



INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA
FIP N° 2001-18

Evaluación hidroacústica de merluza común, 2001





INFORME FINAL

FIP 2001-18

**Evaluación hidroacústica
de merluza común,
2001**

· Octubre, 2002 ·



REQUIRENTE

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

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP
Jefe División Investigación Pesquera
Jorge Farías Ahumada
Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes

· Octubre, 2002 ·



JEFE DE PROYECTO

SERGIO LILLO VEGA

AUTORES

**SERGIO LILLO V.
SERGIO NÚÑEZ E.
VILMA OJEDA C.
FERNANDO BALBONTIN C.
MAURICIO BRAUN A.
RENZO TASCHERI O.
ÁLVARO SAAVEDRA G.
RICARDO BRAVO M.
JOSÉ ORTIZ R.
PATRICIO TORRES R.
LUIS CUBILLOS S.
JUAN OLIVARES C.**

· Octubre, 2002 ·



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados finales del proyecto FIP N° 2001-18: “Evaluación hidroacústica de merluza común, 2001”, el que tiene como objetivo central cuantificar el stock (determinar la distribución y abundancia) y determinar las características biológicas, pesqueras y oceanográficas relevantes del recurso.

Metodológicamente, en primer lugar se realizó desde el 11 de julio al 18 de agosto del año 2001 un crucero de prospección en el B/l “Abate Molina”, con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y oceanográficos; y, en segundo lugar, se procedió a procesar y analizar los datos para continuar con la evaluación del recurso.

Durante el crucero de prospección acústica se efectuaron 141 lances de pesca, 75 transectas acústicas y 88 estaciones oceanográficas. Se efectuaron 258 muestreos de merluza común, de los cuales 132 correspondieron a muestreos de longitud (31.712 ejemplares) y 126 a muestreos biológicos (3.538 ejemplares), en tanto que de la fauna acompañante se efectuaron 139 muestreos de longitud con un total de 15.048 ejemplares.

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 41°28,6' 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 primera milla y hasta las 35 mn de la costa.



- 2) Se estimó una biomasa total media de 917.133 toneladas por el método geoestadístico, con una variación entre 812.121 t y 1.022.144 t. También, se calculó de manera referencial, la biomasa media por el método de conglomerado en 898.911 t, con una variación de 736.519 -1.061.263 toneladas diferencia que es inferior a un 2% por ambos métodos. Ambos valores se pueden considerar como estadísticamente similares en relación con los estimados (geoestadísticos) de 899.307 t (1999) y 891.598 t (2000).
- 3) La abundancia del recurso (derivado de la biomasa por geoestadística) se estimó en 1.969 millones de ejemplares, compuesto por 1.137 millones (58%) de machos y 832 millones (42%) de hembras. Dicha cifra de abundancia importa un aumento del 42%, en comparación con los 1.384 millones de ejemplares estimados en un estudio similar efectuado el año 2000.
- 4) El stock presentó una estructura etaria fuertemente representada por ejemplares de los grupos de edad 2 a 5, con participación de 82,5% y el 67% de la abundancia de machos y hembras, respectivamente. La marcada presencia de ejemplares de edad 2 a 5, podría estar asociada a las condiciones oceanográficas que dominaron entre los años 1996-1998, pues se ha observado que fuertes reclutamientos de merluza común están asociados a ejemplares nacidos en los años con eventos ENSO.
- 5) El stock también registró un activo proceso reproductivo, debido a que el 36% de las hembras muestreadas estaban en reproducción, o en su defecto, en preparación para desovar. Por su parte, las estimaciones de fecundidad relativa fueron de 153 y 160 ovocitos para los sectores norte y sur. La talla 50% de madurez sexual, se estimó en 37,47 cm para el sector Coquimbo-Constitución, 35,13 cm entre Constitución y Canal Chacao y en 36,70 cm, para el área total.



- 6) La pesca de identificación de merluza común, consignó como fauna acompañante el equivalente al 15% de la captura total, la que estuvo compuesta por 61 especies. La de mayor importancia relativa fue el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*), que representó el 19% de la captura de fauna acompañante y el 2,9% de la captura total, posición que alcanza por primera vez desde la década del 80. Secundariamente, se localizó un grupo heterogéneo de especies compuesto por merluza de cola, pejegallo, raya volantín y jibia, que contribuyeron con niveles del 6,5 a 8,4% de la captura de fauna acompañante y del 1 y 1,3% de la captura total.
- 7) Las condiciones oceanográficas presentes en el área de prospección mostró un predominio de aguas frías, situación que se acentuó hacia el sector sur, producto del ascenso de la isoterma de 11 °C, generando un gradiente superficial latitudinal cercano a 2,5 °C. La distribución de merluza común, estuvo asociada a la presencia de Aguas Subantárticas y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales y a la plataforma y talud continental. La distribución de la salinidad, presenta una variación latitudinal, originada por la mezcla de aguas continentales, efecto que se hace más evidente al sur de la latitud 36° S. La distribución del oxígeno disuelto, muestra un estrato superficial oxigenado y, bajo los 150 metros se presentaron concentraciones bajas de oxígeno asociada a la intrusión de aguas ecuatoriales subsuperficiales.
- 8) La distribución de huevos de merluza común abarcó latitudinalmente la mayor parte de la zona de estudio, identificándose dos sectores de mayor concentración: el primero localizado entre punta Maitencillo (32°40'S) y punta Achira (36°10'S); y, el segundo, localizado al sur de Corral (41°10'S), caracterizándose ambos por sus bajas densidades, manteniendo la tendencia observada a partir de 1999, año donde las densidades alcanzan sólo el 50% de lo observado en los estudios de los años 1995 y 1997. En lo que se refiere a las



larvas de merluza común, se estimó una densidad total de 35 larvas/10 m², valor que se puede considerar alto en comparación con lo estimado en los años previos, pero manteniéndose muy por debajo de lo observado en 1997, cuando la densidad se estimó en 217 larvas/10 m².



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL	5
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. METODOLOGÍAS	7
4.1 Período y área de estudio	7
4.2 Embarcación y equipos	8
4.3 Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio	10
4.3.1 Sistema de ecointegración	10
4.3.2 Muestreo acústico	11
4.4 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación	21
4.4.1 Trabajo a bordo	21
4.4.2 Análisis de laboratorio	21
4.5 Estimar 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	25
	v



4.5.1	Muestreos -----	25
4.5.2	Procedimiento de muestras a bordo -----	25
4.5.3	Abundancia (Nº) por edad y sexo -----	27
4.6	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio -----	32
4.6.1	Muestreo de fauna acompañante -----	33
4.6.2	Análisis de la fauna acompañante -----	34
4.7	Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio -----	37
4.7.1	Oceanografía física -----	37
4.7.2	Ictioplancton -----	40
4.7.3	Análisis de la asociación entre la distribución espacial y batimétrica de la merluza común y las condiciones biooceanográficas -----	48
4.8	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común -----	52
5.	RESULTADOS -----	55
5.1	Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio -----	55
5.1.1	Calibración del sistema de eointegración -----	55
5.1.2	Comportamiento de la red de arrastre -----	55
5.1.3	Biomasa y abundancia de merluza común -----	56
5.1.4	Abundancia (Nº) de merluza común -----	57
5.1.5	Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común -----	58
5.2	Estimar la composición de edad, de tallas y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica -----	60
5.2.1	Estructura de edades del stock -----	60
5.2.2	Estructura de tallas de merluza común -----	61



5.3	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación -----	66
5.3.1	Índice gonadosomático (IGS) -----	66
5.3.2	Estadios de madurez sexual (EMS) -----	67
5.3.3	Valores del IGS en relación al EMS -----	69
5.3.4	Talla 50% de madurez sexual -----	69
5.3.5	Fecundidad -----	70
5.4	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio -----	71
5.4.1	Clasificación de especies -----	71
5.4.2	Importancia relativa -----	71
5.4.3	Estructura de tallas por especie -----	74
5.5	Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio -----	77
5.5.1	Oceanografía -----	77
5.5.2	Ictioplancton -----	96
5.5.3	Rangos de variables ambientales y distribución espacial de la merluza común -----	103
5.5.4	Rangos ambientales de preferencia para merluza común -----	109
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común -----	113
6.	DISCUSIÓN -----	117
7.	CONCLUSIONES -----	123
8.	BIBLIOGRAFÍA -----	127

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

ANEXO 1. Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas

ANEXO 2. Personal participante



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Zona de estudio merluza común
- Figura 2. Frecuencia de lances de pesca de arrastre de fondo por estrato de profundidad, de la flota industrial arrastrera que opera en la zona centro sur de Chile (29° L. S. - 42° L. S.), período 1997 - 1999.
- Figura 3. Red de arrastre de fondo
- Figura 4. Distribución de las transectas acústicas y lances de pesca de reconocimiento.
- Figura 5. Posición de las estaciones y transectas de muestreo en el área de estudio.
- Figura 6. Descriptores de un cardumen.
- Figura 7. Distribución espacial del stock de merluza común.
- Figura 8. Abundancia por grupos de edad de merluza común, crucero de Evaluación, Julio - Agosto, 2001 e intervalo de confianza en base a dos desviaciones estándar.
- Figura 9. Distribución de frecuencia de longitud de machos de merluza común por zona latitudinal, julio y agosto de 2001.
- Figura 10. Distribución de frecuencia de longitud de hembras de merluza común por zona latitudinal, julio y agosto de 2001.
- Figura 11. Distribución de frecuencia de longitud, machos de merluza común por es trato de profundidad. Julio y agosto, 2001.
- Figura 12. Distribución de frecuencia de longitud, hembras de merluza común por es trato de profundidad. Julio y agosto, 2001.



- Figura 13. Proporción sexual de las capturas de merluza común por zona latitudinal y estrato de profundidad. Evaluación directa de la abundancia. Julio y agosto 2001.
- Figura 14. Valores promedio del índice gonadosomático más la desviación estándar en la merluza común *Merluccius gayi gayi* por zona de pesca.
- Figura 15. Frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en el área total de pesca.
- Figura 16. (A) Porcentaje de los estadios de madurez sexual de merluza común por subzona.
(B) Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en la merluza común..
- Figura 17. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total para las cuatro zonas de pesca.
- Figura 18. Valor del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza común, *Merluccius gayi gayi*, en el área total de pesca.
- Figura 19. (A-D) Relación entre la fecundidad modal con el peso y longitud del pez
(E-F) Relación entre la fecundidad relativa con el peso y longitud del pez
(G) Relación entre la fecundidad relativa por peso y la edad del pez.
- Figura 20. Distribución de frecuencia de longitud de las principales especies que conformaron la fauna acompañante.
- Figura 21. Distribución horizontal de : (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ) y (d) oxígeno disuelto, en el estrato de 5 m de profundidad.



- Figura 22. Imágenes satelitales de la distribución espacial de la temperatura superficial del mar durante el periodo de estudio.
- Figura 23. Distribución horizontal de : (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ) y (d) oxígeno disuelto, en el estrato de 50 m de profundidad.
- Figura 24. Distribución horizontal de : (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ) y (d) oxígeno disuelto, en el estrato de 100 m de profundidad.
- Figura 25. Distribución horizontal de : (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ) y (d) oxígeno disuelto, en el estrato de 200 m de profundidad.
- Figura 26. Distribución vertical de : (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ) y (d) oxígeno disuelto, en la transecta longitudinal oceánica.
- Figura 27. Distribución vertical de : (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ) y (d) oxígeno disuelto, en la transecta longitudinal costera.
- Figura 28. Perfiles verticales promedio de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para las transectas 1 a la 13 (panel superior) y transectas 14 a la 26 (panel inferior).
- Figura 29. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para las transectas 1 a la 13 (panel superior) y transectas 14 a la 26 (panel inferior).
- Figura 30. Perfiles verticales promedio de densidad (sigma-t) para transectas 1 a la 13 (panel superior) y transectas 14 a la 26 (panel inferior).
- Figura 31. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml l^{-1}) para transectas 1 a 13 (panel superior) y transectas 14 a 26 (panel inferior).



- Figura 32. Diagramas TS para : (a) Zona 1, (b) Zona 2, (c) Zona 3 y (d) Zona 4.
- Figura 33. Distribución y abundancia de huevos de merluza común. Cruceros de invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 34. Distribución y abundancia de larvas de merluza común. Cruceros de invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 35. Distribución de las estaciones estratificadas.
- Figura 36. Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza a diferentes estratos de profundidad.
- Figura 37. Abundancia total de huevos y larvas de *M. Gayi* por estrato de profundidad.
- Figura 38. Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica (a), biomasa promedio con respecto a la distancia de la costa (b) y promedio móvil de la biomasa con respecto a la latitud (c).
- Figura 39. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica en invierno de los años (a) 1993, (b) 1995, (c) 1997, (d) 1999, (e) 2000 y (f) 2001. (mal/Zoo/1000m*3).
- Figura 40. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica en los diferentes estratos de profundidad.
- Figura 41. Abundancia total de la biomasa zooplanctónica en cada estrato de profundidad.
- Figura 42. Comparación entre el índice de abundancia larval, biomasa total estimada por hidroacústica y biomasa parental cuantificada por ASP, para el stock de merluza común de la zona centro sur de Chile, 1993/00.



- Figura 43. Histograma de rangos de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y (b) salinidad (psu), en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen).
- Figura 44. Histograma de rangos de a) densidad (σ_t) y (b) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen). Se integra tanto el área total como las subzonas al interior de la región prospectada.
- Figura 45. Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común transformada ($\log x+1$) y: a) Prof. De ecosonda (m), b) Prof. media de cardumen (m), Prof. capa de mezcla (m), d) Prof. base termoclina (m) y e) Prof. mínima de oxígeno (m).
- Figura 45. (continuación). Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común y las variables oceanográficas superficiales (estrato 5 m): f) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), g) Salinidad (psu), h) Densidad (σ_t) e i) Oxígeno disuelto (ml l^{-1}).
- Figura 45 (continuación). Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común y las variables oceanográficas medidas a la profundidad media del cardumen: j) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), k) Salinidad (psu), l) Densidad (σ_t) y m) Oxígeno disuelto (ml l^{-1}).
- Figura 46. Relaciones entre las variables oceanográficas a la profundidad superior (panel izquierdo) e inferior (panel derecho) de las agregaciones de merluza común respecto del valor promedio entre esas profundidades.
- Figura 47. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la temperatura promedio a la profundidad de la agregación (T_{prom}), la latitud (lat) y la profundidad de la agregación (Z_p).



- Figura 48. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la temperatura promedio a la profundidad de la agregación (T_{prom}) y la latitud (lat).
- Figura 49. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la densidad promedio del agua de mar a la profundidad de la agregación (D_{prom}), la latitud (lat) y la altura de la agregación (h_{agre}).
- Figura 50. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la salinidad promedio a la profundidad de la agregación (S_{prom}), el oxígeno disuelto promedio a la profundidad de la agregación (O_{prom}) y la latitud (lat).
- Figura 51. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la temperatura (T_{prom}), la salinidad (S_{prom}), el oxígeno disuelto promedio a la profundidad de la agregación (O_{prom}) y la latitud (lat).
- Figura 52. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable temperatura (FRAT) y la variable (temperatura* densidad) de merluza común (FRATMC) por zonas (a-d) y agrupando todas las estaciones (e).
- Figura 53. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable salinidad (FRAS) y la variable (salinidad* densidad) de merluza común (FRASMC) por zonas (a-d) y agrupando todas las estaciones (e).
- Figura 54. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable oxígeno disuelto (FRAO) y la variable (oxígeno disuelto* densidad) de merluza común (FRAOMC) por zonas (a-d) y agrupando todas las estaciones (e).
- Figura 55. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable temperatura (FRAT) y la variable (temperatura* densidad) de merluza



común (FRATMC) por estratos: (a) entre superficie y 100 m, (b) entre 100 y 300 m y (c) mayor a 300 m de profundidad.

Figura 56. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable salinidad (FRAS) y la variable (salinidad* densidad) de merluza común (FRASMC) por estratos: (a) entre superficie y 100 m, (b) entre 100 y 300 m y (c) mayor a 300 m de profundidad.

Figura 57. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable oxígeno disuelto (FRAO) y la variable (oxígeno disuelto*densidad) de merluza común (FRAOMC) por estratos: (a) entre superficie y 100 m, (b) entre 100 y 300 m y (c) mayor a 300 m de profundidad.

Figura 58. Distribución de frecuencia de los descriptores de las agregaciones de merluza común.

Figura 59. Distribución de frecuencia de energía retrodispersada (S_a) de cardúmenes(densidad)

Figura 60. Distribución de frecuencia relativa acumulada de profundidad de cardúmenes y profundidad por densidad.

Figura 61. Planos factoriales formado por los componentes principales.



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Calibración del sistema de ecointegración.
- Tabla 2. Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común.
- Tabla 3. Varianza y coeficientes de variación de los estimadores de biomasa total.
- Tabla 4. Estimados de biomasa, coeficiente de variación (CV) y densidad promedio por subzona (método geoestadístico).
- Tabla 5. Abundancia de merluza común estimada por subzona Crucero de Evaluación, julio - agosto 2001.
- Tabla 6. Biomasa y abundancia estimada en los Cruceros de Evaluación de merluza común en los años 1995; 1997; 1999; 2000 y 2001.
- Tabla 7. Parámetros de los variogramas de la distribución de la merluza común.
- Tabla 8. Clave edad-talla de merluza común machos. Crucero Abate Molina, julio - agosto 2001.
- Tabla 9. Clave edad-talla de merluza común hembras. Crucero Abate Molina, julio - agosto 2001.
- Tabla 10. Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común, crucero de evaluación, julio - agosto del 2001.
- Tabla 11. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero Abate Molina, zona 1, 2001.



- Tabla 12. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero Abate Molina, zona 2, 2001.
- Tabla 13. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero Abate Molina, zona 3, 2001.
- Tabla 14. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero Abate Molina, zona 4, 2001.
- Tabla 15. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, crucero Abate Molina, zona 1, 2001.
- Tabla 16. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, crucero Abate Molina, zona 2, 2001.
- Tabla 17. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, crucero Abate Molina, zona 3, 2001.
- Tabla 18. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, crucero Abate Molina, zona 4, 2001.
- Tabla 19. 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.
- Tabla 20. 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.
- Tabla 21. 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 2001.
- Tabla 22. 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 2001.

- Tabla 23. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.
- Tabla 24. Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común. Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.
- Tabla 25. Índice larval de Abundancia de merluza común. Invierno 1993/2001.
- Tabla 26. Rangos 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 una de las zonas consideradas en el estudio.
- Tabla 27. Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba el recurso (Pmedia), la profundidad base de la termoclina (PBT), la profundidad de ecosonda (P.ecos.) y la profundidad del mínimo de oxígeno (PMO).
- Tabla 28. Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre la densidad de merluza común (ton/mn^2) y variables ambientales seleccionadas. DMC(log)= densidad de merluza común (transformada por log), Pmedia= prof media del cardumen, P.ecos= prof de ecosonda, TPM= temperatura a la prof media del cardumen, SPM= salinidad a la prof media del cardumen, OXPM= oxígeno disuelto a la prof media del cardumen, DPM= densidad a la prof media del cardumen, TS= temperatura estrato superficial del mar, SS= salinidad estrato superficial del mar, DS= densidad estrato superficial del mar, OXS= oxígeno disuelto estrato superficial, MGT= máximo gradiente térmico, ZMGT= profundidad del máximo gradiente térmico, MGD= máximo gradiente de densidad y ZMGD= profundidad del máximo gradiente de densidad.



- Tabla 29. Estadísticos de los descriptores de las agregaciones de merluza común.
- Tabla 30. Matriz de correlación de los descriptores de las agregaciones de merluza común.
- Tabla 31. Desviación estándar y proporción de la variabilidad explicada por cada componente principal.
- Tabla 32. Factores de carga de cada componente principal.

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas
- Anexo 2. Personal participante por actividad



1. INTRODUCCIÓN

La merluza común (*Merluccius gayi gayi*, Guichenot) presenta una amplia distribución en la costa de Chile (Martínez, 1976) que abarca desde Antofagasta (23°38'S) hasta el canal Cheap (47°08'S). En la actualidad constituye el principal recurso pesquero demersal de Chile, dando lugar a una unidad de pesquería que se extiende desde el límite norte de la cuarta región hasta la latitud 41°28,6'S en la X Región, aunque en el año 2000, por primera vez se registran desembarques comerciales en la III Región (Sernapesca, 2000).

La explotación comercial de la merluza común se inicia en 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 ton; (ii) de fluctuaciones (1962 - 1970) con desembarques que variaron entre 72 mil y un máximo histórico de 128 mil t en 1968; (iii) de declinación (1971 - 1986) donde los desembarques alcanzaron niveles de 30 mil t hacia 1976, que se mantuvieron con poca variación hasta el fin del período y, (iv) de recuperación (1987 – 2001) período donde los desembarques se han duplicado, aumentando de niveles 50 mil t a 110 mil t (Sernapesca, 2000; Subpesca, 2001).

La disminución de los desembarques con posterioridad a 1970, es atribuida por Aguayo y Young (1982) y Aguayo y Robotham (1984) a la conjunción de una serie de factores tales como: la disminución progresiva de los reclutamientos de merluza común; una menor abundancia de sus principales presas como sardina común



(*Strangomera bentincki*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y el aumento de competidores como el jurel. Cubillos y Arancibia (1992), señalan como otra causa en la declinación de los desembarques, la importante disminución en la intensidad de pesca en el período 1971-1980.

La posterior recuperación de los desembarques experimentada por la pesquería a partir de 1987, respondería 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, Payá y Zuleta (1999) también señalan un aumento de la biomasa y abundancia de edades del stock 3+ a partir de 1984, alcanzando un nivel de estabilización en 1986, el cual se ha mantenido con leves fluctuaciones hasta 1999.

Los modelos de evaluación de stock indican un incremento en la biomasa de 250 mil toneladas en el período 1968-1981 a cifras del orden de las 550 mil toneladas en el período 1985-1993; y que a partir de 1994, nuevamente se aprecia un crecimiento en el tamaño del stock alcanzando en 1995 un máximo estimado en 1,2 millones de toneladas, para luego disminuir marginalmente a 950 mil toneladas en 1999 (Payá y Zuleta, 1999). Lo anterior demuestra que, en la actualidad, el stock se ha situado a un nivel de biomasa muy superior a los registros históricos disponibles, de manera bastante estable, no obstante las fluctuaciones propias de recurso.

Las evaluaciones directas (métodos acústicos) del stock de merluza común también han reflejado el aumento del stock señalado precedentemente, según el detalle que se observa en el siguiente cuadro.



Año	Proyecto	Biomasa (t)	Abundancia (N°*1000)
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

El cambio en el nivel del stock también se ha reflejado en los rendimientos de pesca de las embarcaciones que operan en esta pesquería. En efecto, las naves de potencia superior a 1.200 HP, muestran un incremento progresivo en el rendimiento de pesca al pasar de 1,5 t/h en 1983 a valores cercanos a 9 t/h en 1999; mientras que en las embarcaciones de menor potencia (<800 HP), éste ha aumentado de 1 t/h en el período 1982-1990 a 2,1 t/h en 1999 (Tascheri *et al.*, 2000). Lo anterior, sin perjuicio del impacto que ha tenido sobre la efectividad de la operación de pesca, las mejoras tecnológicas en los sistemas de detección y captura de la flota.

El último quinquenio, se ha caracterizado además por la creciente importancia que ha cobrado el subsector artesanal en términos de desembarque, que ha aumentado su aporte de 11 mil t en 1998 a 32,5 mil t en el 2001, incrementando su participación del 13% al 26,7% del desembarque total de merluza común.

La Ley General de Pesca y Acuicultura definió a esta unidad de pesquería en estado de plena explotación. Su manejo se ha caracterizado por mantener controlado el acceso y la aplicación a partir de 1992 de cuotas globales anuales de capturas, que en la actualidad se asignan bajo el sistema de límite máximo de captura por armador .



El establecimiento de las cuotas globales anuales, se fijan considerando las estimaciones de capturas totales permisibles (CTP), que en su proceso de estimación son calibradas con información auxiliar, considerándose gravitante la evaluación directa del stock, pues permite obtener de manera independiente de la pesca antecedentes acerca del tamaño, distribución y características biológicas del stock.

El Consejo de Investigación Pesquera, consideró conveniente contar con información pertinente para evaluar las decisiones relevantes de administración pesquera relacionada con los niveles de explotación permisibles, e incluyó dentro del programa de investigación pesquera del 2001 un proyecto de evaluación directa del stock de merluza común en el área de su pesquería, mediante el uso de métodos acústicos.



2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock de merluza común a través del método hidroacústico, entre el límite norte de la IV Región y el paralelo 41°28,6'L.S del litoral centro-sur.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1** Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.
- 3.2** 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.
- 3.3** Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.
- 3.4** Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio.
- 3.5** Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.
- 3.6** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común.



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....



4. METODOLOGÍAS

4.1 Período y área de estudio

El proyecto se llevó a cabo a partir de la segunda quincena de junio (20-06-2001) con las actividades correspondientes a la preparación del crucero de prospección y hasta el 08 de enero del 2002, fecha programada para la entrega del Pre-informe final. El crucero de prospección se efectuó entre el 11 de julio y 18 de agosto del año 2001.

El área de estudio estuvo comprendida latitudinalmente desde el paralelo 29°10' LS (límite norte de la IV Región) hasta el paralelo 41°28,6' LS (inicio de las Líneas de Base Rectas, en la X Región) y, longitudinalmente, desde una milla de la costa y hasta el veril de los 500 metros de profundidad (Fig. 1).

Dicha área de prospección está fundada, por una parte, en antecedentes relativos a la pesquería, donde se observa que la operación de la flota arrastrera (Fig. 2) se concentra en el área comprendida entre los veriles de 100 y 300 m de profundidad (Tascheri *et al.*, 2001). Por otra parte, resultados de estudios técnicos (Lillo *et al.*, 2001, Payá *et al.*, 1996), señalan que las mayores concentraciones de merluza común se han registrado a profundidades menores a los 400 metros. A lo anterior, se suma el hecho que en 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. Frente a esto, se consideró pertinente considerar al veril de los 500 m como el límite oeste de distribución del recurso, bordeando una distancia que varía entre 5 y 35 millas náuticas de la costa (Fig. 1).



Lo anterior, a modo de aclaración, debido a que en las Bases Especiales del Proyecto, señalaban como área de estudio aquella definida para la unidad de pesquería de la merluza común en la Ley General de Pesca y Acuicultura, es decir, desde el límite norte de la IV Región ($29^{\circ}10'S$) hasta el paralelo $41^{\circ}28,6'S$ y desde la primera milla de la costa hasta una línea imaginaria paralela a la costa ubicada a una distancia de 60 millas náuticas.

Para comparar con los datos históricos, el área de estudio se dividió en cuatro subzonas, las que han sido empleadas en las evaluaciones directas previas de merluza común (Lillo *et al.*, 2001).

Subzona 1	comprendida entre los $29^{\circ}10'$ y los $31^{\circ}24'S$
Subzona 2	comprendida entre los $31^{\circ}25'$ y los $35^{\circ}30'S$
Subzona 3	comprendida entre los $35^{\circ}31'$ y los $38^{\circ}39'S$
Subzona 4	comprendida entre los $38^{\circ}40'$ y los $41^{\circ}28,6'S$

En términos de profundidad se consideraron 5 rangos batimétricos de 100 m cada uno (<100 , 101-200, 201-300, 301-400, 401-500).

4.2 Embarcación y equipos

La embarcación utilizada como plataforma de trabajo fue el B/I "Abate Molina", arrastrero de 43,5 metros de eslora, 426 t de registro grueso y 1400 HP de potencia.



Para la obtención de muestras biológicas se efectuaron lances de pesca, utilizando como elemento de muestreo un sistema de arrastre de fondo, configurado por una red de cuatro paneles de una longitud de relinga de 35,5 m (Fig. 3). El tamaño de malla varió de 150 mm en las alas a 100 mm en el copo, este último con una cubierta interior (calcetín) de 50 mm, con el propósito de disminuir la capacidad selectiva del arte de pesca.

El sistema de ecointegración, estuvo conformado por un ecosonda de 38 KHz y un ecoinTEGRADOR modelo EK500, ambos de marca Simrad y computadores portátiles para el almacenamiento de los datos.

El equipamiento oceanográfico comprendió 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 litros de capacidad y termómetros de inversión. En condiciones de mal tiempo y cuando no se pudo utilizar el muestreador tipo roseta, se usó un perfilador de temperatura y salinidad marca ALEC.

El muestreo del zooplancton dirigido a determinar la distribución espacial y batimétrica de huevos y larvas de merluza común se realizó mediante la utilización de dos tipos de redes: una red Bongo para pescas oblicuas, con un diámetro de boca de 60 centímetros ($0,28 \text{ m}^2$ área de boca) y una longitud total de 250 centímetros, confeccionada con malla sintética de 300 micras de abertura; y otra red WP-2 con sistema de cierre para lances verticales, de tipo cilíndrica cónica con una abertura de boca de 57 cm de diámetro y provista también con una malla de 300 μm . Ambas redes fueron complementadas en sus respectivas bocas, con medidores de flujo marca TSK.



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....



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

4.3.1 Sistema de ecointegración

Durante la etapa de preparación del crucero, el sistema de ecointegración fue calibrado en la bahía de Valparaíso el 28 de junio del 2001, de acuerdo al procedimiento establecido al respecto por su fabricante (Simrad, 1991). Este consiste en ubicar un blanco de referencia (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) cuya fuerza de blanco es conocida en el haz acústico, luego se efectúan mediciones de su fuerza de blanco y son comparadas con el valor conocido. Si hubiera diferencias entre ambos valores, procede a ajustar los controles de ganancia del sistema EK 500 de manera que las mediciones acústicas sean comparables.

El proceso de medición de la fuerza de blanco (TS) del sistema de ecointegración (S_a), se realizó 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, TS_m y TS_b , corresponden a las intensidades medidas y teóricas del blanco de referencia.

El ajuste de las ganancias de ecointegración (S_a), se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:



$$G_l = G_0 + \frac{10 * \log \frac{Sa_m}{Sa_t}}{2}$$

donde Sa_m y Sa_t , representan las unidades de ecointegración medidas y teóricas del blanco estándar, siendo:

$$Sa_{(t)} = \frac{4 * p * \Phi_{bs} * (1852)^2}{y * r^2}$$

donde:

- Φ_{bs} = sección dispersante de la esfera
- r = profundidad de la esfera (m)
- Y = ángulo equivalente del haz acústico
- Sa_t = Sa teóricos del blanco estándar
- Sa_m = Sa medidos del blanco estándar

4.3.2 Muestreo acústico

4.3.2.1 Diseño de muestreo

La merluza común habita preferentemente sobre la plataforma continental, cercana al fondo durante el día y a mediana durante la noche (Vestnes *et al.*, 1964; Avilés *et al.*, 1979; Lillo *et al.*, 2001), siendo esta última característica la que accesible a este recurso a los equipos de evaluación acústica.

Se aplicó un diseño de muestreo de tipo sistemático, considerado como el más adecuado para estudios de estimación de la abundancia, precisión y distribución



espacial de un recurso (Simmonds y Fryer, 1996; MacLennan y Simmonds, 1992; Petitgas, 1991; Vignaux, 1996).

El muestreo acústico se realizó mediante transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular a la costa, con una distancia entre ellas de 10 millas náuticas (Fig. 4). Las transectas se desarrollaron en los períodos de oscuridad que median entre el ocaso y orto del sol.

Los datos acústicos, densidad acústica, intensidad de blanco (TS) y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera georreferenciada en forma continua durante las transectas, discretizándose en intervalos básicos de muestreo (I.B.M) de 1 milla náutica.

4.3.2.2 Identificación de los ecotrazos de merluza común

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza común, se realizó mediante la inspección de los ecogramas, conjuntamente con los datos provenientes de los 141 lances de pesca de identificación. La red de arrastre de fondo, registró un desarrollo vertical en el centro de su boca de 4,2 m y abertura horizontal o distancia entre punta de alas que fluctuó entre 19 y 22 m.

La asignación de las unidades de ecointegración se realizó mediante la expresión propuesta por Nakken y Dommasnes (1975) y Bodholt (1991), la cual plantea que la contribución de especie (E_i) a las unidades de ecointegración (E_m), es proporcional a su aporte en la captura (w_i) y su coeficiente de dispersión acústica (σ_i):

$$E_i = \frac{w_i * \bar{\sigma}_i * E_m}{\sum (w_j * \bar{\sigma}_j)}$$



4.3.2.3 Estimación de la fuerza de blanco (TS)

Durante los lances de pesca y transectas, se realizaron mediciones de fuerza de blanco (TS) de la merluza común, con el fin de actualizar las estimaciones de la constante de ecointegración (\hat{C}_b). Luego de una inspección de los datos, se observó que el número de datos positivos era bastante bajo, situación que imposibilitó obtener resultados consistentes.

La causa de lo anterior es atribuible a aspectos físicos relacionados con la transmisión del sonido y la profundidad de distribución del recurso. La merluza común que se localiza preferentemente a profundidades mayores a 100 metros, operando con un transductor alojado en el casco de la embarcación y la relativamente alta densidad del recurso, impide que esta sea registrado como blanco resuelto, condición básica para este tipo de mediciones, lo que redundaría en que el mayor número de registros correspondan a blancos múltiples, y en consecuencia cualquier estimación de fuerza de blanco estaría sesgada.

Debido a lo anterior y de conformidad con lo planteado en la propuesta técnica, se optó por estimar la fuerza de blanco de la merluza común, utilizando la relación descrita para esta especie (Lillo *et al.*, 1996) y utilizada en evaluaciones anteriores efectuadas de este recurso (Lillo *et al.*, 1998, 1999, 2001):

$$TS = 20 \cdot \log(L) - 68,1 \text{ (dB)}$$

Esta relación es similar a la obtenida para la merluza del cabo (*Merluccius capensis*) (Svelingen and Ona, 1999) y utilizada en las evaluaciones acústicas en la costa de África.



4.3.2.4 Estimación del coeficiente de ecointegración

La constante de ecointegración \hat{C}_b se estimó mediante la ecuación propuesta por Bodholt (1991):

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

donde:

- \hat{C}_b = constante de ecointegración ($t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$ ref. 1 Sa)
- \bar{w} = peso promedio de la merluza común (kg)
- TS = fuerza de blanco promedio de la merluza común (db)
- Sa = unidades de ecointegración.

4.3.2.5 Estimación de la biomasa de merluza común

La biomasa (\hat{B}) se estimó mediante dos tipos de estimadores, uno de estadística tradicional (estimador de razón) y el otro utilizando técnicas geoestadísticas.

a) Estimador de razón

La biomasa (\hat{B}) se estimó como:

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

donde \hat{A} representa el área de estudio y \hat{C}_b el coeficiente de ecointegración.



La razón (\hat{R}), equivale a las lecturas acústicas promedios por intervalo básico de muestreo y se estima como:

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

donde:

- n = número de transectas en la muestra
- x_i = densidad de la transecta i-ésima
- y_i = número de I.B.M en la transecta i-ésima

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

$$\hat{V}(\hat{B}) = \hat{C}_b^2 * \hat{A}^2 * \hat{V}_i(\hat{R})$$

Los estimadores de la varianza de la razón $\hat{V}_i(\hat{R})$ utilizados fueron:

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

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



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:

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

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

El intervalo de confianza (1- α) para la biomasa, se estima por la expresión:

b) Método 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 \hat{Z}_v^* es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de \hat{Z}_v^* se puede estimar como la media aritmética de los datos de Sa (Z_x) por intervalo básico de muestreo.

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

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

donde \hat{A} representa el área de estudio y \hat{C}_b el coeficiente de ecointegración.

La estimación de la varianza de la biomasa por el método geoestadístico se efectúa como:

$$\hat{V}(\hat{B}) = \hat{A}^2 * \hat{V}(\hat{Z}_v^*) * \hat{C}_b^2$$

La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), que aplica los principios de variables regionalizadas ó geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\hat{V}(Z_v^*) = 2\bar{g}(S,V) - \bar{g}(V,V) - \bar{g}(S,S)$$



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

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

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

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio, α y β los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.

La varianza $\hat{V}(Z_v)$ depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: **a)** la geometría del campo para $\bar{g}(V, V)$, **b)** de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S, S)$ y **c)** de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S, V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1993). Para la obtención de los estimadores geoestadísticos, se utilizarán los programas computacionales GEOEAS (Englund and Spark, 1988) y EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).



Las estimaciones para la biomasa y su varianza considerando cada subzona como un estrato se estimaron como Rivoirad *et al.* (2000).

$$\hat{B}_t = \sum_j \hat{B}_j$$

$$V(\hat{B}_t) = \sum \frac{A_j^2}{A_t^2} * V(\hat{B}_j)$$

Donde \hat{B}_t y \hat{B}_j ; $V(\hat{B}_j)$; A , A_j , representan la biomasa, varianza de la biomasa y área, total y en cada subzona considerada, respectivamente.

