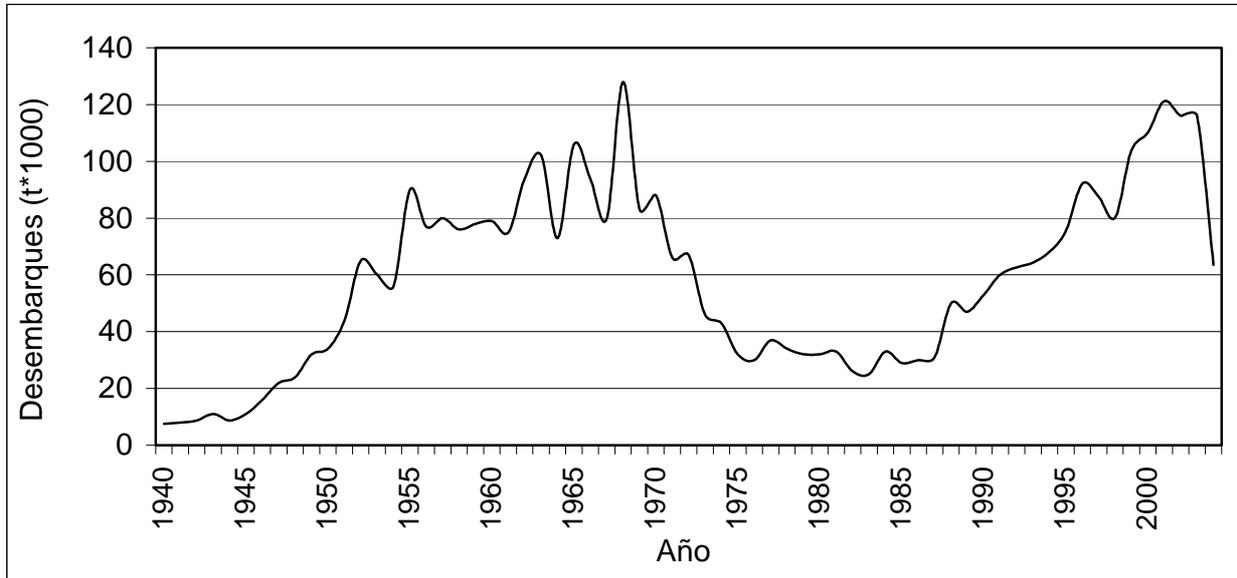


Figura 1. Desembarques de *M. gayi* entre 1940 y 2003 (Fuente: Aguayo, 1996; SernaPesca, 2002; SubPesca, 2004)

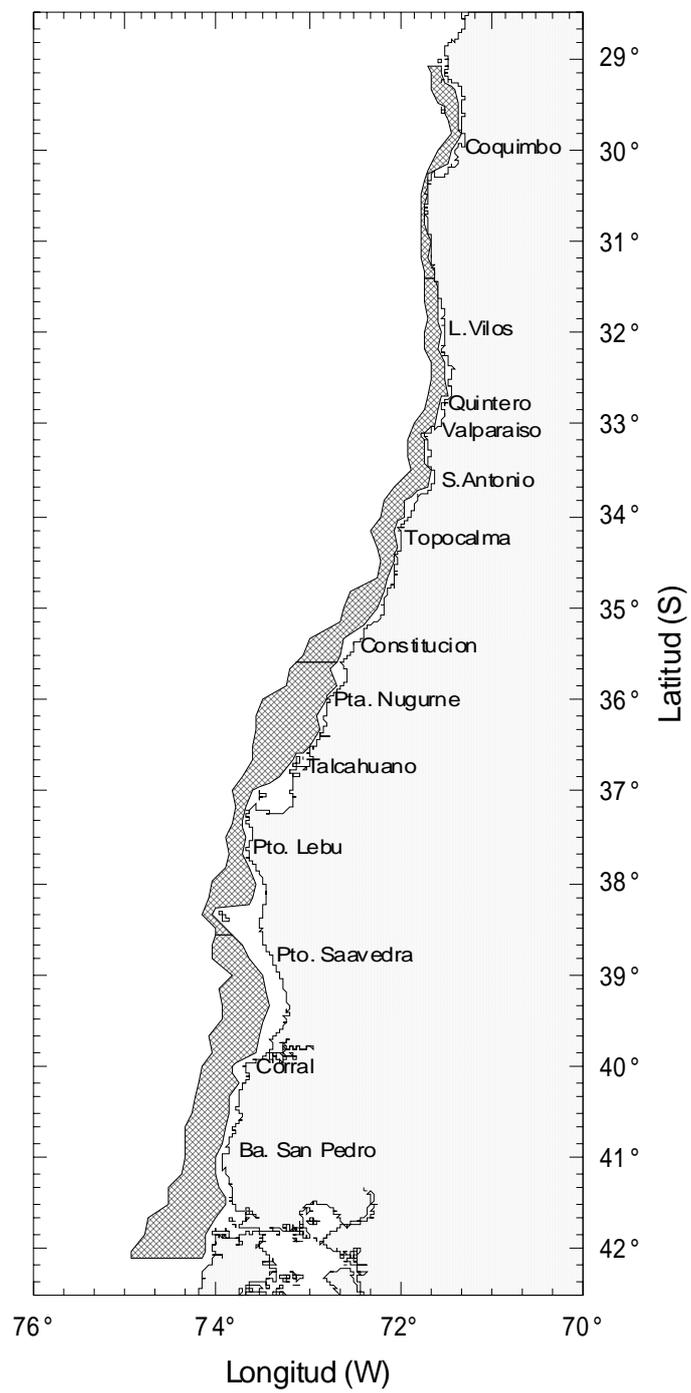


Figura 2. Zona de estudio.

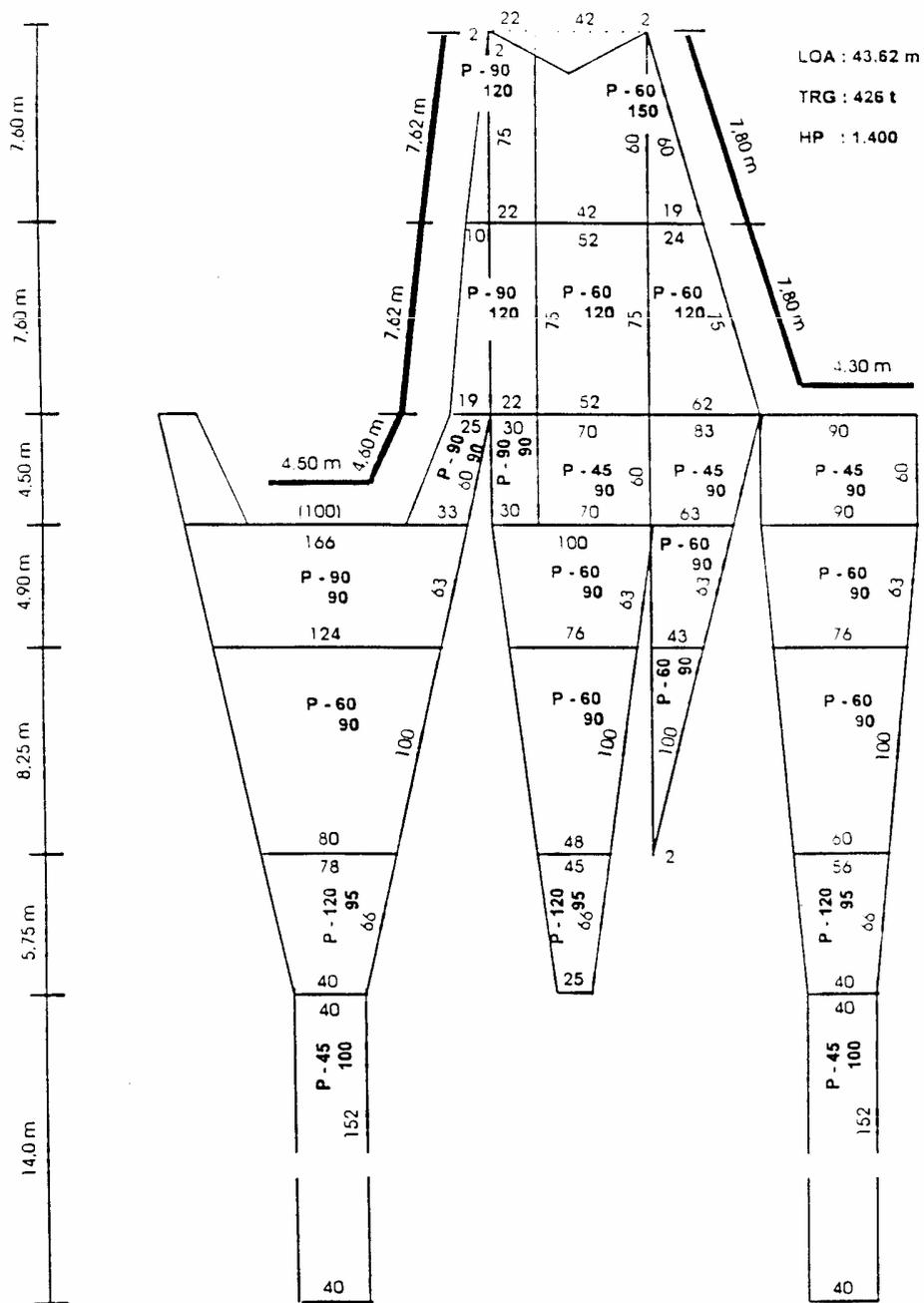


Figura 3. Red de arrastre

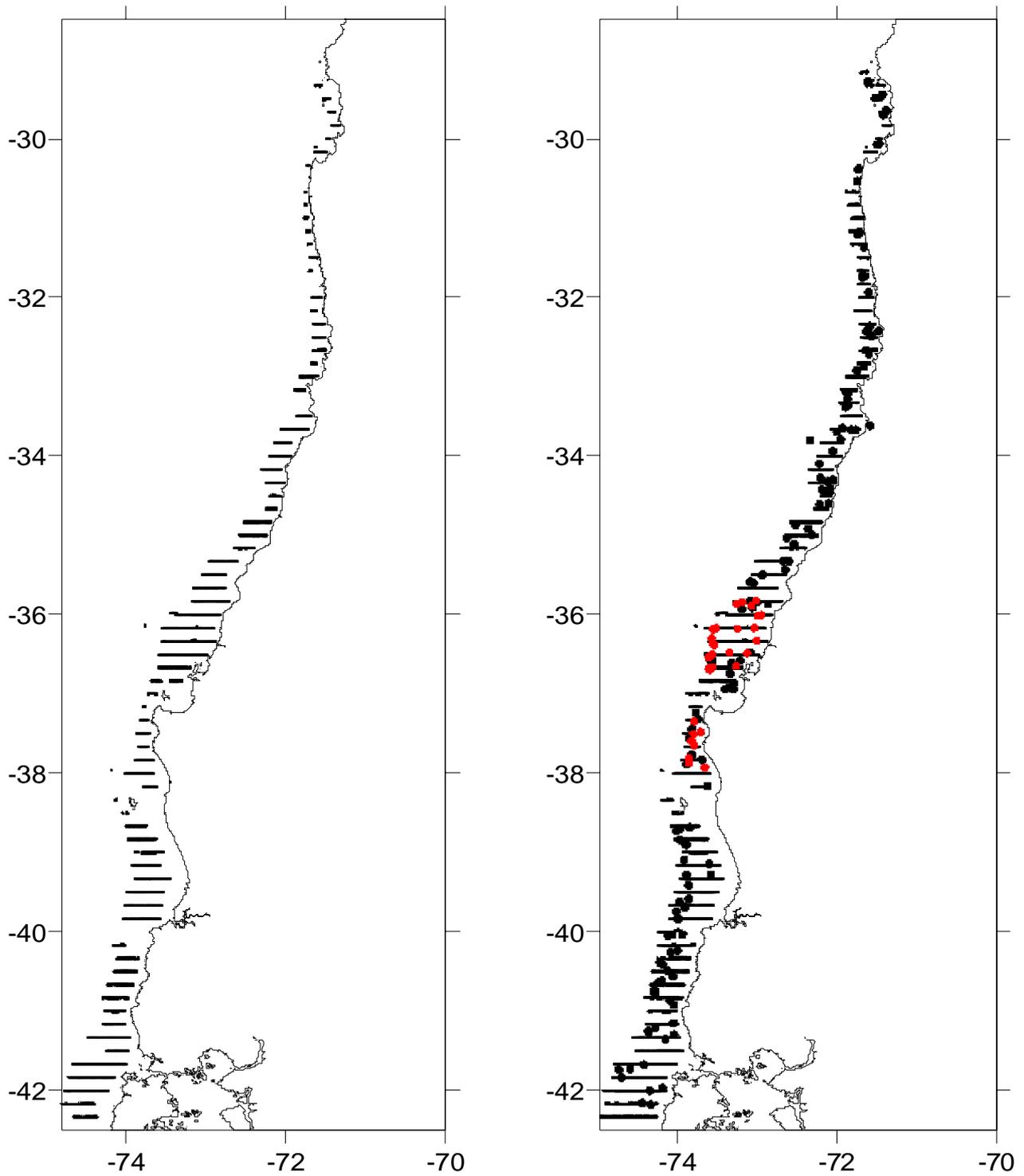


Figura 4. a) Distribución de las transectas acústicas; b) Lances de pesca efectuados por el B/C "Abate Molina" (círculos negros) y naves industriales (círculos rojos).

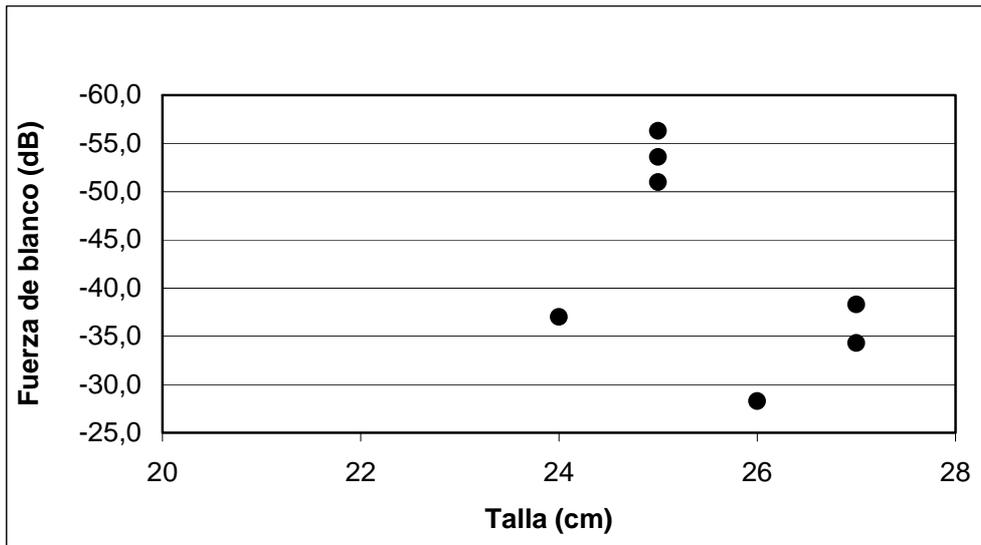


Figura 5. Mediciones de fuerza de blanco efectuadas en siete lances de pesca.

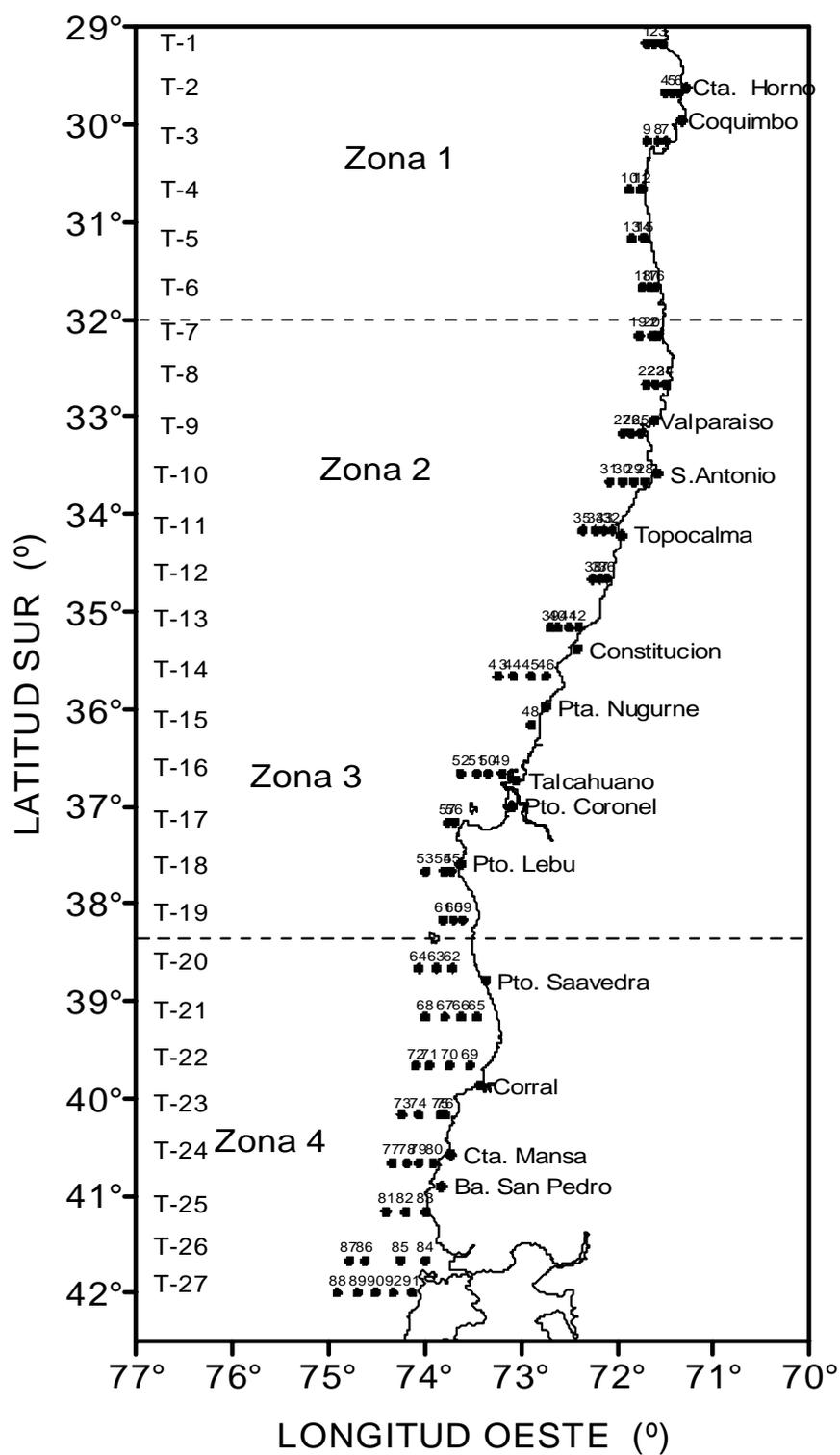


Figura 6. Posición de las estaciones y transectas de muestreo oceanográfico dispuestas en el área de estudio.

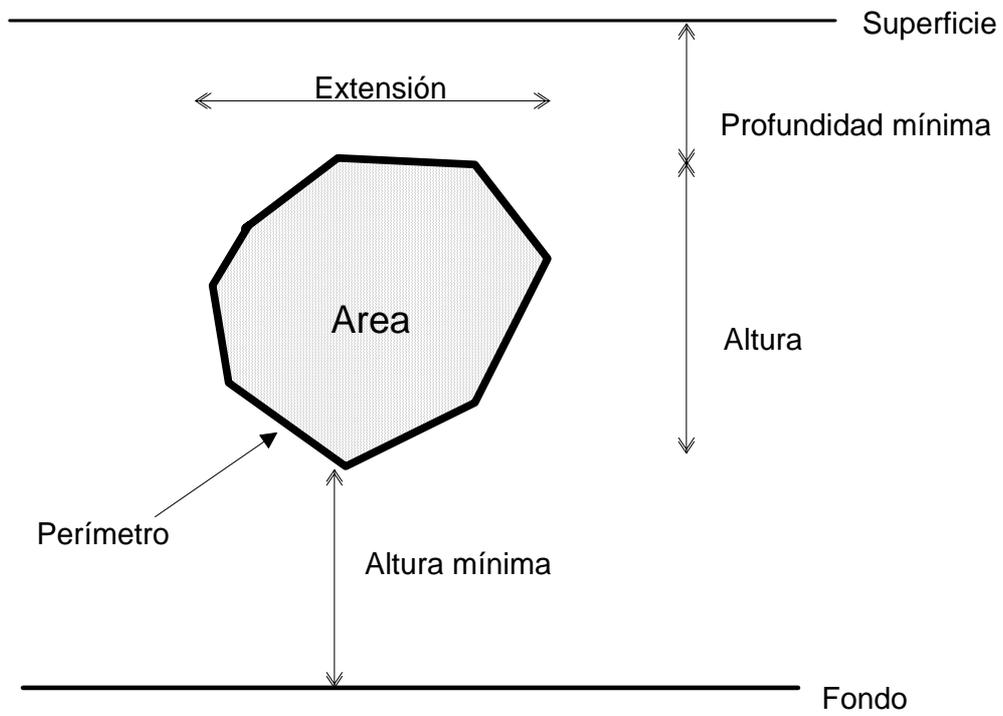


Figura 7. Descriptores batimétricos y morfológicos de un cardumen.

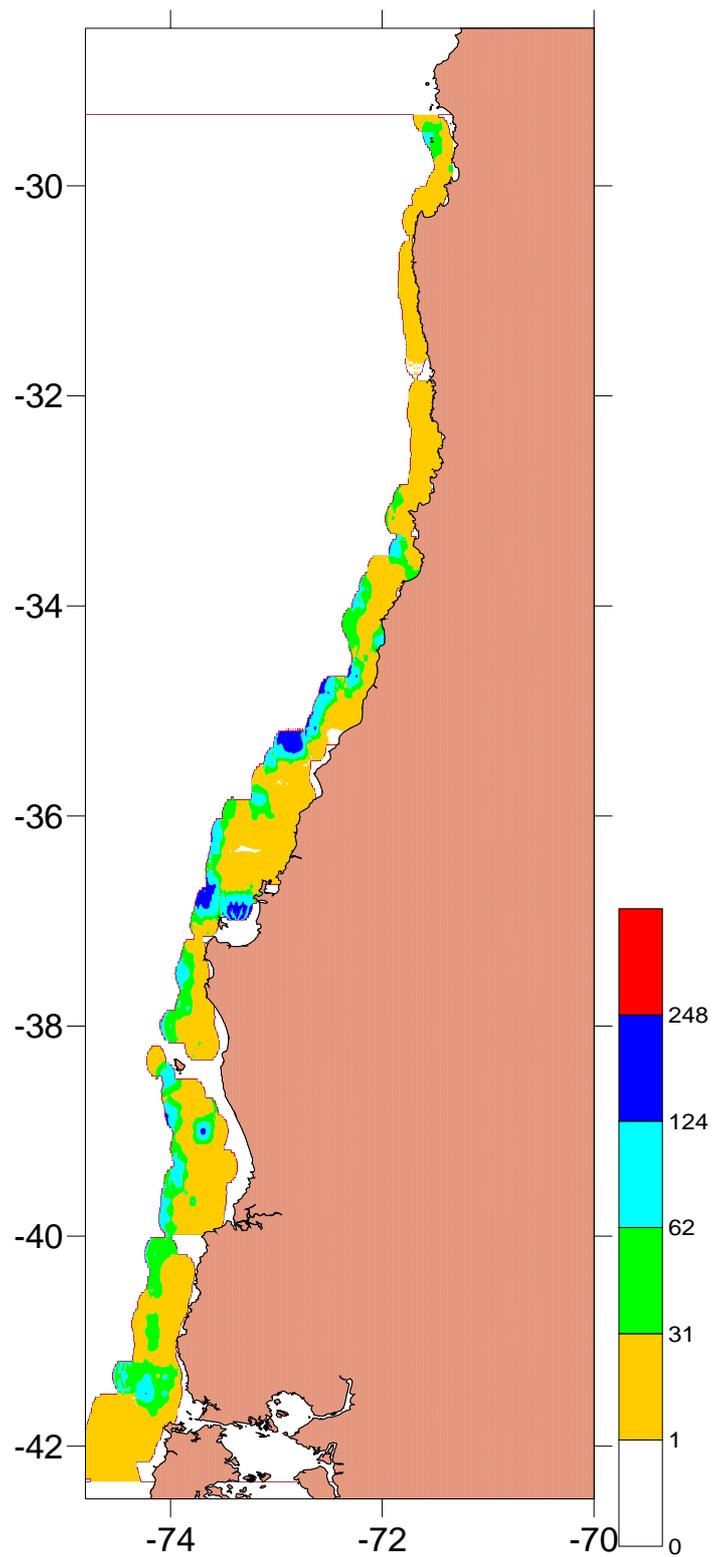


Figura 8. Distribución espacial de la merluza común en el área de estudio (jul-ago, 2004). Escala de categorías en t/mn^2 .

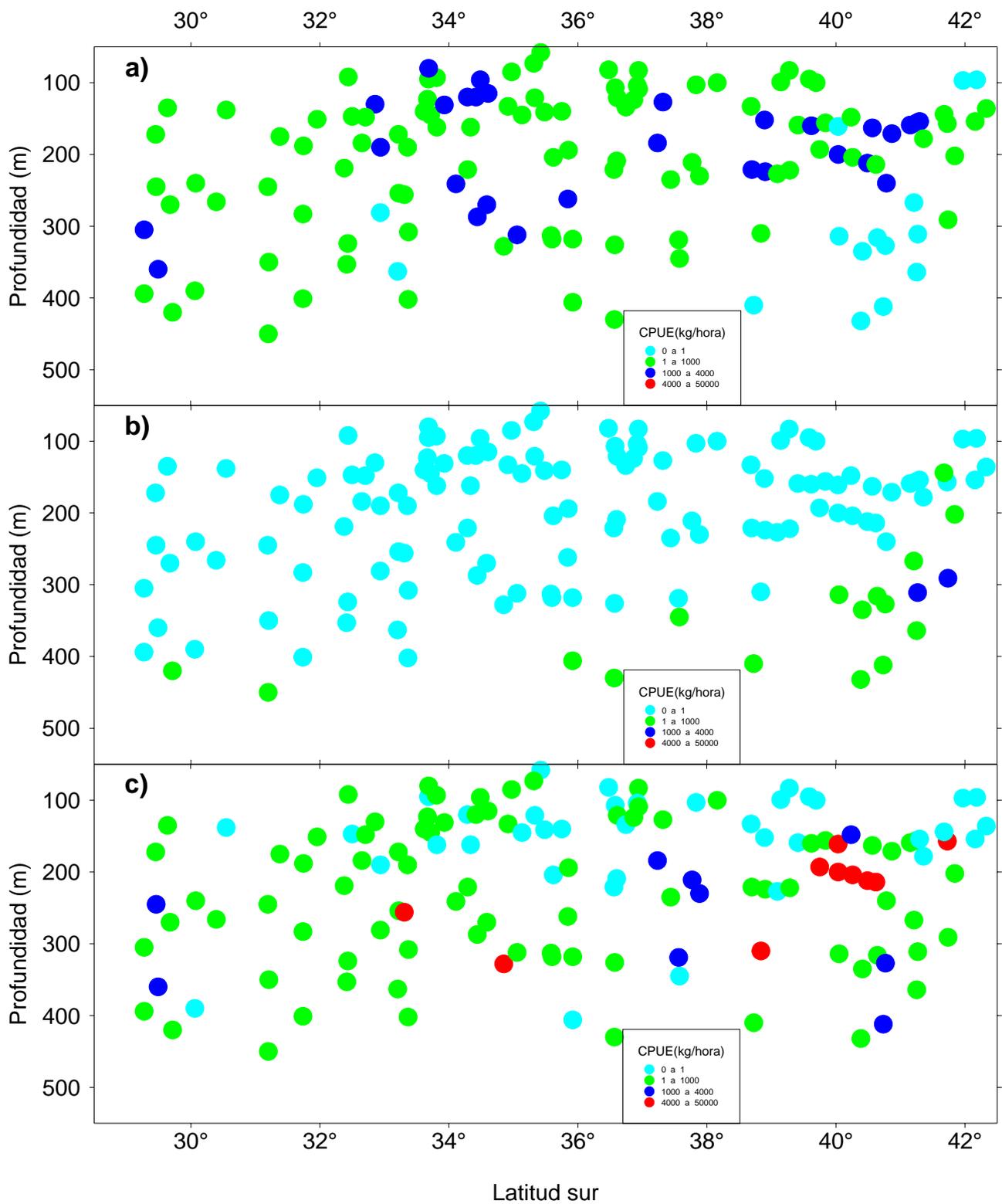


Figura 9. Distribución latitudinal y batimétrica de las capturas estandarizadas (kilos/hora arrastre) para (a) merluza común, (b) merluza de cola y (c) jibia. (Julio - Agosto 2004)

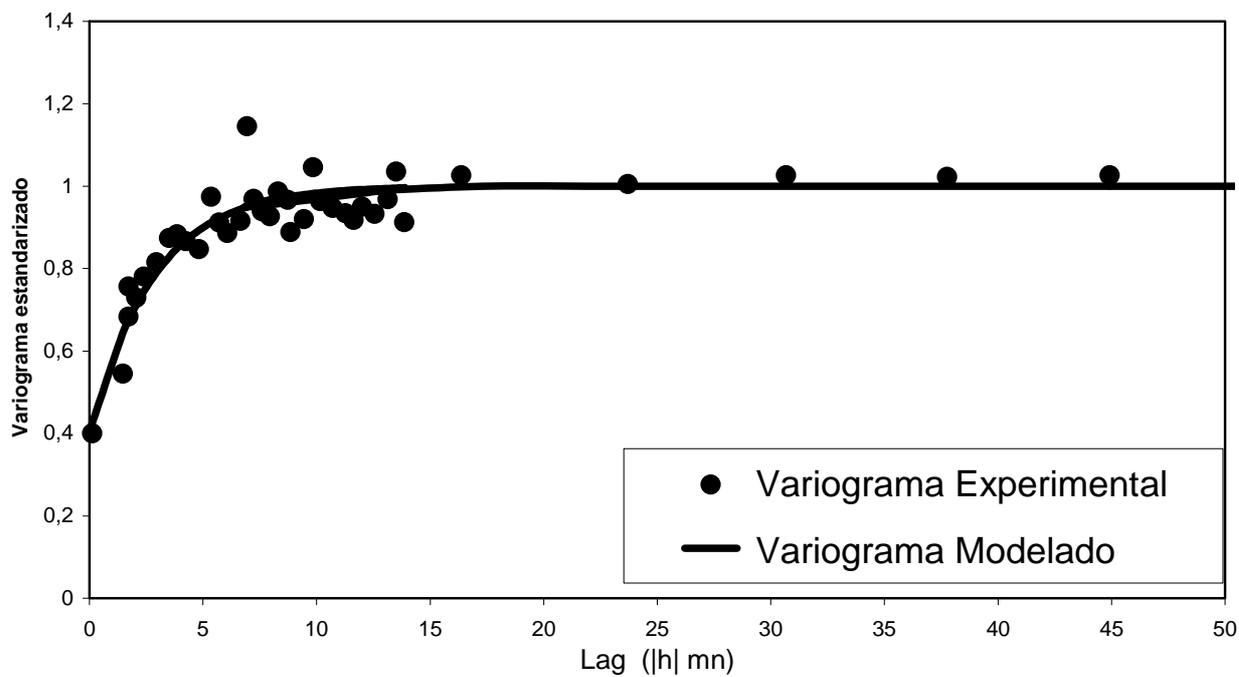


Figura 10. Variograma relativo de la distribución espacial del stock de merluza común (nugget = 0,4; sill = 0,8; rango = 6 millas náuticas).

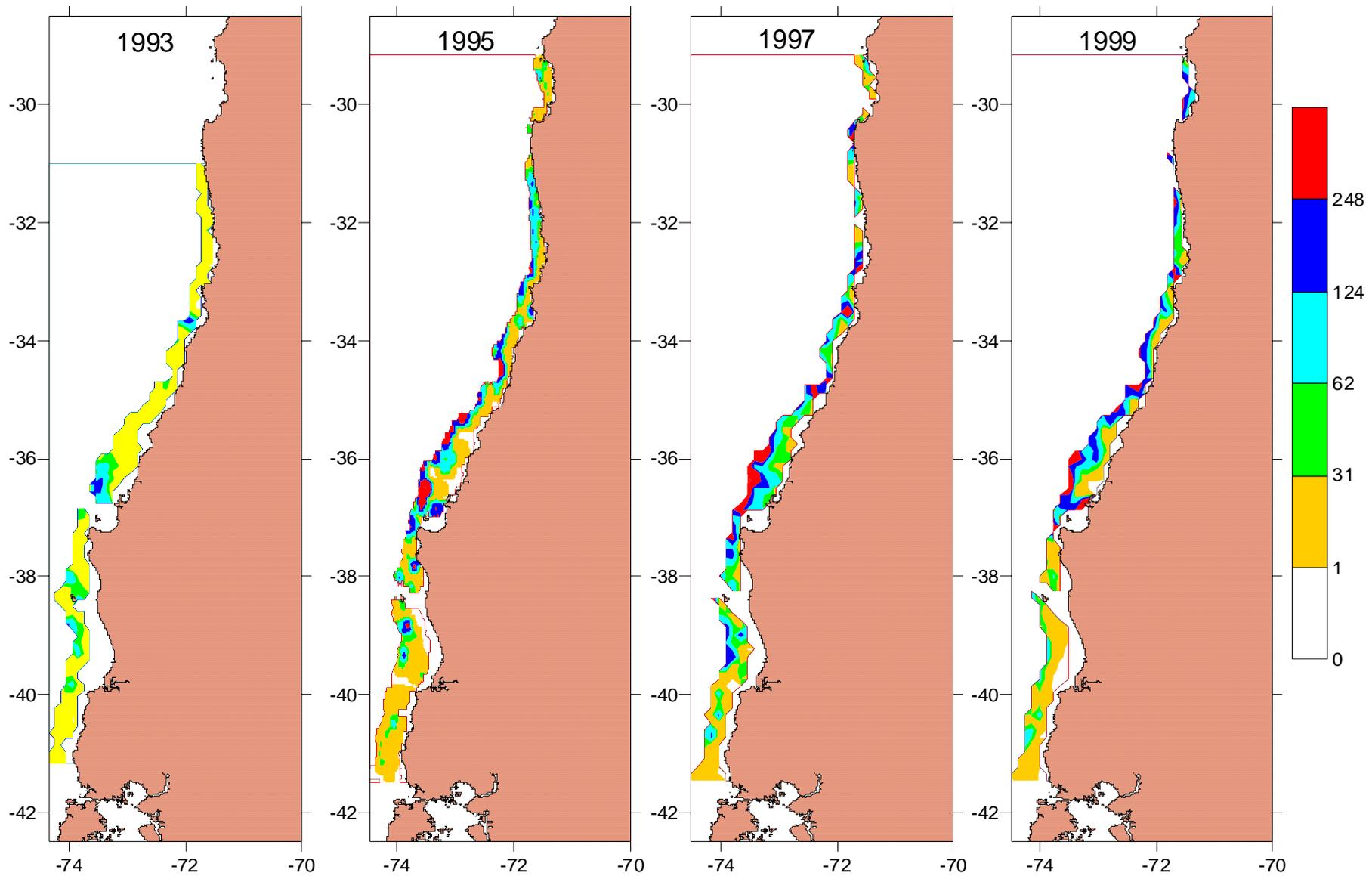


Figura 11. Distribución espacial de la merluza común. Período 1993-1999

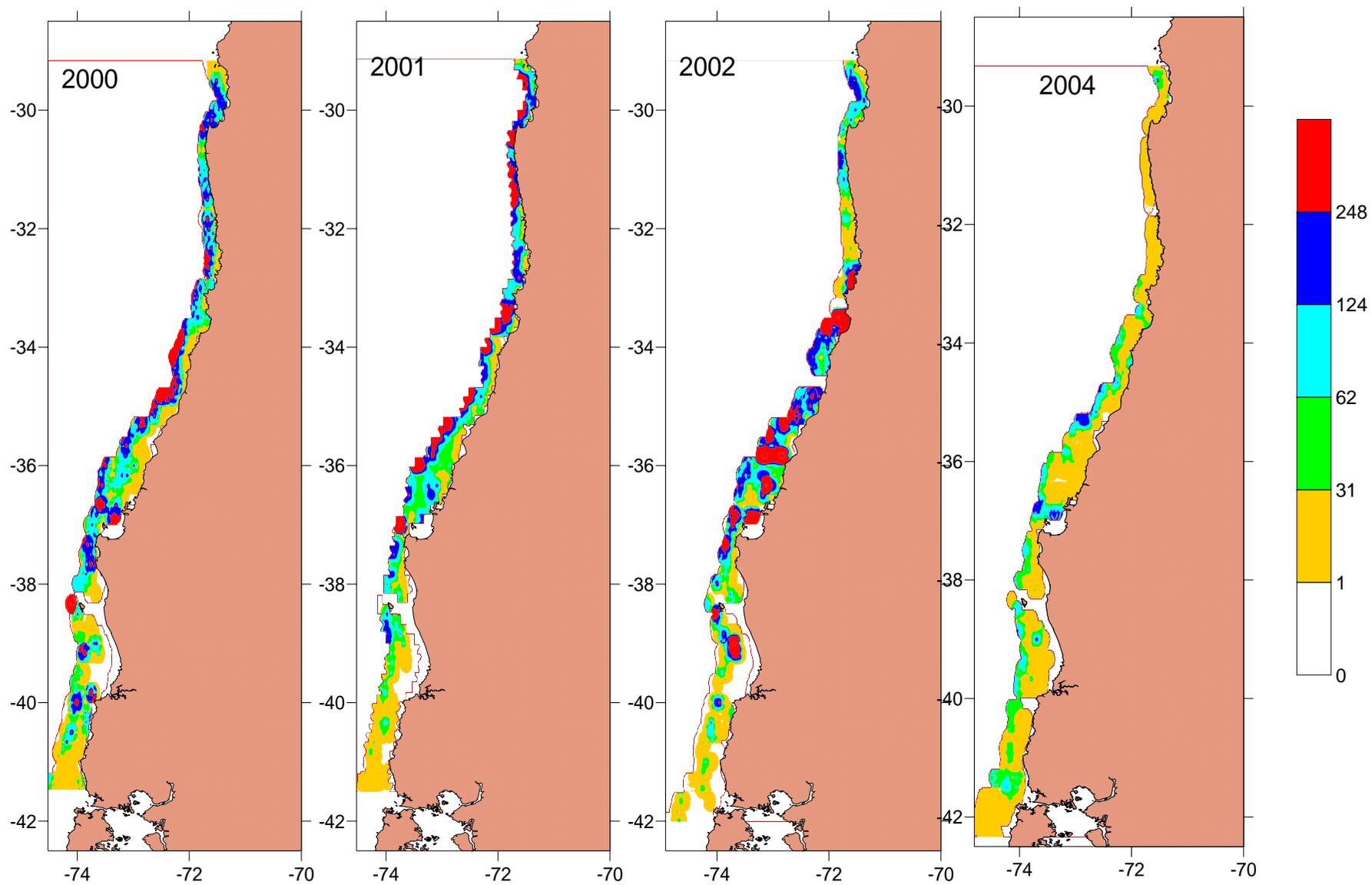


Figura 11. (contin.) Distribución espacial de la merluza común. Período 2000-2004.

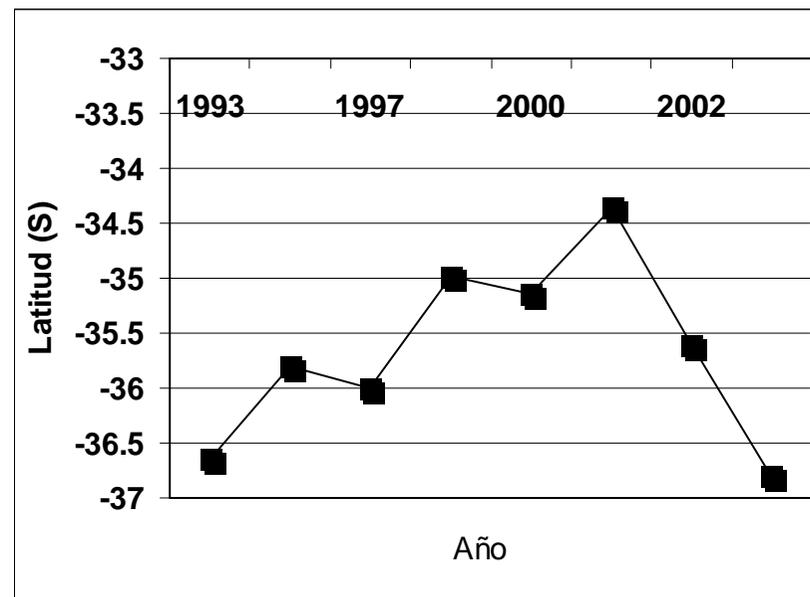
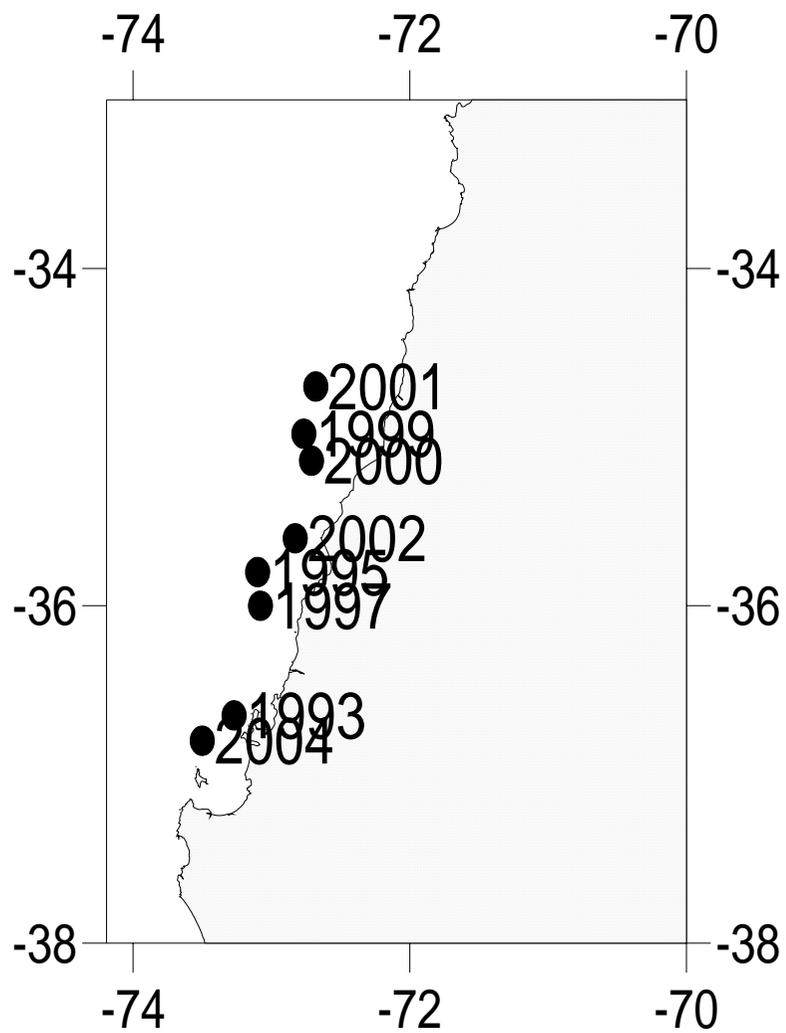


Figura 12. Localización espacial de los centros de gravedad de la distribución espacial de la merluza común estimadas en los cruceros de evaluación directa Período 1993-2004.

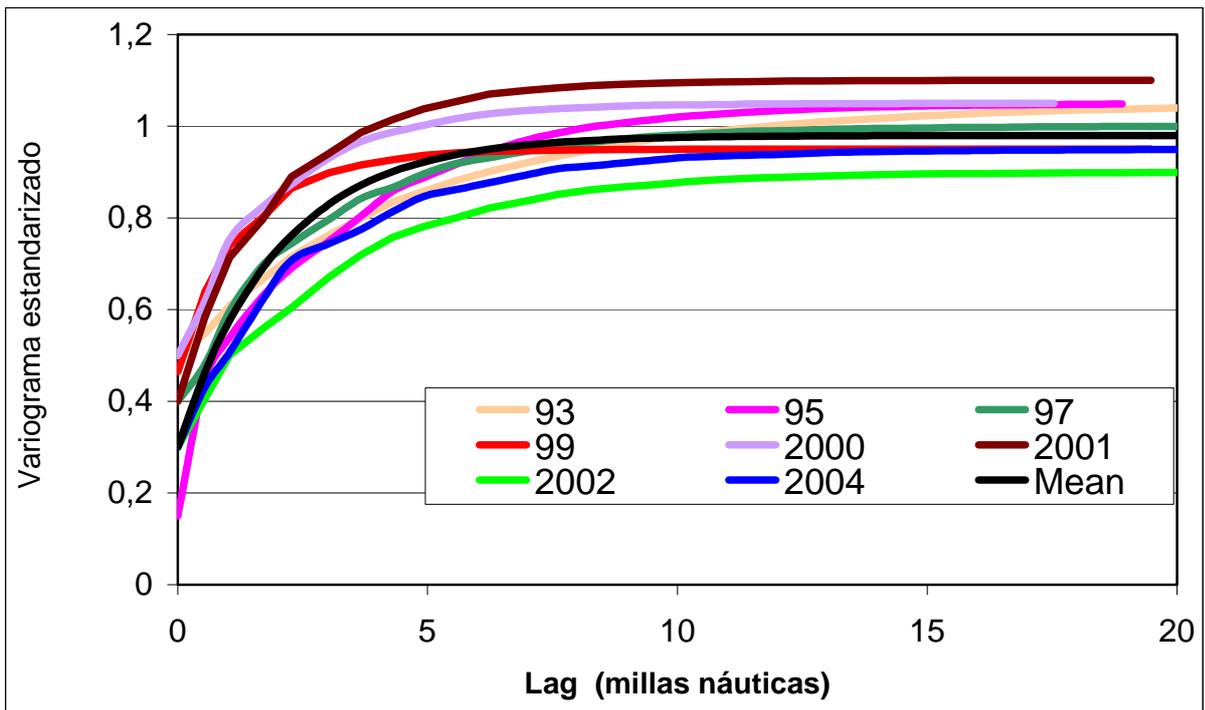
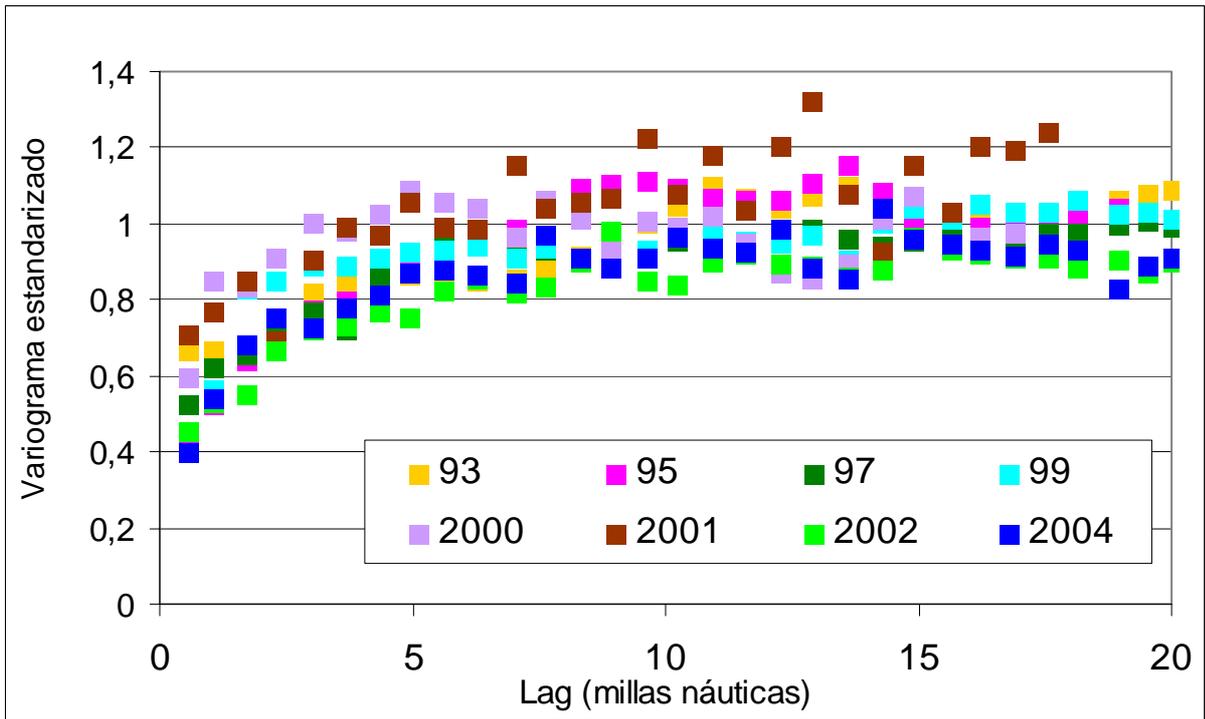


Figura 13. Variogramas experimentales estandarizados omnidireccionales de la distribución de merluza común (arriba) y variogramas modelados (abajo). Período 1993-2004.

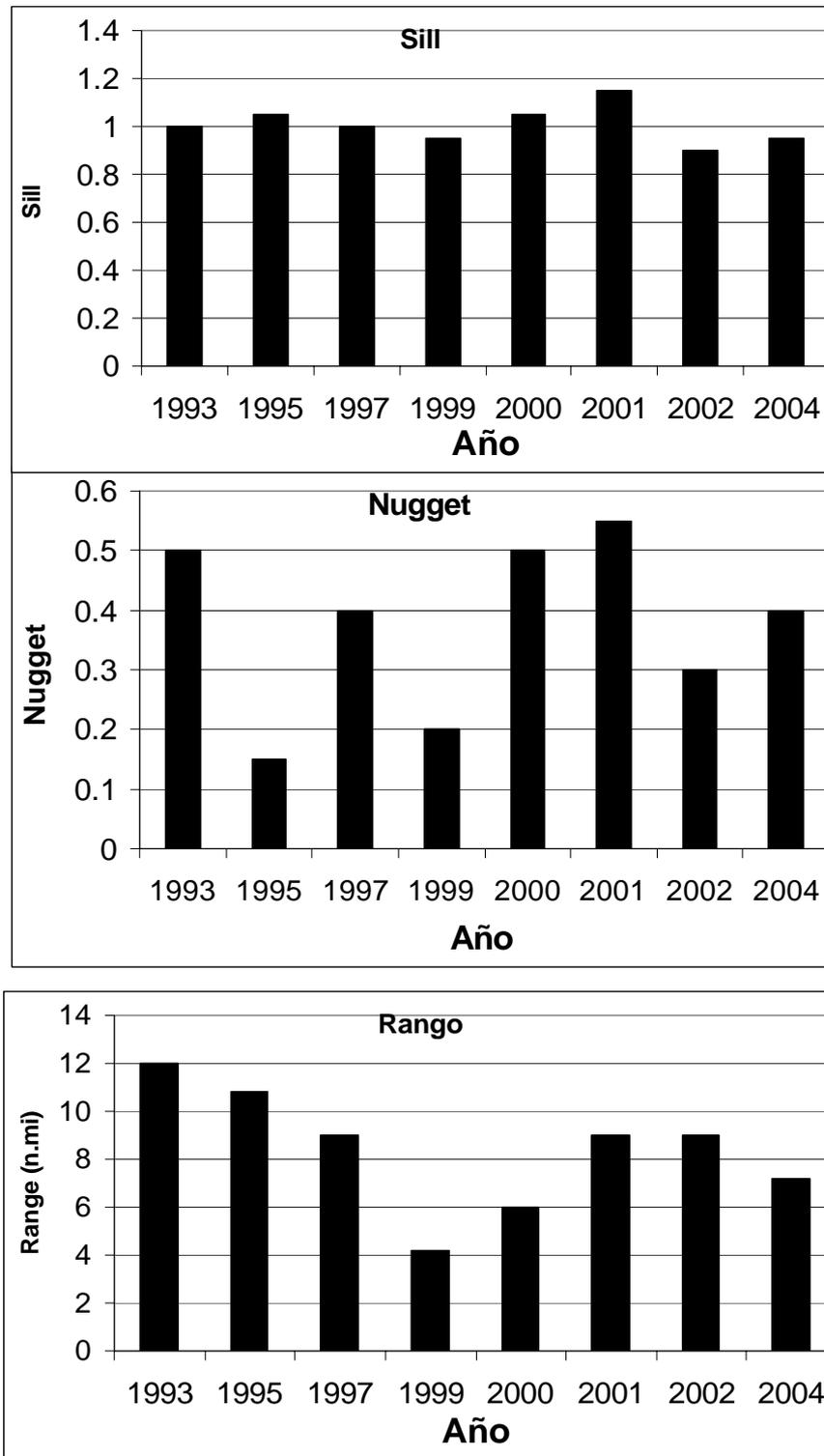


Figura 14. Valores de los parámetros del variograma estimados para la distribución espacial de merluza común estimada en los cruceros de prospección acústica.

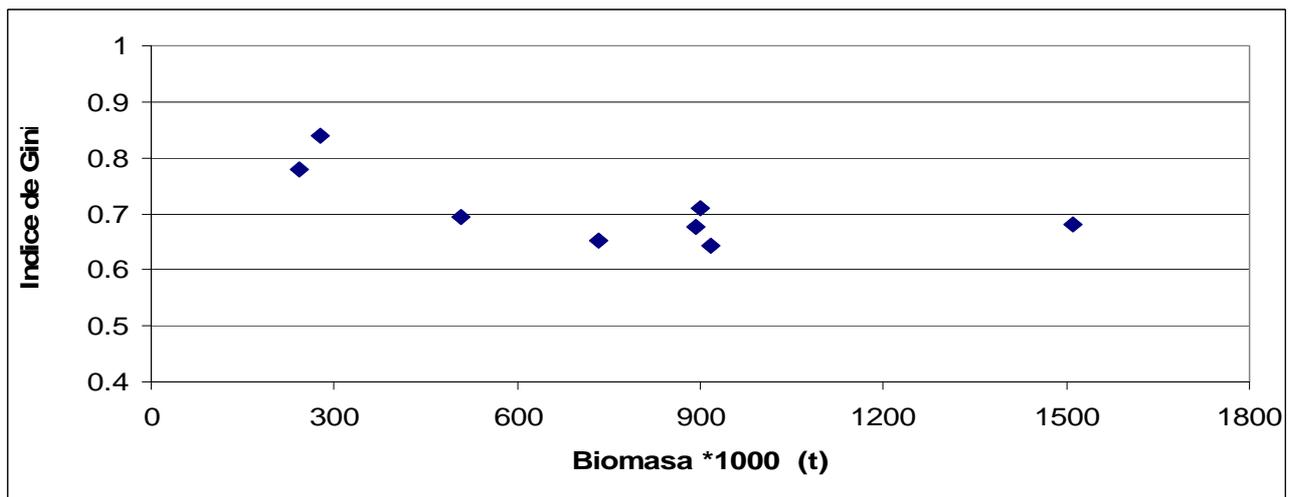
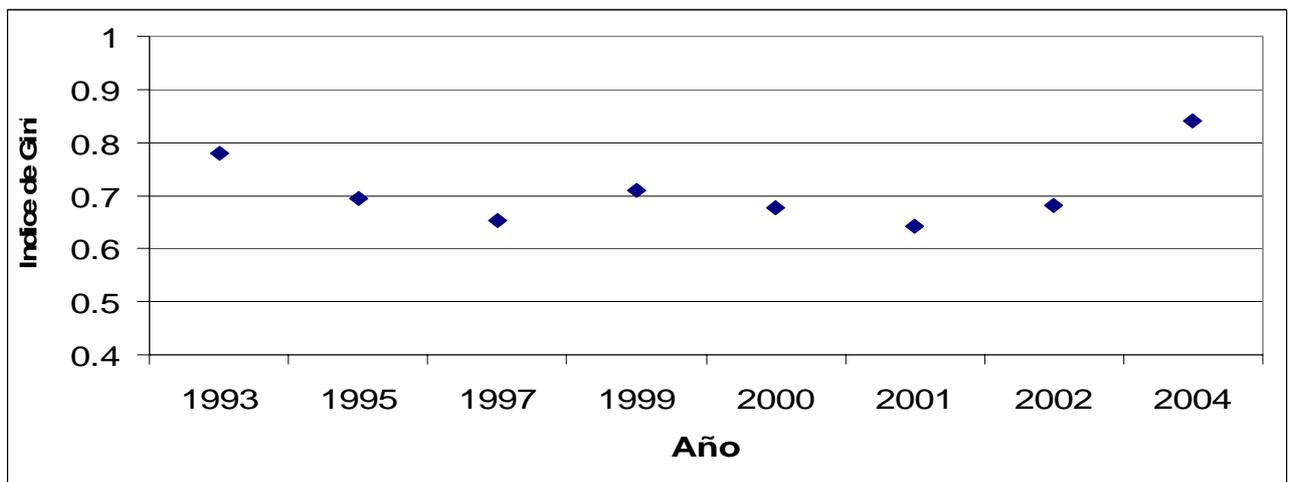
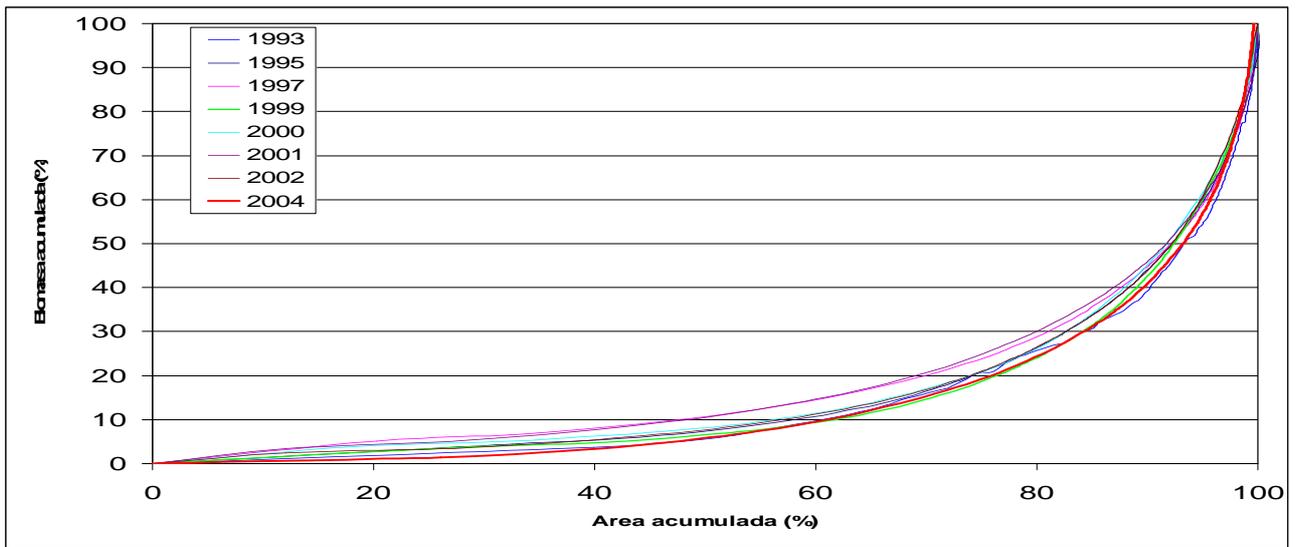


Figura 15. a) Diagrama de Lorenz; b) Indice de Gini y año; c) Indice de Gini y biomasa. Período 1993 – 2004.

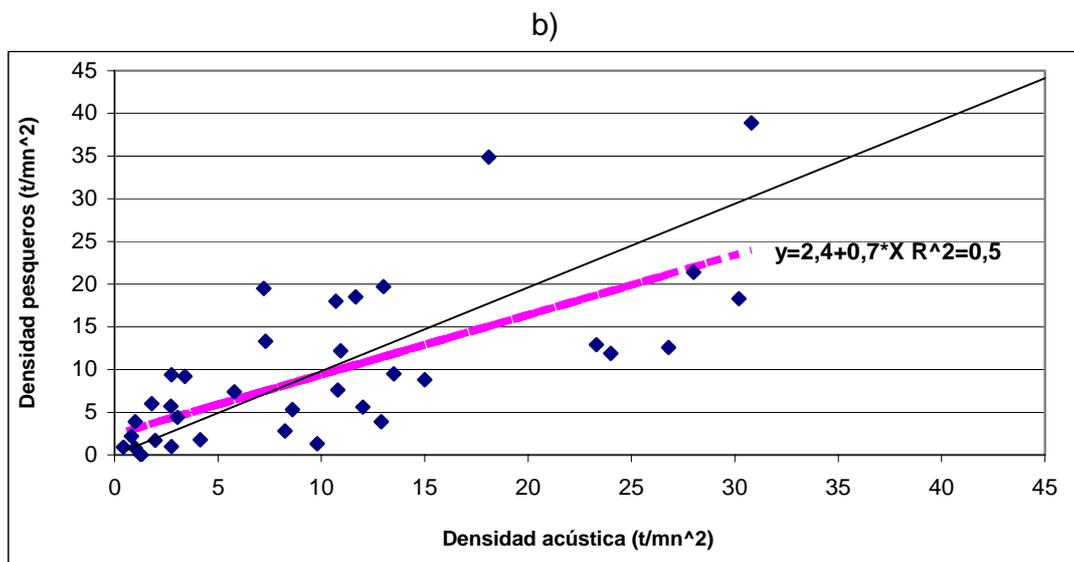
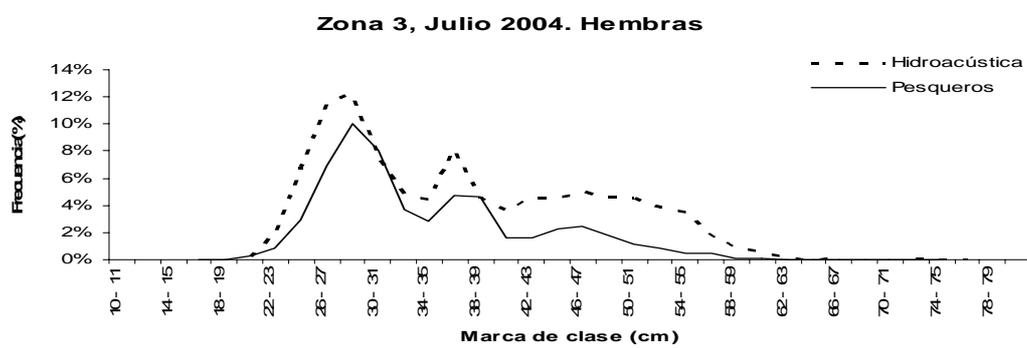
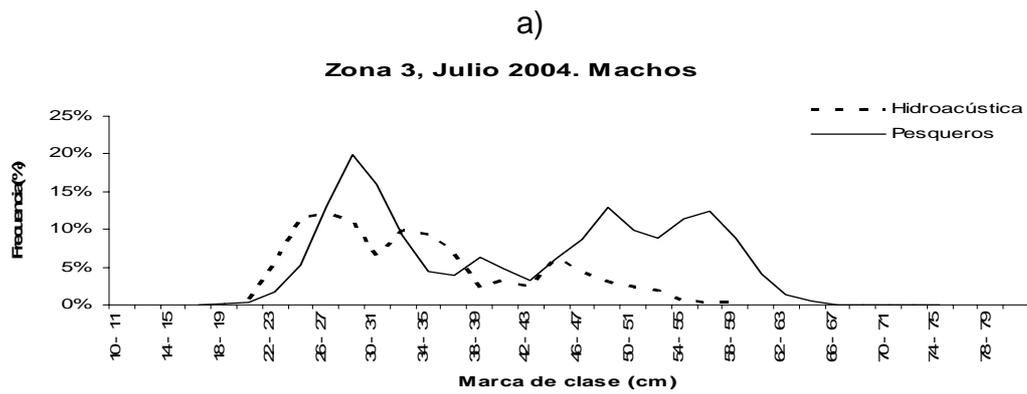


Figura 16. a) Distribución de tallas estimadas a partir de las capturas obtenidas en los lances de investigación (hidroacústica) y lances efectuados por los pesqueros (pesqueros); b) densidades estimadas por métodos acústicos y redes

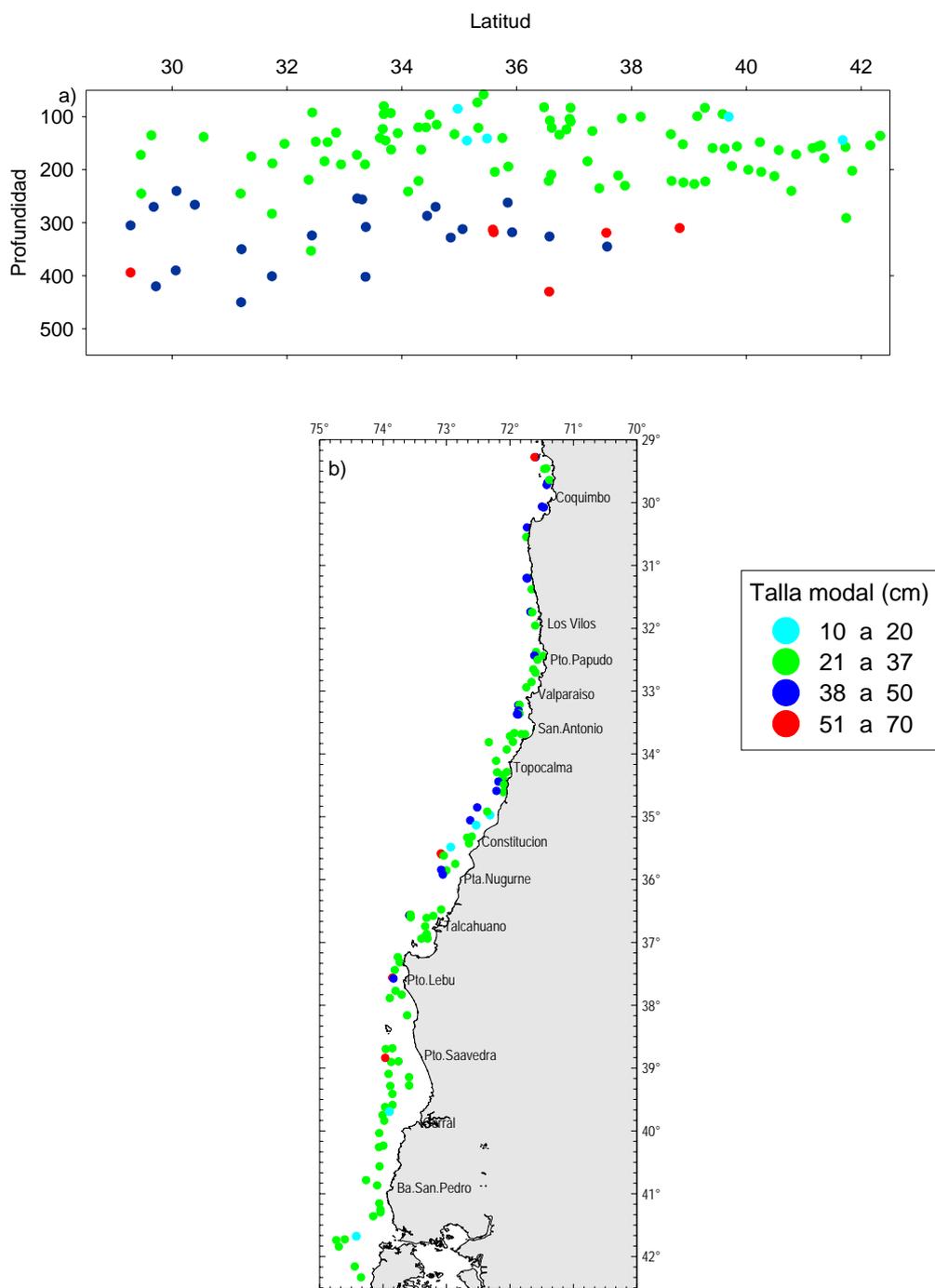


Figura 17. Distribución latitudinal y batimétrica de las tallas modales de merluza común estimadas a partir de los lances de pesca de identificación.

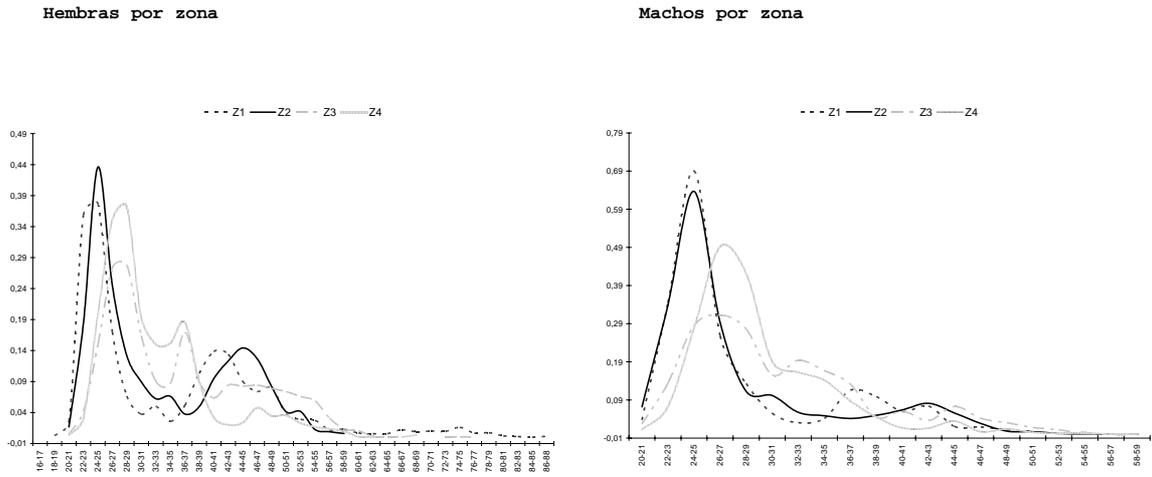


Figura 18. Composición de talla de las capturas de merluza común por zona y sexo, en el crucero de evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*), año 2004.

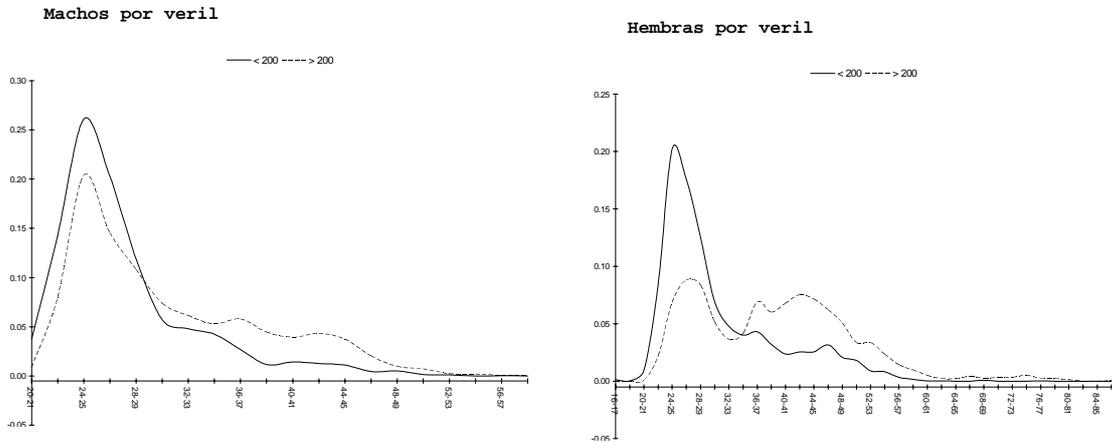


Figura 19. Composición de talla de las capturas de merluza común por veril de profundidad, en el crucero de evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*), año 2004.

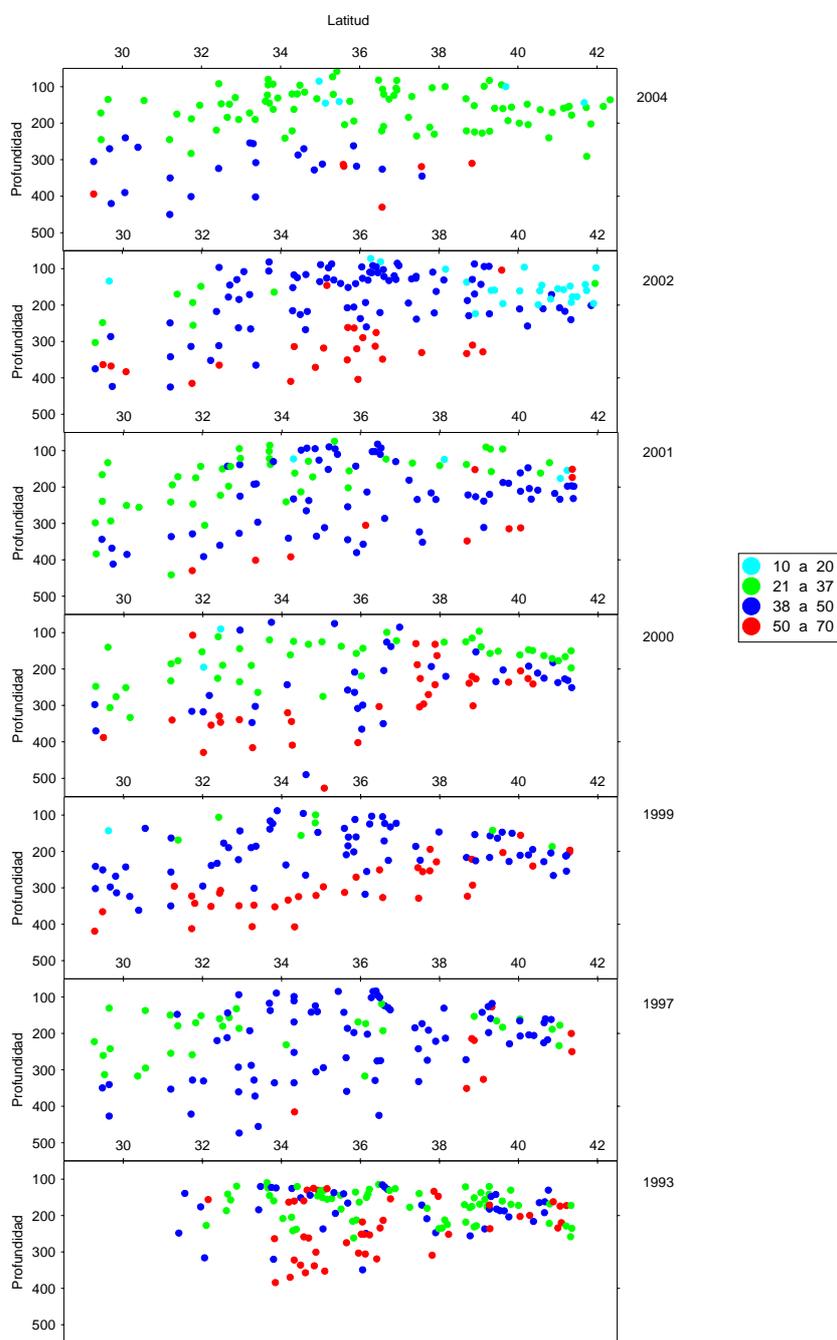


Figura 20. Distribución latitudinal de las tallas modales de merluza común estimadas a partir de los lances de pesca de identificación.

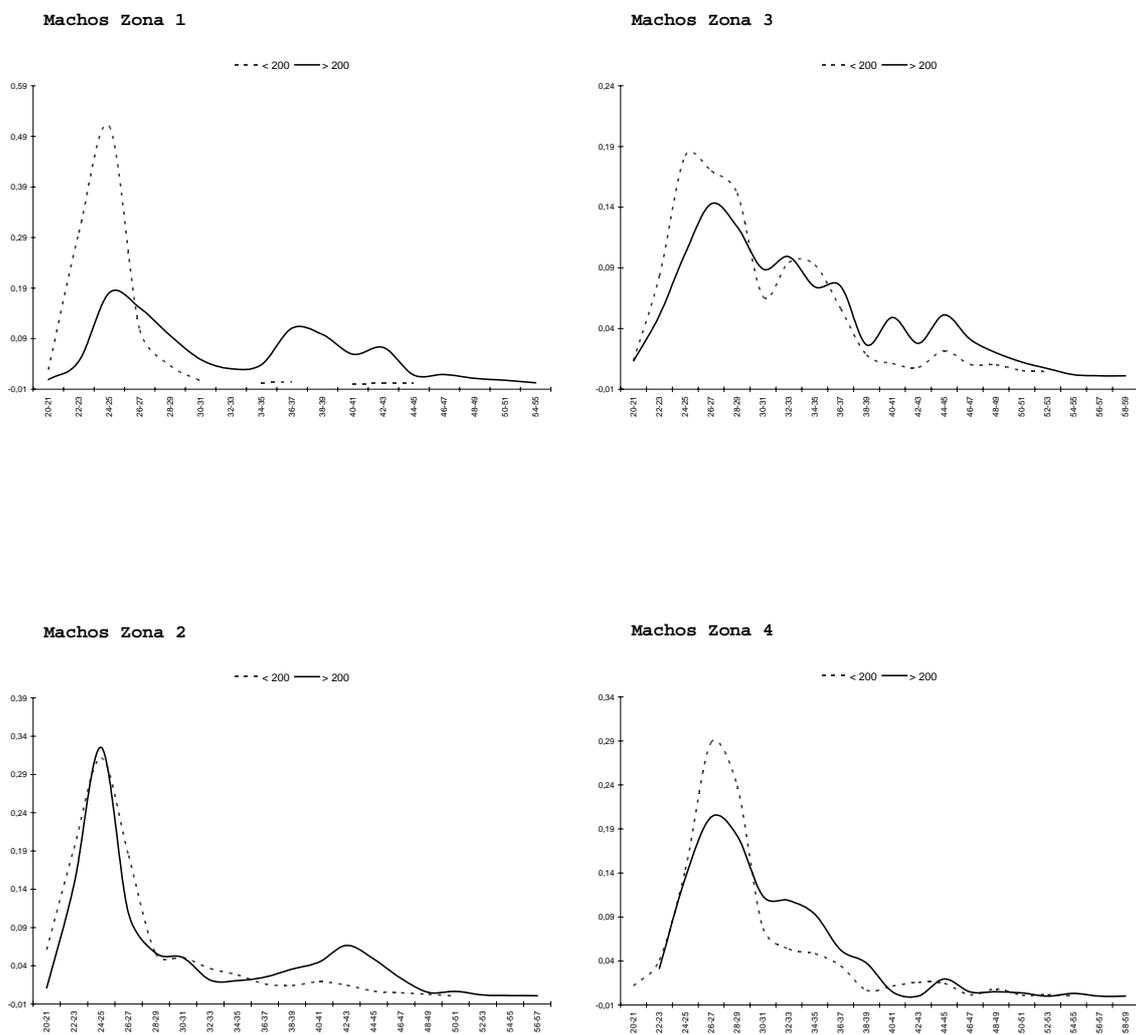


Figura 21. Composición de talla de las capturas de merluza común por profundidad, para machos y subzonas, evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*), año 2004.

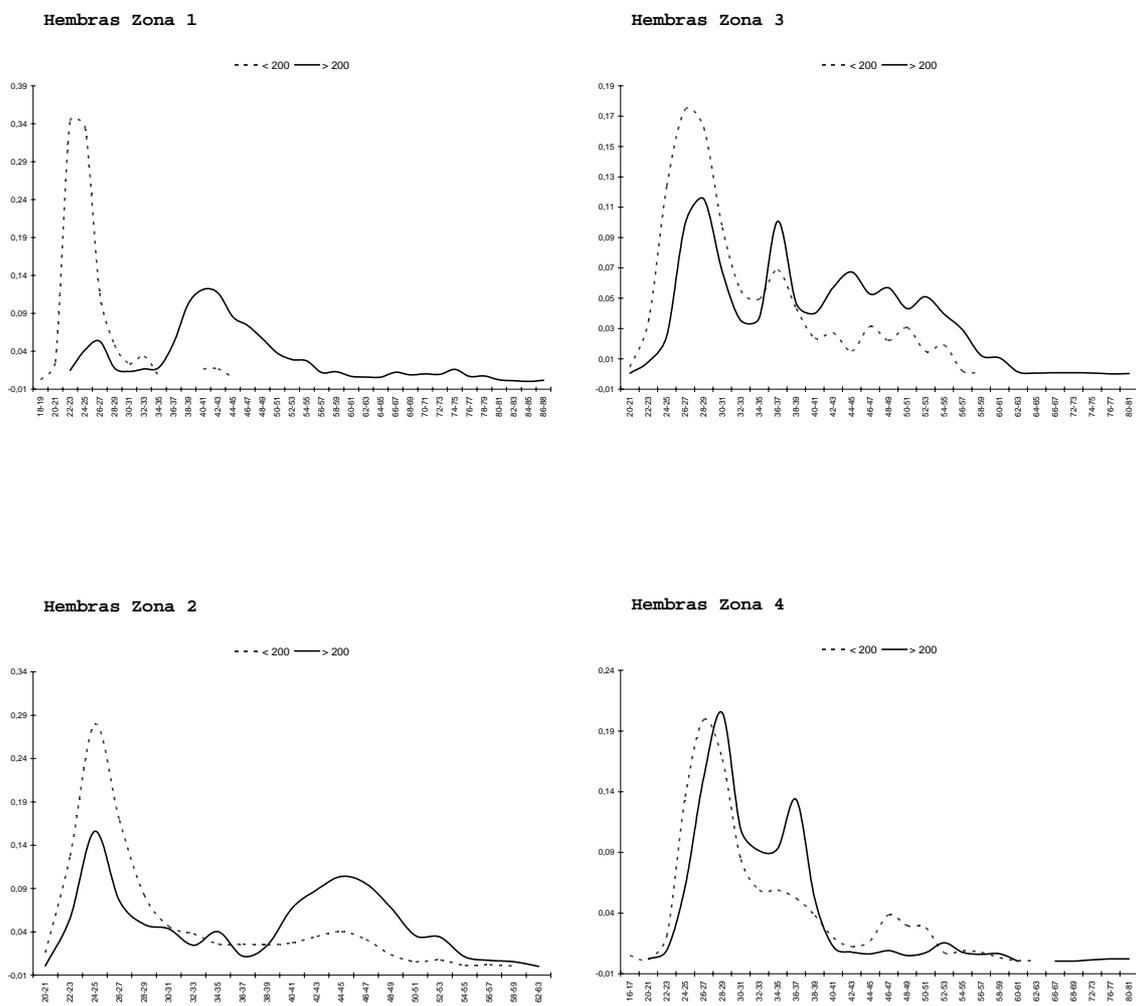


Figura 22. Composición de talla de las capturas de merluza común por profundidad, para hembras y subzonas, evaluación hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*), año 2004.

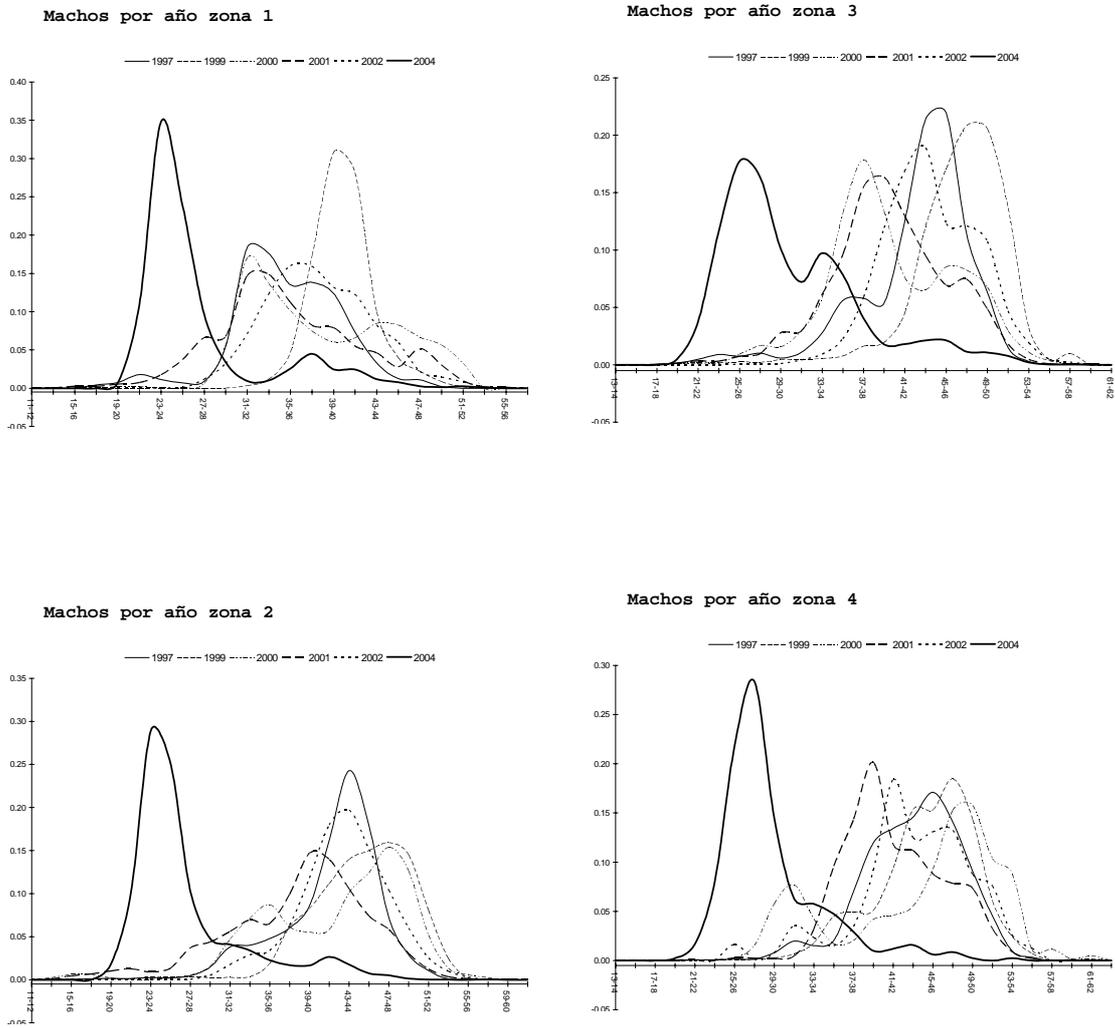


Figura 23. Composición de talla de las capturas de merluza común por zona y año, para machos. Evaluaciones hidroacústica de merluza (*Merluccius gayi*) para los años 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004.

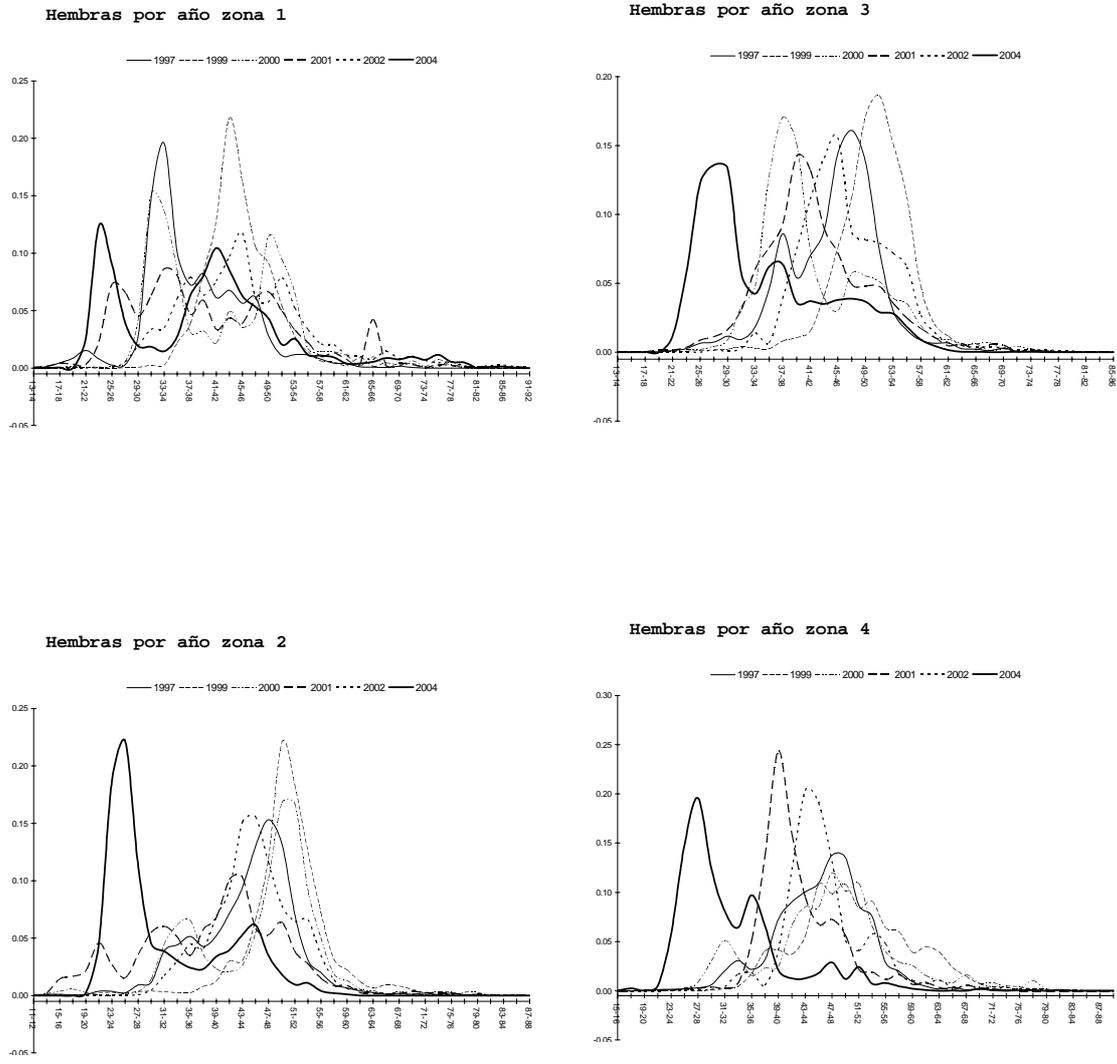


Figura 24. Composición de talla de las capturas de merluza común por zona y año, para hembras. Evaluaciones de merluza (*Merluccius gayi*) para los años 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004.

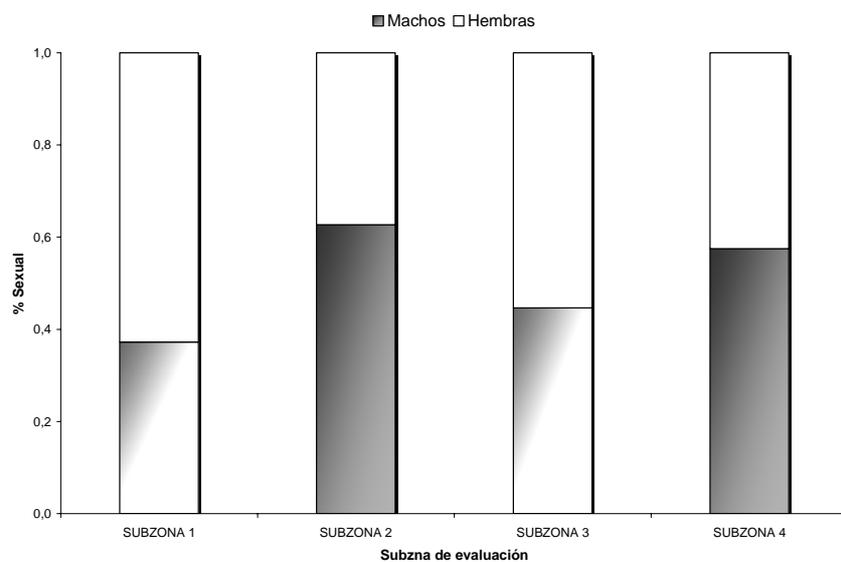


Figura 25. Proporción sexual de merluza común para las subzonas 1 a 4, evaluación hidroacústica año 2004.

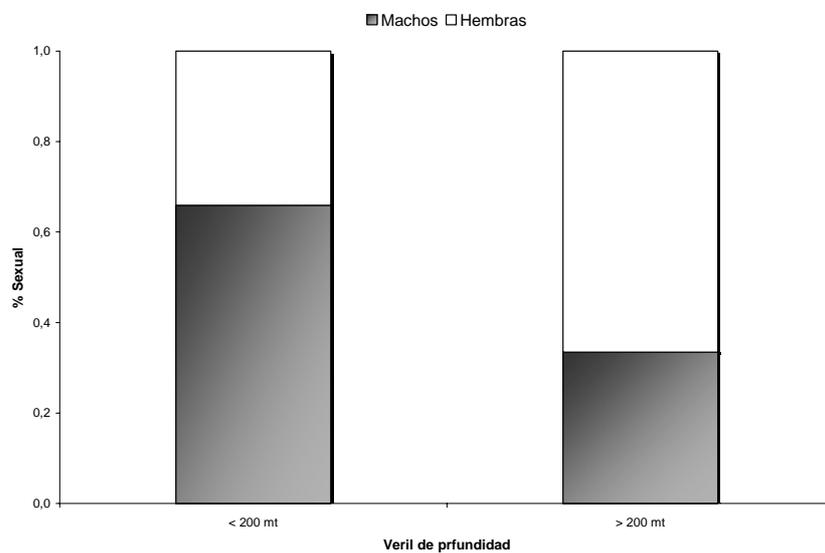


Figura 26. Proporción sexual de merluza común para los estratos de profundidad, evaluación hidroacústica año 2004.

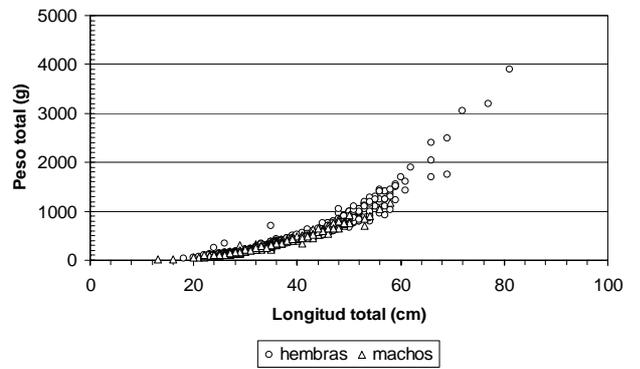
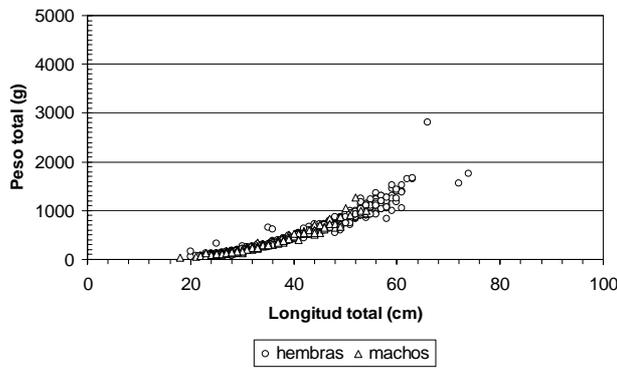
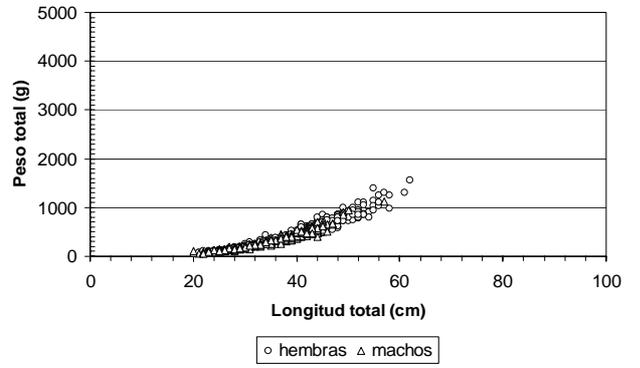
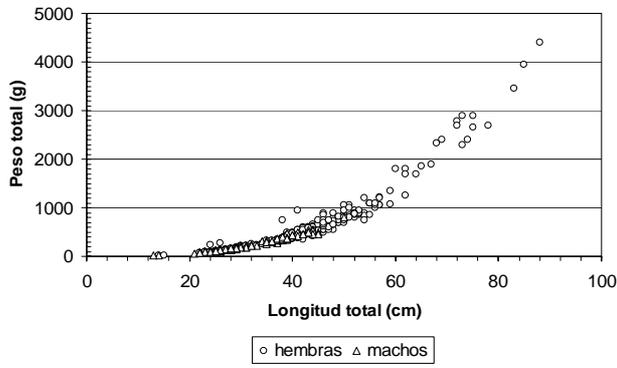
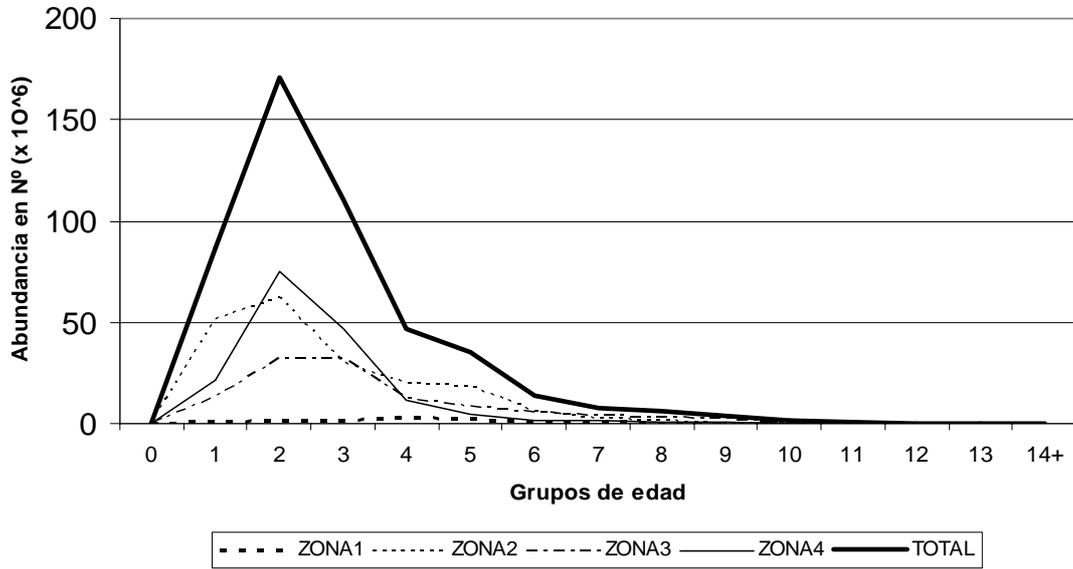


Figura 27. Dispersión de las variables pesos total (g) y longitud total(cm), de merluza común, por zona en el área de evaluación.

Merluza común machos



Merluza común hembras

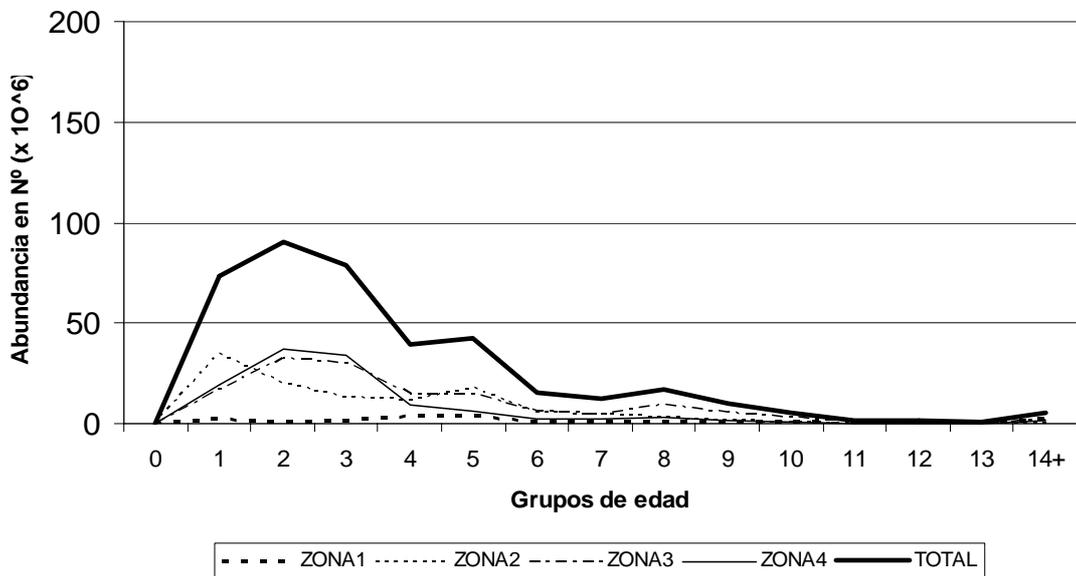


Figura.28. Abundancia por grupos de edad de merluza común, crucero de Evaluación, 2004

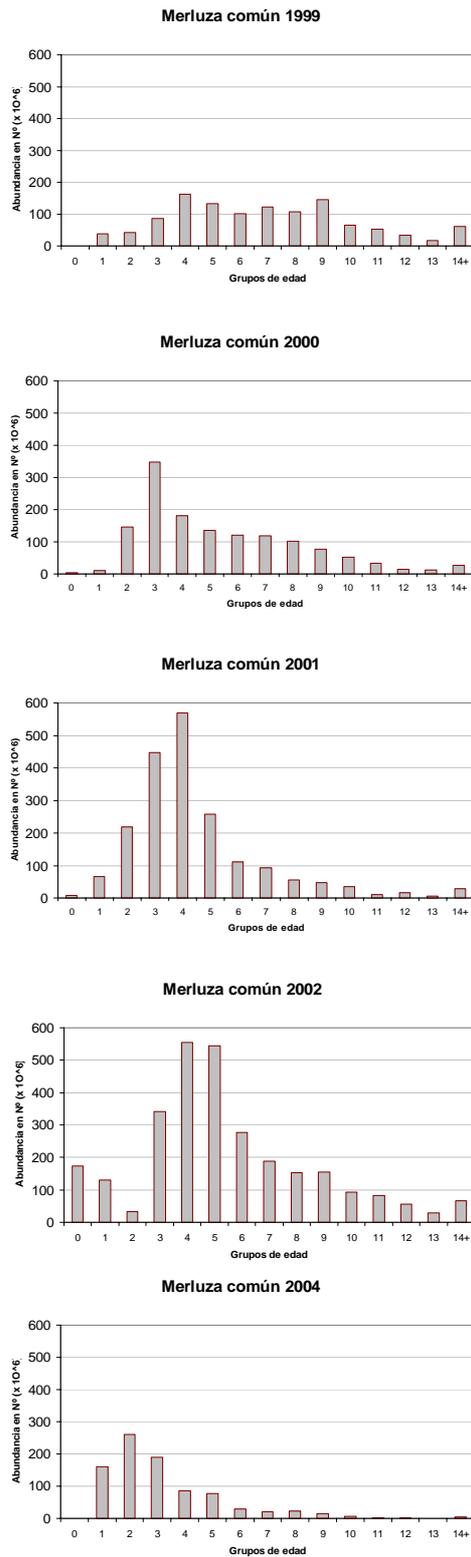


Figura 29. Abundancia por grupo de edad de merluza común. Cruceros de evaluación. Período 1999-2002 y 2004.

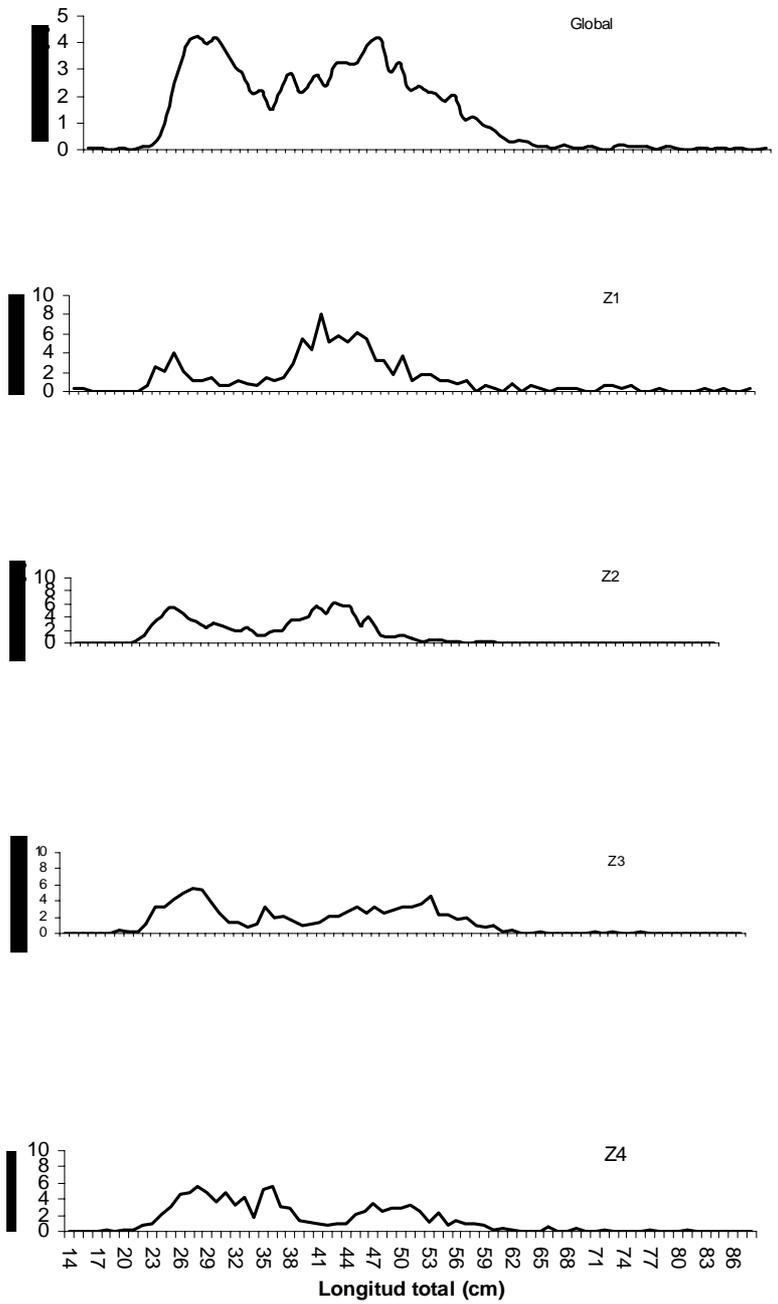


Tabla 30. Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en la zona norte.

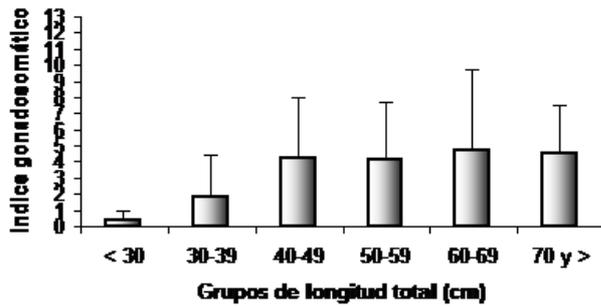


Figura 31. Valores promedios del índice gonadosomático y la desviación estándar para hembras de merluza común en el área total, por grupo de tamaños.

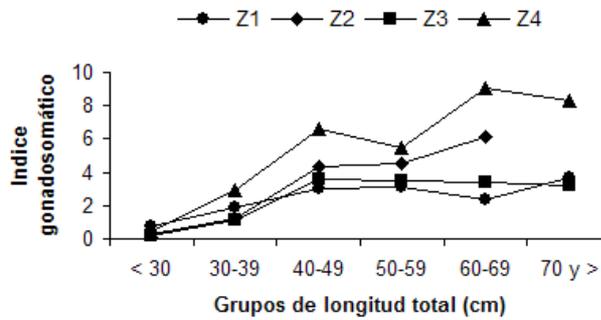


Figura 32. Variación del índice gonadosomático por grupos de tamaños y por subzonas para hembras de merluza común (Z1: zona 1; Z2: zona 2; Z3: zona 3 y Z4: zona 4).

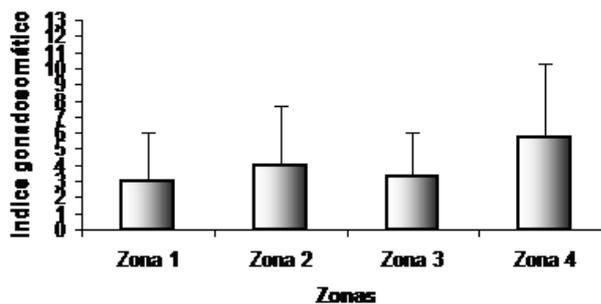


Figura 33. Valor promedio del índice gonadosomático en hembras adultas de merluza común por subzonas (Z1: zona 1; Z2: zona 2; Z3: zona 3 y Z4: zona 4).

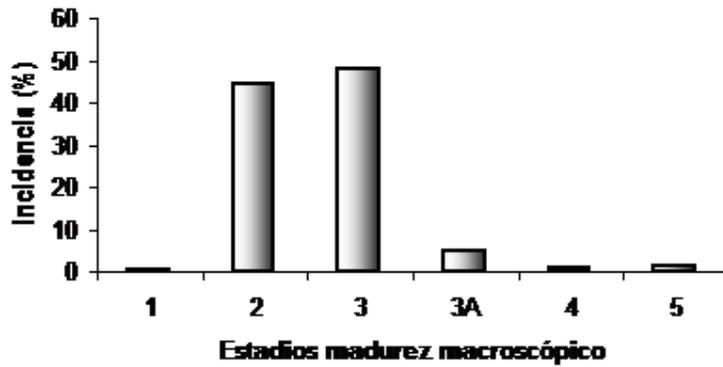


Figura 34. Incidencia de EMS macroscópicos en hembras de merluza común en el área de estudio.

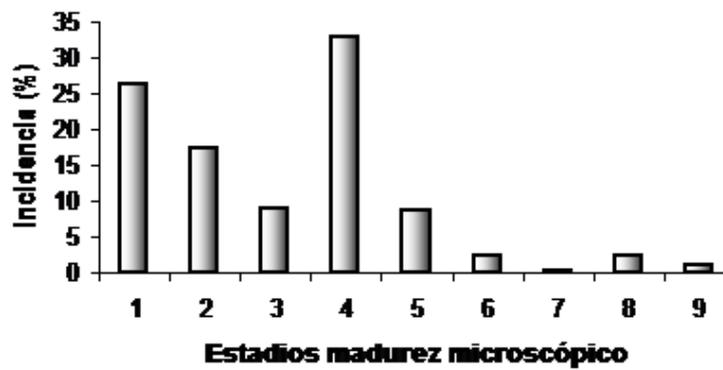


Figura 35. Incidencia de EMS microscópicos en hembras de merluza común en el área total de pesca.

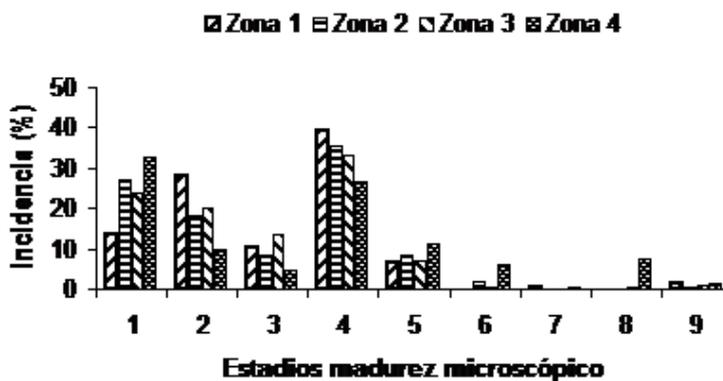


Figura 36. Incidencia de cada EMS microscópico en hembras de merluza común entre las subzonas de pesca.

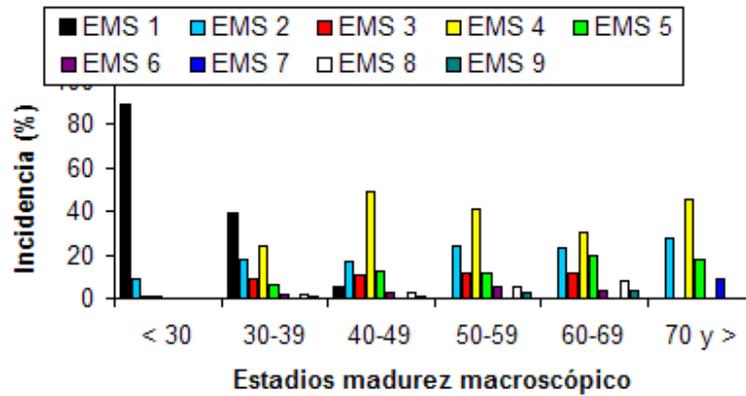


Figura 37. Incidencia de EMS microscópico por grupos de tamaños en hembras de merluza común para el área total de pesca.

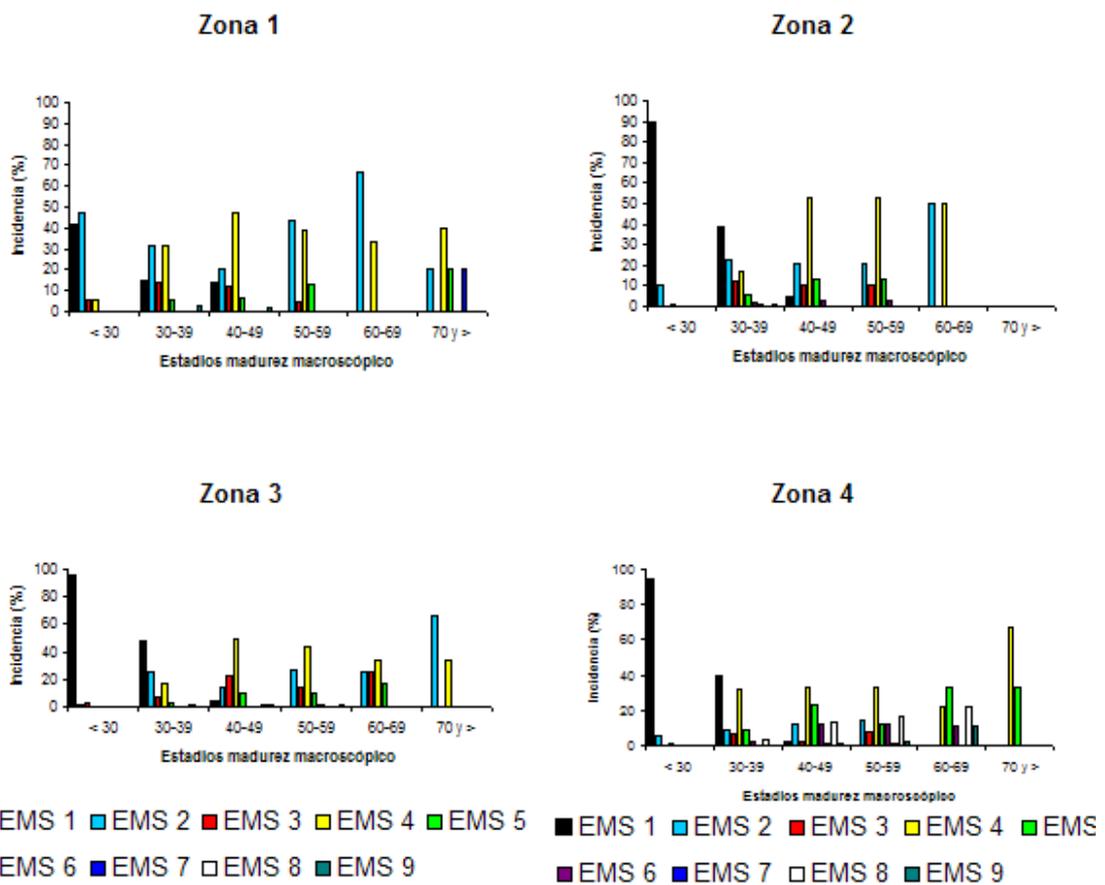


Figura 38. Distribución de frecuencia (%) de EMS microscópicos para hembras de merluza común por grupos de longitud para las cuatro subzonas de pesca.

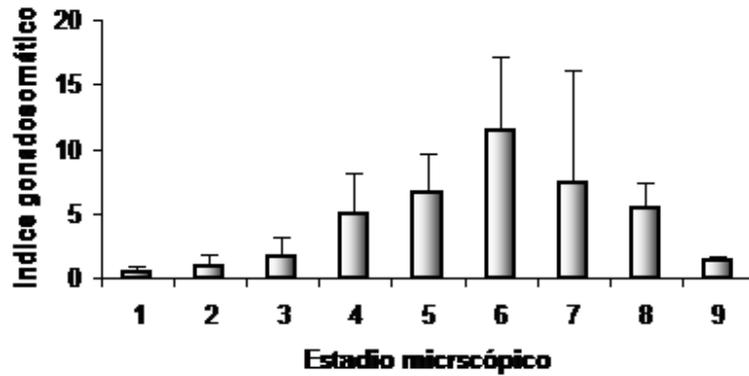


Figura 39. Valor promedio del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada uno de los EMS microscópicos.

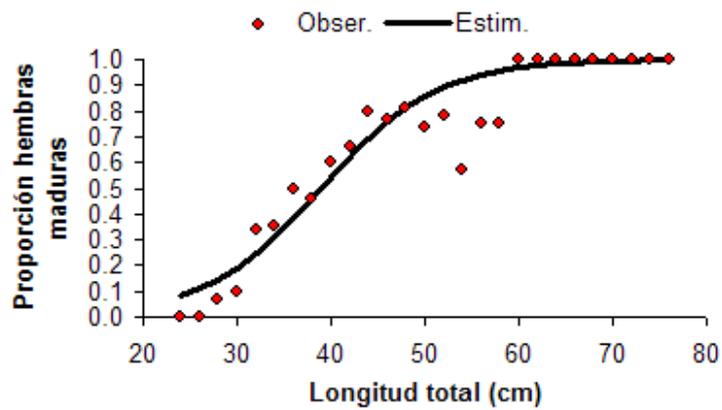


Figura 40. Ojiva de madurez sexual de la merluza común de la zona Centro norte.

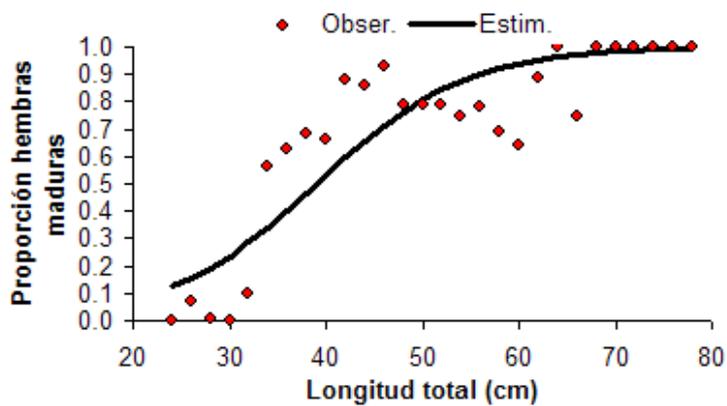


Figura 41. Ojiva de madurez sexual de la merluza común de la zona centro sur.

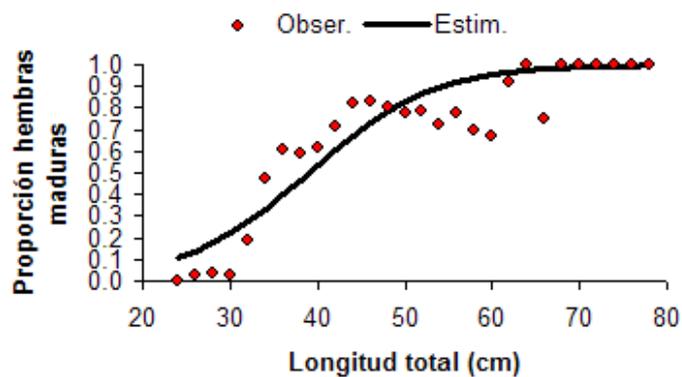


Figura 42. Ojiva de madurez sexual de la merluza común para el área total de pesca.

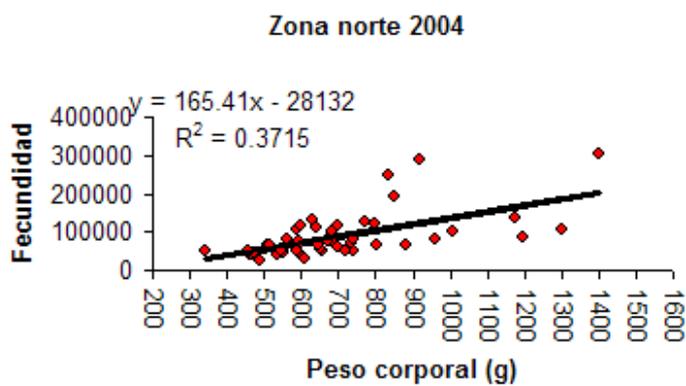


Figura 43. Relación entre la fecundidad modal y el peso corporal en la merluza común del área norte.

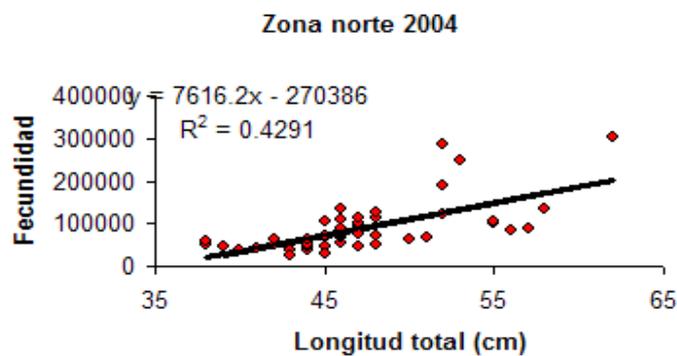


Figura 44. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común del área norte.

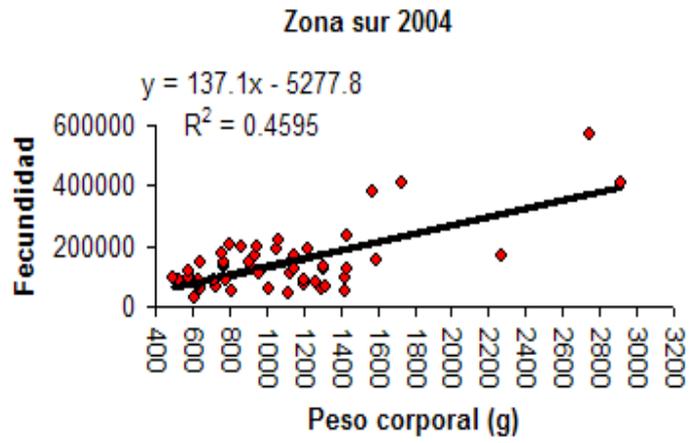


Figura 45. Relación entre la fecundidad modal y el peso corporal en la merluza común del área sur.

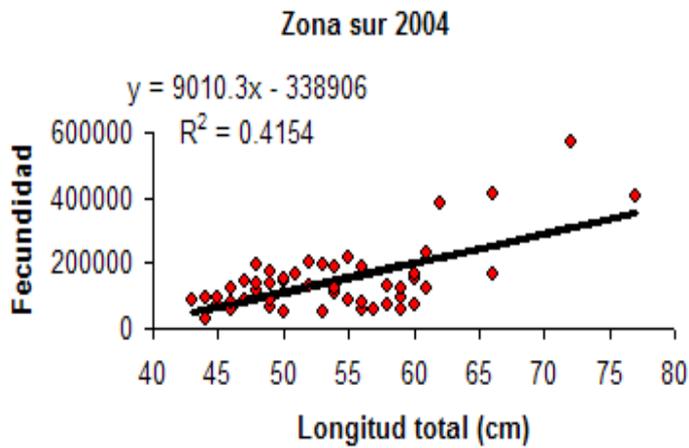


Figura 46. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común del área sur.

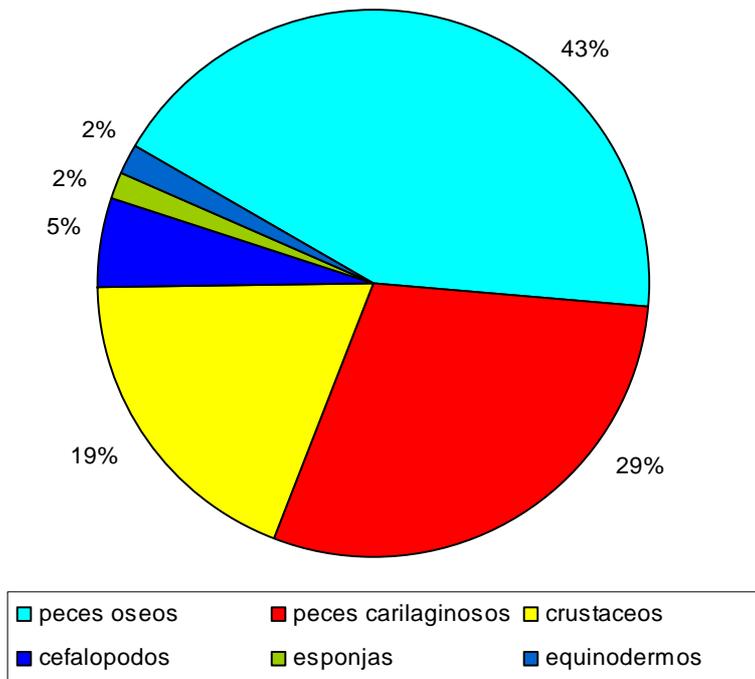


Figura 47. Composición porcentual de los grupos taxonómicos presentes en la fauna acompañante del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (*Merluccius gayi*) 2004-09.

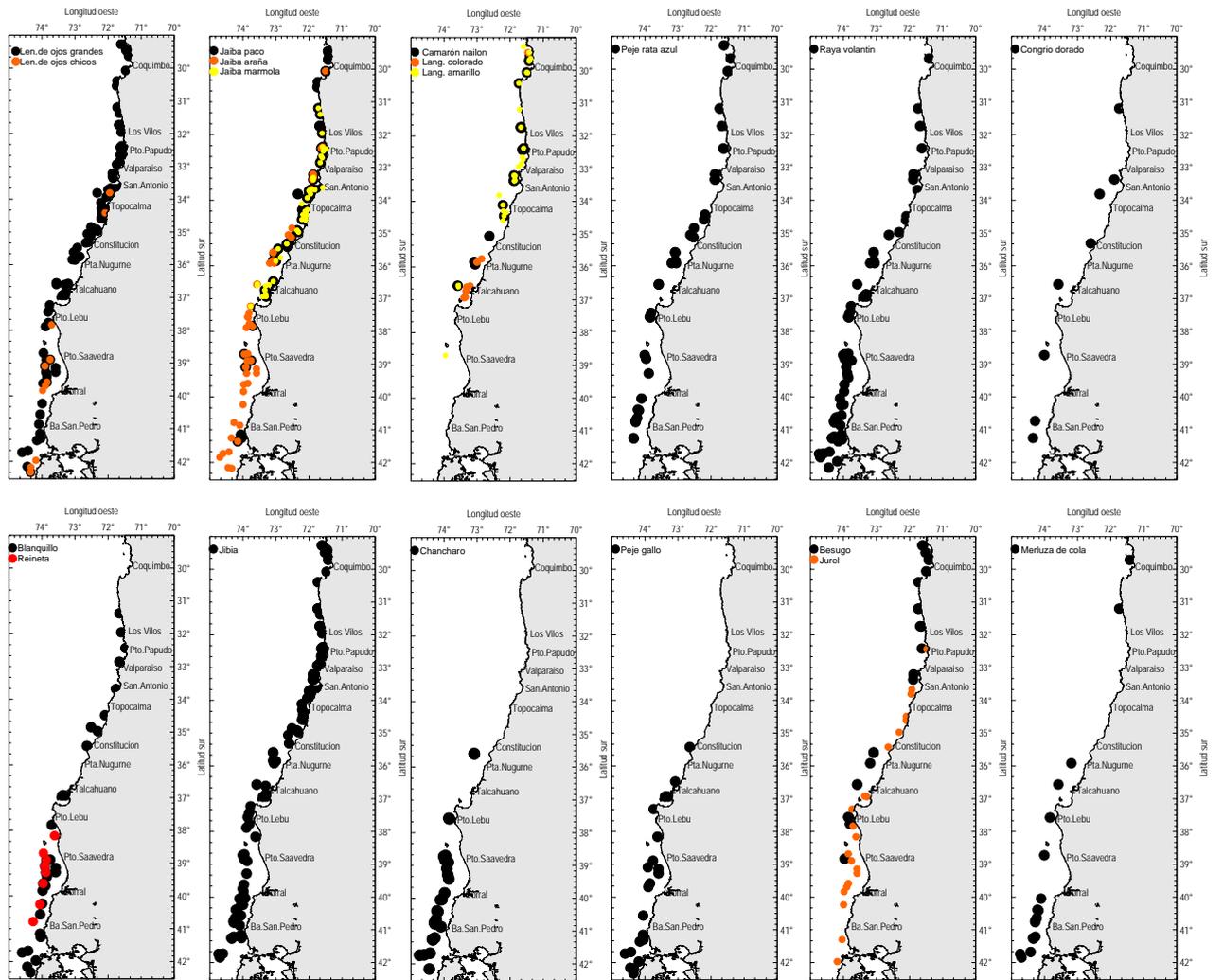


Figura 48. Distribución espacial de los principales componentes de la fauna acompañante del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (*Merluccius gayi*) 2004-09.