4.3.2.6 Estimación de la abundancia (Nº) de merluza común

El procedimiento a utilizar, corresponde al que habitualmente se emplea en las evaluaciones indirectas que se realizan mediante el método de análisis secuencial de poblaciones (ASP) (Payá y Zuleta, 1999).

En una primera etapa se estimó el peso total de la muestra sobre la base de la adición de los pesos de cada intervalo de longitud mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$

donde:

- W_j : peso del intervalo de la clase "j" en la muestra
- f_j : número de individuos de la muestra perteneciente al intervalo "j"
- L_j : marca de clase del intervalo "j"
- a y b : coeficiente de la relación peso - longitud.



Con lo anterior se posibilita la segunda etapa, cual es el cálculo de la abundancia empleando:

$$N_t = \left(\sum_j^n f_j / \sum_j^n W_j \right) B_h$$

donde:

N_t : Número total de individuos presente en la zona.

B_h : Biomasa (t) presente en la zona estimada por el método acústico.

El número total de individuos presentes en la zona por intervalo de longitud se estima como:

$$N_j = \left(f_j / \sum_j^n f_j \right) N_t$$

4.3.2.7 Distribución espacial de la merluza común

La distribución espacial de la merluza común en el área prospectada, se presenta como una carta de contornos, en donde se representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las áreas de mayor concentración del recurso (MacLennan y Simmonds, 1991).



El mapeo se realizó mediante el software Surfer6 (Kleckner, 1996), considerando aspectos relacionados con técnicas de geoestadística, como es el uso de los semivariogramas herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales y sus características tales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Pelletier y Parma, 1992; Maravelias *et al.*, 1996; Maynou *et al.*, 1998).

4.4 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.

4.4.1 Muestreo a bordo

De las capturas provenientes de los lances de pesca de identificación, se muestreó un total de 2.392 ejemplares de merluza común hembras, registrándose a cada ejemplar la longitud total y el peso del cuerpo con una balanza de precisión de 10 g. Las gónadas fueron extraídas y fijadas en formalina 10% tamponada (Hunter, 1985) para el estudio de los aspectos reproductivos.

4.4.2 Análisis de laboratorio

a) Estadios de madurez sexual

En el laboratorio se determinó el estadio de madurez sexual de acuerdo a las características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo en formalina. Los trozos de gónada se disgregaron para medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados y determinar la presencia



de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de algún grado de reabsorción. La escala apreciativa que se aplicó correspondió a la propuesta por Balbontín y Fischer (1981) y consta de los siguientes estadios (EMS): (1) Virginal; (2) Inmaduro; (3) En maduración; (3A) En maduración, desove parcial reciente; (4) Maduro; (5) En regresión. Cada uno de los estadios se pudo caracterizar de acuerdo al diámetro de los ovocitos, junto con las características macroscópicas del ovario.

El pesaje de las gónadas se efectuó con una balanza de 0,1 g de precisión y se calculó el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) menos el peso de la gónada acuerdo a la relación:

$$IGS = \frac{PG}{PC - PG} \cdot 100$$

Con esta información se estimó, para las cuatro subzonas en que se dividió el área de estudio, el EMS según la talla de las hembras y el IGS promedio de acuerdo al EMS. Para determinar si las distribuciones de frecuencia de los EMS presentaban alguna diferencia entre las cuatro subzonas de pesca, se aplicó una dócima de heterogeneidad generalizada, basada en la bondad del ajuste de una distribución chi-cuadrado, con un nivel de significancia de alfa igual 0,05 (Miranda, 1998; González y Miranda, 1999). Los IGS de las zonas de pesca se compararon mediante un análisis de varianza de un factor (Zar, 1999).

b) Ojiva de madurez y talla al 50%



Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideraron los peces correspondientes a los EMS 1 y 2 como sexualmente inmaduros, y como maduros aquellos caracterizados en EMS 3, 3a, 4 y 5. Además, se consideraron maduros a ejemplares clasificados como EMS 2, cuando los ovarios ya habían iniciado el proceso de vitelogénesis. La estimación de la talla 50% de madurez y de la ojiva de madurez se efectuó mediante el ajuste por métodos no lineales a una función logística de la fracción de individuos maduros en función de la talla ($P(LT)$) y la longitud total (LT), mediante expresión:

$$P(LT) = \frac{1}{[1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)]}$$

c) Fecundidad Modal

Para la determinación de fecundidad modal, se utilizaron ovarios mantenidos en líquido de Gilson, seleccionándose los sexualmente maduros y de preferencia con ovocitos hidratados, pero sin indicios de haber iniciado el proceso de desove. La ventaja de utilizar ovocitos hidratados, es la facilidad con que esta moda representativa de la fecundidad de camada se separa por el gran diámetro de sus ovocitos. En el caso de los ovarios que no estaban hidratados, se seleccionaron gónadas en avanzado estado de vitelogénesis (EMS 3 y 4), con ovocitos sobre 0,7 mm de diámetro, separándose la moda de ovocitos vitelínicos mediante el método de Battacharya (Gayani *et al.*, 1985). Esta última opción involucra la medición del diámetro de ovocitos presentes en una submuestra lo que se realizó bajo un microscopio estereoscópico.



Para estimar la fecundidad, el área de estudio fue dividido en dos sectores, uno norte que incorporaba las subzonas 1 y 2 (29°10'S-35°30'S) y otro sur, que incluía las subzonas 3 y 4 (35°31'S-41°28,6'S). El número de gónadas consideradas para fecundidad fue de 79 en el subsector norte y 96 en el sector sur, habiéndose eliminado previamente 12 y 5 muestras ya procesadas en las áreas norte y sur, respectivamente, las que correspondieron a hembras con ovocitos hidratados en que parte de los ovocitos habían sido expulsados. Hubo cuatro casos que se consideraron atípicos (outliers), atribuyéndose a problemas de procesamiento de las muestras o a errores en el registro de los datos. De acuerdo a resultados obtenidos en trabajos previos (Balbontín & Bravo, 1993b), 100 ovarios corresponde a un número adecuado para la estimación de la fecundidad.

Para la cuantificación de los ovocitos, a los ovarios en líquido de Gilson se les removi6 la membrana que los envuelve y se separaron los ovocitos mediante un chorro de agua. El número de ovocitos presentes en el ovario se determin6 mediante un submuestreador consistente en una vasija rotatoria, que posee 16 c6maras iguales en el fondo, la que ha sido especialmente dise6ada con este fin. La fecundidad fue igual al número de ovocitos presente en la submuestra, multiplicado por la fracci6n correspondiente a la submuestra y tomando en cuenta el peso de los ovarios:

$$F = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i \cdot f}{PO_i} \right) \cdot PG$$



Las determinaciones de fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras. La fecundidad modal de las muestras obtenidas en los sectores norte y sur, se compararon mediante un análisis de covarianza.



4.5 Estimar 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.

4.5.1 Muestreos

Durante el crucero se efectuaron 141 lances de pesca, pero sólo en 132 de ellos se capturó merluza común y en consecuencia de dichos lances se obtuvieron las muestras para caracterizar la distribución de tallas del stock.

En cada lance de pesca se realizaron los siguiente muestreos:

Muestreo de longitudes: Se midió la longitud total de cada ejemplar de la muestra con una precisión de 1 cm y se determinó el sexo. Se muestrearon 31.712 ejemplares, 20.306 machos y 11.406 hembras.

Muestreo biológico-específico: Se extrajeron los otolitos y se midió la longitud total de los ejemplares, su peso total y eviscerado, además se registró el estado de madurez sexual macroscópico según los criterios descritos por Balbontín y Fischer (1981) de 3.538 ejemplares, 2.287 machos y 1.251 hembras. Lo anterior con el fin de obtener las relaciones entre longitud y peso de los ejemplares por sexo y la estructura de edades del stock.

4.5.2 Procedimiento de muestreo a bordo



Una vez que la captura era depositada sobre el patio de pesca, se tomaron muestras de merluza común de la parte anterior, central y posterior, procediéndose a llenar 10 cajas plásticas de un volumen aproximado de 42 litros cada una y de un peso promedio de 2,1 Kg. Las cajas llenas fueron pesadas en una balanza romana con precisión de 5 gr. El resto de la captura de merluza común, fue puesta en cajas del mismo tipo, contabilizadas y devueltas al mar.

De las 10 cajas llenas, se seleccionaron 6 cajas (las dos primeras, dos intermedias y las dos últimas) y al total de ejemplares contenido en cuatro de ellas, se les efectuó el muestreo de longitudes. Los ejemplares contenidos en las dos cajas restantes fueron utilizados para el muestreo biológico específico, debido a que este 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 de excepción en que la captura fue equivalente al contenido de entre 6 a 10 cajas, se realizó un muestreo del total de la captura siguiendo el procedimiento descrito. En las ocasiones excepcionales en que fue inferior a 6 cajas, se privilegió el muestreo biológico específico, registrando en cualquier caso, la longitud total por sexo de todos los ejemplares de la captura.

El procedimiento anterior consideró además optimizar el tiempo de manipulación de la captura y los aspectos señalados por Gunderson (1993) y Westrheim (1967) en orden de prevenir problemas de representatividad de muestreo.



4.5.3 Abundancia (N°) por edad y sexo

4.5.3.1 Clave talla - edad

La claves edad - talla es una matriz que permite clasificar los individuos según su grupo de edad (GE), y calcular además la probabilidad de pertenencia para los diferentes rangos de talla.

La asignación de cada GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo año (clase anual); corresponde a un número entero de años y se basa en el número de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se aplicó como fecha arbitraria de nacimiento para el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al año de la captura el GE asignado.

La clave edad - talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

$$q_{ij} = n_{ij} / n_j$$

donde:

i : grupo de edad

j : longitud total del pez

q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado

n_{ij} : número de individuos de edad "i" con longitud "j"

n_j : número total de individuos de longitud j.



4.5.3.2 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), son asignados a las diferentes edades según la clave talla – edad , construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados en el crucero de prospección. Esta clave, indica la probabilidad de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades.

El número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de talla se estima como:

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

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

donde:

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

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.



Considerando la proporción (P_i) con que participa cada GE, puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

$$P_i = \sum_{j=1}^L l_j q_{ij}$$
$$\hat{V}(P_i) = \sum_{j=1}^L \left(\frac{l_j^2 q_{ij} (1 - q_{ij})}{n_j - 1} + \frac{l_j (q_{ij} - P_i)^2}{N} \right)$$

donde:

- l_j : Proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N : Tamaño de la muestra de longitudes
- n_j : Tamaño de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} : Proporción de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L : Número de estratos de longitud.

El primer término de la expresión entre paréntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud. Estas últimas expresiones permiten calcular, además de la proporción con que participa cada GE, la varianza con que contribuye cada uno de los grupos.

4.5.3.3 Estimación de pesos promedios por grupos de edad

La estimación del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistemático, que se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar & Ricker, 1968 y, posteriormente, Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando métodos 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 metodología de Pienaar & 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 está 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 función de W , $\Psi(L)$, es:

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

donde el número de términos dependerá del exponente b .

4.5.3.4 Distribuciones espacial y batimétrica de la estructura de tallas

Las distribuciones de frecuencia de longitud se trabajaron por zonas de pesca y estratos de profundidad, según el siguiente detalle:

- zona 1 (29°10' - 31°24')
- zona 2 (31°25' - 35°30')
- zona 3 (35°31' - 38°39')
- zona 4 (38°40' - 41°29')
- 5 estratos de profundidad (<100 m, 100-200 m, 200-300 m, 300-400 m y 400-500 m).



4.5.3.5 Estimación de la composición de longitudes por sexo de la captura

La captura en número a la talla por sexo y estrato latitudinal o veril de profundidad, requiere de la estimación de la proporción sexual en la captura. Para este fin se debe primero estimar la proporción sexual en peso a partir del muestreo de longitud de cada lance de pesca, lo que requiere de la estimación del peso medio por sexo de la muestra de longitud de cada lance, estimado a través de un promedio ponderado de las clases de talla del lance:

$$\sum_{t=1}^{\max} \bar{w}_{sl} = a_z L_{ts}^{b_z} \cdot q_{sl}$$

Notación:

- t : clase de talla
- s : sexo del ejemplar
- l : lance de pesca
- z : zona o veril de profundidad
- n : número de ejemplares en la zona z , de sexo s , del lance l y de clase de talla t .
- q_{lz} : proporción a la talla para un lance de pesca en el estrato z

La proporción sexual del lance para un sexo determinado es entonces:

$$P_{sl} = \frac{\sum_{t=\min}^{\max} \bar{w}_{sl} n_{tsl}}{2 \sum_{S=1}^{\max} \sum_{t=1}^{\max} \bar{w}_{sl} n_{tsl}}$$



La descomposición de la captura por sexo se realiza según:

$$C_{sl} = p_{sl} C_l$$

A partir de las estimaciones anteriores se estima la captura en número a la talla para un lance en el estrato z:

$$N_{slt} = \frac{C_{sl}}{\sum_{t=\min}^{\max} w_{sl} n_{tsl}} q_{lst}$$

De este modo, la captura en número a la talla de merluza común por estrato, se obtuvo por medio de una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance realizado en ese estrato, empleándose como factor de ponderación la captura por sexo de cada lance. Para evitar distorsiones producto de captura diferencial entre estratos, la representación por estrato se efectuó mediante distribuciones relativas, es decir corresponde a la proporción a la talla por estrato de latitud o profundidad y sexo.

4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio

En este objetivo se procedió, por una parte a estimar la proporción en la captura del crucero 2001 de los diferentes componentes de la fauna acompañante; y por otra, a describir las estructuras de longitud de las principales especies de la fauna acompañante.



4.6.1 Muestreo de fauna acompañante

La unidad muestral fue el lance de pesca y los datos básicos considerados fueron la captura por especie (kg) y los identificadores del lance (posición, hora, fecha, número).

El procedimiento de muestreo de fauna acompañante fue el siguiente:

En cada lance de pesca, 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 utilizando las mismas bandejas.

Aquellas componentes de la fauna, que debido a sus proporciones (muy pequeñas o demasiado grandes), presentaban dificultades para su manejo, fueron separadas y pesadas individualmente.

En aquellos lances excepcionales, en que la captura de fauna acompañante excedió la de merluza común, se llenaron un total de diez cajas de 42 litros, las que fueron pesadas y su contenido fue posteriormente separado y pesado por especie. El resto de la captura fue devuelta al mar utilizando el mismo tipo de bandeja, contabilizándose su número. La captura en peso de cada especie por lance, se obtuvo por el cociente entre el peso en la submuestra y la captura.

Se midió la longitud total (u horquilla) de las principales especies de la fauna acompañante, considerándose con particular interés aquellas especies que constituyen recursos pesqueros, como, congrio dorado, merluza de cola, jurel, besugo y reineta. Para efectos de la comparación entre años se consideran 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 (1989), Pequeño (1971), Pequeño y D'Ottone (1987), Pequeño y Lamilla (1985), Pequeño (1986), Pequeño y Revuelta (1980), Regan (1930), Sielfeld y Vargas (1992).

4.6.2 Análisis de la fauna acompañante

La selección del diseño de muestreo como el arte de pesca utilizado, han sido establecidos teniendo como especie objetivo la evaluación de la merluza común y no un estudio comunitario. En consecuencia, al emplear los datos obtenidos para efectuar estimaciones globales de la biomasa de la fauna acompañante, existe un alto riesgo de obtener resultados sesgados, razón por la cual se decidió efectuar los análisis con las estimaciones locales (densidad). La cuantificación de la captura por unidad de área de la fauna acompañante, se realizó utilizando la expresión:

$$\overline{CPUA}_i = \frac{\sum_{l=1}^{nli} C_{l,i}}{Ab \cdot \sum_{l=1}^{nli} v_{l,i} \cdot h_{l,i}}$$

donde: CPUA es la captura por unidad de área de una especie cualquiera, componente de la fauna acompañante (kg/km²), Ab es el promedio de la “abertura de las alas” medida mediante sensores, $v_{l,i}$ es la velocidad del barco en el lance l en el estrato i (zona) (km/h) y $h_{l,i}$ la duración del lance (h).



La importancia relativa de los principales componentes de la fauna acompañante de la pesca de merluza común, aquellas especies que representaron una proporción mayor al 1% de la captura total de los cruceros desarrollados en los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000.

Los contrastes realizados consistieron en la comparación multivariada de las entidades de interés, cuyos atributos o variables consistieron en la proporción o CPUE de las especies seleccionadas. Inicialmente, las entidades correspondieron a los 6 cruceros de evaluación, sin distinguir estratos al interior de cada vector de datos y posteriormente se realizó la comparación considerando las 23 entidades (el proyecto FIP 93-03 comprendió sólo tres zonas) que resultan al distinguir al interior de cada crucero, las cuatro macrozonas latitudinales empleadas en la caracterización de la distribución de la abundancia de la merluza común. En la estructuración de los datos base se excluyeron todos los lances en donde el arte de pesca no correspondiera a red de arrastre de fondo, según se indica en la bitácora de cada crucero.

Se comparó los vectores de medias del logaritmo de la CPUE por especie de cada crucero de evaluación, mediante un test de razón de verosimilitud (Manly, 1994)

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

n = número total de observaciones.

p = número de variables.

m = número 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 expresión:

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

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

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

- x_{ijk} = valor de la variable X_k para el individuo i -ésimo en la muestra 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 significancia de la estadística p se realiza por comparación con la distribución chi-cuadrada con $p(m-1)$ grados de libertad.

En una etapa siguiente se efectuó una clasificación de los objetos o entidades comparadas (cruceros o estratos zona-crucero) mediante un análisis de cluster que realiza una aglomeración en pasos sucesivos de estos objetos a partir de una matriz de distancias.



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

El desarrollo del presente objetivo específico dice relación con la entrega de información relativa a: i) las condiciones bioceanográficas (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 abundancia de merluza común en el área y período de estudio.

4.7.1 Oceanografía física

4.7.1.1 Colecta de Información

Durante el desarrollo del crucero se efectuaron 88 estaciones oceanográficas, las cuales fueron distribuidas en 26 transectas dispuestas en forma perpendicular a la línea de costa y distanciadas entre sí por 30 millas náuticas (Fig. 5).

En cada una de las estaciones oceanográficas se obtuvo perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), 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 usó un perfilador de temperatura y salinidad marca ALEC.



Además, en cada una de las estaciones realizadas, se colectó agua de mar a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 y 500 m como profundidad máxima, para la cuantificación de los niveles de oxígeno disuelto. En diferentes estaciones de muestreo se utilizó el agua de mar colectada a estas profundidades para la determinación de clorofila-a a través del método extractivo, para la posterior transformación de las lecturas de fluorescencia. Ocasionalmente, se tomaron muestras de agua de mar para el análisis de salinidad y se registró la temperatura con termómetros de inversión, con el propósito de corroborar el buen funcionamiento de los sensores de temperatura y conductividad del CTD.

La información meteorológica fue registrada en cada una de las estaciones de muestreo y consistió en las siguientes variables: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento y, altura y dirección de olas. Para su registro se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

4.7.1.2 Procesamiento de los datos

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



..... INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981; UNESCO 1981).



La estabilidad hidrostática ($\times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$) fue calculada utilizando la expresión:

$$E = -\frac{1}{\rho} (\Delta \sigma_t / \Delta z)$$

donde ρ (s, t, p) es la densidad in situ, σ_t la densidad a presión atmosférica y z es la profundidad (Pond & Pickard, 1983).

Las masas de agua presentes en el área y período de estudio se determinó 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 a través de cartas horizontales para los valores superficiales (5 m), 50, 100 y 200 m de profundidad.

La distribución vertical de las variables medidas se analiza a partir de: a) perfiles verticales promedio para cada una de las transectas realizadas y, b) secciones oceanográficas (transectos) perpendiculares ($n=8$) y paralelos ($n=2$) a la costa, evaluando latitudinal y longitudinalmente toda el área de estudio.

Además, se construyeron cartas horizontales de la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina y se contrastaron los resultados de la distribución espacial de la temperatura superficial del mar con una serie ($n=5$) de imágenes de satélite de temperatura superficial del mar (Satélite NOAA 14) que abarca todo el período de estudio.



4.7.2 Ictioplancton

4.7.2.1 Distribución espacial de huevos y larvas de merluza común

Durante el Crucero y en la misma posición de las estaciones oceanográficas, se realizaron pescas planctónicas con una red Bongo complementada con medidores de flujo TSK previamente calibrados, lo que permite cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance. Este muestreo cuantitativo del zooplancton orientado a determinar la abundancia de huevos y larvas de merluza común, se realizó mediante lances oblicuos desde profundidades máximas de 300 metros hasta la superficie o desde 15 metros sobre el fondo, en el caso de registros batimétricos menores a la profundidad máxima de muestreo.

La red fue calada a una velocidad de 0,4 m/s e izada a 0,6 m/s, con un período de estabilización de 45 s. a la máxima profundidad. A objeto de disminuir la probabilidad de deterioro de los especímenes en velocidades altas de muestreo o pérdida de material, específicamente post larvas por evasión en velocidades bajas de muestreo, la aceleración de arrastre del buque fue de 1,6 nudos, manteniendo el cable con respecto a la vertical en un ángulo de 45° controlado a través de las lecturas del inclinómetro, registrándose estos cada 10 m de cable izado, obteniendo de esta manera la profundidad real de muestreo (Smith y Richardson, 1979).

4.7.2.2 Distribución batimétrica de huevos y larvas de merluza común



Para determinar la distribución vertical de los huevos y larvas de merluza común, en cada una de las transectas de muestreo bioceanográfico y en la estación más cercana al veril de los 200 metros de profundidad, se realizó un muestreo cuantitativo estratificado con una red modelo WP-2 de malla de 300 μm de abertura, provista de un mecanismo de cierre por estrangulación que se activa mediante el envío de un mensajero, permitiendo efectuar arrastres verticales en los rangos de profundidad considerados que fueron: 200-150, 150-75 y 75-0 metros.

4.7.2.3 Procesamiento de las muestras

Las muestras colectadas tanto con redes Bongo como WP-2 estratificada y para evitar un posible deterioro de los ejemplares capturados, se fijaron inmediatamente después de extraídas de los copos colectores en una solución de formalina al 5% neutralizada con disodio tetraborato.

Una vez transportadas las muestras al laboratorio, el procesamiento de ellas contempló cuatro etapas, para cada una de las cuales se utilizaron microscopios estereoscópicos marca Nikon y Zeiss con aumento de 8 a 40 veces:

- a. Extracción de cada una de las muestras de los componentes ictioplanctónicos,
- 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".
- e. Estimación del volumen zooplanctónico.



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); Boltovskoy (1981); Fahay (1983); Pequeño (1984), Zama y Cárdenas (1984) y Matarese *et al.* (1989), Neira (1994) y Pool *et al.* (1996) y Bernal (1994).

4.7.2.4 Análisis de los datos

Con el propósito de hacer comparable el número de huevos y larvas obtenido en las diferentes pescas, se estandarizó toda la colección a una base común en términos de número de huevos y larvas presentes en una unidad de área estándar de 10 m² mediante la expresión:

$$C = 10 * \frac{d}{V * A * t} * c$$

donde:

- C = número de huevos o larvas en una unidad de área de mar (10 m²).
- d = profundidad máxima del lance (m).
- V = velocidad de virado de la red (m/s)
- A = área de la boca de la red (m²).
- t = duración del arrastre (s)
- c = número de huevos o larvas en la muestra.

El valor "d" se obtiene de los datos del lance como:



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

$$d=W*\cos(Q)$$



donde:

- W = cantidad de cable arriado (metros)
- Θ = En los lances oblicuos corresponde a \tan^{-1} del ángulo del cable registrado a intervalos de 10 metros durante la fase de izado de la red, mientras que en los lances verticales se utiliza el ángulo registrado antes del virado de la red.

La velocidad se obtiene a partir de un ajuste de la curva de calibración del medidor de flujo:

$$V = a * N + b$$

donde :

- N = número de revoluciones por segundo.
- a y b = constantes

4.7.2.5 Cálculo de la densidad promedio

Basado en los valores cuantitativos del análisis y con el propósito de contar con antecedentes comparativos entre las fases de desarrollo de la merluza común, se determinará el parámetro poblacional densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas.

Para la estimación de la densidad media del total de estaciones, se utilizó un estimador de la forma:



$$\hat{D} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

donde:

- \hat{D} = densidad promedio de todas las estaciones
d = densidad por estación
n = número de estaciones totales

Para estimar la varianza de este estimador se utilizará la expresión:

$$\hat{V}(\hat{D}) = \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{D})^2}{n - 1}$$

Estimadores similares se utilizaron para estimar la densidad media de las estaciones positivas, es decir, donde se encontraron individuos de la misma especie.

Además, se determinaron los parámetros comunitarios constancia y dominancia numérica. La constancia, utilizada como índice de la intensidad del desove, se calculó estableciendo la relación porcentual existente entre el número de muestras en que se encontraron huevos y larvas de la especie y el total de muestras obtenidas. La dominancia numérica, expresión de la extensión del desove, se determinó de la relación porcentual entre el número de ejemplares (huevos o larvas) de la especie, respecto al total de los especímenes recolectados.



Para la confección de mapas de distribución, abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de merluza común, se utilizó la escala métrica \log^2 , que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes, Frontier (1980) y un software ad hoc SURFER 7.0.

4.7.2.6 Estimación del índice de abundancia larval

Para el cálculo del índice de abundancia larval de las especies objetivo, se utilizó la metodología estándar propuesta por Smith y Richardson (1979). Este índice entrega información respecto de la intensidad y extensión del desove y puede ser usado para apreciar los cambios en la biomasa en desove.

Si asimilamos el diseño de un crucero cualquiera a un muestreo aleatorio simple, entonces el índice larval L y su varianza se puede estimar como:

$$L = A[p * \bar{c}]$$

$$\text{var}(L) = A^2 \text{var}(\bar{c})$$

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^N c_i}{N}$$

siendo:

- L = Índice larval
- A = Factor de área
- p = Proporción de estaciones positivas a larvas
- c = Número promedio de larvas de las estaciones positivas.



La varianza de la captura promedio por lance se estima como:

$$\text{var}(\bar{c}) = \left(\frac{A - N}{A} \right) \frac{s^2}{N}$$

La varianza de la muestra se calcula incluyendo las estaciones positivas y negativas, mediante (Cochran, 1977):

$$s^2 = \frac{1}{N - 1} \sum_{i=1}^N (c_i - \bar{c})^2$$

donde,

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^N c_i}{N} .$$

La razón de hacerlo a través de toda la muestra es porque no se conoce exactamente el número total de áreas de 10m² presentes en el área de estudio con estaciones positivas.

El promedio sobre todas las estaciones resulta de multiplicar la proporción de estaciones positivas por el promedio sobre las mismas estaciones, es decir:

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

luego, el índice larval se puede expresar como:

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



Intervalos de confianza al 95% se pueden obtener mediante:

$$L \pm 1.96 \sqrt{\text{var}(L)} .$$

4.7.2.7 Biomasa zooplanctónica total

Con posterioridad a la extracción de los estadíos tempranos de peces y con la finalidad de evitar posibles daños a los huevos y larvas que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación, se procedió a determinar el volumen de zooplancton como una medida estimativa de su biomasa mediante el método de desplazamiento de volúmenes húmedos descrito por Yashnov (1959) modificado por Robertson (1970). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas determinaciones, excluyéndose de la medición los organismos cuyo volumen individual excedió a los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó como:

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

donde:

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



4.7.3 Análisis de la asociación entre la distribución espacial y batimétrica de la merluza común y las condiciones bioceanográficas.

La relación entre la distribución espacial de la densidad de merluza común (ton. mn²) y algunas 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, considerando tanto el área total prospectada como, cada una de las cuatro zonas componentes del área de estudio, 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 seleccionadas que caractericen el ambiente oceanográfico en dicha área.
- d) Un análisis de modelos aditivos generalizados (modelos GAM) entre la densidad de merluza común en el espacio, utilizándose como variables de posición espacial: la profundidad superior e inferior de la agregación, la profundidad del fondo, la altura de la agregación, la distancia entre la profundidad media de la agregación y el fondo y la latitud geográfica. Las variables ambientales fueron la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y



densidad del agua de mar a la profundidad promedio de las agregaciones de merluza común.

La exploración de las probables relaciones no-lineales entre las variables se utilizó modelos lineales aditivos generalizados (GAM), cuya forma general está dada por:

$$g(m) = Y = \mathbf{a} + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \mathbf{e}$$

En esta ecuación $m = E(Y|X_1, \dots, X_p)$, y constituye la esperanza de la variable respuesta Y sea función de las variables predictoras X_1, \dots, X_p , a través de un predictor aditivo. La distribución de la variable respuesta, así como también el enlace (link) entre esta distribución y los predictores dados por la función $g(\cdot)$, funcionan en forma análoga a los modelos lineales generalizados (GLM, McCullagh & Nelder, 1989). Los términos $f_j(\cdot)$ pueden modelarse en forma no-paramétrica o paramétrica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparamétrico. Los términos no-paramétricos son ajustados utilizando suavizadores de dispersión, entre ellos el suavizador de regresión con ponderación local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los términos paramétricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado n ó polinomiales “piecewise” como B-spline y spline natural.

Para aplicar GAM se debe establecer la relación funcional entre la variable respuesta y cada predictor, utilizando GAM no paramétrico. De esta manera, la forma de la función puede ser encontrada empíricamente de acuerdo con la



distribución de los datos sin una asunción *a priori*. Luego, una versión más acabada 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 el detalle pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers & Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste: modelos más acabados tienen un AIC más bajo. Los residuales de los modelos ajustados se analizaron mediante métodos gráficos.

- e) Un análisis de rangos de preferencia (o rechazo) de merluza común respecto de variables ambientales seleccionadas (Perry & Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994; D’Amours, 1993), considerando tanto las zonas que involucró el estudio así como rangos batimétricos.

Esta metodología está basada en el análisis de la distribución de frecuencia relativa acumulada de una variable ambiental (*v.g.*, temperatura, oxígeno disuelto) y su comparación con la distribución de frecuencia relativa acumulada de esta variable ponderada por la densidad del recurso, en un área de estudio determinada. Así, si el recurso se distribuye en forma aleatoria respecto de la variable ambiental, las curvas de frecuencia relativa acumulada evolucionarán de manera similar. Por el contrario, si el recurso se encuentra asociado a un rango de valores de la variable ambiental, estas curvas se comportarán en forma diferencial, evolucionando a diferentes tasas (diferentes pendientes). Las diferencias significativas entre las distribuciones de frecuencia, fueron evaluadas mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1984),



utilizado para un muestreo aleatorio no estratificado para variables no clasificadas.



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 distribución espacial y temporal de los peces (Kramer, 1987; Laevastu & Hayes, 1991).

Las frecuencias relativas acumuladas para temperatura, salinidad y oxígeno, se calcularon como:

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_1^n I(x_i)$$

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

donde t representa un índice que fluctúa entre los niveles extremos de la variable oceanográfica, n representa el número de intervalos básicos de muestreo y x_i la medición de la variable oceanográfica.

La significancia estadística (p) de la asociación entre las distribuciones de frecuencia relativa acumulada de la variable oceanográfica y la ponderada por la densidad del recurso, se determinó utilizando un complemento del método desarrollado por D'Amours (1993) propuesto por Perry & Smith (1994), el cual utiliza la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Conover, 1980) para la comparación de las distribuciones, mediante la determinación de la máxima diferencia absoluta entre las distribuciones $g(t)$ y $f(t)$, en cada punto t mediante el estadístico.



$$\max_{\forall t} |g(t) - f(t)| = \max_{\forall t} \left| \frac{1}{n} \sum_1^n \left(\frac{y_i - \bar{y}}{y_i} \right) \right|$$

4.8 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común

En la caracterización de las agregaciones de merluza común, se utilizaron descriptores que fueron estimados a partir de observaciones acústicas verticales (Scalabrin, 1991).

La agregación se definió como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semi-longitud del pulso.

Los descriptores que se utilizaron se pueden clasificar en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.* 1993).

Dentro de los descriptores morfológicos se consignan los siguientes criterios: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico



se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según se muestra en la figura 6.

El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo Se 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 área transversal de la agregación (*Área*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

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

El perímetro se calcula como la sumatoria de las caras externas del rectángulo situado sobre el contorno del banco (Fig. 6).

A partir de las estimaciones básicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación, como la dimensión fractal (*DFrt*) que indica la irregularidad del contorno de la agregación y corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en los bordes de la agregación (Scalabrin, 1997):



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

La elongación (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregación y es definido básicamente como la relación entre el largo y el alto, donde valores elevados estarán asociados a agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

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

El índice de altura (*Arel*) es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:

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

Los datos fueron analizados mediante la aplicación de un análisis de componentes principales (APC) utilizando el paquete estadístico (SPSS). Como fuente de información los descriptores de las agregaciones de merluza común, este método permite resumir la información contenida en la matriz de datos y permitir una representación visual o geométrica de la información (Rencher, 1995), preservando las características de la observación original. Esta se efectúa mediante la búsqueda de un grupo de vectores propios (eigenvectors) ortogonales de la matriz de correlación, y que corresponden a una nueva variable que es la combinación lineal de las variables iniciales. Cada eigenvector es asociado a un



eigenvalue, que representa la proporción de la varianza total que es explicada por cada factor (Scalabrin, 1997).



5. RESULTADOS

5.1 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 electrónica del sistema de ecointegración (transductor-ecosonda-ecointegrador), se realizó dentro de las actividades técnicas de inicio del crucero el día 28-06-2001, en la Bahía de Valparaíso y sus resultados se entregan en la tabla 1. Las mediciones de las ganancias del transductor en la longitud de pulso de trabajo (1 ms) de 27,55 dB y 27,46 dB en los modos TS y SV, se mantuvieron dentro de los registros históricos observados para este sistema en la longitud de pulso de trabajo, que han presentado valores de ganancia promedio durante los últimos cinco años de $27,6 \pm 0,13$ dB en modo TS y de $27,5 \pm 0,16$ dB en modo SV, indicador que el sistema de ecointegración ha permanecido en los rangos de variación señalado por su fabricante.

5.1.2 Comportamiento de la red de arrastre

El desempeño del sistema de pesca durante el desarrollo de los lances, fue monitoreado mediante equipos acústicos que permiten un seguimiento continuo de su comportamiento tanto en su desarrollo vertical (altura de la red) como horizontal (abertura de portalones).

Los valores medidos en un rango de profundidades de 71 a 428 metros, fueron de 70 a 85 para la distancia entre portalones y de 4 a 5 m para la altura de la red.



Estos valores son concordantes con el desempeño esperado para las características de diseño del sistema de pesca utilizado.

5.1.3 Biomasa y abundancia de merluza común

La biomasa de merluza común, se estimó en 917.133 toneladas (método geoestadístico) y 898.911 toneladas por el estimador de razón (Tabla 2) con una diferencia relativa entre ellos del 2 %.

La precisión de la estimación de la biomasa total (Tabla 3), expresada a través de su coeficiente de variación, alcanzaron valores de 7% (método geoestadístico), 11,8% (estratos agrupados) y 20% (conglomerados). Teniendo en cuenta la precisión de los estimados de biomasa, los valores obtenidos por ambos métodos se pueden considerar como estadísticamente similares.

Al desagregar la biomasa de merluza común de acuerdo a las subzonas en que se dividió el área de estudio (Tabla 4), la fracción mayoritaria del recurso se concentra en el sector central ($31^{\circ}24'S-38^{\circ}39'S$) con un aporte de 680 mil t, equivalente al 74,1% de la biomasa total. Las subzonas extremas efectúan una contribución a la biomasa de 237 mil t. (25,9%) de las cuales 151 mil t, corresponden a la subzona 1 ($29^{\circ}10'S-31^{\circ}28'24'S$) y 86 mil t, a la subzona 4 ($38^{\circ}40'S-41^{\circ}28,6'S$). Al considerar cada subzona como un estrato, el coeficiente de variación de la biomasa se sitúa en el 2,1% de la biomasa total.

La biomasa estimada para el año 2001 se puede considerar como estadísticamente similar a los estudios desarrollados en igual área y período en 1999 y 2000,



pero también importa un incremento del 29% y 75%, en comparación a estudios de iguales características efectuados en 1995 y 1997.

Aún cuando los niveles de biomasa han permanecido relativamente estables durante los últimos tres años, si se han observado variaciones en la contribución porcentual de cada subzona a la biomasa total. En efecto, en relación con las estimaciones efectuadas el 2000 hay un aumento del 96% y 33% en la biomasa estimada para las subzonas 1 (29°10'S-31°24'S) y 3 (35°31'S-38°39'S), asociado a un descenso del 21 y 33% en las subzonas 2 (31°25'S-35°30'S) y 4 (38°40'S-41°28,6'S). Estas variaciones moderadas en comparación a otros recursos, se pueden catalogar como un efecto de la dinámica espacial del recurso asociado a desplazamientos de carácter reproductivo.