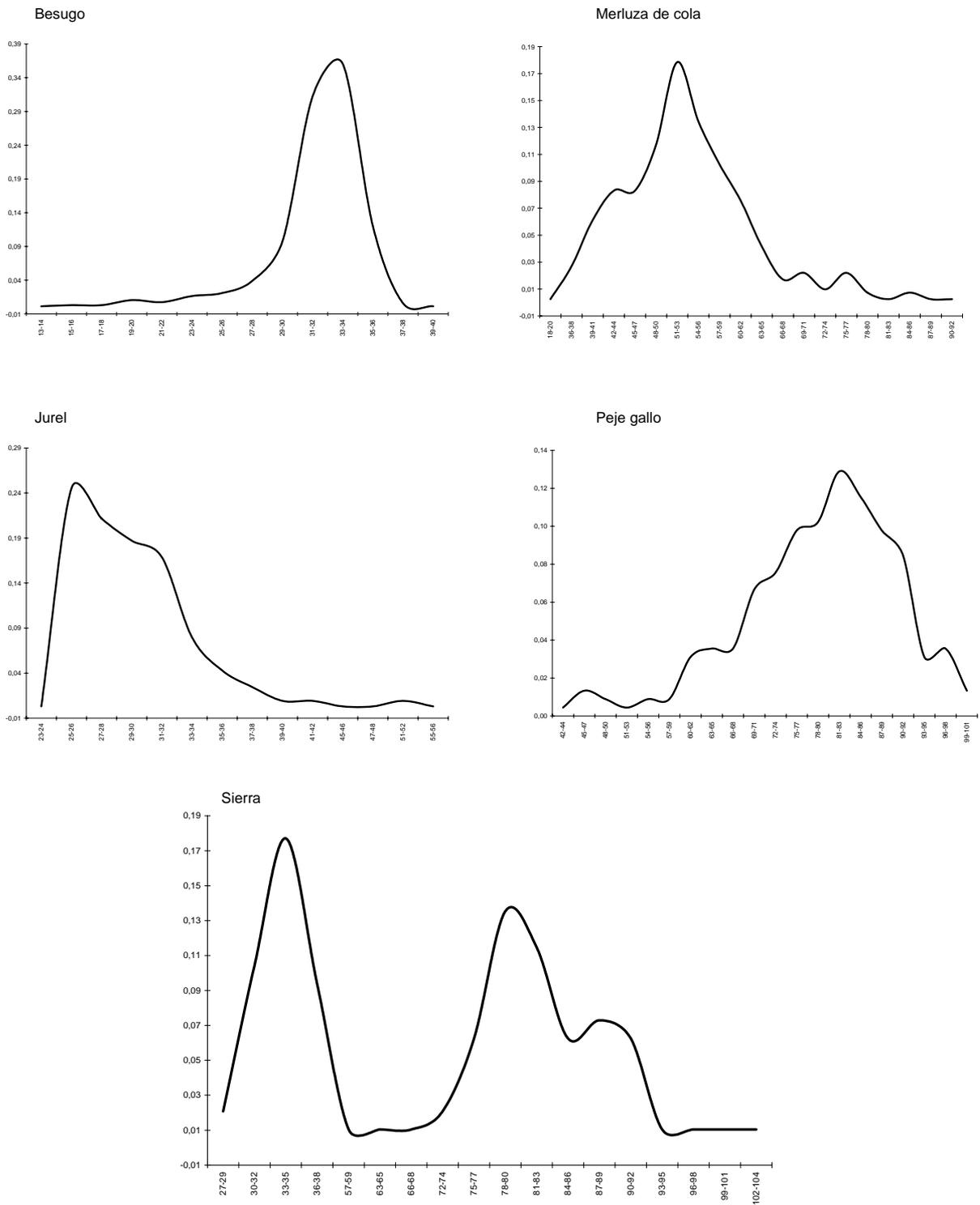


Figura 49. Composición de talla de las capturas de las principales especies de fauna acompañante de merluza común evaluación hidroacústica de merluza común (*Merluccius gayi*), año 2004

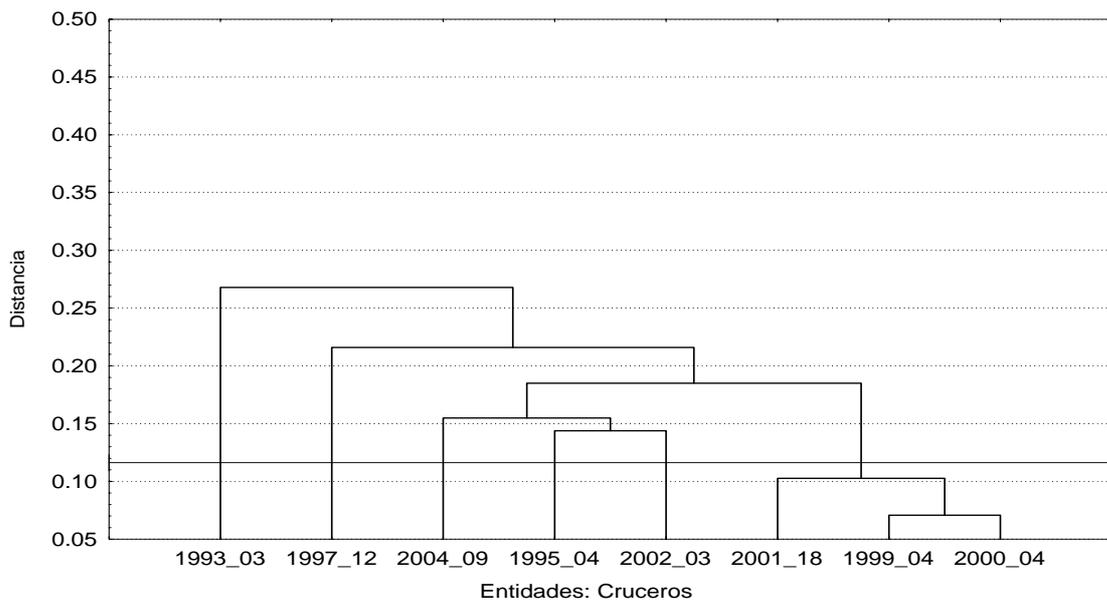


Figura 50. Dendrograma, correspondiente a la Captura por Unidad de Área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante presentes en las capturas, de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09

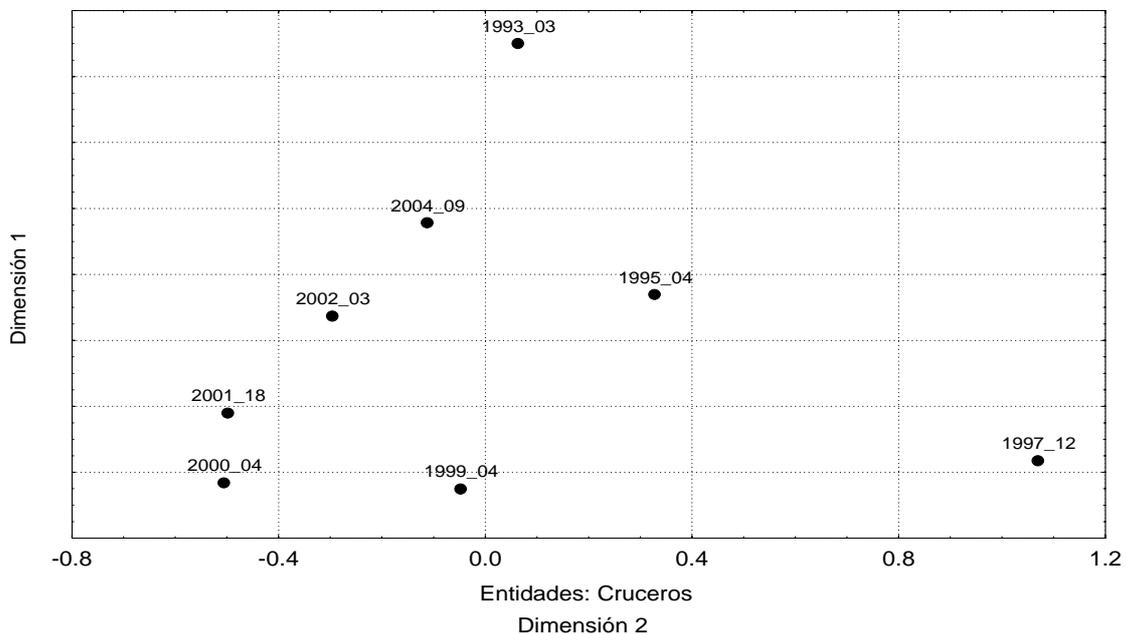


Figura 51. Escalamiento Multidimensional no Métrico, correspondiente a la Captura por Unidad de Área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante presentes en las capturas de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.

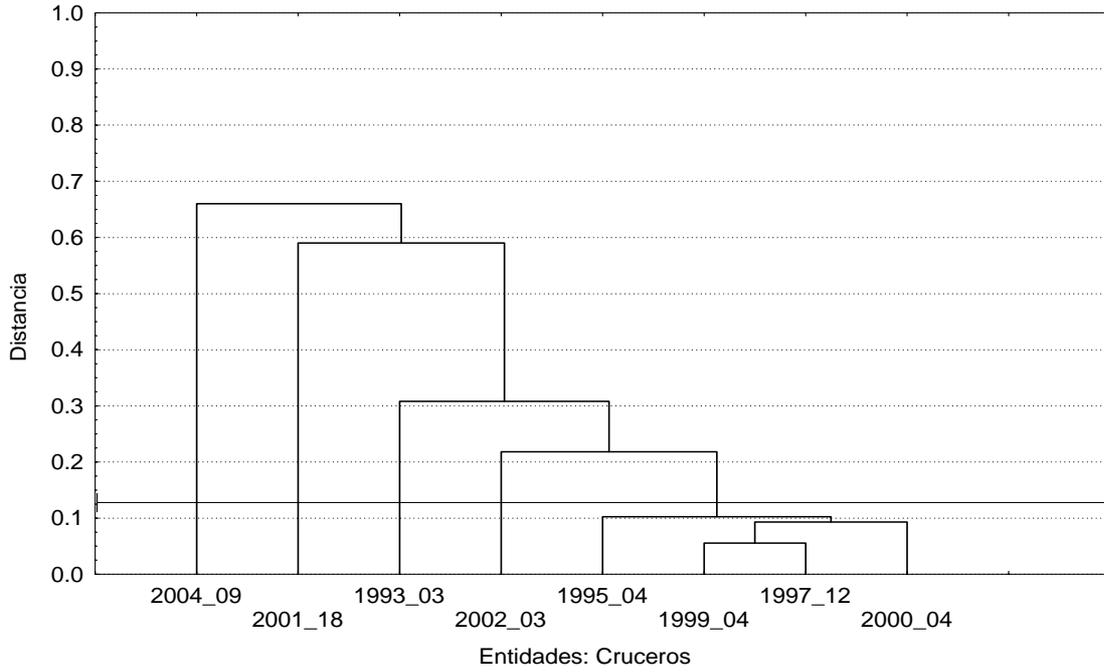


Figura 52. Dendrograma, correspondiente a la proporción de las especies importantes de la fauna acompañante presentes en las capturas de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.

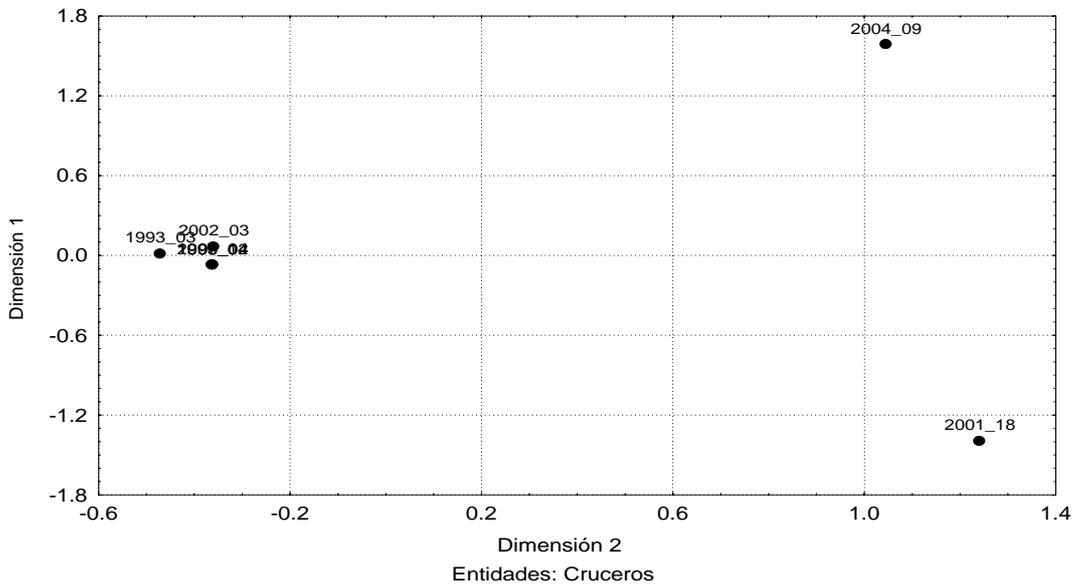


Figura 53. Escalamiento Multidimensional no Métrico, correspondiente a la proporción de las especies importantes de la fauna acompañante de las capturas de los lances de identificación de la merluza común correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.

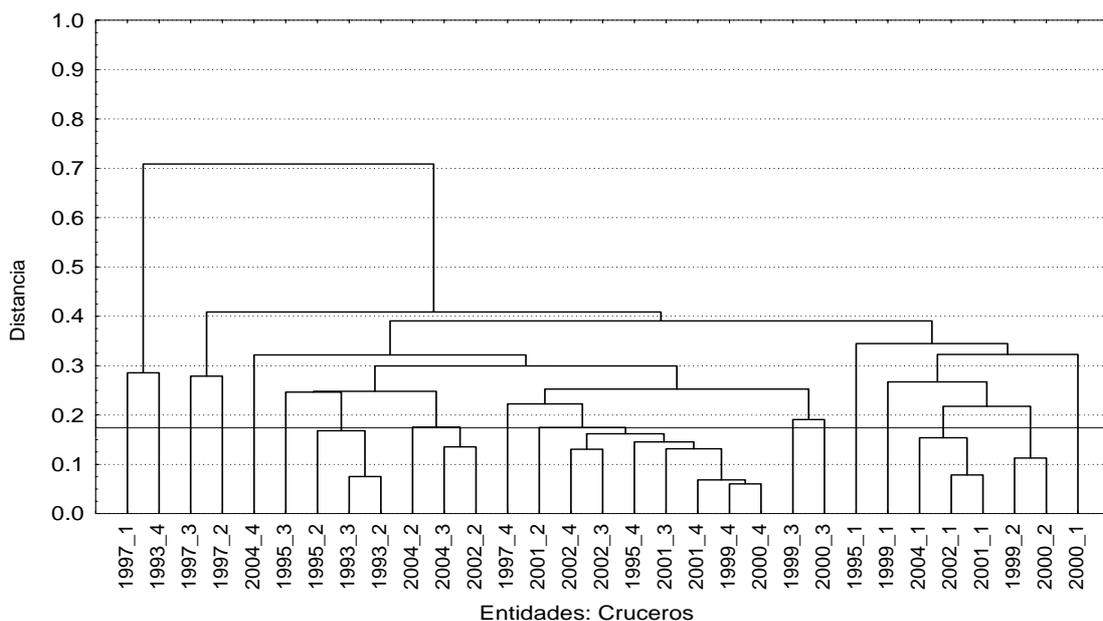


Figura 54. Dendrograma, correspondiente a la Captura por unidad de área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante presentes de las capturas en las subzona de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.

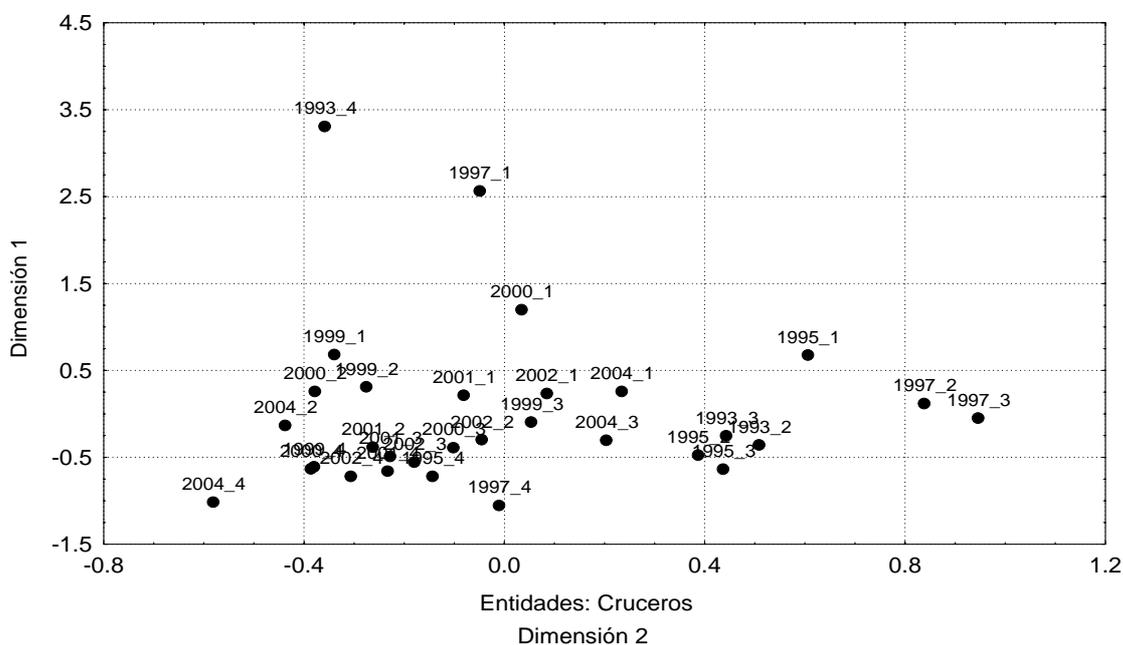


Figura 55. Escalamiento Multidimensional no Métrico, correspondiente a la Captura por unidad de área (CPUA) de las especies importantes de la fauna acompañante de las capturas de los lances de identificación de la merluza común (*Merluccius gayi*) correspondiente a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18, 2002-03 y 2004-09.

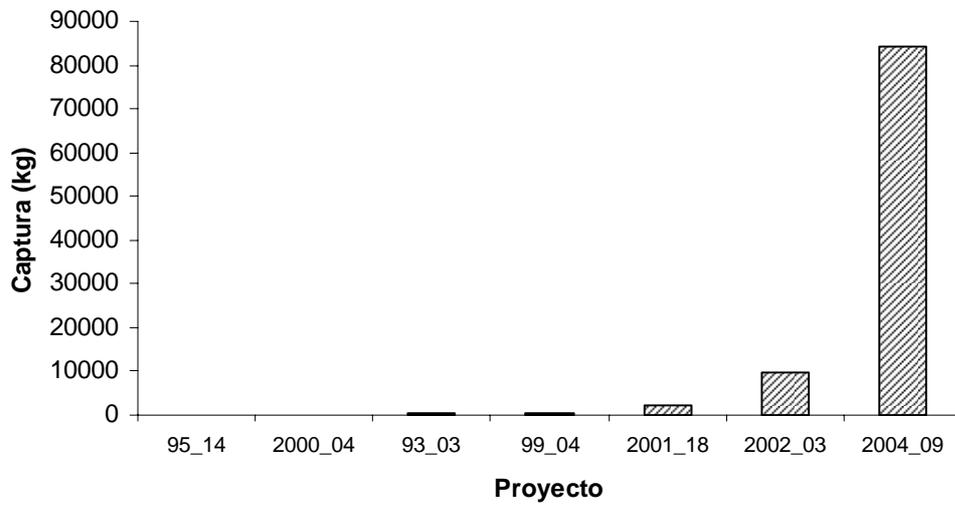


Figura 56. Captura de jibia (*Dosidicus gigas*) en los cruceros de evaluación directa de Merluza común, durante los años 1995 al 2004.

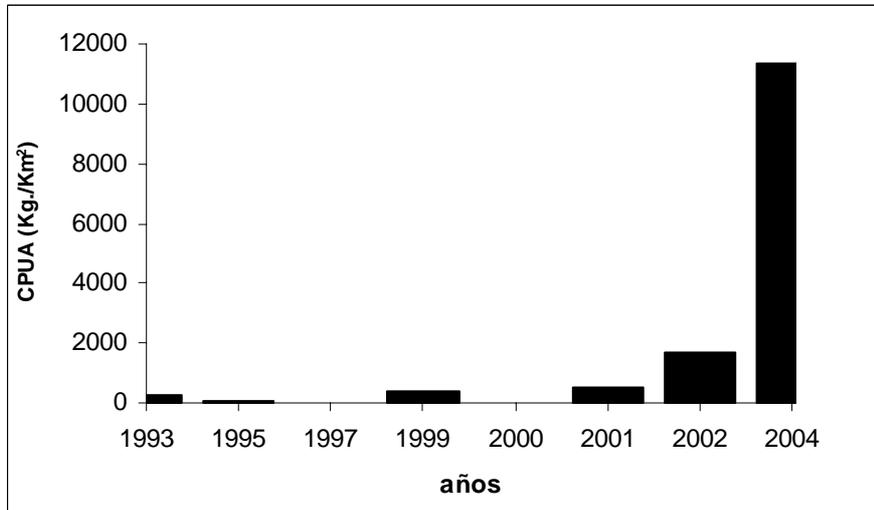


Figura 57. Captura por unidad CPUA, de jibia (*Dosidicus gigas*) en los cruceros de evaluación directa de Merluza común, durante los años 1995 al 2004.

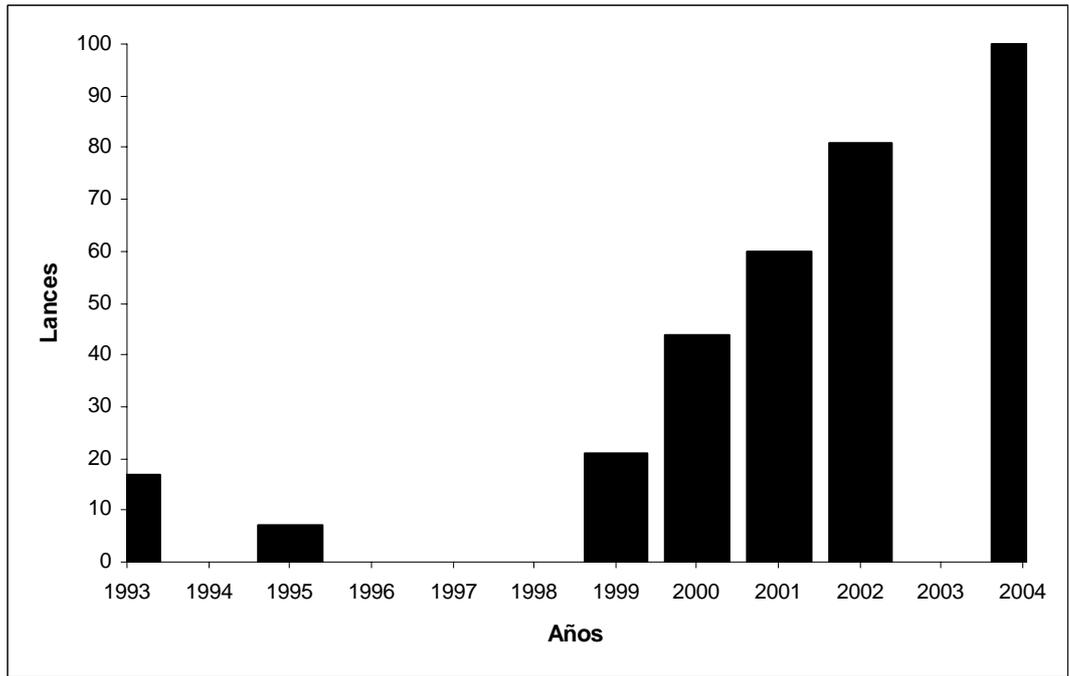


Figura 58. Presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) en los lances de los cruceros de evaluación directa de Merluza común, durante los años 1995 al 2004

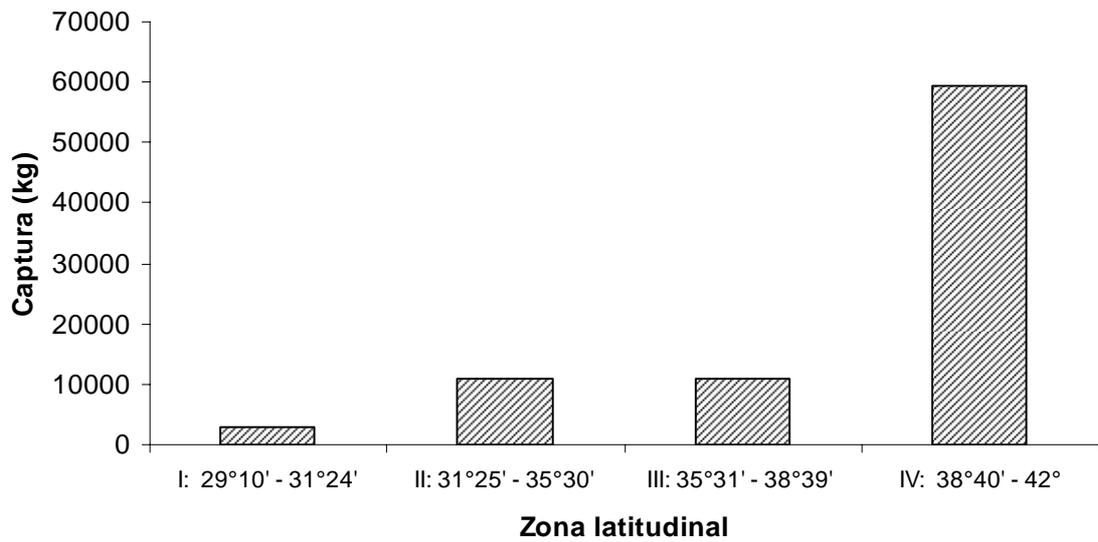


Figura 59. Presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) en los lances de los cruceros de evaluación directa de Merluza común 2004.

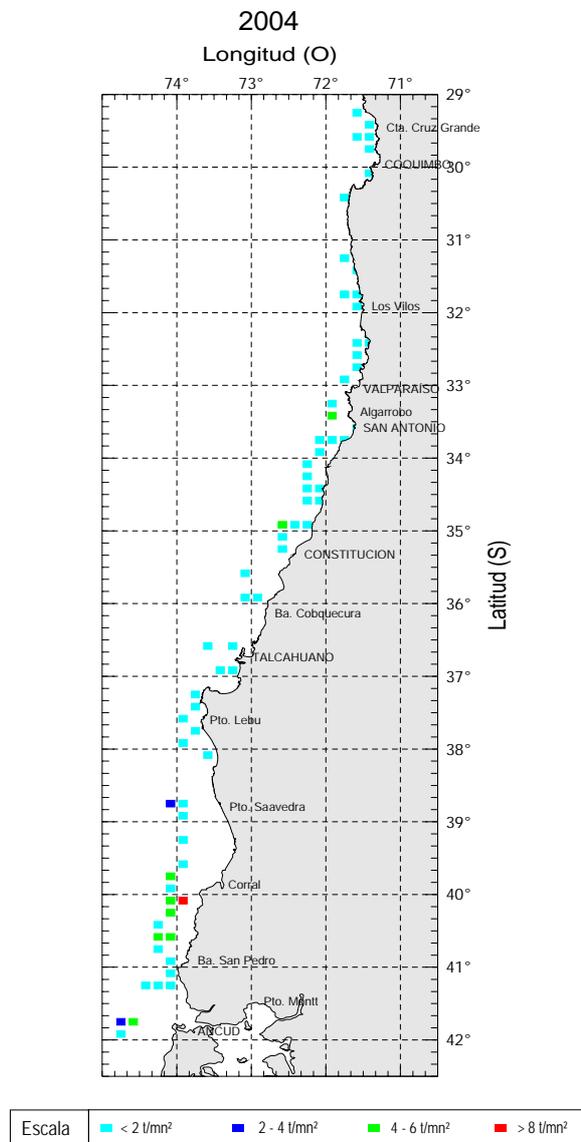


Figura 60. Captura por unidad de área CUA, de jibia (*Dosidicus gigas*) en los lances de identificación realizados en el crucero evaluación directa de merluza común 2004.

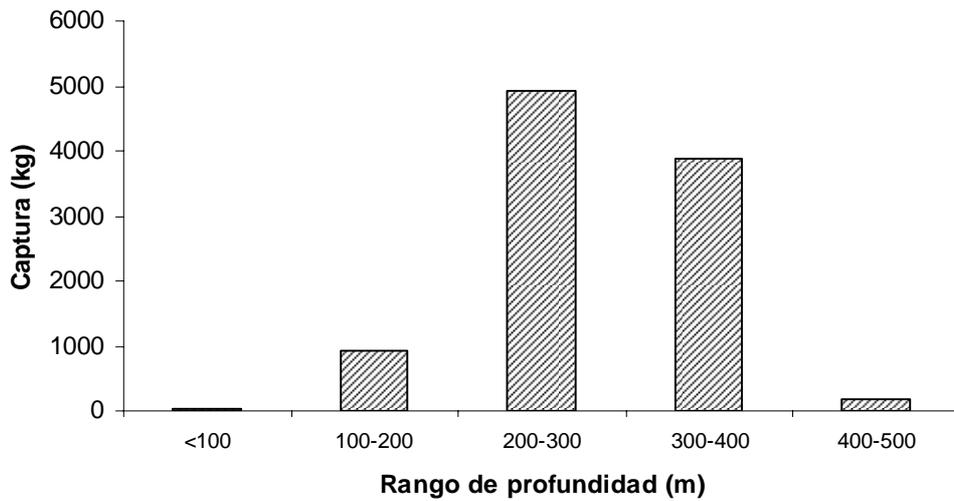


Figura 61. Captura de jibia (*Dosidicus gigas*), por rango de profundidad, en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004.

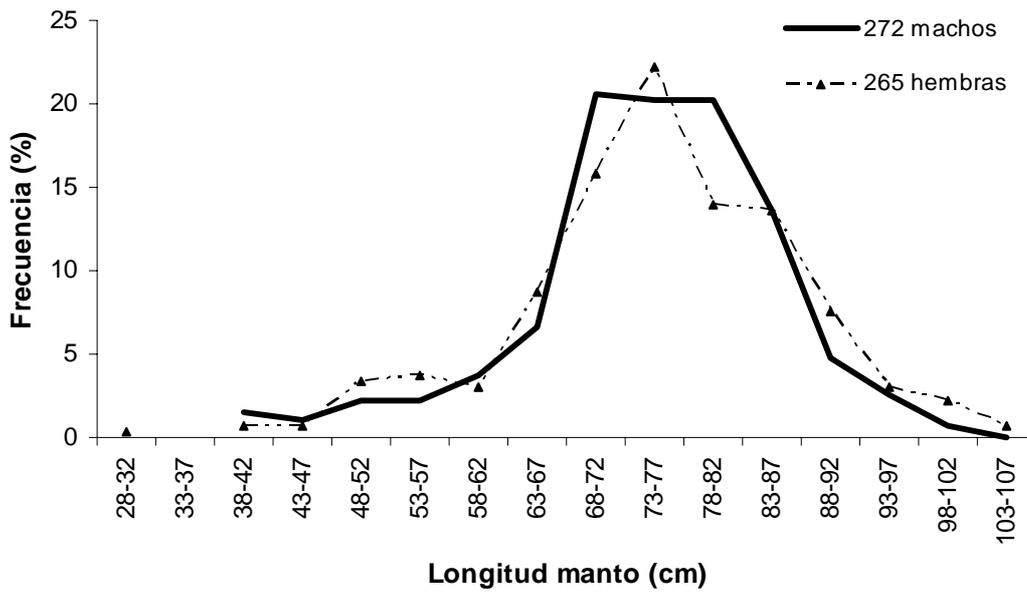


Figura 62. Distribución de frecuencia de talla de jibia (*Dosidicus gigas*), presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004

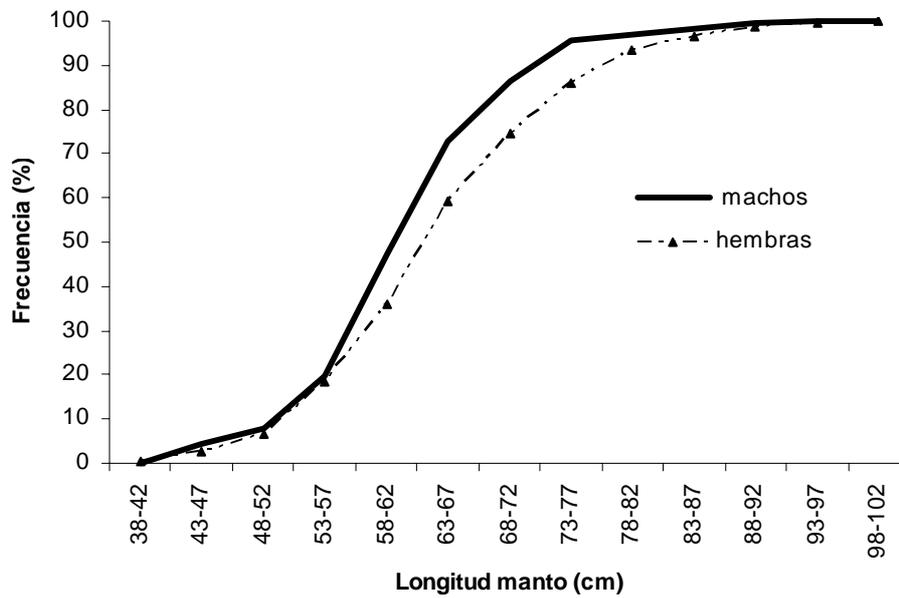


Figura 63. Distribución de frecuencia acumulada de tallas de jibia (*Dosidicus gigas*), presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004

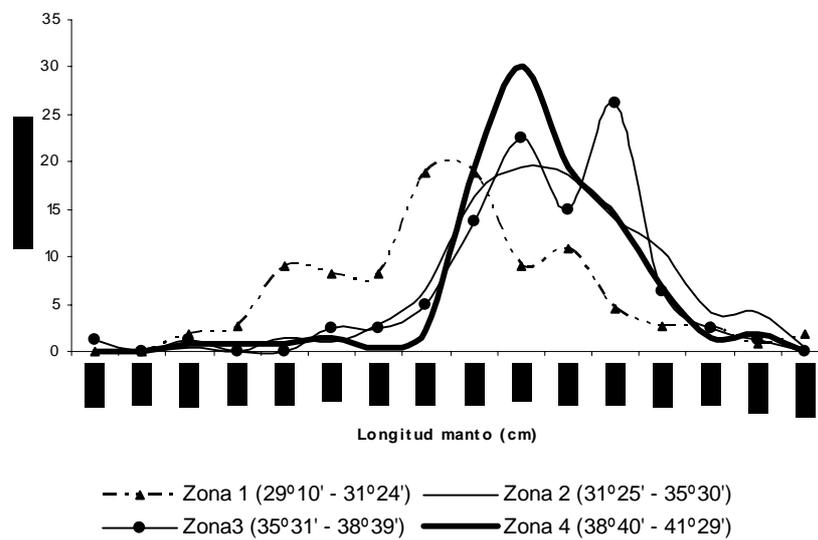


Figura 64. Distribución de frecuencia de talla de jibia (*Dosidicus gigas*), por subzona, presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común 2004

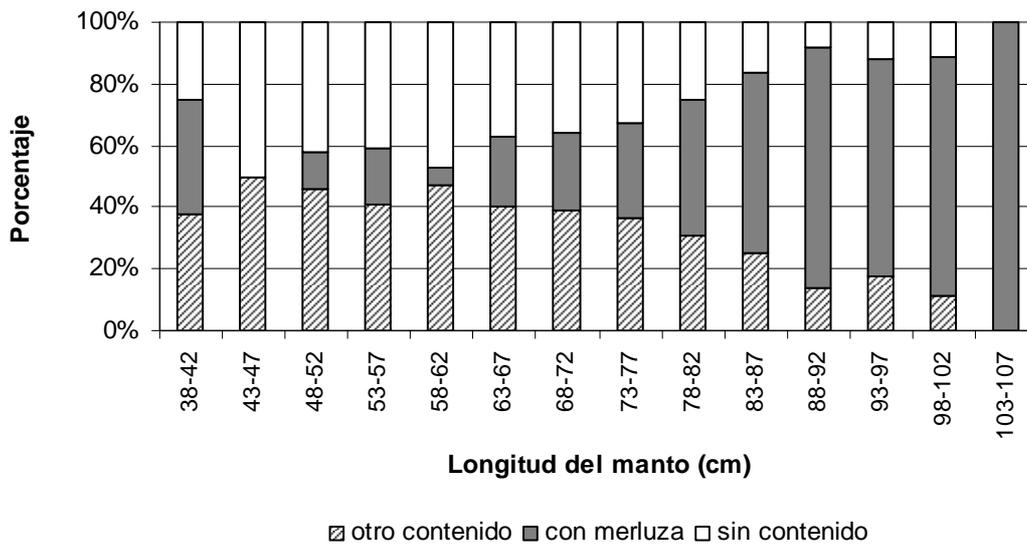


Figura 65. Contenido estomacal, porcentaje de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*) por clase de longitud, crucero evaluación directa de merluza común 2004

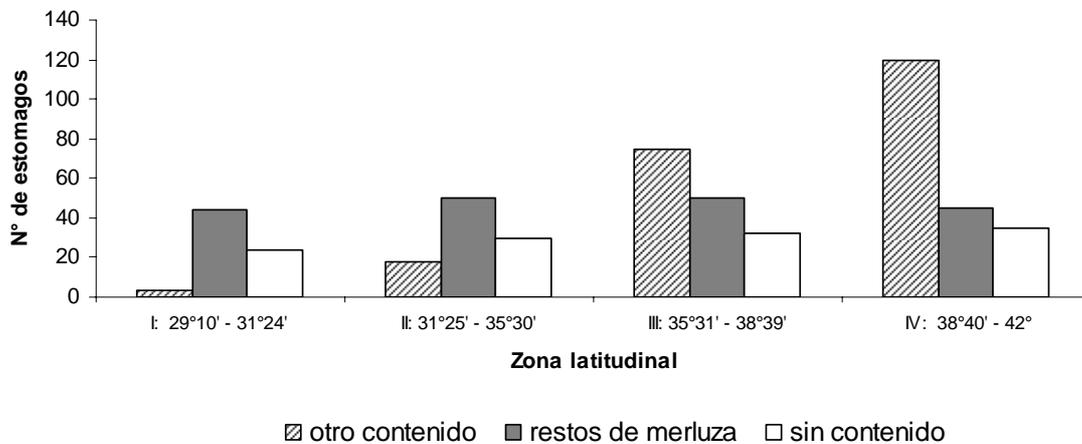


Figura 66. Contenido estomacal, número de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*) por subzona de estudio, crucero evaluación directa de merluza común 2004

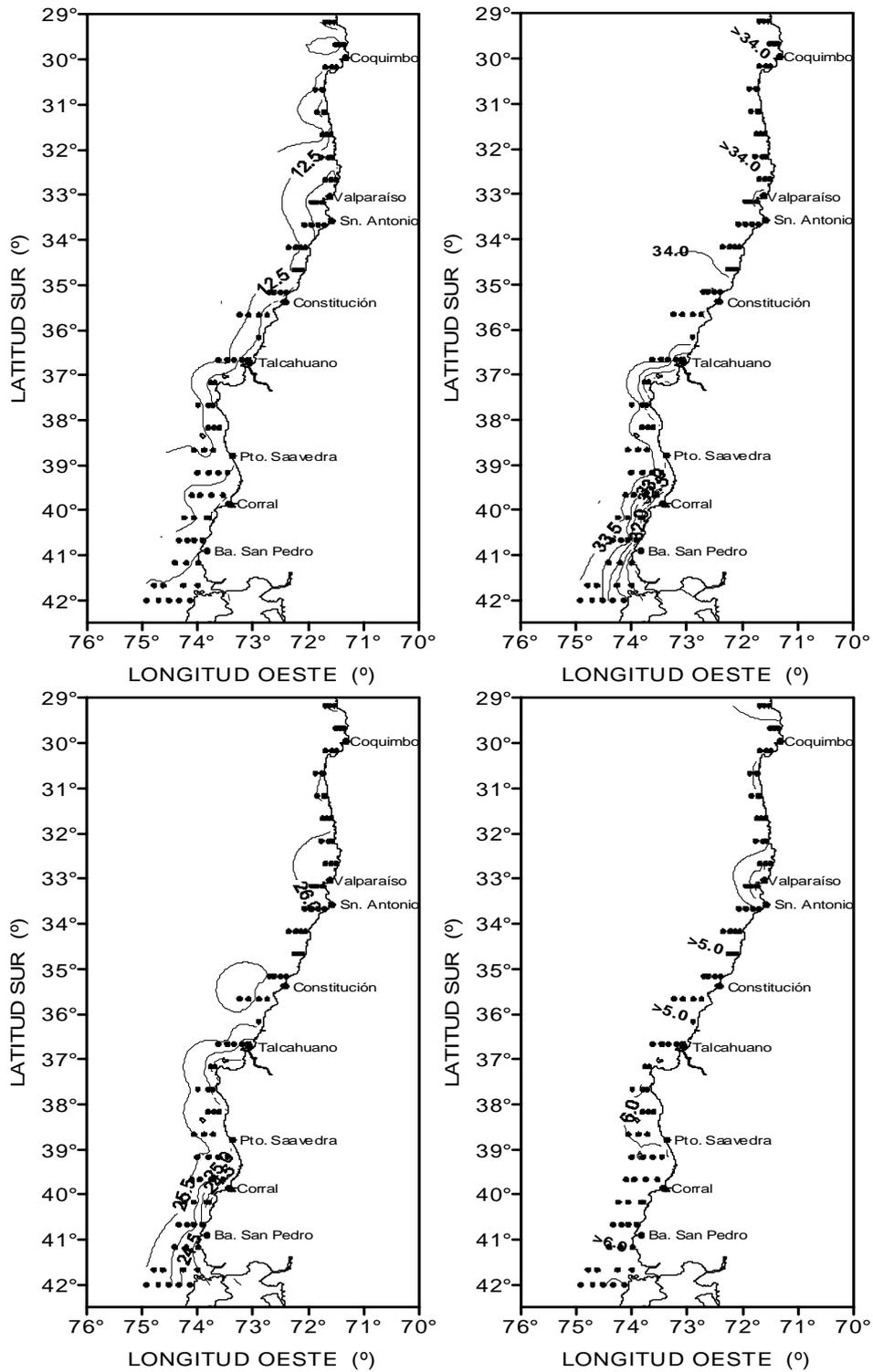


Figura 67. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en el estrato de 05 m.

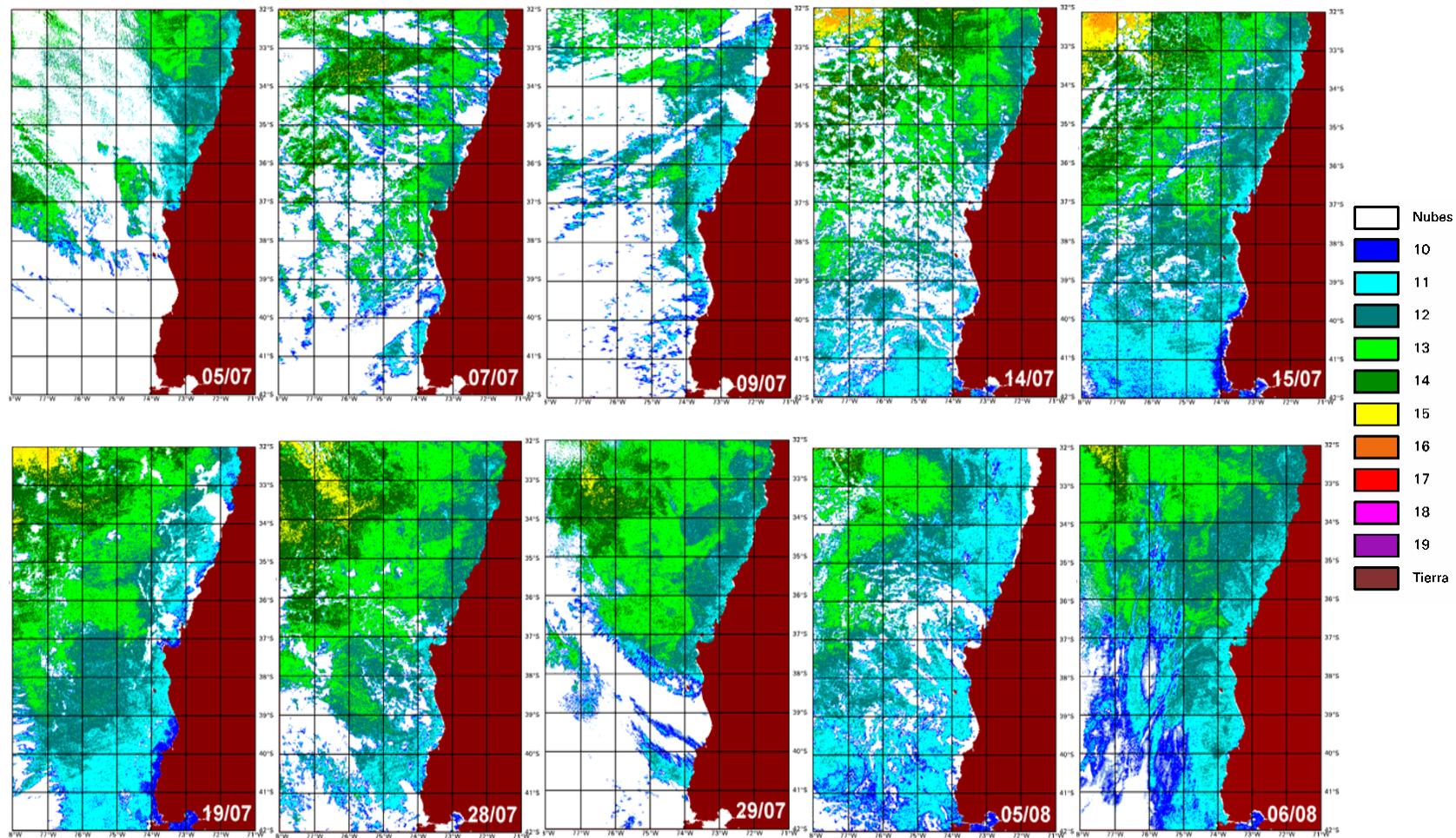


Figura 68. Imágenes satelitales de alta resolución recibidas durante el periodo de estudio.

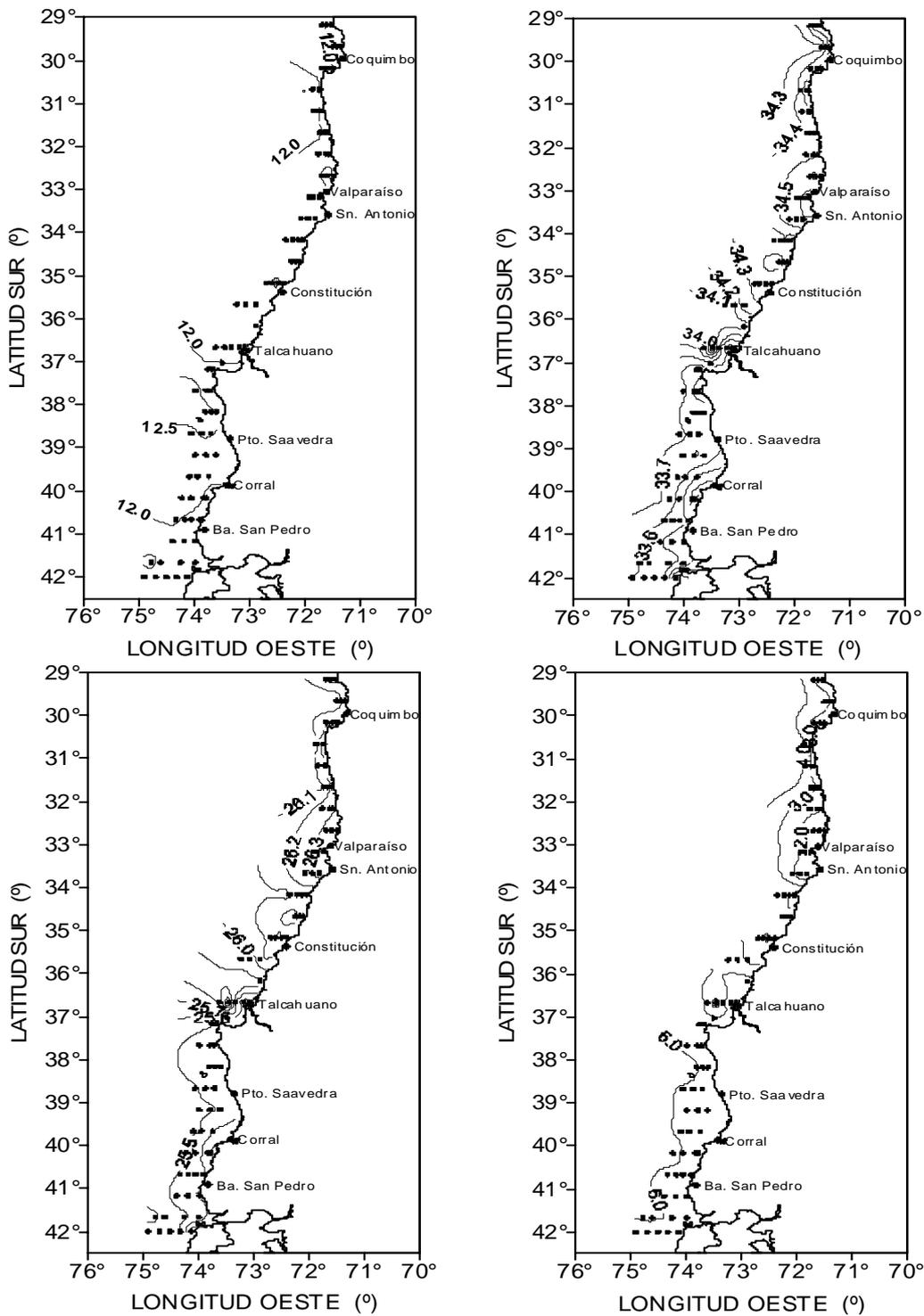


Figura 69. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹), en el estrato de 50 m.

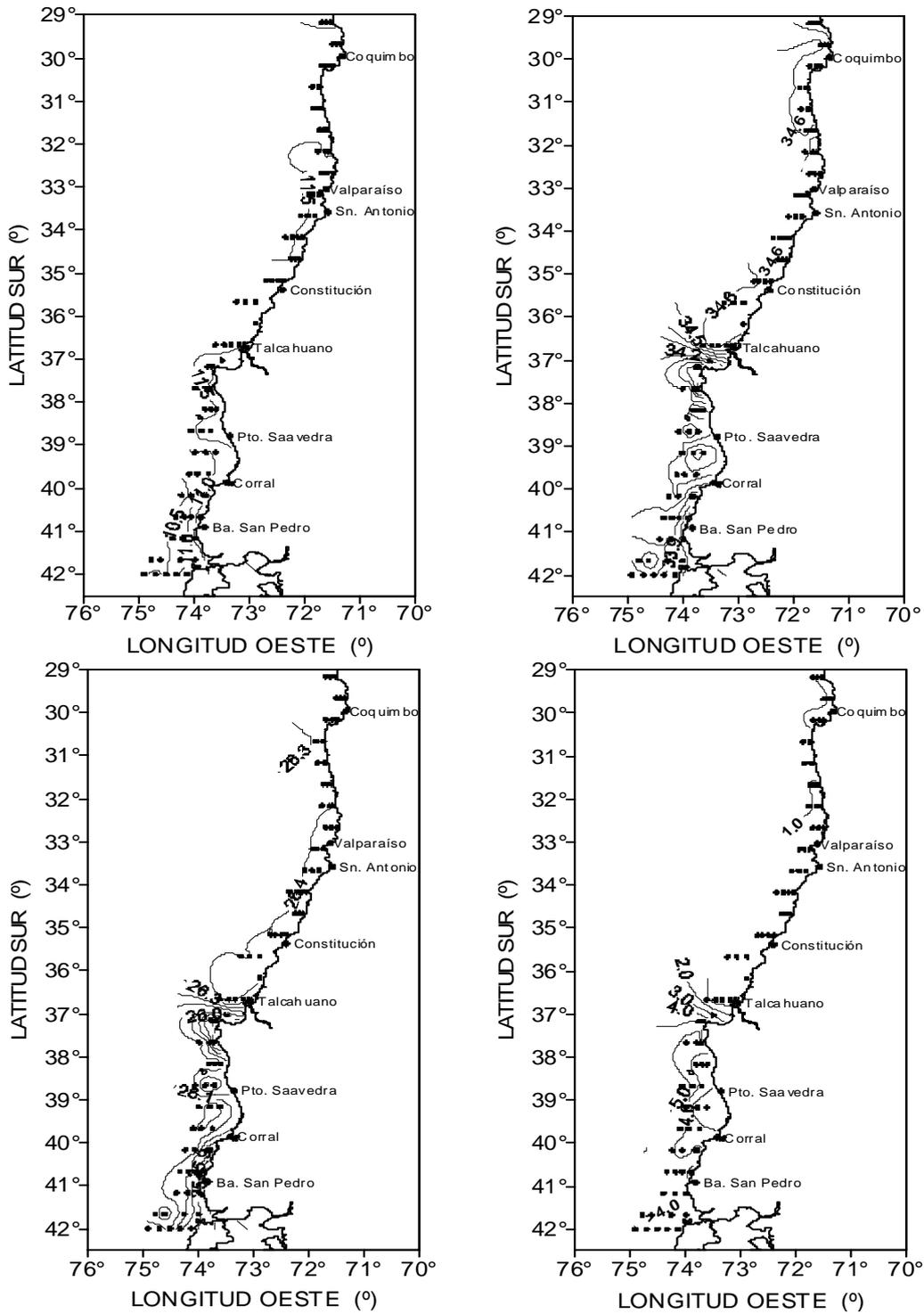


Figura 70. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹), en el estrato de 100 m.

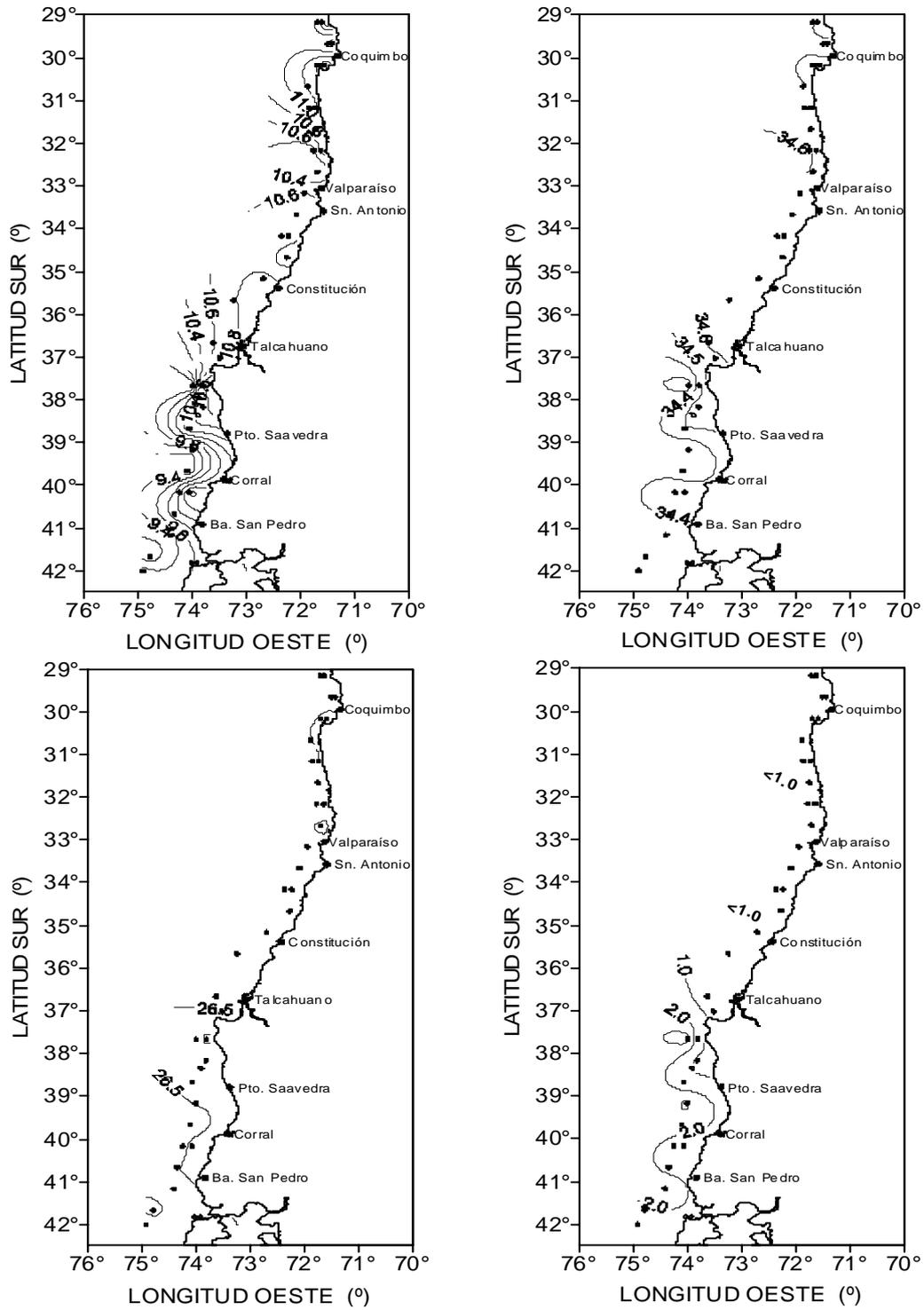


Figura 71. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹), en el estrato de 200 m.

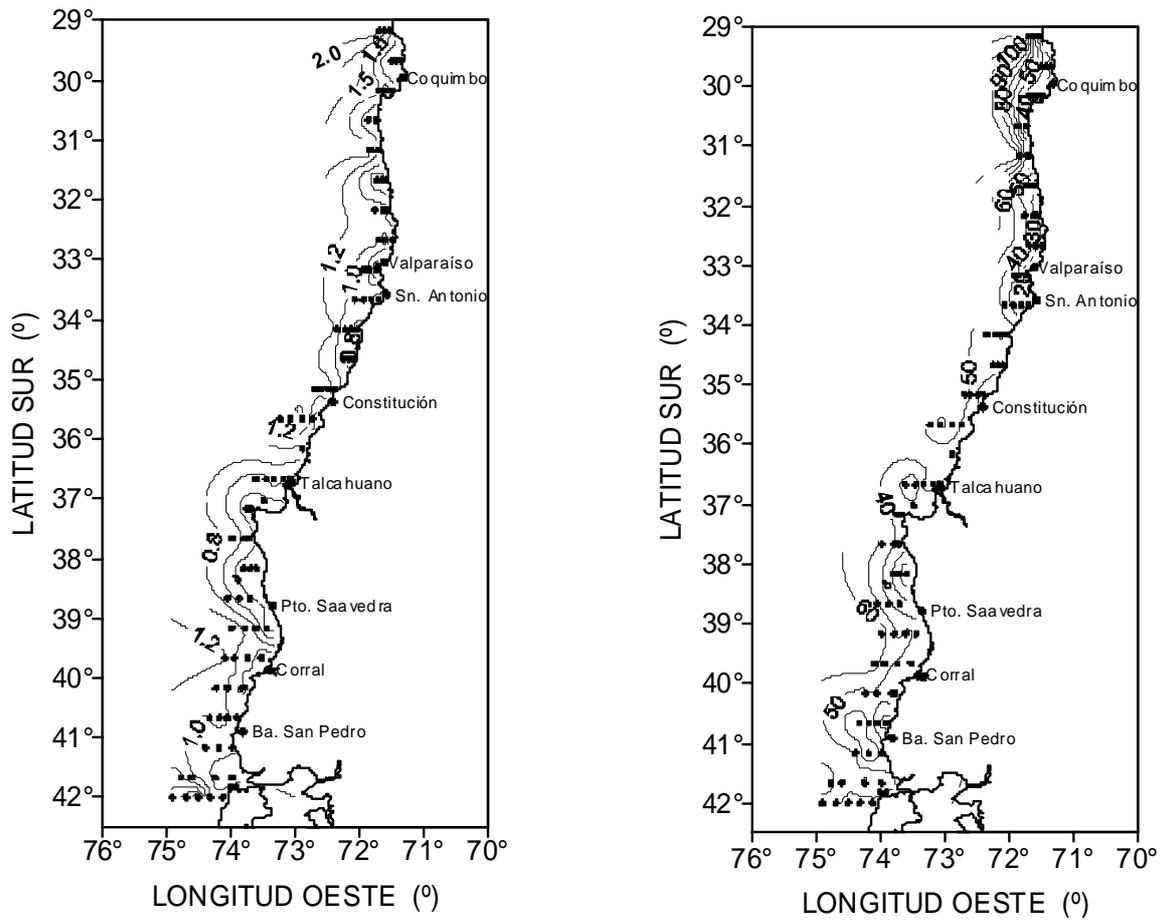


Figura 72. Distribución horizontal de: (a) clorofila-a estrato 05 m (mg m^{-3}) y (b) clorofila-a integrada 0-50 m (mg m^{-2}).

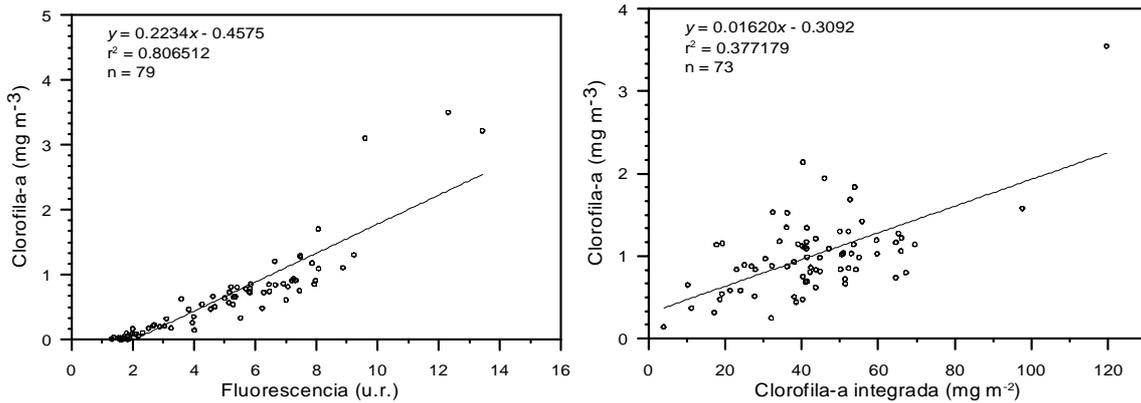


Figura 73. Relación entre: (a) clorofila-a (mg m^{-3}) versus fluorescencia *in vivo* y (b) clorofila-a superficial (mg m^{-3}) versus clorofila integrada entre 0 a 100 m (mg m^{-2}).

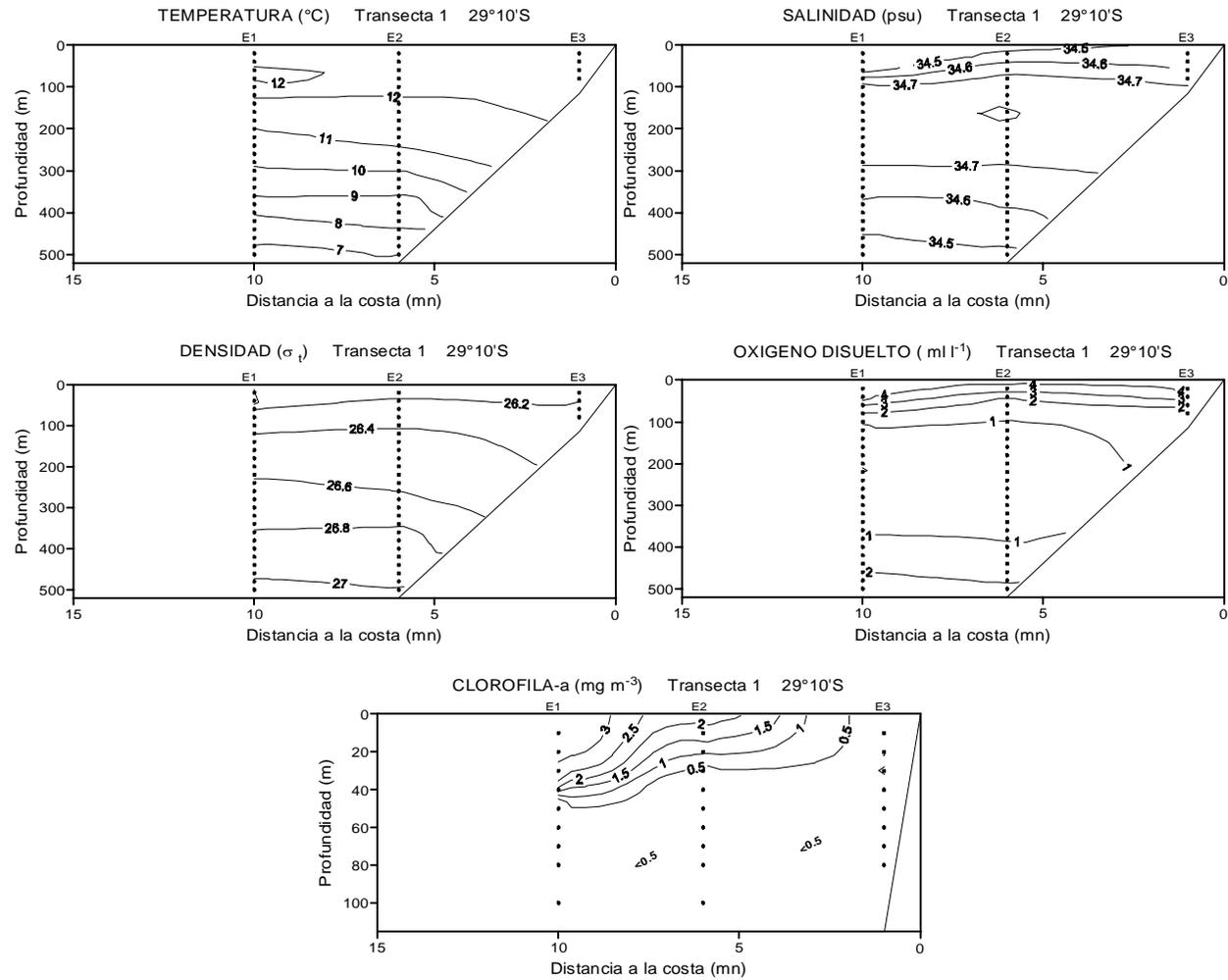


Figura 74. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 1.

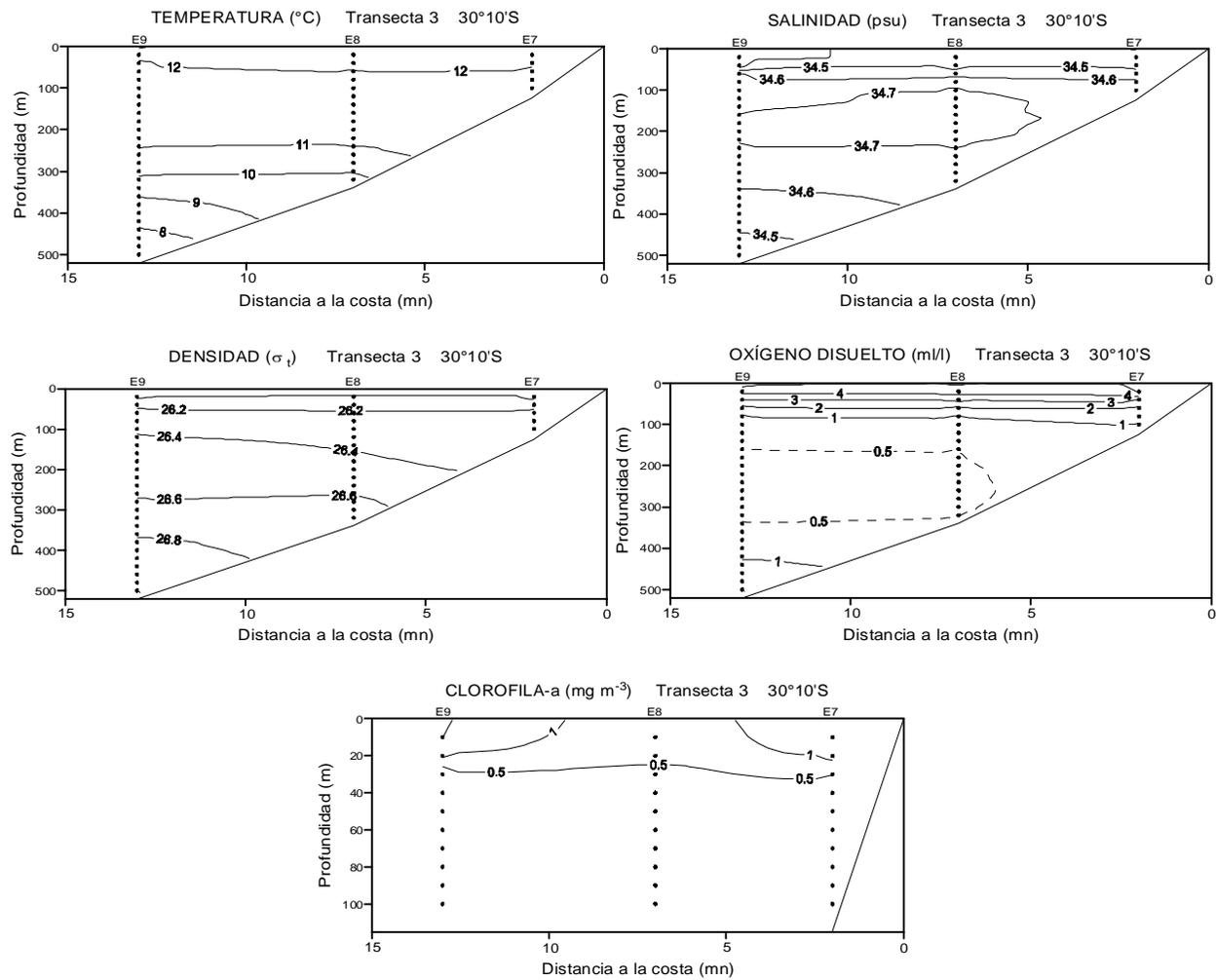


Figura 75. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 3.

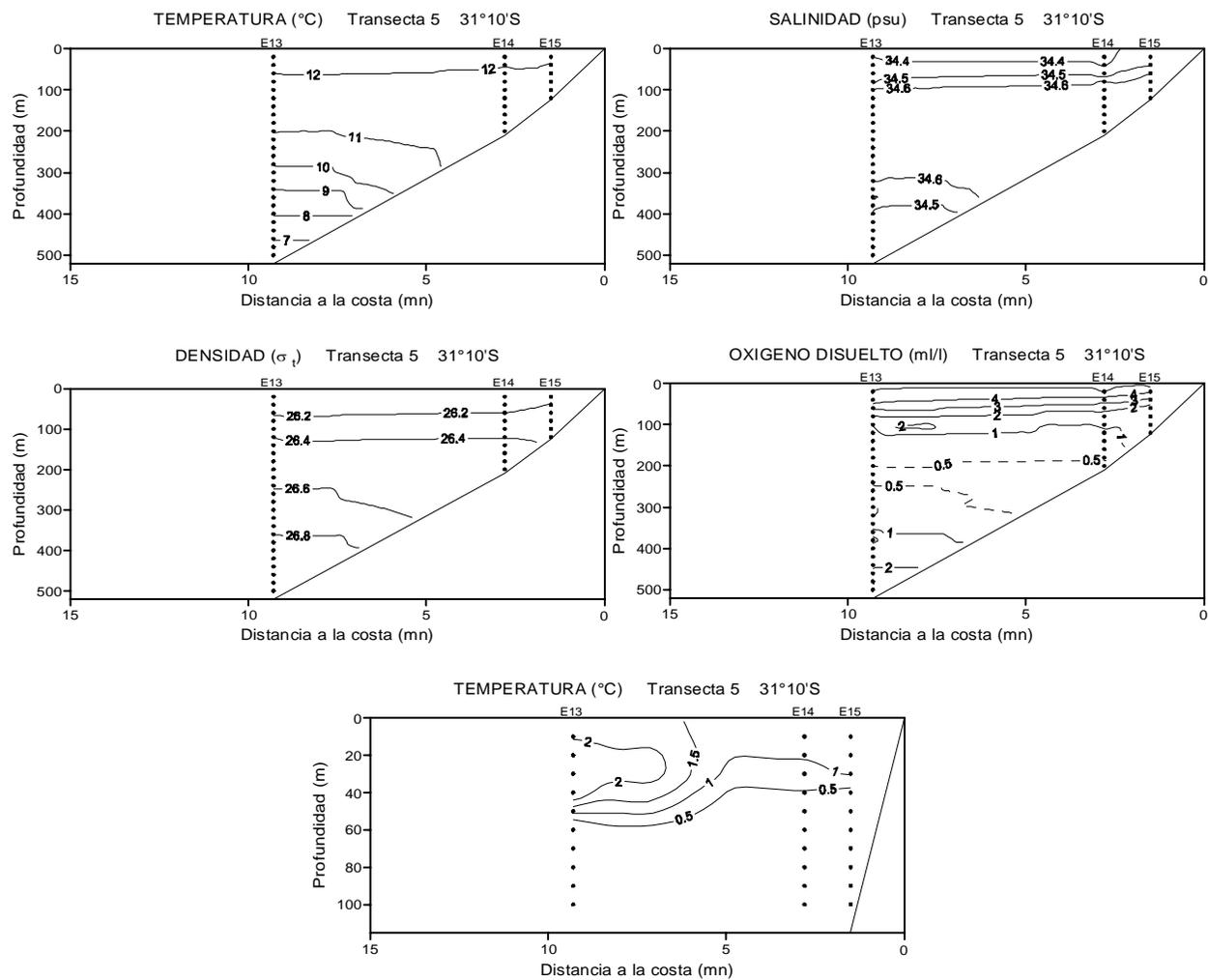


Figura 76. Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 5.

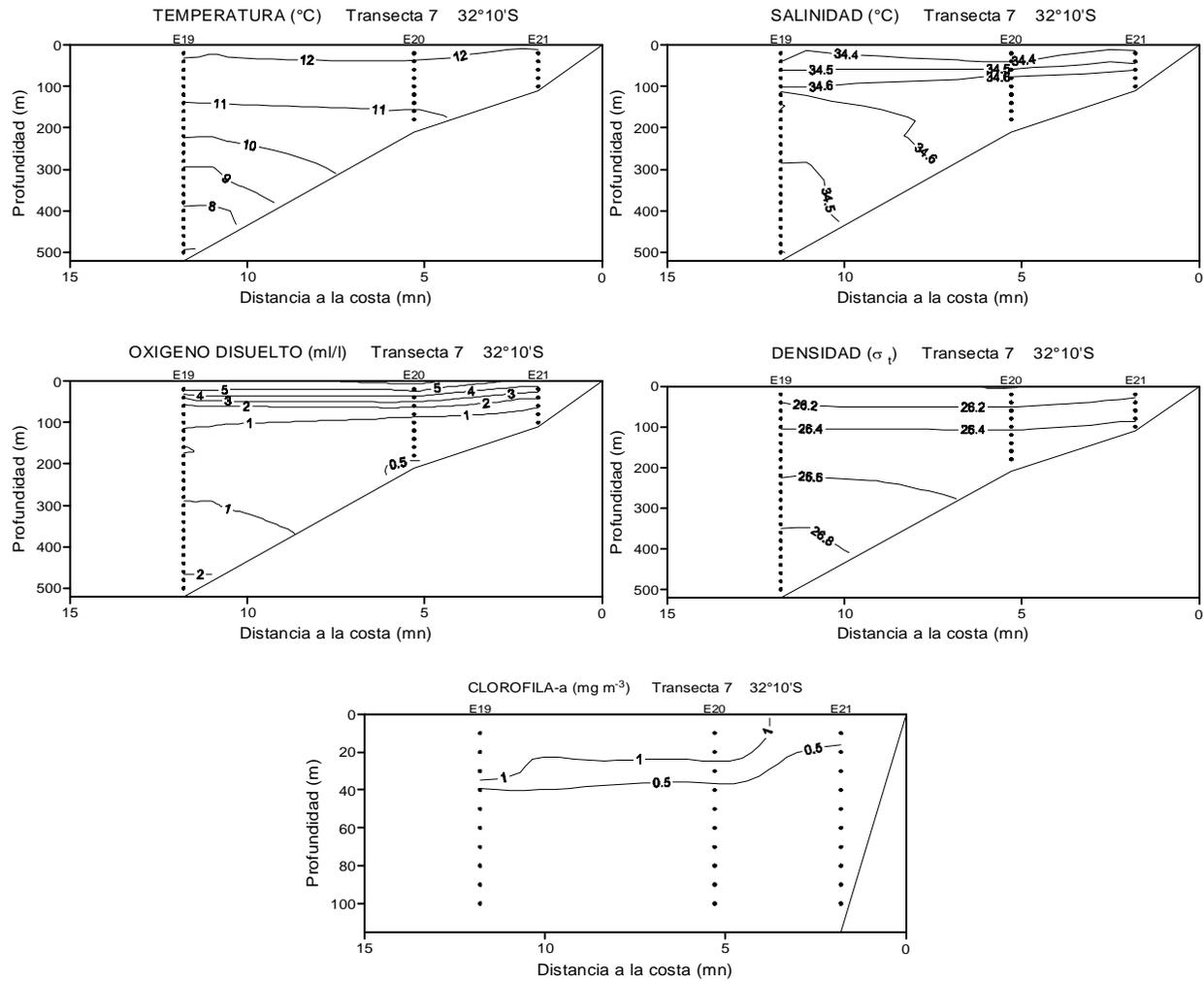


Figura 77. Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 7.

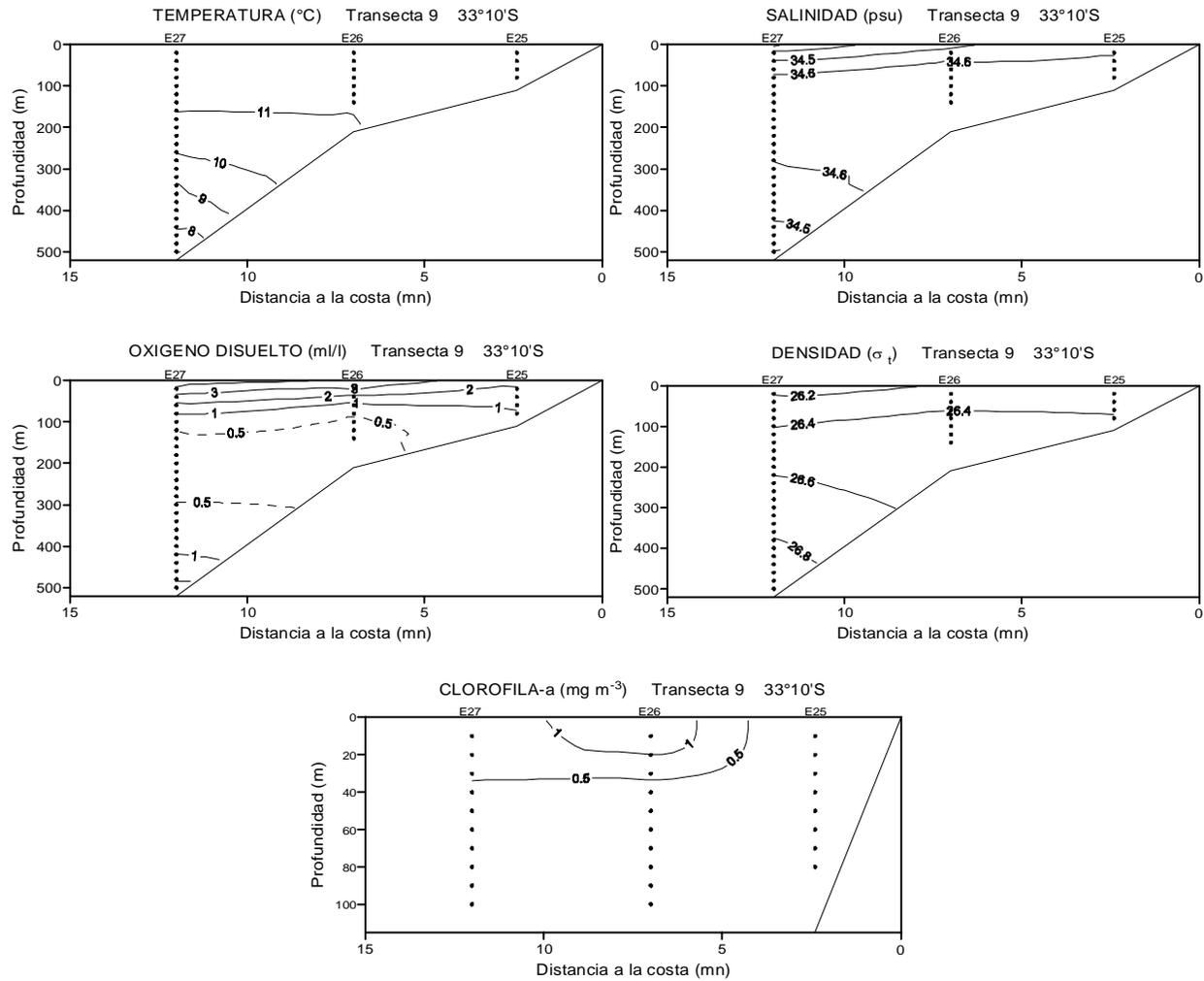


Figura 78. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 9.

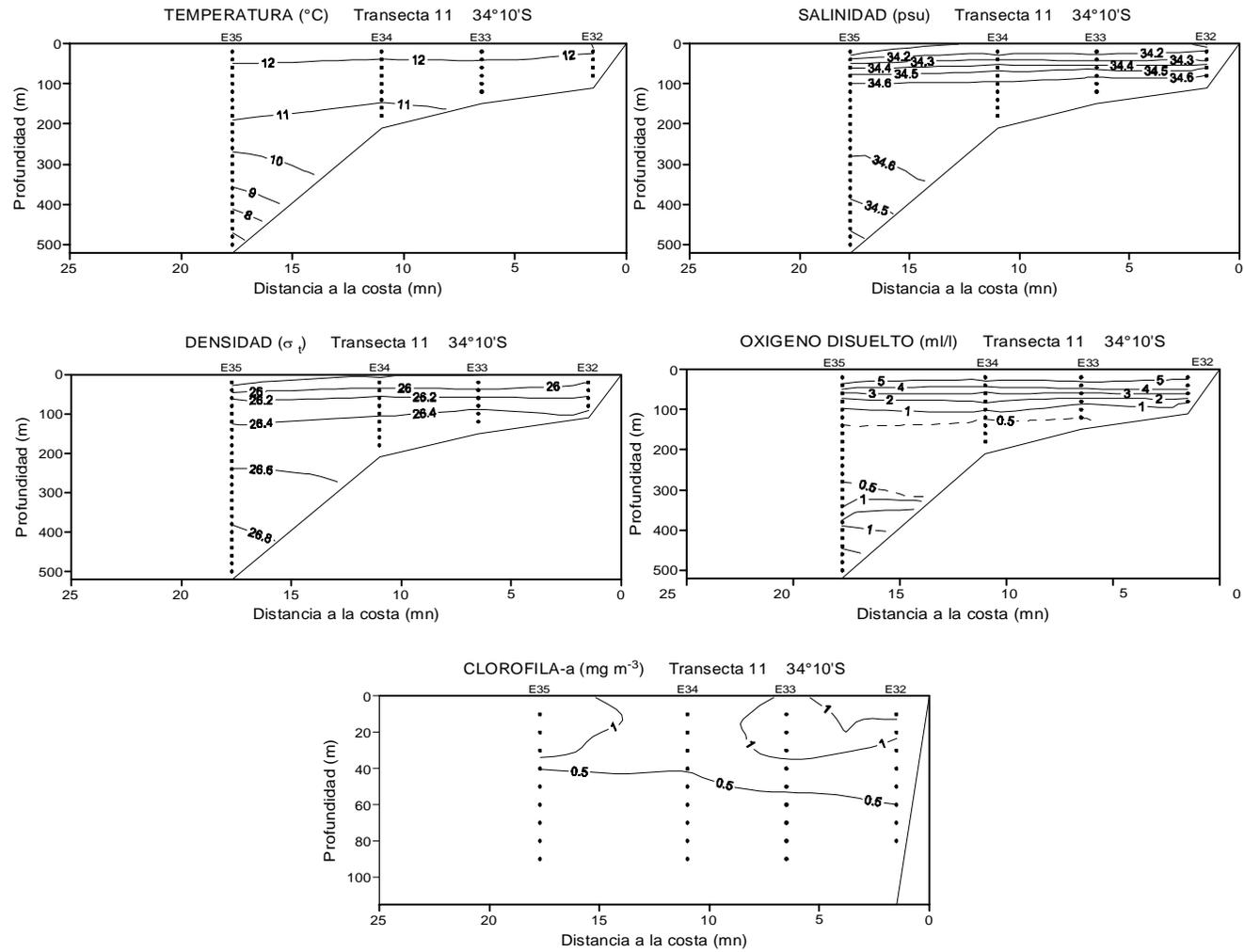


Figura 79. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 11.

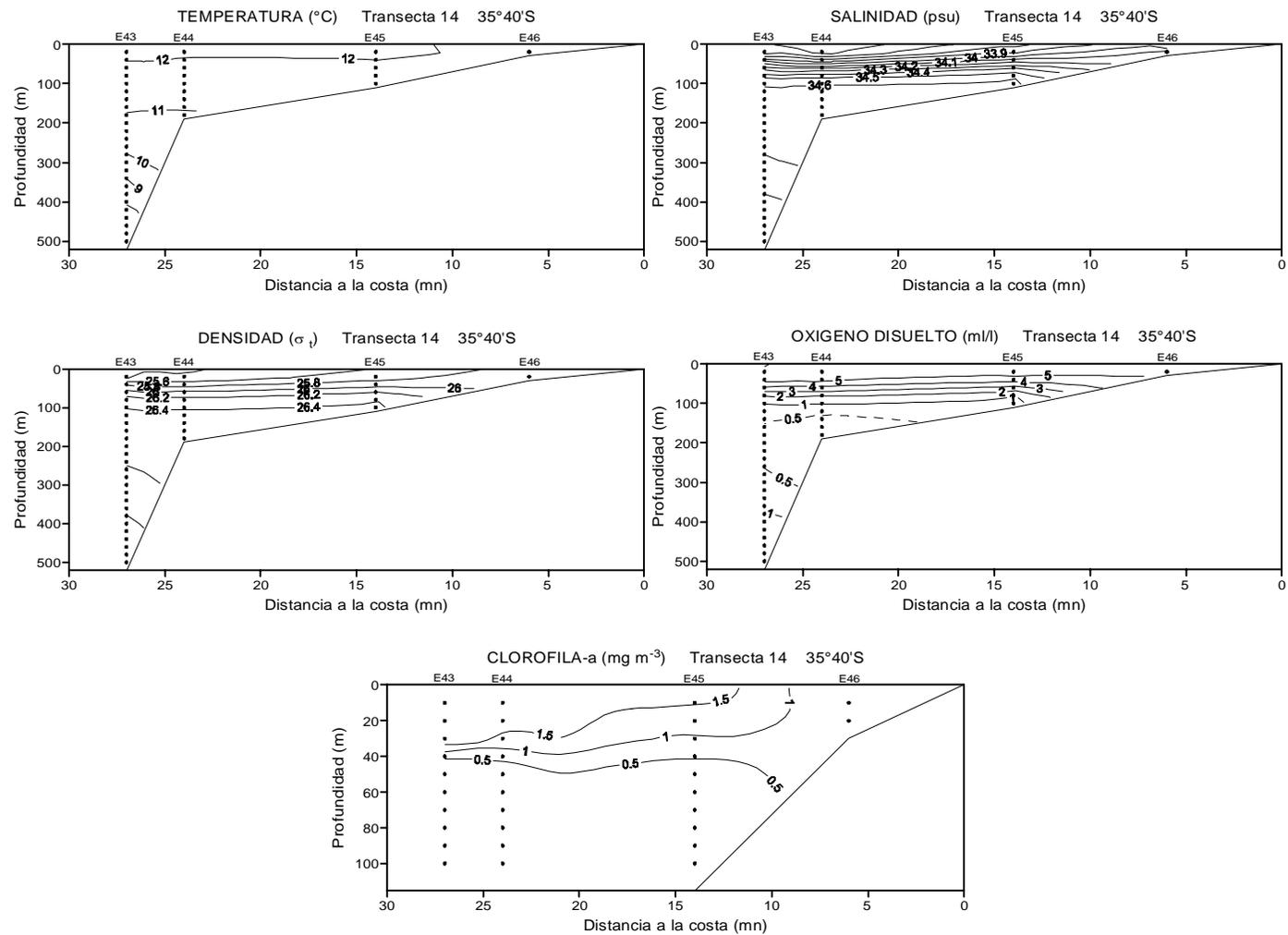


Figura 80. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 14.

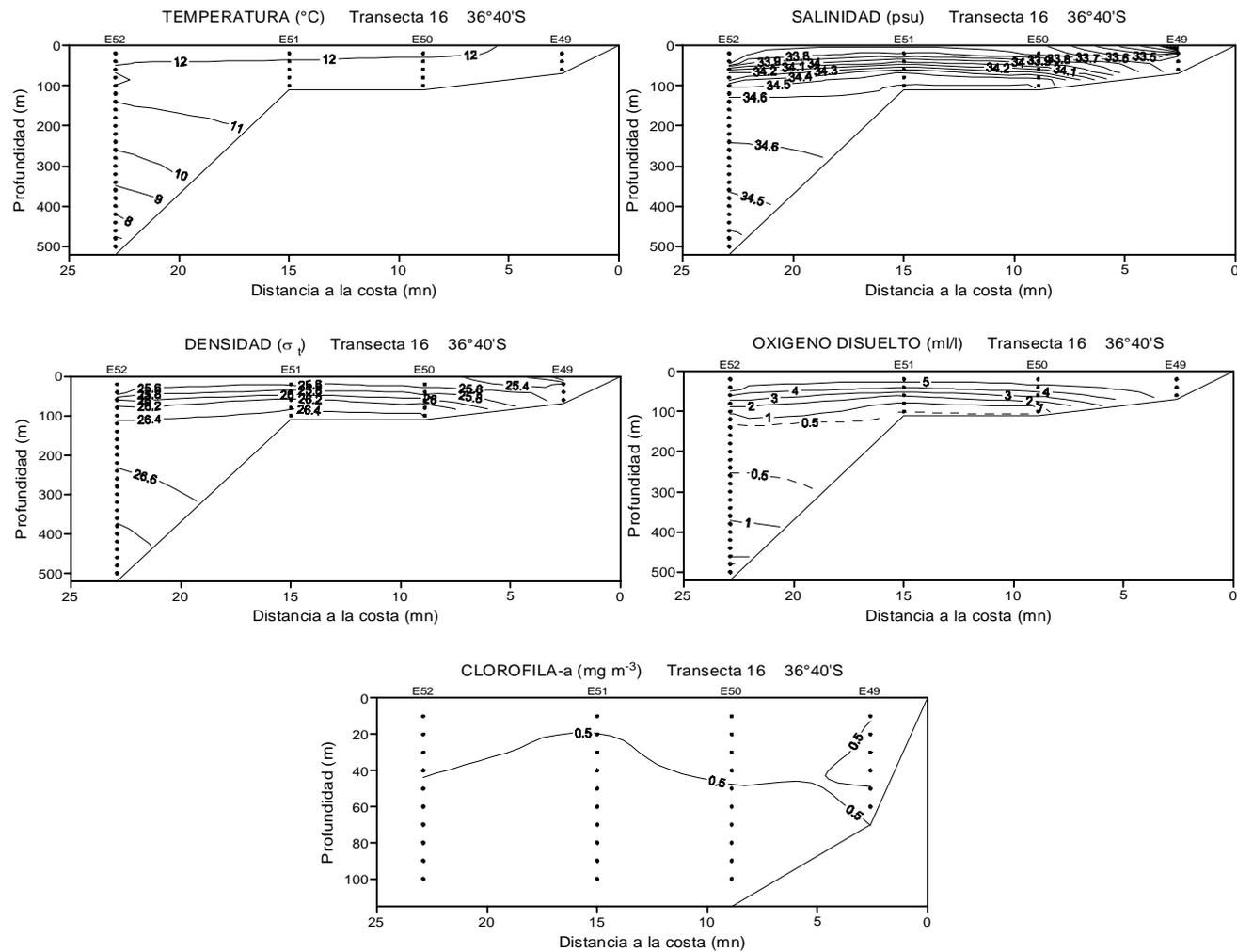


Figura 81. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 16.

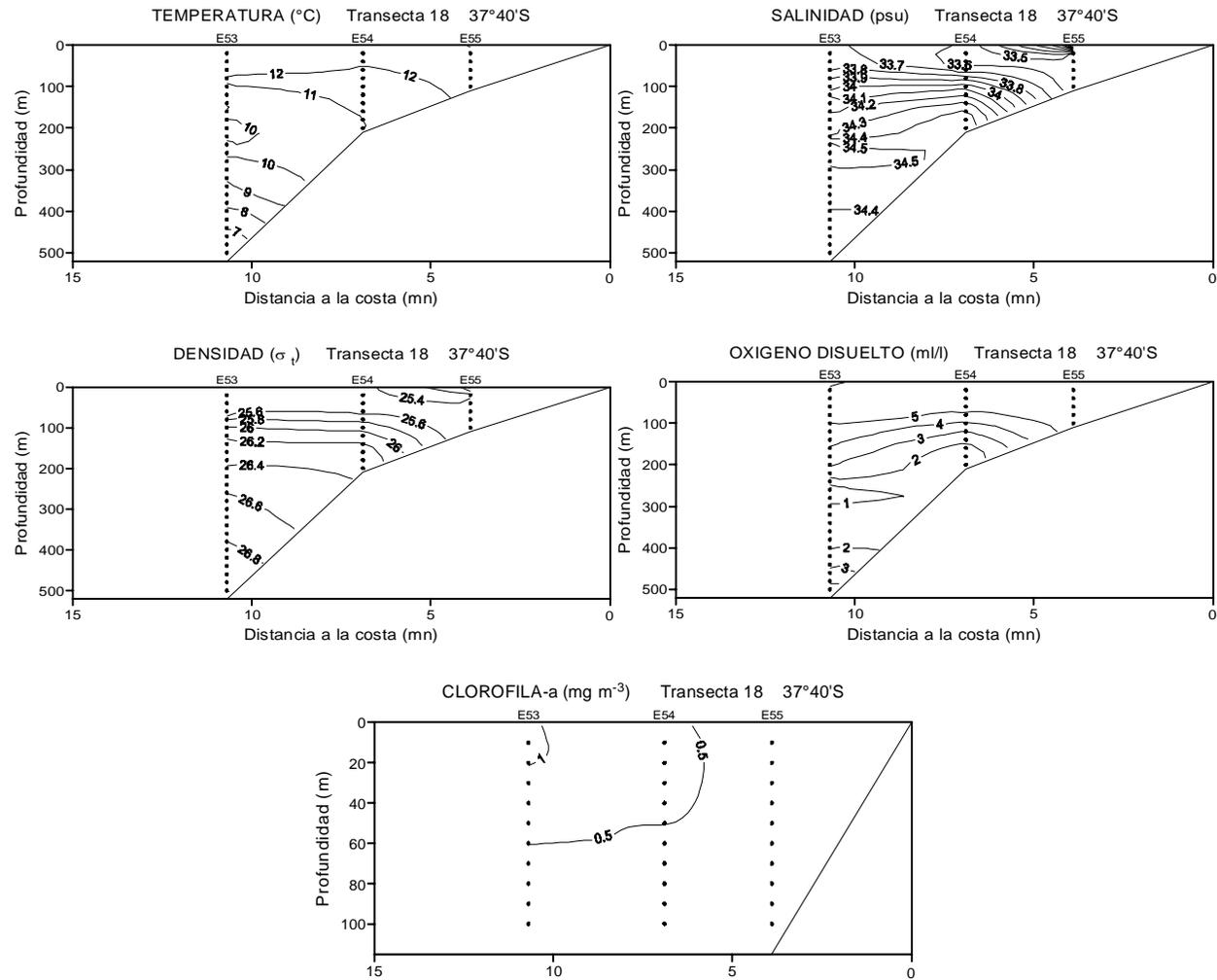


Figura 82. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 18.

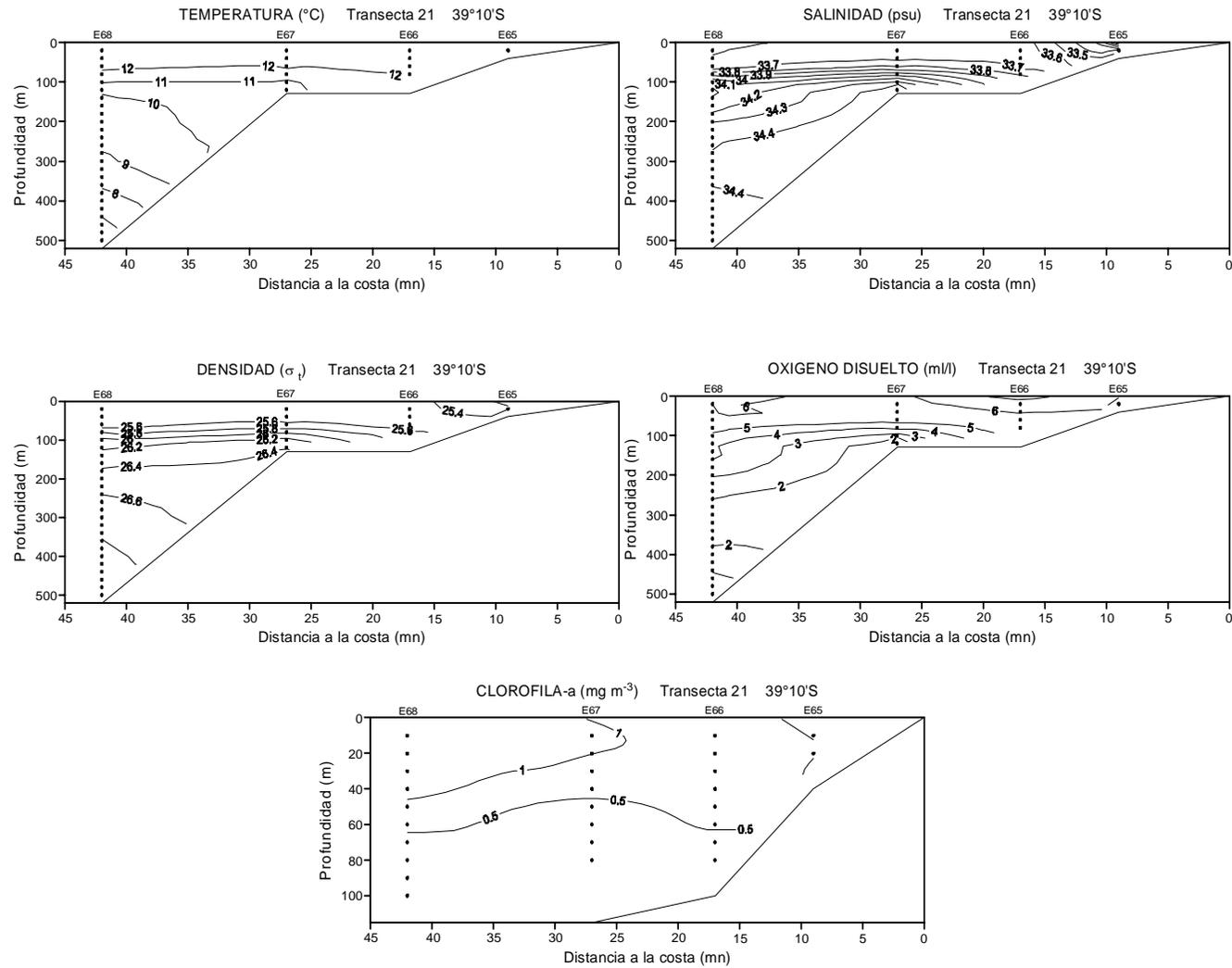


Figura 83. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 21.

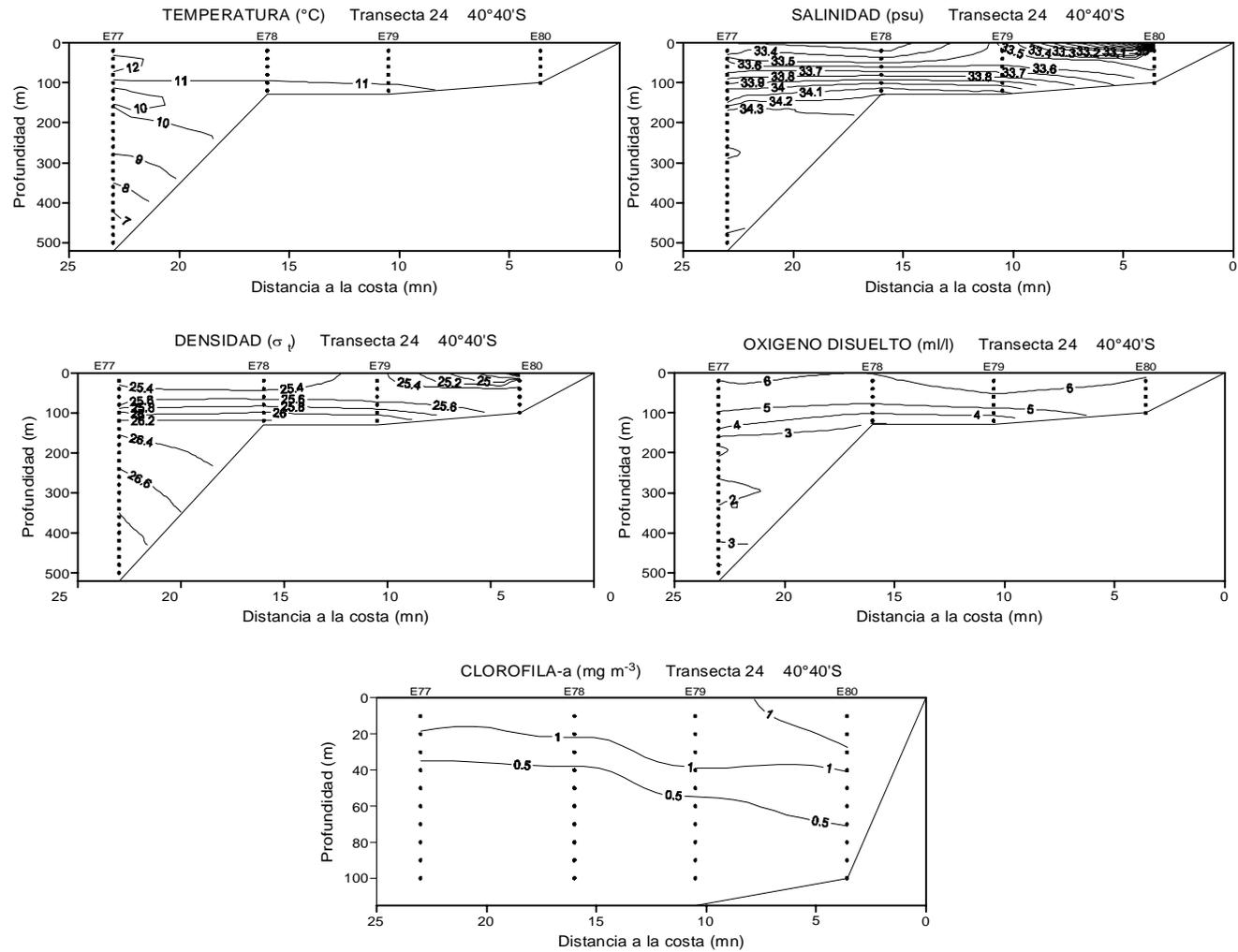


Figura 84. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 24.

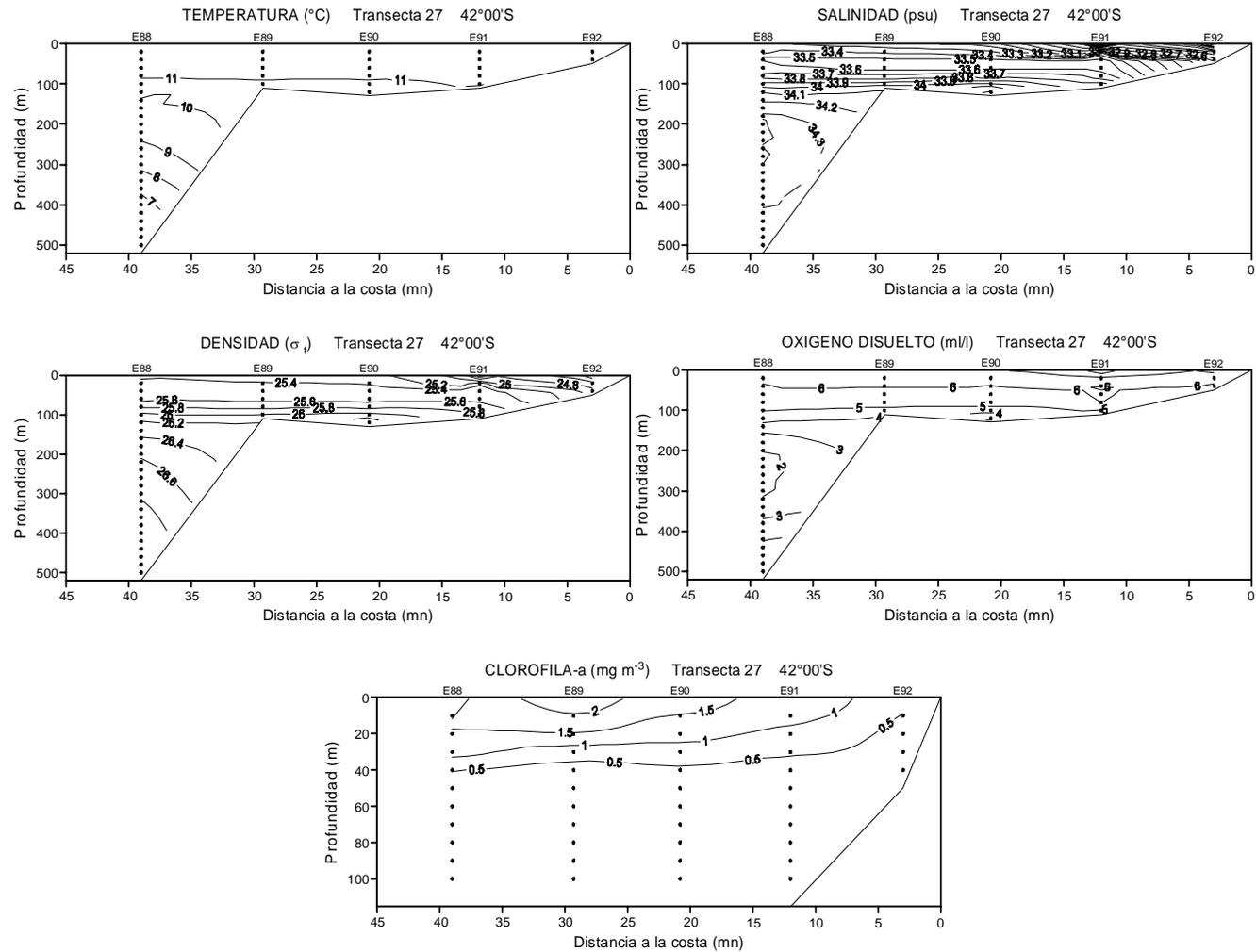


Figura 85. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 27.

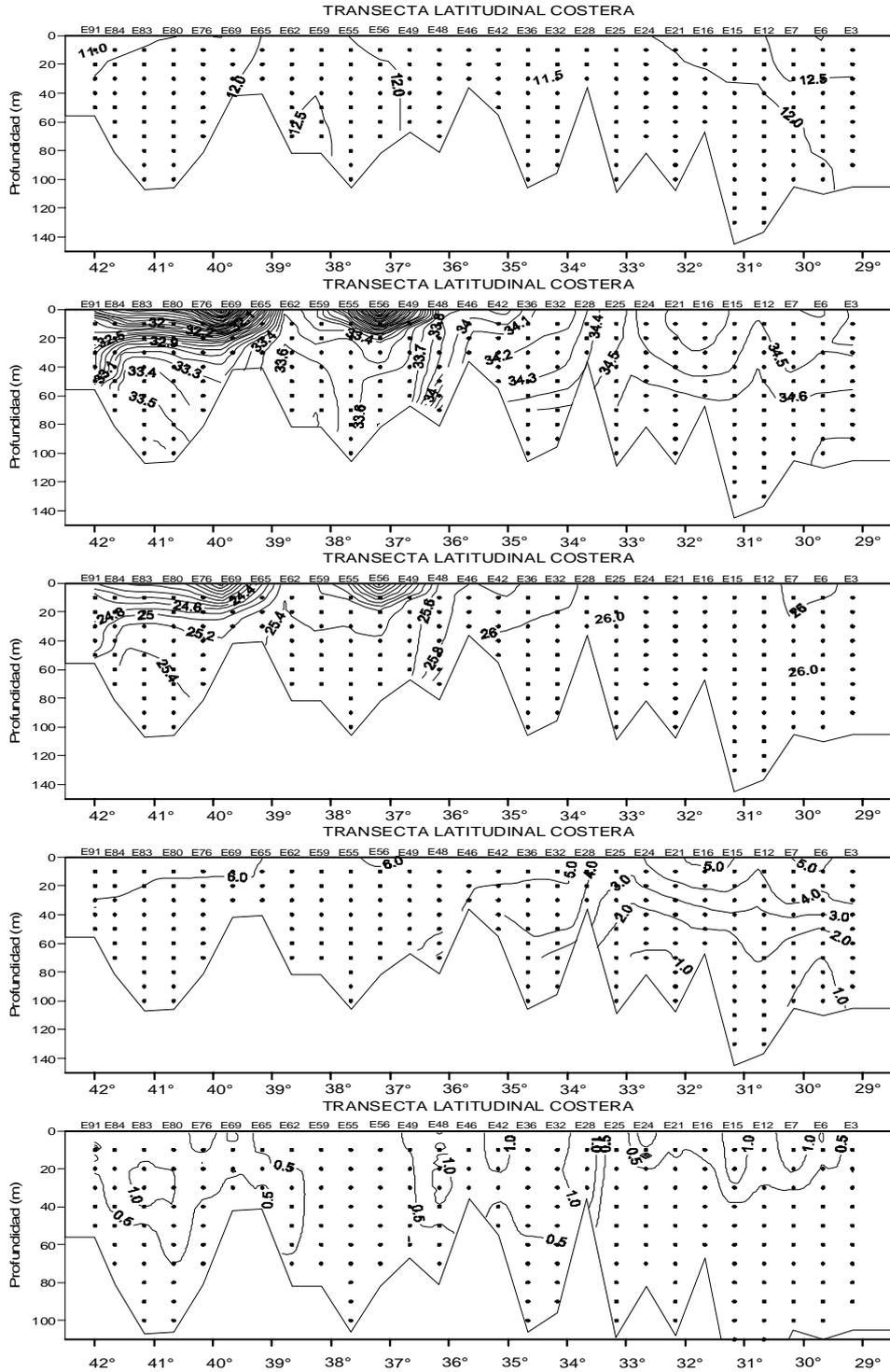


Figura 86. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta latitudinal costera.

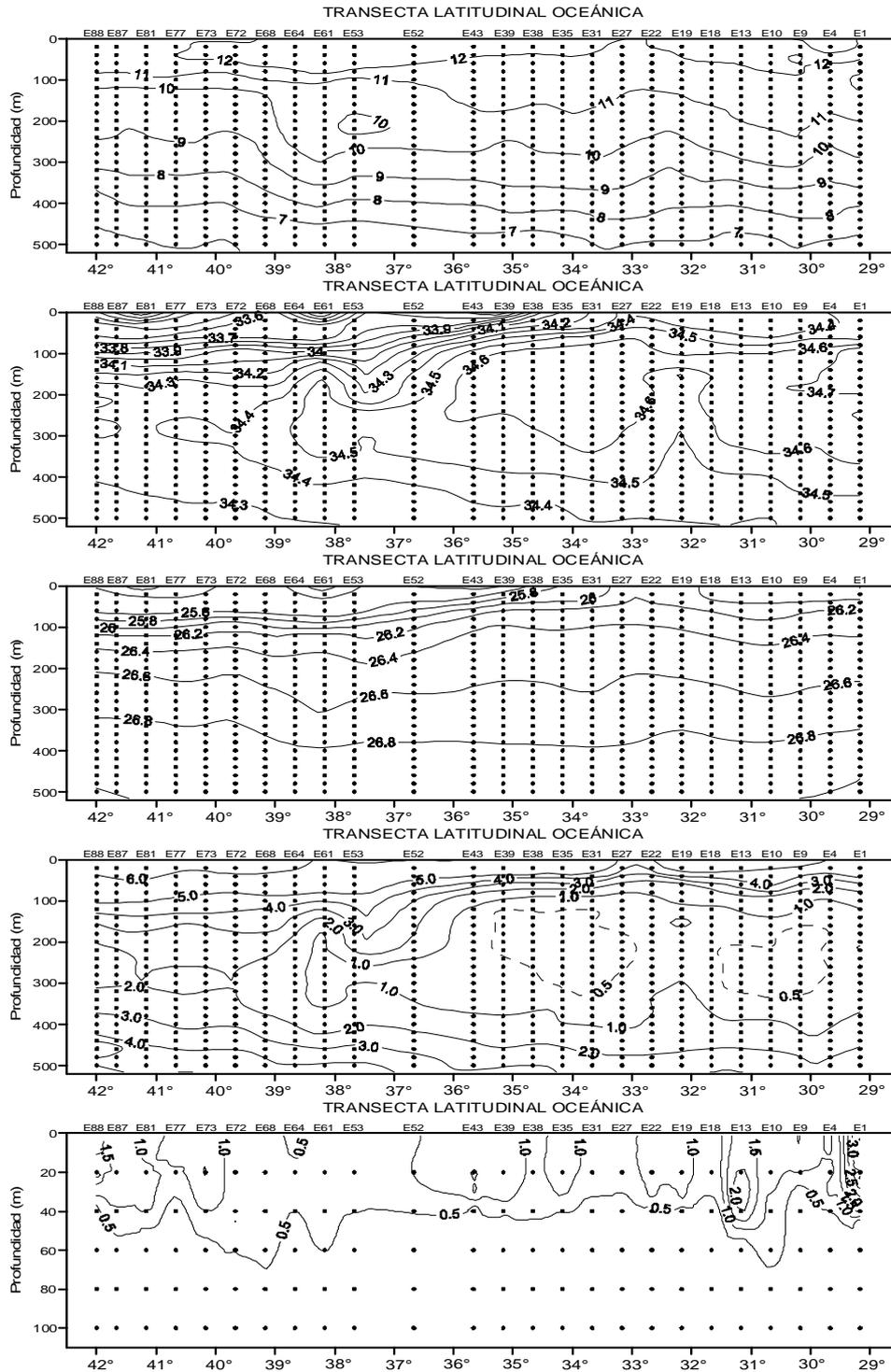


Figura 87. Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y clorofila-a (mg m⁻³) para la transecta latitudinal oceánica.

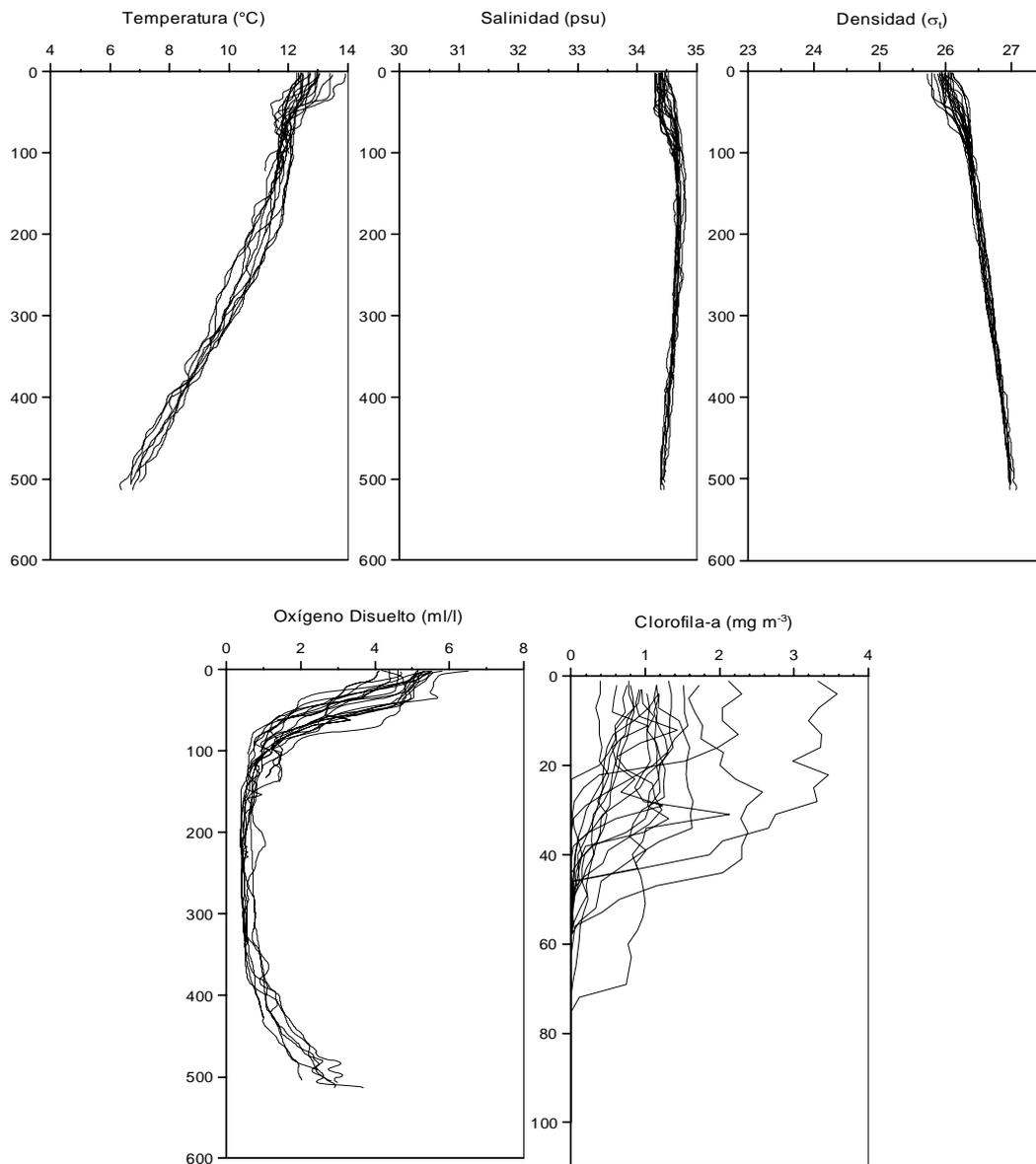


Figura 88. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona norte ($29^{\circ}00'$ - $32^{\circ}00'S$): (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}).

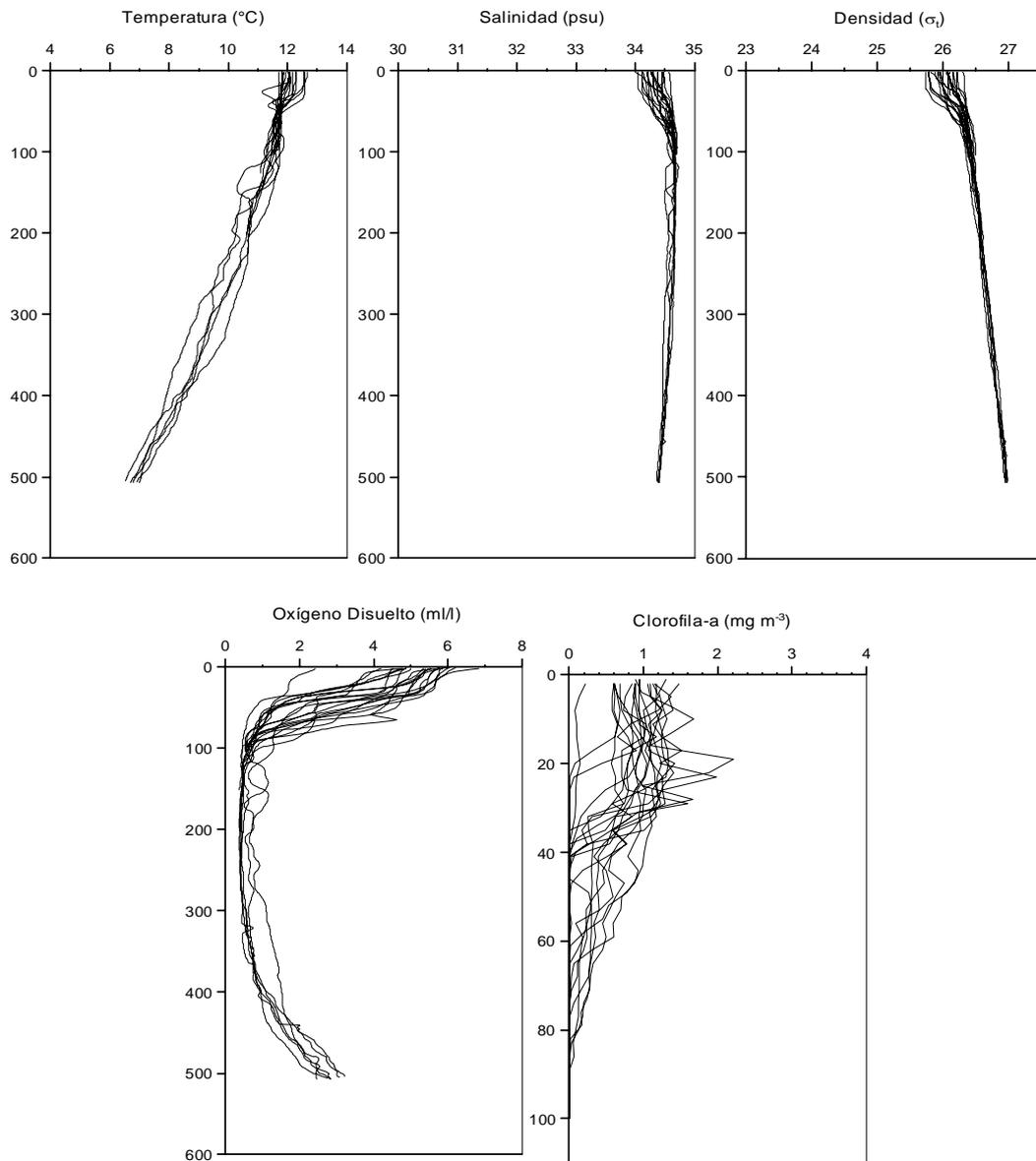


Figura 89. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-norte ($32^{\circ}00' - 35^{\circ}00'S$): (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}).

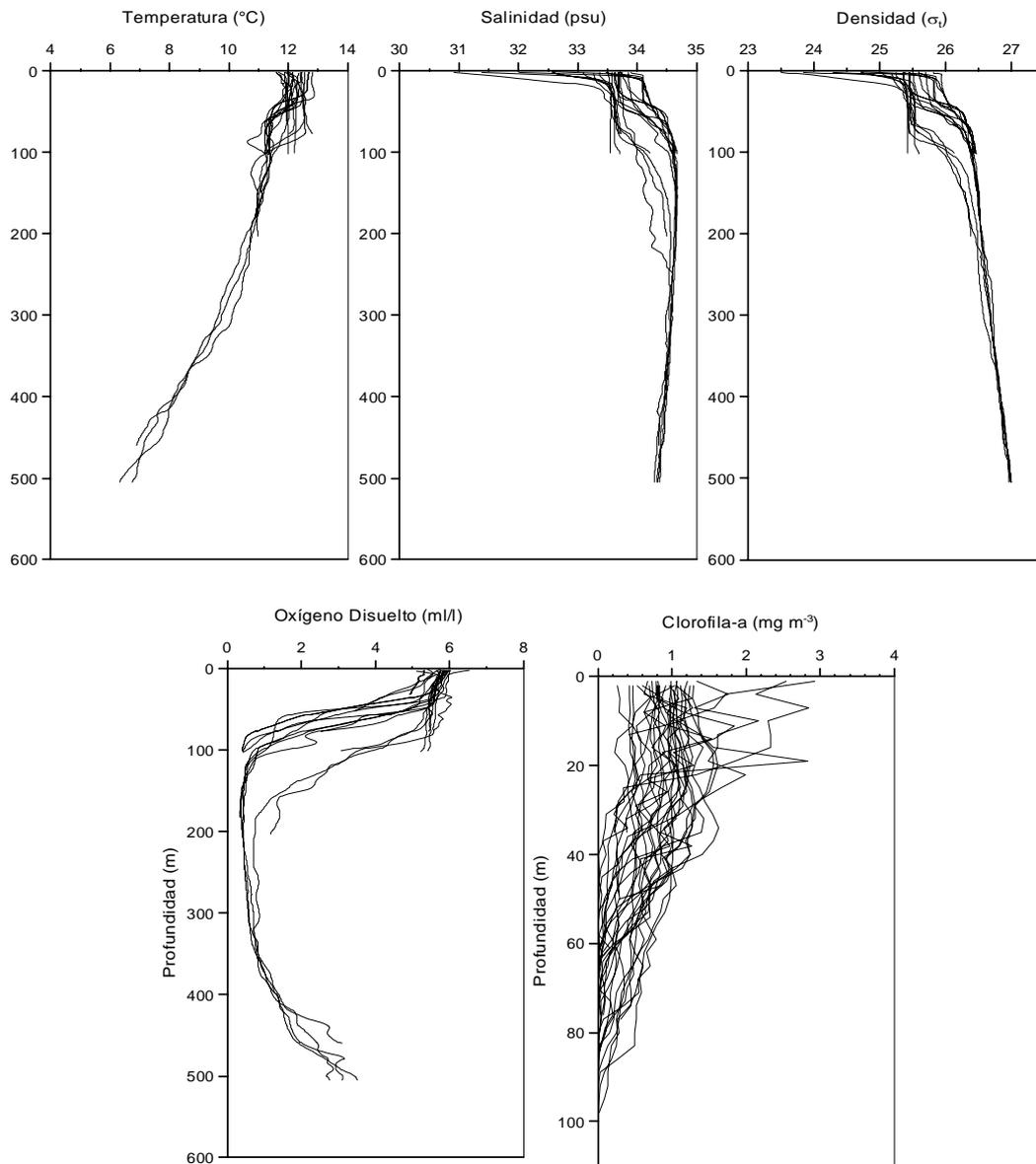


Figura 90. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-sur ($35^{\circ}00' - 38^{\circ}30'S$): (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}).

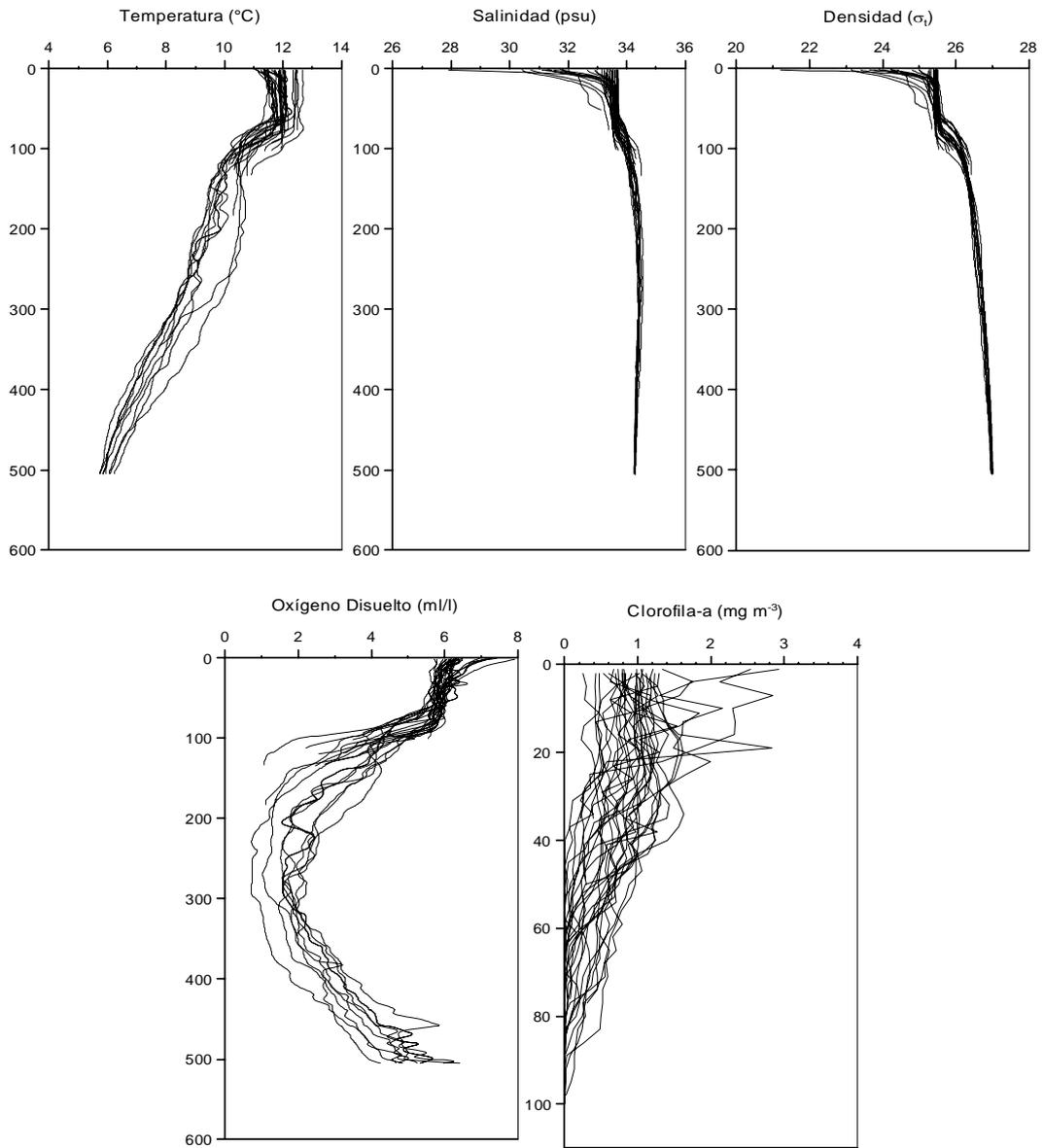


Figura 91. Perfiles verticales individuales de las estaciones ubicadas en la zona sur ($38^{\circ}30' - 42^{\circ}00'S$): (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}).

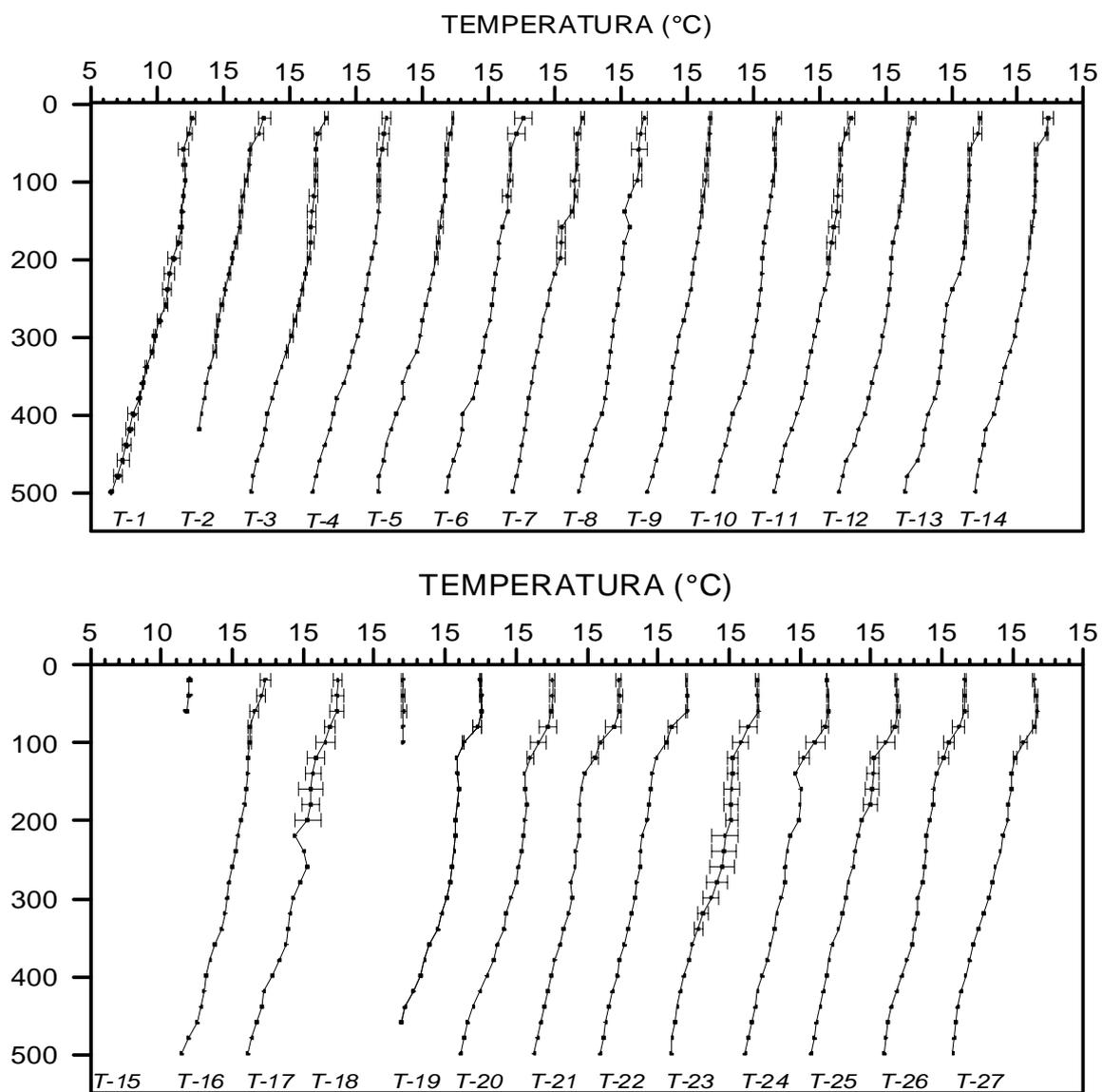


Figura 92. Perfiles verticales promedio de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).