5.1.4 Abundancia (Nº) de merluza común

La abundancia de merluza común se estimó en 1.969.153.928 individuos, de los cuales 1.137.196.533 (57,8%) corresponden a machos y 831.957.395 (42,2%) a hembras (Tabla 5).

La abundancia estimada alcanzó un valor 42% superior al calculado en similar área y período del año 2000 (Tabla 6). Lo anterior, a pesar que la biomasa sólo representó un aumento del 3%. La diferencia en la proporción de aumento entre la abundancia y la biomasa, se debe a la conjunción de dos factores, una disminución en la abundancia global de ejemplares adultos (>38 cm) y un menor peso a la talla en dichos ejemplares. Esto lleva a que el peso promedio de la merluza común (466 gr), represente el valor más bajo obtenido durante los cruceros de evaluación directa efectuados sobre este recurso.



5.1.5 Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común

Considerando el número de observaciones acústicas realizadas, la merluza común estuvo presente en el 64% de los intervalos básicos de muestreo, fracción que se eleva al 87% en el área de distribución del recurso. Al considerar los lances de pesca, su presencia alcanzó al 94% de los mismos, aunque cabe consignar que por su objetivo, la mayoría de las operaciones de pesca se realizan en áreas donde se ha detectado merluza común.

La distribución espacial de la merluza común (Fig. 7), muestra su presencia a lo largo de toda la zona de evaluación alcanzando los niveles de mayor densidad en el área comprendida entre el límite norte del área de estudio e isla Mocha (39°S), en tanto que de allí hacia el sur hubo un predominio de los sectores de baja concentración, situación que también se observó hacia el sector costero. Las mayores densidades se localizaron en el sector central del área de estudio, con valores de 156 y 122 t/mn² para las subzonas 2 y 3, respectivamente. Las menores concentraciones se registraron en los extremos de la zona de estudio con niveles de 107 t/mn² en la subzona 1 y de sólo 74 t/mn² en la subzona 4 (Tabla 4).

Las distribuciones espaciales entre los diferentes años en que se realizaron estudios de evaluación directa, han mostrado variaciones en el área ocupada por el recurso dentro del área de estudio. Lillo *et al.* (2001), señalan que en términos de ocupación de áreas, entre los años 1995/97, el 63% del área prospectada presentó variaciones positivas de densidad, atribuible a desplazamientos dentro el área, como también al aumento del tamaño del stock en el bienio. En el período



1999/97, la proporción de áreas con variaciones de densidad, ya sea positiva o negativa presentaron una proporción de casi 1:1 es decir, no hubo una mayor ocupación del área, sin embargo, hubo un aumento en el tamaño del stock (+25%), señal de una mayor concentración del stock. Una situación diferente se observó entre los años 2000/1999, pues a similares niveles de biomasa y proporción de áreas, las variaciones en la distribución espacial de la merluza común, serían efecto de desplazamientos del stock dentro del área de estudio, situación que se mantuvo durante la prospección del 2001.

La estructura espacial de la distribución de la merluza común, caracterizada mediante la estimación de los variogramas (Tabla 7), muestra en la dirección este-oeste estructuras de un tamaño que varió entre 2,7 y 4,8 millas náuticas, con una componente aleatoria (efecto pepita) que aportó entre el 0% y 7,4% de la varianza de muestreo. Las mayores estructuras y componentes aleatorios se estimaron en las subzonas de mayor abundancia (31°25'S-38°39'S), mientras que en las zonas extremas norte y sur, no se observó el efecto pepita y el tamaño de las estructuras fue en ambas de 2,7 millas náuticas.

La distribución batimétrica de la merluza común estimada a partir de la captura de los lances de pesca de identificación, muestra una presencia en un rango de profundidades que abarca entre los 77 y 485 metros de profundidad, con los mayores niveles de densidad localizados entre los veriles de 101-200 ($95 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$) y 201-300 ($164 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$), en tanto en los niveles batimétricos extremos (<100 y >300 m) las densidades estimadas fueron de 61,7 y 79,4 $\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$ respectivamente, situación que mantiene lo observado en estudios anteriores (Lillo *et al.*, 2001).



5.2 Estimar la composición de edad, de tallas y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.

5.2.1 Estructura de edades del stock

En la estimación de la estructura de edades del stock evaluado de merluza común, se utilizaron las claves edad – talla (Tabla 8 y 9) obtenidas a partir de los datos recopilados en el crucero. Las relaciones peso – longitud empleadas para cada zona se presentan en la Tabla 10.

Los grupos de edad (GE) mayores o iguales a catorce años, se englobaron en 14+ al presentarlos en la matriz, dado que históricamente se encuentran con poca representación por GE, manteniéndose de este modo 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.

La estructura etaria del presente estudio (Figura 8, Tablas 11-18), muestra una distribución caracterizada por el predominio de una moda principal que comprende a los GE III y IV en machos y IV en hembras, mientras que hacia los grupos de edades mayores a VI sólo en las hembras se observa el esbozo de modas secundarias débiles.

Los grupos de edades más importantes, es decir aquellos que sustentan sobre el 10% de la abundancia, están representados por los GE II-V que importan el 82,5% en los machos y el 67% en las hembras. Latitudinalmente, empleando el mismo umbral de



abundancia (10%) los aportes por subzona y grupo de edad fueron los siguientes: en la subzona 1 los GE II – IV 78% por machos y 57% por hembras; subzona 2 el rango de edades consideradas abarcó entre los GE II-V con 72% en machos y 64% en hembras; subzona 3 los GE más importantes fueron los GE III-V con 56,3% en machos y 64,4% en hembras; y finalmente, en la subzona 4 también fueron los GE III-V con 76,6% en machos y 73,2% en hembras.

Considerando la importancia de la talla de madurez sexual se señala en achurado en las Tablas 11 a 18 la fracción que se encuentra bajo el intervalo de clase 38-39 cm que es aproximadamente la longitud en que las hembras alcanzan este estado.

En las diferentes subzonas, la proporción de ejemplares bajo la talla 50% de madurez en el sentido latitudinal norte-sur fue de 73 %; 50 %; 48 % y 38 % en los machos, en tanto que en hembras son levemente menores con valores de 53 %, 47 %, 36% y 30 %, respectivamente. Estos valores, son mayores que lo observado durante el 2000 (Lillo *et al.*, 2001), donde la proporción de ejemplares bajo talla fluctuó entre 59 y 25% en machos y 48-17% en hembras.

5.2.2 Estructura de tallas de merluza común

5.2.2.1 Número de ejemplares muestreados

En 132 muestreos de la captura (Tabla 19) se consignaron un total de 31.712 ejemplares con un promedio 240 mediciones por lance de pesca en lo correspondiente a frecuencia de tallas, mientras que en 126 muestreos biológicos



específicos alcanzaron a 3.538 individuos con un promedio de 28 ejemplares por lance (Tabla 20).



5.2.2.2 Distribución de la estructura de longitud de merluza común

a) Por subzona

Machos

Las estructuras de tallas estimadas para este estudio, exhiben el predominio de una moda principal y el esbozo de modas de carácter secundario (Fig. 9). En general, se puede observar un menor límite inferior del rango de talla en el sector centro-norte en tanto en el sector centro-sur el límite superior de la distribución de talla alcanza un límite mayor.

En la subzona 1 (29°10'S - 31°24'S), el rango de tallas se extendió entre los 14 y 57 cm, con una moda principal en los 32 – 33 cm y una incipiente moda secundaria entre 46-47 cm (Fig. 9). En la subzona 2 (31°25' - 35°30'), el rango de tallas comprendió longitudes entre los 12 y 57 cm, concentrándose una moda ubicada en los 40 – 41 cm (Fig. 9).

En la subzona 3, (35°31'S - 38°39'S) los ejemplares de merluza común abarcaron un rango de 20 a 59 cm con una moda centrada en el intervalo 38 – 39 cm, mientras que en la subzona 4 (38°40'S - 41°29'S), el rango de longitudes se extendió entre los 26 cm y 61 cm y la mayor proporción de ejemplares se distribuyó en el intervalo 38 – 39 cm (Fig. 9).

Hembras

En el sector centro-norte (subzona 1 y 2), la estructura de tallas de la merluza común es polimodal, aunque sin presencia de una moda dominante, situación que



si observa en el sector centro-sur (subzona 3 y 4) con la presencia de modas fuertes que dominan la estructura de tallas de la merluza común.

En la subzona 1 (Fig. 10), se observó un rango comprendido entre los 12 y 81 cm, con una leve estructura multimodal, observándose las mayores frecuencias relativas en los intervalos 26-27 cm, 32-33 cm, 48-49 cm y 64-65 cm. En la subzona 2 (Fig. 3), los ejemplares comprendieron un rango de tallas de 12 a 79 cm, con las mayores frecuencias en los intervalos 22-23 cm, 30-31 cm, 42-43 cm y 50-51 cm (Fig. 10).

En la zona 3 se observó un rango de 18 cm a 76 cm, con una moda en los 40-41 cm (Fig. 3), mientras que en la subzona 4 el rango de tallas abarcó desde los 26 a 76 cm, una moda principal en el intervalo 40-41 cm y una secundaria en el intervalo 48-49 cm (Fig. 10).

b) Frecuencias de longitud por estrato de profundidad

Machos

En los niveles batimétricos inferiores (<200 m) las capturas estuvieron comprendidas por ejemplares de un rango de tallas de 14 a 57 cm, mientras que hacia mayores profundidades (>200 m) el rango inferior de la distribución se desplazó a ejemplares de sobre 20 cm de longitud total y el nivel superior fluctuó entre 57 y 63 centímetros.



Los ejemplares machos capturados a profundidades menores a 100 metros, se distribuyeron en un rango de 16 a 55 cm, con una moda centrada entre los 40-41 cm (Fig. 4). Entre las profundidades de 101-200 m, de tallas es levemente más amplio (14–57 cm) con una moda principal que se extiende desde los 41 a 45 cm. (Fig. 11).

En el estrato de profundidades de 201-300 m, el rango de ejemplares presentes en la captura fluctuó entre los 22 y 63 cm, con la presencia de una moda centrada entre los 38-39 cm (Fig. 4). En el rango batimétrico de 301-400 m, la distribución de tamaños de merluza común comprendió entre los 26 y 57 cm, registrándose tres máximos relativos en 34-35 cm, 40-41 cm y otro en el intervalo 46-47 cm (Fig. 11).

El estrato 5 (400-500 m) los ejemplares machos se distribuyeron entre los 28 cm y 59 cm y presentaron una frecuencia máxima en los 36 –37 cm (Fig. 11).

Las estructuras observadas son de características similares a las registradas durante el estudio realizado el año 2000 (Lillo *et al.*, 2001), aunque hacia mayores profundidades (>300 m) hay un desplazamiento de la moda principal hacia ejemplares de menor tamaño en comparación a lo registrado durante el año 2000.

Hembras

El rango de tallas de los ejemplares capturados a menos de 100 metros de profundidad abarcó entre los 12 y 69 cm, con una moda principal compuesta por ejemplares juveniles en el intervalo 22-23 cm y frecuencias relativas de cierta importancia en los intervalos 30-31 cm, 40-41 cm, 44-45 cm y 54-55 cm (Fig. 12).



Entre los 101 y 200 metros de profundidad, el rango de longitudes fluctuó entre los 14 y 57 cm con una frecuencia máxima en los 38-39 cm y frecuencias de importancia secundaria en los intervalos 30-31 cm y 48-49 cm (Fig. 12).



En el estrato de profundidad de 201-300, se observó un rango de tallas comprendido entre los 22 y 73 cm, con una moda principal en el intervalo 40-41 cm y se insinúa una secundaria entre los 48-49 cm de longitud total (Fig. 12).

Los ejemplares muestreados provenientes de los lances de pesca realizados entre los 301 y 400 metros de profundidad, comprendieron un rango de tallas desde los 22 a 83 cm de longitud, conformándose dos modas, una principal en el intervalo 40-41 cm y una secundaria en el intervalo 50-51 cm (Fig. 12).

El estrato 5 mostró un rango de longitudes extendido entre los 28 cm y 85 cm y frecuencias relativas importantes en los intervalos 38-39 cm, 50-51 cm y 64-65 cm (Fig. 12).

5.2.2.3 Proporción sexual

El stock de merluza común presente en la zona de estudio se estimó en un 58% de machos y 42% de hembras, es decir, en una proporción de 1,38 machos por 1 hembra.

Latitudinalmente (Fig. 13), los machos predominaron entre las subzonas 1 a 3 con proporciones de 1,75:1 (subzona 2); 1,26:1 (subzona 3) y 1,22:1 (subzona 1); mientras que en el límite sur de la zona de estudio, predominaron las hembras en la razón de 1,28:1.

Batimétricamente (Fig. 13), en los rangos batimétricos inferiores hubo un predominio de machos alcanzando una proporción de 4,3 y 1,7 machos por cada



hembra en los rangos batimétricos < 100 y 101- 200 metros. Sin embargo, a medida que aumentó la profundidad se incrementó la proporción de hembras alcanzando niveles de 1,3; 1,9 y 3,6 hembras por cada macho. (Fig. 13).

5.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.

El rango de tamaños de las hembras muestreadas para el estudio de aspectos reproductivos abarcó entre los 19 y 85 cm de longitud total (LT), amplitud que permitió obtener una buena representación de todos los estadios de madurez sexual.

5.3.1 Índice gonadosomático (IGS)

El IGS calculado para cada subzona (Fig. 14) mostró valores promedio que variaron entre 2,5 (Zona 1) y 5,1 (Zona 4), lo que pone de manifiesto la presencia de un activo proceso de desove durante el período de muestreo. Por otra parte, la gran dispersión en los valores del IGS es causada por la presencia de peces inmaduros de pequeña talla como también a hembras con gónadas hidratadas, próximas a desovar.

El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, señaló la existencia de diferencias significativas entre las distribuciones de los índices gonádicos, que podría señalar la presencia de procesos reproductivos diferenciados entre las subzonas, con



un $F_{(3,2388)} = 57,82$ ($p < 0,001$). Posteriormente, el test “Tukey honest” para diferencias significativas, mostró que entre sí todas las zonas eran diferentes a un nivel de alfa = 0,05.

5.3.2 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez sexual mostró que los EMS 1 y 2 (inmaduros), correspondieron a un 23% del total de hembras muestreadas. De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, el EMS 3 fue el que mostró una mayor representatividad con un 41%. De los estadios correspondientes a un proceso de desove activo (3A y 4) más lo que habían desovado recientemente (EMS 5), representaron el 36 % del total de hembras. (Fig. 15). Lo anterior implica que durante el período de muestreo la mayor parte de las hembras se estaban reproduciendo o se preparaban para desovar.

La proporción de los EMS, presentó diferencias en cuanto a su aporte en las subzonas consideradas (Fig. 16a). Así se tiene que en la subzona 1, el EMS 1 presentó el porcentaje más alto en comparación al resto de las zonas. El EMS 2 mostró valores similares en las cuatro zonas. El EMS 3 presentó un incremento regular desde la zona norte hacia el sur, siendo el estadio predominante en las subzonas 2 a 4. El EMS 4 estuvo más representado en la zona centro norte, mientras los EMS 3a y 5 mostraron pequeñas variaciones entre las zonas de pesca, pero sin una tendencia clara de norte a sur.

A los datos correspondientes a los EMS se les aplicó una d^ocima de heterogeneidad generalizada para determinar si estas diferencias visuales eran



estadísticamente significativas. Esta prueba posee la particularidad de tener una gran potencia estadística y por lo tanto es extremadamente sensible a pequeñas diferencias, además, permite la comparación simultánea de varias distribuciones multinomiales, e identificar aquellas que más aportan a la discrepancia estadística observada. Realizada la prueba con la información correspondiente a las cuatro subzonas de pesca, la dódima presentó diferencias notables entre las cuatro distribuciones. La comparación entre la Zona 1 con la de la Zona 2 y la Zona 3, y por otra parte, entre la Zona 3 con la 4, mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Las distribuciones de las Zonas 3 y 4, en la práctica no parecen presentar discrepancias notables, las que perfectamente pudieran ser atribuibles a la sensibilidad de la prueba o tal vez a diferencias entre las estructuras de tallas de las cuales se originó la distribución de los EMS. En las Zonas 1 y 2, las diferencias estadísticas observadas parecen ser más notorias a las descritas para el otro par de zonas analizadas. En ambos casos se observa una distribución con dos modas, una en el EMS 3 y la otra en el EMS 4 (Fig. 16b).

La distribución de los EMS de acuerdo a la talla de las hembras (Fig. 17), muestra que los ejemplares pertenecientes al estadio 1 correspondieron mayoritariamente a hembras menores a 39 cm de longitud total, mientras el EMS 2 estuvo representado principalmente por hembras de los grupos de tallas de 30-39 y 40-49 cm, mientras que los estadios más avanzados de desarrollo, aunque comienzan a visualizarse a partir del grupo de longitud 30-39 cm, sus mayores niveles se registraron a partir del grupo de tallas mayores a 40 centímetros.



La distribución de los EMS dentro de cada subzona, se observa que a excepción de la subzona 1 donde no se aprecia un estadio que sobresalga sobre el resto, en las demás subzonas hay un claro predominio de estadios asociados a un proceso reproductivo. En este aspecto destacan, el aporte de los EMS 3 y 4 en la subzona 2 y la participación con más del 50% del EMS 3 en las subzona del sector sur del área de estudio, en tanto que el resto estaba conformado por ejemplares en proceso de desove o ya habían desovado y un aporte marginal de individuos del EMS 1 (Fig. 17).

5.3.3 Valores del IGS en relación al EMS

El valor promedio del IGS para el área de pesca de estudio fue de 3,9 (D.E= 3,6); sin embargo, este valor está influido por la proporción de juveniles en la muestra. Es así como los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor de 0,7 del IGS, en cambio, en los estadios más avanzados el IGS aumentó de 4,4 en el EMS 3 a 8,0 en el EMS 4, disminuyendo a 1,4 en las hembras que ya desovadas (Fig. 18).

5.3.4 Talla 50% de madurez sexual

La estimación de la talla 50% de madurez se estimó agregando los datos en dos sectores, las subzonas 1-2 (sector norte) y subzonas 3-4 (sector sur) y una estimación para el área total.

Los datos utilizados correspondieron a un rango de tallas de 20-74 cm en el sector norte y 29-74 cm en el sector sur. Procesada la información y ajustada la ojiva de



acuerdo a un modelo de ajuste no lineal, se estimaron las siguientes valores para la talla 50% de madurez: sector norte 37,47 cm; sector sur 35,13 cm; área total 36,70 cm de longitud total.



5.3.5 Fecundidad

La fecundidad modal y el peso corporal de las hembras menos el peso de las gónadas, también agregadas en dos sectores, fueron ajustadas a un modelo de regresión lineal simple (Fig. 19). La fecundidad modal media para el área norte fue 150.712 (D.E= 74.230) y para el área sur fue 139.615 (D.E= 72.978). El análisis de covarianza utilizado mostró que las diferencias en las determinaciones de fecundidad modal para los dos sectores no fueron estadísticamente significativas, con $F_{(1,171)} = 3,27$ ($p = 0,07$).

La fecundidad relativa promedio, expresada como el número de ovocitos por gramo de pez, fue de 152, 5 ($\pm 68,3$) ovocitos en el área norte y 160,1 ($\pm 56,2$) en el área sur. A diferencia de la fecundidad modal, el ANOVA para la fecundidad relativa para estas dos áreas señaló que no presentaban diferencias, con $F_{(1,173)} = 1,983$ ($p = 0,16$).

Al relacionar la fecundidad relativa con el peso del cuerpo, la longitud o la edad del pez se obtiene una correlación no significativa (Fig. 19 e-g). Este resultado indica que el número de ovocitos por gramo de pez es similar en peces pequeños o grandes.



5.4 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio.

5.4.1 Clasificación de especies

La fauna acompañante encontrada en las capturas de merluza común se distribuyó en seis grandes grupos, de los cuales en orden de importancia relativa el grupo más importante es el de peces óseos con 30 especies, seguido por los peces cartilaginosos y crustáceos con 15 y 12 especies, respectivamente (Tabla 21). Se contabilizaron un total de 61 especies diferentes, de las cuales la mayoría fueron determinadas a nivel específico.

5.4.2 Importancia relativa

La captura por especie para el total del área de evaluación (29°10'S - 41°29'S) correspondió en un 85% de merluza común (*Merluccius gayi*) y un 15% a la fauna acompañante. La importancia relativa de la fauna acompañante estuvo encabezada por 11 especies que presentaron una proporción cercana o superior al 1% de la captura total (Tabla 22a).

La especie más importante en términos de su aporte a la captura correspondió al jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) que representó el 3 y 19% de la captura total y fauna acompañante, estando presente en el 46% de lances realizados. Las restantes especies, fueron encabezadas por un grupo de especies que aportaron individualmente niveles del 0,8 al 1,3% de la captura total y entre el 6% y 8% de la fauna acompañante, entre estas se cuentan: la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), el pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*), la raya volantín



(*Raja chilensis*), la jibia (*Dosidicus gigas*), el chancharro (*Helicolenus lengerichi*), el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) (Tabla 22a). Luego aparece otro grupo de especies con aportes del 3 al 5%, formado por el pejerrata azul (*Coelorhynchus chilensis*), la reineta (*Brama australis*), el besugo (*Epigonus crassicaudus*) y la sierra (*Thyrssites atun*).

Dentro de las especies antes mencionadas, cabe consignar el aumento significativo experimentado por el jurel, que aumentó su proporción dentro de los componentes de la fauna acompañante del 2% al 19% en relación con lo señalado por Lillo *et al.* (2001), situación que también se observa en otros recursos como la jibia, la sierra y la reineta, que incrementaron su participación de menos del 1% a niveles que fluctúan entre el 4 y 7%. Una situación inversa se observa con la cojinoba azul (*Seriolella caerulea*), que baja su participación del 9 al 1,1% entre ambos años.

Sobre la base de los resultados obtenidos, resulta evidente la alta constancia como componentes de la fauna asociada a las evaluaciones de merluza común. Esta fauna está compuesta por recursos como la merluza de cola, el chancharro, el congrio dorado, pejerrata azul, raya volantín, lenguado de ojos grandes, besugo, congrio negro, pejegallo, jurel y cojinoba azul, los que a pesar de las variaciones en sus niveles de importancia dentro de la composición de la fauna acompañante, han contribuido en magnitudes importantes en su composición durante las evaluaciones directas realizadas durante la última década (Lillo *et al.*, 1999, 2000, 2001).

Las 18 especies consideradas en las comparaciones y que conformaron más del 1% de la captura en cualquiera de los 6 cruceros considerados, correspondieron a la



merluza común (*Merluccius gayi*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), chancharro (*Helicolenus lengerichi*), pejerata alado (*Coelorhynchus patagoniae*), pejerata azul (*Coelorhynchus chilensis*), tiburón (*Deanea calceae*), jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*), camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), jaiba araña (*Libidoclaea granaria*), besugo (*Epigonus crassicaudus*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), raya volantín (*Raja chilensis*), cojinoba azul (*Seriolella caerulea*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*), jaiba (*Cancer sp.*) (Tabla 22b).

El valor del estadístico Φ correspondió a 4.950, valor significativamente mayor al nivel de significancia de 0,005% en comparación con una distribución chi cuadrado con 90 grados de libertad. Es por lo tanto claro que el vector de valores medios del logaritmo de la CPUA, para las 18 especies consideradas, ha cambiado entre los 6 cruceros considerados (a través del tiempo).

Esta prueba asume que la distribución de las 18 variables es normal multivariada y a pesar de que se ha argumentado, a partir de observaciones de la pesca comercial, que los datos de fauna acompañante pueden presentar distribuciones que se apartan de una distribución normal (Ortiz *et al.*, 2000), la prueba es bastante robusta, en el sentido que sus características no son afectadas por desviaciones moderadas del supuesto de normalidad (Manly, 1994).

Los datos de CPUA de las 18 especies en los 6 cruceros, conformaron una matriz de distancias de 6 entidades, la que fue aleatorizada 500 veces produciendo una



distribución empírica de 7.500 medidas de distancia y un valor crítico de 0,34 ($\alpha=0,05$), lo que no permitió distinguir ninguna agrupación significativa.

La composición de la fauna acompañante de la evaluación directa es similar en sus principales componentes a la presente en las capturas de la flota industrial, aunque en porcentajes muy inferiores a los obtenidos durante los cruceros de prospección. Esta diferencia, proviene principalmente por las modificaciones o mejoras tecnológicas que han experimentado los artes de pesca utilizados por la flota industrial, que se ha traducido en redes mas selectivas llegando a ser sus capturas casi monoespecíficas.

5.4.3 Estructura de tallas por especie

Las distribuciones de frecuencia de longitud de la fauna acompañante corresponden al total de los lances en que se registró cada especie.

a) Jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*)

Las mediciones de jurel presentaron un rango que abarcó entre los 24 y 63 cm de longitud de horquilla y conformaron una moda en el intervalo 36-37 cm (Fig. 20). En las evaluaciones de 1999 y 2000 se observaron modas en los intervalos 42-43 cm y 38-39 cm, respectivamente, equivalente a una reducción de 2 cm en el intervalo modal (Fig. 20).

b) Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)



La merluza de cola presentó una distribución que comprendió ejemplares de 33 a 102 cm de longitud total, mostrando los mayores valores de frecuencia relativa en los intervalos 53-57 cm, 63-67 cm y 73-77 cm (Fig. 20). En la distribución observada para esta especie en 1999, la moda principal se ubicó en el intervalo 48-52 cm, mientras que en el 2000 la mayor frecuencia se observó en el intervalo 33-37 cm (Fig. 20).

c) Pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*)

El pejegallo presentó un rango de tallas comprendido entre los 32 y 109 cm, con la mayor proporción de ejemplares ubicada en el intervalo 70-71 cm y en menor magnitud en los intervalos 50-51 cm, 56-57 cm y 70-71 cm (Fig. 20). En 1999 las mayores frecuencias de longitud se observaron en los intervalos 52-53 cm, 44-45 cm y 64-65 cm. En el 2000 en cambio 52-53 cm, 48-49 cm y 64-65 cm (Fig. 20).

d) Chancharro (*Helicolenus lengerichi*)

Su rango de tallas varió entre 10 y 47 cm, con una moda principal centrada en el intervalo 24-25 cm y dos modas secundarias, una localizada entre los 12-13 cm que no había sido observada en los estudios previos, y otra moda secundaria, que se insinúa entre los 30-31 cm (Fig. 20).

e) Congrio dorado (*Genypterus blacodes*)

La captura de este recurso estuvo distribuida entre ejemplares de 23 a 182 cm. Las composiciones de la estructura de tallas, presentan leves variaciones en los



estudios realizados entre los 1999-2001, con modas distribuidas en los intervalos 48-52 cm los tres años. (Fig. 20).



f) Sierra (*Thyrsites atun*)

La sierra sólo mostró capturas importantes en el 2001, en esta evaluación los ejemplares medidos se distribuyeron entre los 43 cm a 107 cm y presentaron una moda principal en el intervalo 78-82 cm y una secundaria en el intervalo 63-67 cm (Fig. 20).

g) Reineta (*Brama australis*)

La reineta presentó en los tres años una moda principal en el intervalo 42-43 cm, sin embargo durante el presente estudio, no se observaron los ejemplares de menor talla distribuidos en los intervalos 32-33 cm y 22-23 cm presentes en las evaluaciones previas (Fig. 20). El rango observado para esta especie en el 2001 se extendió entre los 22 cm y 53 cm.

h) Besugo (*Epigonus crassicaudus*)

El rango de longitudes de besugo se distribuyó entre los 10 cm y 43 cm, con frecuencias relativamente altas en los intervalos 14-15 cm, 22-23 cm y 34-35 cm, pero que no superaron en ningún intervalo el 15% del total de ejemplares (Fig. 20). Esto se diferencia a lo observado en las evaluaciones anteriores, en donde se observó la presencia de una moda principal nítida en los intervalos 28-29 cm en 1999 y 30-31cm en el 2000, con porcentajes de ejemplares respectivos de 37% y 39% (Fig. 20).



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

5.5.1 Oceanografía

En relación con los resultados obtenidos durante el muestreo oceanográfico, se entregan aquellos asociados a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto que se indican:

- Distribución horizontal en los niveles de: 5, 50, 100 y 200 metros de profundidad.
- Distribución vertical considerando dos transectas paralelas a la línea de costa, utilizando los datos correspondientes a las estaciones más oceánicas y más costera del área de estudio.
- Diagramas T-S.

Con respecto a los otros resultados obtenidos como fueron las condiciones meteorológicas, distribuciones verticales de las variables oceanográficas, distribución de la clorofila-a y estabilidad en la columna de agua, se entregan en el anexo 1 (“Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas”).

5.5.1.1 Distribución horizontal de las variables hidrográficas

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 10,9 y los 14,37 °C, con un valor promedio de $12,62 \pm 0,917$ °C (n=87 datos).

La distribución horizontal de la temperatura superficial del mar no presentó gradientes longitudinales (costa-océano) de importancia, sino una variación clinal (gradiente latitudinal) de aproximadamente 2°C, con temperaturas centradas en la isoterma de 14°C en el sector norte del área de estudio, aunque el extremo norte (sector de Coquimbo) presentó temperaturas levemente menores (13°C), presumiblemente debido a focos locales de surgencia costera; y aguas más frías de menos de 12,5°C a partir de Punta Lavapié (37°S), y menores a 12,0°C con escasa variación térmica desde Puerto Saavedra (38°40'S) hacia el sur (Fig. 21a). Por su parte, la salinidad superficial presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 32,072 y 34,403 psu, con un valor promedio de $33,629 \pm 0,616$ psu (n = 87 datos), considerando la totalidad del área prospectada. Su distribución espacial superficial (Fig. 21b) reveló la presencia, tanto de gradientes latitudinales como longitudinales, siendo estos últimos de mayor relevancia. Las aguas superficiales más salinas (>34,3 psu) fueron detectadas al norte de los 33°S, sector que no evidenció gradientes latitudinales ni longitudinales para esta variable, quedando bien caracterizado por la isohalina de 34,3 psu.

La región centro-norte evidenció aguas levemente menos salinas (<34,0 psu) en el sector costero, presumiblemente asociadas a los ríos Rapel y Mataquito, situación que cambió a partir de los 36°S hacia el sur, donde la salinidad, principalmente en la región costera, disminuyó significativamente en comparación con la región norte, verificándose conspicuos gradientes longitudinales de esta variable, principalmente asociados a la presencia de ríos importantes al sur de los 35 °S.



En los sectores centro-sur y sur se observó la presencia de tres áreas de mayor dilución superficial, una asociada a la Terraza del Itata (entre los 36°20'S y los 37°00'S) vinculada con el sistema río Itata-río Bío-bío, alcanzando salinidades menores a 32,6 psu a la cuadra de Talcahuano; otra vinculada con la desembocadura de la bahía Corral, estuario que recoge las aguas provenientes del sistema río Valdivia-río Tornagaleones, evidenciando salinidades cercanas a los 32,0 psu y, un tercer sector más austral vinculado con la desembocadura del río Bueno (aproximadamente a los 40°40'S) con salinidades menores a 32,5 en la estación de muestreo más costera.

La densidad del agua de mar a los 5 m de profundidad presentó un rango de variación entre los 24,446 y los 26,104 σ_t , con un valor promedio de $25,398 \pm 0,374 \sigma_t$ (n= 87 datos), considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de la densidad superficial (Fig. 21c), registró sus mayores niveles ($>25,9 \sigma_t$) en el extremo norte del área de estudio y una escasa variación entre los 29°S y los 35°S, sector que se caracterizó por la ausencia de diferencias costa-océano, a excepción de un leve gradiente asociado a la desembocadura del río Rapel, inmediatamente al sur de San Antonio, y porque los gradientes latitudinales (desde los 25,9 a los 25,4 σ) fueron comparativamente más importantes. Al sur de los 36°S, la distribución de la densidad mostró un claro gradiente lateral, positivo al océano, debido al aporte de aguas continentales provenientes de los ríos Itata, Bío-bío, Imperial, Toltén, Valdivia y Bueno. Al igual que lo reseñado para la salinidad, destacan por su mayor dilución superficial los sectores costeros vinculados con la localidad de Talcahuano ($< 24,8 \sigma_t$), Corral ($<24,4 \sigma_t$) y en la desembocadura del río Bueno ($<24,7 \sigma_t$).



La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio reveló ausencia de variaciones espaciales, quedando bien caracterizada por las isolíneas de concentración de 5 y 5,5 ml l⁻¹ (Fig. 21d). La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, considerando todas las estaciones realizadas, tuvo un rango de variación entre los 4,26 y los 6,49 ml l⁻¹, con un valor promedio de $5,47 \pm 0,397$ ml l⁻¹ (n= 78 datos).

Cabe destacar que, la distribución espacial de la temperatura superficial del mar fue consistente con lo mostrado por imágenes satelitales de temperatura correspondientes al período de estudio, donde se evidencia una región norte con temperaturas centradas en los 13°C y, una región sur, con temperaturas en torno a los 11-12°C en la zona costera del área de estudio (Fig. 22).

b) Registros a 50 m de profundidad

A los 50 m de profundidad, la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación mucho menor que en el estrato superficial, variando entre los 11,26 y los 13,49 °C, con un valor promedio de $12,13 \pm 0,577$ °C (n=83 datos). La distribución espacial de la temperatura en este estrato de profundidad reveló escasa variación, tanto latitudinal como longitudinal, por lo que gran parte del área de estudio estuvo bien caracterizada por la isoterma de 12 °C (Fig.23a).

La salinidad en el estrato de 50 m de profundidad varió entre los 33,429 y los 34,629 psu, con un valor promedio de $33,961 \pm 0,307$ psu, considerando 83 estaciones de muestreo a lo largo del área de estudio. Las mayores salinidades fueron detectadas en la región norte (> 34,5 psu), evidenciado la presencia



costera de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en esta región, producto de un evento local de surgencia. Entre los 31 y los 36 °S, la salinidad no presentó variaciones laterales ni latitudinales, quedando bien caracterizada por la isohalina de 34,2 psu (Fig. 23b). Al sur de los 36 °S, aún destaca la influencia de la mezcla entre aguas continentales y Aguas Subantárticas (ASAA), con valores de 33,8 lo que estuvo vinculado con una mayor capa de mezcla en este sector. Al sur de los 37°S, la distribución de la salinidad reveló ausencia de gradientes latitudinales y muy leves diferencias laterales, sin la presencia de la dilución costera descrita para el estrato de 5 m de profundidad, indicando que ésta tuvo una expresión sólo superficial asociada al aporte de aguas continentales.

La densidad del agua de mar a los 50 m de profundidad presentó un rango de variación entre 25,29 y los 26,33 σ_t y un valor promedio de $25,756 \pm 0,252 \sigma_t$ (n= 83 datos), considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de esta variable reveló las mayores densidades de agua de mar ($> 26,3 \sigma_t$) vinculadas con el extremo norte del área de estudio, un sector centro-norte caracterizado por leves gradientes laterales, positivos al océano (e.g., a la cuadra de Valparaíso); un sector centro-sur con los mayores gradientes laterales, vinculados con las menores salinidades existentes en este sector y; por último, un sector situado al sur de los 38°S con ausencia de variaciones latitudinales y longitudinales, bien caracterizado por la isopicna de 25,6 σ_t (Fig. 23c).

A diferencia de la distribución homogénea de la concentración de oxígeno disuelto en el estrato superficial, a los 50 m de profundidad esta variable presentó una región al norte de los 30°40'S con concentraciones menores a 3 ml l⁻¹, alcanzando valores menores a 1,5 ml l⁻¹. Luego, se aprecia una región central (31°S - 37°S)



caracterizada por concentraciones entre los 4 y 5 ml l⁻¹ y escasa variación espacial y finalmente, un sector situado al sur de los 37 °S de distribución homogénea (sin variaciones laterales ni latitudinales), con concentraciones superiores a los 5 ml l⁻¹ (Fig. 23d). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango entre los 1,08 y los 6,02 ml l⁻¹, con un valor promedio de $4,61 \pm 1,444$ ml l⁻¹ (n= 74 datos). La ausencia de concentraciones bajas de oxígeno y de aguas salinas y densas (a excepción del sector norte) reveló la virtual ausencia de sectores vinculados espacialmente con focos locales de surgencia costera.

c) Registros a 100 m de profundidad

A los 100 m de profundidad la temperatura del agua de mar presentó un estrecho rango de fluctuación entre los 10,46 y los 12,04 °C, con un valor promedio de $11,22 \pm 0,344$ °C (n= 61 datos). En este estrato de profundidad la temperatura del mar tuvo un comportamiento homotermo en toda el área de estudio, sin gradientes laterales ni latitudinales de importancia, siendo bien caracterizada por las isotermas de 11 y 11,5°C (Fig. 24a).