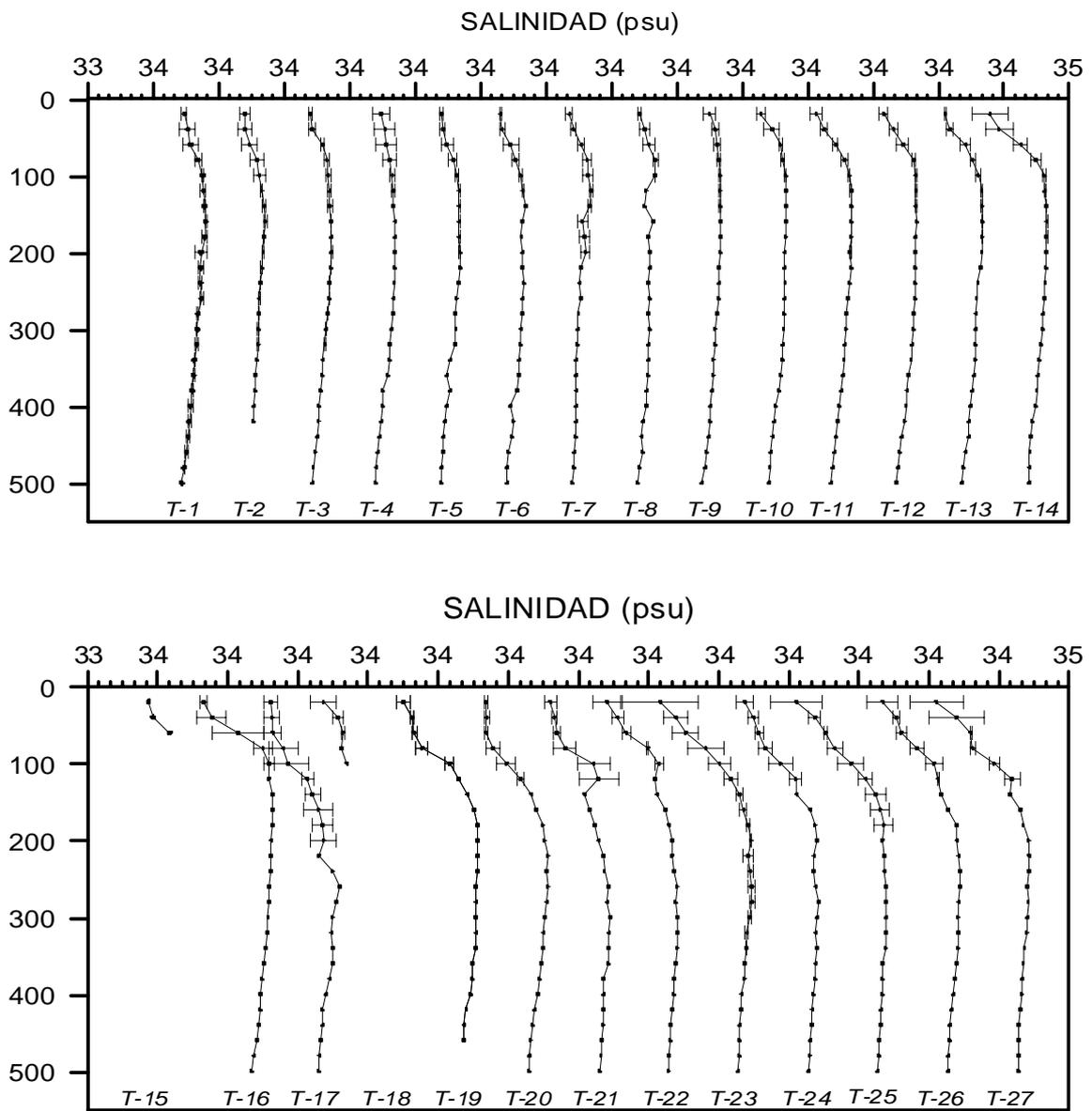


Figura 93. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior).

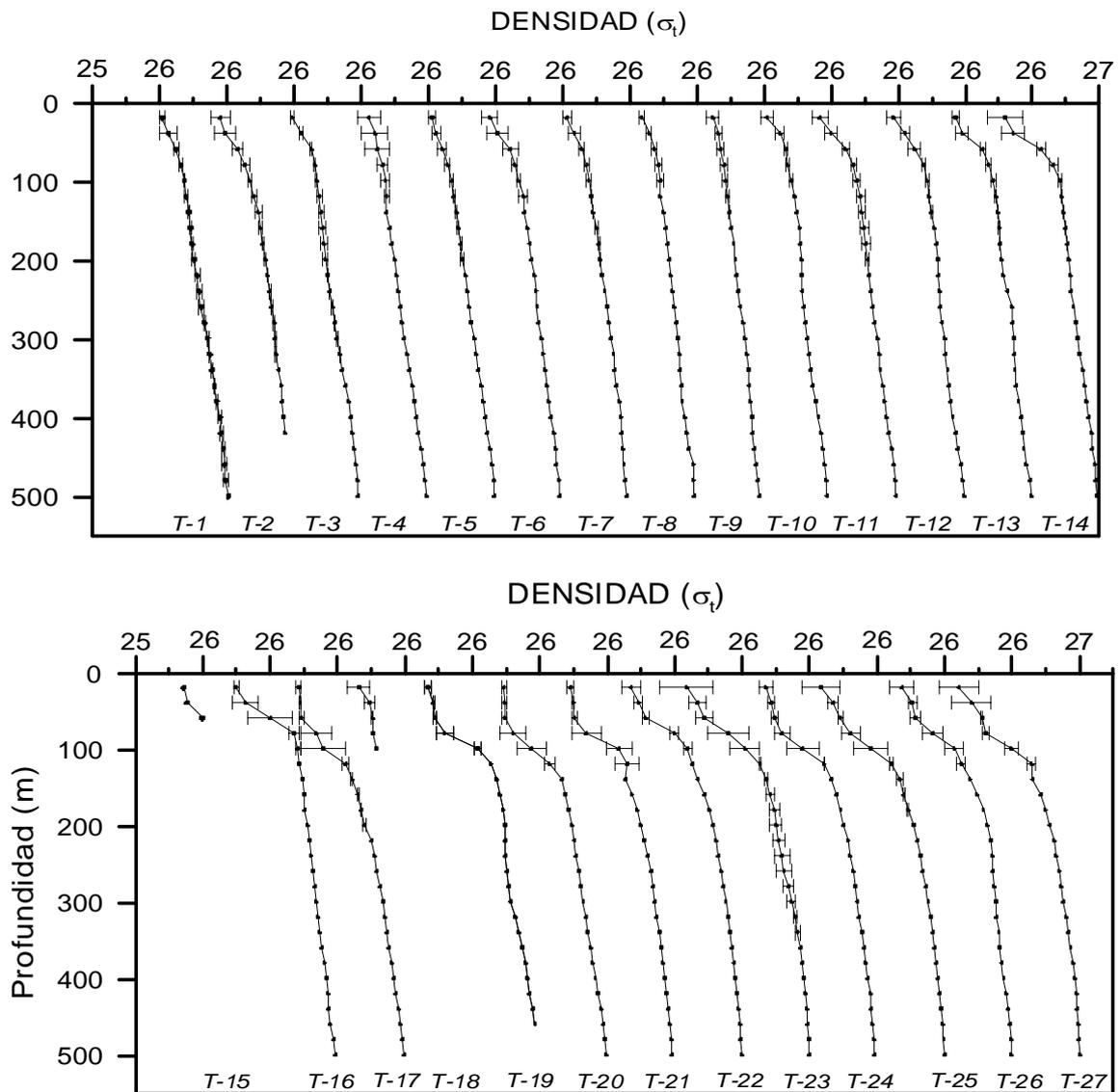


Figura 94. Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior)

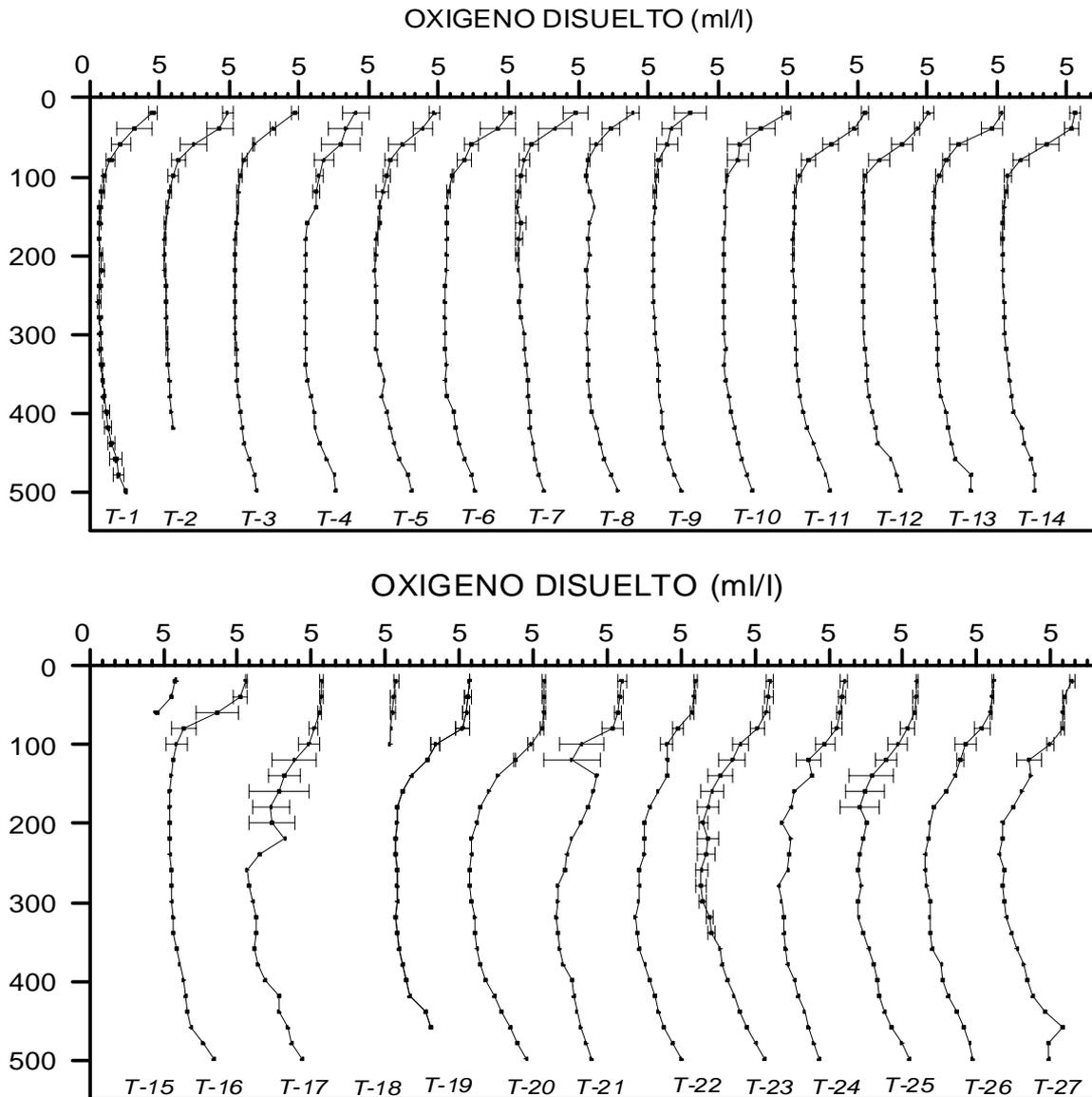


Figura 95. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml l^{-1}) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior)

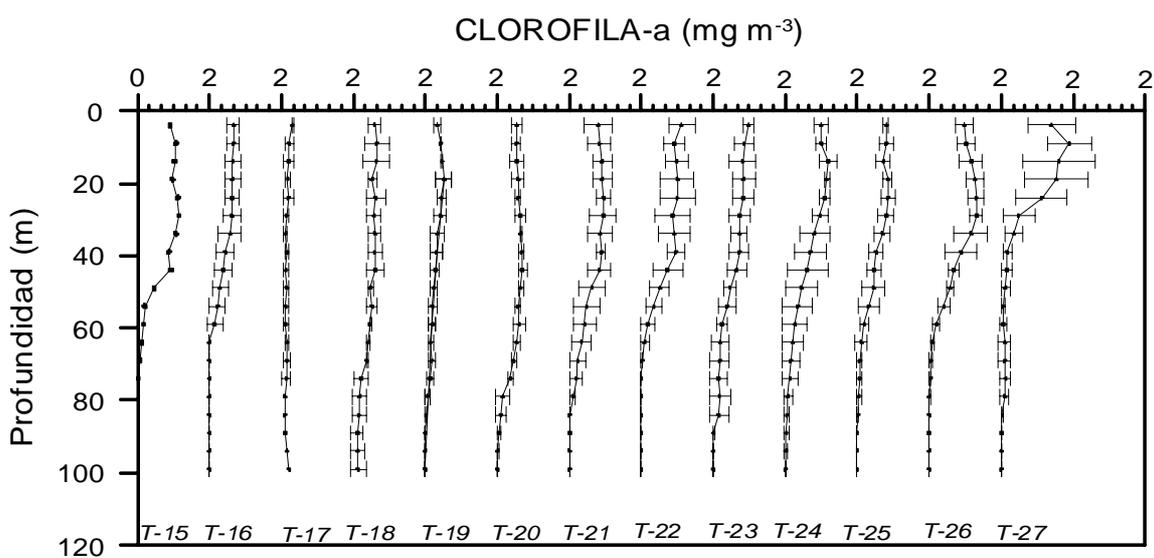
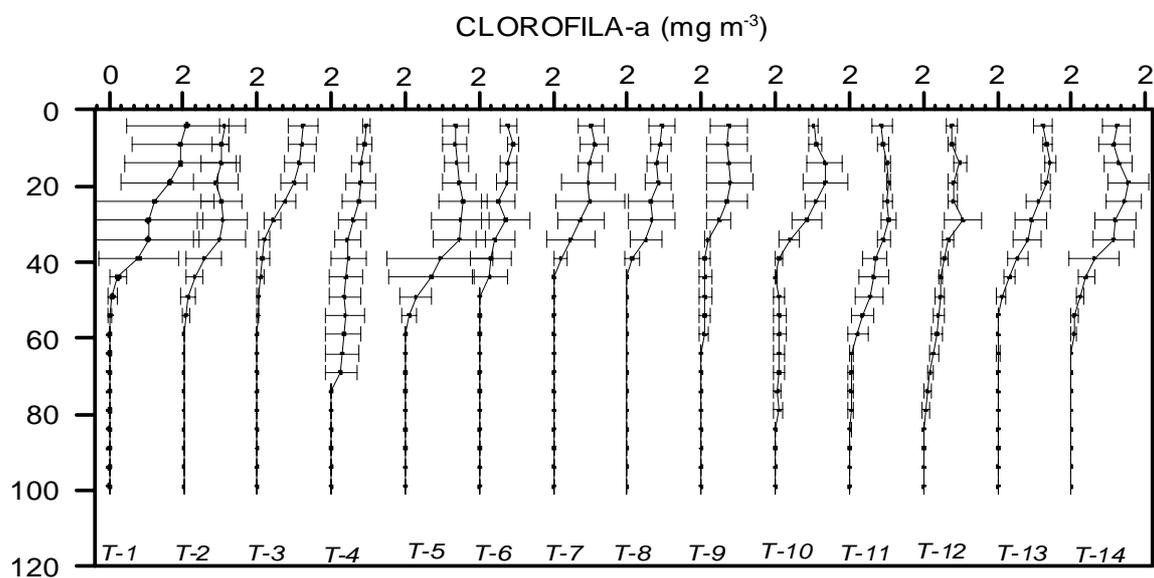


Figura 96. Perfiles verticales promedio de clorofila-a (mg m^{-3}) para las transectas 1 a 14 (panel superior) y transectas 15 a 27 (panel inferior)

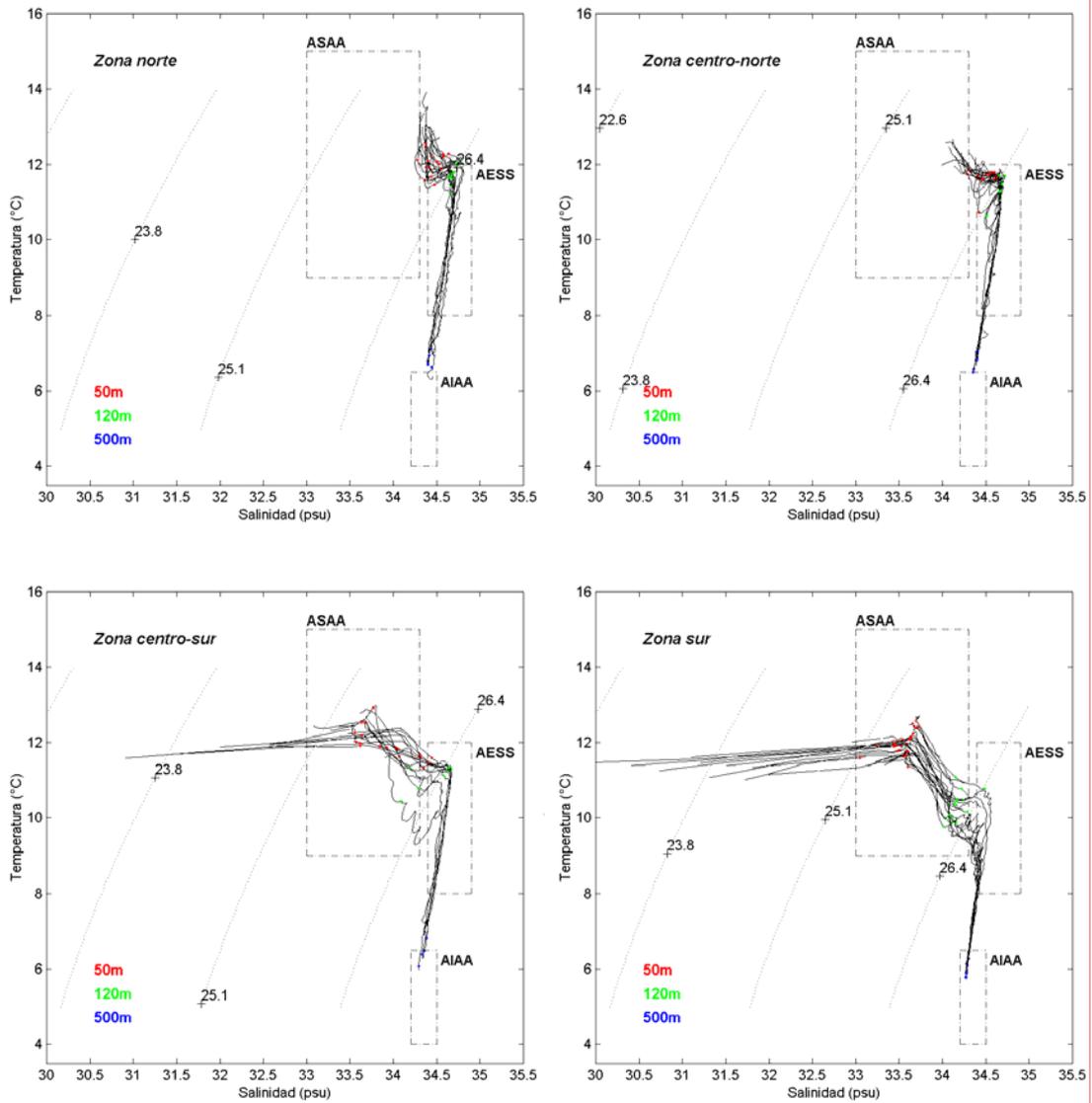


Figura 97. Diagrama TS para: (a) región norte (zona 1), b) región centro-norte (zona 2), c) región centro-sur (zona 3) y d) región sur (zona 4).

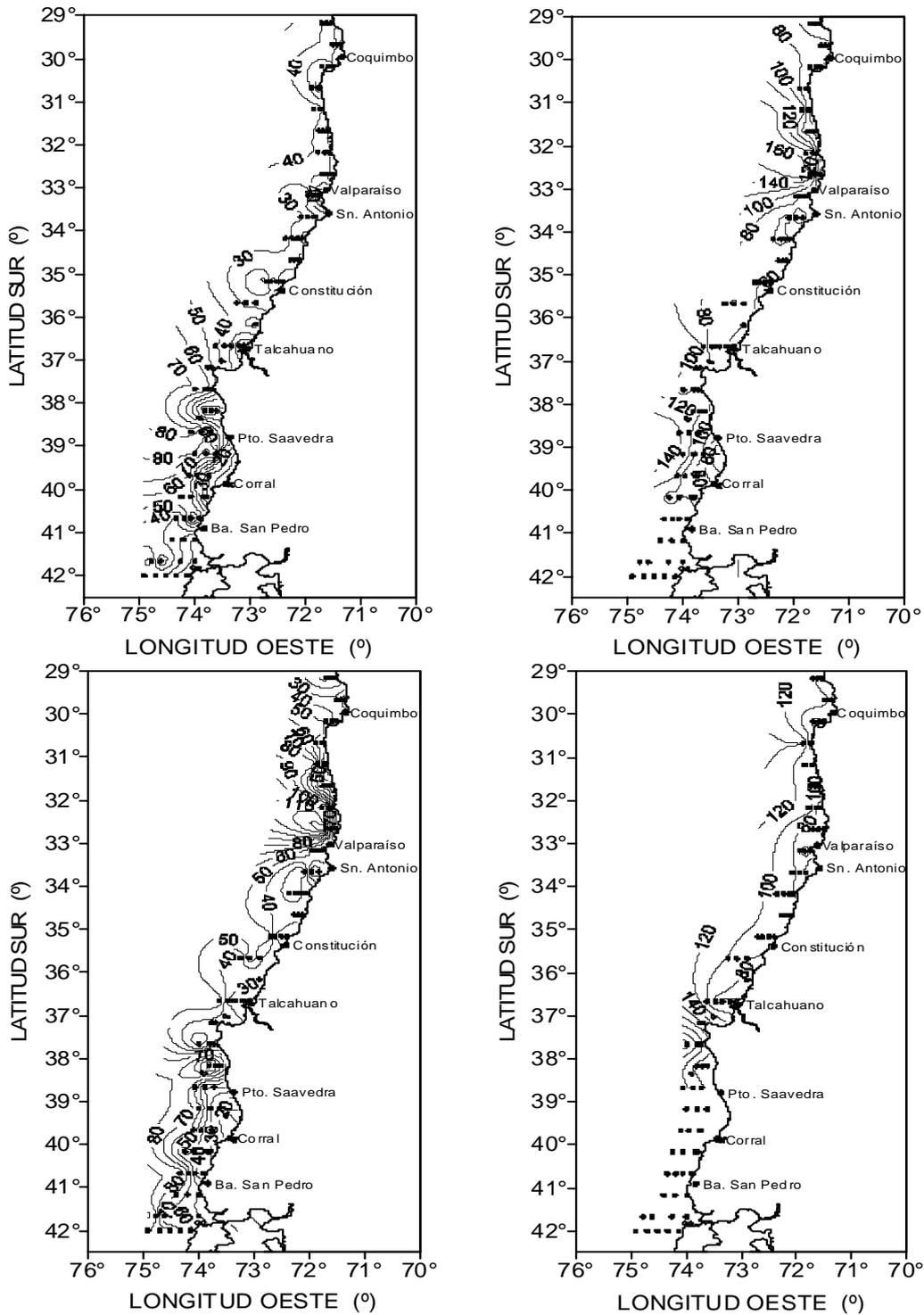


Figura 98. Distribución horizontal de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) temperatura base de la termoclina (°C) y (d) profundidad mínima de oxígeno (m).

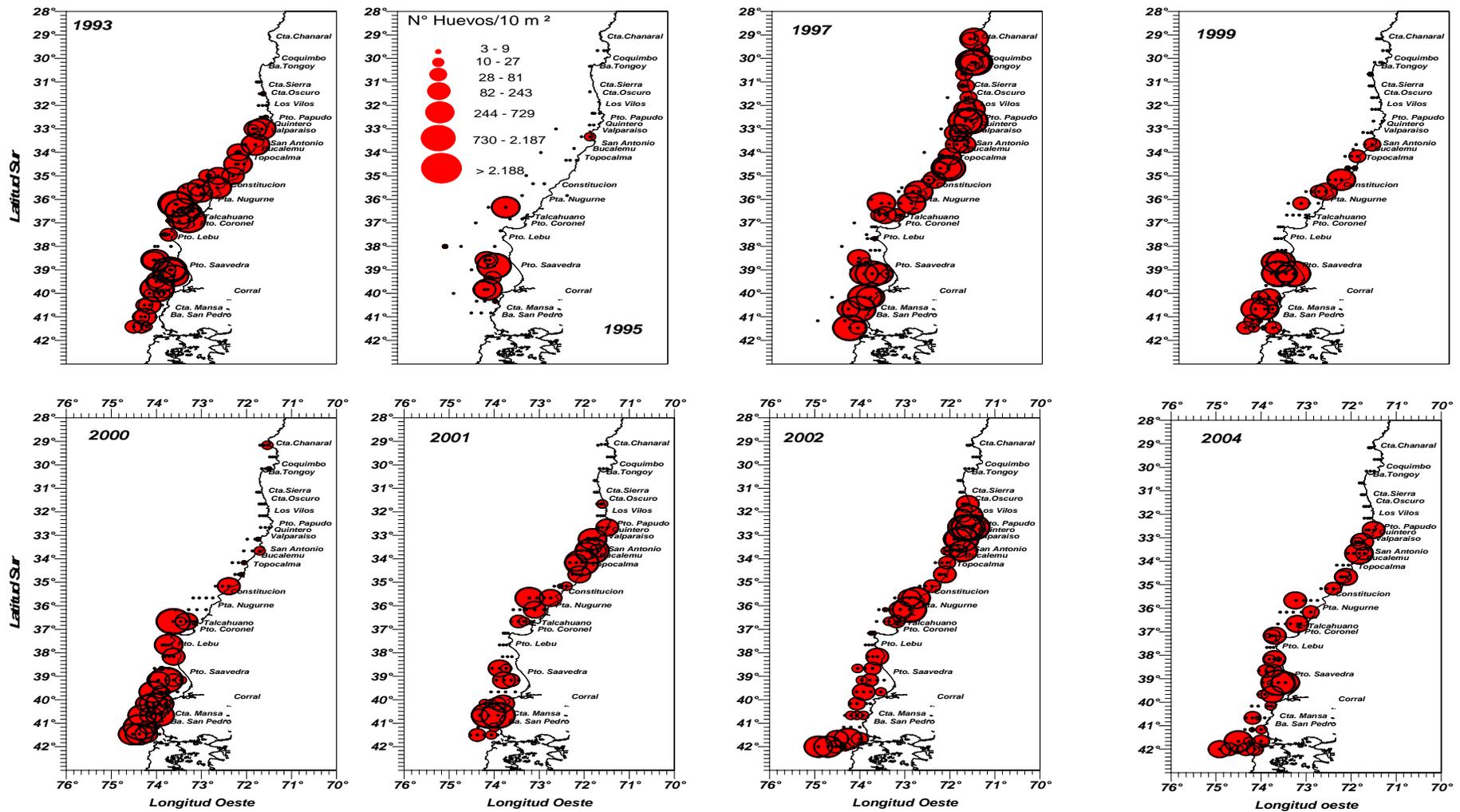


Figura 99. Distribución y abundancia de huevos de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.

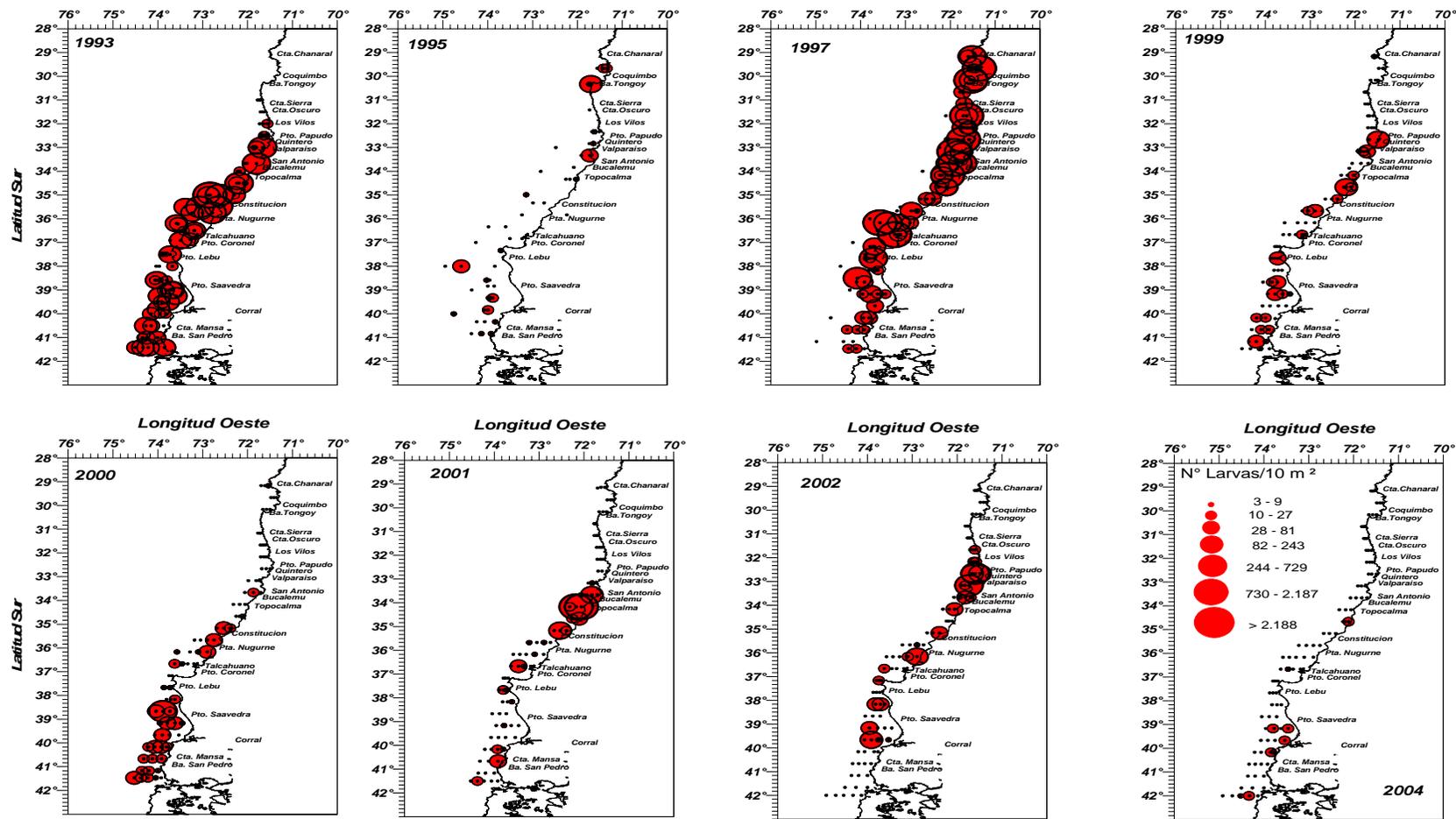


Figura 100. Distribución y abundancia de larvas de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.

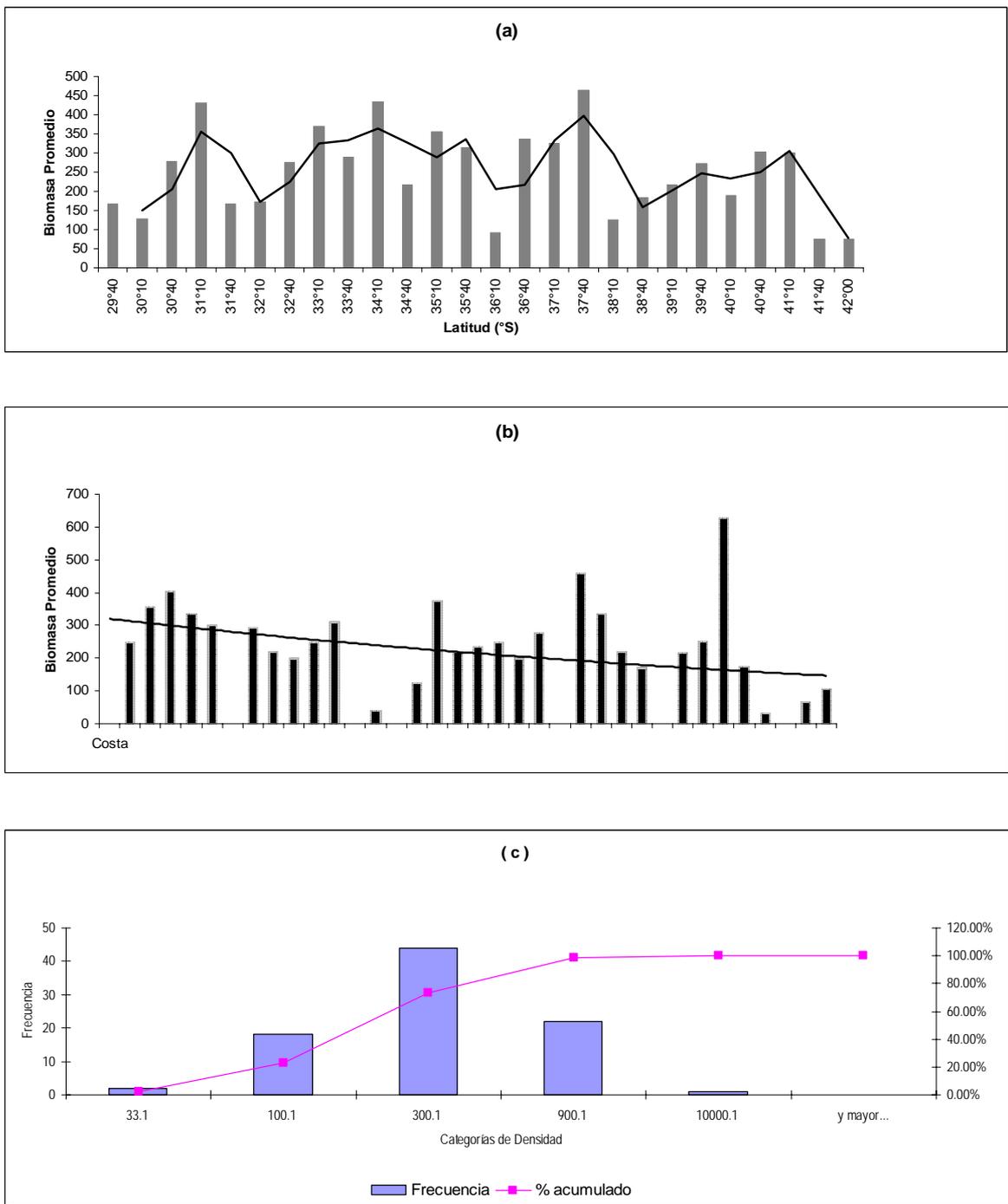


Figura 101. Promedio móvil de la biomasa con respecto a la latitud (a), biomasa promedio con respecto a la distancia de la costa (b) y distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica (c)

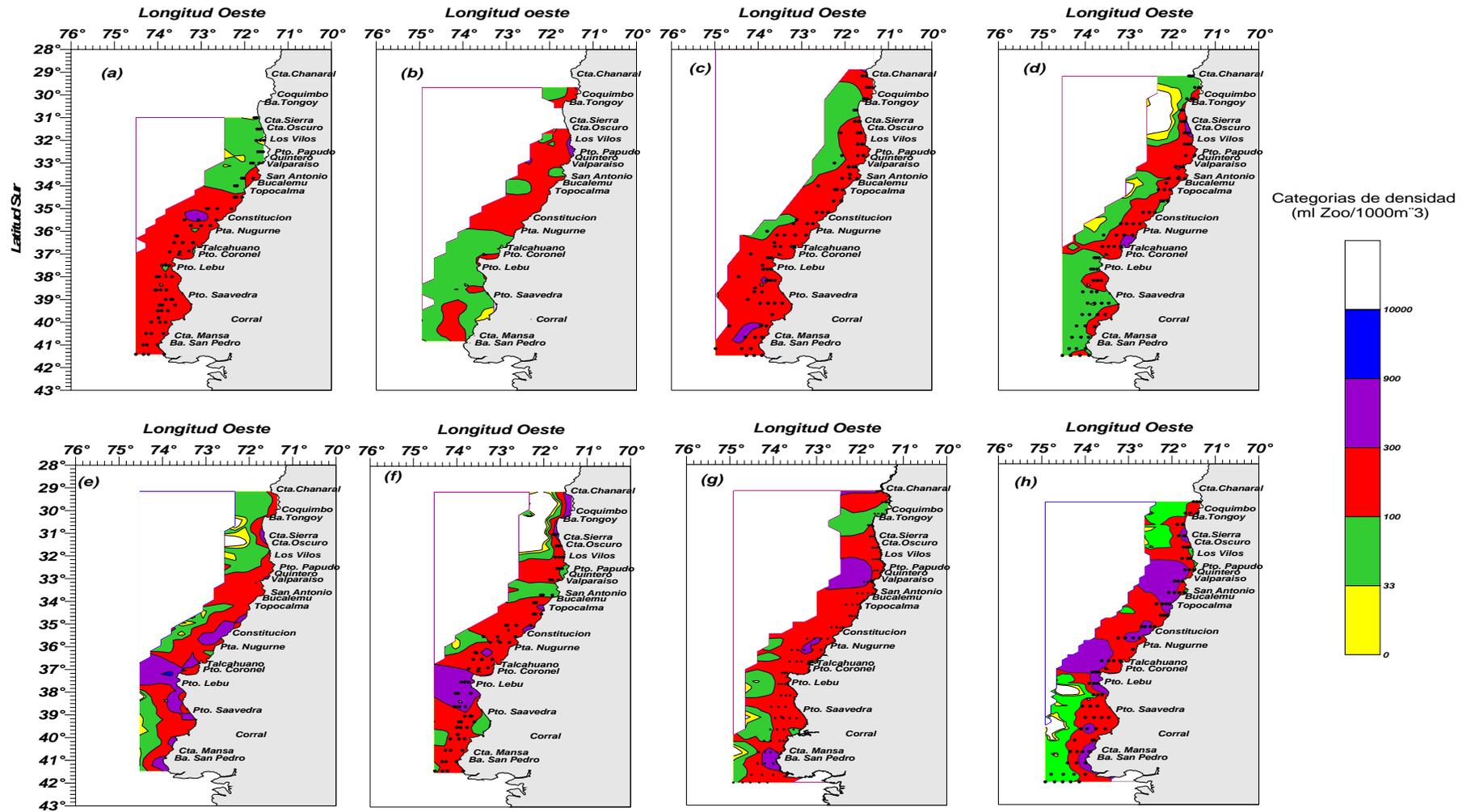


Figura 102. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Cruceros Merluza común Invierno de los años (a) 1993, (b) 1995, (c) 1997, (d) 1999, (e) 2000, (f) 2001, (g) 2002 y (h) 2004.

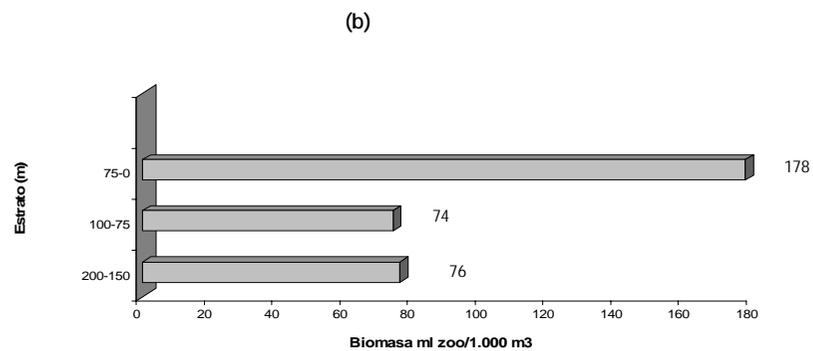
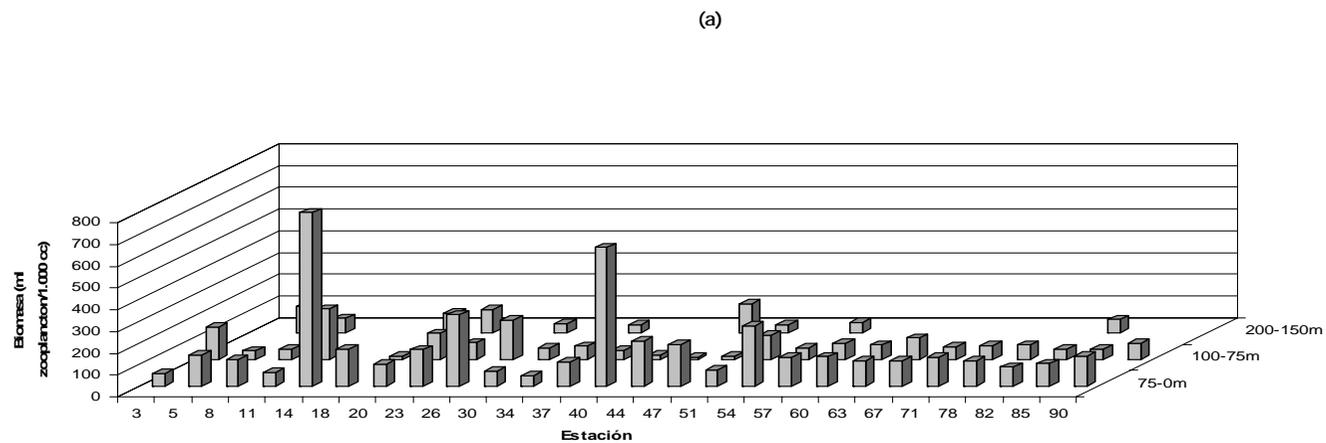


Figura 103. Distribución de la biomasa zooplanctónica por estación (a) y la biomasa zooplanctónica promedio (b), por estratos de profundidad. Crucero merluza común 2004.

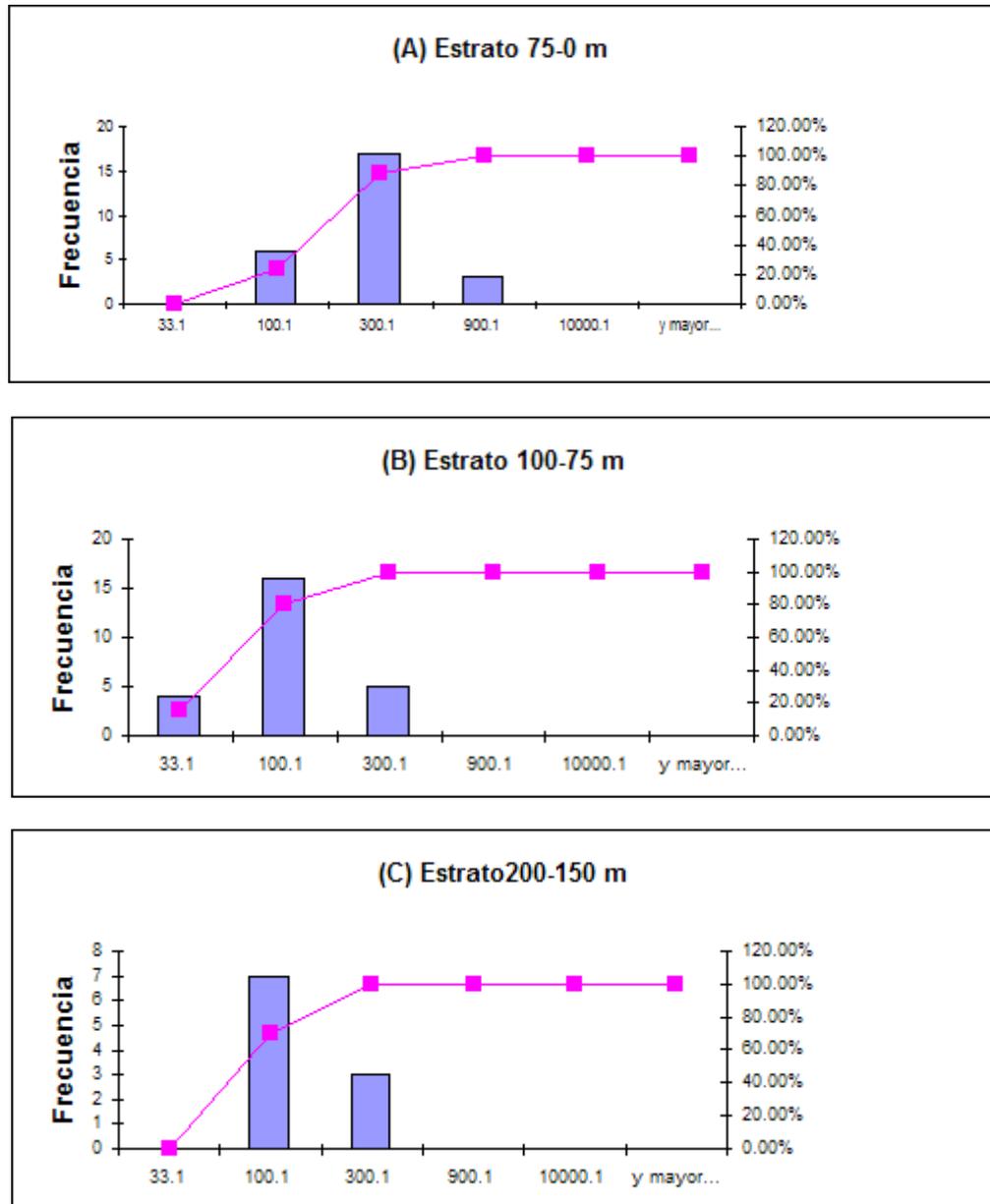


Figura 104. Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica por estrato de profundidad. Crucero Merluza común 2004.

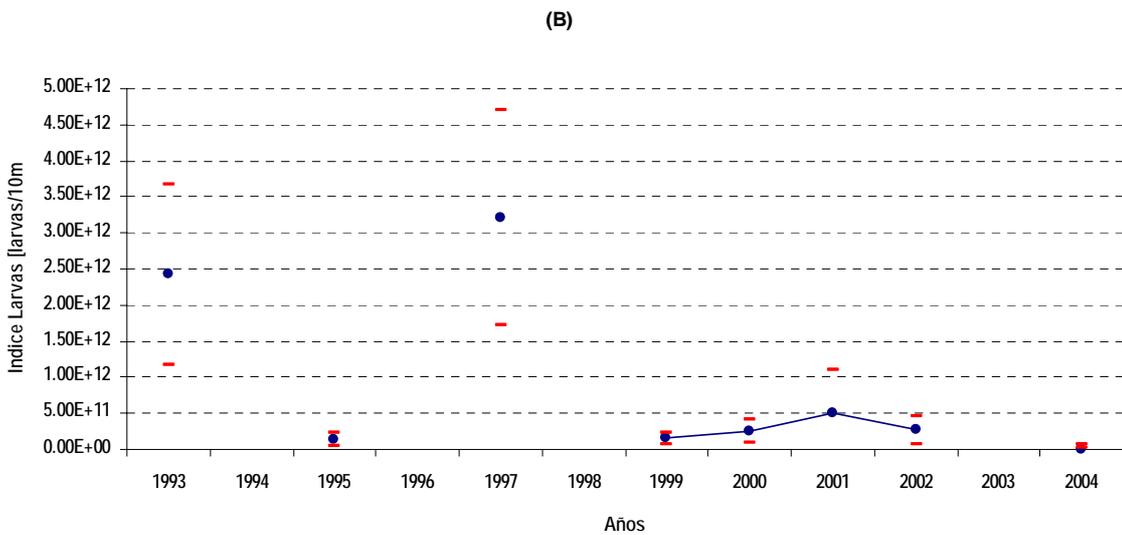
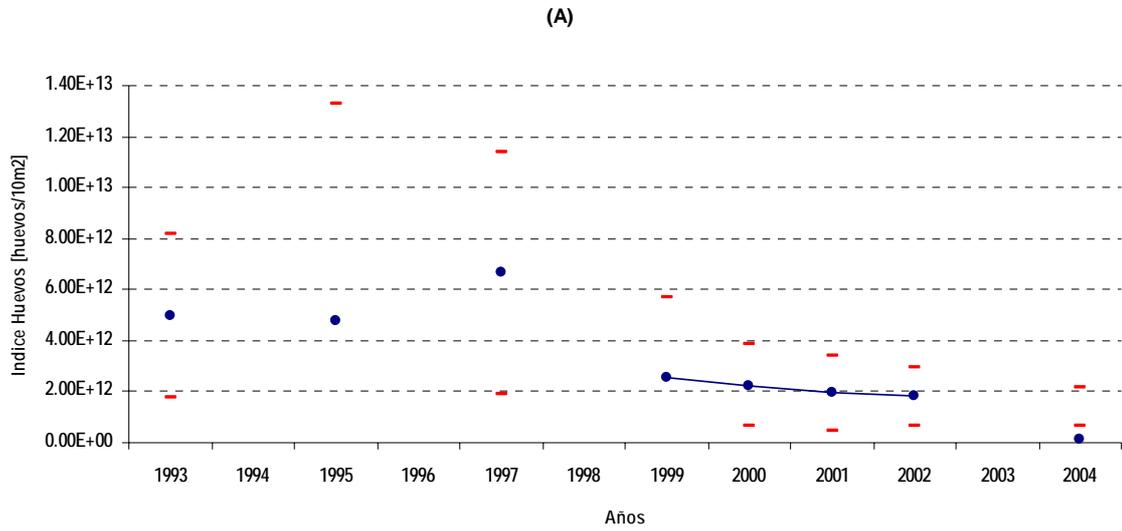


Figura 105. Estimación del índice de abundancia de huevos (A) y larvas (B) de merluza común en invierno de los años 1993-2004.

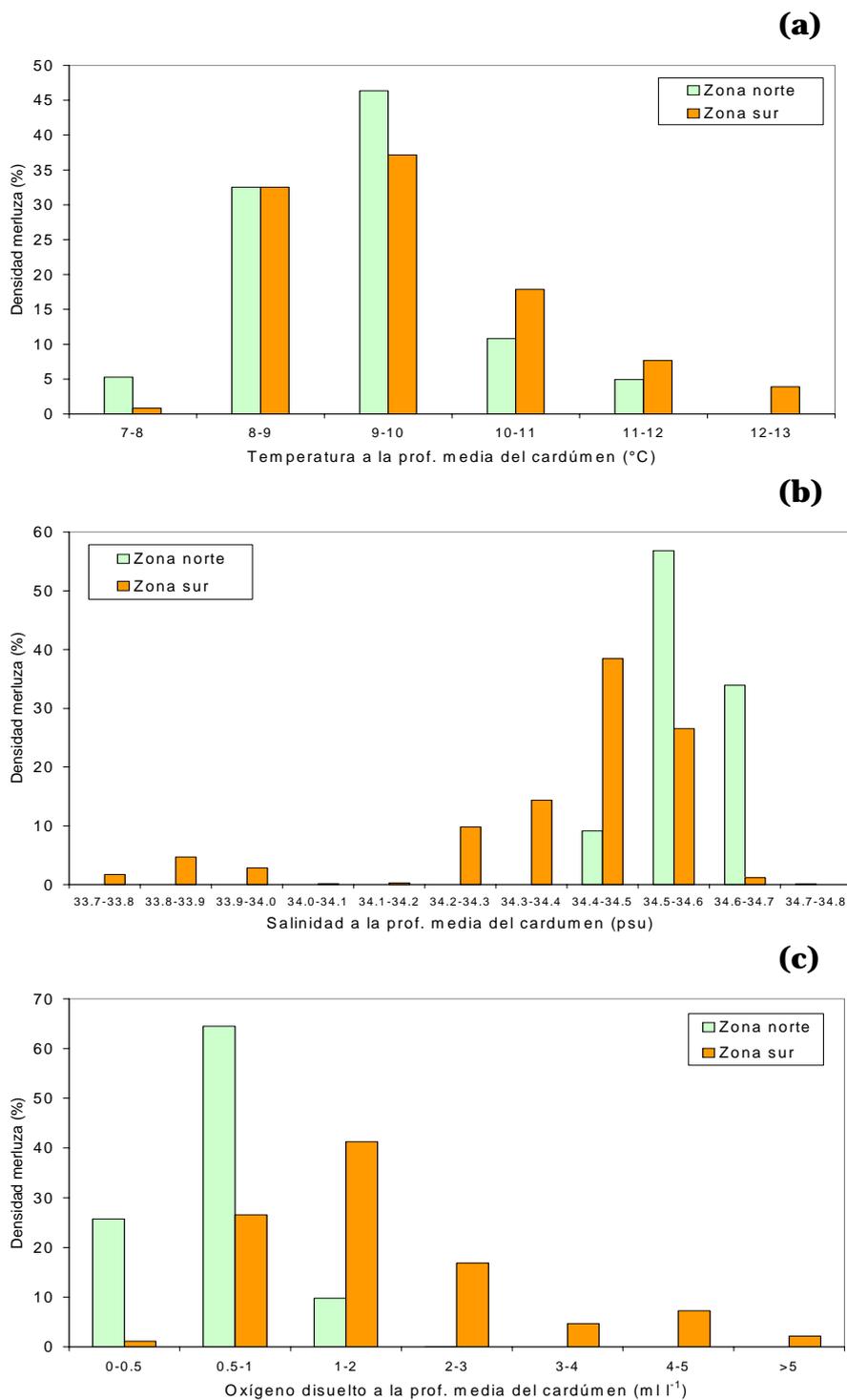


Figura 106. Histograma de rangos de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) concentración de oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para las zonas norte y sur del área de estudio.

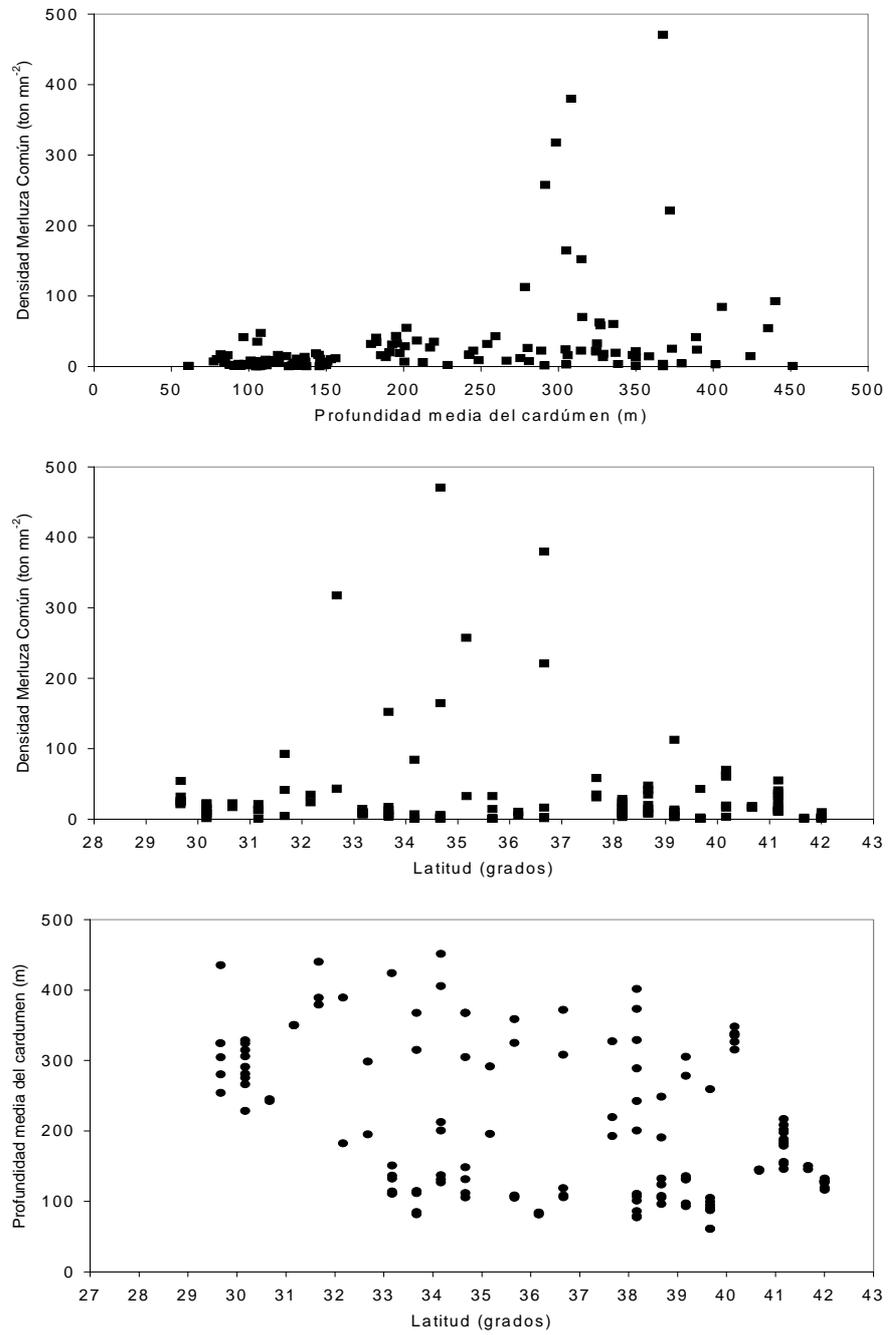


Figura 107. Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común (ton mn⁻²), la profundidad media del cardumen y su variación latitudinal.

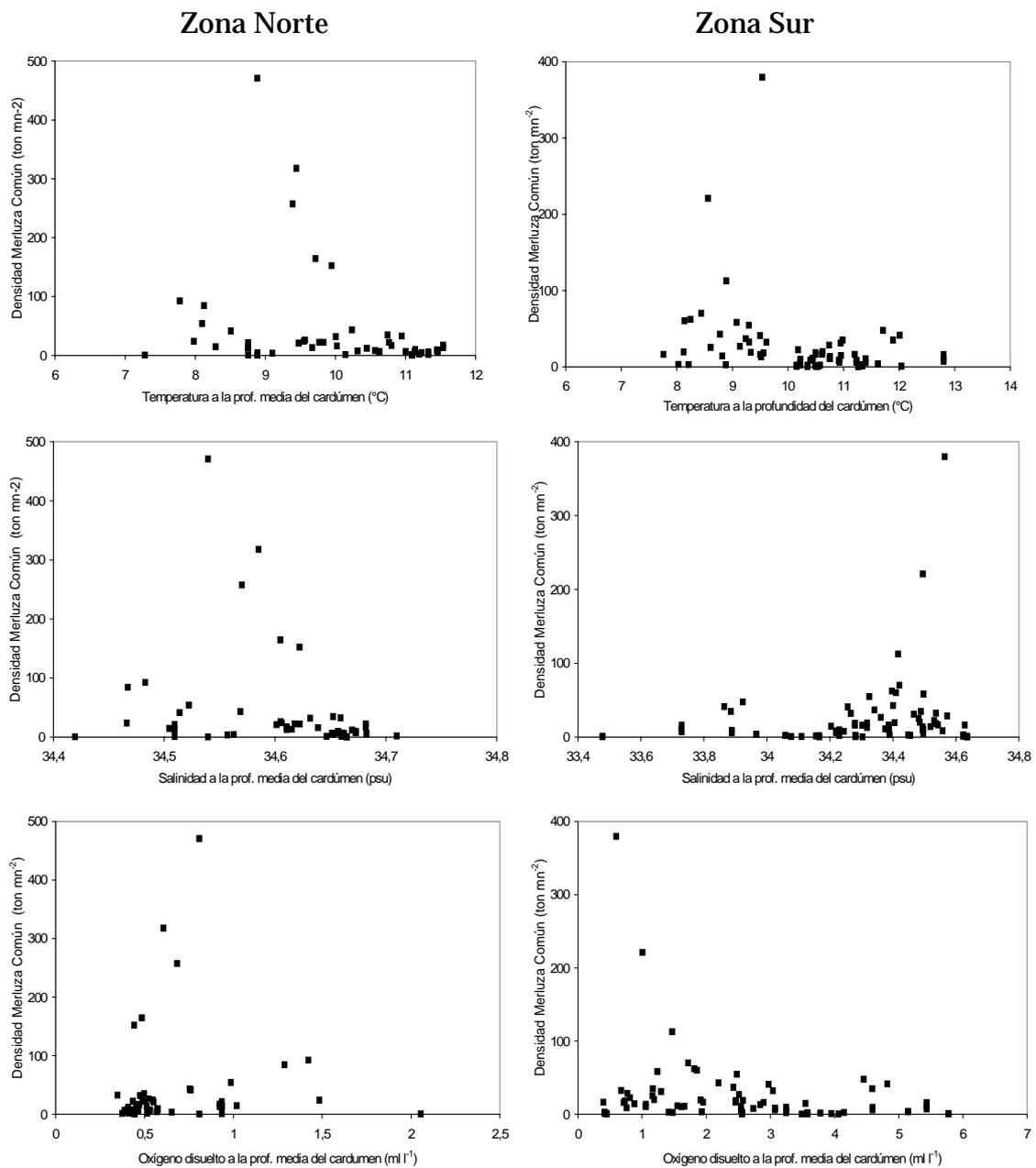


Figura 108. Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común (ton mn⁻²) y la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto detectadas a la profundidad media de distribución del recurso, para las regiones norte y sur del área de estudio.

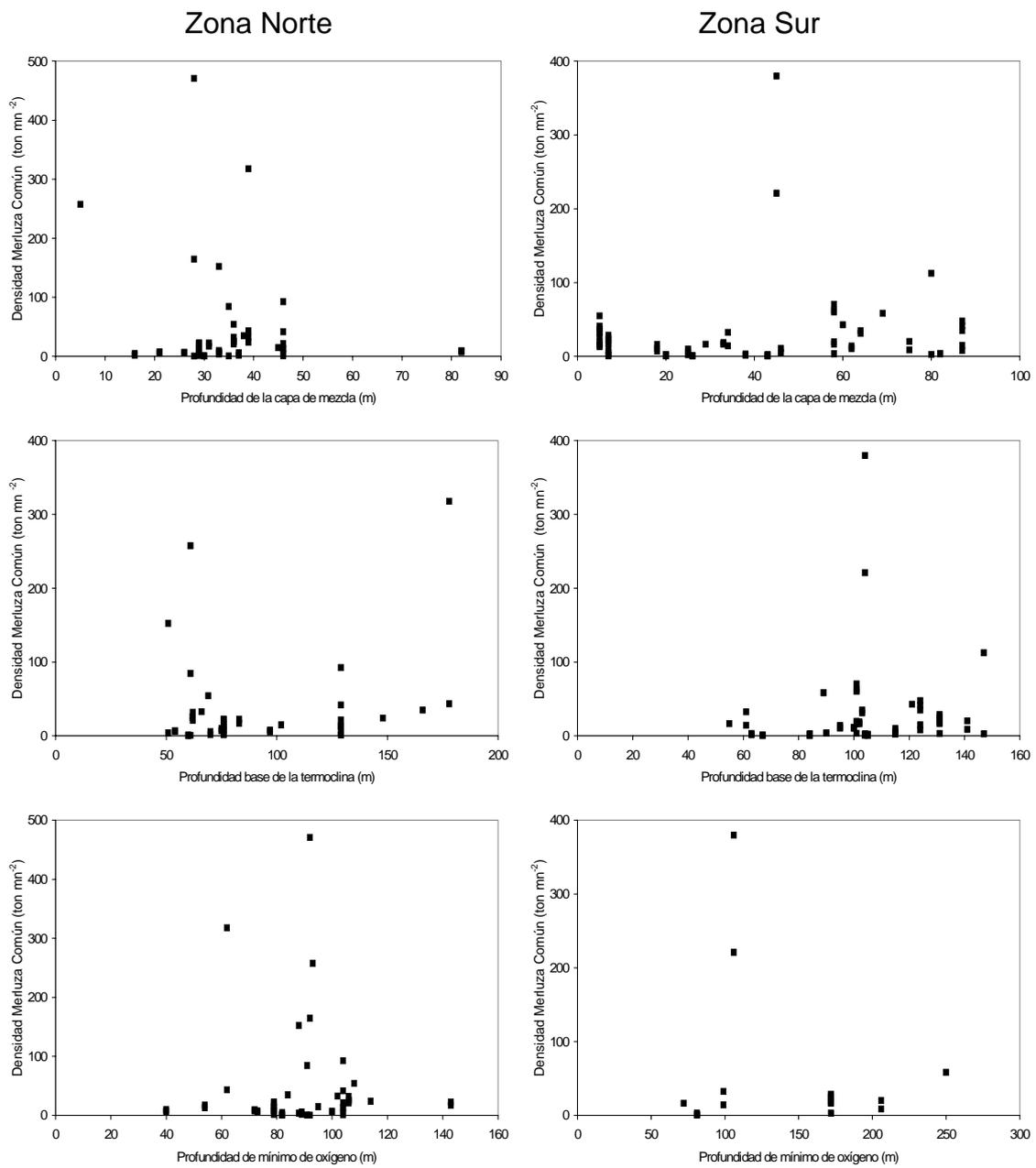


Figura 109. Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común (ton mn⁻²) y la profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina y profundidad del mínimo de oxígeno, para las regiones norte y sur del área de estudio.

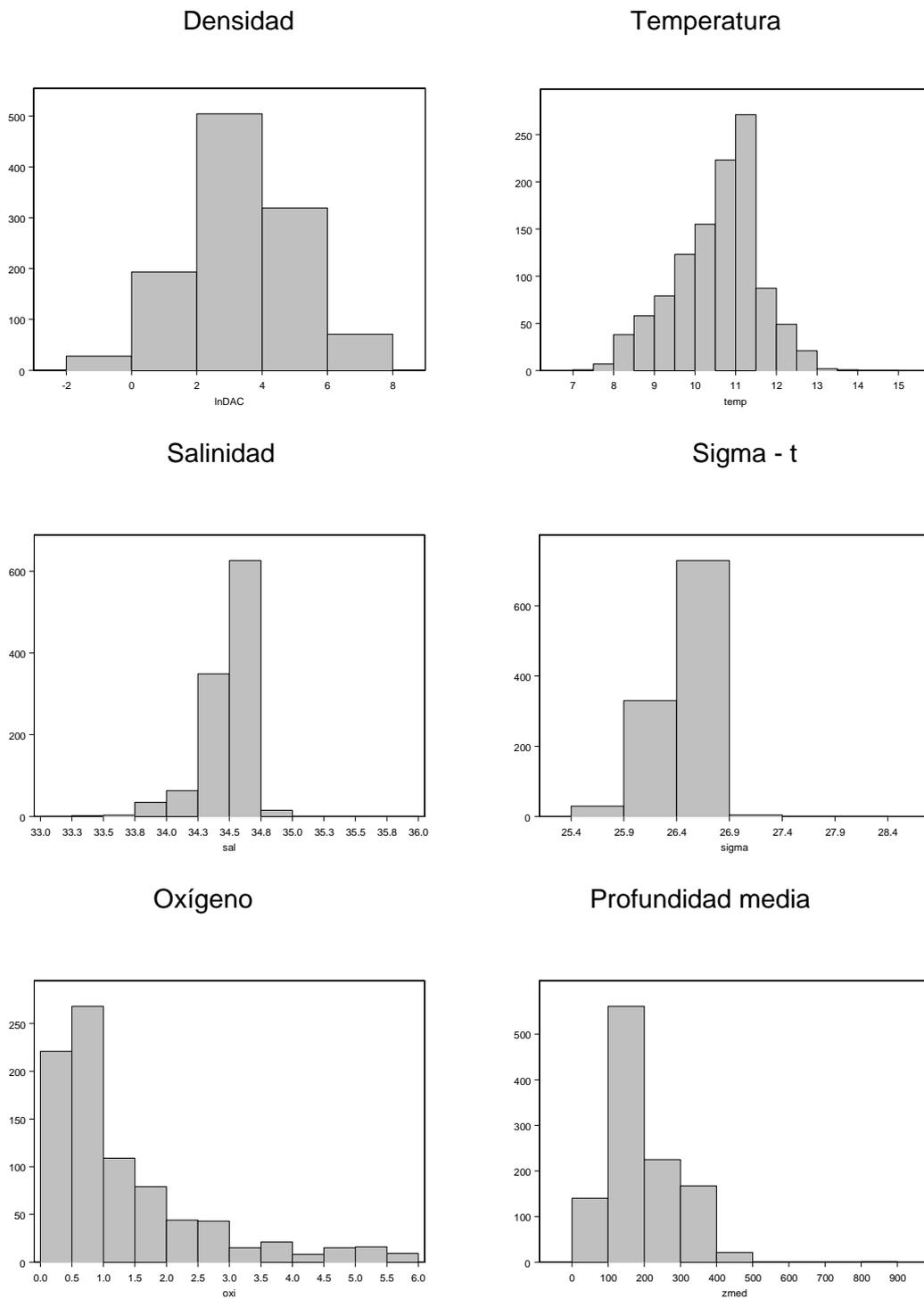


Figura 110. Distribución de frecuencias de las variables ensayadas.

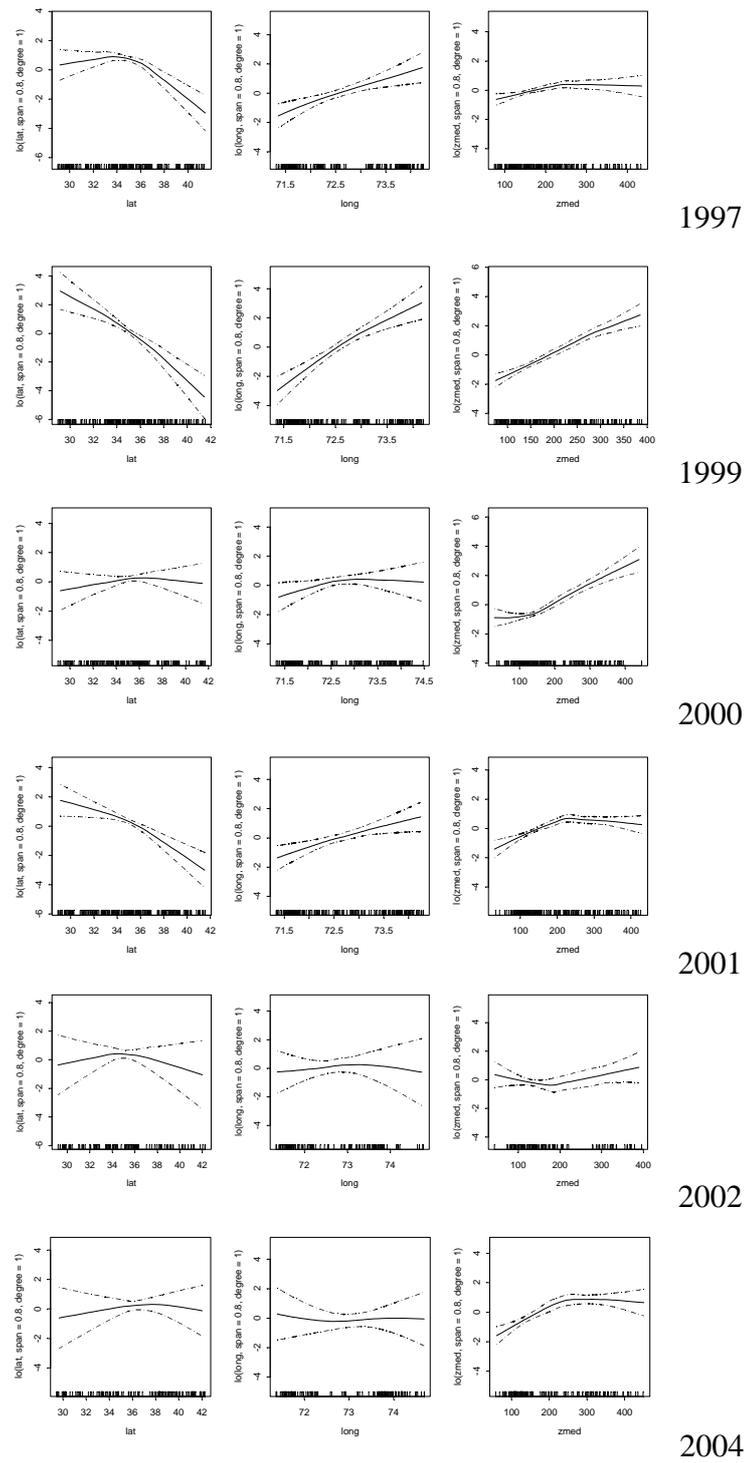


Figura 111a. Relación entre la densidad de merluza común y las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad).

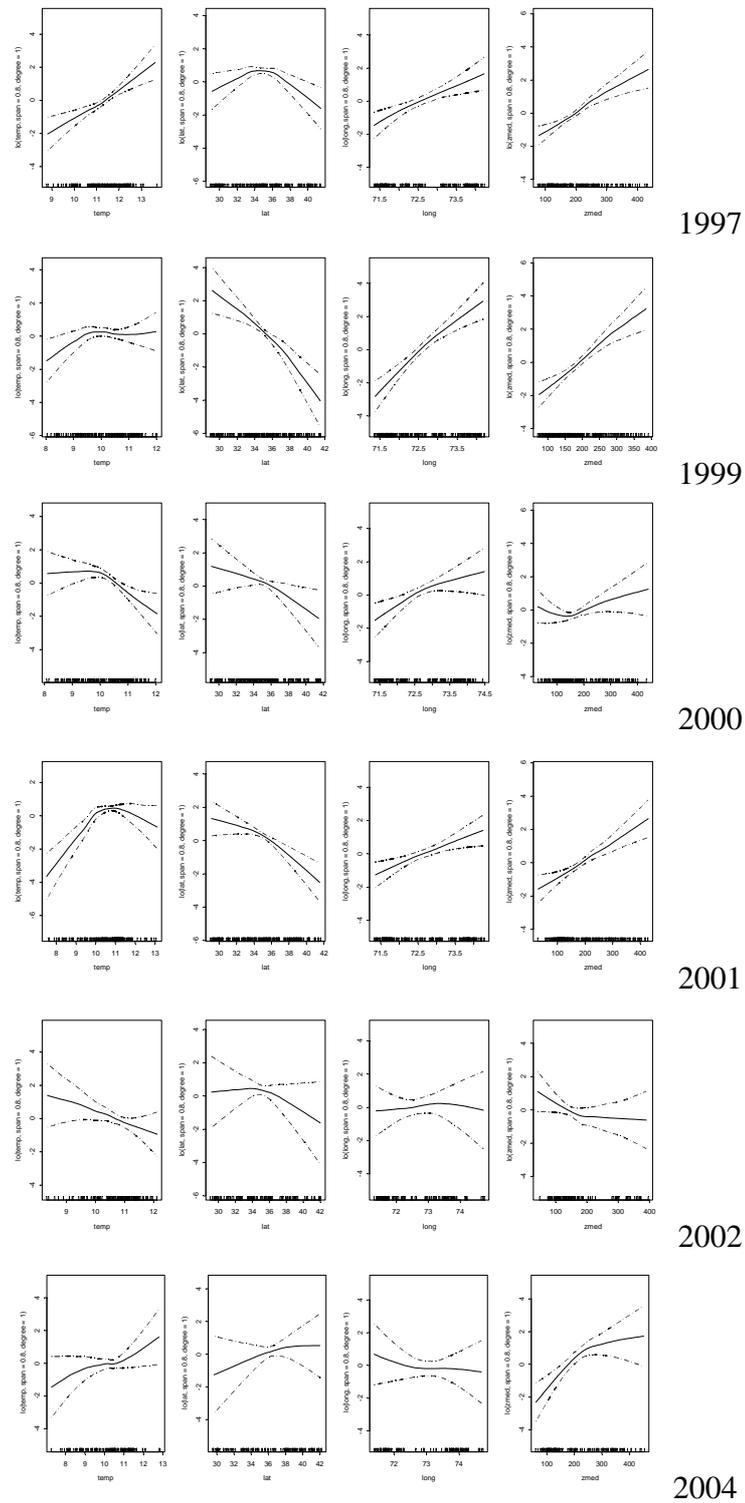
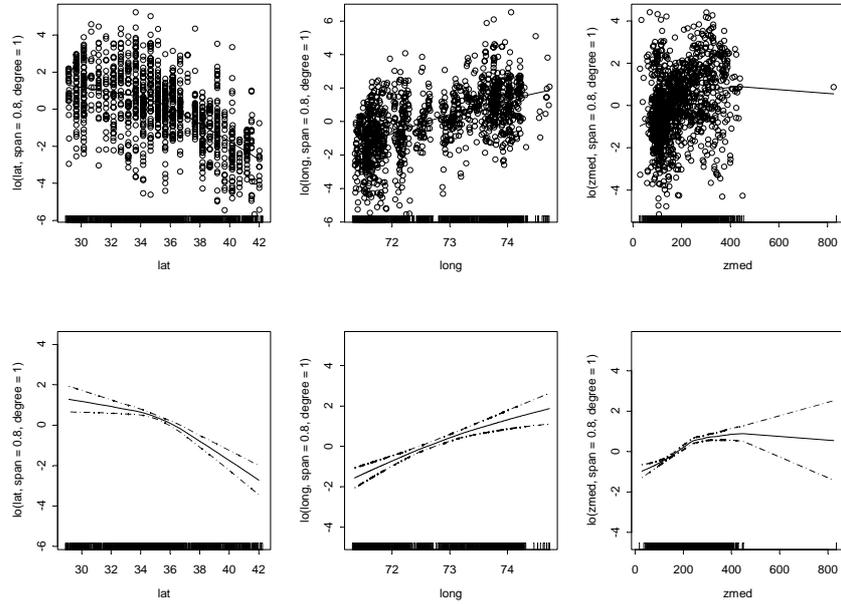


Figura 111b. Relación entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y la temperatura.

a)



b)

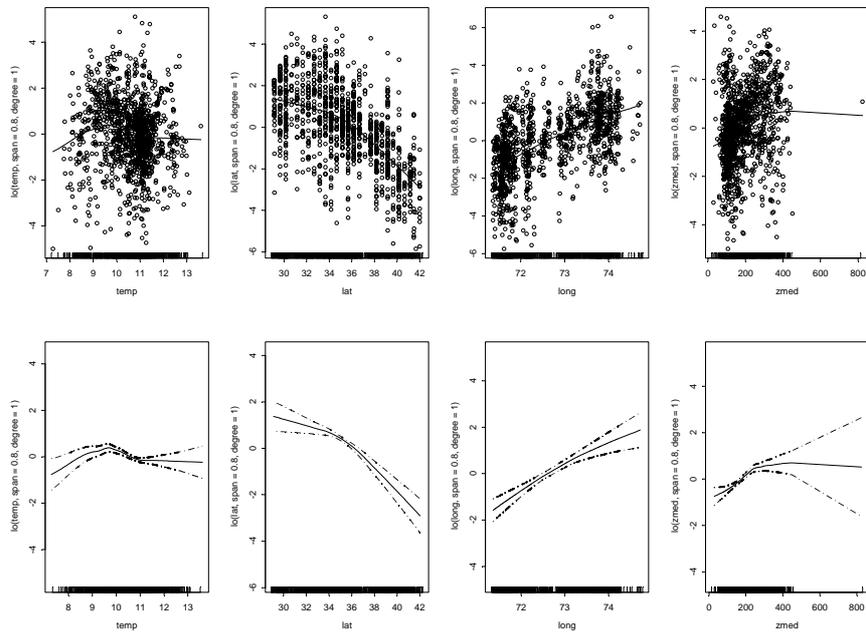


Figura 112. Relación entre la densidad de merluza común con a) las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y b) con las variables de posición y la temperatura (período: 1997-2004).

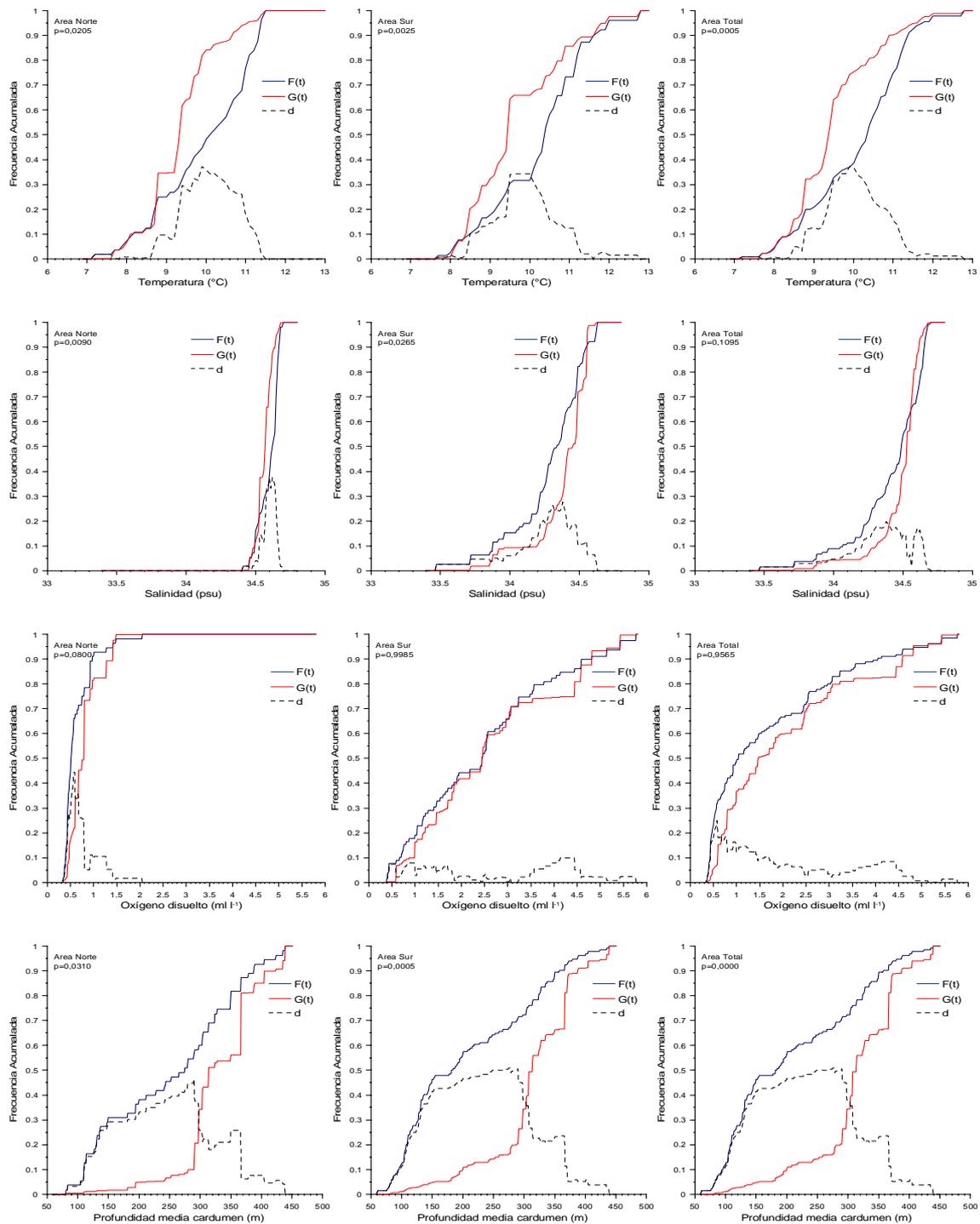


Figura 113. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales $f(t)$ y su ponderación con la variable pesquera $g(t)$ considerando todos los datos del crucero de 2004.

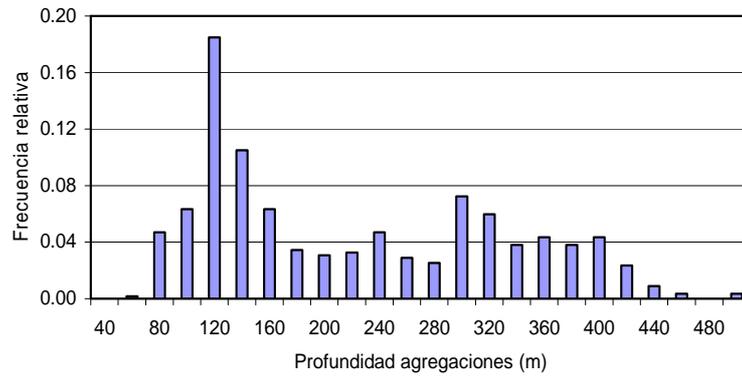


Figura 114. Distribución de frecuencia de Profundidad de agregaciones

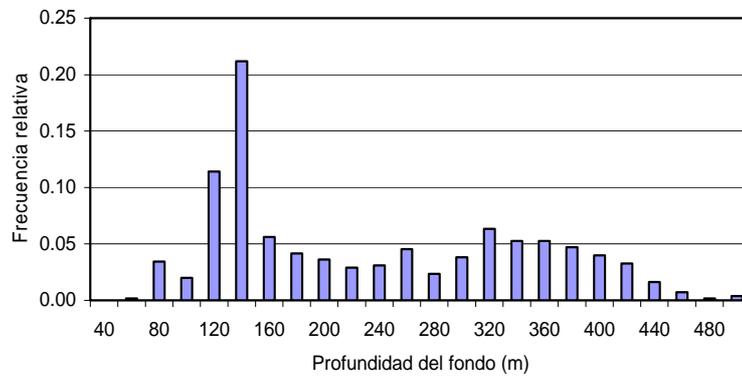


Figura 115. Distribución de frecuencia de profundidad del fondo

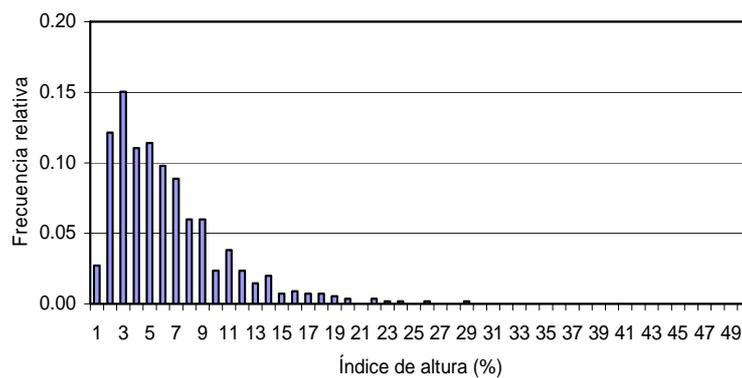


Figura 116. Distribución de frecuencia del índice de altura

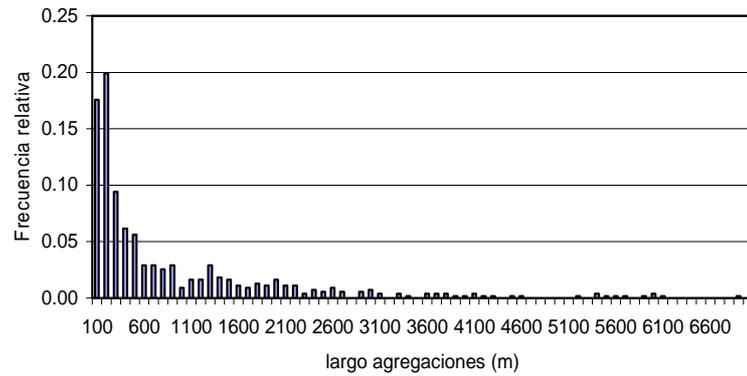


Figura 117. Distribución de frecuencia del largo de agregaciones.

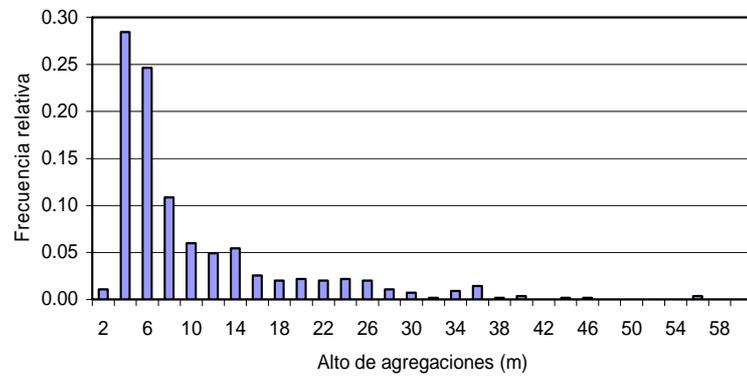


Figura 118. Distribución de frecuencia del alto de agregaciones.

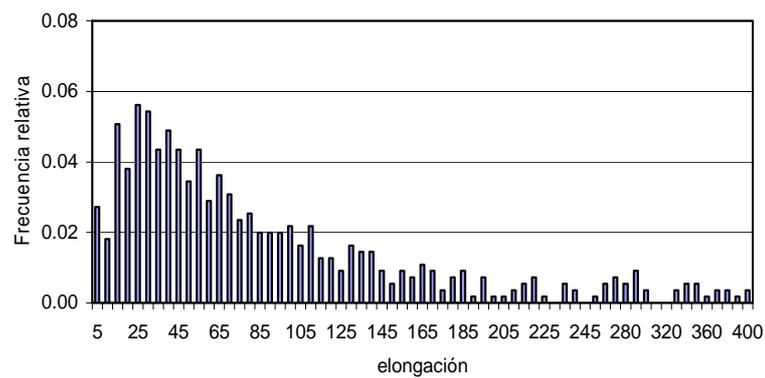


Figura 119. Distribución de frecuencia de la elongación de las agregaciones.

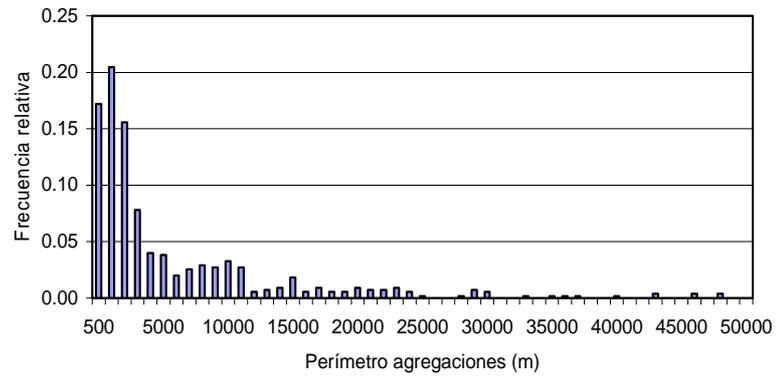


Figura 120. Distribución de frecuencia del perímetro de agregaciones.

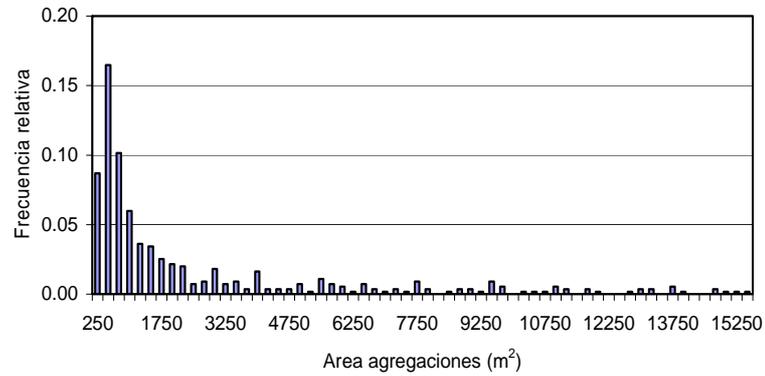


Figura 121. Distribución de frecuencia del área de agregaciones

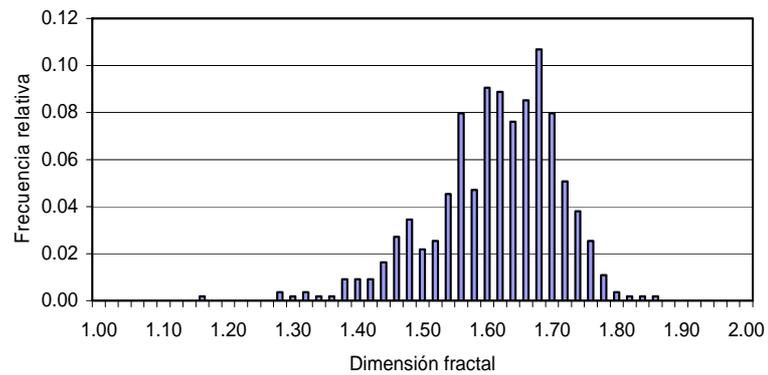


Figura 122. Distribución de frecuencia de la dimensión fractal

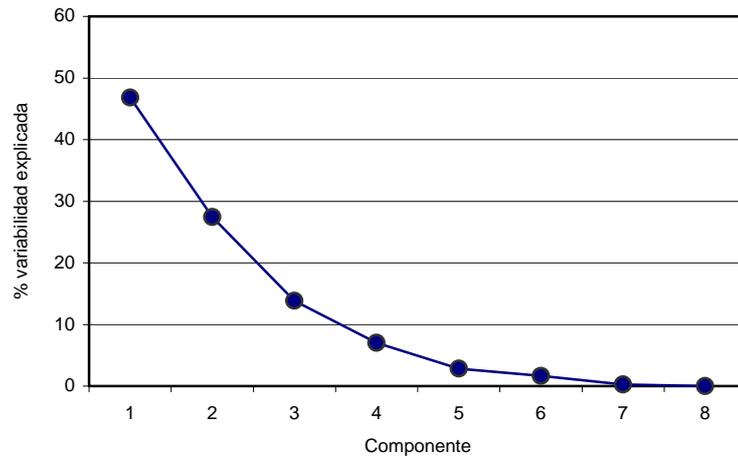


Figura 123. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.

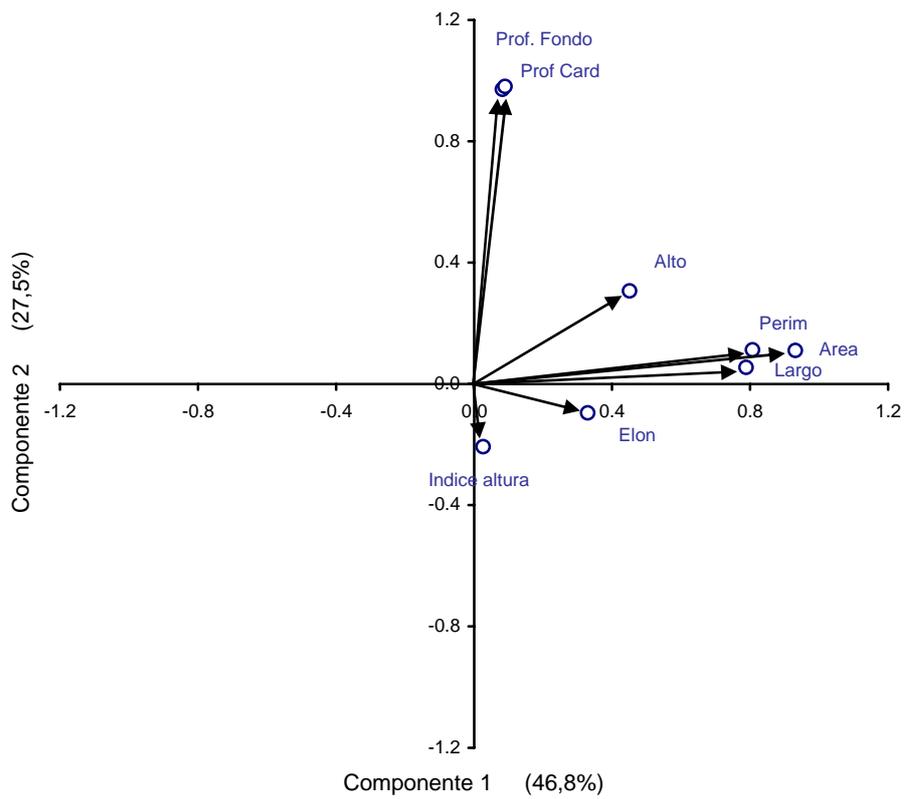


Figura 124. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.

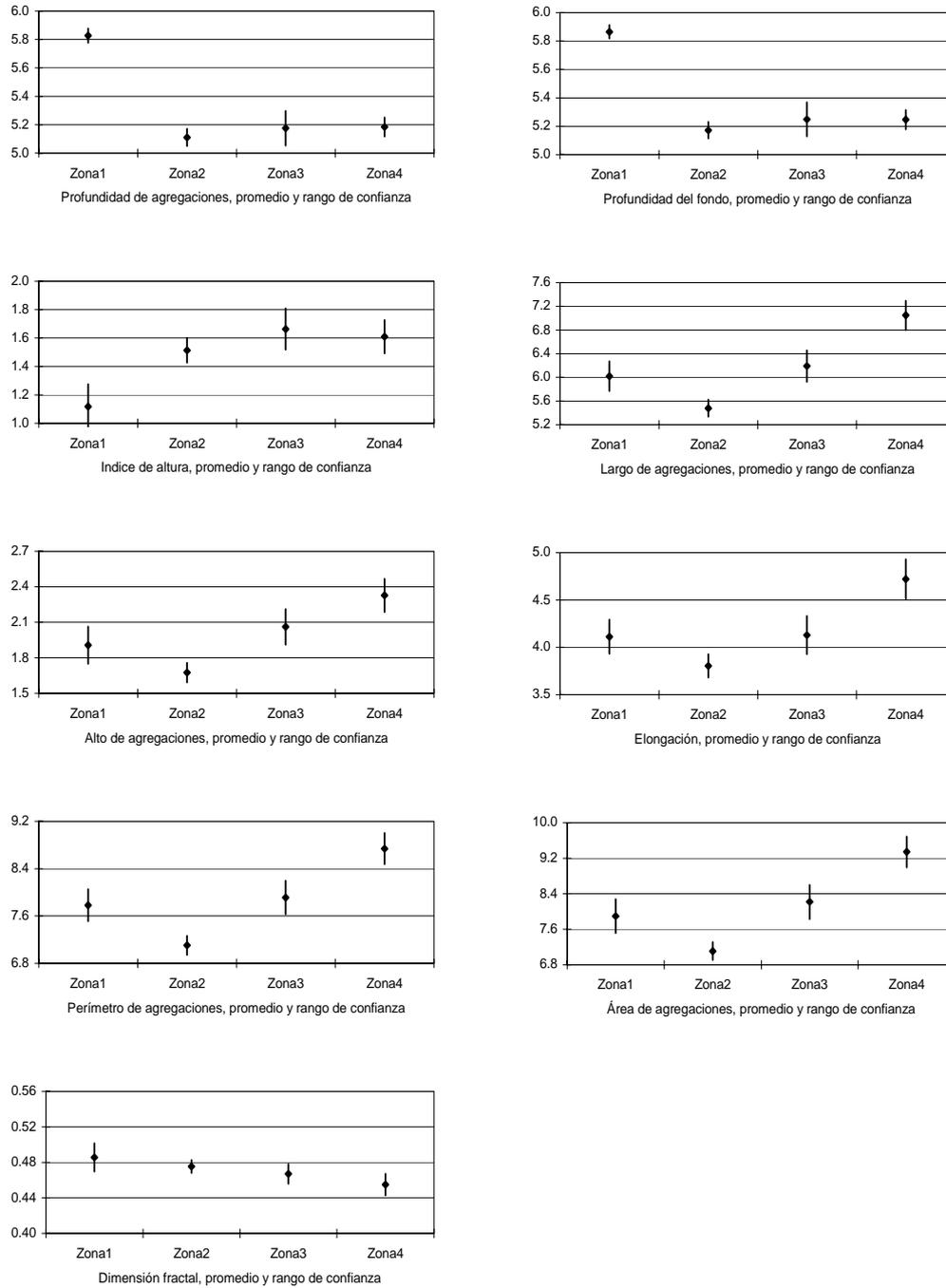


Figura 125. Valores promedio e intervalos de confianza de los descriptores normalizados según zona de estudio

T A B L A S

Tabla 1. Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de *M. gayi* (Balbontín y Fisher, 1981).

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 centímetros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduración de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin óvulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente lúmen claramente apreciable, pero su pared es más gruesa que en la fase V (indica reposo gonádico).
III	En maduración	Gónadas de gran volumen con óvulos visibles de color amarillo pálido, pero no traslúcido, con escasa vascularización. Por lo general, el lúmen desaparece cuando los óvulos alcanzan un diámetro mayor de 500 micrones. Ovario turgente.
III A	Maduración con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con óvulos visibles a simple vista, los que en pequeña proporción presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la gónada es más flácida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con óvulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren óvulos transparentes.
V	Desovado y En regresión	Ovario vacío, distendido, lúmen amplio, muy flácido, de color rojizo de aspecto hemorrágico, sin óvulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.

Tabla 2. Escala microscópica para determinar el estadio de madurez sexual en hembras de *M. gayi* (modificada) (Herrera *et al.*, 1988).

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
1	Virginal	Parénquima virginal, representado por ovogonias y ovocitos previtelogénicos primitivos con escaso citoplasma basófilo y una gran vesícula germinativa.
2	Inmaduro	Predominancia de ovocitos previtelogénicos y en vitelogénesis endógena, siendo las ovogonias menos numerosas. Los ovocitos están rodeados por una capa de células tecales aplanadas.
3	Vitelogénesis Temprana	Predominio de ovocitos en estadio temprano de depositación de vitelo, abarcando no más de las $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. La vesícula germinativa central. La envoltura folicular y la capa de células tecal son más prominente. Durante esta fase, un corion puede ser encontrado entre el ovocito y las células foliculares.
4	Vitelogénesis Tardía	Ovocitos cargados de vitelo, desde la periferia a la región perinuclear. La vesícula germinativa mantiene su posición central. La capa foliculo – tecal esta bien desarrollada.
5	Próximo Hidratación	El ovario muestra grandes ovocitos cuyo citoplasma esta completamente cargado de glóbulos de vitelo (término deposición de vitelo). La vesícula germinativa esta desplazada a la periferia por la maduración del ovocito.
6	Hidratado	Presencia importante de ovocitos hidratados (hialinos). Debido a la pérdida de agua durante la técnica histológica, adquieren un aspecto estrellado.
7	Desovando	Presencia de ovocitos hidratados y remanentes foliculares (folículos postovulatorios) recientes, entre ovocitos en deposición de vitelo.
8	Postdesove de tanda	Aspecto similar al estadio 3, pero con la presencia de folículos postovulatorios de diferentes edades, indicando un desove anterior.
9	Desovado	Se caracteriza por una gran actividad lítica en los ovocitos y folículos, evidenciado por atresia folicular. Se aprecia ovocitos previtelogénicos y eventualmente folículos postovulatorios.

Tabla 3. Calibración del sistema de eointegración

Localización: Valparaíso			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 47 m			Profundidad de la esfera : 21 m		
2 way beam angle: -20,7 dB			Angle sensitivity: 21,9 dB		
3 dB angle: 7 °					
Ganancia TS (dB)			Ganancia SV (dB)		
Longitud de pulso (ms)			Longitud de pulso (ms)		
0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
26,15	27,5	27,8	26,25	27,49	27,9

Tabla 4. Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común. ($C_b=0,146 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$).

Método	Area (mn^2)	Biomasa (t)	Densidad ($\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$)
Razón	12.220	272.084 [235.494 – 308.674]	22,3
Geoestadístico	12.220	273.860 [236.582 – 311.138]	22,4

Tabla 5. Varianza y coeficientes de variación de los estimadores de biomasa total.

Método	Varianza (10^8)	Coficiente variación (%)
Conglomerado	5,0	8,2
Estrato agrupado	4,4	7,6
Geoestadístico	5,1	8,3

Tabla 6. Biomasa y densidades de merluza común estimadas por subzona.

Zona	Machos	Hembras	Totales
Subzona 1	11.137.588	18.808.028	29.945.616
Subzona 2	192.332.942	114.370.046	306.702.988
Subzona 3	115.035.335	142.688.487	257.723.822
Subzona 4	164.109.868	117.983.365	282.093.232
Total	482.615.732	393.849.926	876.465.659

Tabla 7. Abundancia de merluza común estimada por subzona. Crucero de Evaluación julio - agosto 2004.

Subzona	Area (mn ²)	Biomasa (t)	Coef. Variación (%)	Densidad (t mn ²)
Subzona 1	1.310	17.610	12,8	13,4
Subzona 2	3.200	83.974	22,4	26,2
Subzona 3	3.397	98.488	14,3	30,0
Subzona 4	4.312	72.052	10,2	16,7

Tabla 8

Número de ejemplares por zona y estrato de profundidad medidos en los muestreos de frecuencia de longitud de merluza común y número de lances muestreados por estrato de latitud - profundidad

SUBZONA															
	1			2			3			4			Total		
	29°10' - 31°24'			31°25' - 35°30'			35°31' - 38°39'			38°40' - 41°29'			29°10' - 41°29'		
VERIL (m)	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances
<100				812	229	8	218	111	2	415	116	3	1445	456	13
100-200	499	170	4	2338	1129	21	875	779	13	1266	784	16	4978	2862	54
200-300	269	471	5	559	554	8	372	442	7	436	590	11	1636	2057	31
300-400	59	490	5	148	283	5	94	571	6	7	80	1	308	1424	17
400-500	6	274	2	4	102	2	1	32	2				11	408	6
Total	833	1405	16	3861	2297	44	1560	1935	30	2124	1570	31	8378	7207	121

Tabla 9

Número de ejemplares por zona y estrato de profundidad medidos en los muestreos biológicos de merluza común y número de lances muestreados por estrato de latitud - profundidad

SUBZONA															
	1			2			3			4			Total		
	29°10' - 31°24'			31°25' - 35°30'			35°31' - 38°39'			38°40' - 41°29'			29°10' - 41°29'		
VERIL (m)	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances	machos	hembras	lances
<100				166	74	8	29	31	2	61	28	3	256	133	13
100-200	68	52	4	295	333	21	166	224	13	224	255	16	753	864	54
200-300	54	96	5	93	147	8	71	139	7	84	232	11	302	614	31
300-400	12	138	5	33	101	5	15	165	6	2	28	1	62	432	17
400-500	2	58	2	4	47	2		33	2				6	138	6
Total	136	344	16	591	702	44	281	592	30	371	543	31	1379	2181	121

Tabla 10. Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero de evaluación hidroacústica 2004-09.

		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Umbral	[talla = 20]	-5,671	0,138	1.697,204	1	0,000	-5,941	-5,401
	[talla = 21]	-4,532	0,105	1.857,959	1	0,000	-4,738	-4,326
	[talla = 22]	-3,557	0,093	1.454,941	1	0,000	-3,740	-3,374
	[talla = 23]	-2,680	0,088	921,127	1	0,000	-2,853	-2,507
	[talla = 24]	-1,871	0,086	475,185	1	0,000	-2,039	-1,702
	[talla = 25]	-1,240	0,085	215,349	1	0,000	-1,406	-1,075
	[talla = 26]	-0,759	0,084	82,001	1	0,000	-0,923	-0,595
	[talla = 27]	-0,349	0,083	17,462	1	0,000	-0,512	-0,185
	[talla = 28]	-0,009	0,083	0,011	1	0,918	-0,172	0,155
	[talla = 29]	0,231	0,083	7,687	1	0,006	0,068	0,395
	[talla = 30]	0,428	0,084	26,175	1	0,000	0,264	0,591
	[talla = 31]	0,578	0,084	47,566	1	0,000	0,413	0,742
	[talla = 32]	0,731	0,084	75,674	1	0,000	0,566	0,895
	[talla = 33]	0,920	0,084	118,696	1	0,000	0,754	1,085
	[talla = 34]	1,086	0,085	163,594	1	0,000	0,919	1,252
	[talla = 35]	1,288	0,086	226,332	1	0,000	1,120	1,455
	[talla = 36]	1,451	0,086	282,460	1	0,000	1,281	1,620
	[talla = 37]	1,643	0,087	353,736	1	0,000	1,471	1,814
	[talla = 38]	1,779	0,088	406,909	1	0,000	1,606	1,952
	[talla = 39]	1,896	0,089	453,306	1	0,000	1,721	2,070
	[talla = 40]	2,031	0,090	507,655	1	0,000	1,854	2,207
	[talla = 41]	2,226	0,092	585,728	1	0,000	2,046	2,406
	[talla = 42]	2,471	0,095	679,177	1	0,000	2,285	2,657
	[talla = 43]	2,685	0,098	752,828	1	0,000	2,493	2,877
	[talla = 44]	3,059	0,105	854,099	1	0,000	2,854	3,264
	[talla = 45]	3,338	0,111	899,912	1	0,000	3,120	3,556
	[talla = 46]	3,629	0,120	917,015	1	0,000	3,394	3,864
	[talla = 47]	3,888	0,129	906,279	1	0,000	3,635	4,141
	[talla = 48]	4,330	0,149	839,775	1	0,000	4,037	4,622
	[talla = 49]	4,700	0,171	751,217	1	0,000	4,364	5,036
	[talla = 50]	5,025	0,195	660,944	1	0,000	4,642	5,408
	[talla = 51]	5,483	0,238	530,968	1	0,000	5,017	5,950
[talla = 52]	5,858	0,282	432,086	1	0,000	5,306	6,411	
[talla = 53]	6,514	0,383	288,783	1	0,000	5,762	7,265	
[talla = 54]	7,410	0,592	156,585	1	0,000	6,250	8,571	
[talla = 55]	7,553	0,635	141,393	1	0,000	6,308	8,798	
[talla = 56]	7,805	0,719	117,735	1	0,000	6,395	9,215	
[talla = 57]	9,053	1,337	45,880	1	0,000	6,434	11,673	
Ubicación	[Zona=Z1]	0,316	0,126	6,302	1	0,012	0,069	0,562
	[Zona=Z2]	-0,737	0,105	48,937	1	0,000	-0,944	-0,531
	[Zona=Z3]	0,473	0,115	16,885	1	0,000	0,248	0,699
	[Zona=Z4]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Veril=< 200]	-0,339	0,093	13,327	1	0,000	-0,521	-0,157
	[Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z1] * [Veril=< 200]	-2,220	0,156	203,613	1	0,000	-2,525	-1,915
	[Zona=Z1] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z2] * [Veril=< 200]	-0,427	0,118	13,160	1	0,000	-0,657	-0,196
	[Zona=Z2] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z3] * [Veril=< 200]	-0,375	0,133	7,902	1	0,005	-0,637	-0,114
	[Zona=Z3] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
[Zona=Z4] * [Veril=< 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
[Zona=Z4] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.

Tabla 11. Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.

Umbral		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
[talla = 16]	-9,661	1,292	55,903	1	0,000	-12,193	-7,128	
[talla = 17]	-7,646	0,477	257,204	1	0,000	-8,581	-6,712	
[talla = 18]	-7,551	0,455	275,378	1	0,000	-8,442	-6,659	
[talla = 20]	-6,838	0,323	448,645	1	0,000	-7,471	-6,206	
[talla = 21]	-5,461	0,174	987,793	1	0,000	-5,802	-5,121	
[talla = 22]	-4,104	0,107	1.458,496	1	0,000	-4,314	-3,893	
[talla = 23]	-3,001	0,084	1.272,654	1	0,000	-3,166	-2,836	
[talla = 24]	-2,134	0,075	804,659	1	0,000	-2,281	-1,986	
[talla = 25]	-1,509	0,072	444,781	1	0,000	-1,649	-1,368	
[talla = 26]	-1,035	0,070	220,397	1	0,000	-1,172	-0,899	
[talla = 27]	-0,692	0,069	101,020	1	0,000	-0,827	-0,557	
[talla = 28]	-0,388	0,068	32,209	1	0,000	-0,522	-0,254	
[talla = 29]	-0,160	0,068	5,494	1	0,019	-0,294	-0,026	
[talla = 30]	0,009	0,068	0,016	1	0,900	-0,125	0,142	
[talla = 31]	0,131	0,068	3,678	1	0,055	-0,003	0,265	
[talla = 32]	0,236	0,068	11,997	1	0,001	0,103	0,370	
[talla = 33]	0,336	0,068	24,153	1	0,000	0,202	0,470	
[talla = 34]	0,420	0,068	37,745	1	0,000	0,286	0,555	
[talla = 35]	0,542	0,069	62,531	1	0,000	0,408	0,677	
[talla = 36]	0,686	0,069	99,336	1	0,000	0,551	0,821	
[talla = 37]	0,839	0,069	147,511	1	0,000	0,704	0,975	
[talla = 38]	0,969	0,069	194,945	1	0,000	0,833	1,105	
[talla = 39]	1,092	0,070	245,581	1	0,000	0,956	1,229	
[talla = 40]	1,203	0,070	295,530	1	0,000	1,066	1,341	
[talla = 41]	1,356	0,070	370,325	1	0,000	1,218	1,494	
[talla = 42]	1,495	0,071	444,484	1	0,000	1,356	1,634	
[talla = 43]	1,664	0,072	541,225	1	0,000	1,524	1,805	
[talla = 44]	1,818	0,072	634,280	1	0,000	1,676	1,959	
[talla = 45]	1,997	0,073	749,010	1	0,000	1,854	2,140	
[talla = 46]	2,199	0,074	882,838	1	0,000	2,054	2,344	
[talla = 47]	2,383	0,075	1.007,115	1	0,000	2,235	2,530	
[talla = 48]	2,590	0,076	1.147,795	1	0,000	2,440	2,740	
[talla = 49]	2,758	0,078	1.259,152	1	0,000	2,606	2,911	
[talla = 50]	2,946	0,079	1.378,007	1	0,000	2,790	3,101	
[talla = 51]	3,106	0,081	1.472,532	1	0,000	2,947	3,265	
[talla = 52]	3,290	0,083	1.570,471	1	0,000	3,128	3,453	
[talla = 53]	3,506	0,086	1.666,284	1	0,000	3,337	3,674	
[talla = 54]	3,723	0,089	1.738,765	1	0,000	3,548	3,898	
[talla = 55]	3,915	0,093	1.779,370	1	0,000	3,733	4,096	
[talla = 56]	4,084	0,096	1.796,011	1	0,000	3,895	4,273	
[talla = 57]	4,239	0,100	1.795,061	1	0,000	4,043	4,435	
[talla = 58]	4,387	0,104	1.779,984	1	0,000	4,183	4,591	
[talla = 59]	4,515	0,108	1.756,333	1	0,000	4,303	4,726	
[talla = 60]	4,632	0,111	1.726,447	1	0,000	4,413	4,850	
[talla = 61]	4,674	0,113	1.714,046	1	0,000	4,452	4,895	
[talla = 62]	4,732	0,115	1.695,070	1	0,000	4,507	4,958	
[talla = 63]	4,758	0,116	1.686,180	1	0,000	4,531	4,986	
[talla = 64]	4,800	0,117	1.671,314	1	0,000	4,570	5,030	
[talla = 65]	4,834	0,119	1.658,617	1	0,000	4,601	5,066	
[talla = 66]	4,894	0,121	1.634,935	1	0,000	4,657	5,131	
[talla = 67]	5,006	0,126	1.586,611	1	0,000	4,760	5,253	
[talla = 68]	5,049	0,128	1.567,031	1	0,000	4,799	5,299	
[talla = 69]	5,185	0,134	1.501,704	1	0,000	4,922	5,447	
[talla = 70]	5,246	0,137	1.470,430	1	0,000	4,978	5,514	
[talla = 71]	5,372	0,143	1.404,371	1	0,000	5,091	5,652	
[talla = 72]	5,533	0,153	1.315,692	1	0,000	5,234	5,832	
[talla = 73]	5,623	0,158	1.265,624	1	0,000	5,313	5,933	
[talla = 74]	5,787	0,169	1.173,609	1	0,000	5,456	6,118	

Continuación Tabla 11

		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Umbral	[talla = 75]	6,172	0,199	962,582	1	0,000	5,782	6,562
	[talla = 76]	6,383	0,218	854,562	1	0,000	5,955	6,811
	[talla = 77]	6,645	0,246	730,609	1	0,000	6,163	7,127
	[talla = 78]	6,948	0,283	602,940	1	0,000	6,394	7,503
	[talla = 79]	7,365	0,345	456,389	1	0,000	6,689	8,041
	[talla = 80]	7,839	0,434	326,974	1	0,000	6,990	8,689
	[talla = 81]	8,156	0,506	259,858	1	0,000	7,164	9,147
	[talla = 83]	8,635	0,640	181,757	1	0,000	7,379	9,890
	[talla = 85]	8,796	0,693	160,871	1	0,000	7,436	10,155
	[talla = 86]	10,543	1,654	40,616	1	0,000	7,301	13,786
Ubicación	[Zona=Z1]	1,622	0,085	362,274	1	0,000	1,455	1,789
	[Zona=Z2]	0,697	0,088	62,678	1	0,000	0,524	0,869
	[Zona=Z3]	1,071	0,087	152,844	1	0,000	0,901	1,241
	[Zona=Z4]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Veril=< 200]	-0,183	0,089	4,285	1	0,038	-0,357	-0,010
	[Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z1] * [Veril=< 200]	-3,757	0,173	472,390	1	0,000	-4,096	-3,418
	[Zona=Z1] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z2] * [Veril=< 200]	-1,559	0,116	179,314	1	0,000	-1,787	-1,331
	[Zona=Z2] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z3] * [Veril=< 200]	-1,019	0,119	73,026	1	0,000	-1,253	-0,785
	[Zona=Z3] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
	[Zona=Z4] * [Veril=< 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.
[Zona=Z4] * [Veril=> 200]	0 .	.	0 .	.	.	.	.

Tabla 12. Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.

Bondad de Ajuste				P-Seudo R-Cuadrado	
	Chi-cuadrado	gl	Sig.		
Pearson	1430,852	259	,000	Cox y Snell	,158
Desviación	1393,193	259	,000	Nagelkerke	,158

Función de vínculo: Logit.

Tabla 13. Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.

Bondad de Ajuste				P-Seudo R-Cuadrado	
	Chi-cuadrado	gl	Sig.		
Pearson	1860,345	469	,000	Cox y Snell	,234
Desviación	1842,252	469	,000	Nagelkerke	,234

Función de vínculo: Logit.

Tabla 14. Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluación hidroacústica año 2004.

Hipotesis	Wald	Chi.2	G.L	p.value
Ho: Igualdad de tallas	11506,2	52,19	37	> 0,001
Ho: Igualdad de Zonas	878,8	7,81	3	> 0,001
Ho: Igualdad de Prof	13,3	3,84	1	> 0,001
Ho: Igualdad de Zonas Prof>200	530,0	7,81	3	> 0,001
Ho: PROF<200, Z1=Z2=Z3=Z4	2004,2	7,81	3	> 0,001
Ho: PROF>200, Z1=Z2=Z3=Z4	254,1	7,81	3	> 0,001
Ho: Z1, PROF1=PROF2	2059,6	3,84	1	> 0,001
Ho: Z2, PROF1=PROF2	89,6	3,84	1	> 0,001
Ho: Z3, PROF1=PROF2	2,1	3,84	1	0,152
Ho: Z4, PROF1=PROF2	12,5	3,84	1	> 0,001

Tabla 15. Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluación hidroacústica año 2004.

Hipotesis	Wald	Chi.2	G.L.	p.value
Ho: Igualdad de tallas	10178,0	87,11	67	> 0,001
Ho: Igualdad de Zonas	348,6	7,81	3	> 0,001
Ho: Igualdad de Prof	4,3	3,84	1	0,038
Ho: Igualdad de Zonas Prof>200	1150,9	7,81	3	> 0,001
Ho: PROF<200, Z1=Z2=Z3=Z4	223,5	7,81	3	> 0,001
Ho: PROF>200, Z1=Z2=Z3=Z4	734,5	7,81	3	> 0,001
Ho: Z1, PROF1=PROF2	53,8	3,84	1	> 0,001
Ho: Z2, PROF1=PROF2	1191,8	3,84	1	> 0,001
Ho: Z3, PROF1=PROF2	137,8	3,84	1	> 0,001
Ho: Z4, PROF1=PROF2	119,0	3,84	1	> 0,001

Tabla 16. Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Umbral	[talla = 12]	-8,985	0,661	184,599	1	0,000	-10,281	-7,689
	[talla = 13]	-7,741	0,357	471,112	1	0,000	-8,440	-7,042
	[talla = 14]	-6,723	0,217	962,232	1	0,000	-7,148	-6,298
	[talla = 15]	-5,914	0,148	1.605,332	1	0,000	-6,203	-5,625
	[talla = 16]	-5,383	0,116	2.152,828	1	0,000	-5,611	-5,156
	[talla = 17]	-4,961	0,097	2.627,808	1	0,000	-5,151	-4,772
	[talla = 18]	-4,639	0,085	2.981,557	1	0,000	-4,806	-4,473
	[talla = 19]	-4,370	0,077	3.246,333	1	0,000	-4,521	-4,220
	[talla = 20]	-3,826	0,064	3.601,554	1	0,000	-3,951	-3,701
	[talla = 21]	-3,291	0,055	3.591,396	1	0,000	-3,398	-3,183
	[talla = 22]	-2,691	0,048	3.101,752	1	0,000	-2,785	-2,596
	[talla = 23]	-2,072	0,044	2.220,682	1	0,000	-2,158	-1,986
	[talla = 24]	-1,455	0,041	1.249,194	1	0,000	-1,536	-1,375
	[talla = 25]	-0,952	0,040	575,800	1	0,000	-1,030	-0,874
	[talla = 26]	-0,547	0,039	197,808	1	0,000	-0,624	-0,471
	[talla = 27]	-0,201	0,039	27,143	1	0,000	-0,277	-0,125
	[talla = 28]	0,103	0,039	7,137	1	0,008	0,027	0,178
	[talla = 29]	0,349	0,039	81,574	1	0,000	0,273	0,425
	[talla = 30]	0,606	0,039	243,335	1	0,000	0,530	0,682
	[talla = 31]	0,888	0,039	514,525	1	0,000	0,811	0,965
	[talla = 32]	1,183	0,040	896,319	1	0,000	1,106	1,261
	[talla = 33]	1,441	0,040	1.306,796	1	0,000	1,363	1,519
	[talla = 34]	1,695	0,040	1.780,316	1	0,000	1,617	1,774
	[talla = 35]	1,937	0,040	2.292,495	1	0,000	1,858	2,017
	[talla = 36]	2,168	0,041	2.836,580	1	0,000	2,088	2,248
	[talla = 37]	2,423	0,041	3.502,097	1	0,000	2,343	2,503
	[talla = 38]	2,674	0,041	4.223,143	1	0,000	2,594	2,755
	[talla = 39]	2,943	0,041	5.062,258	1	0,000	2,862	3,024
	[talla = 40]	3,226	0,042	6.026,737	1	0,000	3,145	3,308
	[talla = 41]	3,505	0,042	7.049,187	1	0,000	3,423	3,586
[talla = 42]	3,808	0,042	8.244,495	1	0,000	3,726	3,890	
[talla = 43]	4,125	0,042	9.581,563	1	0,000	4,042	4,207	
[talla = 44]	4,444	0,042	11.010,828	1	0,000	4,361	4,527	
[talla = 45]	4,749	0,043	12.437,811	1	0,000	4,665	4,832	
[talla = 46]	5,090	0,043	14.099,851	1	0,000	5,006	5,174	

Continuación Tabla 16

		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Umbral	[talla = 47]	5,444	0,043	15.858,722	1	0,000	5,359	5,529
	[talla = 48]	5,851	0,044	17.868,560	1	0,000	5,765	5,937
	[talla = 49]	6,304	0,045	19.975,649	1	0,000	6,216	6,391
	[talla = 50]	6,836	0,046	22.009,630	1	0,000	6,745	6,926
	[talla = 51]	7,426	0,049	23.216,042	1	0,000	7,331	7,522
	[talla = 52]	7,971	0,053	22.854,897	1	0,000	7,868	8,075
	[talla = 53]	8,655	0,061	20.136,184	1	0,000	8,535	8,774
	[talla = 54]	9,245	0,072	16.301,244	1	0,000	9,103	9,387
	[talla = 55]	9,634	0,083	13.510,406	1	0,000	9,472	9,797
	[talla = 56]	10,127	0,100	10.177,114	1	0,000	9,930	10,323
	[talla = 57]	10,585	0,122	7.533,262	1	0,000	10,346	10,824
	[talla = 58]	11,264	0,166	4.606,026	1	0,000	10,939	11,589
	[talla = 59]	11,768	0,211	3.119,653	1	0,000	11,355	12,181
	[talla = 60]	11,916	0,226	2.773,302	1	0,000	11,473	12,360
	[talla = 61]	14,125	0,672	441,991	1	0,000	12,808	15,442
	[talla = 62]	14,617	0,858	289,905	1	0,000	12,934	16,299
[talla = 65]	15,313	1,215	158,861	1	0,000	12,931	17,694	
Ubicación	[zona=Z1]	-1,124	0,072	245,925	1	0,000	-1,264	-0,983
	[zona=Z2]	-0,991	0,048	433,101	1	0,000	-1,084	-0,897
	[zona=Z3]	0,250	0,058	18,707	1	0,000	0,137	0,364
	[zona=Z4]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[ano=1997]	4,265	0,054	6.157,006	1	0,000	4,158	4,371
	[ano=1999]	4,755	0,060	6.312,098	1	0,000	4,638	4,872
	[ano=2000]	5,015	0,054	8.758,594	1	0,000	4,910	5,120
	[ano=2001]	3,569	0,053	4.562,660	1	0,000	3,466	3,673
	[ano=2002]	4,377	0,058	5.710,721	1	0,000	4,263	4,490
	[ano=2004]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z1] * [ano=1997]	-1,286	0,089	206,922	1	0,000	-1,461	-1,111
	[zona=Z1] * [ano=1999]	-0,441	0,100	19,443	1	0,000	-0,637	-0,245
	[zona=Z1] * [ano=2000]	-1,221	0,091	178,386	1	0,000	-1,400	-1,042
	[zona=Z1] * [ano=2001]	-0,594	0,087	46,509	1	0,000	-0,765	-0,423
	[zona=Z1] * [ano=2002]	-0,654	0,095	47,732	1	0,000	-0,839	-0,468
	[zona=Z1] * [ano=2004]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z2] * [ano=1997]	0,471	0,064	54,276	1	0,000	0,346	0,597
	[zona=Z2] * [ano=1999]	0,968	0,076	162,608	1	0,000	0,819	1,117
	[zona=Z2] * [ano=2000]	0,076	0,065	1,358	1	0,244	-0,052	0,204
	[zona=Z2] * [ano=2001]	0,267	0,062	18,690	1	0,000	0,146	0,389
	[zona=Z2] * [ano=2002]	0,624	0,069	82,790	1	0,000	0,490	0,759
	[zona=Z2] * [ano=2004]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z3] * [ano=1997]	-0,454	0,075	36,991	1	0,000	-0,601	-0,308
	[zona=Z3] * [ano=1999]	0,459	0,084	29,991	1	0,000	0,295	0,624
	[zona=Z3] * [ano=2000]	-2,069	0,078	707,238	1	0,000	-2,222	-1,917
	[zona=Z3] * [ano=2001]	-0,659	0,074	78,575	1	0,000	-0,805	-0,513
	[zona=Z3] * [ano=2002]	-0,283	0,076	13,988	1	0,000	-0,432	-0,135
	[zona=Z3] * [ano=2004]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z4] * [ano=1997]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z4] * [ano=1999]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z4] * [ano=2000]	0.	.	0.	0.	.	.	.
	[zona=Z4] * [ano=2001]	0.	.	0.	0.	.	.	.
[zona=Z4] * [ano=2002]	0.	.	0.	0.	.	.	.	
[zona=Z4] * [ano=2004]	0.	.	0.	0.	.	.	.	

Tabla 17. Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Umbral		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
[talla = 11]	-10,834	2,152	25,346	1	0,000	-15,051	-6,616	
[talla = 12]	-9,387	1,045	80,763	1	0,000	-11,434	-7,340	
[talla = 13]	-7,732	0,458	284,731	1	0,000	-8,630	-6,834	
[talla = 14]	-6,175	0,214	835,222	1	0,000	-6,594	-5,757	
[talla = 15]	-5,234	0,137	1.450,244	1	0,000	-5,504	-4,965	
[talla = 16]	-4,648	0,106	1.913,140	1	0,000	-4,856	-4,440	
[talla = 17]	-4,312	0,093	2.168,613	1	0,000	-4,493	-4,130	
[talla = 18]	-3,905	0,079	2.421,637	1	0,000	-4,060	-3,749	
[talla = 19]	-3,675	0,073	2.516,961	1	0,000	-3,818	-3,531	
[talla = 20]	-3,410	0,067	2.567,911	1	0,000	-3,542	-3,278	
[talla = 21]	-3,056	0,061	2.520,349	1	0,000	-3,175	-2,937	
[talla = 22]	-2,619	0,055	2.270,450	1	0,000	-2,727	-2,511	
[talla = 23]	-2,157	0,051	1.815,498	1	0,000	-2,256	-2,057	
[talla = 24]	-1,714	0,048	1.284,981	1	0,000	-1,808	-1,621	
[talla = 25]	-1,344	0,046	843,561	1	0,000	-1,434	-1,253	
[talla = 26]	-1,020	0,045	505,727	1	0,000	-1,108	-0,931	
[talla = 27]	-0,772	0,045	296,068	1	0,000	-0,860	-0,684	
[talla = 28]	-0,552	0,045	153,342	1	0,000	-0,639	-0,465	
[talla = 29]	-0,371	0,044	69,778	1	0,000	-0,458	-0,284	
[talla = 30]	-0,169	0,044	14,517	1	0,000	-0,256	-0,082	
[talla = 31]	0,054	0,044	1,480	1	0,224	-0,033	0,141	
[talla = 32]	0,286	0,044	41,693	1	0,000	0,199	0,373	
[talla = 33]	0,510	0,044	131,647	1	0,000	0,423	0,597	
[talla = 34]	0,693	0,045	242,171	1	0,000	0,606	0,780	
[talla = 35]	0,878	0,045	387,131	1	0,000	0,791	0,966	
[talla = 36]	1,069	0,045	570,117	1	0,000	0,981	1,156	
[talla = 37]	1,254	0,045	781,449	1	0,000	1,166	1,342	
[talla = 38]	1,448	0,045	1.035,949	1	0,000	1,360	1,536	
[talla = 39]	1,641	0,045	1.324,275	1	0,000	1,553	1,730	
[talla = 40]	1,856	0,045	1.684,039	1	0,000	1,768	1,945	
[talla = 41]	2,053	0,045	2.050,783	1	0,000	1,964	2,142	
[talla = 42]	2,252	0,045	2.456,028	1	0,000	2,163	2,341	
[talla = 43]	2,468	0,046	2.934,498	1	0,000	2,379	2,557	
[talla = 44]	2,683	0,046	3.451,786	1	0,000	2,593	2,772	
[talla = 45]	2,897	0,046	4.006,664	1	0,000	2,808	2,987	
[talla = 46]	3,131	0,046	4.654,477	1	0,000	3,041	3,221	
[talla = 47]	3,355	0,046	5.316,930	1	0,000	3,265	3,445	
[talla = 48]	3,593	0,046	6.064,041	1	0,000	3,502	3,683	
[talla = 49]	3,848	0,046	6.908,939	1	0,000	3,757	3,938	
[talla = 50]	4,117	0,046	7.849,120	1	0,000	4,026	4,208	
[talla = 51]	4,381	0,047	8.808,708	1	0,000	4,290	4,473	
[talla = 52]	4,643	0,047	9.788,570	1	0,000	4,551	4,734	
[talla = 53]	4,922	0,047	10.856,612	1	0,000	4,829	5,015	
[talla = 54]	5,172	0,048	11.816,282	1	0,000	5,079	5,266	
[talla = 55]	5,422	0,048	12.756,591	1	0,000	5,328	5,516	
[talla = 56]	5,650	0,048	13.584,286	1	0,000	5,555	5,745	
[talla = 57]	5,838	0,049	14.231,431	1	0,000	5,742	5,934	
[talla = 58]	6,010	0,049	14.777,905	1	0,000	5,913	6,106	
[talla = 59]	6,180	0,050	15.270,771	1	0,000	6,082	6,278	
[talla = 60]	6,317	0,051	15.621,986	1	0,000	6,218	6,416	
[talla = 61]	6,455	0,051	15.929,907	1	0,000	6,355	6,555	
[talla = 62]	6,584	0,052	16.169,902	1	0,000	6,483	6,686	
[talla = 63]	6,712	0,052	16.356,671	1	0,000	6,609	6,815	
[talla = 64]	6,822	0,053	16.471,859	1	0,000	6,717	6,926	

Continuación Tabla 17

		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Umbral	[talla = 65]	6,990	0,054	16.563,496	1	0,000	6,883	7,096
	[talla = 66]	7,105	0,055	16.562,800	1	0,000	6,997	7,213
	[talla = 67]	7,264	0,057	16.472,774	1	0,000	7,153	7,375
	[talla = 68]	7,425	0,058	16.273,866	1	0,000	7,311	7,539
	[talla = 69]	7,558	0,060	16.028,206	1	0,000	7,441	7,675
	[talla = 70]	7,722	0,062	15.626,818	1	0,000	7,601	7,843
	[talla = 71]	7,865	0,064	15.189,950	1	0,000	7,740	7,990
	[talla = 72]	8,032	0,066	14.590,923	1	0,000	7,902	8,162
	[talla = 73]	8,218	0,070	13.821,533	1	0,000	8,081	8,355
	[talla = 74]	8,359	0,073	13.185,559	1	0,000	8,216	8,501
	[talla = 75]	8,545	0,077	12.282,730	1	0,000	8,394	8,697
	[talla = 76]	8,796	0,084	11.013,855	1	0,000	8,631	8,960
	[talla = 77]	9,074	0,093	9.590,107	1	0,000	8,892	9,255
	[talla = 78]	9,492	0,109	7.554,913	1	0,000	9,278	9,706
	[talla = 79]	9,774	0,123	6.321,373	1	0,000	9,533	10,015
	[talla = 80]	10,092	0,141	5.102,059	1	0,000	9,815	10,369
	[talla = 81]	10,305	0,156	4.389,429	1	0,000	10,000	10,610
	[talla = 82]	10,552	0,174	3.666,901	1	0,000	10,210	10,893
	[talla = 83]	10,814	0,197	3.012,377	1	0,000	10,428	11,200
	[talla = 84]	11,135	0,230	2.352,445	1	0,000	10,685	11,585
	[talla = 85]	11,417	0,263	1.884,905	1	0,000	10,901	11,932
[talla = 86]	11,911	0,335	1.267,174	1	0,000	11,255	12,567	
[talla = 87]	12,529	0,454	762,289	1	0,000	11,640	13,419	
[talla = 88]	13,179	0,626	442,659	1	0,000	11,951	14,407	
[talla = 91]	14,324	1,109	166,960	1	0,000	12,152	16,497	
Ubicación	[zona=Z1]	1,591	0,064	614,403	1	0,000	1,465	1,717
	[zona=Z2]	-0,390	0,057	46,989	1	0,000	-0,501	-0,278
	[zona=Z3]	0,505	0,059	73,400	1	0,000	0,390	0,621
	[zona=Z4]	0			0			
	[ano=1997]	3,116	0,056	3.087,437	1	0,000	3,006	3,226
	[ano=1999]	4,161	0,057	5.317,719	1	0,000	4,050	4,273
	[ano=2000]	3,420	0,055	3.884,952	1	0,000	3,313	3,528
	[ano=2001]	2,248	0,054	1.758,341	1	0,000	2,143	2,353
	[ano=2002]	3,091	0,056	2.997,114	1	0,000	2,980	3,202
	[ano=2004]	0			0			
	[zona=Z1] * [ano=1997]	-3,425	0,082	1.724,061	1	0,000	-3,586	-3,263
	[zona=Z1] * [ano=1999]	-2,893	0,088	1.074,205	1	0,000	-3,066	-2,720
	[zona=Z1] * [ano=2000]	-2,813	0,083	1.156,392	1	0,000	-2,975	-2,651
	[zona=Z1] * [ano=2001]	-2,125	0,080	700,737	1	0,000	-2,282	-1,968
	[zona=Z1] * [ano=2002]	-1,742	0,084	428,619	1	0,000	-1,907	-1,577
	[zona=Z1] * [ano=2004]	0			0			
	[zona=Z2] * [ano=1997]	0,056	0,072	0,597	1	0,440	-0,086	0,198
	[zona=Z2] * [ano=1999]	0,368	0,075	24,374	1	0,000	0,222	0,514
	[zona=Z2] * [ano=2000]	0,341	0,070	23,495	1	0,000	0,203	0,479
	[zona=Z2] * [ano=2001]	-0,249	0,070	12,713	1	0,000	-0,385	-0,112
	[zona=Z2] * [ano=2002]	0,188	0,070	7,234	1	0,007	0,051	0,325
	[zona=Z2] * [ano=2004]	0			0			
	[zona=Z3] * [ano=1997]	-0,751	0,074	101,834	1	0,000	-0,896	-0,605
[zona=Z3] * [ano=1999]	-0,431	0,076	32,200	1	0,000	-0,580	-0,282	
[zona=Z3] * [ano=2000]	-1,765	0,073	582,510	1	0,000	-1,909	-1,622	
[zona=Z3] * [ano=2001]	-0,542	0,074	52,962	1	0,000	-0,688	-0,396	
[zona=Z3] * [ano=2002]	-0,370	0,073	25,846	1	0,000	-0,513	-0,228	

Tabla 18. Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Bondad de Ajuste				P-Seudo R-Cuadrado	
	Chi-cuadrado	gl	Sig.		
Pearson	23818,848	1173	,000	Cox y Snell	,438
Desviación	13514,682	1173	,000	Nagelkerke	,438

Función de vínculo: Logit.