En este estrato los valores de salinidad fluctuaron entre los 33,830 y los 34,684 psu ($34,306 \pm 0,195$ psu), para 61 estaciones de muestreo. La distribución espacial de la salinidad evidenció una región norte (al norte de los 31°S) caracterizada por salinidades mayores a 34,5 (presencia de AESS), sin gradientes laterales; un sector central (entre los 32 y los 35 °S) con una distribución salina homogénea caracterizada por la isohalina de 34,4 psu y; un sector sur (al sur de los 37°S) caracterizado por un leve gradiente lateral de salinidad, positivo al océano, que se intensifica hacia el extremo sur de la zona de prospección (Fig. 24b).



Por su parte, la densidad del agua de mar fluctuó entre los 25,767 y los 26,393 σ_t ($26,194 \pm 0,137 \sigma_t$). La distribución espacial de la densidad en este estrato no presentó variaciones laterales ni latitudinales en el sector norte y centro norte del área prospectada (al norte de los 36 °S), con una distribución homogénea bien caracterizada por las isopicnas de 26,3 y 26,3 σ_t . Por el contrario, al sur de los 37°S se verificó un gradiente lateral, positivo al océano, con aguas menos densas ($<26,1 \sigma_t$) en la región costera y aguas comparativamente más densas ($> 26,3 \sigma_t$) hacia las estaciones más oceánicas de los transectos (Fig. 24c).

La concentración de oxígeno disuelto a los 100 m de profundidad fluctuó entre los 0,61 y los 4,87 ml l^{-1} , con un valor promedio de $2,23 \pm 1,124 \text{ ml l}^{-1}$ ($n=53$). La distribución horizontal de oxígeno disuelto en este estrato presentó tres ambientes distintos, el primero situado al norte de los 31°S (sector de Coquimbo), caracterizado por la presencia de concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1 \text{ ml/l}$), espacialmente coincidentes con aguas más salinas y densas, lo que confirma la presencia de AESS en esta región; el segundo, corresponde al sector central (zonas 2 y 3) caracterizado por concentraciones comparativamente mayores a la zona norte, sin la presencia de mínimas de oxígeno, a excepción del sector costero situado a la cuadra de Constitución (vinculado con punta Nugurne) y, una región situada al sur de los 40°S, con valores superiores a los 3 ml l^{-1} en la región costera (Fig. 24d).

d) Registros a 200 m de profundidad



La temperatura a los 200 m de profundidad fluctuó entre los 9,59 y los 11,60 °C ($10,61 \pm 0,480$ °C) para un total de 32 estaciones de muestreo que alcanzaron este estrato de profundidad. La distribución espacial de la temperatura del mar evidenció una variación latitudinal de 1°C, con aguas con temperaturas mayores a 11°C en el extremo norte y de (10 °C) hacia el extremo sur del área de prospección. El sector de estudio no presentó variaciones laterales de importancia y quedó bien caracterizado por la disposición espacial de las isotermas de 11 y 10,5 °C (Fig. 25a).

Por su parte, la salinidad fluctuó entre los 34,427 y los 34,720 psu, con un valor promedio de $34,547 \pm 0,072$ psu ($n= 32$ datos). La distribución espacial de la salinidad en este estrato de profundidad se mantuvo relativamente homogénea en toda el área de estudio, no obstante es posible identificar de Talcahuano al norte un sector con salinidades mayores a 34,5 psu, que alcanzan salinidades mayores a 34,7 psu en el extremo norte del área de estudio, vinculadas con la presencia de AESS en este estrato de profundidad; y un sector situado al sur de Puerto Saavedra con valores de salinidades menores a 34,5 psu en la región más costera (FIG. 25b). Al igual que la salinidad, la densidad del agua de mar en este estrato de profundidad también presentó una distribución horizontal homogénea, bien caracterizada por las isopicnas de 26,6 y 26,5 σ_t , variable que fluctuó entre los 26,407 y 26,616 σ_t ($26,489 \pm 0,045$ σ_t ; $n= 32$ datos) (Fig. 25c).

La distribución horizontal de oxígeno disuelto evidenció aguas con concentraciones mínimas de oxígeno en prácticamente toda el área de estudio, denotando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en este estrato de profundidad (Fig. 25d).



5.5.1.2 Distribución vertical de las variables oceanográficas

Las variaciones verticales en las variables medidas fueron analizadas a través de transectas paralelas al sentido general de la costa, utilizando las estaciones correspondientes a los extremos oceánico y costero de las transectas oceanográficas. La transecta “oceánica” comprendió las estaciones 2, 7, 13, 19, 28, 35, 44, 52, 59, 63, 70, 83 y 84 en tanto que la transecta “costera” incluyó, de norte a sur, a las estaciones 3, 6, 11, 15, 23, 30, 36, 42, 51, 55, 61, 68, 76, 80 y 87.



a) Transecta oceánica

Estuvo marcada por la presencia de aguas frías a lo largo de toda su extensión, situación que se acentuó hacia el sector sur del área de estudio debido al ascenso de la isoterma de 11°C (Fig. 26a), generando un gradiente superficial latitudinal de aproximadamente 2,5°C. En el estrato superficial (<25 m) el sector norte y centro-norte del área de prospección presentó aguas con temperaturas sobre los 13 °C; en tanto que, al sur de los 39°S, la distribución térmica superficial estuvo caracterizada por aguas más frías, bien representada por la isoterma de 11°C y ausencia de estratificación vertical. Bajo los 250 m de profundidad no hubo diferencias latitudinales importantes, verificándose un descenso monotónico de la temperatura con la profundidad a lo largo de todo la transecta.

Por su parte, la distribución vertical de salinidad reveló para el estrato superficial (0-50 m) una clara variación latitudinal por efecto principalmente de la mezcla con aguas continentales. Es así como la región norte (29-34°S) evidenció aguas más salinas (>34,2 psu), en tanto que a partir de los 36°S se hace evidente la disminución de la salinidad debido a la mezcla superficial con aguas continentales proveniente de los diferentes ríos de la región, fenómeno que se acentúa hacia el extremo sur del área de estudio, que presentó salinidades menores a 33,6 psu. Aproximadamente, entre los 150 y los 350 m de profundidad, y particularmente, para la región comprendida entre los 29 y los 38 °S, se aprecia el flujo hacia el sur de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES), caracterizadas por la isohalina de 34,6 psu (Fig. 26b).

De igual forma, el patrón de variación vertical con la latitud de la densidad del agua de mar evidenció la mezcla entre aguas marinas y continentales a partir de los



38°S, que se expresa en lentes de densidades menores a $25,4 \sigma_t$ sobre los 50 m de profundidad y en una mayor estratificación vertical hacia el sector sur del área de estudio (Fig. 26c). Bajo los 150 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 400 metros.

El oxígeno disuelto en la transecta situada sobre el talud continental evidenció un estrato superficial bien oxigenado ($< 5 \text{ ml l}^{-1}$) y una oxiclina situada entre los 50 y 120 m de profundidad, lo que fue válido para toda la sección. Bajo los 150 m la concentración de oxígeno disuelto muestra la presencia de AESS, caracterizadas por concentraciones bajas de oxígeno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) (Fig. 26 d).

b) Transecta costera

A diferencia de la transecta latitudinal oceánica, dispuesta sobre el talud continental, la transecta costera consideró estaciones costeras sobre la plataforma continental, por lo que su profundidad máxima no sobrepasó los 100 m en la mayoría de los casos. En esta transecta se evidenció un claro gradiente latitudinal de la temperatura en el estrato superficial, con aguas más cálidas ($> 13 \text{ }^\circ\text{C}$) al norte de los 36°S (incluso un lente de aguas con temperaturas superiores a los 14°C situado entre los 31 y 32°S) y, aguas comparativamente más frías, menores a 12°C en la región sur del transecto. En general, todo el sector sur mostró una columna de agua isotermal, sin gradientes verticales con temperaturas fluctuando entre los 11 y 12°C (Fig. 27 a).



Por su parte, la salinidad mostró la dilución superficial asociada a la mezcla de aguas con la proveniente de los ríos dispuestos al sur de los 35°S, y, particularmente, al sistema Itata-Biobío (37°S) y al río Bueno-río Maullín (41 °S). En profundidad (aunque sólo hasta los 100 m), sólo en el extremo norte se nota la presencia de salinidades mayores a 34,5 psu, denotando una presencia incipiente de AESS (Fig. 27b). En tanto, el patrón de variación vertical de la densidad fue similar al reseñado para la salinidad, evidenciando una clara dilución superficial por el aporte de aguas continentales a partir de los 36° S lo que se expresa en la presencia de densidades menores a 25,4 σ_t sobre los 30 m de profundidad (Fig. 27c) y menores a 24,6 en las cercanías de los principales ríos de la región, lo que contrasta con el sector norte donde se detectaron densidades mayores a 26,0 σ_t en el estrato superficial.

El oxígeno disuelto superficial (0-50 m) evidenció un estrato bien oxigenado con valores mayores a 5 ml Γ^1 , estrato que se profundiza notoriamente hacia el sector sur, a partir de los 37 °S debido al descenso las isolíneas de concentración de 5,0, 4,0 y 3,0 ml Γ^1 . Sólo en las estaciones situadas en el extremo norte del transecto fue posible registrar concentraciones mínimas de oxígeno (< 1 ml Γ^1), espacialmente coincidentes con el máximo de salinidad lo que corrobora la incipiente presencia de AESS a los 100 m de profundidad en dicho sector (Fig. 27d).

c) Perfiles verticales promedios

Las figuras 28, 29, 30 y 31 presentan los perfiles verticales promedio para todas las variables oceanográficas medidas en este estudio. Los perfiles verticales



promedio (más su desviación estándar) fueron graficados para cada una de las transectas realizadas.



La distribución vertical promedio de la temperatura (Fig. 28), muestra en la mayoría de estaciones ausencia o muy débiles gradientes laterales (representado por la escasa variabilidad entre las estaciones componentes de cada transecta) y una estratificación vertical ausente o escasa, situación que se acentúa hacia la zona centro-sur y sur del área de estudio. Desde este punto de vista, destacan las transectas 4, 5 y 6 (subzona 1), las transectas 10 y 12 (subzona 2), las transectas 14, 16, 17 y 18 (subzona 3), que revelaron un leve incremento en la estratificación vertical situada entre los 20 y 60 m de profundidad para las transectas de la región norte y entre los 70-90 m para el sector más hacia el sur.

La distribución vertical promedio de la salinidad mostró fuertes gradientes laterales (entre estaciones), los que se hicieron más intensos hacia el sector centro-sur y sur, debido al mayor grado de dilución asociado al aporte fluvial por parte de los ríos locales. Así, en la región norte se observaron haloclinas débiles, situadas verticalmente entre los 40 y los 120 m de profundidad, a excepción de las transectas del sector centro-norte (7 a la 11) que presentaron una capa superficial homogénea, situando la haloclina entre los 60 y los 160 m de profundidad (Fig. 29). En la región centro-sur y sur, la mezcla superficial con aguas continentales tuvo por efecto la presencia de un claro gradiente superficial de salinidad, situado entre los 20 m de profundidad, que se acentuó y extendió en profundidad en las estaciones del extremo sur del área de estudio. Debido a la escasa extensión longitudinal de las transectas (límite en el veril de los 500 m), la distribución vertical de las variables medidas bajo los 150 m de profundidad estuvo representada, en la mayoría de los casos, por una sola estación de muestreo, lo que se aprecia en la ausencia de variabilidad inter-estaciones en este estrato.



La distribución vertical promedio de la densidad (Fig. 30) evidenció un patrón vertical similar al de la salinidad, aunque con gradientes menos intensos, con picnoclinas (cuando existieron) menos marcadas en la región norte y más intensificadas en la región centro-sur (entre Constitución e Isla Mocha). Así como para la salinidad, la escasa variabilidad entre las estaciones de muestreo (bajos valores de desviación estándar) revela la ausencia de gradientes laterales costa-oceano en la mayoría de las transectas evaluadas.

La distribución vertical promedio de la concentración de oxígeno disuelto para cada una de las transectas se presenta en la figura 31. La distribución vertical reveló un estrato superficial (< 30 m) bien oxigenado ($>5 \text{ ml l}^{-1}$), con una oxiclina evidente en todas las transectas, situada entre los 10 y los 60 m en la región norte para ir profundizándose progresivamente hacia el sector sur, donde se situó entre los 60 y 160 m. Destaca las concentraciones mínimas de oxígeno entre los 200 y los 400 m de profundidad en gran parte de las estaciones evaluadas y un leve incremento de concentración hacia la máxima profundidad de muestreo, destacando la presencia de AESS y de las AIA, respectivamente.

5.5.1.3 Diagramas TS

Los gráficos bivariados de temperatura y salinidad (diagramas T-S) fueron realizados agrupando las estaciones de muestreo para cada una de las zonas (1 a la 4) evaluadas en el crucero y son presentados en la figura 32.

De acuerdo a las profundidades máximas de muestreo, aproximadamente 500 metros, fue posible detectar en el estrato superficial (sobre los 100 m) la presencia de Aguas Subantárticas (ASAA) y aguas de mezcla entre las ASAA y aguas de 102



origen continental a partir de la transecta 16 y, bajo los 150 m la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y en forma incipiente (bajo los 400 m) las Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

En la zona 1, las ASAA presentaron índices termosalinicos de 11,3 a 14,4 °C para la temperatura y de 34,03 a 34,34 psu para la salinidad, en tanto las AESS presentaron un rango de salinidad entre los 34,34 y los 34,75 psu y una variación de temperatura entre los 10,5 y 12,7 °C; en tanto que la presencia de las AIA en los estratos más profundos (bajo los 400 m) reveló índices termosalinicos entre los 7,3 y los 9,1 °C para la temperatura y entre los 34,41 y 34,56 psu para la salinidad.

Por su parte, la región centro-norte presentó un estrato superficial (entre 0 y 100 m) con temperaturas fluctuando entre los 12,0 y 14,0°C y salinidades entre los 32,94 y los 34,06 psu para una zona de dilución superficial; índices termosalinicos de 11,7 – 14,0 °C para la temperatura y 34,10 – 34,28 psu para la salinidad, en tanto que los índices para la AESS estimados para esta región fueron de 10,3 – 11,7 °C para la temperatura y 34,28 – 34,66 psu para la salinidad. La incipiente presencia de las AIA hacia las máximas profundidades de muestreo tuvieron un rango de temperatura de 6,0-9,1 °C y de 34,26 – 34,5 psu de salinidad.

En la zona centro-sur, situada entre Constitución y la Isla Mocha, las ASAA (y en algún grado su modificación por dilución superficial) se caracterizaron por salinidades entre 32,06 y 34,09 psu y temperaturas entre 11,6 y 13,3°C. Las AESS mostraron índices termosalinicos de 34,28 – 34,56 psu y 9,7 – 11,3 °C para la salinidad y temperatura, respectivamente. Los índices termohalinos de las AIA en esta zona fueron 6,0 – 8,4 °C para la temperatura y de 34,22 – 34,44 psu para la salinidad.



Por último, en la zona sur del área de estudio las ASAA presentaron una variación de temperatura entre los 10,9 y los 11,9 °C y salinidades entre los 31,19 y los 33,97 psu. El estrato superficial presenta a las ASAA modificadas por la mezcla con aguas continentales asociados a los principales ríos de la región. La exigua presencia de las AESS presenta una variación de salinidad entre 34,42 y 34,59 psu y un rango de temperatura entre los 9,7 y 11,1 °C. Por su parte, las AIA presentaron variaciones entre 5,5 y los 7,7 °C para la temperatura y entre los 34,22 y 34,40 psu para la salinidad.

Análisis comparativo de la oceanografía regional

Con el objeto de comparar las variables oceanográficas antes descritas y establecer su variabilidad espacial y temporal en el área de estudio, los resultados de este informe se compararon con los registrados en otros cruceros de investigación de similar naturaleza, objetivos y diseño de muestreo, a saber: los cruceros de evaluación hidroacústica para el recurso merluza común llevados a cabo en los años 1995 (Blanco, 1995), 1997 y 1999 (Lillo, 1998, 2000) y, particularmente con lo reseñado para el crucero del año 2000 (Lillo *et al.*, 2001).

Al contrastar los resultados del presente trabajo con otros que incluyan: a) similar escala espacial de muestreo o sea, la región costera de Chile central y centro-sur (desde Coquimbo a Pto Montt) limitada longitudinalmente por la línea de costa y el veril de los 500 m (máximo 35 mn desde la costa) y b) similar período de prospección, entre julio y agosto (o septiembre); se estableció un patrón de distribución superficial de la temperatura del mar muy similar al descrito para julio-



agosto de 1995 (Blanco, 1995), para agosto-septiembre de 1999 (Núñez & Ortiz, 2000) y para julio-agosto de 2000 (Núñez *et al.*, 2001), años caracterizados por la presencia de aguas frías ($<13^{\circ}\text{C}$) en gran parte del área de estudio, situación que se intensifica hacia el sur de Talcahuano, revelando una leve variación clinal a lo largo del área de estudio; no obstante en esta campaña la temperatura superficial del mar fue levemente más cálida (aproximadamente en $0,5$ a 1°C) que los años precitados. A diferencia de lo anterior, los resultados de este trabajo revelaron temperaturas superficiales menores comparadas con lo reportado el crucero desarrollado en agosto-septiembre de 1997 (Núñez & Ortiz, 1998), debido al efecto cálido del evento ENOS 1997-1998 en la hidrografía regional, caracterizada por una penetración de aguas más cálidas ($> 15^{\circ}\text{C}$) por el sector norte y occidental del área de estudio, situación descrita también durante los cruceros oceánicos de evaluación acústica de jurel en el período invernal de 1997 y 1998 (Núñez & Ortiz, 1998, 1999; Arcos *et al.*, 2001).

La presencia de aguas frías en la región costera, características de la presencia de focos locales de surgencia costera detectados especialmente en agosto-septiembre de 1999 y julio-agosto de 2000 (Núñez & Ortiz, 2000; Núñez *et al.*, 2001), espacialmente vinculados con las localidades de Coquimbo, Valparaíso y Constitución, y para el período primaveral de 1996 (septiembre-octubre) por Castro *et al.* (1997) quienes incluyen al Golfo de Arauco, no fue detectada con claridad en esta oportunidad, a excepción de un pequeño foco de surgencia asociado a la región costera del extremo norte del área de prospección (frente a Coquimbo).



En relación a los estratos de 100 y 200 m, que fue el que en general mostró mayor frecuencia de ocurrencia de merluza común en esta campaña, la comparación interanual con los cruceros reseñados en el párrafo anterior permite establecer, para el estrato de 100 m de profundidad, una distribución similar centrada en torno a los 11-12°C; no obstante para el sector sur del área de estudio las aguas eran levemente más cálidas (en 0,5-1°C) en comparación con lo reportado para 1999 y 2000. Para el estrato de 200 m de profundidad los valores descritos para los cruceros desarrollados en 1995, 1999 y 2000 (Blanco, 1995; Núñez & Ortiz, 2000; Núñez *et al.*, 2001) fueron muy similares a la distribución térmica descrita en esta campaña, sólo el año 1997 (Núñez & Ortiz, 1998) presentó valores levemente superiores de temperatura (en aproximadamente 1°C) a lo reseñado para la presente campaña.

El patrón de distribución espacial superficial de salinidad entre los diferentes cruceros realizados son similares, esto es, la presencia de significativas variaciones clinales (norte-sur) en la región costera, con salinidades mayores a 34,2-34,4 psu al norte de Valparaíso y menores a 33,8 psu al sur de Talcahuano, la importante dilución superficial por efecto de mezcla con aguas provenientes de los principales ríos de la región centro-sur y sur del área de estudio (*e.g.*, Maule, Itata, Bío-bío, Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno) genera gradientes laterales de importancia; situación descrita con anterioridad a partir de diversos estudios de diferente escala espacial y temporal (*e.g.*, Silva & Ramírez, 1982; Blanco & Cerda, 1993; Castro *et al.*, 1997). Las variaciones interanuales que emergen de esta comparación se sintetizan en:



- a) una región norte con salinidades superficiales muy similares a las reportadas para el año 2000, levemente mayores ($> 34,3$ psu) que las descritas para 1999 (34,1 –34,2 psu) y menores en aproximadamente 0,1-0,2 psu a las reportadas para 1997 (año ENSO);
- b) una región central (entre Constitución y Punta Lavapié) que presentó diferencias interanuales importantes en la dilución costera producto del aporte del río Biobío, la que se describe muy intensa en los años 1995, 1997 (aunque menos intensa) y en el 2001 (este trabajo), alcanzando salinidades superficiales menores a 33,0 psu en las estaciones costeras, en comparación con los años 1999 y 2000 donde se observan gradientes salinos muy débiles, situación detectada también en trabajos de más pequeña escala realizados en dicha localidad (Arcos *et al.*, 1996; Núñez *et al.*, 1997; Sobarzo, 1999) y,
- c) una región situada al sur de Puerto Saavedra donde no existen diferencias significativas en el campo horizontal de salinidad, caracterizada por una fuerte dilución costera asociada principalmente a la cercanía de la desembocaduras de la Bahía de Corral (estuario de los ríos Valdivia y Tornagaleones) y del río Bueno.

El rango de valores superficiales de la concentración de oxígeno disuelto descrita para este crucero, centrada en los 5-5,5 ml l⁻¹, se encuentra en el mismo rango de variación reportado para los cruceros de evaluación acústica de merluza común en años anteriores; no obstante, en 1997 se reportó concentraciones levemente más altas (año ENOS) y en 1999 y 2000 se identifican focos locales de surgencia con concentraciones costeras menores a 3,5 ml l⁻¹, situación ya descrita por Blanco (1995), confirmando a este sector como un foco recurrente de surgencia



de aguas ecuatoriales subsuperficiales durante el término del invierno. Asimismo, el rango de valores superficiales registrados en este crucero fue similar a la información invernal (si se comparan sólo las estaciones costeras) proveniente de cruceros de evaluación acústica de jurel para 1994, 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001 (Figuroa *et al.*, 1995; Núñez & Ortiz, 1998, 1999, 2000; Núñez *et al.*, 2000; 2001).

Para el estrato de 100 m de profundidad, la distribución de la concentración de oxígeno disuelto detectada en este crucero fue levemente distinta a la reportada en años anteriores, principalmente asociada a la menor concentración de oxígeno disuelto ($<1,0 \text{ ml l}^{-1}$) presente al norte de Valparaíso en los años 1999 y 2000 (especialmente este último año) que no es coincidente con lo descrito para esta campaña. Para el estrato de 200 m de profundidad, la distribución de la concentración de oxígeno disuelto en este crucero evidenció concentraciones mínimas de oxígeno a lo largo de prácticamente toda el área de estudio, lo que coincide con lo reportado para la región norte situada al norte de Constitución para el año 1999 (Núñez & Ortiz, 2000) y al norte de Talcahuano para el año 1997 y 2000 (Núñez & Ortiz, 1998; Núñez *et al.*, 2001); pero difiere en que para dichos años se corroboró concentraciones de oxígeno disuelto mayores a 1,5 y 2 ml l^{-1} al sur de puerto Saavedra.

Los valores característicos para las tres masas de agua descritas en este estudio son similares a los descritos anteriormente para la región (Branhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Silva & Sievers, 1981; Osses & Blanco, 1991, Núñez & Ortiz, 1998, 1999, 2000; Rojas & Silva, 1996; Strub *et al.*, 1998; Núñez *et al.*, 2001). Las Aguas Subantárticas (ASAA) se encontraron presentes como tal en el estrato



superficial (primeros 100 m) de casi toda el área de estudio, la que fue sensiblemente modificada en el sector centro-sur y sur debido al aporte de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región. Las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS), caracterizadas por la presencia de un máximo salino ($< 34,6$ psu) y de baja concentración de oxígeno disuelto (< 1 ml l⁻¹), se distribuyeron verticalmente abarcando entre los 10 y 350 m en la zona norte para ir disminuyendo su espesor hacia el sur. En las estaciones más “oceánicas” de los transectos, esto es, situadas sobre el talud continental, y bajo los 400 m de profundidad, se detectó la presencia incipiente de Aguas Intermedias Antárticas (AIA), caracterizadas por temperaturas bajas pero con un decremento de la salinidad y un incremento en la concentración de oxígeno disuelto.

5.5.2 Ictioplancton

5.5.2.1 Distribución espacial y abundancia de huevos y larvas de merluza común.

Durante la realización del crucero invernal del año 2001, se procesaron 88 estaciones, contabilizándose para todas las especies ictioplanctónicas presentes en las muestras efectuadas un total de 138.604 huevos y 19.003 larvas.

a) Huevos

De todas las estaciones prospectadas, 33 resultaron ser positivas para huevos de merluza (37,5%), en las que se estimó una densidad promedio de 11.057 huevos/10 m², correspondiendo a un 7,98% de la dominancia numérica. La densidad promedio por estaciones totales y positivas fue de 126 y 335, respectivamente (Tabla 23).



La presencia de huevos de merluza común se registró desde el norte de Pta. Lobería (31°40'S) hasta Pta. Puga (41°30'S) (Fig. 33), observándose dos zonas, ambas situadas dentro de las 12 millas náuticas de la costa, recurrentes en la presencia de registros positivos. En la primera de ellas delimitada entre Pta. Maitencillo (32°40'S) y la bahía de Concepción (36°40'S), se concentra el 58% de los huevos totales de la especie y entre los 33°40' y 34°10' de latitud sur se detectaron dos de los cuatro registros más importantes de huevos de merluza; el primero de ellos corresponde a la estación 30, situada frente a Sto. Domingo, el que conglomeró una abundancia total de 2.647 huevos/10 m², siendo éste el centro más importante de los 33 registros positivos y la estación 32 que resultó ser la tercera en abundancia con 1.748 huevos/10 m².

La segunda área correspondió a la comprendida entre el sur de la isla Mocha (38°40'S) y punta Capitanes (41°10'S), comprometiendo aquí al 38% del total de huevos de la especie, caracterizándose esta zona por la presencia de registros más homogéneos, detectándose el segundo y cuarto foco más importante en densidad, correspondiendo a aquellos situados en las estaciones 79 con 2.169 huevos y a la estación 80 con 1.745/10 m².

El extremo norte de la zona de estudio y hasta punta Lobería (32°40'S), hubo ausencia de huevos de merluza común a excepción de la estación 18 (31°40'S) con sólo 11 huevos de merluza/10 m², como también se observó la ausencia de huevos entre la bahía de Concepción (36°40'S) y el norte de la isla Mocha (38°40'S). (Fig 33).



La comparación de los resultados de este estudio con los reportados en los períodos invernales de años precedentes (1993 – 2000), señalan con respecto a la extensión espacial del desove, una disminución de 2,9% respecto del año 2000 y de 32,7% en relación con 1993 y 1997, años que exhibieron las mayores frecuencias de estaciones positivas de todas la serie analizada (Tabla 23).

De acuerdo a la distribución geográfica de los huevos de merluza, los focos más recurrentes en el tiempo y espacio se han observado principalmente desde la zona centro, frente a Valparaíso, hacia la zona sur, a excepción del año 1997, donde los centros positivos se detectaron a lo largo de toda la franja costera (Fig. 33).

En los restantes períodos invernales y con la sola excepción del año 2000, se ha ido observando un sector situado entre el sur de Arauco y punta Nena ($38^{\circ}10'S$) con una virtual ausencia de huevos. Así mismo, desde esta zona hacia sur, se ha registrado durante los diferentes estudios un área con presencia recurrente de huevos, a excepción del año 1995, donde tales concentraciones sólo alcanzaron hasta las inmediaciones de Valdivia. El esquema de distribución de los huevos en el 2001 es muy similar al observado en 1993 (Fig. 33).

b) Larvas

La distribución de las larvas de merluza común, mostraron una cobertura espacial similar a la exhibida en estudios previos, aunque con una menor frecuencia de centros positivos (Fig. 34). Los índices comunitarios exhibidos por las larvas de esta especie, se presentan con valores más bajos respecto de los exhibidos por



los huevos, estando presente sólo en 23 (26,14%) de las estaciones, representando un promedio total de 3.036 larvas/10 m², lo que equivale a un 15,98% de la dominancia larval. La densidad promedio por estaciones totales y positivas fue de 35 y 132 larvas, respectivamente (Tabla 23).



La distribución espacial mostró un rango más estrecho, pues abarcó entre las latitudes 33°10'S (Ra. Quintay) a 41°30'S (Pta. Puga) y también menos frecuente respecto al observado para los huevos (Fig. 34) y al igual que el estadio de huevos, las larvas estuvieron ausentes en el extremo norte de la zona de estudio. La zona de mayor concentración estuvo situada en el sector centro norte del área de estudio (33°10'S -35°10'S), registrándose allí el 93% de las larvas de merluza común. En esta zona y frente a Pta. Topocalma (34°10'S) se efectuaron las dos estaciones con la mayor densidad de larvas, aportando cada una con 1.014 y 1.451 larvas/10 m². A partir de este sector, el resto de los centros positivos fueron de menor frecuencia, encontrándose más dispersos entre sí y aportando con concentraciones que fluctuaron entre 4 – 126 larvas/10 m² (Fig. 34).

En relación con la densidad numérica, en el presente año se observó la tercera mayor abundancia de huevos y de larvas, siendo superada por los años 1993 y 1997, denotando que las tasas de cambio para los huevos respecto de esos años fueron de -39% y -72%, respectivamente, mientras que en el 2001 se detectó un leve aumento en relación al año 2000, de más de un 1,4%. Mientras que las larvas exhibieron porcentajes de cambio negativos, de 57,4 y 850% respecto a 1993 y 1997 (Tabla 23).

5.5.2.2 Distribución batimétrica de huevos y larvas de merluza común

De las 22 estaciones efectuadas con red WP-2 de tipo estratificado (Fig. 35), se registraron 6 estaciones positivas a huevos y 6 a larvas, con un total de 1.015 huevos y 846 larvas, todos ubicados a menos de 150 metros de profundidad.



El mayor número de registros positivos para huevos, se detectó en el estrato 0-75, correspondiendo a las estaciones 26, 29, 33 y 53 (Fig. 36) reuniéndose en ellas una densidad de 322 ejemplares/10 m², representando al 32% de la densidad total, mientras que en el estrato 75-150 a pesar de albergar solo dos registros (estaciones 29 y 64), concentró la mayor densidad, alcanzando a 694/10 ejemplares/m² (Fig. 37), comprometiendo en este nivel al 68,4% del total de huevos censados. El rango de abundancia de todos los estratos fluctuó entre 31-451.

Las larvas se distribuyeron al igual que los huevos en sólo dos niveles de profundidad, entre 0-75 y 75-150 metros con registros positivos en cada nivel (Fig. 36), pero a diferencia de ellos, el mayor porcentaje en la abundancia se detectó en el nivel mas superficial, con un 62% de dominancia numérica, que corresponde a 522 larvas/10 m², en tanto, en el estrato 75-150 un número de 325 larvas comprometieron el 38,4% restante. (Fig. 37).

5.5.2.3 Biomasa zooplanctónica

a) Distribución espacial

La densidad zooplanctónica estimada a partir de los lances oblicuos realizados con la red Bongo, fluctuó en un rango que varió entre 25 – 777 ml de zooplancton/1000 m³, con un promedio por estación de 232 (Tabla 24).

La distribución espacial de la abundancia del zooplancton, estuvo dominada por la presencia de amplios sectores con densidades que fluctuaban entre 101 y 300 ml/1000m³ (Fig. 38a y 39). El rango de mayor ocurrencia de organismos



zooplanctónicos fue el comprendido entre 101 – 300, predominio que se rompe entre la isla el golfo de Arauco e isla Mocha con un sector de mayor densidad y en algunos sectores costeros.

Longitudinalmente, los valores más importantes de biomasa zooplanctónica se concentraron hacia el sector costero, con una tendencia negativa hacia el sector oceánico, donde se observan los valores más bajos (Fig. 38b), mientras que longitudinalmente (fig. 38c) los mayores niveles de biomasa zooplanctónica se localizaron uno al norte de la latitud $31^{\circ}40'S$ y, el segundo, hacia el sector sur, entre los $37^{\circ}10'S$ y los $39^{\circ}S$.

En general, se puede señalar que la distribución de la biomasa zooplanctónica presenta un comportamiento similar al observado en estudios previos (Fig. 39), con un predominio de densidades relativamente bajas, a excepción de lo observado durante los últimos dos años con un sector de alta densidad entre el golfo de Arauco e isla Mocha.

b) Distribución batimétrica

La biomasa total de los 22 puntos de muestreo con lances estratificados, implicó efectuar 48 estaciones distribuidas en 21, 20 y 5 para los rangos de profundidad 0-75, 75-150 y 150-200 metros. En total se estimaron 9.053 organismos/1.000 m³, con un promedio de 189 y un rango de densidad fluctuante entre 24 – 2.393.

Batiméricamente, en los muestreos realizados hacia el sector norte del área de estudio y donde se muestreó hasta los 200 m de profundidad, las mayores densidades en el estrato más profundo (200-150m) duplicando los valores



registrados en los estratos más someros, (Fig. 40). Esta situación se modifica a partir de Los Vilos (32°S), donde luego de una zona que podría llamarse de transición que se prolonga hasta el norte de Valparaíso (estación 23) donde la densidad de zooplancton se presenta con mayor homogeneidad en la columna de agua, hacia el sur el estrato que presenta la mayor densidad corresponde al superficial (0-75 m) escenario que se mantiene hasta el límite de la zona de estudio.

Desagregando las estimaciones por estrato de profundidad, el mayor valor correspondió al nivel 0-75 m con 6.090 zooplancteres en 22 estaciones, seguido del rango 75-150 m con 1.946 en 21 muestreos y, finalmente, el sector más profundo (150-200m) con 1.213 aunque sólo con 5 lances (Fig. 41).

5.5.2.4 Distribución del ictioplancton en relación con la biomasa de recursos detectados mediante técnicas hidroacústicas

La distribución y abundancia de los primeros estadios de vida de merluza común no necesariamente constituyen un reflejo de la distribución geográfica de las densidades del recurso, sin embargo es interesante destacar que durante el crucero de invierno de 2001, existen importantes analogías entre la distribución geográfica de la biomasa de merluza común y el patrón de distribución de huevos y larvas, ello debido a que la especie se encontraba en proceso de reproducción, lo que determinó una contemporaneidad entre el barrido acústico y la presencia de huevos y larvas.

La mayor frecuencia de estaciones positivas para ambas fases del desarrollo se observaron entre los paralelos 31° y 38°S, lo que se corresponde con el sector de



mayor concentración del recurso detectada durante el muestreo acústico (subzonas 2 y 3).

La comparación en términos cuantitativos se efectuó mediante el cálculo del índice larval de abundancia, el cual puede ser usado para detectar cambios en la biomasa desovante ya que provee de información respecto de la intensidad y extensión del desove en la zona de estudio (Tabla 25). Se incluye además información de los estimados de la biomasa media parental obtenidos por el análisis secuencial de poblaciones (ASP).

Lo significativo de esta comparación es que estimados independientes de la biomasa de este recurso revelan la misma tendencia creciente del stock durante los últimos tres años (Fig. 42).

5.5.3 Rangos de variables ambientales y distribución espacial de la merluza común.

Durante el período y área del estudio, la presencia de merluza común estuvo asociada a condiciones ambientales que indican la mezcla entre ASAA y AESS, caracterizadas por aguas frías, de alta salinidad y muy baja concentración de oxígeno disuelto, lo que queda de manifiesto al analizar las figuras 43 y 44, donde se aprecian los mayores porcentajes de las estaciones con merluza común vinculadas con temperaturas ambientales entre 9 y 12°C, salinidades entre 34,4 y 34,6 psu, densidades del agua de mar entre 26,2 y 26,6 y concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 ml l⁻¹.



El análisis de las variables medidas en superficie (5 m) y medidas a la profundidad media de distribución del recurso en la columna de agua para todas las estaciones de muestreo (Tabla 26), permite sostener que el recurso se encontraba (en su profundidad media) en aguas con temperaturas que fluctuaron en promedio entre los $9,61 \pm 1,34$ (sector sur, zona 4) y los $11,02 \pm 1,19$ °C (sector centro-norte, zona 2); en salinidades promedio variando entre los $34,34 \pm 0,21$ (zonas 3 y 4) y los $34,57 \pm 0,07$ psu (zona 1) y, en aguas con concentraciones de oxígeno disuelto promedio que variaron entre los $0,93 \pm 0,46$ (zona 1) y los $2,50 \pm 1,75$ ml l⁻¹ (zona 2). Estos rangos de variables ambientales medidos a la profundidad media de distribución batimétrica del recurso, permiten corroborar que, en general, el recurso se encontraba en Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) en gran parte del área de estudio, principalmente al norte de los 34°S, aproximadamente entre los 100 y los 150 m de profundidad, hecho que sugiere la alta probabilidad que el recurso incurriere de manera habitual en aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto, alternando con aguas más oxigenadas detectadas sobre los 100 m (Aguas Superficiales Subantárticas).