Tabla 19. Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Bondad de Ajuste				P-Seudo R-Cuadrado	
	Chi-cuadrado	gl	Sig.		
Pearson	30569,187	1794	,000	Cox y Snell	,265
Desviación	22303,125	1794	,000	Nagelkerke	,265

Función de vínculo: Logit.

Tabla 20. Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas año 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.

Hipotesis	Wald	Chi.2	G.L.	p.value
Ho: Igualdad de tallas	87405,2	68,67	51	< 0,001
Ho: Igualdad de Zonas	869,3	7,81	3	< 0,001
Ho: Igualdad de Anos	10430,2	11,07	5	< 0,001

Tabla 21. Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluaciones hidroacústicas año 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.

Hipotesis	Wald	Chi.2	G.L.	p.value
Ho: Igualdad de tallas	93342,6	99,62	78	< 0,001
Ho: Igualdad de Zonas	2240,9	7,81	3	< 0,001
Ho: Igualdad de Anos	6155,5	11,07	5	< 0,001

TABLA 22 CLAVE EDAD TALLA DE MERLUZA COMÚN MACHOS, CRUCERO DE EVALUACIÓN 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
6 - 7																
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19	1		1													
20 - 21	2		2													
22 - 23	42		34		7	1										
24 - 25	105		40		63	2										
26 - 27	83		13		61	9										
28 - 29	53				41	12										
30 - 31	30				3	27										
32 - 33	21				3	18										
34 - 35	18				1	12	5									
36 - 37	24				1	11	12									
38 - 39	33					7	23	3								
40 - 41	28						16	11	1							
42 - 43	21						6	13	2							
44 - 45	16						2	11	3							
46 - 47	9							1	5	2						
48 - 49	11								2	6	1					
50 - 51	3									1	2					
52 - 53	1											1				
54 - 55	1											1				
56 - 57	1												1			
58 - 59	1													1		
60 - 61															1	
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	504		90	180	99	64	39	13	9	6	2	1	1			

Tabla 24 : Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común e intervalo de confianza al 95 %, cruce de evaluación, julio - agosto 2004.

		Zonas				
Sexo	Parámetros	1	2	3	4	Área Total
Machos	a	0.0135820 (0,009325 - 0,017839)	0.0087190 (0,007177 - 0,010261)	0.0079730 (0,006023 - 0,009924)	0.0202440 (0,016891 - 0,023596)	0.0244380 (0,0195743 - 0,0293017)
	b	2.7937420 (2,707783 - 2,879701)	2.9307400 (2,882605 - 2,978874)	2.9645380 (2,899092 - 3,029984)	2.7033600 (2,659067 - 2,747653)	2.6485422 (2,5967358 - 2,7003486)
	N	136	573	269	381	891
	r²	0.974865	0.967447	0.96868	0.976254	0.93
Hembras	a	0.0073670 (0,005990 - 0,008745)	0.0136800 (0,010758 - 0,016601)	0.0260520 (0,019437 - 0,032666)	0.0068930 (0,005633 - 0,008153)	0.0064153 (0,0057969 - 0,0070337)
	b	2.9691910 (2,923954 - 3,014428)	2.8150720 (2,759251 - 2,870893)	2.6469980 (2,582847 - 2,711149)	3.0039980 (2,958304 - 3,049692)	2.9968438 (2,9732975 - 3,0203901)
	N	343	688	589	554	2709
	r²	0.97348	0.959207	0.952573	0.968864	0.95

Tabla 25

Biomasa y abundancia encontrada en los Cruceros de Evaluación de merluza común en los años 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004

Años	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2004
B (t)	505,765	712,878	899,307	891,598	917,133	1,555,422	272,084
Abund. (N°)	876,838,092	1,339,113,567	1,166,238,607	1,383,682,797	1,969,153,928	2,879,290,984	876,465,659
Composición (%) de la Biomasa por zona							
Subzona 1	3.0	2.1	12.5	8.7	16.5	4.7	6.5
Subzona 2	35.9	32.9	34.2	48.6	37.6	36.0	30.9
Subzona 3	47.5	52.8	43.1	28.2	36.6	46.2	36.2
Subzona 4	13.6	12.3	10.4	14.5	9.4	13.0	26.5
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
w prom./ind (g)	577	532	771	644	466	540	310

Tabla 26

Abundancia (N°) por grupo de edad de merluza común. Crucero 2004.

Abundancia (Número de individuos y % por grupo de edad), área total estudiada.																
GE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
<i>Machos</i>																
Abundancia (x10 ⁶)	0	109	188	117	39	27	13	8	5	4	3	1	1	1	0	
%	0	21	37	23	8	5	2	2	1	1	1	0	0	0	0	
<i>Hembras</i>																
Abundancia (x10 ⁶)	0	18	127	111	45	30	15	11	10	11	5	7	5	2	6	
%	0	4	32	28	11	8	4	3	3	3	1	2	1	1	2	

TABLA 27

COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 1, 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	58884															
22 - 23	529370															
24 - 25	1009467															
26 - 27	355846															
28 - 29	166897															
30 - 31	64854															
32 - 33	224300															
34 - 35	255040															
36 - 37	1118950															
38 - 39	1476200	58884	58884	88228	12604											
40 - 41	1947955	428538	82228	12604												
42 - 43	2006594	384559	605680	19228												
44 - 45	414987	55735	261526	38586												
46 - 47	253826		129109	37788												
48 - 49	905743		6485	58369												
50 - 51	103557		32043	192257												
52 - 53			14169	170027	70844											
54 - 55	245116		46623	512852	559475											
56 - 57				313133	1028866	134200										
58 - 59							69570									
60 - 61							191104									
62 - 63							573313	1242177								
64 - 65							51873	285304								
66 - 67								28203								
68 - 69								77810								
70 - 71								141014	56406	28203						
72 - 73								164681	494042	247021						
74 - 75									34519	69038						
76 - 77											245116					
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	11137588	927716	1183863	1354844	3397489	2455152	644179	584967	344262	245116						
PORCENTAJE		8,33	10,63	12,16	30,50	22,04	5,78	5,25	3,09	2,20						
TALLA PROM. (cm)		23,4	26,1	35,1	39,5	41,9	44,9	48,4	48,7	54,5						
VARIANZA		2,0	9,3	11,7	4,5	2,5	7,7	0,6	1,1	0,0						
PESO PROM (g)		92	127	288	395	465	568	693	706	964						
BIOMASA POR GE (t)		85	150	390	1343	1142	366	406	243	236						

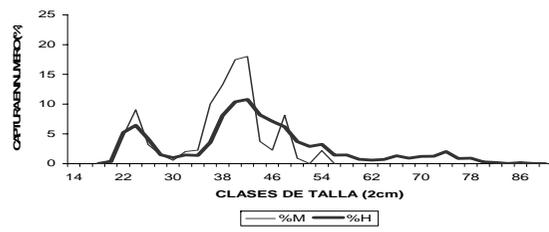
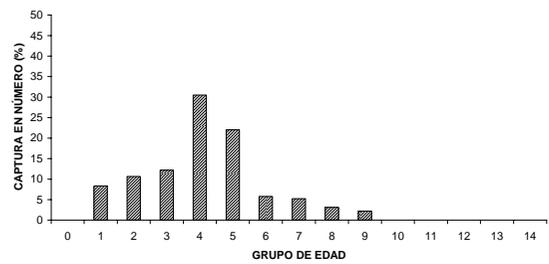


TABLA 28

COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 2, 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	7915070	7915070														
22 - 23	26420942	21388382	4403490	629070												
24 - 25	46013687	17529024	27608212	876451												
26 - 27	27051986	4237058	19881580	2933348												
28 - 29	10012651		7745635	2267015												
30 - 31	10343078		1034308	9308770												
32 - 33	6638942		948420	5690522												
34 - 35	6257546		347641	4171697	1738207											
36 - 37	5297229		220718	2427896	2648614											
38 - 39	7158817			1518537	4989479	650802										
40 - 41	10149592				5799767	3987340	362485									
42 - 43	12487396				3567827	7730293	1189276									
44 - 45	8462833				1057854	5818198	1586781									
46 - 47	4697150					521906	2609528	1043811	521906							
48 - 49	1352099						245836	737509	368754							
50 - 51	1027634							342545	685089							
52 - 53	195987									195987						
54 - 55	100398									100398						
56 - 57	749905															
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	192332942	51069533	62190005	29823307	19801748	18708537	5993907	2123865	1575749	296385	749905					
PORCENTAJE		26,55	32,33	15,51	10,30	9,73	3,12	1,10	0,82	0,15	0,39					
TALLA PROM. (cm)		23,2	25,8	31,4	39,5	42,7	44,9	47,8	48,7	53,2	56,5					
VARIANZA		2,8	4,5	12,6	6,9	3,1	4,0	2,2	3,0	0,9						
PESO PROM (g)		89	122	221	422	525	610	732	773	997	1189					
BIOMASA POR GE (t)		4543	7590	6597	8357	9817	3654	1555	1217	295	892					

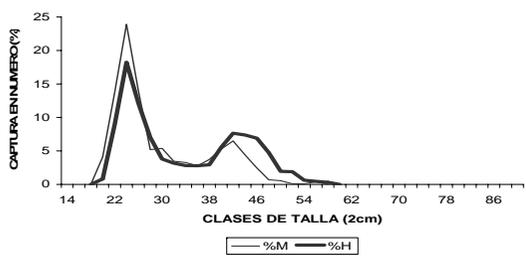
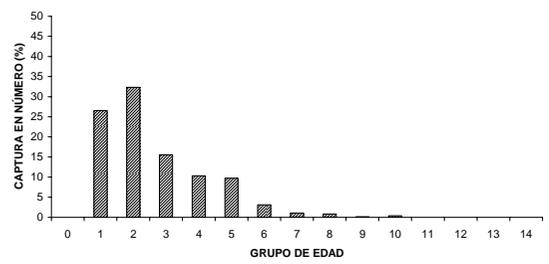


TABLA 29

COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 3, 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	873923	873923														
22 - 23	6229508	5042935	1038251	148322												
24 - 25	13299580	5066507	7979748	253325												
26 - 27	13913984	2179299	10225940	1508745												
28 - 29	12961721		10026992	2934729												
30 - 31	7374570		737457	6637113												
32 - 33	11288532		1612647	9675885												
34 - 35	10688738		593819	7125825	2969094											
36 - 37	7849781		327074	3597816	3924891											
38 - 39	2511681			532781	1750566	228335										
40 - 41	3722313				2127036	1462337	132940									
42 - 43	2718975				776850	1683175	258950									
44 - 45	7064090				883011	4856562	1324517									
46 - 47	5010824					556758	2783791	1113516	556758							
48 - 49	3517435						639534	1918601	959301							
50 - 51	2706321							902107	1804214							
52 - 53	2113889									2113889						
54 - 55	519500									519500						
56 - 57	334983										334983					
58 - 59	334983											334983				
60 - 61													334983			
62 - 63														334983		
64 - 65															334983	
66 - 67																334983
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	115035335	13162664	32541929	32414542	12431448	8787167	5139732	3934225	3320273	2633389	334983	334983				
PORCENTAJE		11,44	28,29	28,18	10,81	7,64	4,47	3,42	2,89	2,29	0,29	0,29				
TALLA PROM. (cm)		23,8	27,1	32,3	37,9	43,4	45,9	48,4	49,3	52,9	56,5	58,5				
VARIANZA		2,8	6,6	8,1	9,0	3,5	2,9	2,0	2,3	0,6		0,0				
PESO PROM (g)		97	145	243	389	574	675	789	832	1026	1246	1382				
BIOMASA POR GE (t)		1282	4731	7890	4842	5045	3468	3106	2762	2701	418	463				

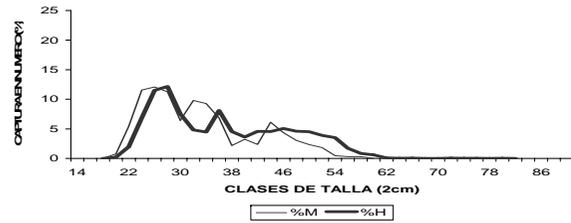
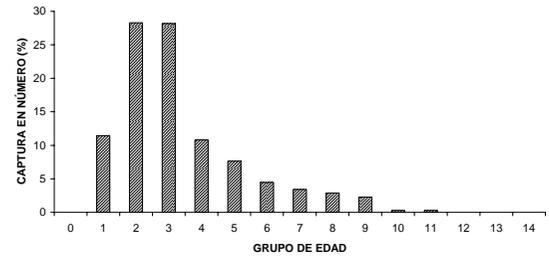


TABLA 30

COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 4, 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	1379839	1379839														
22 - 23	6424750	5200988	1070792	152970												
24 - 25	22106628	8421573	13263977	421079												
26 - 27	39900768	6249518	29324661	4326589												
28 - 29	35122372		27170137	7952235												
30 - 31	14091158		1409116	12682042												
32 - 33	11499694		1642813	9856880												
34 - 35	10842268		602348	7228179	3011741											
36 - 37	7819523		325813	3583948	3909761											
38 - 39	2829096			600111	1971794	257191										
40 - 41	2068117				1181781	812474	73861									
42 - 43	2473797				706799	1531398	235600									
44 - 45	3276132				409516	2252341	614275									
46 - 47	944782					104976	524879	209952	104976							
48 - 49	1544113						280748	842243	421122							
50 - 51	598346							199449	398897							
52 - 53	446380								446380							
54 - 55	463119								463119							
56 - 57	139494									139494						
58 - 59	139494										139494					
60 - 61												139494				
62 - 63													139494			
64 - 65														139494		
66 - 67															139494	
68 - 69																139494
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	164109868	21251917	74809657	46804034	11191393	4958380	1729363	1251644	924995	909499	139494	139494				
PORCENTAJE		12,95	45,59	28,52	6,82	3,02	1,05	0,76	0,56	0,55	0,09	0,09				
TALLA PROM. (cm)		24,3	27,1	31,3	37,4	43,0	45,3	48,5	49,1	53,5	56,5	58,5				
VARIANZA		3,2	4,0	8,9	7,3	3,4	4,4	1,3	1,8	1,0	0,0					
PESO PROM (g)		115	154	228	366	528	610	730	758	954	1103	1212				
BIOMASA POR GE (t)		2434	11495	10679	4096	2619	1056	914	701	867	154	169				

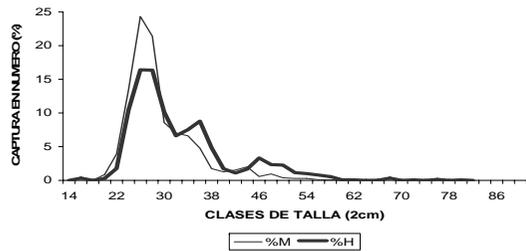
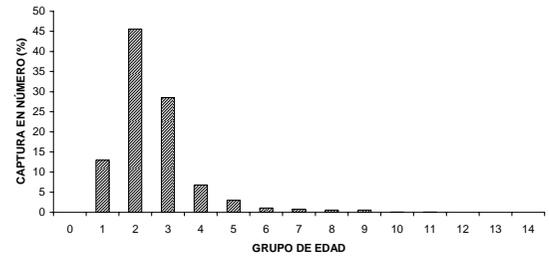


TABLA 31

COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 1, CRUCERO ABATE MOLINA 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19	8708	8708														
20 - 21	72674	72674														
22 - 23	990001	990001														
24 - 25	1212557	1136772	75785													
26 - 27	782830	222285	512222	48323												
28 - 29	281726		238384	43343												
30 - 31	191824		99748	92075												
32 - 33	274861		17179	257683												
34 - 35	261094		17406	243688												
36 - 37	672201			476142	196059											
38 - 39	1522627			217518	1087591	217518										
40 - 41	1955439				1445324	510115										
42 - 43	2030201				840083	910090	140014	140014								
44 - 45	1541266				61651	1233013	184952									
46 - 47	1336559					668279	359843	257031	51406							
48 - 49	1165763					174864	349729	408017	116576	58288	58288					
50 - 51	697705						49836	49836	398688	149508		49836				
52 - 53	543196						41784	41784	250706	83569	125353					
54 - 55	609025								270678	203008	67669	67669				
56 - 57	273846									136923	68461					
58 - 59	275520												137760			
60 - 61	137149															
62 - 63	111588															
64 - 65	130058															
66 - 67	251144															
68 - 69	176288															
70 - 71	227258															
72 - 73	233239															
74 - 75	381842															
76 - 77	164138															
78 - 79	169987															
80 - 81	54468															
82 - 83	33798															
84 - 85	4326															
86 - 87	28795															
88 - 89	4326															
90 - 91																
TOTAL	18808028	2430441	960724	1378771	3630708	3713880	1126158	896682	1088054	692947	425542	247563	137760	105770	1973028	
PORCENTAJE		12,92	5,11	7,33	19,30	19,75	5,99	4,77	5,79	3,68	2,26	1,32	0,73	0,56	10,49	
TALLA PROM. (cm)		23,7	27,5	34,7	40,2	43,7	46,7	47,3	51,6	52,4	55,1	58,9	58,5	61,2	71,3	
VARIANZA		2,0	3,8	9,1	3,2	6,0	5,9	6,3	5,0	12,2	17,8	36,0	0,0	0,9	42,0	
PESO PROM (g)		90	140	282	430	551	672	697	899	950	1107	1371	1301	1489	2400	
BIOMASA POR GE (t)		219	135	389	1561	2045	756	625	978	658	471	339	179	157	4735	

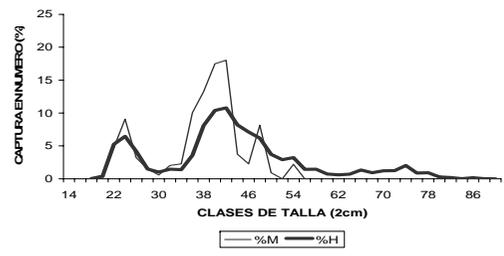
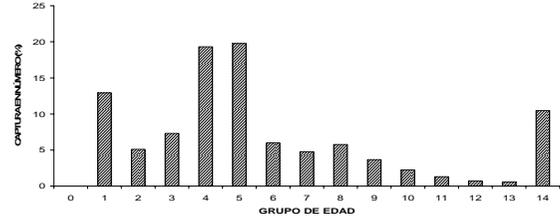


TABLA 32

COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 3, CRUCERO ABATE MOLINA 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	299074	299074														
22 - 23	2793832	2793832														
24 - 25	9766998	9156560	610437													
26 - 27	16452789	4671780	10765405	1015604												
28 - 29	17367134		14695268	2671867												
30 - 31	10764673		5597630	5167043												
32 - 33	6883700		430231	6453469												
34 - 35	6352900		423527	5929374												
36 - 37	11582418			8204213	3378205											
38 - 39	6499726			928532	4642662	928532										
40 - 41	5181003				3829437	1351566										
42 - 43	6527836				2701174	2926271	450196	450196								
44 - 45	6494875				259795	5195900	779385									
46 - 47	7196615					3598307	1937550	1383964	276793							
48 - 49	6549953					982493	1964986	2292483	654995	327498	327498					
50 - 51	6444364						460312	460312	3682493	1380935		460312				
52 - 53	5544715						426517	426517	2559099	853033	1279550					
54 - 55	5022477								2232212	1674159	558053	558053				
56 - 57	2446815									1223407	611704					611704
58 - 59	1221695												610848			610848
60 - 61	863120															
62 - 63	118859										431560				431560	
64 - 65	55078										39620				39620	
66 - 67	82616											55078				82616
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73	74769															74769
74 - 75	55078															55078
76 - 77	20404															20404
78 - 79																
80 - 81	24970															24970
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	142688487	16921246	32522498	30370102	14811273	14983070	6018945	5013472	9405593	5718827	3247984	1073442	610848	471180	1520008	
PORCENTAJE		11,86	22,79	21,28	10,38	10,50	4,22	3,51	6,59	4,01	2,28	0,75	0,43	0,33	1,07	
TALLA PROM. (cm)		24,7	28,2	33,3	39,4	44,1	47,3	47,9	51,7	52,9	54,4	53,3	58,5	60,7	60,1	
VARIANZA		2,0	2,9	8,9	4,7	6,3	6,1	5,7	4,1	9,2	11,5	10,5	0,0	0,3	34,1	
PESO PROM (g)		127	182	283	438	592	712	736	899	955	1031	977	1240	1366	1360	
BIOMASA POR GE (t)		2146	5913	8598	6493	8868	4285	3690	8455	5464	3348	1049	758	644	2067	

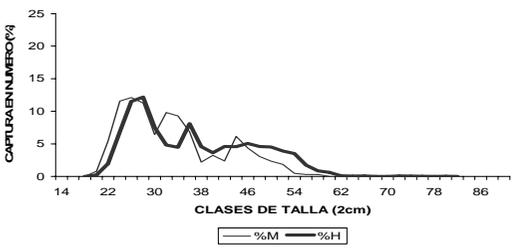
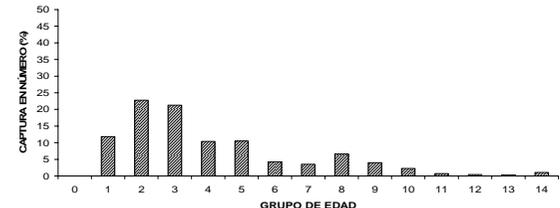


TABLA 33

COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 3, CRUCERO ABATE MOLINA 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	299074															
22 - 23	2793832	299074														
24 - 25	9766998	2793832														
26 - 27	16452789	9156560	610437													
28 - 29	17367134	16452789	10765405	1015604												
30 - 31	10764673	17367134	14695268	2671867												
32 - 33	6883700	10764673	5597630	5167043												
34 - 35	6352900	6883700	430231	6453469												
36 - 37	11582418	6352900	423527	5929374												
38 - 39	6499726	11582418		8204213	3378205											
40 - 41	5181003	6499726		928532	4642662	928532										
42 - 43	6527836	5181003														
44 - 45	6494875	6527836							450196	450196						
46 - 47	7196615	6494875							779385							
48 - 49	6549953	7196615							259795							
50 - 51	6444364	6549953							1937550	1383964	276793					
52 - 53	5544715	6444364							1964986	2292483	654995	327498	327498			
54 - 55	5022477	5544715							460312	460312	3682493	1380935	460312			
56 - 57	2446815	5022477							426517	426517	2559099	853033	1279550			
58 - 59	1221695	2446815									2232212	1674159	558053	558053		
60 - 61	863120	1221695										1223407	611704			611704
62 - 63	118859	863120												610848		610848
64 - 65		118859														
66 - 67		55078														
68 - 69		82616														
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75		74769														74769
76 - 77		55078														55078
78 - 79		20404														20404
80 - 81																
82 - 83		24970														24970
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	142688487	16921246	32522498	30370102	14811273	14983070	6018945	5013472	9405593	5718827	3247984	1073442	610848	471180	1520008	
PORCENTAJE		11,86	22,79	21,28	10,38	10,50	4,22	3,51	6,59	4,01	2,28	0,75	0,43	0,33	1,07	
TALLA PROM. (cm)		24,7	28,2	33,3	39,4	44,1	47,3	47,9	51,7	52,9	54,4	53,3	58,5	60,7	60,1	
VARIANZA		2,0	2,9	8,9	4,7	6,3	6,1	5,7	4,1	9,2	11,5	10,5	0,0	0,3	34,1	
PESO PROM (g)		127	182	283	438	592	712	736	899	955	1031	977	1240	1366	1360	
BIOMASA POR GE (t)		2146	5913	8598	6493	8868	4285	3690	8455	5464	3348	1049	758	644	2067	61775,6

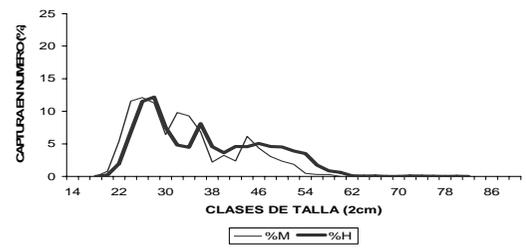
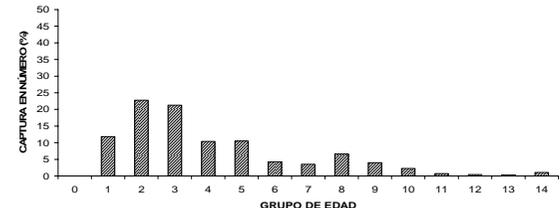


TABLA 34

COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 4, CRUCERO ABATE MOLINA 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17	367755	367755														
18 - 19																
20 - 21	321859		321859													
22 - 23	2053974		2053974													
24 - 25	12360658		11588116	772541												
26 - 27	19343628		5492635	12656942	1194051											
28 - 29	19297614			16328751	2968864											
30 - 31	11974852			6226923	5747929											
32 - 33	7777943			486121	7291822											
34 - 35	8866223			591082	8275141											
36 - 37	10345618				7328146	3017472										
38 - 39	5689517				812788	4063941	812788									
40 - 41	2026956					1498185	528771									
42 - 43	1287200					532634	577021	88772	88772							
44 - 45	1975279					79011	1580224	237034								
46 - 47	3912332						1956166			79011						
48 - 49	2748897						412335	1053320	752372	150474						
50 - 51	2667253							824669	274890	274890						
52 - 53	1344540							190518	190518	1524144	571554			190518		
54 - 55	1186442							103426	103426	620557	310278					
56 - 57	923575									527308	395481					
58 - 59	637937										230894					
60 - 61	76099															
62 - 63	68194															
64 - 65																
66 - 67	23951															23951
68 - 69	403268															403268
70 - 71																
72 - 73	58402															58402
74 - 75																
76 - 77	168480															168480
78 - 79																
80 - 81	74920															74920
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	117983365	367755	19456585	37062359	33618741	9191244	5867304	2497739	2097202	3097373	1852130	871225	322345	318968	60781	1301613
PORCENTAJE		0,31	16,49	31,41	28,49	7,79	4,97	2,12	1,78	2,63	1,57	0,74	0,27	0,27	0,05	1,10
TALLA PROM. (cm)		16,5	24,8	28,2	33,1	38,5	44,1	47,4	47,9	51,2	52,7	53,8	52,1	58,5	61,2	65,7
VARIANZA			1,7	3,1	8,4	3,2	9,1	4,2	3,8	4,2	10,0	11,0	3,9	0,0	0,9	60,1
PESO PROM (g)		31	107	159	259	400	607	749	774	945	1034	1106	997	1403	1611	2070
BIOMASA POR GE (t)		12	2086	5885	8719	3679	3561	1870	1622	2927	1916	963	321	447	98	2694

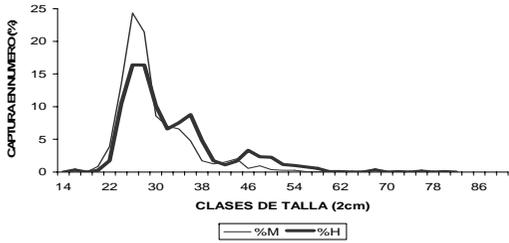
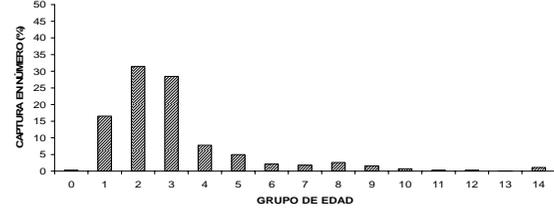


Tabla 35. Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en la zona norte.

Modelos	Lineal	Potencial	Exponencial
Estadígrafo PESO CORPORAL			
a	-28131,9973	25,7146089	25163,05585
Sa	22787,18464	1,387071077	0,20501384
b	165,411456	1,22503861	1,00155705
Sb	31,05185684	0,212810749	0,00027937
R²	0,37	0,41	0,39
MSE	2247570048	2344792254	2372633751

Sa y Sb: Error estándar del parámetro

Modelos	Lineal	Potencial	Exponencial
Estadígrafo LONGITUD TOTAL			
a	-270385,531	0,11030701	2464,108372
Sa	59985,16359	2,09138046	0,53112851
b	7616,20988	3,492119906	1,075292248
Sb	1267,938773	0,5436561	0,01122675
R²	0,43	0,46	0,47
MSE	2041610677	2078205530	2043095767

Sa y Sb: Error estándar del parámetro

Tabla 36. Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en la zona sur.

Modelos	Lineal	Potencial	Exponencial
Estadígrafo PESO CORPORAL			
a	-5277,84081	808,598862	59988,7006
Sa	25425,4908	1,23192588	0,1653072
b	137,101527	0,72375758	1,00063502
Sb	21,2419252	0,17816494	0,00013811
R²	0,46	0,25	0,30
MSE	5839530849	7240659908	5824051795

Sa y Sb: Error estándar del parámetro

Modelos	Lineal	Potencial	Exponencial
Estadígrafo LONGITUD TOTAL			
a	-338905,791	10,1047257	11508,7168
Sa	82526,6502	2,14504811	0,51679973
b	9010,26091	2,36117132	1,04467358
Sb	1527,06525	0,539772	0,00956281
R²	0,42	0,28	0,30
MSE	6316324921	6841679820	6324477329

Sa y Sb: Error estándar del parámetro

TABLA 37

Nombre común y científico de las especies que conformaron la fauna acompañante de la captura y número de especies por grupo taxonómico. Evaluación directa de la abundancia de merluza común 2004.

Nombre común	Nombre científico	grupo	frecuencia
Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	peces oceos	25
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	peces cartilaginosos	17
Besugo	<i>Espigonus crassicaudus</i>	crustaceos	11
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	cefalópodos	3
Brotula	<i>Salilota australis</i>	esponjas	1
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	equinodermos	1
Calamar	<i>Loligo gahi</i>		
Camaron acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>		
Camaron nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>		
Centollon	<i>Paralamis granulosa</i>		
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>		
Cojinoba	<i>Seriola violacea</i>		
Congrio de profundidad	<i>Bassanago nielsenii</i>		
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>		
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>		
Congrio verdadero	<i>Pseudoxenomystax albescens</i>		
Corvinilla	<i>Sciaena deliciosa</i>		
Esponja	<i>Spongia sp.</i>		
Estrella de mar	<i>Astroidea*</i>		
Camaron de profundidad	<i>Hymenopenaeus diomedea</i>		
Granadero chileno	<i>Coetorhynchus chilensis</i>		
Granadero patagónico	<i>Coetorhynchus fasciatus</i>		
Jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>		
Jaiba limon	<i>Cancer porteri</i>		
Jaiba marmola	<i>Cancer edwardsii</i>		
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>		
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>		
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>		
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>		
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>		
Lenguado de ojo chico	<i>Paralichthys microps</i>		
Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>		
Merluza	<i>Merluccius gayi gayi</i>		
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>		
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>		
Pampanito	<i>Stromateus stellatus</i>		
Pateador, Zapateador	<i>Squilla sp.</i>		
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>		
Pejeperro de profundidad	<i>Centroscymnus cryptacanthus</i>		
Pintarroja	<i>Schroederichthys chilensis</i>		
Pulpo	<i>Octopus minus</i>		
Quimera negra	<i>Hydrolagus sp.</i>		
Raja (Bathyraja)	<i>Bathyraja sp.</i>		
Raya	<i>Psammobatis sp.</i>		
Raya 1	<i>Raja sp.</i>		
Raya eléctrica, Torpedo	<i>Torpedo tremens</i>		
Raya espinosa	<i>Dipturus trachyderma</i>		
Raya volántin	<i>Raja chilensis</i>		
Reineta	<i>Brama australis</i>		
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>		
Tiburón galludo	<i>Squalus mitsukurii</i>		
Tollo cazon	<i>Triakidae</i>		
Tollo fume	<i>Hexanchus griseus</i>		
Tollo negro	<i>Centroscyllium granulolum</i>		
Tollo negro narigón	<i>Etmopterus granulosus</i>		
Tollo pajarito	<i>Deanea calceae</i>		

TABLA 38

Importancia en la captura total y representatividad en los lances de pesca de las especies componentes de la fauna acompañante de merluza común. Evaluación directa de la abundancia de merluza común. Julio y agosto 2004

Nombre científico	Nombre común	Captura (kg)	% de la captura total	Número de lances	% del número de lances
<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	83986	55.53	101	73.19
<i>Merluccius gayi</i>	Merluza	44310	29.3	123	89.13
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	3000	1.98	18	13.04
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	Granadero chileno	2935	1.94	41	29.71
<i>Helicolenus lengerichi</i>	Chancharro	2318	1.53	29	21.01
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo	1921	1.27	24	17.39
<i>Raja chilensis</i>	Raya volantín	1918	1.27	61	44.2
<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado de ojo grande	1541	1.02	88	63.77
<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo	1405	0.93	29	21.01
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallos	881	0.58	24	17.39
<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel	734	0.49	22	15.94
<i>Deanea calceae</i>	Tollo pajarito	633	0.42	3	2.17
<i>Stromateus stellatus</i>	Pampanito	595	0.39	15	10.87
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	582	0.38	31	22.46
<i>Thyrsites atun</i>	Sierra	554	0.37	11	7.97
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	435	0.29	17	12.32
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	434	0.29	8	5.8
<i>Lepidotus australis</i>	Reineta	366	0.24	8	5.8
<i>Libidoctaea granaria</i>	Jaiba araña	272	0.18	47	34.06
<i>Hexancus griseus</i>	Tollo fume	257	0.17	3	2.17
<i>Coelorhynchus lasciatus</i>	Granadero patagónico	256	0.17	2	1.45
<i>Centroscymnus cryptacanthus</i>	Pejeterro de profundidad	245	0.16	9	6.52
<i>Salilota australis</i>	Brotula	234	0.15	8	5.8

Tabla 39

Porcentaje en la captura total de los principales componentes de la fauna acompañante presente en las capturas de los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común.

especie	nombre científico	Años								
		1993	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2004	
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	10,65	2,38	1,20	2,50	0,58	0,58	0,21	1,27	
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	0,00	1,80	2,03	1,22	1,69	0,93	1,11	1,53	
Cojinoba azul	<i>Seriola caerulea</i>	0,00	0,00	2,28	1,22	1,78	0,18	0,03	0,00	
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,68	0,71	0,58	1,27	1,65	0,91	0,11	0,04	
Jaiba araña	<i>Libidoctaea granaria</i>	5,74	0,10	0,00	0,01	0,11	0,09	0,63	1,18	
Jaiba cancer	<i>Cancer sp.</i>	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,25	0,04	0,00	0,06	0,10	0,97	3,54	55,53	
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	0,02	1,46	0,24	0,23	0,47	2,87	0,03	0,48	
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	1,05	5,11	0,93	0,01	0,01	0,02	0,12	0,00	
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	9,66	1,03	2,90	0,15	0,08	0,00	0,03	0,00	
Lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	2,45	0,88	0,32	0,25	0,90	0,45	0,60	1,02	
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	59,44	79,04	85,00	85,65	79,81	84,65	68,45	29,30	
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	0,58	2,09	1,04	3,10	7,29	1,25	19,04	1,98	
Pejegallos	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	0,00	0,66	0,48	0,77	0,54	1,06	1,26	0,58	
Pejerrata alado	<i>Coelorhynchus patagoniae</i>	0,00	1,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pejerrata azul ñato	<i>Coelorhynchus chilensis</i>	1,41	0,09	0,00	0,19	1,47	0,72	1,00	1,94	
Raya volantín	<i>Raja chilensis</i>	1,83	1,10	0,50	0,68	1,13	1,04	1,42	1,27	

Tabla 40. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Crucero Invierno 2004.

Huevos	M. común	Otros Huevos	Total Huevos
N° Total Estaciones	87	87	87
N° Estaciones positivas	37	39	66
Abundancia (H/10m ²)	4033	5360	64701
Mínimo Est (+)	7	7	7
Máximo Est (+)	753	1580	15552
Std.Dev Est (+)	146,79	299,93	2831,87
Media Est. Positivas	109	137	980
Media Est. Totales	46	62	744
Constancia	42,53	44,83	75,86
Dominancia numérica	6,23	8,28	100,00
CV(%)	1,35	2,19	2,89

Larvas	M. común	Otros Larvas	Total Larvas
N° Total Estaciones	87	87	87
N° Estaciones positivas	10	87	87
Abundancia (L/10m ²)	121	24051	58838
Mínimo Est (+)	7	9	9
Máximo Est (+)	20	2346	11505
Std.Dev Est (+)	4,01	322,72	1494,26
Media Est. Positivas	12	276	676
Media Est. Totales	1	276	676
Constancia	11,49	100,00	100,00
Dominancia numérica	0,21	40,88	100,00
CV(%)	0,33	1,17	0,02

Tabla 41. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno. Período 1993/2004

HUEVOS								
E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	49	18061	235	369	63,64	33,82
	1994							
	1995	381(3)95AM	12	9069	181	756	24,00	47,66
	1996							
	1997	403(3)97AM	49	38927	419	794	52,69	56,6
	1998							
	1999	423(3)99AM	28	8209	98	293	33,33	10,5
	2000	433(3)00AM	34	10905	133	321	41,46	15,04
	2001	444(3)01AM	33	11057	126	335	37,50	7,98
	2002	454(3)02AM	42	12620	137	300	45,65	18,2
	2003							
2004	470(3)04AM	37	4033	46	109	42,53	6,23	
TOTAL			284	112881	173	397	43,49	19,95

LARVAS								
E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	58	7133	93	123	75,32	17,2
	1994							
	1995	381(3)95AM	19	292	6	15	38,0	1,93
	1996							
	1997	403(3)97AM	61	20222	217	332	65,59	25,80
	1998							
	1999	423(3)99AM	26	692	8	27	30,95	2,33
	2000	433(3)00AM	36	1181	14	33	43,0	1,62
	2001	444(3)01AM	23	3036	35	132	26,14	15,98
	2002	454(3)02AM	24	1812	20	76	26,09	2,89
	2003							
2004	470(3)04AM	10	121	1	12	11,49	0,21	
TOTAL			257	34489	53	134	39,36	9,13

Tabla 42. Número de observaciones y distribución en profundidad de huevos y larvas de *Merluccius gayi*.

Crucero Invierno 2002, pescas estratificadas nocturnas con red WP-2.

Profundidad (m)	200-150	150-75	75-0	Total
N° de observaciones	11	26	27	64
N° Huevos	0	442	1508	1950
%	0.00	22.67	77.33	100.00
N° Larvas	0	138	446	584
%	0.00	23.63	76.37	100.00

Tabla 43. Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común. Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.

Crucero	Fecha	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Sd	CV(%)
361(3)93AM	26/07- 30/08	77	16	472	147	85.6	0.58
381(3)95AM	18/07- 28/08	50	22	658	133	117.8	0.89
403(3)97AM	02/08- 08/09	93	27	489	168	95.9	0.57
423(3)99AM	24/07- 25/08	84	13	657	141	122	0.87
433(3)00AM	17/07- 21/08	82	38	1275	242	228	0.94
444(3)01AM	12/07- 17/08	88	25	777	232	186	0.80
454(3)02AM	31/07- 07/09	92	40	771	189	142	0.75
470(3)04AM	03/07- 08/08	87	32	1062	258	214	0.83

Tabla 44. Estimación del índice de abundancia de huevos de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2004.

Año	Índice Huevos (H)	Varianza de (H) (VarH)	Varianza logaritmo (H) (VarlogH)	Límite inferior (LI)	Límite superior (LS)
1993	4.98E+12	2.66E+24	0.1019	1.78E+12	8.18E+12
1994					
1995	4.78E+12	1.87E+25	0.5987	-3.70E+12	1.33E+13
1996					
1997	6.67E+12	5.93E+24	0.1253	1.89E+12	1.14E+13
1998					
1999	2.55E+12	2.52E+24	0.3267	-5.60E+11	5.67E+12
2000	2.25E+12	6.63E+23	0.1227	6.58E+11	3.85E+12
2001	1.93E+12	5.60E+23	0.1398	4.65E+11	3.40E+12
2002	1.81E+12	3.48E+23	0.1014	6.50E+11	2.96E+12
2003					
2004	1.40E+11	1.36E+23	2.0693	6.78E+11	2.13E+12

Tabla 45. Estimación del índice de abundancia larval de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2004.

Año	Índice Larval (L)	Varianza de (L) (VarL)	Varianza logaritmo (L) (VarlogL)	Límite inferior (LI)	Límite superior (LS)
1993	2.42E+12	4.02E+23	0.0663	1.18E+12	3.67E+12
1994					
1995	1.33E+11	2.37E+21	0.1257	3.73E+10	2.28E+11
1996					
1997	3.21E+12	5.85E+23	0.0552	1.71E+12	4.71E+12
1998					
1999	1.50E+11	1.57E+21	0.0675	7.27E+10	2.28E+11
2000	2.49E+11	7.38E+21	0.1125	8.08E+10	4.18E+11
2001	5.14E+11	9.17E+22	0.2979	-7.92E+10	1.11E+12
2002	2.69E+11	9.51E+21	0.1235	7.76E+10	4.60E+11
2003					
2004	4.70E+09	2.57E+20	2.5364	1.51E+10	7.79E+10

Tabla 46. Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio de distribución del recurso. Entre paréntesis se destaca el promedio \pm la desviación estándar y el número de observaciones (n) para cada uno de las zonas consideradas en el estudio.

VARIABLES	ZONA NORTE	ZONA SUR
Temperatura superficial del mar (°C)	11,7 - 13,9 (12,52 \pm 0,513; n= 56)	11,2 - 12,8 (12,02 \pm 0,472; n= 79)
Salinidad superficial del mar (psu)	33,589 - 34,581 (34,292 \pm 0,181; n= 56)	30,773 - 33,851 (33,074 \pm 0,886; n= 79)
Oxígeno disuelto superficial del mar (ml l ⁻¹)	2,36 - 6,13 (5,16 \pm 0,811; n= 56)	5,69 - 7,65 (6,12 \pm 0,381; n= 79)
Temperatura a la prof. media del recurso (°C)	7,3 - 11,5 (10,04 \pm 1,169; n= 56)	7,6 - 12,8 (10,32 \pm 1,179; n= 79)
Salinidad a la prof. media del recurso (psu)	34,419 - 34,709 (34,608 \pm 0,070; n= 56)	33,478 - 34,635 (34,295 \pm 0,261; n= 79)
Oxígeno disuelto a la prof. media del recurso (ml l ⁻¹)	0,35 - 2,05 (0,65 \pm 0,324; n= 56)	0,40 - 5,78 (2,48 \pm 1,500; n= 79)

Tabla 47. Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza común (Prof. media del recurso), la profundidad de ecosonda (Ecos), la profundidad mínima de oxígeno (PMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la región norte (29°40'S - 35°10'S) del área prospectada.

	P. media	Ecos	PCM	PBT	PMO
P. media	1,0000	0.4102 p=.005	0.421 p=.004	0.2012 p=.180	0.4274 p=.003
Ecos		1,0000	0.2304 p=.123	0.3015 p=.042	0.6188 p=.000
PCM			1,0000	0.5386 P=.000	0.2469 p=.098
PBT				1,0000	0.0027 p=.986
PMO					1,0000

Tabla 48. Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza común (Prof. media del recurso), la profundidad de ecosonda (Ecos), la profundidad mínima de oxígeno (PMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la región sur (35°40'S – 42°0'S) del área prospectada.

	P. media	Ecos	PCM	PBT	PMO
P. media	1,0000	0.7996 p=.000	-0.095 p=.699	0.4735 P=.041	0.486 p=.035
Ecos		1,0000	0.3406 p=.154	0.5632 P=.012	0.6406 p=.003
PCM			1,0000	-0.0949 P=.699	0.1966 p=.420
PBT				1,0000	0.7894 p=.000
PMO					1,0000

Tabla 52. Descripción de los modelos analizados.

Modelo	Variables
Modelo 0	Latitud, profundidad media.
Modelo 1	Latitud, longitud, profundidad media.
Modelo 2	Latitud, longitud, profundidad media, temperatura.
Modelo 3	Latitud, longitud, profundidad media, salinidad.
Modelo 4	Latitud, longitud, profundidad media, oxígeno
Modelo 5	Latitud, longitud, profundidad media, sigma-t

Tabla 53. Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados.

AÑO	MODELO	Resid. Df	Resid. Dev	Df	Deviance	F-value	Pr(F)
1997	Modelo 0	196,78	287,81				
	Modelo 1	195,06	272,06	1,72	15,8	6,55	<0,01
	Modelo 2	192,15	251,32	2,10	20,7	7,57	<0,01
	Modelo 3	167,57	212,38	25,38	38,9	1,21	0,236
	Modelo 4	166,59	227,15	26,36	24,2	0,67	0,884
	Modelo 5	169,76	229,72	25,30	42,3	1,24	0,213
1999	Modelo 0	189,76	422,96				
	Modelo 1	187,97	388,25	1,78	34,7	9,43	<0,01
	Modelo 2	185,75	357,09	2,23	31,2	7,27	<0,01
	Modelo 3	182,23	347,92	3,52	9,2	1,37	0,251
	Modelo 4	171,60	350,19	14,14	6,9	0,24	0,998
	Modelo 5	185,28	378,36	2,70	9,9	1,80	0,155
2000	Modelo 0	199,83	345,16				
	Modelo 1	198,07	337,38	1,77	7,78	2,59	0,085
	Modelo 2	195,71	308,33	2,35	29,05	7,84	<0,01
	Modelo 3	192,80	257,68	2,92	50,65	12,97	<0,01
	Modelo 4	-	-	-	-	-	-
	Modelo 5	195,18	292,31	2,89	45,07	10,41	<0,01
2001	Modelo 0	248,82	411,83				
	Modelo 1	247,04	400,61	1,78	11,22	3,88	0,026
	Modelo 2	243,96	333,14	3,08	67,47	16,04	<0,01
	Modelo 3	240,97	332,20	2,99	0,91	0,22	0,881
	Modelo 4	224,08	289,30	19,87	43,83	1,71	0,034
	Modelo 5	244,20	372,87	2,83	27,74	6,41	<0,01
2002	Modelo 0	118,81	284,86				
	Modelo 1	116,84	282,32	1,96	2,54	0,54	0,584
	Modelo 2	114,38	276,27	2,46	6,04	1,02	0,376
	Modelo 3	111,30	268,25	3,08	8,02	1,08	0,362
	Modelo 4	99,96	207,09	14,40	69,18	2,32	<0,01
	Modelo 5	113,95	267,63	2,89	14,68	2,17	0,098
2004	Modelo 0	129,79	245,00				
	Modelo 1	127,94	239,75	1,89	5,04	1,43	0,244
	Modelo 2	125,52	227,37	2,42	12,38	2,82	0,053
	Modelo 3	125,18	227,60	2,76	12,15	2,42	0,074
	Modelo 4	125,44	230,53	2,50	9,22	2,01	0,127
	Modelo 5	125,05	234,08	2,88	5,67	1,05	0,371

Tabla 54. Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2004, considerando toda el área de estudio. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ($p < 0,05$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.

Año	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l ⁻¹)	Prof. Media (m)
1997	S	0,1551	0,200	0,2833	0,346
	P	0,095	0,007	0,909	0,005
	Rango máx.	11,616	34,474	0,96-0,97	148-152
1999	S	0,3824	0,1707	0,1901	0,5396
	P	0,000	0,1075	0,9630	0,0000
	Rango máx.	10,23	34,55	1,44-1,45	203-209
2000	S	0,2223	0,2195	---	0,5025
	P	0,0080	0,0040	---	0,0000
	Rango máx.	10,51	34,60	---	235-237
2001	S	0,2264	0,2388	0,2149	0,4721
	P	0,0005	0,0000	0,9985	0,0000
	Rango máx.	10,82	34,48	0,49	215-220
2002	S	0,091	0,095	0,4737	0,2875
	P	0,722	0,6725	0,1205	0,3230
	Rango máx.				
2004	S	0,249	0,198	0,229	0,510
	P	0,0005	0,1095	0,9565	0,0000
	Rango máx.	9,8	34,38	0,57-0,65	275-290

Tabla 55. Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2004, considerando las regiones norte (29°40'S-35°10'S) y sur (35°40'S-42°00'S) del área de estudio. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ($p < 0,05$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.

Año	Sector	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l ⁻¹)	Prof. Media (m)
1997	Norte	S	0,1597	0,2085	0,5743	0,1454
		P	0,1635	0,0240	0,0000	0,911
		Rango máx.	11,72	34,57	1,58-1,65	188-189
	Sur	S	0,2178	0,4872	0,1856	0,5021
		P	0,0865	0,0000	0,9230	0,000
		Rango máx.	11,64	34,50	1,54-1,58	235-237
1999	Norte	S	0,5473	0,1952	0,0983	0,5878
		P	0,000	0,1950	0,9815	0,0005
		Rango máx.	10,17-10,27	34,63	0,65	235
	Sur	S	0,2024	0,2412	0,2666	0,4930
		P	0,3525	0,1440	0,6100	0,0005
		Rango máx.	10,03	34,54	2,08	200-210
2000	Norte	S	0,5058	0,3978	SIN INFORMACION	0,4930
		P	0,000	0,0000		0,0005
		Rango máx.	10,21	34,62		238-249
	Sur	S	0,1396	0,2447		0,3656
		P	0,5690	0,0570		0,1200
		Rango máx.	10,84	33,99-34,06		155-167
2001	Norte	S	0,3136	0,2035	0,1598	0,4849
		P	0,0000	0,0530	0,9955	0,0000
		Rango máx.	10,81	34,54	1,94-2,16	247-248
	Sur	S	0,0981	0,1875	0,3248	0,2925
		P	0,3095	0,0005	0,9040	0,0965
		Rango máx.	8,80-9,00	34,48	0,87	155
2002	Norte	S	0,1642	0,1951	0,3504	0,3232
		P	0,4515	0,2330	0,3900	0,3390
		Rango máx.	11,38	34,74	0,60	280-284
	Sur	S	0,1604	0,1457	0,5661	0,1364
		P	0,4185	0,5345	0,0245	0,7560
		Rango máx.	10,74	34,01-34,16	2,72-5,32	104-106
2004	Norte	S	0,372	0,375	0,443	0,464
		P	0,0205	0,0090	0,0800	0,0310
		Rango máx.	9,9	34,62	0,57-0,63	290-310
	Sur	S	0,343	0,278	0,100	0,509
		P	0,0025	0,0265	0,9985	0,0005
		Rango máx.	9,6-10,0	34,38	4,14-4,44	275-280

Tabla 56. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común.

	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	CV	N° obs.
Prof. Card. (m)	211,4	486,9	49,9	107,7	0,510	552
Prof. Fondo. (m)	223,0	499,0	56,4	110,1	0,494	552
Indice Altura (%)	5,8	28,4	0,0	4,0	0,689	552
Largo (m)	973,6	11658,9	21,1	1635,8	1,680	552
Alto (m)	9,2	63,7	1,7	9,2	1,000	552
Elongación	99,7	1293,5	1,2	132,0	1,325	552
Perimetro (m)	6064,7	86499,2	111,3	11295,3	1,862	552
Area (m ²)	15240,7	316796,5	74,4	37618,3	2,468	552
Dimensión Fractal	1,60	1,85	1,16	0,10	0,061	552

Tabla 57. Matriz de correlaciones de las variables originales.

	ProfCard	Fondo	IndAlt	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	Dfrac
ProfCard	1								
Fondo	0,995	1							
IndAlt	-0,367	-0,286	1						
Largo	0,123	0,124	-0,049	1					
Alto	0,438	0,457	0,003	0,477	1				
Elon	-0,090	-0,101	-0,103	0,787	0,051	1			
Perim	0,183	0,193	0,020	0,904	0,561	0,624	1		
Area	0,210	0,223	0,023	0,849	0,685	0,406	0,827	1	
Dfrac	-0,242	-0,237	0,131	-0,151	-0,507	0,108	-0,072	-0,264	1

Tabla 58. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8
Valor propio	3,75	2,20	1,11	0,56	0,23	0,13	0,02	0,00
% variabilidad	46,83	27,46	13,87	7,04	2,86	1,64	0,28	0,01
% acumulado	46,83	74,30	88,17	95,21	98,07	99,71	99,99	100

Tabla 59. Correlación de las variables originales con los componentes.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8
Prof. Card.	0.083	0.971	-0.033	-0.177	0.129	0.008	0.004	0.021
Fondo	0.090	0.981	-0.039	-0.093	0.140	0.009	-0.003	-0.021
Ind. Altura	0.026	-0.207	-0.062	0.976	0.023	0.004	-0.001	0.000
Largo	0.789	0.054	0.578	-0.027	0.143	0.010	0.140	0.000
Alto	0.451	0.307	-0.026	0.034	0.837	0.025	0.003	0.000
Elongación	0.329	-0.097	0.934	-0.075	-0.050	0.023	-0.020	0.000
Perímetro	0.807	0.111	0.399	0.042	0.194	0.370	0.002	0.000
Area	0.931	0.110	0.137	0.024	0.284	-0.129	-0.067	0.000

Tabla 60. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común, según zona de estudio

Zona 1	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	CV	N° obs.
Prof. Card. (m)	345.5	453.3	152.7	61.2	0.177	63
Prof. Fondo. (m)	358.1	468.5	171.6	60.0	0.168	63
Índice Altura (%)	3.7	11.0	0.1	2.5	0.675	63
Largo (m)	682.4	5395.4	49.0	841.3	1.233	63
Alto (m)	8.6	54.0	2.8	8.1	0.946	63
Elongación	77.3	291.0	11.2	54.2	0.701	63
Perímetro (m)	4057.5	21679.4	142.2	4492.5	1.107	63
Area (m ²)	11114.3	289192.7	143.8	37189.3	3.346	63
Dimensión Fractal	1.63	1.75	1.32	0.10	0.059	63

Zona 2	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	CV	N° obs.
Prof. Card. (m)	189.2	436.7	65.8	100.8	0.533	278
Prof. Fondo. (m)	199.4	453.1	69.3	103.0	0.517	278
Índice Altura (%)	5.8	21.1	0.0	4.3	0.729	278
Largo (m)	526.6	7613.3	22.0	864.9	1.642	278
Alto (m)	7.3	55.2	1.7	7.8	1.073	278
Elongación	72.7	527.0	1.9	80.0	1.100	278
Perímetro (m)	3417.0	50463.7	111.3	6742.7	1.973	278
Area (m ²)	7473.8	227761.4	74.4	22091.3	2.956	278
Dimensión Fractal	1.61	1.78	1.27	0.09	0.059	278

Zona 3	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	CV	N° obs.
Prof. Card. (m)	211.4	486.9	65.4	116.2	0.550	104
Prof. Fondo. (m)	225.2	499.0	69.2	119.5	0.531	104
Índice Altura (%)	6.9	28.4	0.0	5.3	0.775	104
Largo (m)	1118.4	11658.9	21.1	1711.4	1.530	104
Alto (m)	10.5	42.8	1.7	8.2	0.787	104
Elongación	101.8	1293.5	3.3	142.6	1.401	104
Perímetro (m)	7213.1	86499.2	159.9	12370.8	1.715	104
Area (m ²)	18297.9	252246.0	120.1	38306.4	2.093	104
Dimensión Fractal	1.60	1.85	1.37	0.09	0.057	104

Zona 4	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	CV	N° obs.
Prof. Card. (m)	190.0	389.5	49.9	70.5	0.371	107
Prof. Fondo. (m)	202.3	422.5	56.4	76.7	0.379	107
Índice Altura (%)	5.9	22.8	0.0	3.5	0.594	107
Largo (m)	2165.4	9469.3	29.6	2259.0	1.043	107
Alto (m)	13.4	63.7	3.0	10.4	0.775	107
Elongación	180.8	1157.0	1.2	181.2	1.002	107
Perímetro (m)	13009.5	80324.5	180.5	15309.9	1.177	107
Area (m ²)	34878.0	316796.5	212.7	47847.4	1.372	107
Dimensión Fractal	1.58	1.80	1.16	0.10	0.062	107

Tabla 61. F calculado, F crítico, suma de cuadrados entre grupos (MST), suma de cuadrados dentro de los grupos (MSE), zonas comparadas y variables evaluadas en el análisis de varianza.

Zonas comparadas	Variable	MST	MSE	F	prob	F crítico
1-2-3-4	Prof card	26,85	127,29	38,53	0,00	2,62
2-3-4	Prof card	0,58	124,79	1,12	0,33	3,01
1-2-3-4	Fondo	25,02	120,20	38,02	0,00	2,62
2-3-4	Fondo	0,68	117,98	1,40	0,25	3,01
1-2-3-4	IndAlt	13,22	273,05	8,84	0,00	2,62
2-3-4	IndAlt	1,96	248,41	1,92	0,15	3,01
1-2-3-4	Largo	196,17	833,65	42,98	0,00	2,62
1-3	Largo	1,16	251,64	0,76	0,38	3,90
1-2-3-4	Alto	36,32	278,98	23,78	0,00	2,62
1-3	Alto	0,93	86,21	1,78	0,18	3,90
1-2-3-4	Elon	65,20	566,12	21,04	0,00	2,62
1-3	Elon	0,01	142,15	0,01	0,90	3,90
1-2-3-4	Perim	217,63	989,01	40,20	0,00	2,62
1-3	Perim	0,68	290,02	0,38	0,54	3,90
1-2-3-4	Area	405,21	1699,12	43,56	0,00	2,62
1-3	Area	4,01	544,27	1,22	0,27	3,90
1-2-3-4	Dfrac	0,05	2,03	4,35	0,00	2,62
1-2-3	Dfrac	0,01	1,60	1,91	0,15	3,02

A N E X O S

A N E X O 1

**CONDICIONES METEOROLÓGICAS
INVIERNO 2002 Y ANOMALÍAS
AMBIENTALES PERÍODO 1997-2004**



En este anexo se presentan resultados derivados del desarrollo del objetivo orientado a estimar las condiciones oceanogr3ficas asociadas a la distribuci3n de merluza com3n, como son: **a)** las condiciones meteorol3gicas que imperaron durante el crucero y **b)** Un an3lisis de las anomal3as de las variables ambientales presentes en el per3odo 1997-2004.

1. Condiciones meteorol3gicas

La fluctuaci3n de las variables atmosf3ricas medidas en el crucero, esto es, intensidad y direcci3n del viento, temperatura del aire, presi3n atmosf3rica y altura y direcci3n de olas, son presentadas en la **Figuras 1 y 2**.

La presi3n atmosf3rica a nivel del mar (**Figura 1a**) mostr3 un rango de variaci3n entre los 1005 y los 1032 mb, con un valor promedio de $1018,1 \pm 5,24$ mb ($n=92$). Durante la mayor parte del crucero, la presi3n atmosf3rica evidenci3 escasa variaci3n, fluctuando entre los 1015 y los 1022 mb (entre el 03 y el 27 de Julio de 2004), a excepci3n de lo observado hacia el per3odo final del crucero (5-6 de Agosto de 2004), en el cual se observ3 los m3ximos valores de presi3n atmosf3rica para la serie que alcanzaron los 1032 mb.

La altura de olas fluctu3 entre los 0,2 y los 7 m (**Figura 1b**), con un valor promedio de $2,6 \pm 1,32$ m ($n= 90$). La Figura muestra la alternancia de eventos de descenso y ascenso en la altura de la ola, sin evidenciar una tendencia clara de la variable a trav3s de todo el crucero. Por su parte, la direcci3n de olas (**Figura 1c**) mostr3 una clara asociaci3n con vientos provenientes de los cuadrantes norte, espec3ficamente de las direcciones N (67,1%) y el NE (32,9%).

Considerando el per3odo total de estudio, la temperatura superficial del aire fluctu3 entre los 7,0 y los 11,5 °C, con un valor promedio de $9,36 \pm 1,20$ °C ($n= 92$), evidenciando una moderado descenso latitudinal positivo hacia el sur donde se registr3 las temperaturas m3s bajas de la serie (7-7,5 °C) los d3as 5, 6 y 7 de Agosto de 2004 (**Figura 2a**).

El an3lisis de la serie de rapidez del viento evidenci3 un rango entre 0,3 y 15,4 $m s^{-1}$, con un valor promedio de $5,99 \pm 3,62$ $m s^{-1}$ ($n= 83$). El an3lisis para la regi3n de estudio evidenci3 fluctuaciones en la escala diaria (diurno-nocturnas), con valores levemente superiores al inicio (sector norte) y t3rmino del crucero (sector sur), y rapidezces menores a los 8 $m s^{-1}$ en el per3odo comprendido entre el 14 y el 28 de Julio de 2004 (**Figura 2b**).

Los vientos predominantes durante el desarrollo del crucero de evaluaci3n fueron desde el norte con una frecuencia que alcanz3 el 83,3% y, muy secundariamente, vientos del noreste con una frecuencia porcentual del 15,4%, como se aprecia en la



rosa de vientos presentada en la **Figura 2c**. La **Figura 3** presenta una representación espacial de los vectores de velocidad del viento en el área de prospección, evidenciando el claro predominio de vientos norte en el sector estudiado.

2. Anomalías de variables ambientales para el período 1997-2002

La inclusión de esta sección tiene el propósito de conocer la variabilidad interanual de algunas variables oceanográficas características del hábitat de merluza común frente a Chile central y centro-sur, considerando el período entre 1997 y 2004, a través de las observaciones oceanográficas llevadas a cabo en los diferentes cruceros acústicos realizados en la región centro-sur de Chile.

El análisis está basado en la interpretación de las anomalías de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto; además de las anomalías de estructuras oceanográficas verticales, esto es: la profundidad de la capa de mezcla, la profundidad base de la termoclina y la profundidad del mínimo de oxígeno, considerando el período 1997-2004.

Estrato de 50 m de profundidad

Para el año 1997, las anomalías de temperatura (°C) a los 50 m de profundidad, reveló la presencia de anomalías positivas en gran parte del área de estudio indicando la presencia de aguas más cálidas consistentes con el efecto del evento El Niño 1997-1998. Por el contrario, en los años 1999 y 2000 se detectó anomalías negativas en toda el área prospectada, denotando aguas comparativamente más frías (La Niña 1999). El año 2001 mostró anomalías negativas en el sector más oceánico situado al norte de los 36°S, mientras que en el sector costero se verificó la presencia de anomalías positivas, al igual que toda el área al sur de los 36°S. Para el año 2002 se observó una condición más cálida (anomalías positivas) al norte de los 34°S, mientras que en el resto del área de estudio se reportó una condición más fría (anomalías negativas). Por su parte, el año 2004 estuvo caracterizado por la presencia de aguas más frías al norte de los 37°S, mientras que al sur de esta latitud se evidenció un ambiente más cálido (anomalías positivas) (**Figura 4**).

La distribución espacial de las anomalías de salinidad reveló, en general, anomalías positivas (y cercanas a cero) en los años 1997, 1999 y 2000, denotando la presencia de aguas levemente más salinas, y fuertes gradientes costa-océano que se intensifican hacia el sector centro-sur del área de estudio en los años 1999 y 2000 (**Figura 5**). El año 2001 se caracterizó por un conspicuo gradiente costa-océano que abarcó toda la región de estudio, estableciendo anomalías negativas de salinidad (aguas menos salinas) en toda la región. Por su parte, el año 2002 reportó



anomalías positivas de salinidad con valores cercanos a cero en toda el área de estudio, sin la presencia de gradientes costa-océano, evidenciando un comportamiento muy similar al descrito para 1997. Lo anterior es válido también para el año 2004, reportándose anomalías de salinidad con valores cercanos a cero, y la presencia de un gradiente costa-océano al sur de los 36°S.

Para el caso del oxígeno disuelto, el año 1997 evidenció un predominio de anomalías positivas (aguas más oxigenadas) en toda el área de estudio; en tanto que, los años 1999, 2000 y 2001 mostraron anomalías negativas de oxígeno disuelto hacia el sector norte (1999) y a la forma de núcleos a lo largo del área de estudio, observándose gradientes costa-océano a lo largo de la costa. Al igual que lo reportado para 1997, el año 2002 estuvo caracterizado por la presencia de anomalías positivas en gran parte del área de estudio, y por el contrario, el año 2004 se caracterizó por la presencia de anomalías negativas en el sector oceánico del área de estudio, especialmente en el sector norte (**Figura 6**).

Estrato de 100 m de profundidad

En este estrato de profundidad, se reportó anomalías positivas de temperatura dominando para el año 1997, revelando la presencia de aguas comparativamente más cálidas. Por el contrario, en los años 1999, 2000 y 2001 se observó anomalías negativas (aguas comparativamente más frías) a lo largo del área de estudio, destacando la presencia de anomalías positivas al sur de los 36°S en 2001, formando un importante gradiente costa-océano. Durante el año 2002, anomalías negativas de temperatura se observaron entre los 34°S y los 37°S, mientras que al sur y al norte de esta franja se observó aguas comparativamente más cálidas. Durante el año 2004, gran parte del área de estudio estuvo dominado por la presencia de anomalías de temperatura cercanas a cero; sin embargo, fue posible apreciar anomalías positivas en el sector costero comprendido entre los 35°S y los 41°30'S, marcando un importante gradiente costa-océano (**Figura 7**).