Las relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común y las variables ambientales se presentan en la figura 45, considerando como variables independientes a: prof. ecosonda o fondo (m), prof. media de cardumen (m), prof. capa de mezcla (m), prof. base de termoclina (m), prof. mínima de oxígeno (m), variables superficiales (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) y medidas a la profundidad media del cardumen.

Los resultados de este análisis exploratorio, considerando todas las estaciones de muestreo en el área de estudio, no emergió ninguna relación entre la densidad de



merluza común y las variables ensayadas ($r^2 < 0,2$). No obstante, el análisis por zona al interior del área de estudio, reveló en algunos casos mejores coeficientes de determinación, principalmente asociados a la región norte (zona 1) donde las variables ensayadas: prof. ecosonda, prof. media de cardumen, temperatura a la prof. media de cardumen, densidad a la prof. media de cardumen, obtuvieron r^2 superiores a 0,5 y, en algunos casos a la región sur (e.g., oxígeno superficial, $r^2 = 0,4$).

Paralelamente, con el propósito de indagar sobre las relaciones existentes entre la densidad de merluza común (ton mn^{-2}) y las variables ambientales medidas, se realizó un análisis de correlación múltiple (Zar, 1984). Las variables incorporadas al análisis por estación de muestreo fueron: 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-t) y densidad a la profundidad promedio del cardumen, oxígeno disuelto superficial (ml l^{-1}) y oxígeno disuelto a la profundidad promedio del cardumen, profundidad base de la termoclina, del mínimo de oxígeno y de ecosonda en cada estación de muestreo, máximo gradiente vertical de temperatura y densidad y su posición en la columna de agua.

Al analizar las relaciones entre la distribución batimétrica de merluza común y la localización vertical de la profundidad base de la termoclina, del mínimo de oxígeno, del fondo (ecosonda) y de los máximos gradientes verticales de densidad y temperatura, sólo se verificó una correlación significativa entre la profundidad media del cardumen y la profundidad del fondo marino ($r=0,72$, $p<0,01$). Desde el resto de las variables ensayadas, no emergió una asociación significativa entre



ellas, mostrando coeficientes de correlación bajos y no significativos ($p > 0,01$) (Tabla 27).

Los resultados de las relaciones entre la abundancia de merluza común (ton mn^{-2}) y las variables ambientales medidas (Tabla 28), tanto superficialmente como a la profundidad de distribución del recurso, revelaron, en general, coeficientes de correlación bajos y no significativos ($p > 0,05$). Destaca la relación entre la densidad del recurso y la concentración de oxígeno disuelto medida a la profundidad promedio del recurso, que aunque mostró un coeficiente bajo ($r = -0,32$), se ha considerado significativo ($p = 0,019$).

Por otra parte, es de destacar las relaciones entre la profundidad media de localización del recurso y algunas variables ambientales, que mostraron coeficientes de correlación altos y significativos, principalmente las variables oceanográficas medidas a la profundidad media de distribución del recurso, a saber, temperatura ($r = -0,933$, $p < 0,05$); salinidad ($r = 0,44$, $p < 0,05$); densidad ($r = 0,91$, $p < 0,05$); oxígeno disuelto ($r = -0,55$, $p < 0,05$); asimismo, la profundidad del máximo gradiente térmico (ZMGT) presentó un coeficiente bajo ($r = 0,28$) pero significativo ($p < 0,05$).

La exploración de probables relaciones no lineales mediante el uso de modelos lineales aditivos generalizados (GAM) entre la densidad de merluza común con variables de posición espacial (profundidad superior e inferior de la agregación, la profundidad de ecosonda, la altura de la agregación, la distancia entre la profundidad media de la agregación) y variables ambientales como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad del agua de mar a la profundidad promedio de las agregaciones de merluza común. Considerando el alto grado de correlación entre los valores de las variables ambientales medidas a



la profundidad superior e inferior de las agregaciones de merluza común (Fig. 46), se optó por trabajar con los valores promedio de las variables ambientales; *i.e.* temperatura (T_{prom}), salinidad (S_{prom}), oxígeno disuelto (O_{prom}) y sigma-t (S_{tprom}).

Las relaciones se establecieron considerando la densidad de merluza común en función de una o más variables ambientales (*e.g.* temperatura, salinidad, oxígeno y/o densidad del agua de mar) en presencia de una o más variable relacionadas con el espacio físico (*e.g.* latitud, profundidad de la agregación). El análisis, de carácter exploratorio, consideró la asociación no paramétrica entre las variables utilizando la técnica loess con una ventana $span=0,7$ y $grado =1$. Los modelos que presentaron relaciones significativas fueron los siguientes:

- a) **Modelo 1:** Este modelo consideró la temperatura promedio a la profundidad de la agregación (T_{prom}), la latitud (lat) y la profundidad promedio (Z_p) de la agregación de merluza común. La relación general indica la existencia de una relación no-lineal con la temperatura, observándose mayores densidades de merluza común entre 11 y 12°C, lo que es coincidente con la frecuencia de ocurrencia de merluza común y el rango de temperatura (ver Figura 39). A su vez, la densidad de merluza común tiende a ser mayor entre los 36 y 38° Lat Sur, mientras que las agregaciones fueron más densas cuando se ubicaron a mayor profundidad (Fig. 47).

Aunque se identifica un efecto lineal de la profundidad de la agregación, esta variable no fue significativa en términos no-paramétricos. Por esta razón, se presenta un modelo más simple considerando solamente la temperatura



promedio y la latitud geográfica en la figura 48. En este caso, el máximo de densidad de merluza común tiende a desplazarse hacia temperaturas más bajas, pero la relación no-lineal persiste.

- b) Modelo 2:** El Modelo 2 consideró la densidad promedio del agua de mar a la profundidad de la agregación, la latitud geográfica y la altura promedio de la agregación. Las relaciones involucradas en este modelo son del tipo rampa, en otras palabras, la densidad de merluza común es independiente de la densidad del agua de mar, pero en aguas más densas que $26,6 \sigma_t$ tiende a disminuir linealmente. La densidad de merluza común se incrementa linealmente en función de la altura de las agregaciones, pero a partir de agregaciones con una altura de 60 m la densidad de merluza tiende a estabilizarse. A su vez, el efecto de la latitud geográfica indica que la densidad de merluza común tiende a ser menor en latitudes menores a los 38° S (Fig. 49).
- c) Modelo 3:** Aunque en términos no paramétricos las variables que participaron en el Modelo 3 no fueron significativas, se ha considerado como un buen resultado ya que las transformaciones identificadas fueron lineales entre el logaritmo de la densidad de merluza común, la salinidad promedio, el oxígeno promedio, y la latitud (Fig. 50). A pesar que la linealidad se debe a la presencia de muy pocos puntos extremos disponibles, desde el punto de vista paramétrico un modelo de regresión múltiple fue estadísticamente significativo ($p < 0,001$). Aunque la varianza explicada fue de solamente 30,3%, los coeficientes asociados con cada variable que participó en el modelo fueron todos significativas a nivel $p < 0,01$.



- d) **Modelo 4:** Este modelo es idéntico al anterior, pero se agregó la temperatura promedio y se encontró que el efecto no-lineal de esta variable con la densidad de merluza común persistió (Fig. 51). Se destaca que, desde el punto de vista no paramétrico las variables que participaron en este modelo no fueron significativas y se incluyen con el objeto de que dichas relaciones puedan ser analizadas con estadística paramétrica.

Considerando los modelos GAM identificados en este estudio, uno de los principales resultados fue la relación no-lineal tipo “domo” entre la densidad de merluza común y la temperatura del mar a la profundidad de las agregaciones. Las mayores agregaciones del recurso tienden a presentarse en un rango estrecho de temperatura que va entre lo 10 y 11°C, cuyos valores usualmente son encontrados a profundidades mayores y al norte de los 38° de Lat. Sur (modelo 1).

5.5.4 Rangos ambientales de preferencia para merluza común

Los resultados del análisis de correlación entre la abundancia de merluza común y las variables oceanográficas medidas revelaron, en general, coeficientes bajos y no significativos. Se indagó entonces sobre la existencia de rangos de distribución preferenciales del recurso sobre una variable ambiental determinada mediante la metodología propuesta inicialmente por D'Amours (1993), y re-analizada por Perry & Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), quienes proponen un método para la identificación de asociaciones entre la distribución de recursos marinos y las condiciones del hábitat (condiciones ambientales).



Las variables ambientales contrastadas fueron la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, variables físicas y químicas que pueden afectar la distribución espacial y temporal de los peces (Kramer, 1987; Laevastu & Hayes, 1991), además de la profundidad del fondo marino, asociado a la profundidad de distribución de merluza común en el área de estudio.

Debido a que el área de prospección presentó gradientes ambientales, tanto latitudinalmente como batimétricamente, el análisis de asociación entre el recurso y su entorno ambiental se realizó para toda el área prospectada y, asimismo, considerando por una parte, las 4 zonas en que se dividió operacionalmente el área de estudio (de norte a sur) y, por otra, tres estratos de profundidad, esto es, entre 0-100 m, 100-300 m y > 300 m, en consideración a los porcentajes de distribución del recurso y a la dominancia de ASAA, AESS y AIA, respectivamente.

a) Análisis espacial latitudinal (por zonas de estudio):

La figura 52a-e muestra las funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable temperatura (FRAT) y las funciones de distribución acumulativas empíricas para el producto entre la variable temperatura y la abundancia de merluza común (FRATMC). Al considerar toda el área de prospección, la comparación entre ambas curvas reveló una evolución diferencial entre ellas, esto es, la curva FRATMC se encontró por sobre la curva FRAT (mayor pendiente para FRATMC), indicando un mayor grado de preferencia por aguas con temperaturas entre los 9,4 y los 13°C; no obstante el análisis estadístico entre ambas



distribuciones mostró la inexistencia de diferencias significativas ($K_s=0,078$, $p=0,998$).

Al realizar el análisis por zonas, esta situación queda establecida en la región norte, donde la evolución de las curvas indicó que el recurso estuvo asociado a temperaturas entre 8,2 y 12 °C, situación similar a lo reportado para la zona 3 (8,8 y 12,6°C). Para las zonas 2 (centro-norte) y 4 (sur) el rango de preferencia fue considerablemente menor, observándose un rechazo a condiciones térmicas menores a 10,6 y 9,8, respectivamente, en atención a que la curva FRAT se encontró ahora por sobre la FRATMC. Sin embargo, al igual que lo reseñado para el análisis del área total, el análisis estadístico de ambas distribuciones para cada zona de estudio reveló la ausencia de diferencias significativas ($p>0,05$), con bajos valores de K_s , esto es, $K_s=0,19$, $K_s= 0,16$; $K_s= 0,16$, $K_s= 0,22$, para las regiones norte, centro-norte, centro-sur y sur, respectivamente.

El comportamiento de las funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable salinidad (FRAS) y la salinidad ponderada por la densidad del recurso (FRASMC), reveló la inexistencia de un rango preferencial del recurso con esta variable, tanto al analizar los datos para toda le área de estudio, como al analizar los datos agrupados por zonas (Fig. 53a-e), lo que fue consistente con los resultados de la prueba estadística sobre ambas distribuciones ($p>0,05$). Lo anterior refleja que el recurso se encuentra distribuido en forma aleatoria con respecto a esta variable, que se verifica cuando las curvas asociadas a la variable ambiental y al recurso, poseen un comportamiento casi idéntico (Perry & Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994).



En relación con la concentración de oxígeno disuelto, la figura 54a-e muestra el comportamiento de las funciones de distribución acumulativas para el oxígeno (FRAO) y para el oxígeno ponderado por la densidad de merluza común (FRAOMC). Al considerar toda el área de estudio, el comportamiento de las curvas (curva FRAOMC sobre curva FRAO) muestra la existencia de un amplio rango de preferencia del recurso por esta variable, lo que es consistente con el resultado de la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov ($K_s=0,25$), aunque la significancia estadística se asoció al límite de la significancia considerado ($p=0,073$). La existencia de diferencias entre las distribuciones fue asignada principalmente a la región sur (zona 4), cuyo rango preferencial es el mismo (entre $0,2$ y $5,6$ ml l^{-1}) ($K_s=0,43$; $p=0,0001$); no obstante, el resto de las zonas analizadas, mostró un rango preferencial más estrecho, especialmente en la zona norte (zona 1) donde merluza común evidenció una leve preferencia por aguas con concentraciones de oxígeno disuelto entre $0,4$ y $1,8$ ml l^{-1} , lo que no se verificó en la contrastación estadística entre las distribuciones (zona 1: $k_s= 0,059$, $p= 1,000$; zona 2: $K_s= 0,14$, $p=0,730$; zona 3: $K_s= 0,22$; $p= 0,190$).

b) Análisis batimétrico

Al analizar la información en relación con los estratos de profundidad, se observó la inexistencia de asociaciones significativas ($p >0,05$) entre el recurso y la variable temperatura (Fig. 55a-c) para el estrato mayor a 300 m y el estrato superior de la columna de agua ($0-100$ m) (curva FRAT sobre curva FRATMC), lo que fue consistente con lo reportado en capítulos anteriores; no obstante, el estrato entre los 100 y los 300 m de profundidad, aunque presentó asociaciones no



significativas, revela un leve grado de preferencia por el rango térmico entre 10,6 y 11,6°C.

De manera similar a lo reportado en el análisis zonal, el comportamiento similar de las curvas FRAS y FRASMC indicó la inexistencia de una asociación significativa entre merluza común y la salinidad (Fig. 56a-c) ($p > 0,05$). Lo anterior implica que el recurso se encuentra distribuido en forma aleatoria con respecto a esta variable.

Por otra parte, el comportamiento de las funciones de frecuencias acumulativas empíricas para la variable ambiental oxígeno disuelto (FRAO) y para la densidad de merluza común ponderada por la variable ambiental (FRAOMC), no evidenció un claro patrón de preferencia en los estratos de 0-100 m y mayor a 300 m (Fig. 57a-c); sin embargo, destacó el resultado obtenido al analizar el estrato entre los 100 y 300 m, donde el recurso mostró un leve grado de preferencia por aguas con un amplio rango de oxígeno disuelto ($0,2 - 5,6 \text{ ml l}^{-1}$), situación coincidente con otros resultados presentados con anterioridad; no obstante lo anterior, el estadígrafo utilizado indicó la inexistencia de diferencias entre las distribuciones para ambas curvas ($K_s = 0,22$, $p = 0,19$).

5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común

De los datos obtenidos durante la prospección se estimaron descriptores morfológicos y batimétricos de 741 agregaciones de merluza común.

a) Descriptores morfológicos



Las agregaciones de merluza común, presentan en general una gran variabilidad en su morfología, hecho que se puede constatar en los valores reseñados en la Tabla 29 y figura 58.

En general se puede señalar que los descriptores morfológicos, a excepción de la dimensión fractal, presentan una distribución asimétrica hacia la derecha. Sin embargo, los valores menores corresponden a agregaciones de pequeña magnitud separadas por poca distancia entre ellas, y que podrían llegar a formar concentraciones de tipo estrato de baja densidad.

La dimensión fractal, que representa el grado de cohesión entre los peces que conforman el cardumen, se estimó en 1,7; indicador de un contorno poco definido (valor más cercano a 2), concordante con un recurso con un comportamiento gregario menos marcado, si se compara con otros recursos como por ejemplo los pelágicos.



b) Descriptores batimétricos

Los descriptores batimétricos índice de altura, profundidad de la agregación y profundidad del fondo, muestran también una gran variabilidad (Tabla 29, figura 58).

La distribución batimétrica de la merluza común presentó un amplio rango de distribución registrándose en la columna de agua entre los 54 y 448 metros, y en fondos que fluctuaron desde los 88 a 455 metros (Tabla 29), en términos de densidad los mayores niveles se detectaron entre los 120 a 200 metros de profundidad (Fig. 59), donde se presenta la frecuencia de niveles de eointegración por rango batimétrico. Esto se corrobora al comparar las distribuciones de las frecuencias relativas acumuladas de merluza común por rango de profundidad (Fig. 60), de donde se desprende la existencia de una preferencia de este recurso por el rango de profundidades de 140 a 200 metros.

Respecto a la distribución de esta especie en la columna de agua, el Índice de Altura arrojó un valor promedio de 18, es decir, que dentro de la columna de agua las agregaciones se ubicaron en promedio en el 18% mas cercano al fondo. Sin embargo al analizar la distribución de frecuencia, esta muestra una distribución asimétrica desplazada hacia la izquierda con una moda en el 5%, (Fig. 58). Esto concuerda con lo señalado para este recurso, esto es, una fuerte asociación con el fondo y que durante el presente estudio significó que el 60% de las agregaciones se localizara en la columna de agua dentro del 15% mas cercano al fondo.



c) Análisis de los descriptores de las agregaciones

El análisis de las agregaciones, se realizó mediante la aplicación de análisis de componentes principales a la matriz de correlación de los descriptores morfológicos y batimétricos de las agregaciones presentada en la tabla 30.

En la tabla 31 se presentan los valores propios y la proporción de la variabilidad total explicada por cada uno de los componentes. Para el cálculo de estos, además de los resultados que se presentan más adelante se utilizó el software estadístico SPSS.

El análisis de los resultados se efectuó reteniendo de acuerdo a Rencher (1995) sólo aquellas componentes principales cuyo valor propio fuera igual al promedio de los mismos (valores propios) y que en el caso de una matriz de correlación es igual 1, requisito que cumplen las tres primeras componentes.

Los resultados del análisis en el espacio de las observaciones, que el 81% de la varianza de los datos es explicada por los tres primeros factores principales. Esto significa que las combinaciones lineales de las variables originales sintetiza según cada factor el 38; 25% y 18% de la variación total del conjunto de datos.

Las tres componentes seleccionadas forman dos planos factoriales, el primero formado por la primera y segunda componente (Fig. 61) da cuenta del 63% de la varianza. La componente 1 que representa el 38% de la varianza total, está caracterizada por los descriptores de forma de las agregaciones (elongación, altura, dimensión fractal) y a la posición de la agregación en la columna de agua,



que presentan la mayor contribución de estas variables a la nueva variable definida por la transformación lineal. El segundo factor, que representa el 25% de la variabilidad total está asociado al tamaño de las agregaciones (largo, área y perímetro) con sus descriptores altamente correlacionada.

El segundo plano factorial está formado por las componentes 1 y 3, representando esta última el 18% de la varianza total y asociado a descriptores batimétricos (profundidad del cardumen y del fondo) de las agregaciones.

En general, se puede señalar que las formas de las agregaciones no están correlacionadas con su tamaño y tampoco con sus características batimétricas. Sin embargo, este tipo de análisis debería profundizarse a través de la obtención de datos durante un período más extenso del año, con el objeto de poder definir si los descriptores mantienen sus características o varían de acuerdo a la época del año.



6. DISCUSIÓN

La biomasa media de merluza común estimada de 917.133 toneladas, representa un nivel similar al obtenido en estudios de evaluación directa efectuados los años 1999 (899.307 ton) y 2000 (891.598 ton), pero se registró un claro aumento del orden del 81 y 29% en relación con los niveles de biomasa calculados para los años 1995 (505.765 ton) y 1997 (712.878 ton), respectivamente (Lillo *et al.*, 2001).

Sin perjuicio que los estimados de biomasa calculados en los últimos tres años presentan una tendencia a la estabilización del stock en cifras cercanas a las 900 mil toneladas, se observan dos particularidades que se refieren a la distribución latitudinal y a la abundancia, elementos que han presentado cambios significativos en dicho período.

i) La contribución de las subzonas extremas ha presentado variaciones en sus niveles de biomasa, así, la subzona ubicada mas al norte ha mostrado una tendencia al aumento en su aporte a la biomasa total, elevando su participación de niveles del 3% en 1995 al 16,5% en el 2001, mientras que aunque menos marcada en la subzona 4 ubicada en el límite sur del área de estudio se observa la situación inversa, con una disminución del aporte zonal del 13,6% en 1995 a 9,4% en el presente estudio. El aporte de la zona central del área de estudio (31°25'S-38°39'S), se ha estabilizado en niveles del 75% de la biomasa total, que durante los últimos dos estudios (2000-2001) han representado 680 mil toneladas. Estas variaciones en la distribución latitudinal del stock de merluza común, que pueden



ser atribuidas a desplazamientos de carácter reproductivo como las señaladas por Villegas y Saetersdal (1968), aparecen como moderadas en comparación a otros recursos, como por ejemplo, los participantes en la pesquería demersal sur austral.

ii) Por otra parte, se destaca el aumento progresivo y constante del nivel de la abundancia de merluza común, que pasó, primeramente, de 1.166 a 1.383 millones de ejemplares (18,6%) entre 1999-2000; para posteriormente volver a aumentar a 1.969 millones en el 2001, representando el valor más alto de abundancia registrado en los estudios de evaluación directa efectuados a partir de 1995. En este incremento cobra importancia el aporte de los ejemplares juveniles (GE 0-III) que sustentan el 70% de la abundancia en machos y el 60% de las hembras.

El predominio de machos (58%) en la estructura del stock estimada durante este estudio, difiere de lo observado en estudios realizados en los años 1997, 1999 y 2000 donde el aporte de las hembras representó niveles del 51, 57 y 59% de la abundancia del stock, pero se asemeja a los niveles observados en los años 1993-95 cuando fueron los machos quienes alcanzaron niveles del 52 y 56%, como también lo señalado por Avilés *et al.* (1979) quienes consignan que los machos constituyen el 60% del stock de merluza común. Variaciones más drásticas han sido observadas en el stock de *Merluccius gayi peruanus* (Guevara-Carrasco *et al.*, 1997), donde se han observado fluctuaciones en la proporción de machos: hembras que han variado de 1,3:1 hasta niveles de 1:3. Los cambios en la proporción sexual son dependientes de la estructura demográfica del stock y como tal pueden experimentar variaciones interanuales, especialmente en



recursos que presentan longevidades diferenciales por sexo, como es el caso de la merluza común.

La merluza común constituye un stock cuya dinámica está estrechamente ligada a la variabilidad que experimenten los reclutamientos, cuya magnitud e intensidad es altamente dependiente de las condiciones oceanográficas imperantes en el año del desove. Cabe recordar que históricamente los reclutamientos de mayor intensidad como los observados en 1985 y 1993-94 (Payá y Zuleta, 1999), han estado asociados a ejemplares nacidos en años de condiciones oceanográficas bajo la influencia de ENSO en los años 1982 y 1990-91 (Cubillos y Arancibia 1992; Payá, 1997). Esta situación también 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 área de distribución, 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 evaluación de merluza común realizados en los años 2000-2001, sería la consecuencia de un reclutamiento exitoso gatillado por el ENSO presente durante los años 1997-98. Sin embargo este reclutamiento exitoso, no necesariamente puede verse reflejado en toda su magnitud en las capturas de la flota industrial, como producto de las tácticas de pesca y estrategias de producción de las plantas que elaboran este recurso, y constituye un elemento que debe ser considerado al momento de efectuar las evaluaciones de stock.

Teniendo en cuenta la selectividad específica del arte de pesca de muestreo utilizado, la merluza común continúa en el área de su pesquería manteniendo un



claro predominio entre los recursos que habitan sobre la plataforma continental, contribuyendo con el 85% de las capturas obtenidas en los lances de pesca de identificación. Entre los otros recursos capturados, conviene destacar la importancia alcanzada por el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) que representó el 2,6% de la captura total pero también constituyó el 19,2% de la fauna acompañante, cobrando una importancia que no se observaba desde la década del 80, cuando su presencia en las capturas de arrastre de fondo era habitual y constituyéndose en la principal especie de la fauna acompañante en la pesca de orientada a la merluza común (Aguayo *et al.*, 1981).

En una situación inversa a la descrita para el jurel se encuentran los crustáceos, cuyo aporte a la fauna acompañante fue marginal, sin alcanzar ninguno de los crustáceos comerciales una incidencia superior al 0,1% de la captura total, en circunstancias que en los estudios realizados a mediados de la década pasada su contribución superó en ocasiones hasta el 7% de la captura total (Lillo *et al.*, 1998).

Referente a la distribución de la merluza común, esta se mantiene durante el período del estudio asociada a la plataforma continental, con variaciones interanuales en la localización de los sectores de mayor concentración, pero que indudablemente deben estar asociados a desplazamientos como los de carácter reproductivo mencionados por Villegas y Saetersdal (1968) que llevan al stock a desplazarse dentro del área de su pesquería pero sin que signifiquen que una fracción del mismo haga abandono de ella.

La distribución de los EMS mostró que en agosto de 2001 la merluza común estaba en activo proceso de desove, lo que confirma lo que se ha señalado para



otras temporadas de desove (Balbontín y Fischer, 1981; Alarcón y Arancibia, 1993).



Los valores estimados para la talla 50% de madurez sexual de 37,47, 35,13 y 36,65 para los sectores centro- norte (29°10'S-35°30'S), centro-sur (35°30'S-38°39'S) y para el total del área, son comparables a las estimadas para merluza común por Balbontín y Bravo (1993b) con valores de 36,5 cm LT según datos de 1965 y en 33,5 cm LT según datos de 1992 para Valparaíso, mediante el ajuste de los valores a un modelo logístico y recalculando los resultados de Balbontín y Fischer (1981); de igual manera, calcularon una talla 50% de 39,1 cm LT para San Vicente en 1965 y 36,6 en 1992. Alarcón y Arancibia (1993) obtuvieron un valor de 37 cm LT para San Vicente, combinando un ajuste logístico con el método del incremento relativo. Cerna (1994) calculó con muestras de Talcahuano, una talla de 38,9 cm LT de madurez. Poulsen (1952) había anteriormente calculado estas tallas en 35 cm LT para Valparaíso y 40 cm LT para San Vicente.

Sin embargo, llama la atención el hecho que la talla 50% estimada durante el presente estudio, alcance un mayor valor en el sector centro-norte, a diferencia de lo observado en los estudios previos, donde los valores estimados para la zona de Talcahuano eran generalmente mayores a los correspondientes al sector de Valparaíso. Sin embargo, debe considerarse que la ausencia de ejemplares juveniles debe llevar a tomar este resultado con cautela.

En lo que respecta a la estimación de fecundidad promedio, los resultados de 150.712 ovocitos para el sector centro-sur y 139.615 para el sector centro-norte, se pueden considerar como similares a los 143.397 ovocitos estimados por Alarcón y Arancibia (1993) y de 142.031 calculados por Cerna (1994).

La fecundidad relativa es concordante con los cambios observados en la fecundidad modal. Los valores calculados para de San Vicente-Talcahuano están



en un rango de 115 a 206 ovocitos y 202-245 para el sector Valparaíso-San Antonio (Balbontín y Fischer, 1981; Alarcón y Arancibia, 1993; Balbontín y Bravo, 1993b; Cerna, 1994). Así, las presentes estimaciones de 160 ovocitos para el área sur y 153 para el área norte, están en el primer caso, dentro del rango de las estimaciones; en el segundo caso quedan por debajo del rango de las estimaciones previas.

Aunque existen estimaciones indirectas de biomasa y abundancia (Payá y Zuleta, 1999; Payá, 2000) con resultados similares a los obtenidos en las evaluaciones directas, no puede obviarse el hecho que la evaluación indirecta es calibrada con las estimaciones directas, lo cual hace que sus resultados no sean independientes entre si.

Finalmente, se desea señalar que un stock cuya evolución depende de la fortaleza de los niveles de reclutamiento, no debe ser consideradas ajenas a las condiciones oceanográficas que regularían la intensidad y magnitud de los mismos (Payá *et al.* 1997; Sepúlveda, 1997), pero tampoco puede dejarse de mencionar el impacto que las mejoras tecnológicas en los sistemas de detección y captura puedan tener sobre la efectividad de pesca.



7. CONCLUSIONES

- La biomasa media total de merluza común se estimó en 917.133 toneladas (812.121 - 1.022.144 t) por el método geoestadístico y de 898.911 t (736.519 - 1.061.263 t) por el método de conglomerado.
- Los valores de biomasa se pueden considerar similares a los estimados para los años 1999 y 2000.
- La distribución espacial de la merluza común, abarcó latitudinalmente toda el área de estudio y longitudinalmente está asociada a la plataforma continental.
- La zona comprendida entre las latitudes 31°24'S (norte de Los Vilos) y 35°30'S (Constitución), contribuyó con 680 mil t (74%) de la biomasa total.
- La abundancia de merluza común se estimó en 1.969 millones de ejemplares, de los cuales 1.137 millones (58%) correspondieron a machos y 832 millones (42%) a hembras.
- La abundancia de merluza común representó un aumento del 42% en relación con el año 2000, constituyéndose en el mayor valor de abundancia estimado para este recurso mediante evaluaciones directas.



- La estructura del stock estuvo dominada por los grupos de edad II-V que constituyeron el 82 y 67% de la abundancia de machos y hembras, siendo el GE IV el más abundante con un aporte del 30 y 27%, respectivamente.
- El índice gonadosomático (IGS) calculado para cada zona de pesca mostró valores promedio relativamente altos, los que variaron entre 2,5 (Zona 1) y 5,1 (Zona 4), evidencia de un activo proceso de desove durante el período del estudio.
- Los ejemplares inmaduros (EMS 1-2), correspondieron a un 23% del total de hembras. De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, el EMS 3 (en maduración) representó un 41% y los correspondientes a un proceso de desove activo (3A y 4), más lo que habían desovado recientemente (EMS 5) constituyeron el 36 % del total de hembras muestreadas.
- La talla 50% de madurez para la zona de estudios se estimó en 36,7 cm, con valores de 37,47 cm para el sector centro-norte y 35,13 cm para el centro-sur.
- La fecundidad promedio de la merluza común se estimó 150.712 y 139.615 ovocitos y la fecundidad modal en 160 y 153 ovocitos, para los sectores centro-norte y centro-sur.
- Las principales especies de la fauna acompañante fueron el jurel, la merluza de cola, congrio dorado, raya volantín, lenguado de ojos grandes, pejerrata azul, chancharro y cojinoba azul.



- La especie con mayor importancia relativa correspondió al jurel, que aportó el 19% de la fauna acompañante y el 2,6% de la captura total, seguida merluza de cola, pejegallo y raya con contribución porcentual que varió entre 1,1 y 0,9% de la captura total.
- La abundancia de huevos y larvas de merluza común, se concentró al sur de la latitud 33°S (Santo Domingo), con una actividad reproductiva moderada.
- La zona de estudio estuvo caracterizada por la presencia de Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Antárticas (AIAA).
- Las profundidades de distribución de la merluza común, estuvieron dominadas por la presencia de aguas ecuatoriales subsuperficiales, de baja temperatura, alta densidad y bajo contenido de oxígeno.
- Las agregaciones de merluza común, presentaron una alta variabilidad en sus datos. Existe correlación entre la forma de las agregaciones y su posición en la columna de agua, pero no así con su tamaño y batimetría.



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....



8. BIBLIOGRAFÍA

- Aglen A. 1989. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. Dpt. Fish. Biology. Bergen, 49 p.
- Aguayo, M. Y H. Robotham. 1984. Dinámica poblacional de la merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) (Gadiformes - Merlucciidae). En: Investigación Pesquera (1984) 31: 17-45.
- Aguayo, M. y Z. Young. 1982. Determinación de los factores que han incidido en los cambios de abundancia relativa de la merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) en el período 1968-1981. Inst. Fom. Pesq. 79 p.
- Aguayo, M., J. Córdova, R. Bustos y H. Robotham. 1982. Evaluación directa de los principales recursos demersales utilizando área barrida. En: perspectivas de Desarrollo de las Principales Pesquerías Chilenas. CORFO/IFOP. AP 82/9.
- 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.
- 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 & 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., L.A. Cubillos & S.P. Núñez. 2001. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile. Submitted to *Progress in Oceanography* 49:597-617.
- Arcos, D.F., S. Núñez & A. Acuña. 1996. Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano, Chile central: Identificación y dinámica de áreas de retención larval. *Gayana (Oceanología)*, Vol4 (1): 21-58.
- Arcos, D.F., S. Núñez, L. Castro & N. Navarro. 1987. Variabilidad vertical de clorofila-a en un área de surgencia frente a Chile central. *Invest. Pesq. (Chile)*, 34:47-55.
- Avilés, S., M. Aguayo, F. Inostroza y J. Cañón. 1979. Merluza común. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Ifop-Corfo. AP-79-18.
- Bahamonde, N. 1968. Bosquejo taxonómico sobre los estomatópodos de Chile, (Crustácea, Stomatopoda). En *Rev. Univ., Universidad Católica de Chile*. año 53, N°31. pp.107 – 119.



- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez & N. Silva. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe CORFO. Ins. Fom. Pesq. Chile (AP 79 - 40).
- 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. 1993b. Variaciones temporales en la fecundidad y en la talla de la primera madurez sexual en la merluza común. Informe para el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región, 30 págs.
- Balbontín, F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 17(3): 285-334.
- Bernal, P. 1994. Estudio de los patrones de variabilidad temporal y espacial en huevos y larvas de merluza común. Tesis presentada al Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. 64 pp.
- Bernal, R., F. Balbontín y O. Rojas. 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 32 (1): 45-66.
- Bigelow, H.B., y W.C.Shroeder. 1953. Fishes of the gulf of Maine. U.S. Fish Bull. Vol. 53.



- Blanco, J. & 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.
- 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.
- Branhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. (Valparaíso), 14(3):45-84.
- 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 & 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. 1994. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) para el área de la



pesquería industrial de Talcahuano. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano, 31 págs. + Anexos.

Cochran, W. G. 1977. Técnicas de Muestreo. Com. Ed. Cont. S. A. México 22, D. F. 263 pp.

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 & N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform of the world. Fao Fishreies 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.

Conover, D. 1980. Practical nonparametric statistics. Wiley and Sons. NY. 494 p.

Cubillos, L. y H. Arancibia. 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.



Chambers, J.M. & T.J. Hastie. (eds.), 1992. Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.

Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú, Callao 44, 387 pp.

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.

Englund, E. and A. Sparks. 1988. Geo-EAS. Geostatistical environmental assessment software. U.S. Environmental Protection Agency; Las Vegas.

Espino, M. y C. Wosnitza - Mendo. 1989. relación entre las poblaciones de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En: revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur. Número especial. 235-239.

Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto & 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.



- Freon , P, F. Gerlotto. O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assesment. ICES. Mar. Sci. Symp., 178-183.
- Frontier, R. 1996. Zooplancton de la región de Nosy_Bé. (Programa de recoltas et techniques d'étude. Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah. Orstom (Oceanogr.), (4):3-37.
- Gayanilo, F.C., M. Soriano and D. Pauly. 1988. A draft guide to the compleat ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM Contribution 435, 65 págs.
- 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.
- Guevara-Carrasco, R., F. Hernández, D. Tuesta y F. Ayala. 1997. Algunas características biológicas de la merluza peruana durante el crucero de otoño de 1997. Informe Instituto del Mar del Perú. 128:33-38.
- 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 & T.R. Parsons (eds). 2000. Fisheries oceanography. An integrative approach to fisheries ecology and management. Fish & Aquatic Resources. Series 4. Blackwell Science Inc. First Edition, 347 p.
- Hastie, T. & R. Tibishirani. 1990. Generalized additive Models. Chapman & Hall, New York, 559pp.
- Hunter, J.R. 1985. Preservation of northern 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.
- IMARPE. 1997 Crucero de evaluación del stock de merluza, Callao a Puerto Pizarro. Informe de Pesca 128. 143 pp.
- Iwamoto, T. 1979. Eastern pacific macrourids of the genus ***Coelorhynchus Giorna*** (Pisces: Macrouridae). Proc. Calif. Acad. Sci., 42(5): 135-179.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age - length key. J. Fish. Res. Board of Can. 34 : 317 - 324.
- Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc.



- Kong, I. y R. Melendez. 1991. Estudio taxonómico 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.
- Kramer, D.L. 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environm. Biol. Fish.*, 18:81-92.
- Laevastu, T & 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 Concepción, Chile*. Tomo 57:177-182.
- Lillo, S., J. Córdova and A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. *ICES. J. of Mar. Sci.* 53: 267-271.
- Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1999. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. Pre -Informe Final Proyecto FIP, IFOP/INPESCA.
- Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1998. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 97-12, IFOP, 125 p. + figs. y anexos.
- Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 2000. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza



común explotado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 99-04, IFOP/INPESCA.

Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 2001. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 2000-04, IFOP.

MacLennan, D. y J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustic. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE18 on.UK. 325p.



- Maravelias, C., 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 and 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* (L) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistics. ICES J. Mar. Sci. 55:102-120.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & London, 394 pp.
- Meléndez, R. y D. Meneses. 1989. Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 17:3-73.
- Millero, F. & A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Depp-sea res., 28A:625-629



- Miranda, H. 1998. Dócima de Heterogeneidad Generalizada. Documento Interno, IFOP.
- 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.
- Nakken, O. and A. Dommasnes. 1975. The application of an echointegration system in investigations of the stock strength of the Barents Sea capelin 1971-1974. Int. Coun. Explor. Sea CM 1975/B:25, 20 p.
- 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 & 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.
- NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, R. Quiñones & 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.



- Núñez, S & 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 & 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. 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, J. Ortiz & 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., D. Arcos & F. Véjar. 1997. Informe Final Proyecto FI 95-11. Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos sardina común y anchoveta en la VIII Región. Capítulo Oceanografía Física. Fondo de Investigación Pesquera, 226 pp + Anexo de Figuras.
- 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.



Ona, E. 1990. Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish. *Journal of the Marine Biological Associations of the UK.*, 70:107-127.



- Osses, J. & 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 & C. Barrera. 1994. Capítulo: Oceanografía química. *En*: Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX. 219 pp + Anexos.
- 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.
- Parsons, T.R., Y. Maita & C.M. Lalli (1984). A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. 172 pp. Pergamon Press.
- 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 Chiloé (42°00'S). Corporación de Fomento de la Producción- Inst. Fom. Pesq. AP 8/29: 80 pp.
- Payá ,I., S. Lillo, A. Paillamán, S. Mora, V. Ojeda, E. Figueroa, J. Blanco. 1996. Evaluación hidroacústica Merluza común. Sección I. *En*: Evaluación acústica del stock de merluza común en la zona centro sur. IFOP-FIP. Informe final.



- Payá, I. 1997. Evaluación de stock y modelos de reclutamiento y éxito reproductivo. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Proyecto FIP. Informe final. 156 p.
- Payá, I., y A. Zuleta. 1999. Investigación de CTP de merluza común, año 2000. IFOP. 57 p.
- Pelletier, D. and A. M. Parma 1994. Spatial distribution of Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51:1506-1518.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286.
- Pequeño, G.R. 1984. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Pequeño, G. 1971. Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile, 32: 269-298.
- Pequeño, G. 1986. Nuevos zoárcidos para Chile y clave para géneros de la región (Pisces, Osteichthyes). Bol. Soc. Biol. Concepción, 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. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Perry, I. and S. Smith. 1994. Identifying habitat and 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 & J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:1401-1409.
- Peterson, W.T., D. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson & P. Tiselius. 1988. The nearshore zone during coasta upwelling: daily variability and coupling between primary and sedondary production off central Chile. Progr. Oceanogr. 20:1-40.
- Petitgas, P. and T. Lafont. 1997. A geostatistical software for the precisions of fish stock assesment survey. ICES CM 1997/Y:22.
- Petitgas, P., 1991. Contributions géostatistiques à la biologie des pêches maritimes, Thèse de doctorat., centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P., and D. Prampart 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acustic application. ICES J. mar. Sci., 50:285-298.



- Pienaar 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 p.
- 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.
- Pond, S. & G.L. Pickard. 1983. Introductory dynamic oceanography. Pergamon Press, 241 p.
- Regan, C.T. 1930. The fishes of the families Stomiidae and Malacosteidae. Dana Expedition 1920 – 1922, Ocean Reports, 5:1-39
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.
- Ricker W.,1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Robertson, A. 1970. An improved apparatus for determining plankton volume. Fish.Bull. S. Africa (6): 23-36.
- Rojas, R & N. Silva. 1996. Atlas oceanográfico de Chile. Vol. 1. 1º edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile, 130 p.



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....

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 monospecificues. 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.
- Sepúlveda, A. 1997. Informe Final Proyecto FIP96-28. Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Capítulo : Series ambientales y modelos de distribución del stock. Fondo de Investigación Pesquera. 147 pp + Anexo de Figuras.
- SERNAPESCA, 2000 y 2001. Anuario Estadístico de Pesca 1999 y 2000. Servicio Nacional de Pesca, 291 pp.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones & M. Sobarzo. 1994a. Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.
- 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 & H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt (18-33 °S). Operación Oceanográfica MarChile 10-ERFEN I. *Cienc. y Tec. Del Mar, CONA*, 5:5-50.



- Silva, N. & B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: zonas Arica-Coquimbo y Los Vilos - Chiloé. Est. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso. 28-1/82: 212 pp.
- Silva, N. & H. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-agosto 1974. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar, 3:63-75.
- Simmonds, E. 1996. Survey design and effort allocation: A synthesis of choices and decisions for an acoustic survey. North sea herring is used as an example. ICES Symposium on Fisheries and Plankton acoustics. Paper 86, 12 p.
- Simmonds, E. and R. Fryer. 1996. Which is better random or systematic acoustic surveys?. A simulation using North Sea herring as an example. ICES J. mar. Sci., 53:285-298.
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simrad. 1991. Simrad EK500. Scientific echosounders. Operation manual. P217E.1. 15 p.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca (175): 107 p.



- Sobarzo, M. 1999. Surgencia costera sobre una plataforma continental limitada por cañones submarinos, Concepción, Chile central. Tesis para optar al grado de doctor en Oceanografía. Escuela de Graduados, 236 p.
- Southward, G 1976. Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut comm. Sci. Rep. 58;31 p.
- Strub, P.T., J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutland & S.Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: The Sea A.R. Robinson & K.H. Brink (eds). Vol. 11, p: 273-313.
- SUBPESCA 2001. Informe sectorial pesquero. Enero-octubre 2001. 11/2001. Subsecretaria de Pesca. 17 p.
- Svellingén, I. and E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. Target strength conference. Berlin 1999. 4 p.
- Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, H. Miranda, C. Vera, L. Adasme y C. Bravo. 2001. Investigación situación pesquería demersal zona centro-sur. IFOP. 116 p.
- UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and international equation of state of seawater 1980. Unesco Tech. Pap. in Mar. Sci. N°36.
- Vestnes, G. 1964. Curso de sonar y ecosonda para patrones de pesca. IFOP, Chile. Public. 2, 12 p.



- Vignaux, M. 1996. Analysis of spatial structure in fish distribution using commercial catch and effort data from the New Zealand hoki fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:963-973.
- Villegas, L. Y G. Saetersdal. 1968. Informe preliminar sobre experimentos de marcación de merluza (*Merluccius gayi*) en Chile. *Pub. Inst. Fom. Pesqu.*, 37:1-15.
- Volter. K. 1985. Introduction to variance estimation. Springer – Verlag. 427 p.
- Westrheim, S.J. 1967. Sampling research trawl catches at sea. *J. Fish. Res. Board Can.* 24: 1187 – 1202.
- Yáñez, E., L. Pizarro y M. Alberti. 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.
- Yashnov, U. A. 1959. A new modal of volume meter for rapid and precise plankton evaluation under field conditions. *Zoologicheskü, Zhurnal (Moscow)*, 38: 1741-4.
- Zama, A. y E. Cárdenas. 1984. Seasonal change of macroplankton structure in the surface of Aysen fiord and Moraleda channel, southern Chile. Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon, N°13:27 pp.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Nueva Yersey, 663 pp. + anexos.



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....

FIGURAS

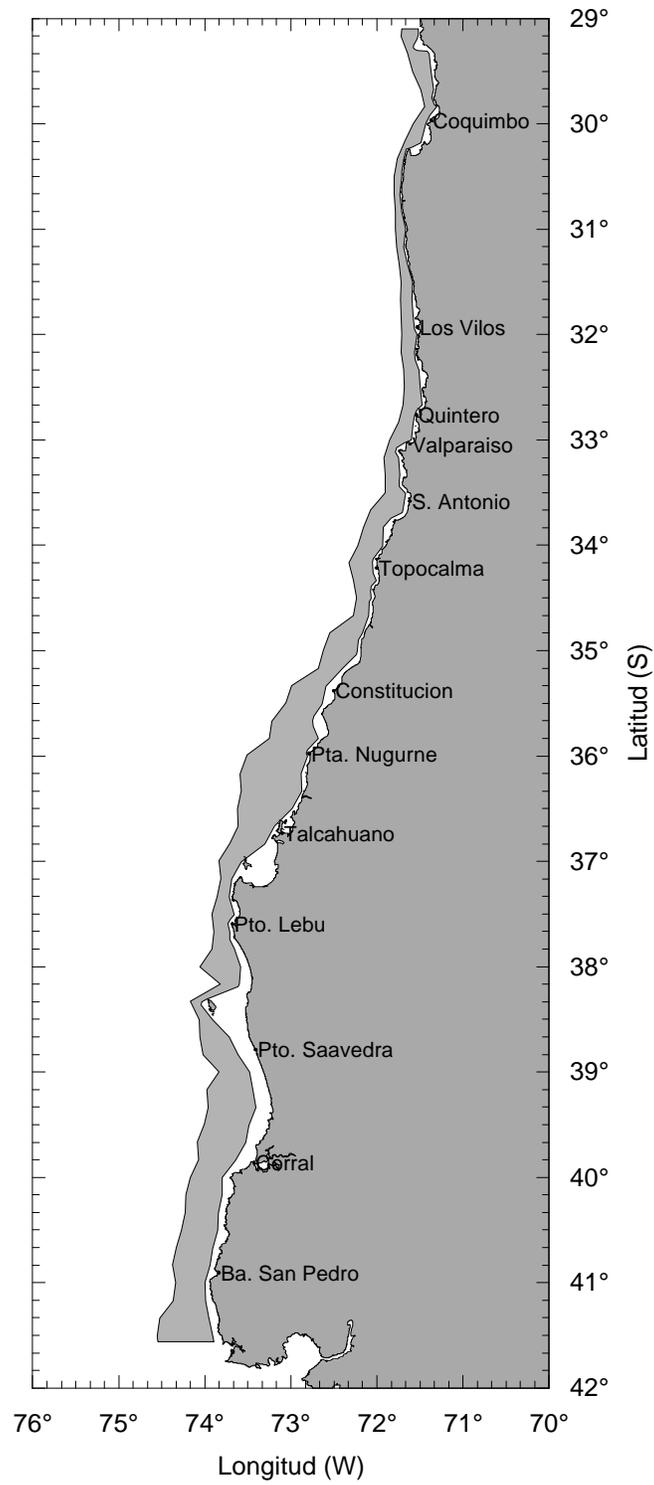


Figura 1. Zona de estudio

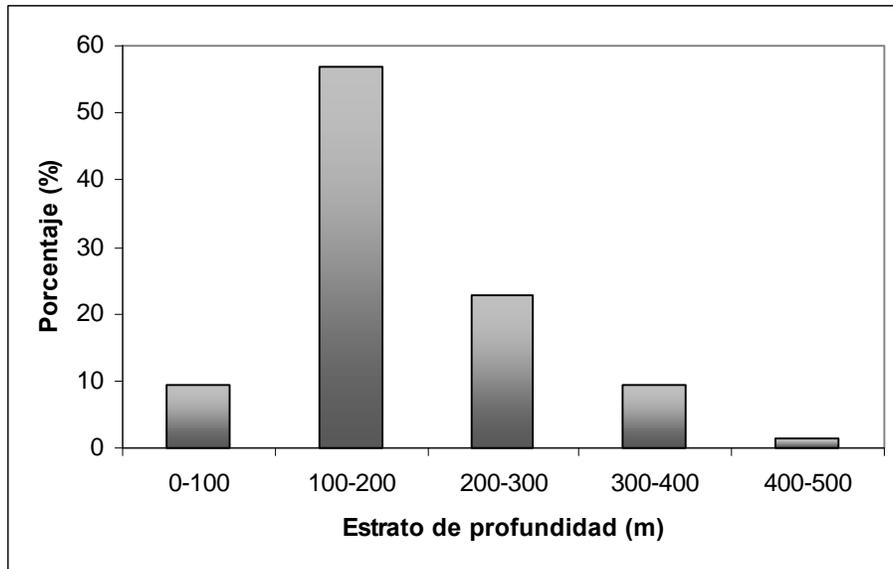


Figura 2. Frecuencia de lances de pesca de arrastre de fondo por estrato de profundidad, de la flota industrial que opera en la zona centro sur de Chile (29° L. S.), período 1997 – 1999.

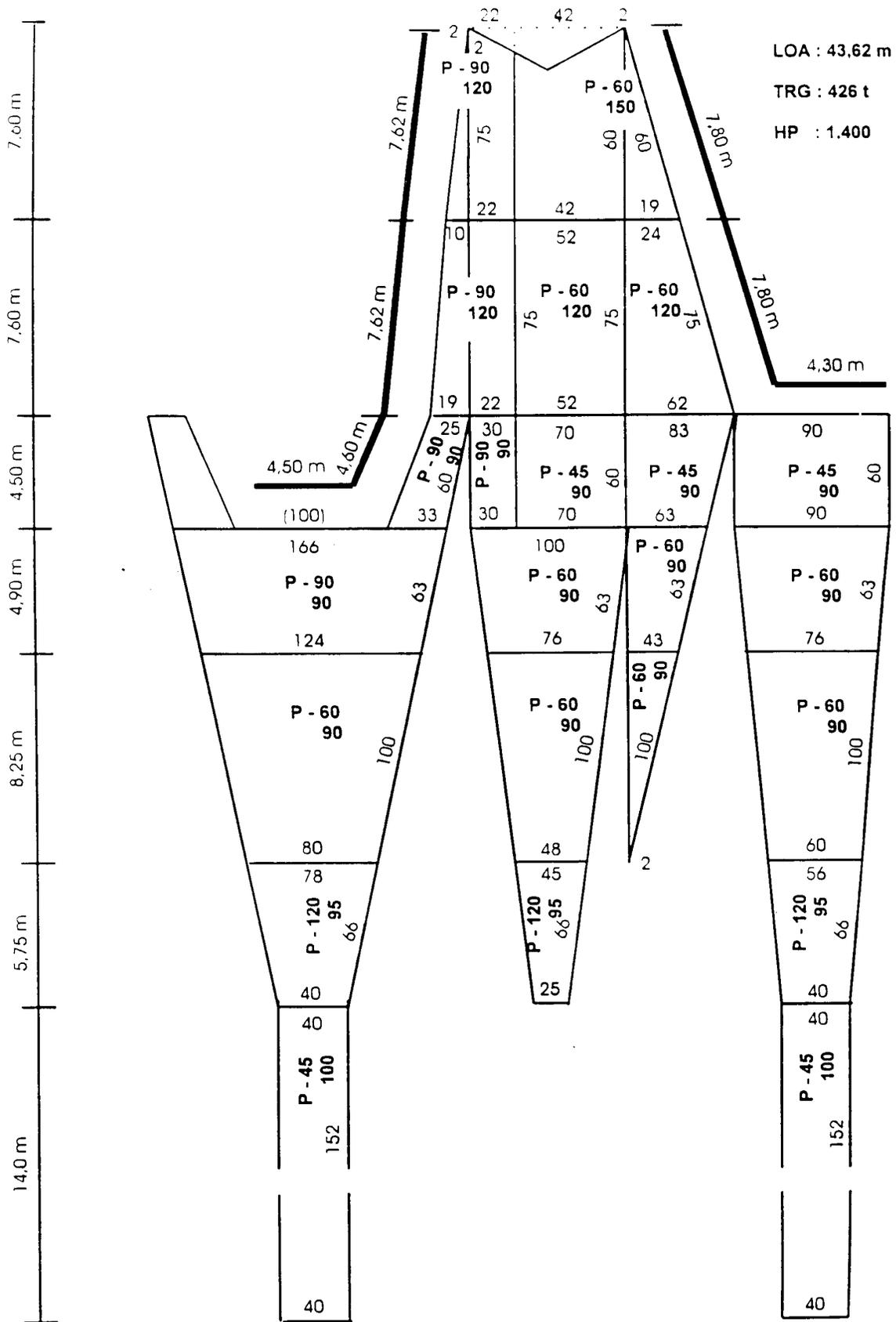


Figura 3.- Red de arrastre de fondo merlucera.

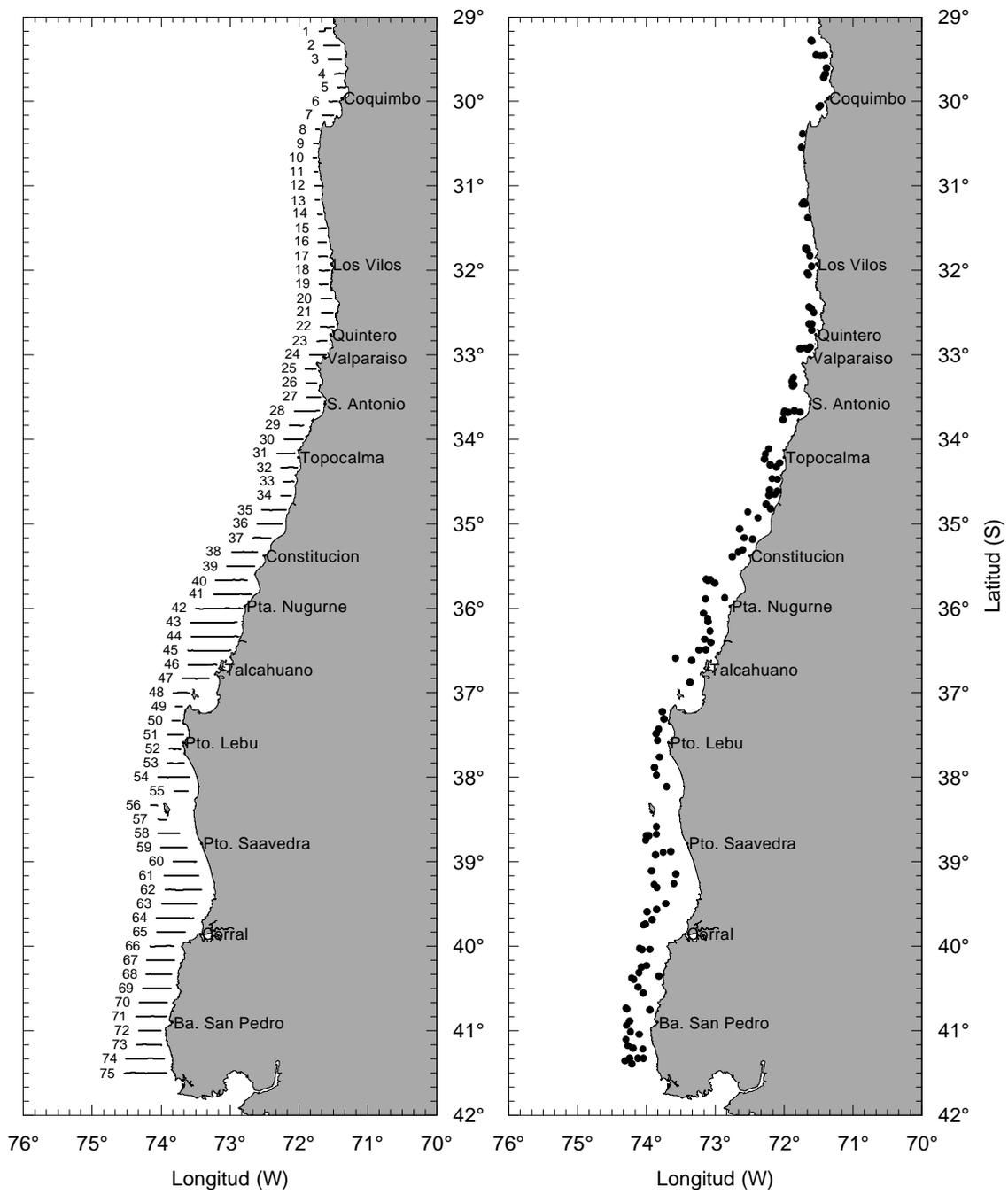


Figura 4. Distribución de las transectas acústicas y lances de pesca de reconocimiento.

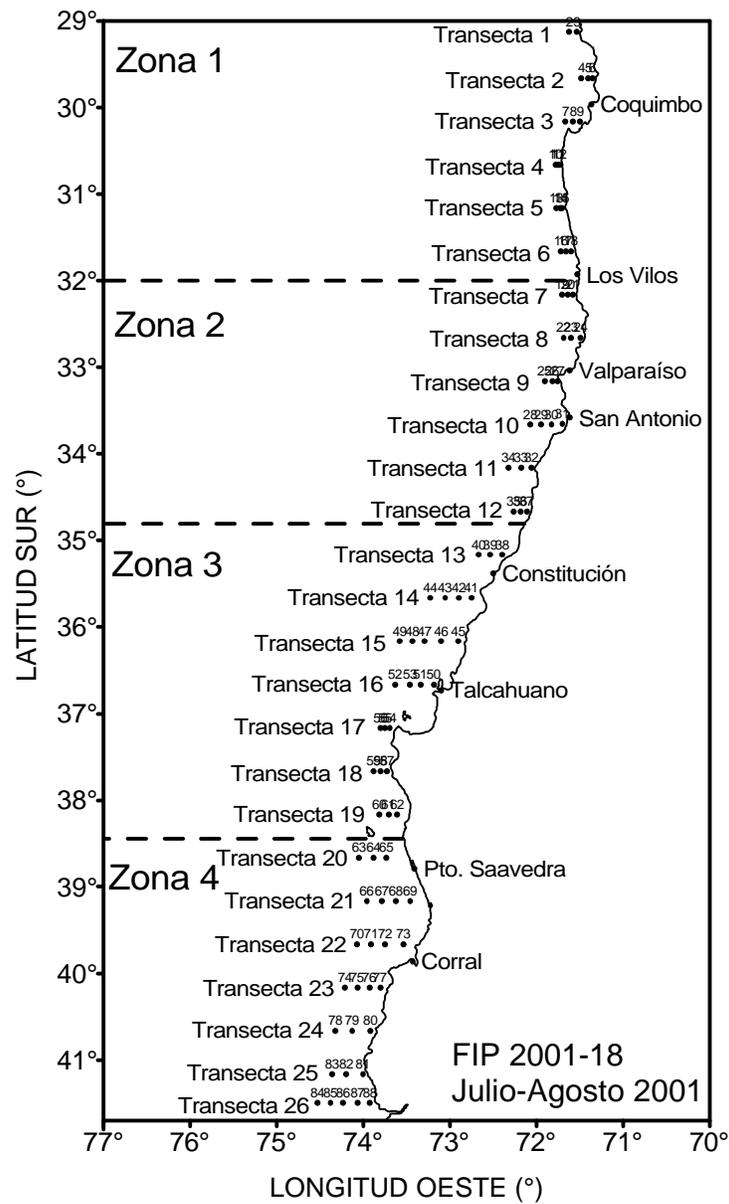


Figura 5. Posición de las estaciones y transectas de muestreo en el área de estudio.

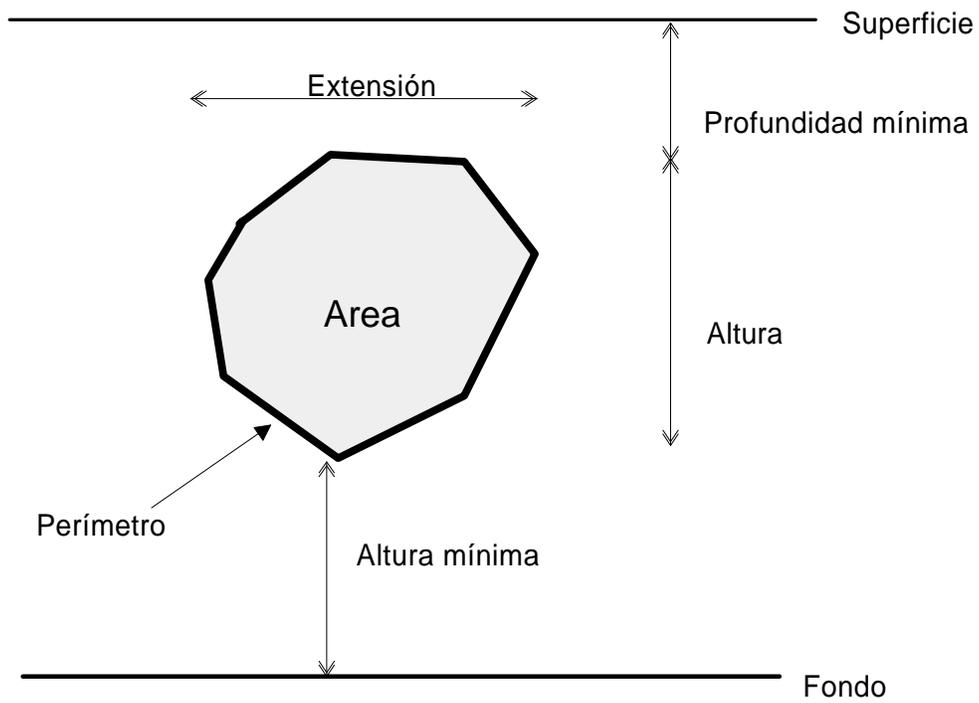


Figura 6. Descriptores de un cardumen.

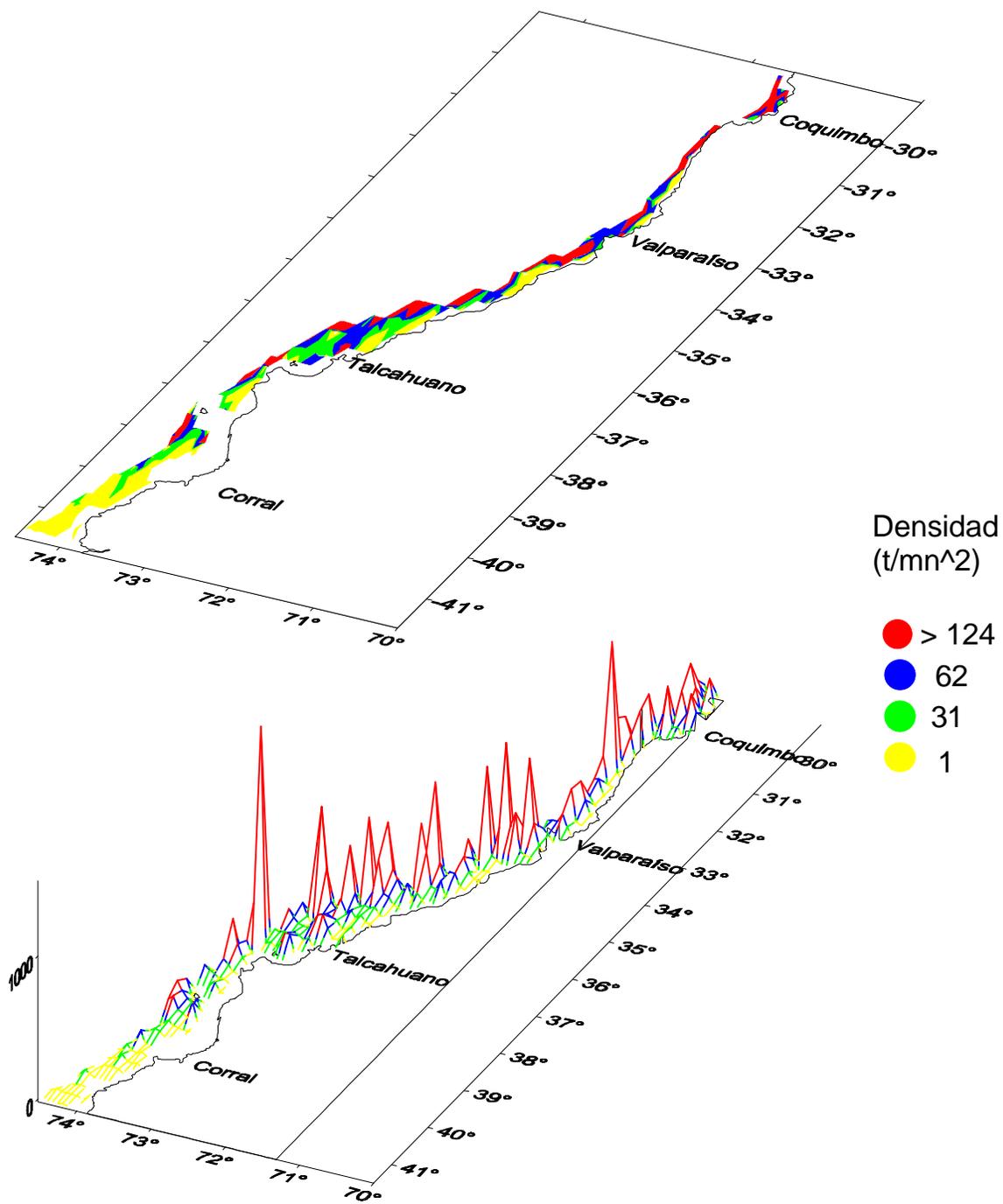


Figura 7. Distribución espacial del stock de merluza común.

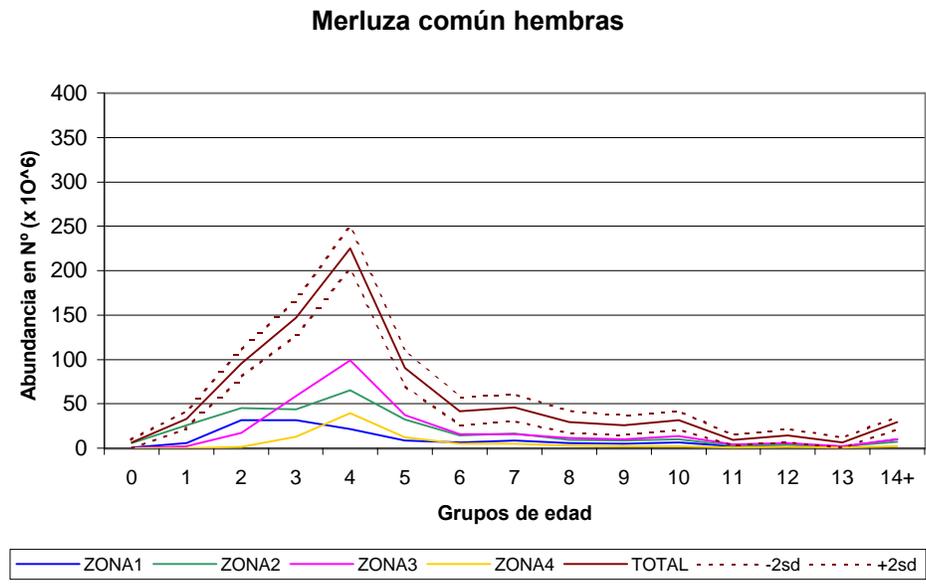
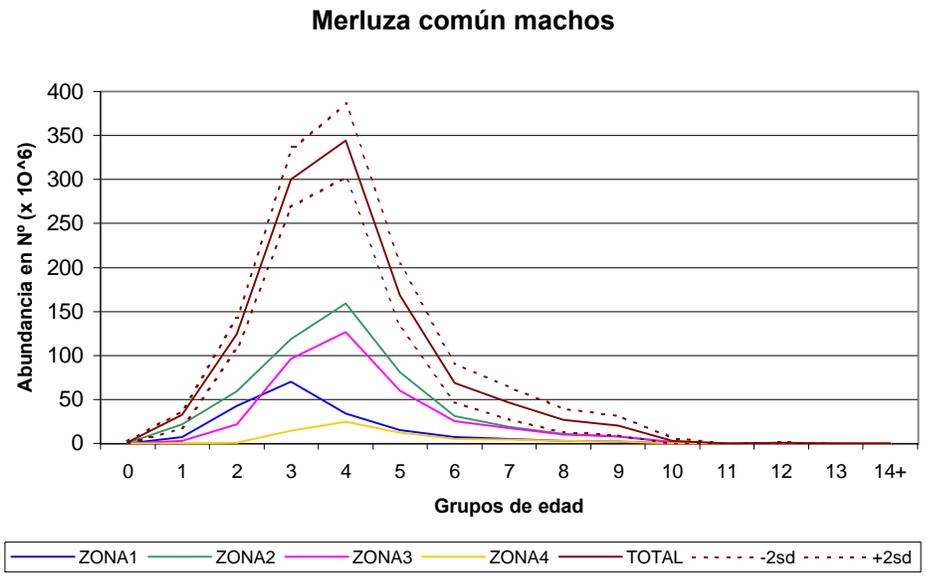


Figura 8. Abundancia por grupos de edad de merluza común, crucero de Evaluación, Julio - Agosto, 2001 e intervalo de confianza en base a dos desviaciones estándar.

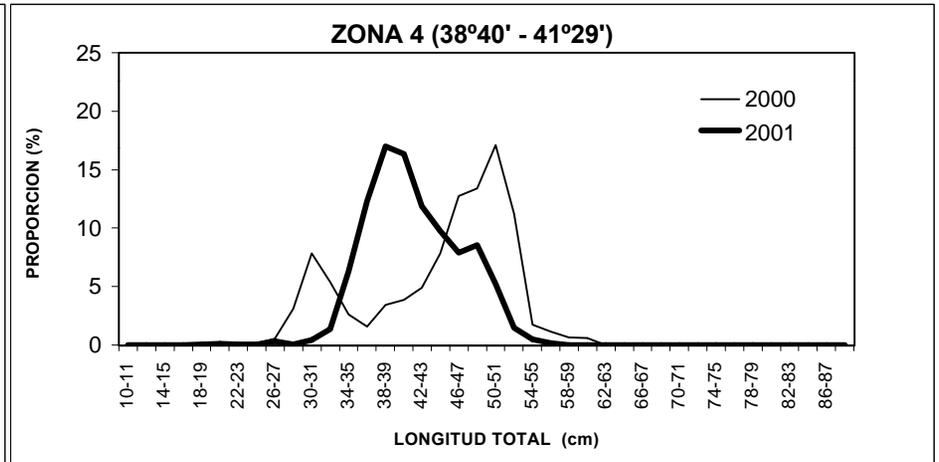
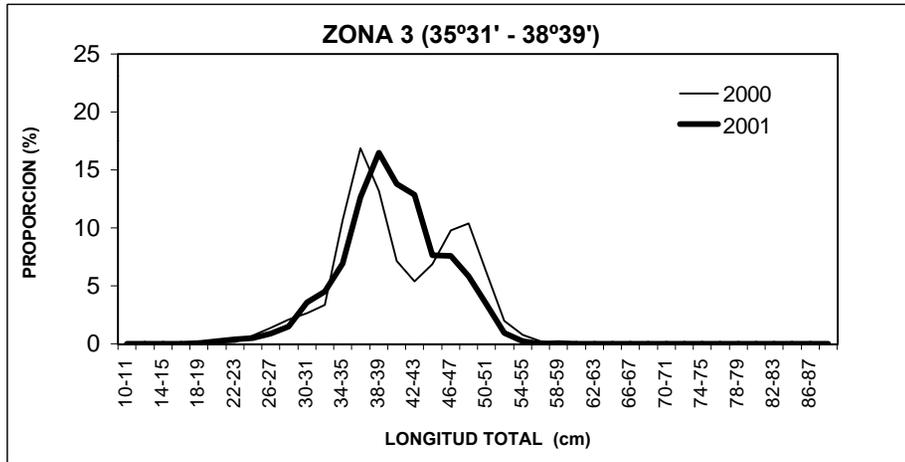
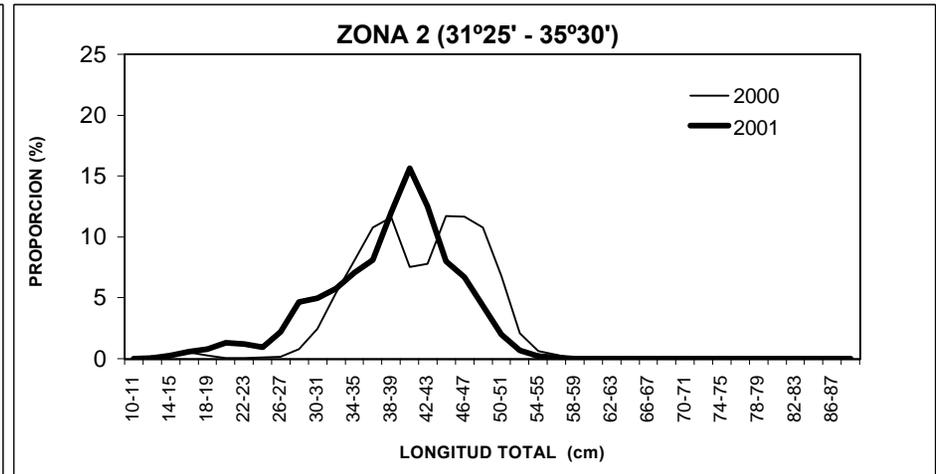
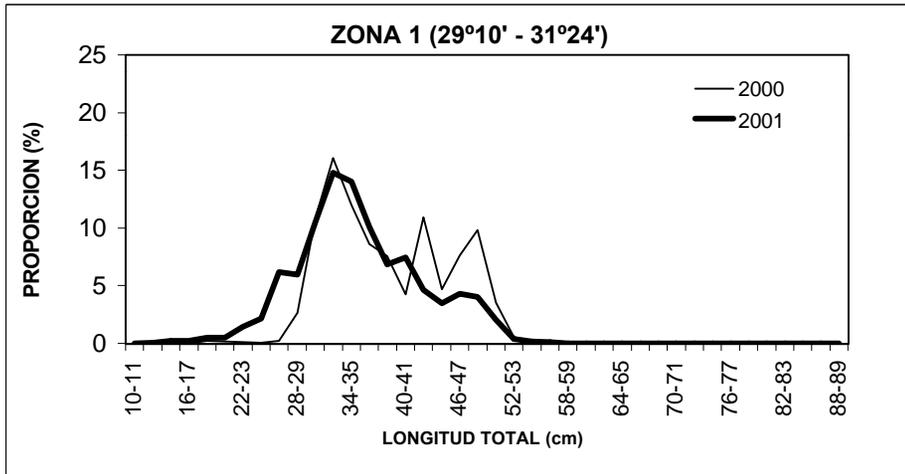


FIGURA 9 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LONGITUD DE MACHOS DE MERLUZA COMUN POR ZONA LATITUDINAL, JULIO Y AGOSTO DE 2001.