Por su parte, la salinidad reveló anomalías negativas y cercanas a cero en los años 1997, 1999 y 2001, para gran parte del área de estudio, destacando núcleos de anomalías positivas entre los 33°S y los 35°S (1997) y un gradiente costa-océano especialmente al sur de los 35°S (2001). Por el contrario, en el año 2000 se reportó anomalías positivas y cercanas a cero en gran parte del área de estudio; en tanto que para el 2002 dominaron aguas más salinas (anomalías positivas) al norte de los 37°S y anomalías negativas entre los 37°S y los 39°S, situación que se repitió y se intensificó durante el año 2004 (**Figura 8**).

En el caso del oxígeno disuelto, los años 1997 y 1999 mostraron el predominio de anomalías positivas en gran parte del área de estudio (aguas más oxigenadas). Por el contrario, en el 2000 se observaron anomalías negativas en gran parte del área de estudio, con importantes gradientes presentes en la zona al sur de los 36°S. El año



2001 mostró anomalías positivas al norte de los 36°S, mientras que al sur de los 36°S se observaron anomalías negativas y un importante gradiente costa-océano. En tanto, durante el crucero del 2002 se observaron anomalías positivas de oxígeno disuelto hasta los 39°S. Para el año 2004, se registraron anomalías negativas de oxígeno disuelto hasta los 37°S, mientras que para el resto del área de estudio se registraron anomalías positivas, o cercanas a cero (**Figura 9**).

Estrato de 200 m de profundidad

Durante 1997 se observó anomalías térmicas positivas en gran parte del área de estudio, situación contraria a lo reportado para 1999 y 2000, donde dominaron las anomalías negativas, evidenciando aguas más frías durante este periodo. En 2001 se registraron anomalías negativas al norte de los 36°S, mientras que al sur de Punta Lavapié predominaron las anomalías positivas, observándose un fuerte gradiente latitudinal. El año 2002 mostró aguas más frías (anomalías negativas) en gran parte del área de estudio, situación que se repitió durante el año 2004, a excepción de la zona comprendida entre los 35 y los 39°S, que se caracterizó por la presencia de anomalías positivas (**Figura 10**).

En relación con la salinidad, el año 1997 mostró anomalías positivas y cercanas a cero en toda el área de estudio, situación distinta a la reportada para los años 1999 y 2001, que evidenciaron anomalías negativas (aguas menos salinas); mientras que en el año 2002 se observaron anomalías positivas en gran parte del área de estudio, al igual que en 1997. Por su parte, el año 2004 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas al norte de los 37°S, mientras que al sur de Punta Lavapié dominaron aguas comparativamente menos salinas (**Figura 11**).

Por su parte, anomalías positivas de oxígeno disuelto se observaron en gran parte del área de estudio durante el crucero del año 1997. En los años 1999 y 2000 se reportaron aguas menos oxigenadas al norte de los 37°S, mientras que al sur de los 37°S se observaron anomalías positivas. El año 2001 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas al norte de los 34°S y, el año 2002, se caracterizó por el predominio de las anomalías positivas de oxígeno disuelto, situación que se repitió durante el año 2004 (**Figura 12**).

Estructuras verticales

La distribución espacial de la anomalía de la profundidad de la capa de mezcla (PCM) para el año 1997 reveló anomalías positivas al norte de los 33°S, mientras que la zona sur se caracterizó por PCMs más someras, con un incremento de su valor en el sentido costa-océano. Durante los años 1999 y 2000 se reportó la presencia mayoritaria de anomalías negativas, y anomalías positivas sólo entre los 33°S y los 36°S. Los años 2001, 2002 y 2004 se caracterizaron por anomalías



positivas de PCM en gran parte del 1rea de estudio, denotando PCM m1s profundas durante esos a1os (**Figura 13**).

Por su parte, la distribuci3n espacial de la anomal1a de la profundidad base de la termoclina (PBT) revel3, para los a1os 1997 y 1999, anomal1as positivas en toda el 1rea de estudio, registr1ndose los valores m1s altos durante 1999. El a1o 2000, por su parte, evidenci3 anomal1as positivas de PBT al norte de los 32°S y negativas al sur de los 32°S. Durante los a1os 2001 y 2002 se observ3 anomal1as negativas de PBT en gran parte del 1rea de estudio, observ1ndose un importante gradiente costa-oc3ano durante el a1o 2001; mientras que, en el a1o 2004 se report3 PBT m1s profundas (anomal1as positivas) al norte de los 33°S y anomal1as negativas en el resto del 1rea de estudio (**Figura 14**).

Por su parte, la anomal1a de la profundidad de la m1nima de ox1geno (PMO) mostr3, para el a1o 1997, la presencia de anomal1as positivas denotando una profundizaci3n de las concentraciones m1nimas de ox1geno coincidentes con el evento el Ni1o 1997-98 en el 1rea de estudio. En tanto, en el a1o 1999, se report3 anomal1as negativas de PMO. Para ambos a1os la PMO s3lo se observ3 hasta los 38°S. Durante el crucero del a1o 2001 la distribuci3n espacial de las anomal1as de PMO estuvo caracterizada por valores negativos de anomal1a a lo largo de toda el 1rea de estudio, mientras que el a1o 2002 se caracteriz3 por la presencia de anomal1as positivas en casi toda el 1rea de estudio. El a1o 2004 se caracteriz3 por la presencia de anomal1as negativas en casi toda el 1rea de estudio, registr1ndose valores positivos s3lo en el sector ubicado al sur de los 37°S (**Figura 15**).

FIGURAS

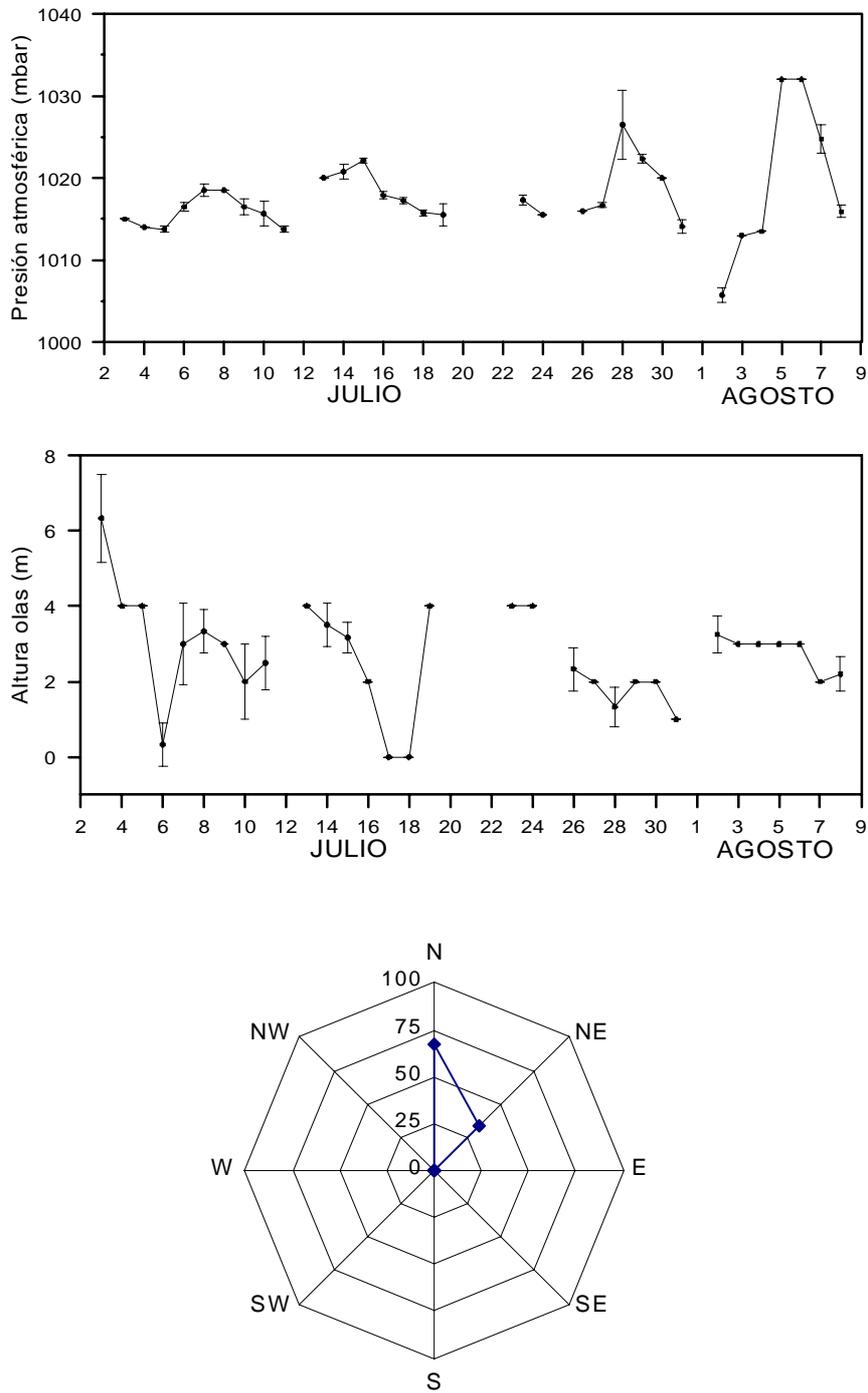


Figura 1. Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio (a) presión atmosférica (mbar), (b) altura de olas (m) y (c) rosa de dirección de olas.

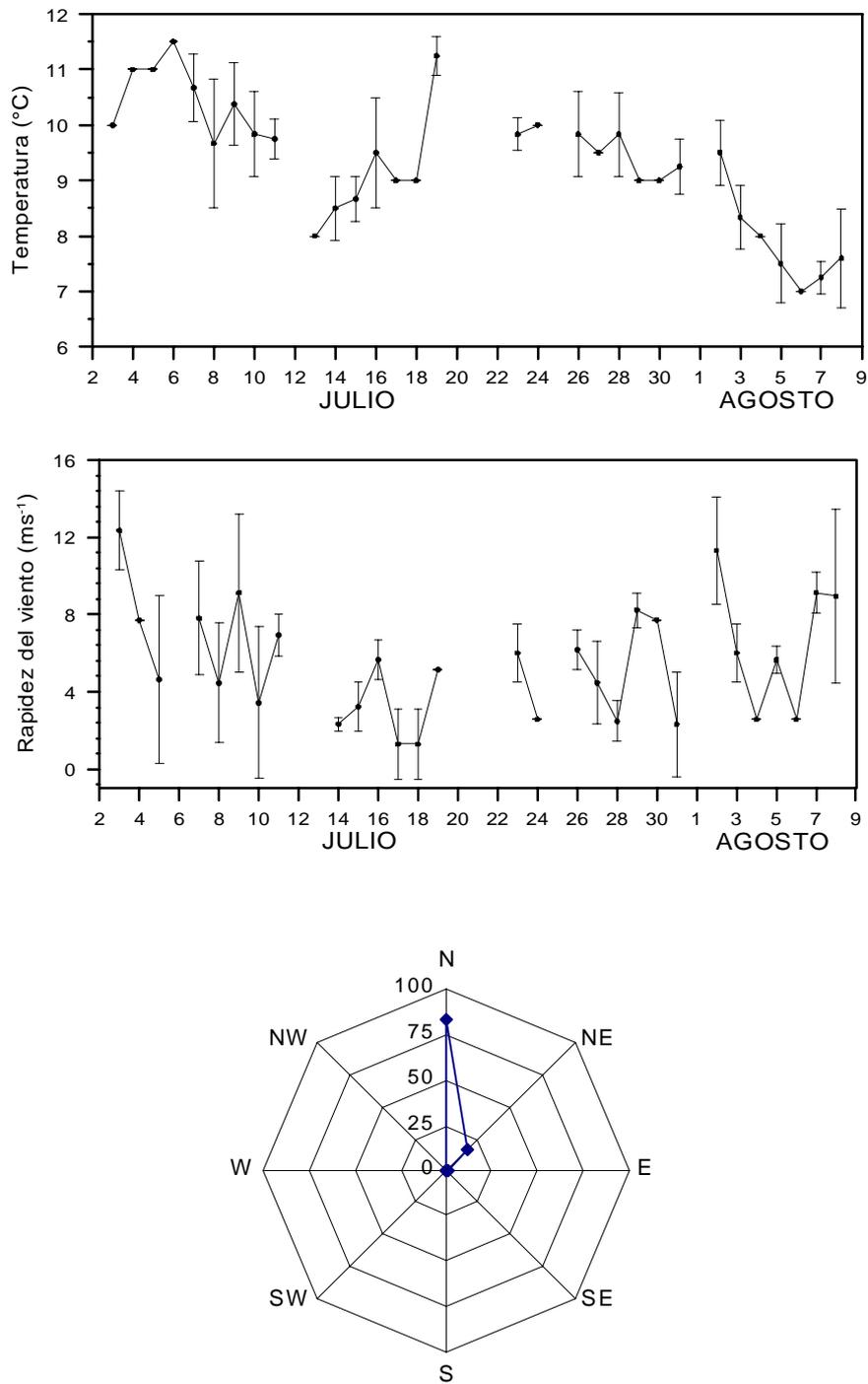


Figura 2. Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio (a) temperatura del aire (°C), (b) rapidez del viento (m s⁻¹) y (c) rosa de vientos.

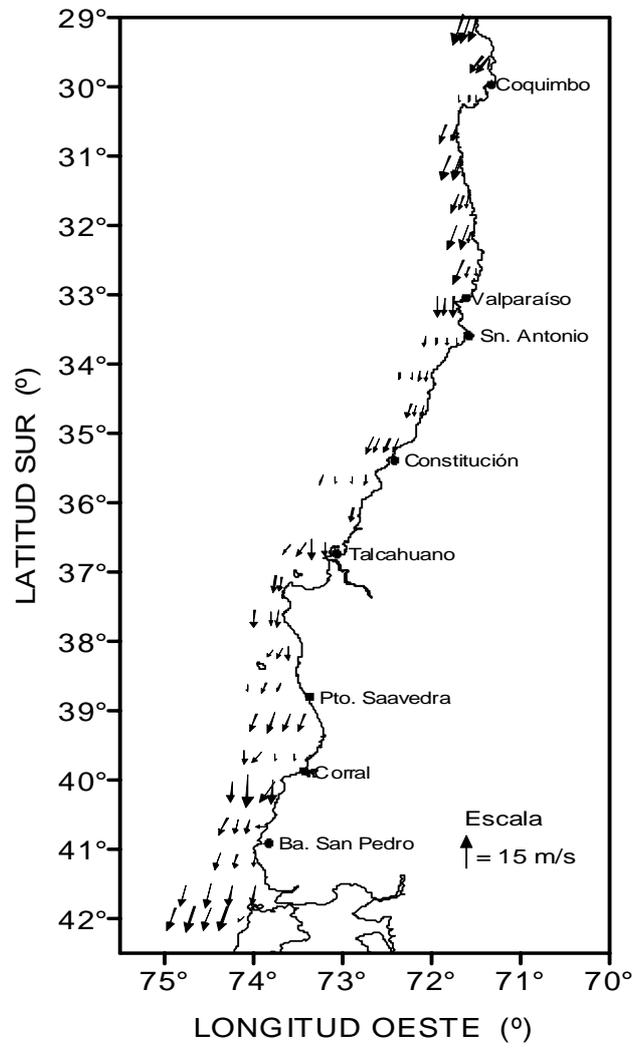


Figura 3. Variabilidad espacial del viento registrados (datos barco) durante el período y área de estudio.

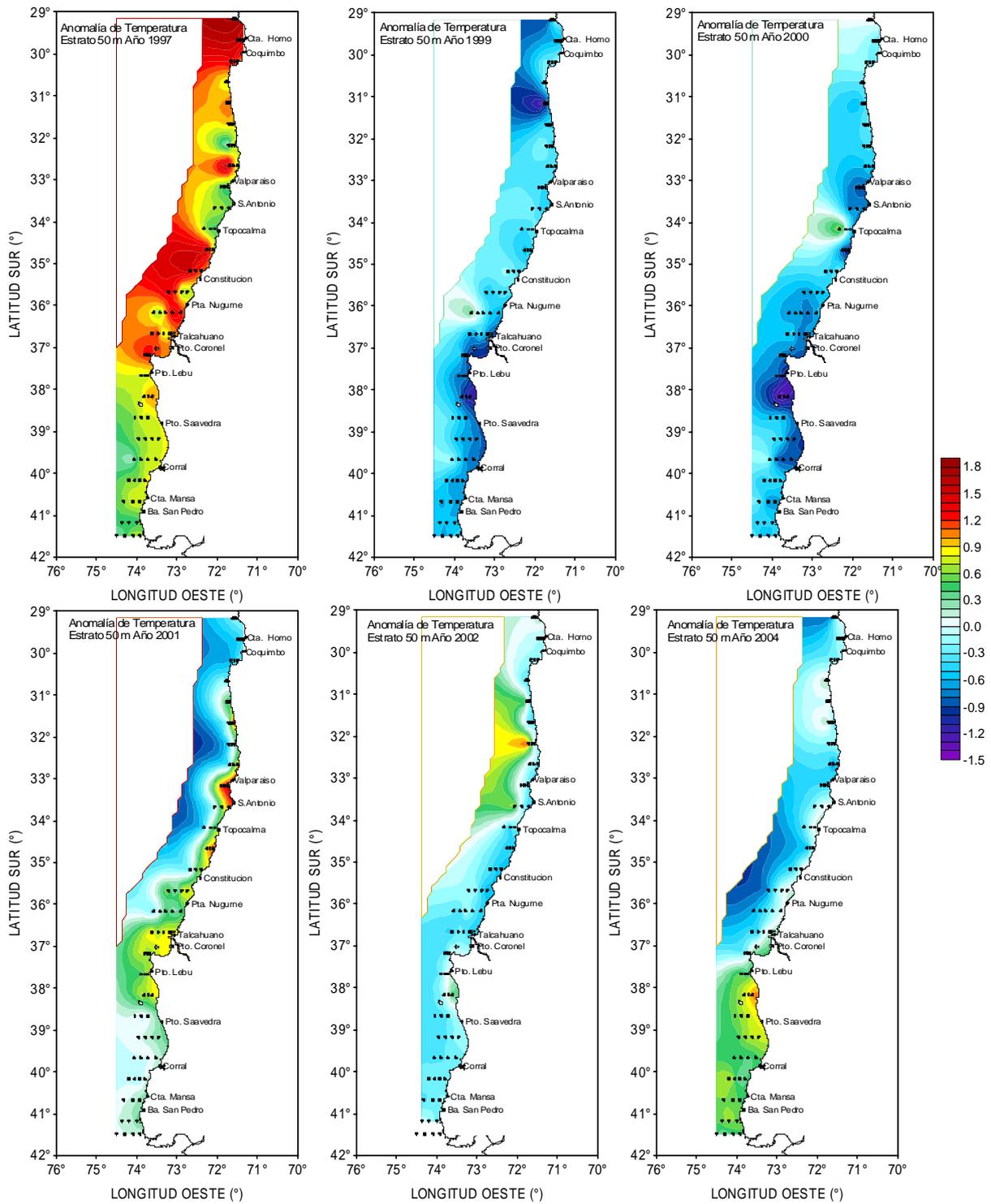


Figura 4. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura (°C) para el estrato de 50 m de profundidad. Período 1997-2004.

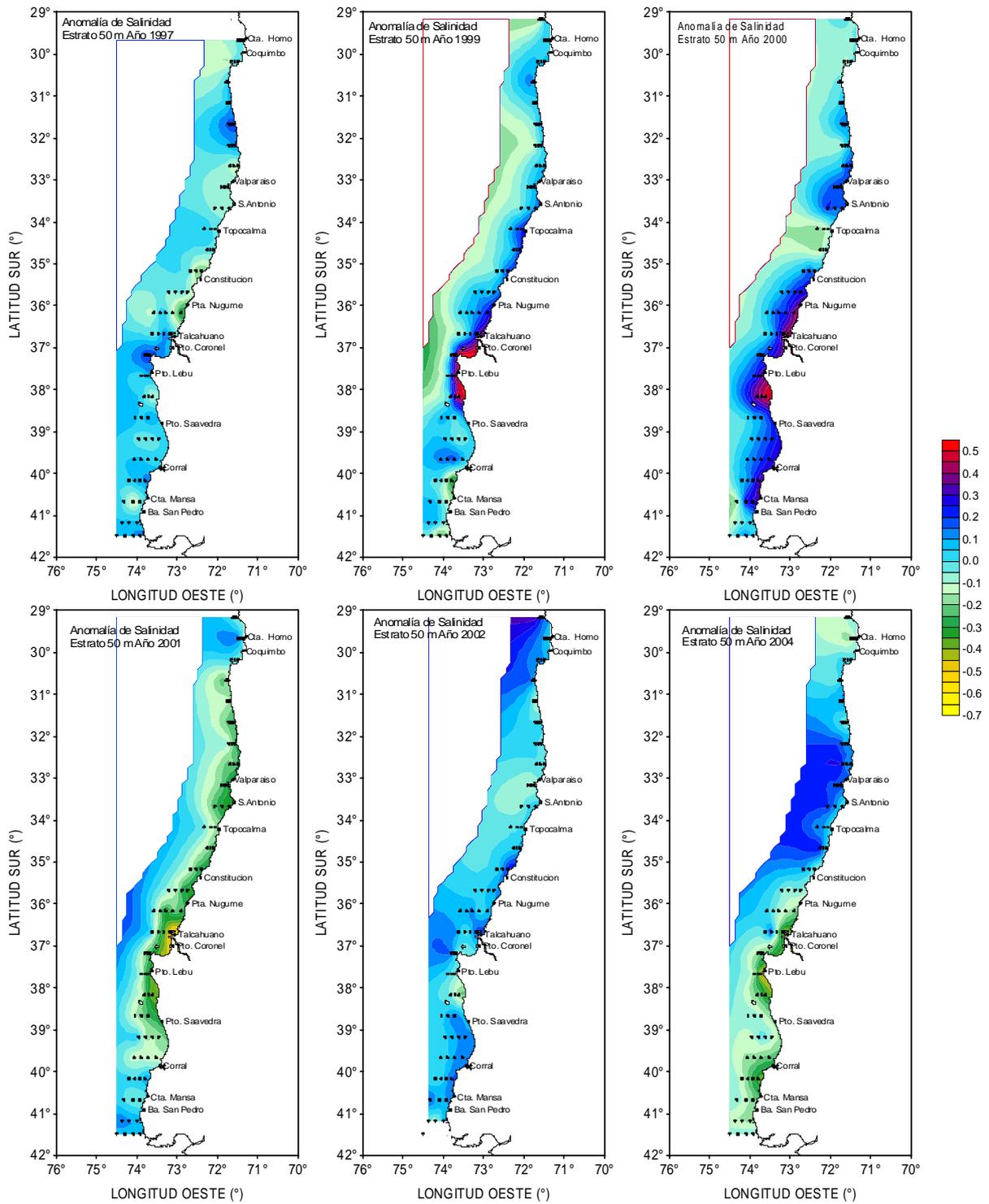


Figura 5. Distribución espacial de la anomalía de la salinidad (psu) en el estrato de 50 m de profundidad. Periodo 1997-2004.

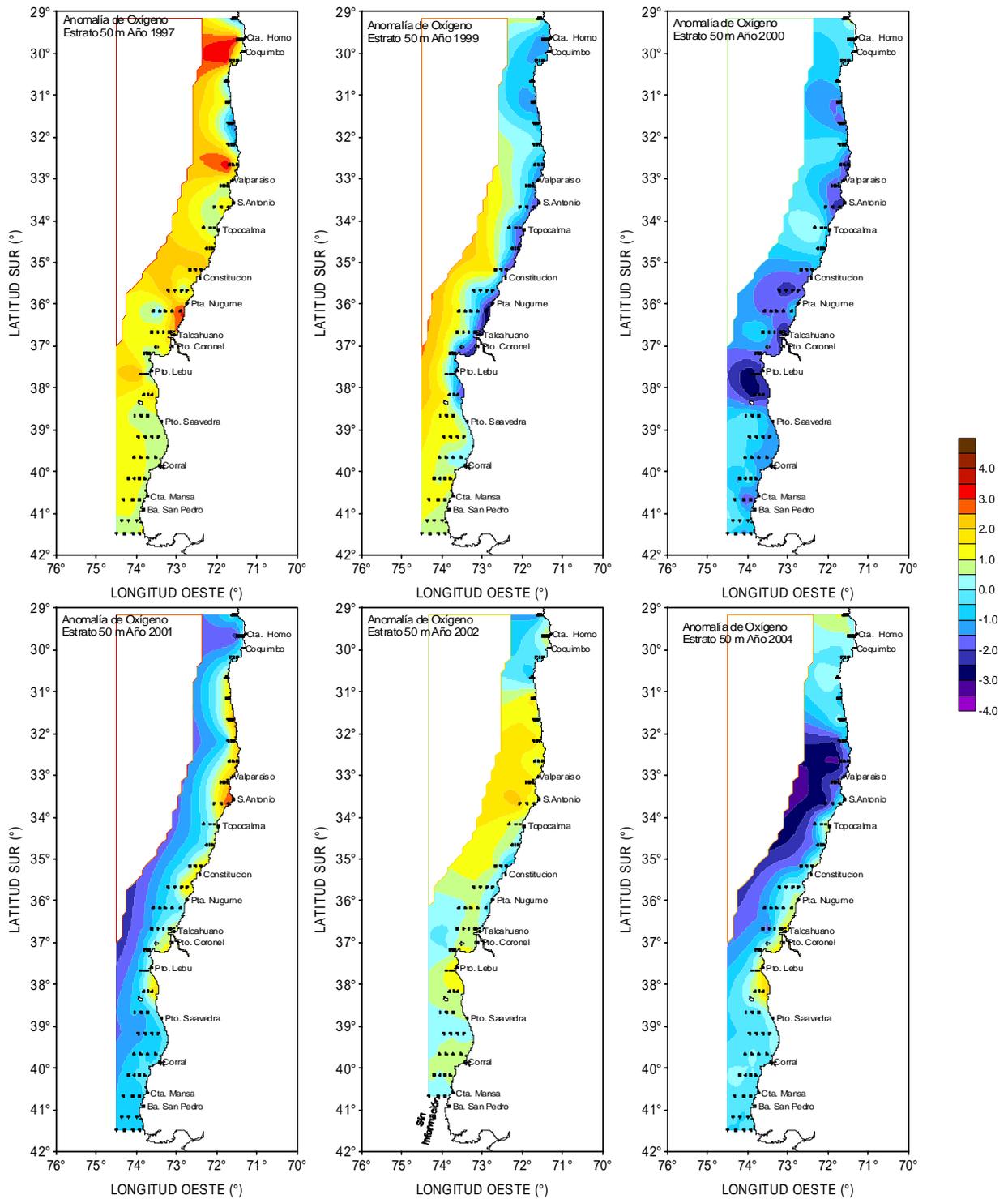


Figura 6. Distribución espacial de la anomalía de oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 50 m de profundidad. Período 1997-2004.

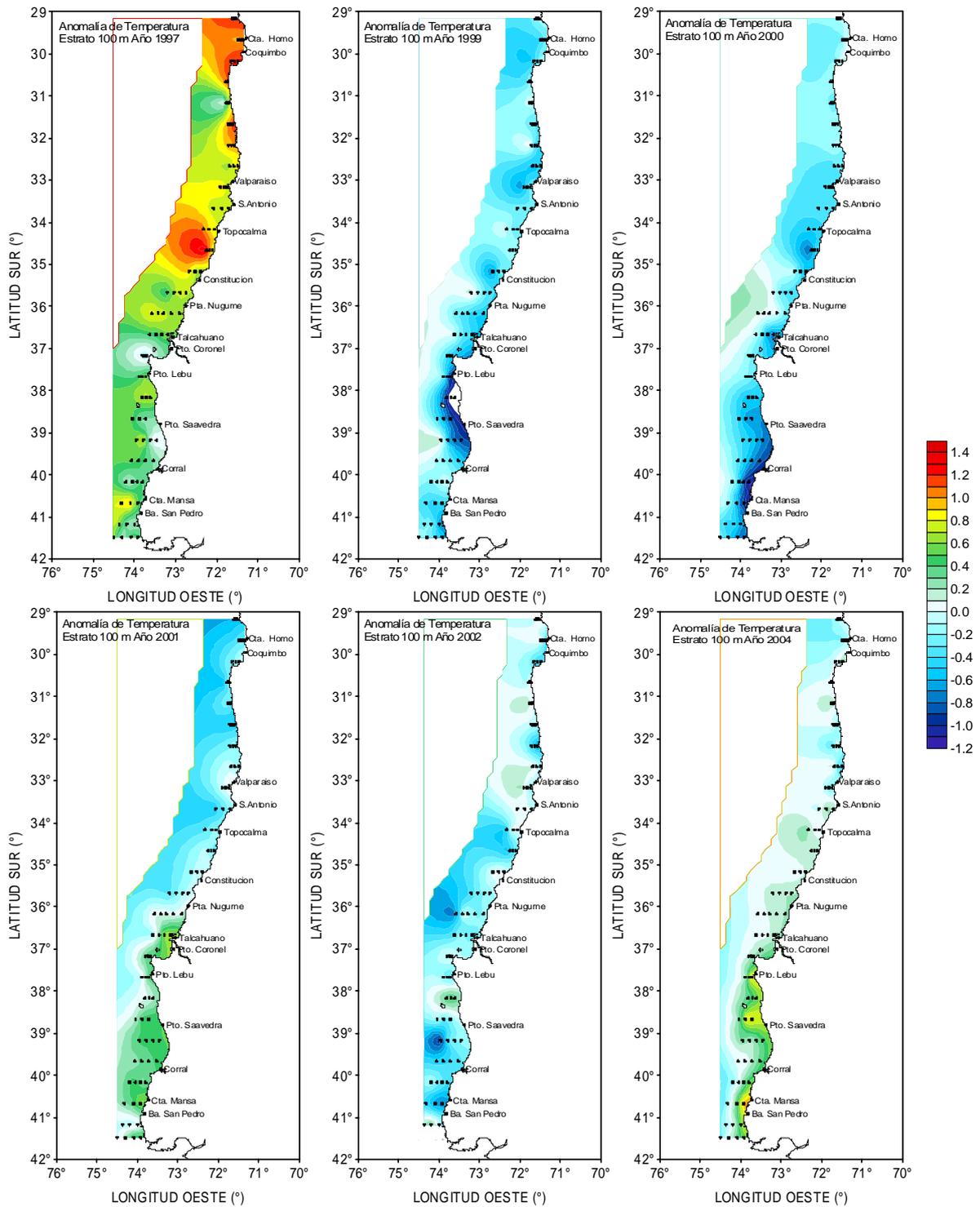


Figura 7. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura (°C) para el estrato de 100 m de profundidad. Período 1997-2004.

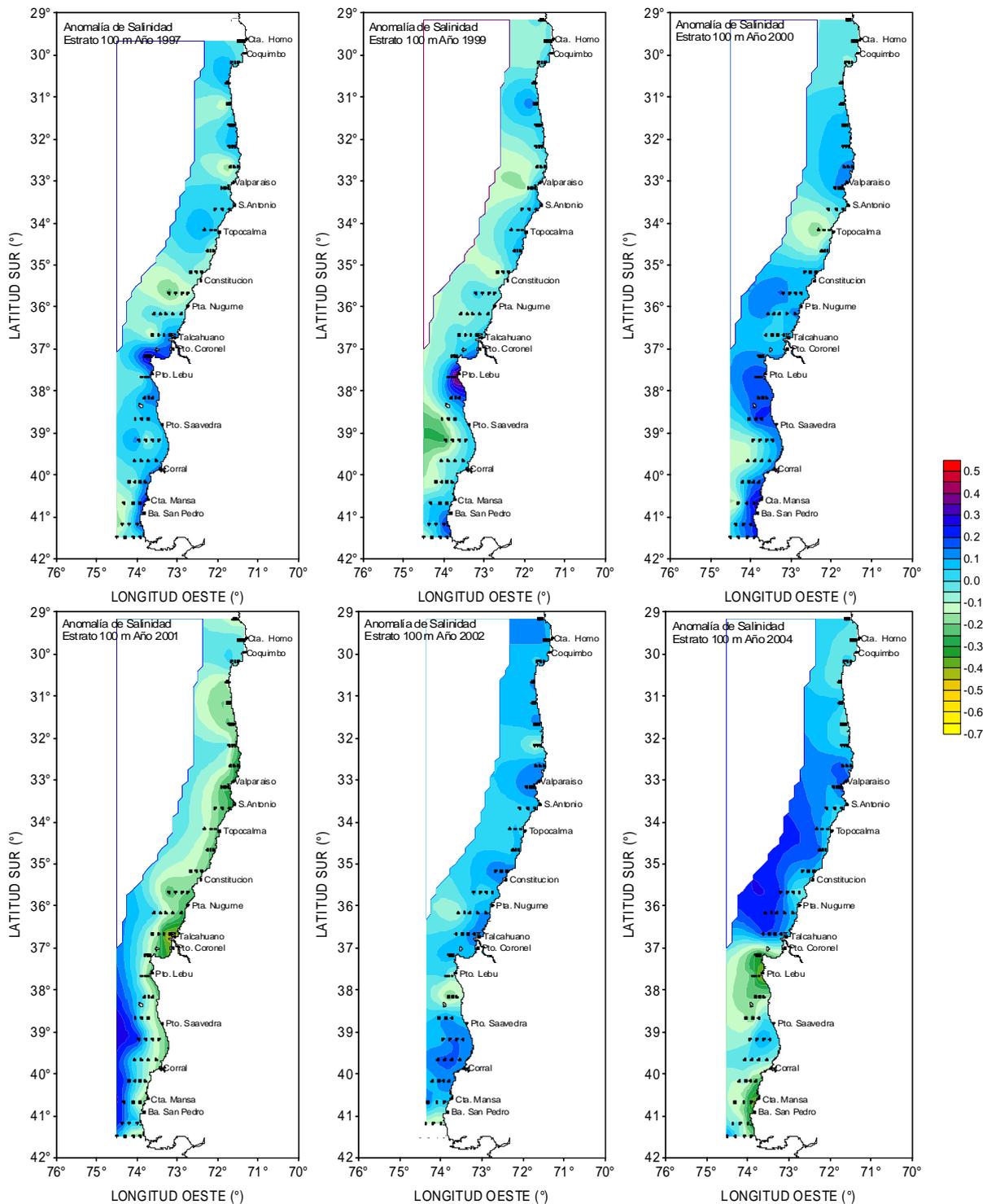


Figura 8. Distribución espacial de la anomalía de la salinidad (psu) en el estrato de 100 m de profundidad. Periodo 1997-2004.

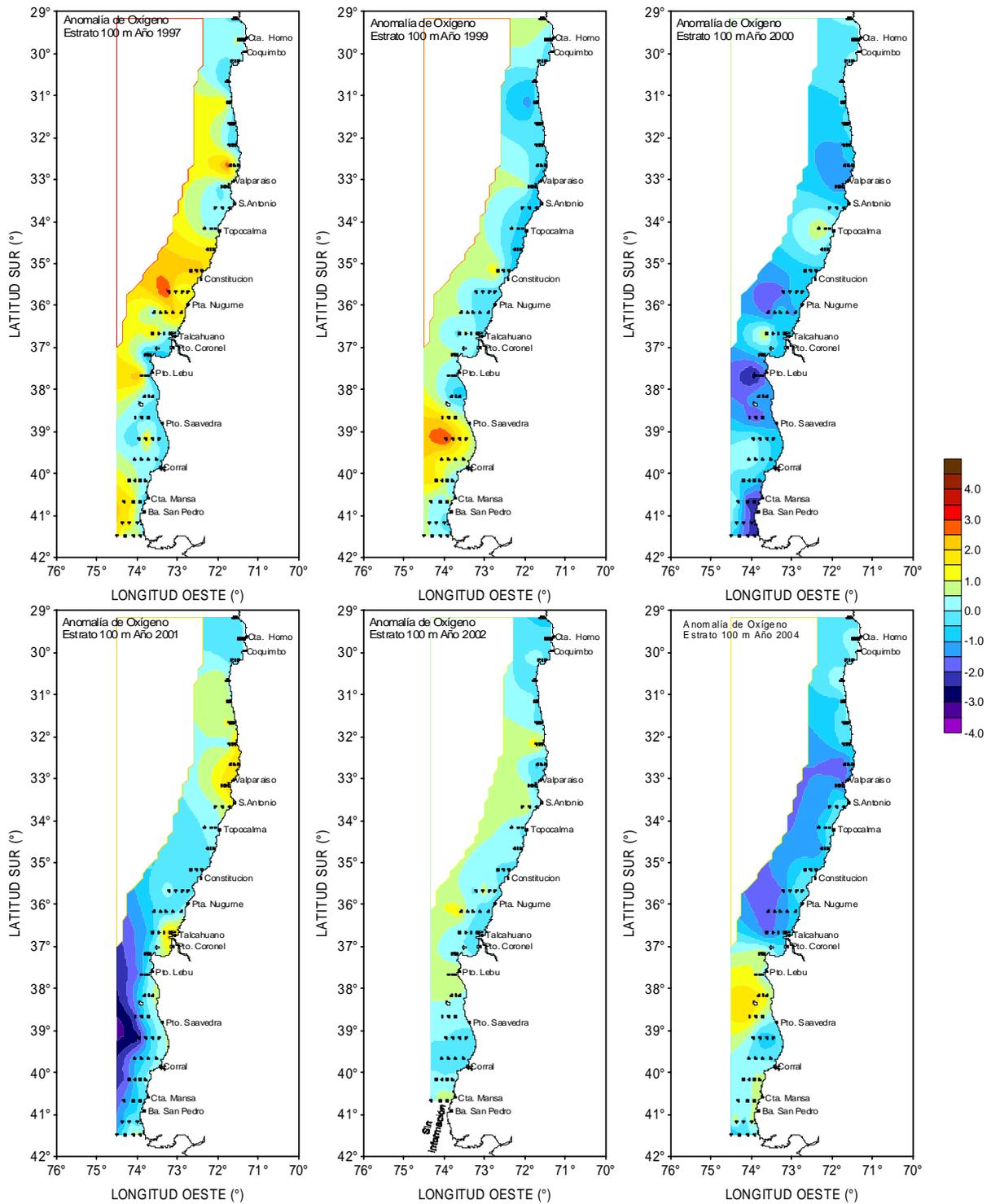


Figura 9. Distribución espacial de la anomalía de oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 100 m de profundidad. Período 1997-2004.

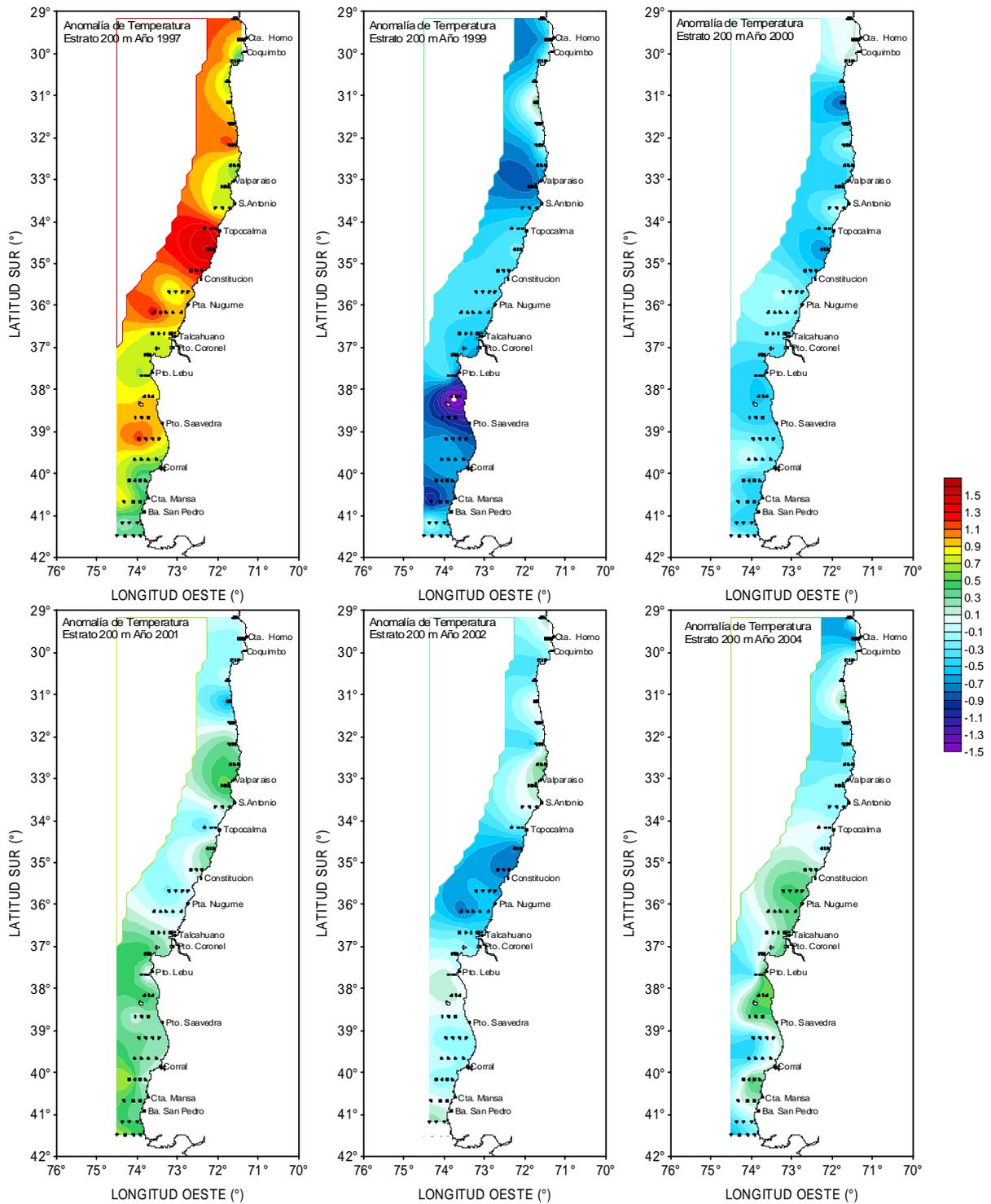


Figura 10. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura (°C) para el estrato de 200 m de profundidad. Período 1997-2004.

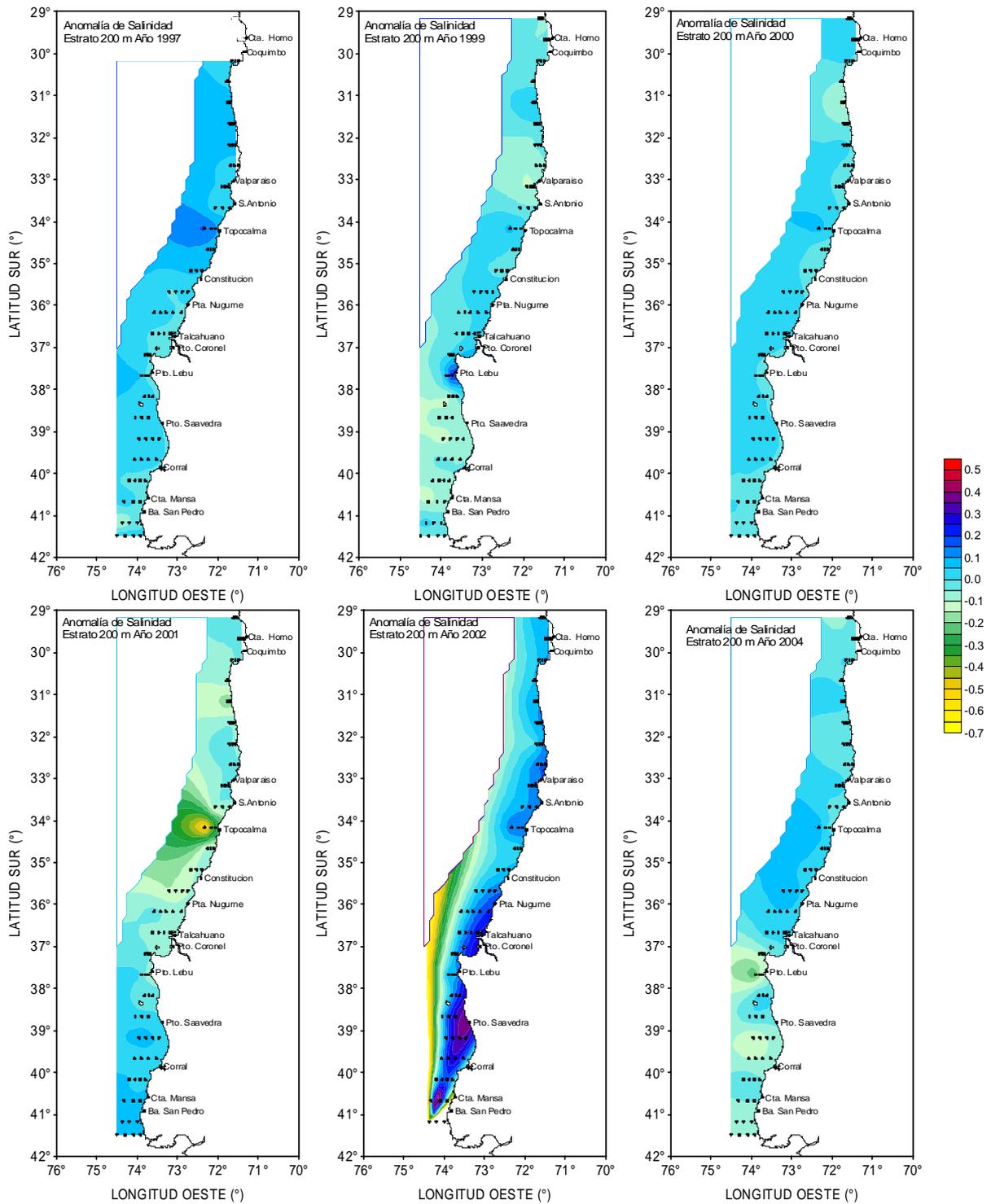


Figura 11. Distribución espacial de la anomalía de la salinidad (psu) en el estrato de 200 m de profundidad. Periodo 1997-2004.

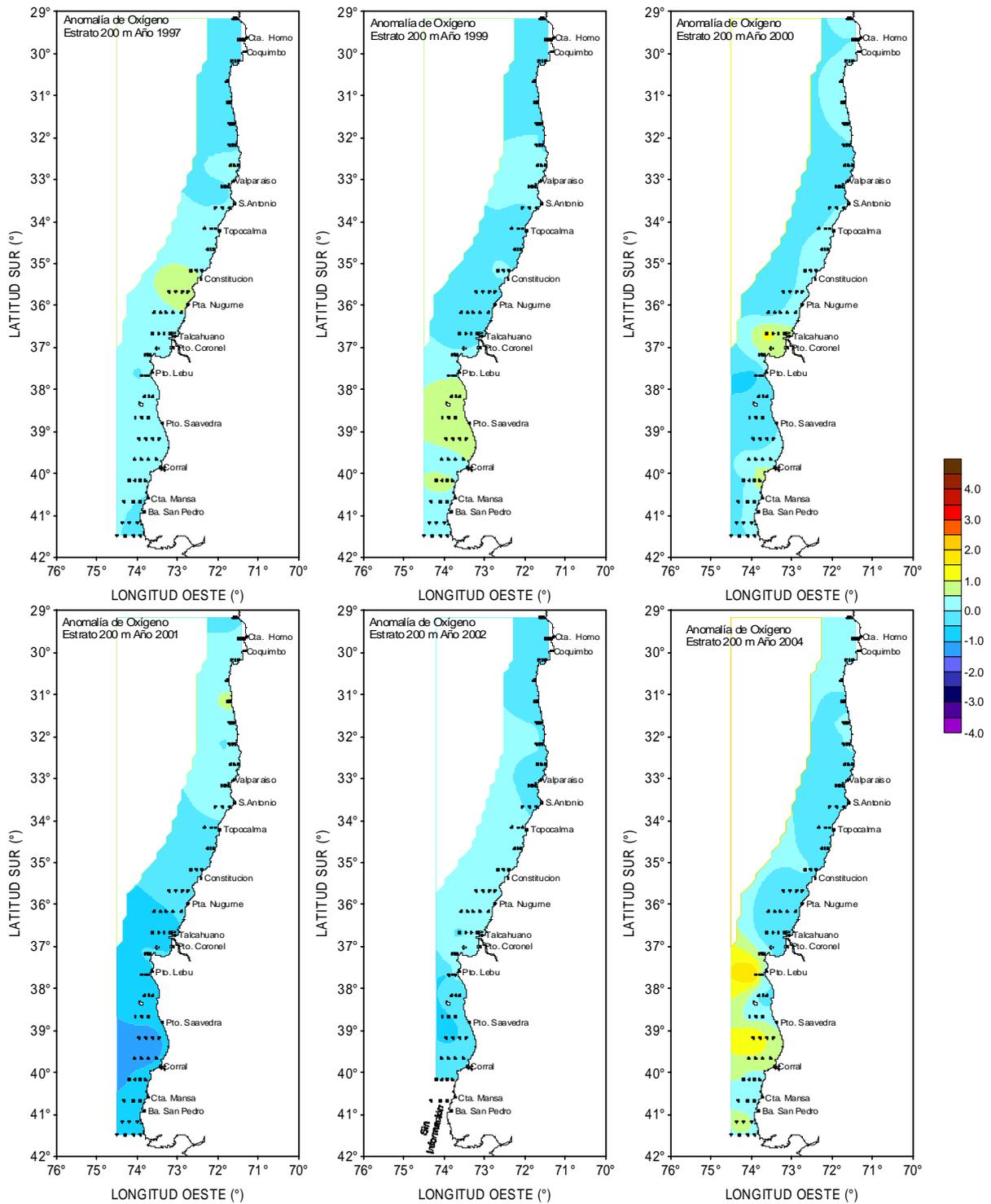


Figura 12. Distribución espacial de la anomalía de oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 200 m de profundidad. Período 1997-2004.

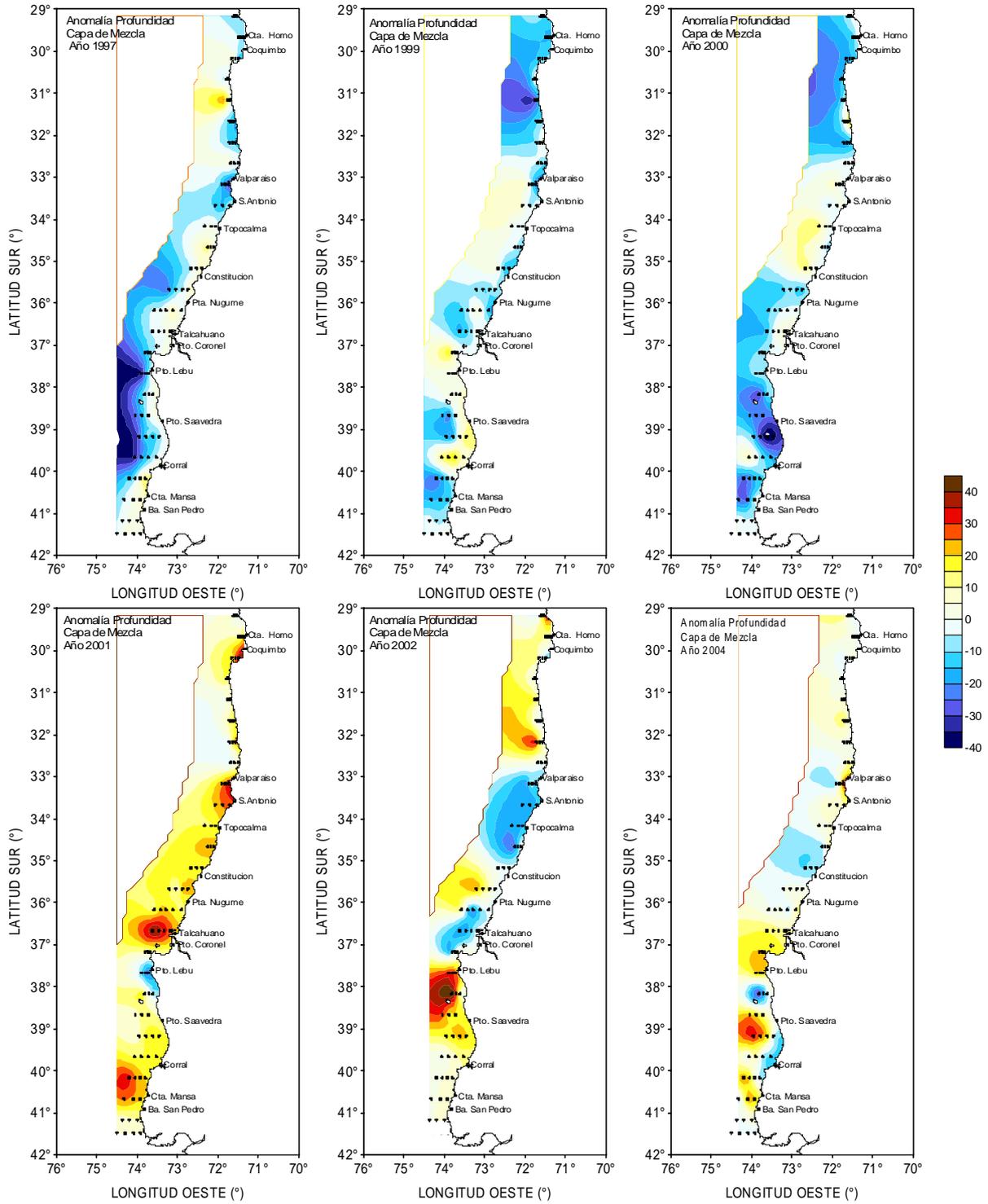


Figura 13. Distribución espacial de la anomalía de la profundidad de la capa de mezcla (m): Período 1997-2004.

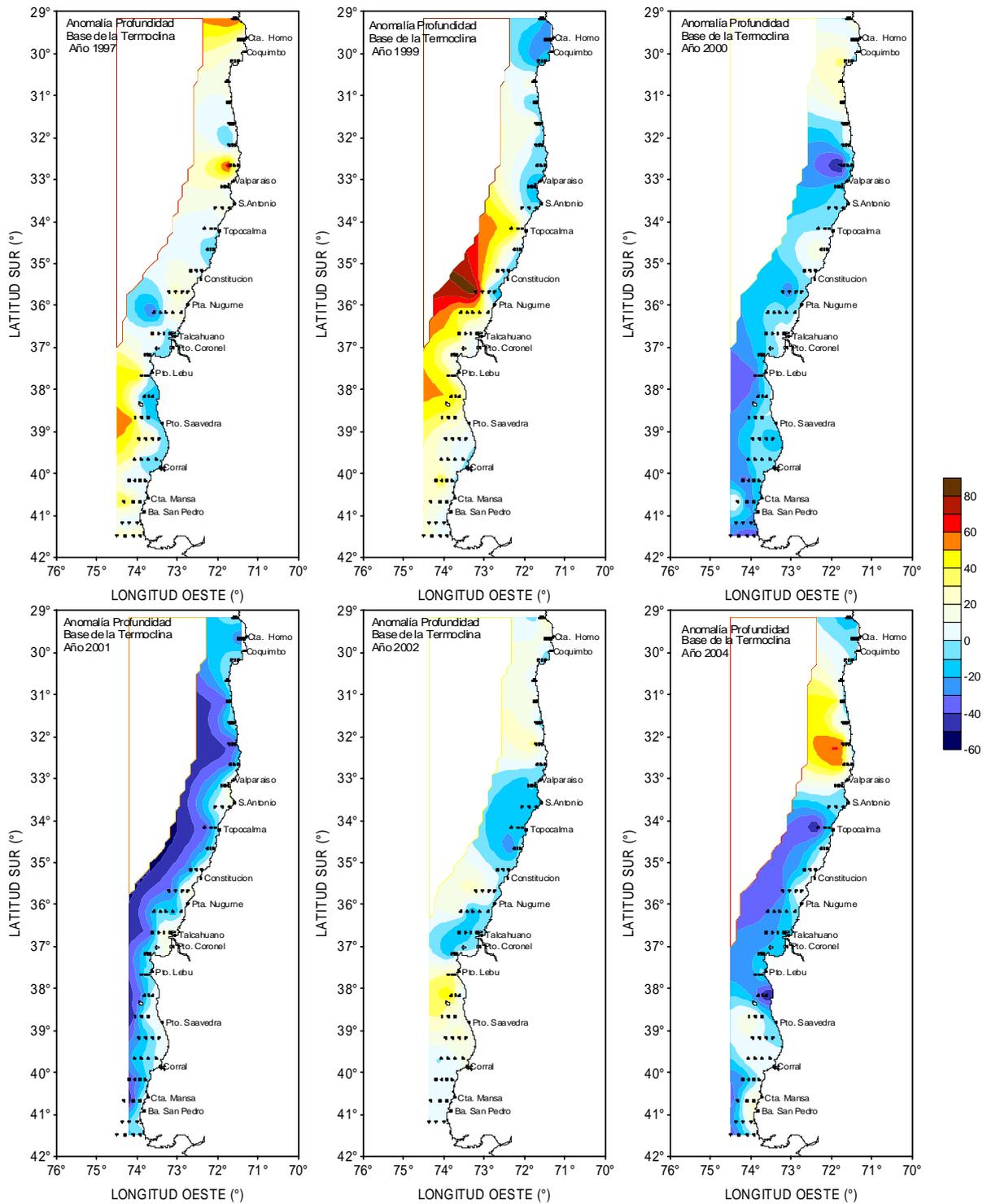


Figura 14. Distribución espacial de la anomalía de la profundidad base de la termoclina (m): Período 1997-2004.

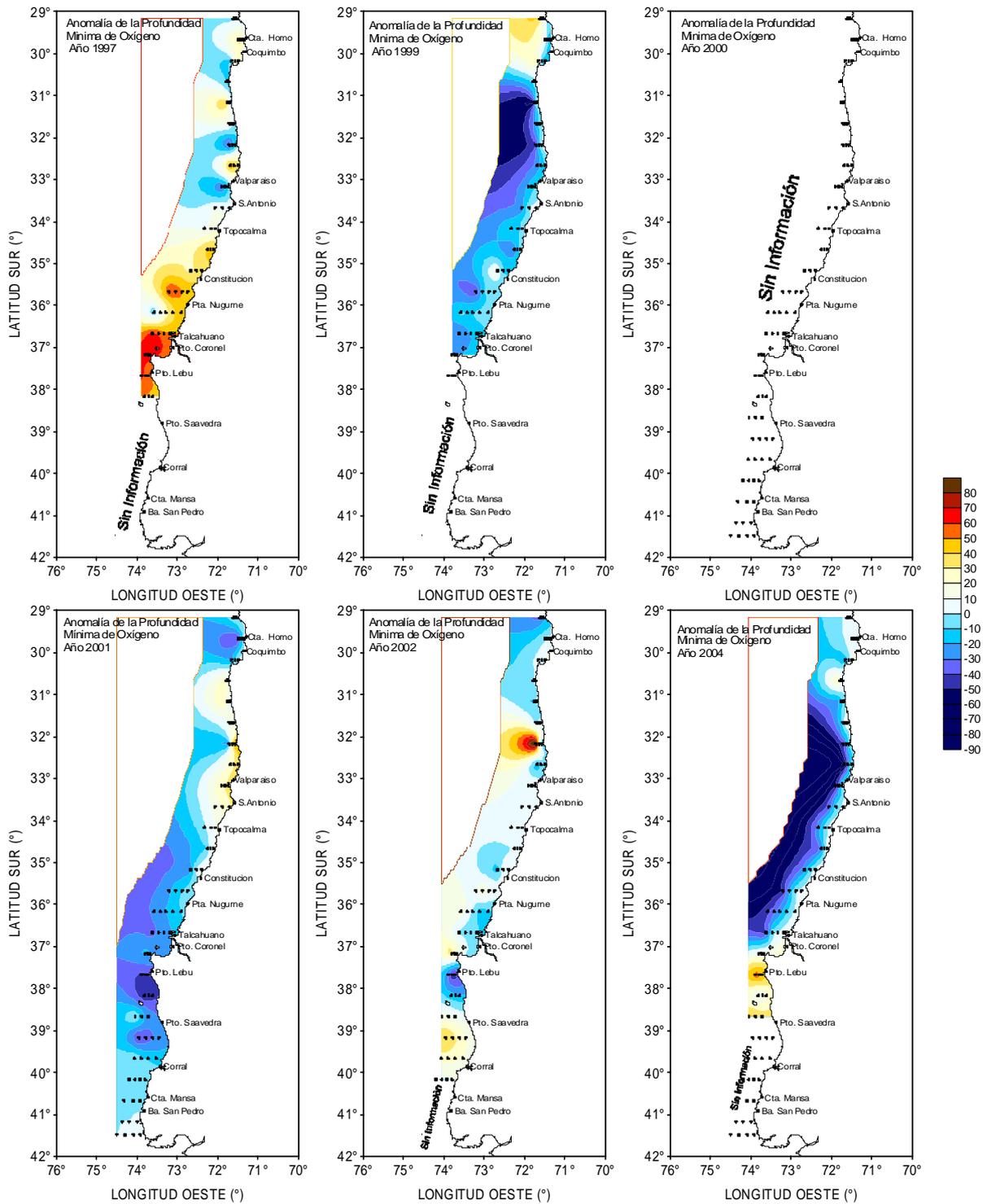


Figura 15. Distribución espacial de la anomalía de la profundidad mínima de oxígeno (m): Período 1997-2004.

A N E X O 2

PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) POR OBJETIVO

**PLAN DETALLADO DE ASIGNACION DE PERSONAL
PROFESIONAL Y TECNICO (HH).****ASIGNACION HORAS HOMBRE TOTAL**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	150	150	210	197	707
M. ANGELA BARBIERI B.	27	32	77	90	226
JUAN BRAUN A.	135	32	32	72	271
RENZO TASCHERI O.	10	278	108	90	486
JUAN OLIVARES C.	0	506	60	48	614
EDUARDO DIAZ R.	0	40	60	144	244
ALVARO SAAVEDRA G.	130	135	45	58	368
HERNAN MIRANDA P.	0	56	44	24	124
JOSE CORDOVA M.	138	30	24	72	264
JUAN SAAVEDRA N.	0	90	162	90	342
IGNACIO PAYA C.	0	0	76	0	76
GUILLERMO GALINDO P.	135	50	30	45	260
VIVIAN VALENZUELA	0	240	0	0	240
PATRICIO GALVEZ G.	0	72	24	24	120
NELSON SALAS J.	270	0	0	0	270
HERNAN REYES R.	0	30	90	10	130
MANUEL ROJAS G.	284	178	120	148	730
SERGIO NUÑEZ E.	25	100	100	50	275
JOSE ORTIZ R.	230	100	80	40	450
PATRICIO TORRES R.	230	100	70	0	400
FLOR VEJAR D.	25	120	75	0	220
AQUILES SEPULVEDA	15	0	75	50	140
YASNA MUÑOZ	0	200	60	60	320
ANDRES FLORES	0	320	0	0	320
VÍCTOR CORREA	280	0	0	0	280
GUILLERMO MEZA	270	0	0	0	270
CARLOS CONCHA	270	0	0	0	270
ESTEBAN MOLINA	270	0	0	0	270
RENE RIFFO	270	0	0	0	270
TOTAL	3164	2859	1622	1312	8957



PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) POR OBJETIVO

OBJETIVO 3.1

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	150	110	115	123	498
M ANGELA BARBIERI B.	27	24	59	72	182
ALVARO SAAVEDRA G.	120	0	0	8	128
HERNAN MIRANDA P.	0	36	24	24	84
JOSE CORDOVA M.	138	30	24	72	264
IGNACIO PAYA C.	0	0	36	0	36
MANUEL ROJAS G.	260	80	90	100	530
VICTOR CORREA	280	0	0	0	280
TOTAL	975	280	348	399	2002

OBJETIVO 3.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	0	0	10	20	30
RENZO TASCHERI O.	10	80	18	35	143
JUAN OLIVARES C.	0	506	60	48	614
JUAN SAAVEDRA N.	0	27	90	40	157
IGNACIO PAYA C.	0	0	40	0	40
NELSON SALAS J.	270	0	0	0	270
GUILLERMO MEZA	270	0	0	0	270
TOTAL	550	613	218	143	1524



OBJETIVO 3.3

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	0	0	15	10	25
EDUARDO DIAZ R.	0	40	60	144	244
YASNA MUÑOZ		200	60	60	320
ANDRÉS FLORES		320			320
CARLOS CONCHA	270				270
TOTAL	270	560	135	214	1179

OBJETIVO 3.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	0	12	30	20	62
RENZO TASCHERI O.	0	198	90	55	343
JUAN SAAVEDRA N.	0	63	72	50	185
PATRICIO GALVEZ G.	0	72	24	24	120
MANUEL ROJAS G.	0	48	0	48	96
RENÉ RIFFO	270	0	0	0	270
ESTEBAN MOLINA	270	0	0	0	270
TOTAL	540	393	216	197	1346



OBJETIVO 3.5

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	0	20	30	15	65
JUAN BRAUN A.	135	32	32	72	271
GUILLERMO GALINDO	135	50	30	45	260
VIVIAN VALENZUELA F.	0	240	0	0	240
HERNAN REYES R.	0	30	90	10	130
SERGIO NUÑEZ E.	25	100	100	50	275
JOSE ORTIZ R.	230	100	80	40	450
PATRICIO TORRES R.	230	100	70	0	400
FLOR VEJAR D.	25	120	75	0	220
AQUILES SEPÚLVEDA	15	0	75	50	140
TOTAL	795	792	582	282	2451

OBJETIVO 3.6

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
SERGIO LILLO V.	0	8	10	9	27
M. ANGELA BARBIERI B.	0	8	18	18	44
ALVARO SAAVEDRA G.	10	135	45	50	240
HERNAN MIRANDA P.	0	20	20	0	40
MANUEL ROJAS G.	24	50	30	0	104
TOTAL	34	221	123	77	455

ANEXO 3

BASE DE DATOS

2004-09

FONDO INVESTIGACION PESQUERA



INFORME FINAL
FIP N° 2004-09

**Base
de
datos**

**Evaluación hidroacústica
de merluza común,
año 2004**

Febrero, 2005

A N E X O 4

**CD con Informe Final
FIP N° 2004-09 en PDF**

2004-09

FONDO INVESTIGACION PESQUERA



INFORME FINAL
FIP N° 2004-09

**Evaluación hidroacústica
de merluza común,
año 2004**

Febrero, 2005



**Sección Documentación,
Difusión y Bibliotecas**

**IFOP
Valparaíso
Chile**