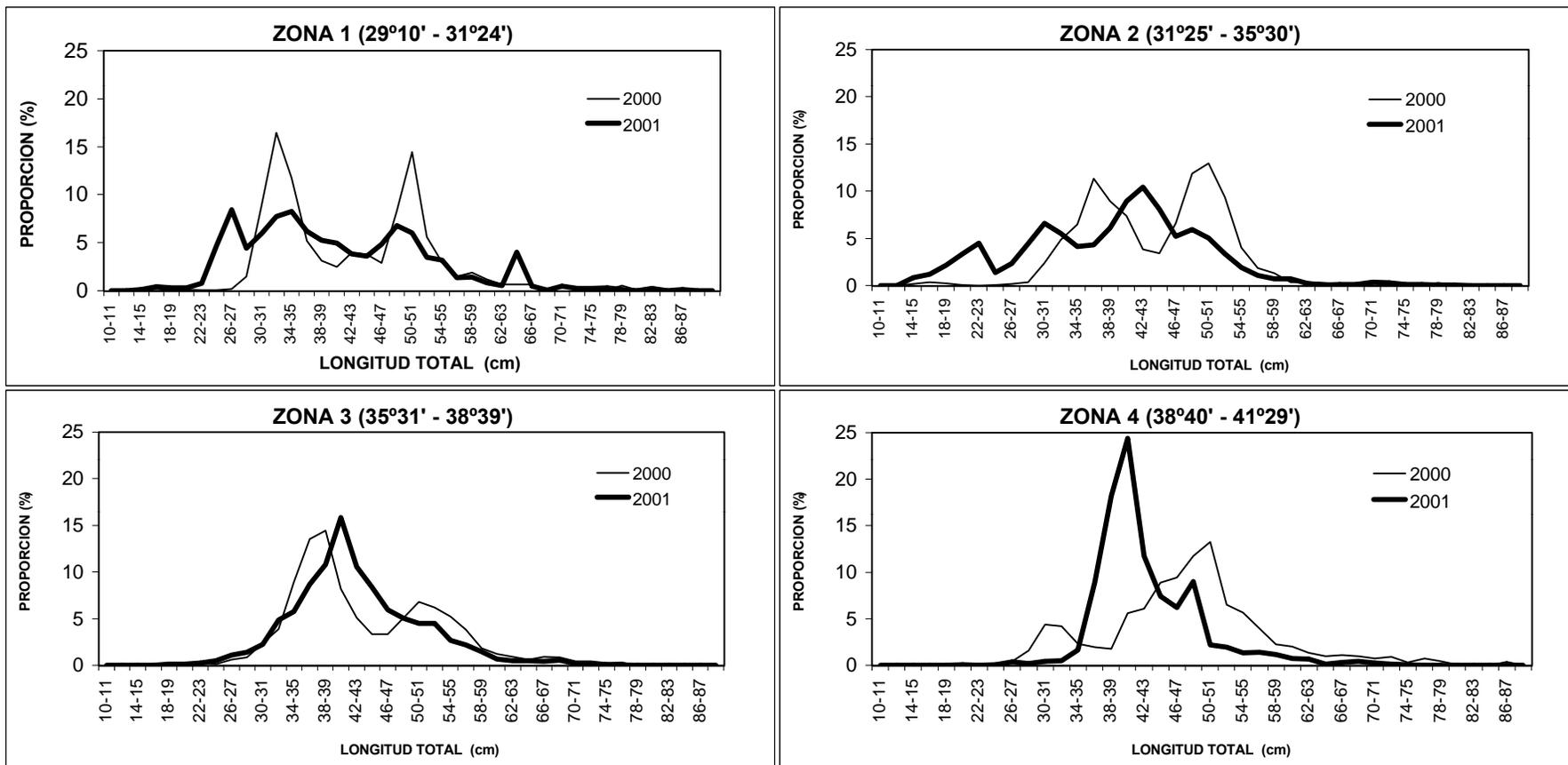


FIGURA 10 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LONGITUD DE HEMBRAS DE MERLUZA COMUN POR ZONA LATITUDINAL, JULIO Y AGOSTO DE 2001.

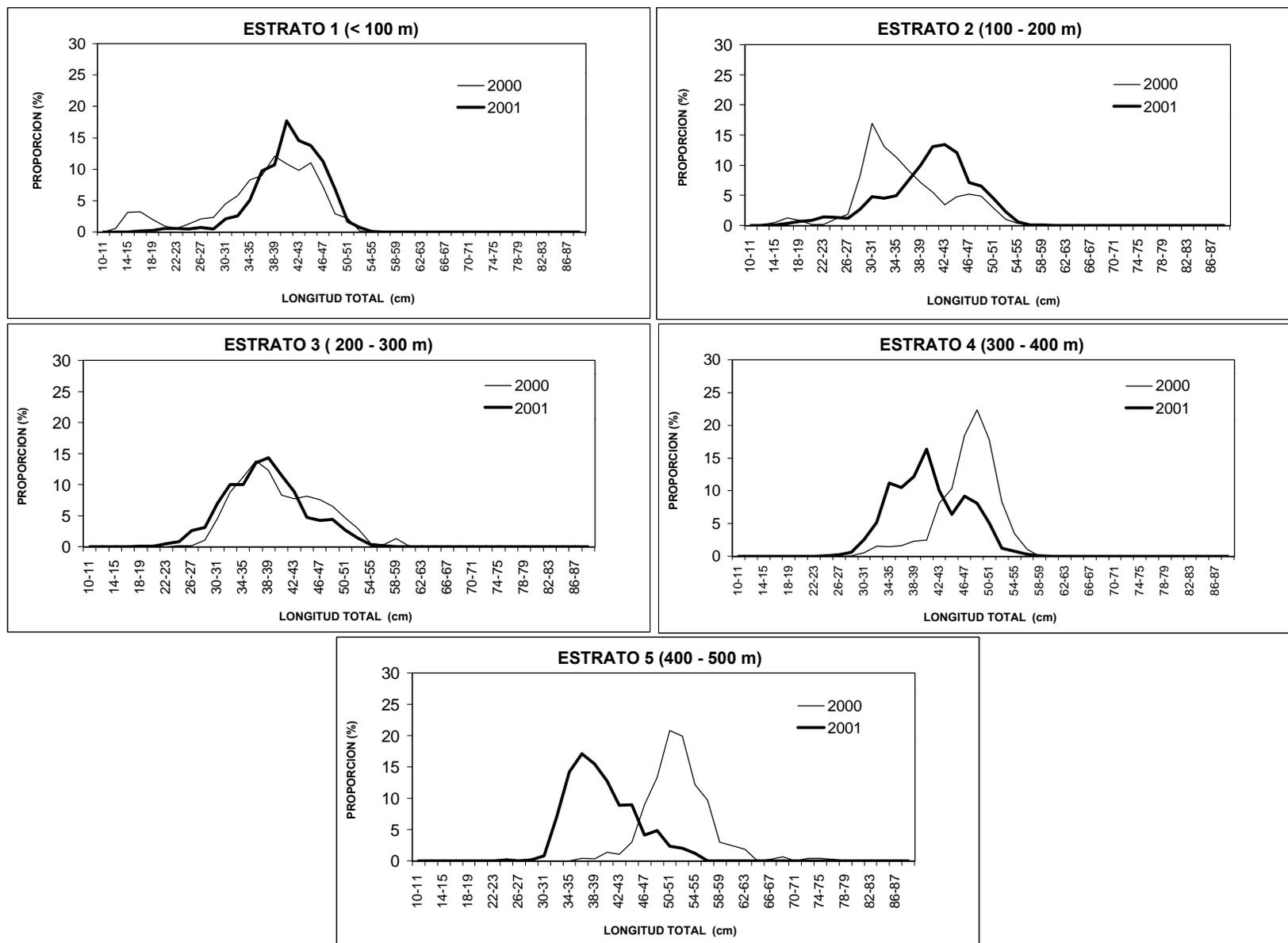


FIGURA 11 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LONGITUD, MACHOS DE MERLUZA COMUN POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD. JULIO Y AGOSTO, 2001.

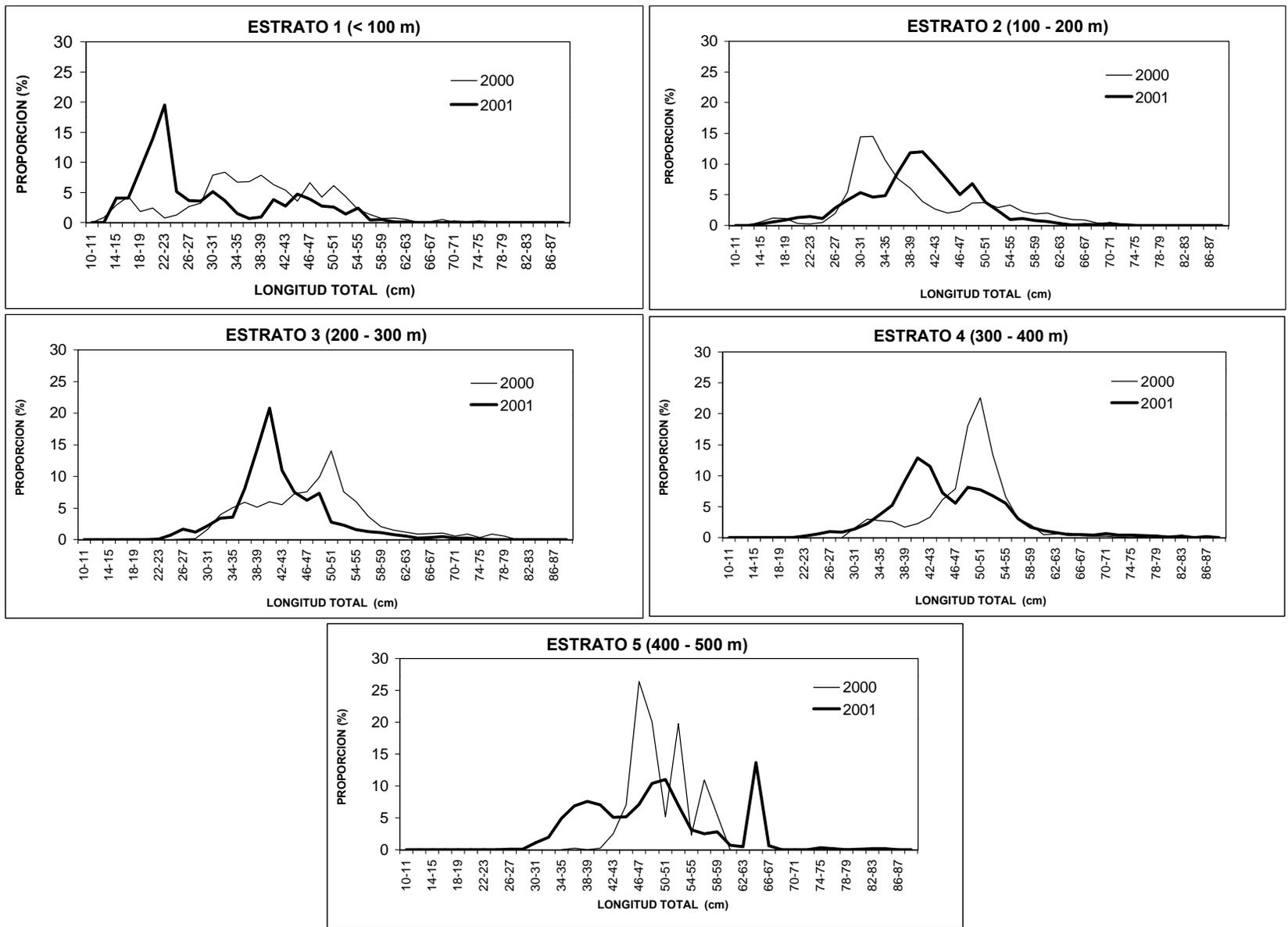


FIGURA 12 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LONGITUD, HEMBRAS DE MERLUZA COMUN POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD. JULIO Y AGOSTO, 2001.

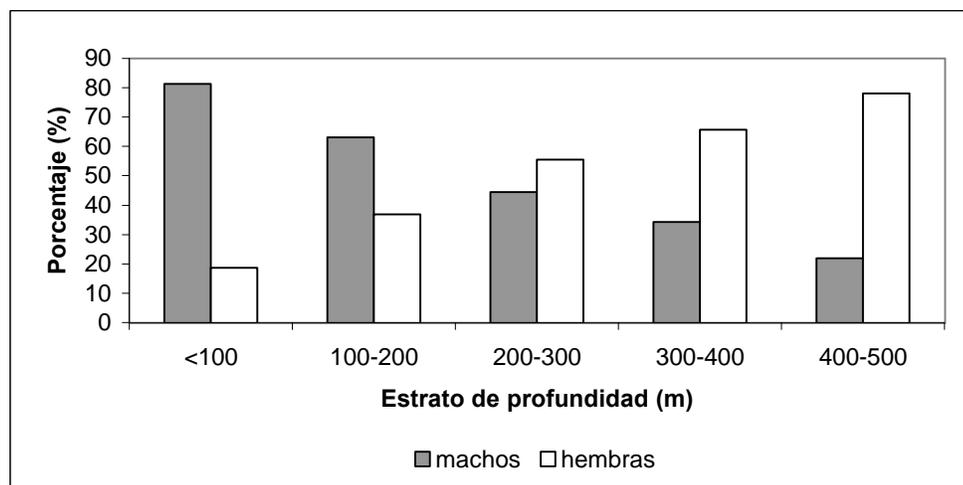
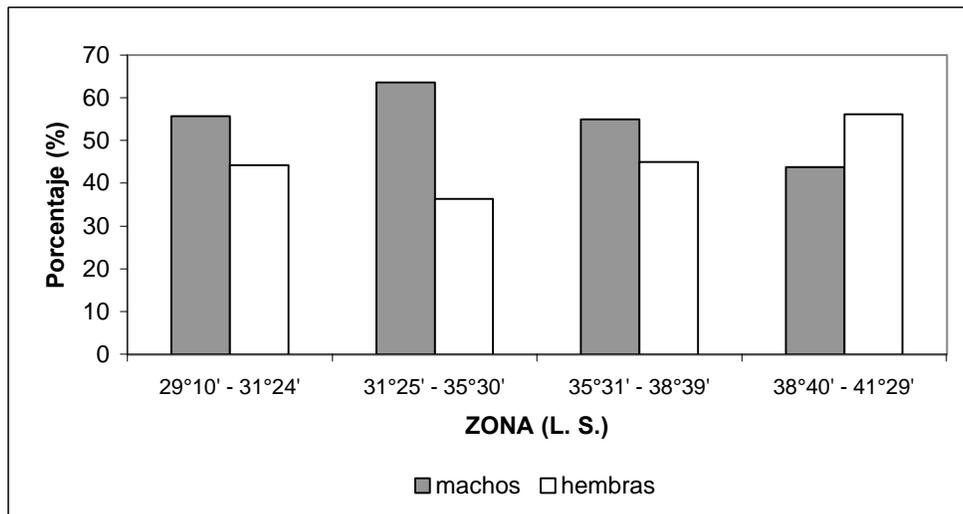


Figura 13. Proporción sexual de las capturas de merluza común por zona latitudinal y estrato de profundidad. Evaluación directa de la abundancia. Julio y agosto 2001.

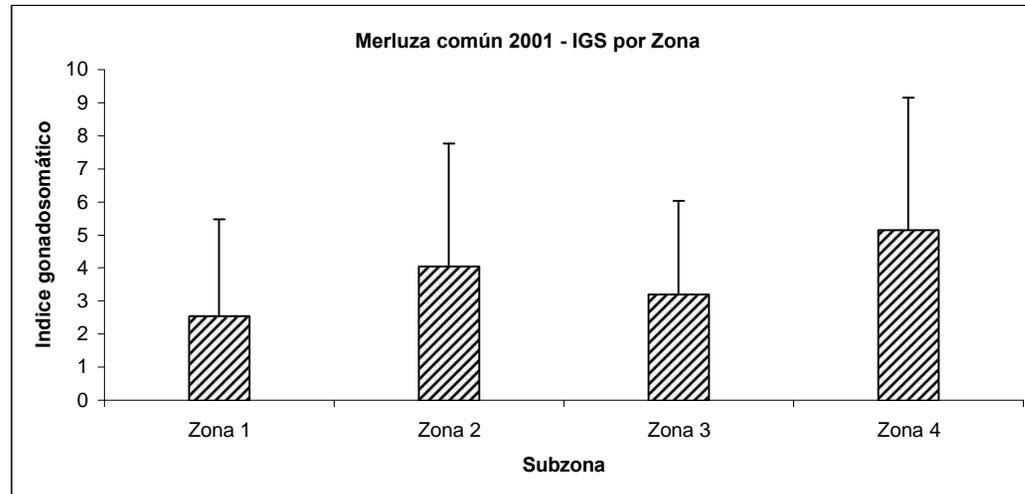


Figura 14. Valores promedio del índice gonadosomático más la desviación estándar en la merluza común *Merluccius gayi gayi*.

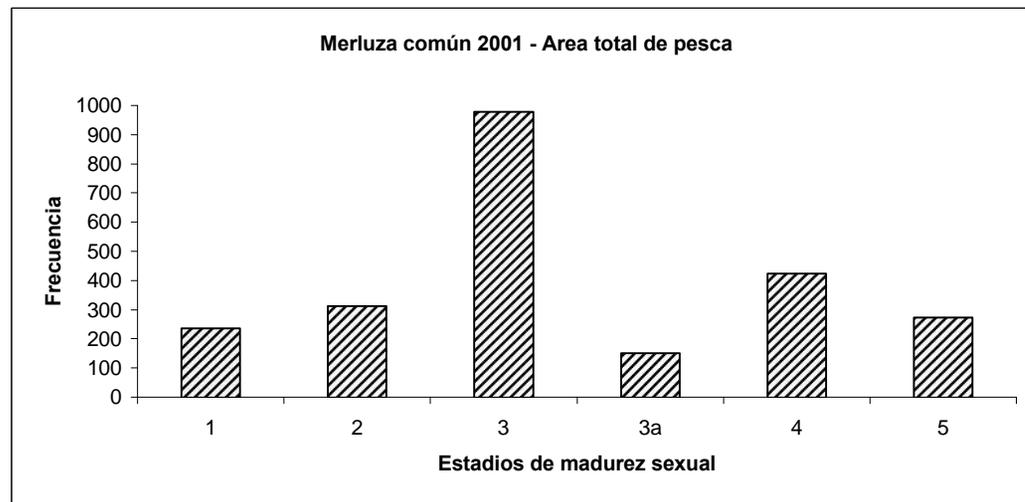


Figura 15. Frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común.

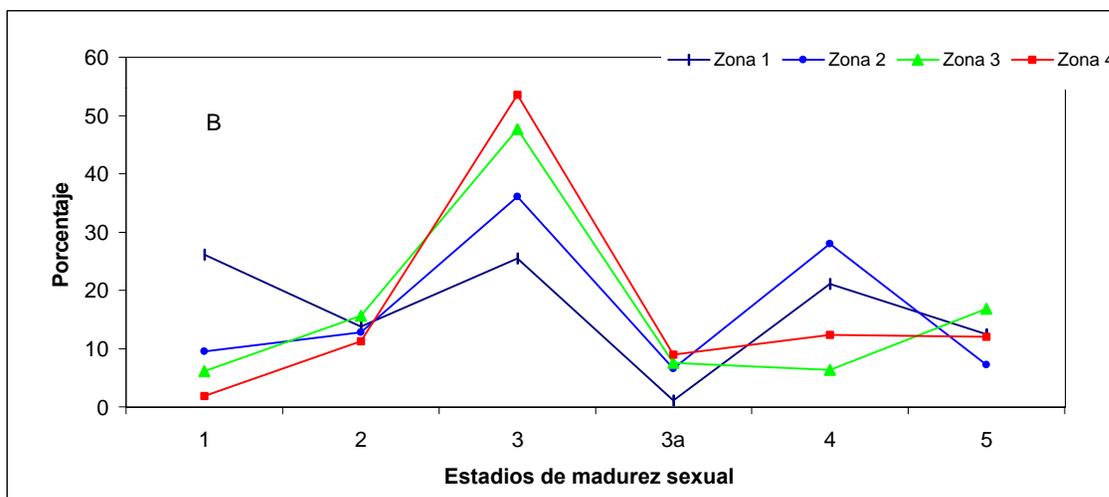
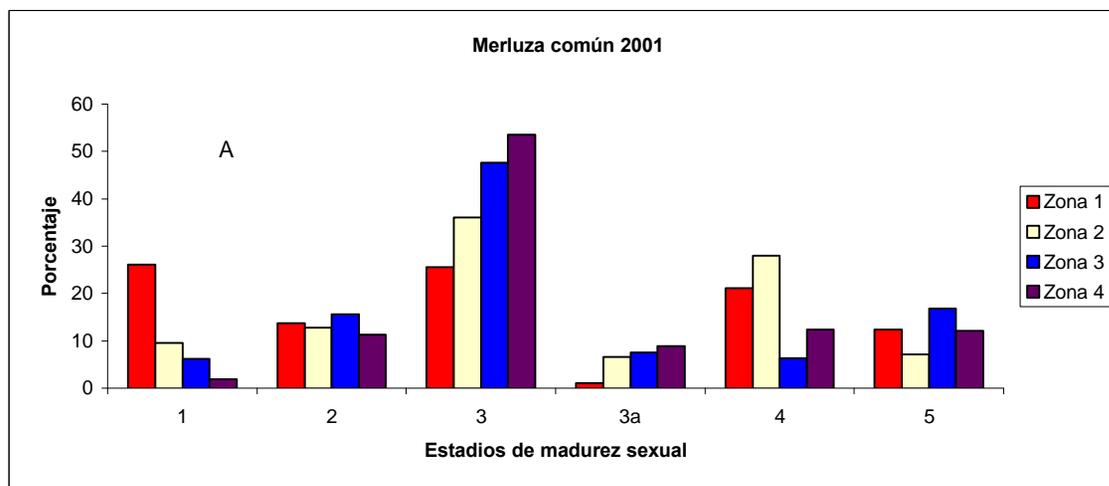


Figura 16 (A) Porcentaje de los estadios de madurez sexual de merluza común por subzona
 (B) Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en la merluza común

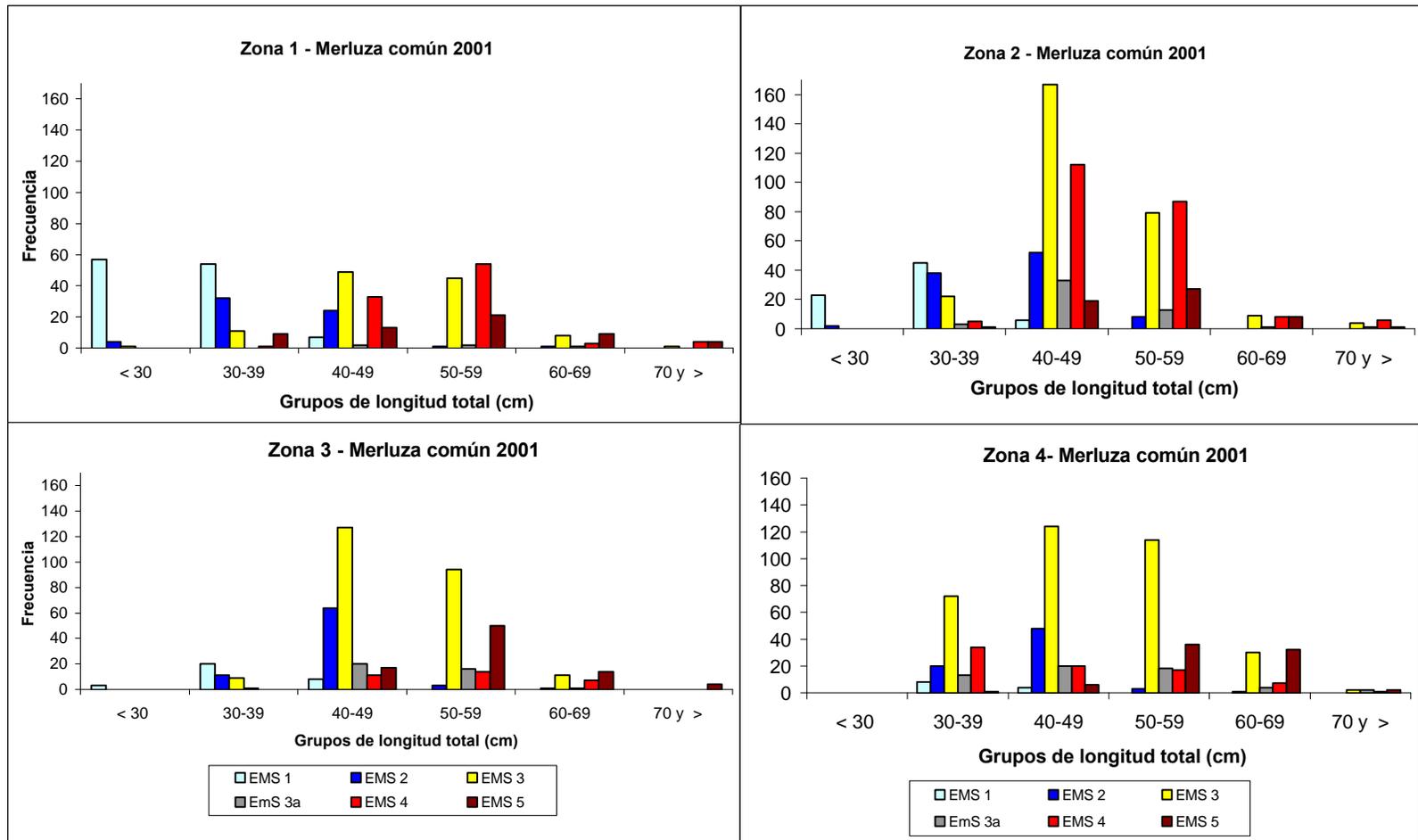


Figura 17. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi* de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total para las cuatro zonas de pesca.

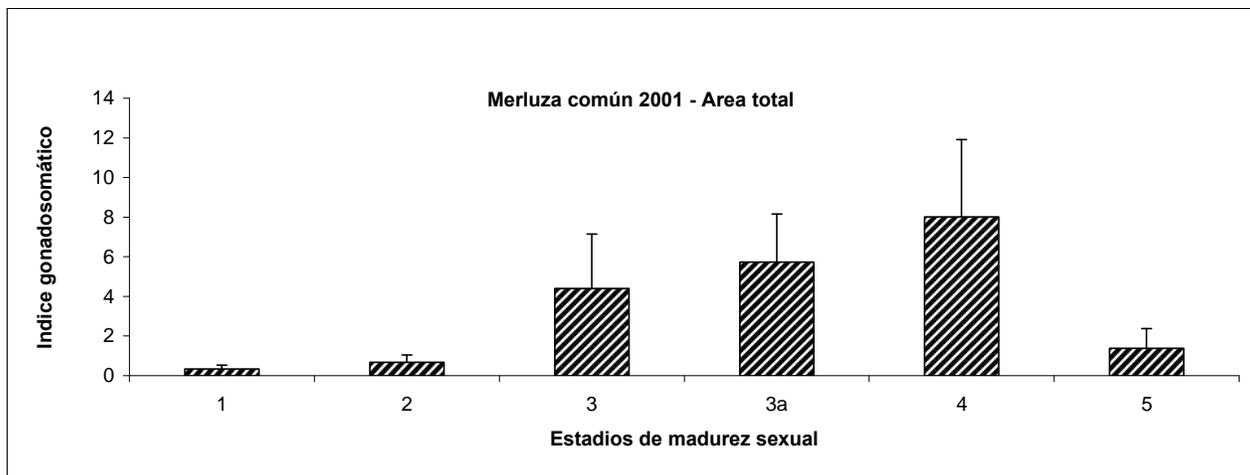


Figura 18. Valor del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza común en el área total de pesca.

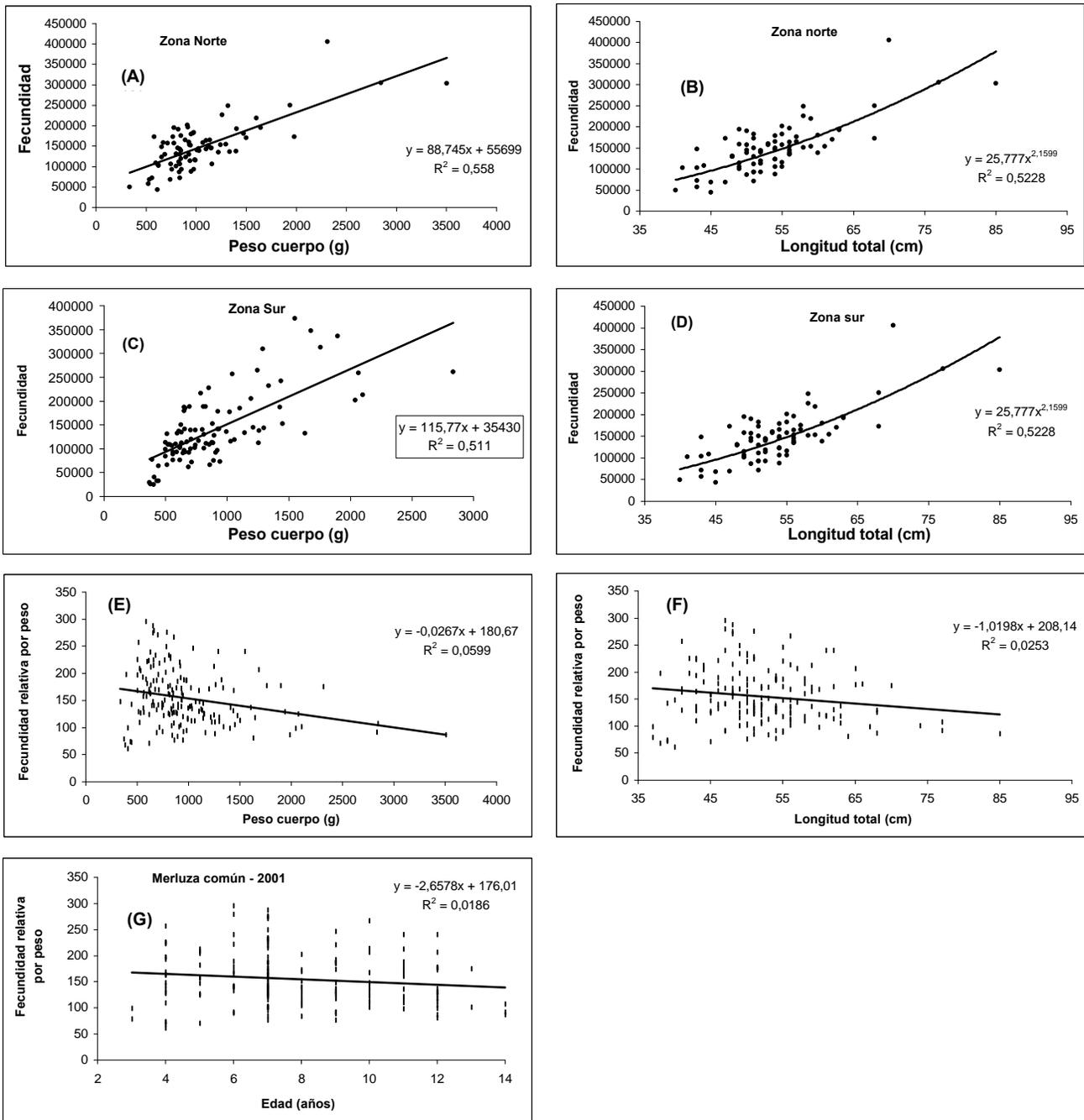


Figura 19. (A-D) Relación entre la fecundidad modal con el peso y longitud del pez.
 (E-F) Relación entre la fecundidad relativa con el peso y longitud del pez
 (G) Relación entre la fecundidad relativa por peso y la edad del pez

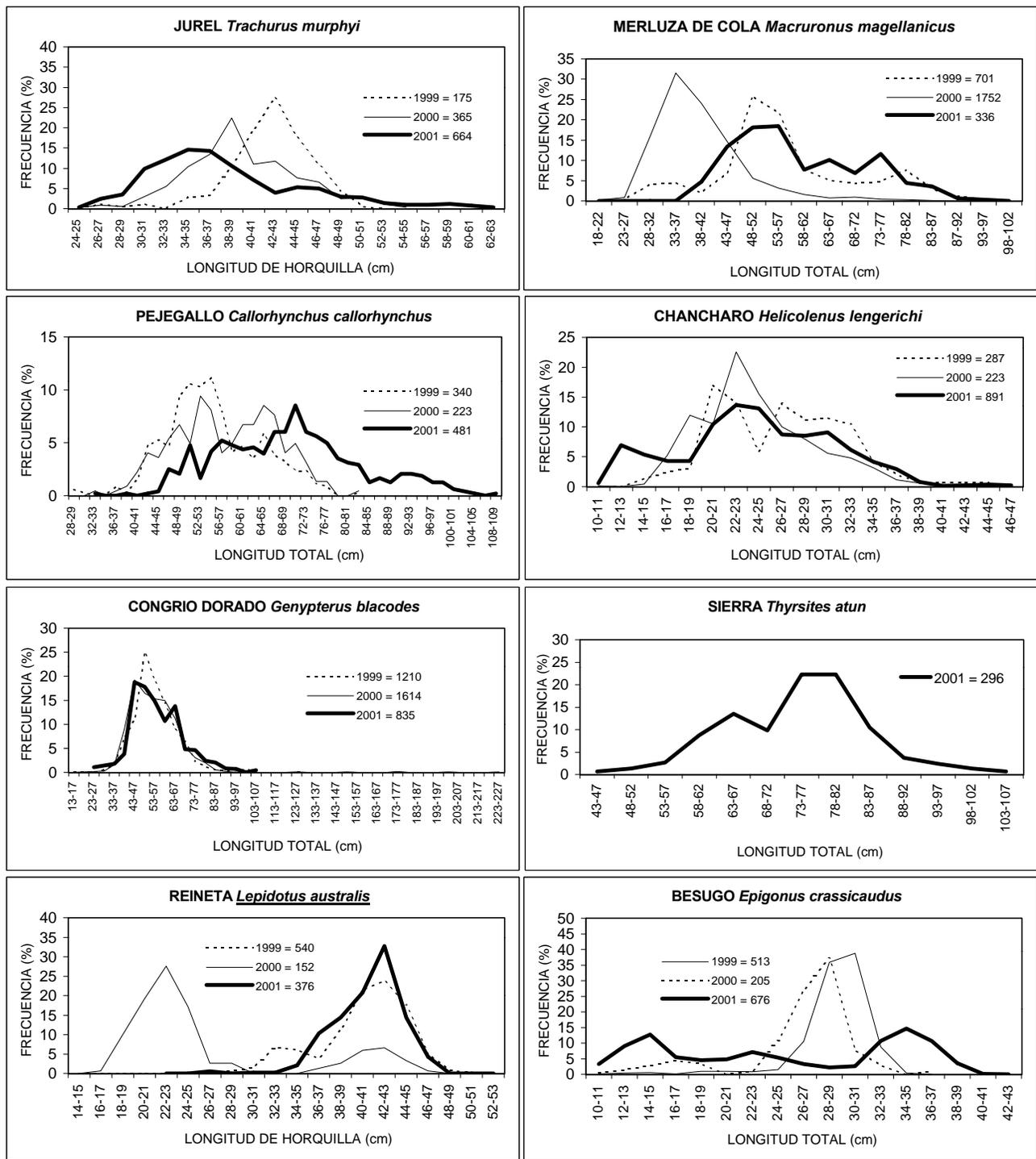


Figura 20. Distribución de frecuencia de longitud de las principales especies que conformaron la fauna acompañante de las capturas en las evaluaciones directas de la abundancia de merluza común en los años 1999, 2000 y 2001.

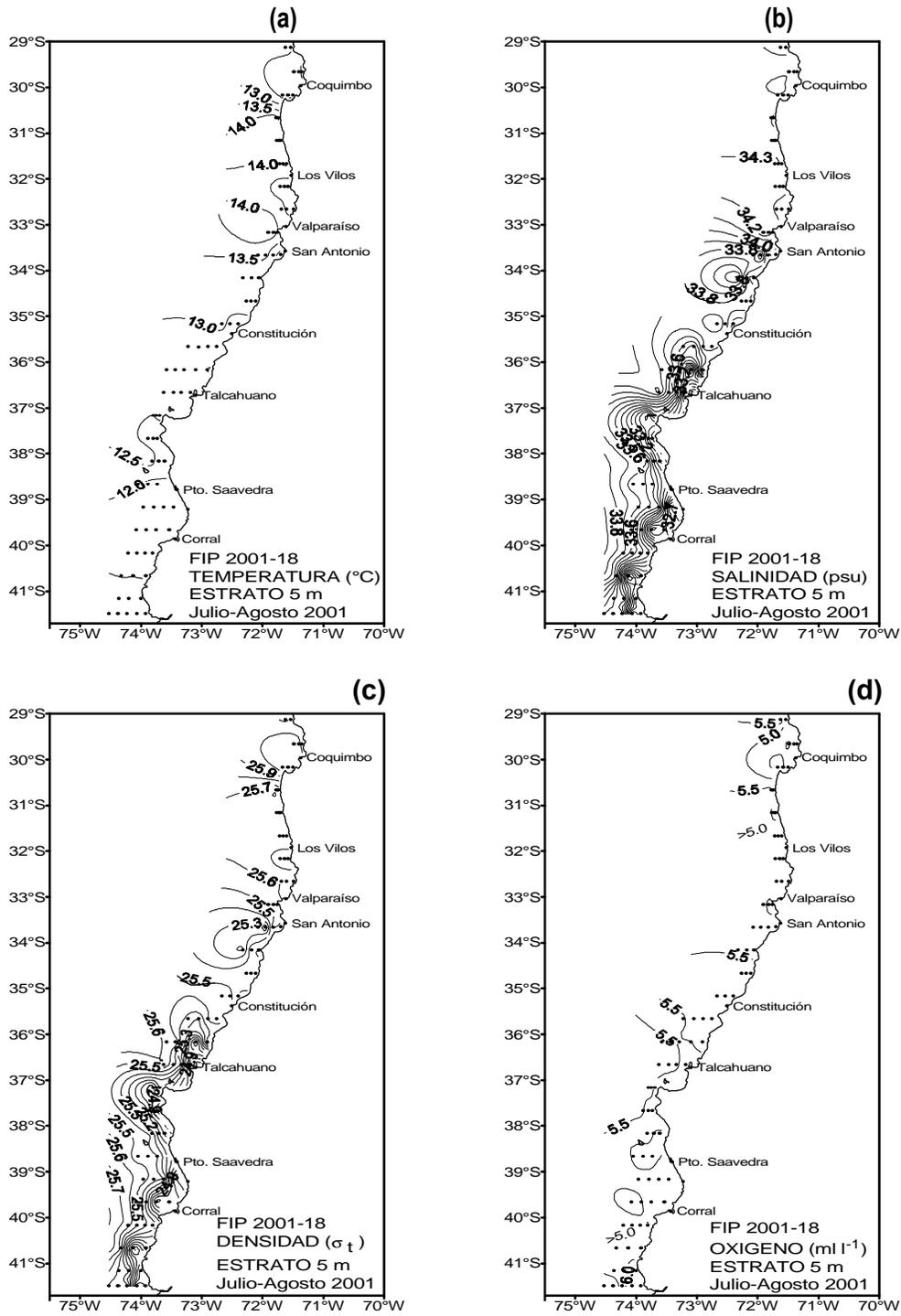


Figura 21. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en el estrato de 5 m.

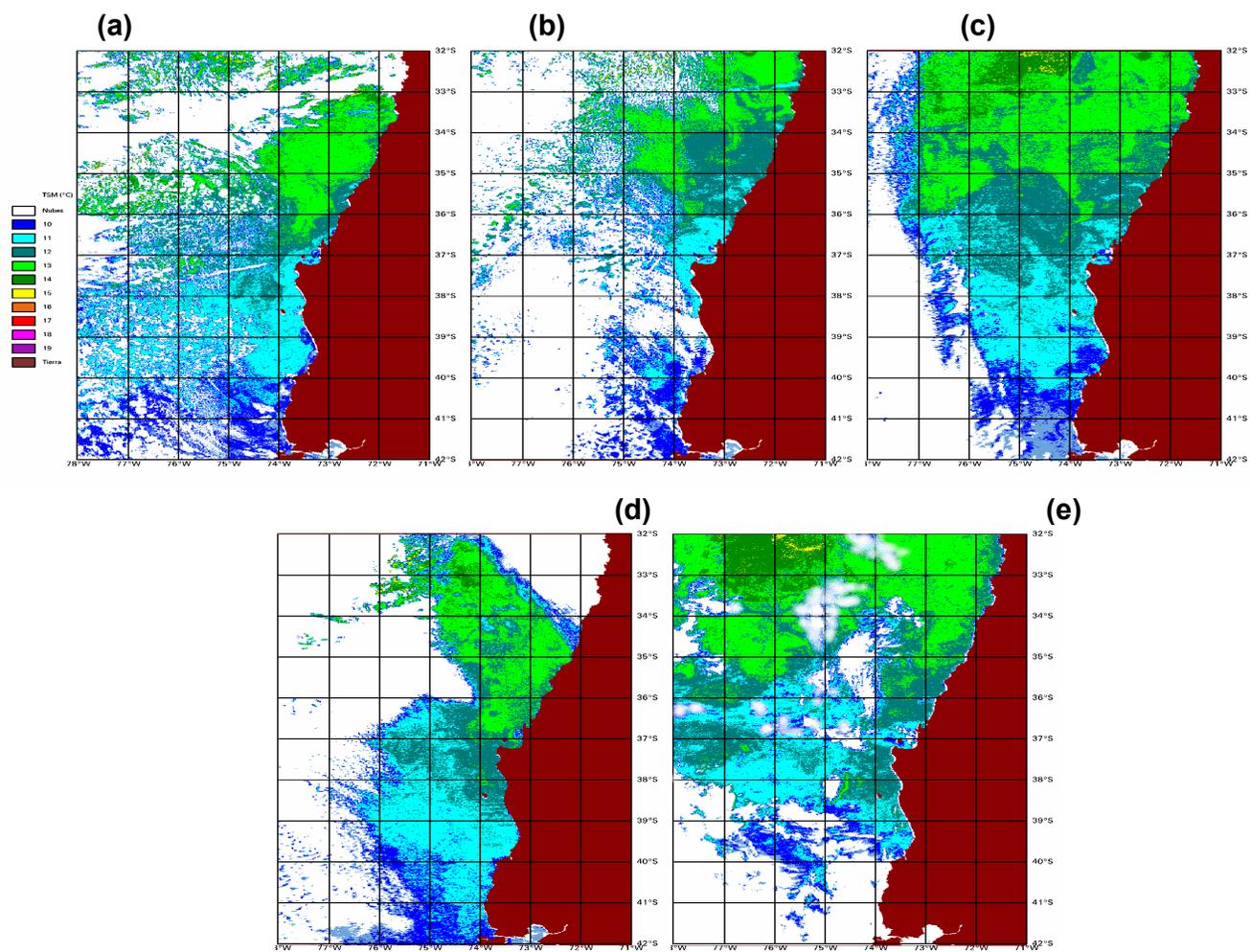


Figura 22. Imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar para el período de estudio. a) 21/07/01, b) 25/07/01, c) 26/07/01, d) 03/08/01, e) 06/08/01.

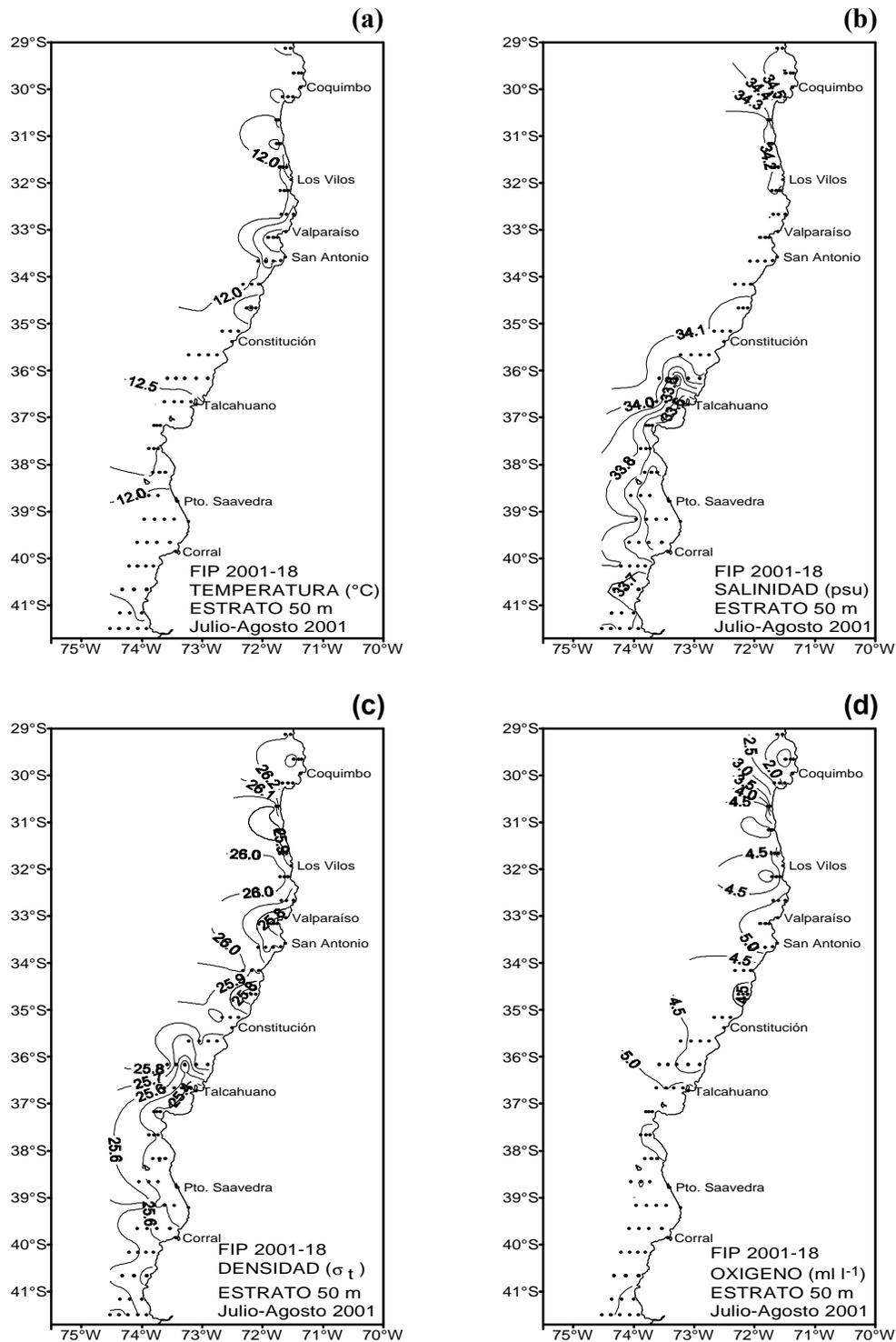


Figura 23. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en el estrato de 50 m.

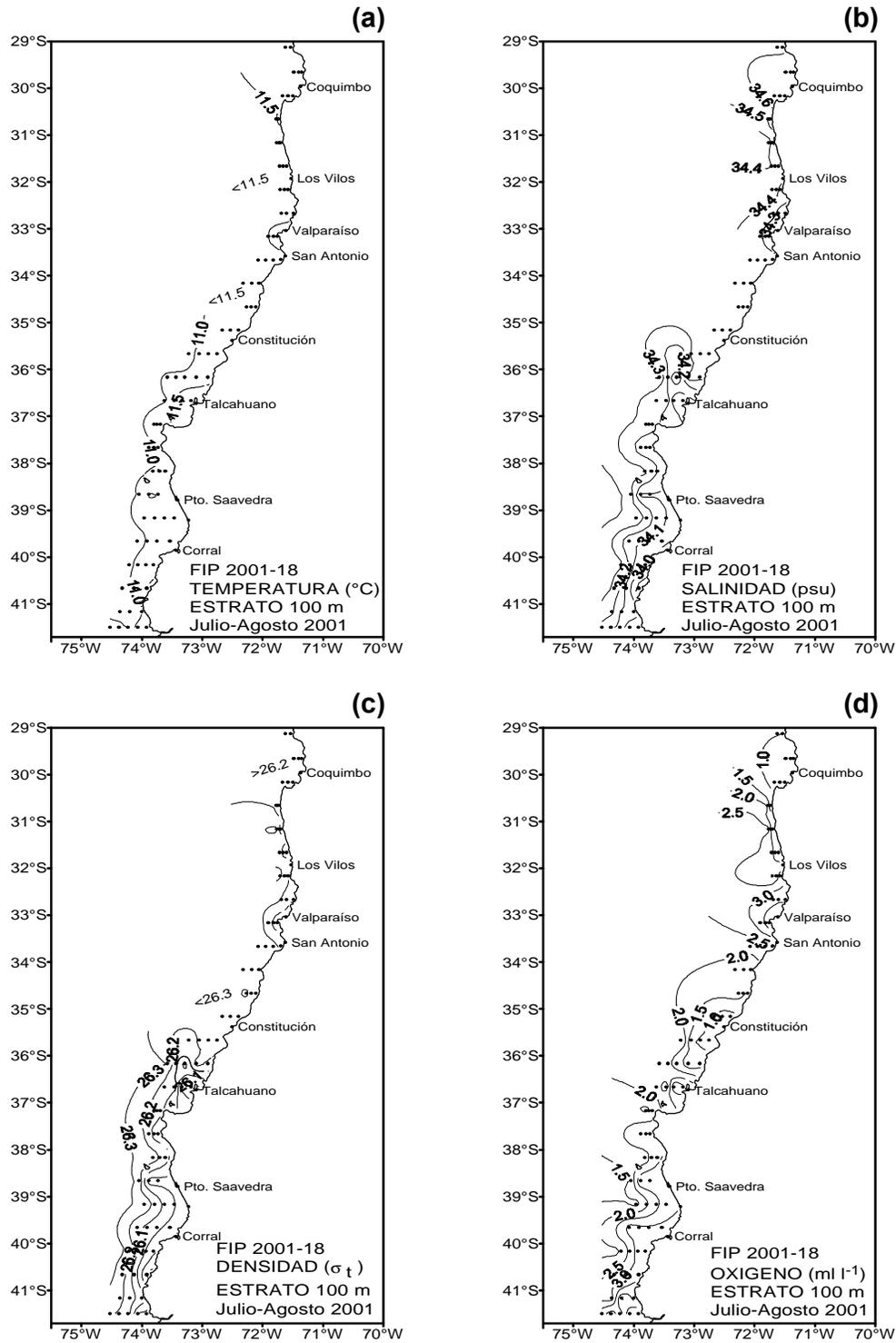


Figura 24. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en el estrato de 100 m.

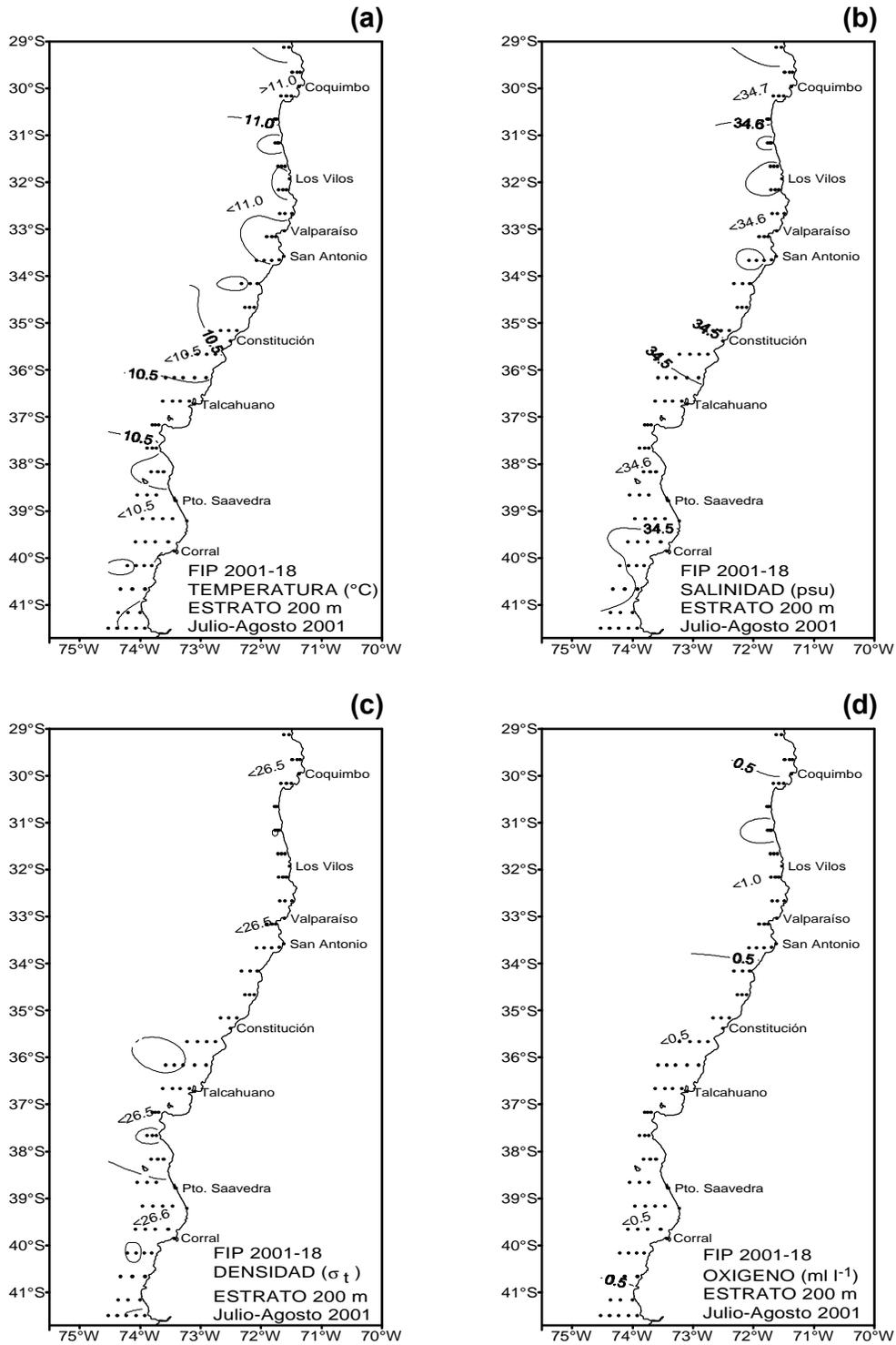


Figura 25. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en el estrato de 200 m.

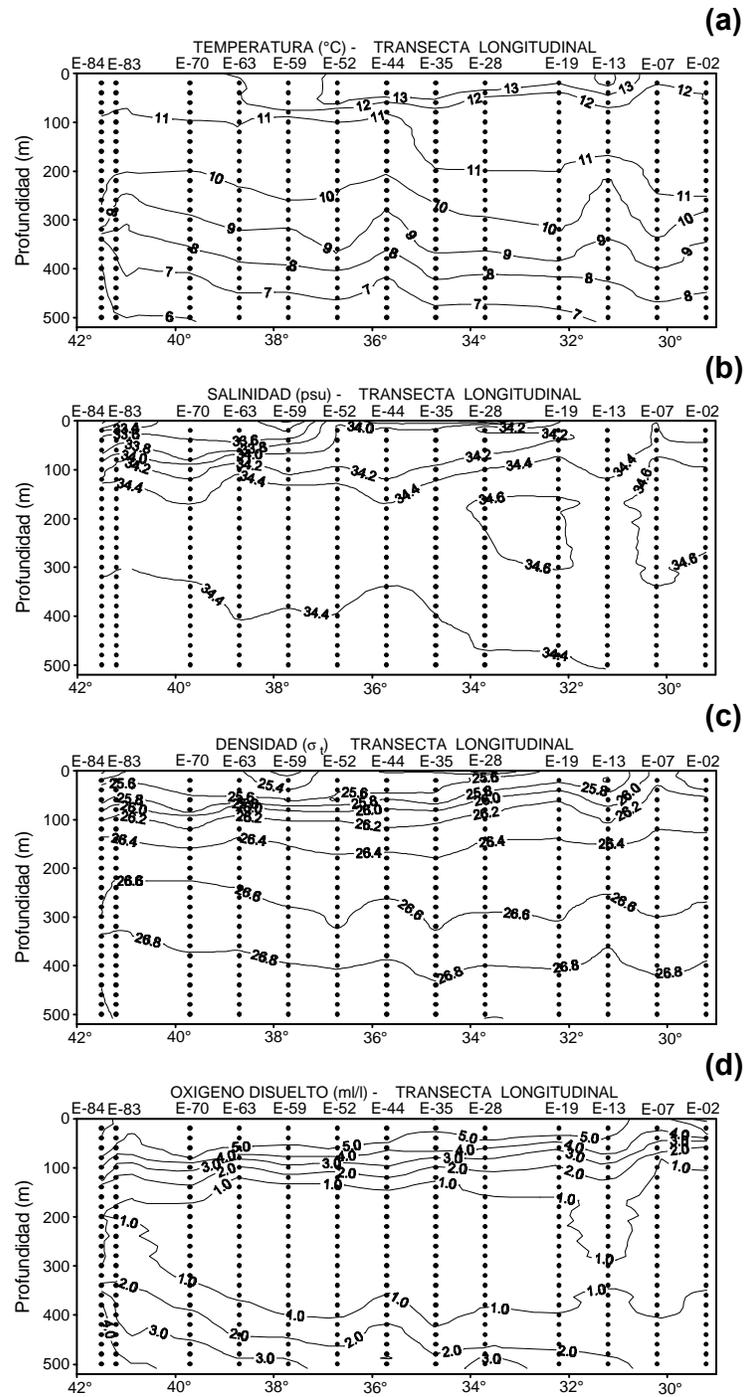


Figura 26. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta longitudinal oceánica.

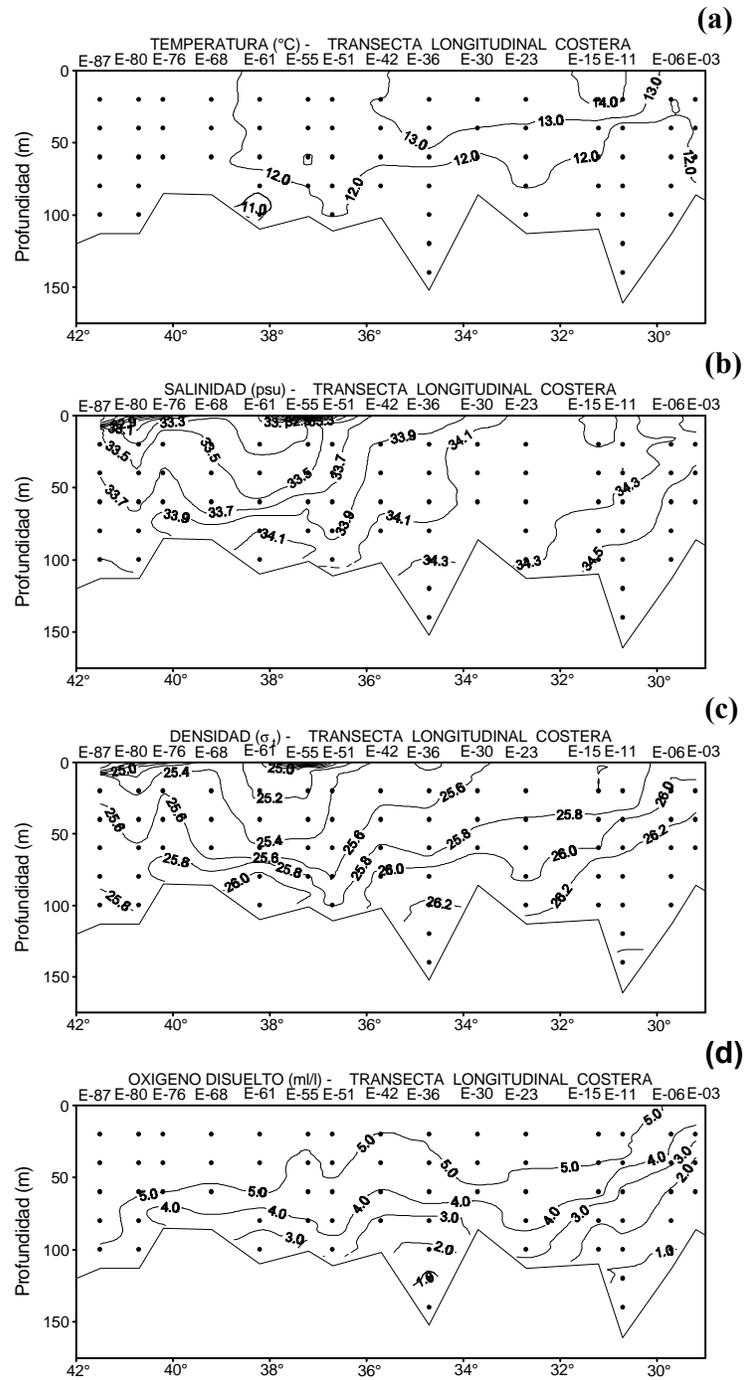


Figura 27. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta longitudinal costera.

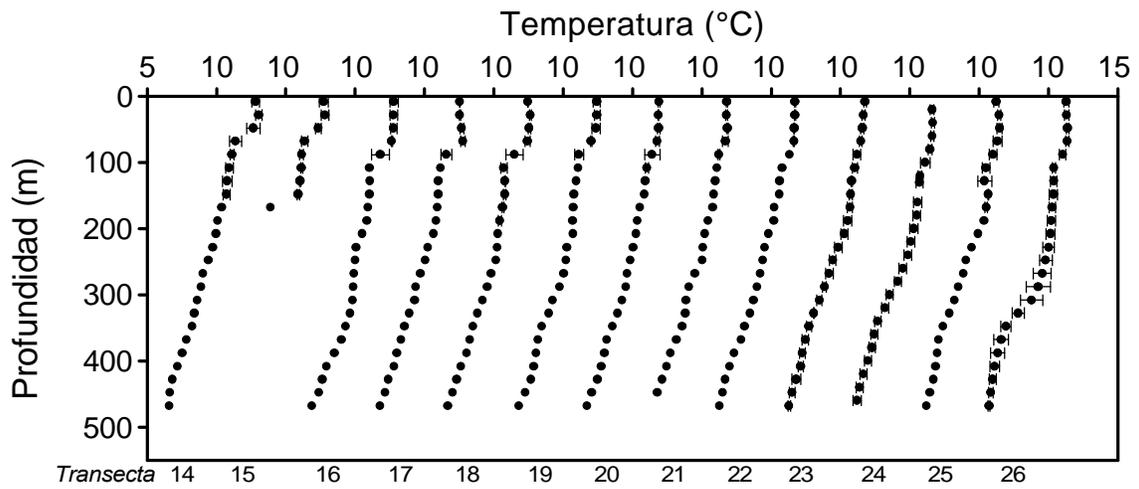
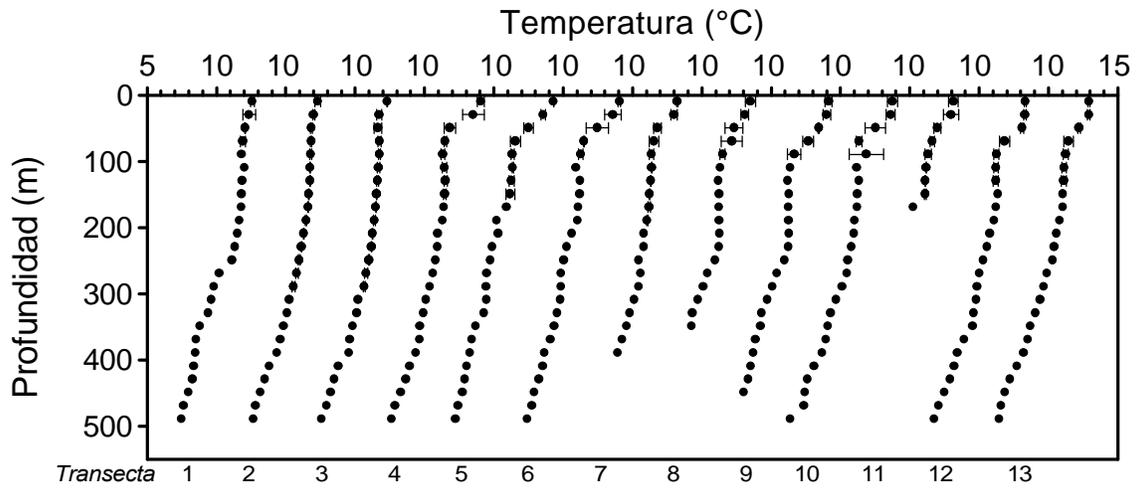


Figura 28. Perfiles verticales promedio de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para las transectas 1 a 13 (panel superior) y transectas 14 a 26 (panel inferior).

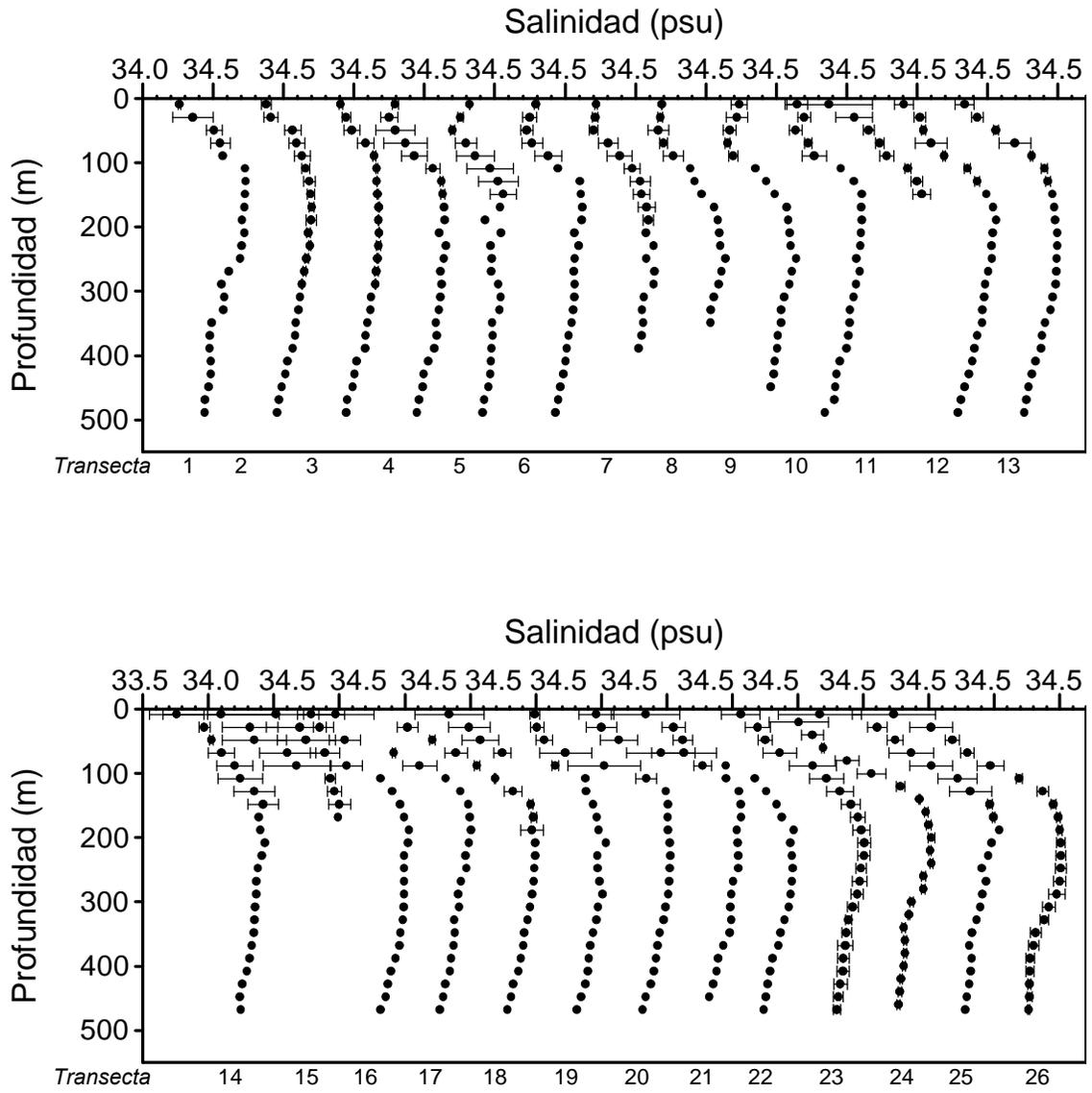


Figura 29. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para las transectas 1 a 13 (panel superior) y transectas 14 a 26 (panel inferior).

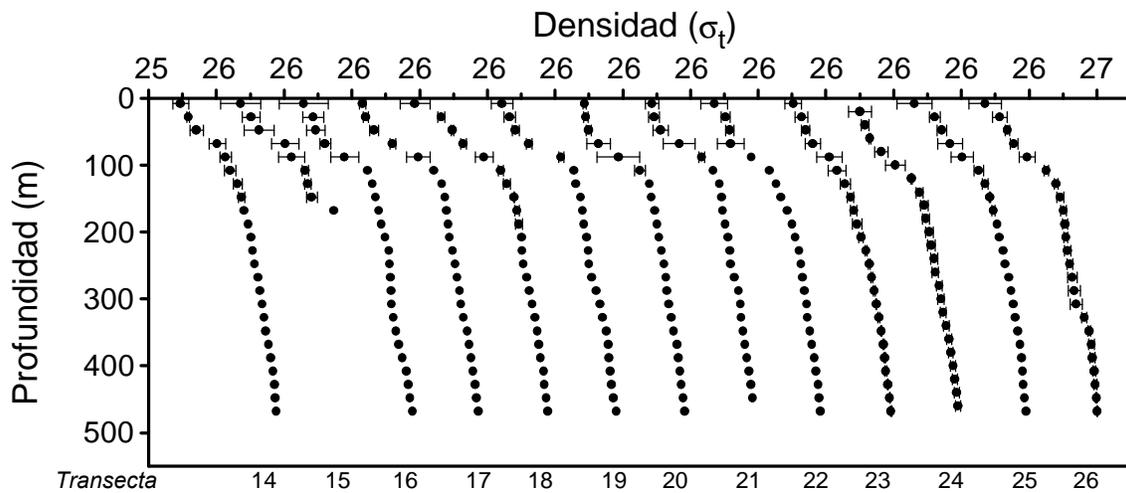
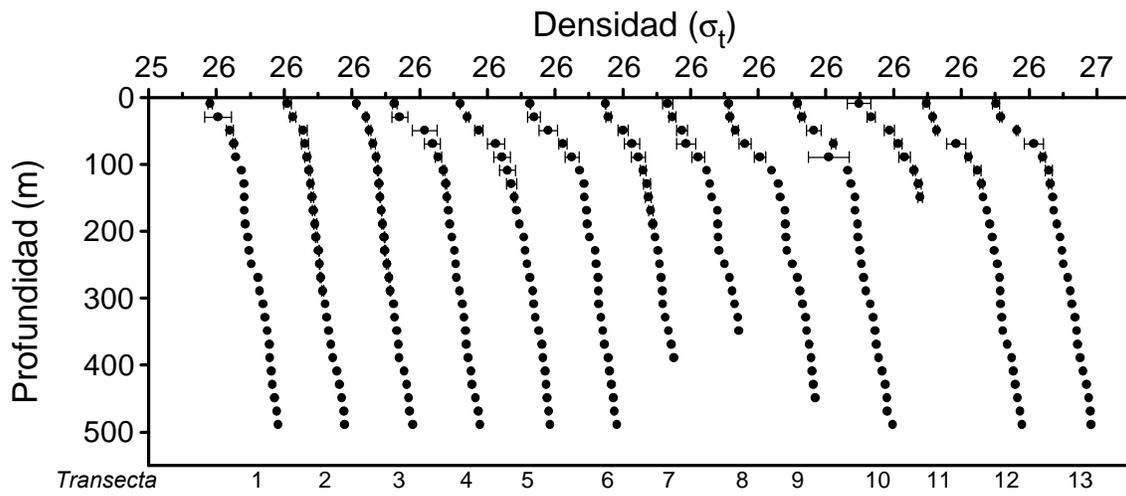


Figura 30. Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para las transectas 1 a 13 (panel superior) y transectas 14 a 26 (panel inferior).

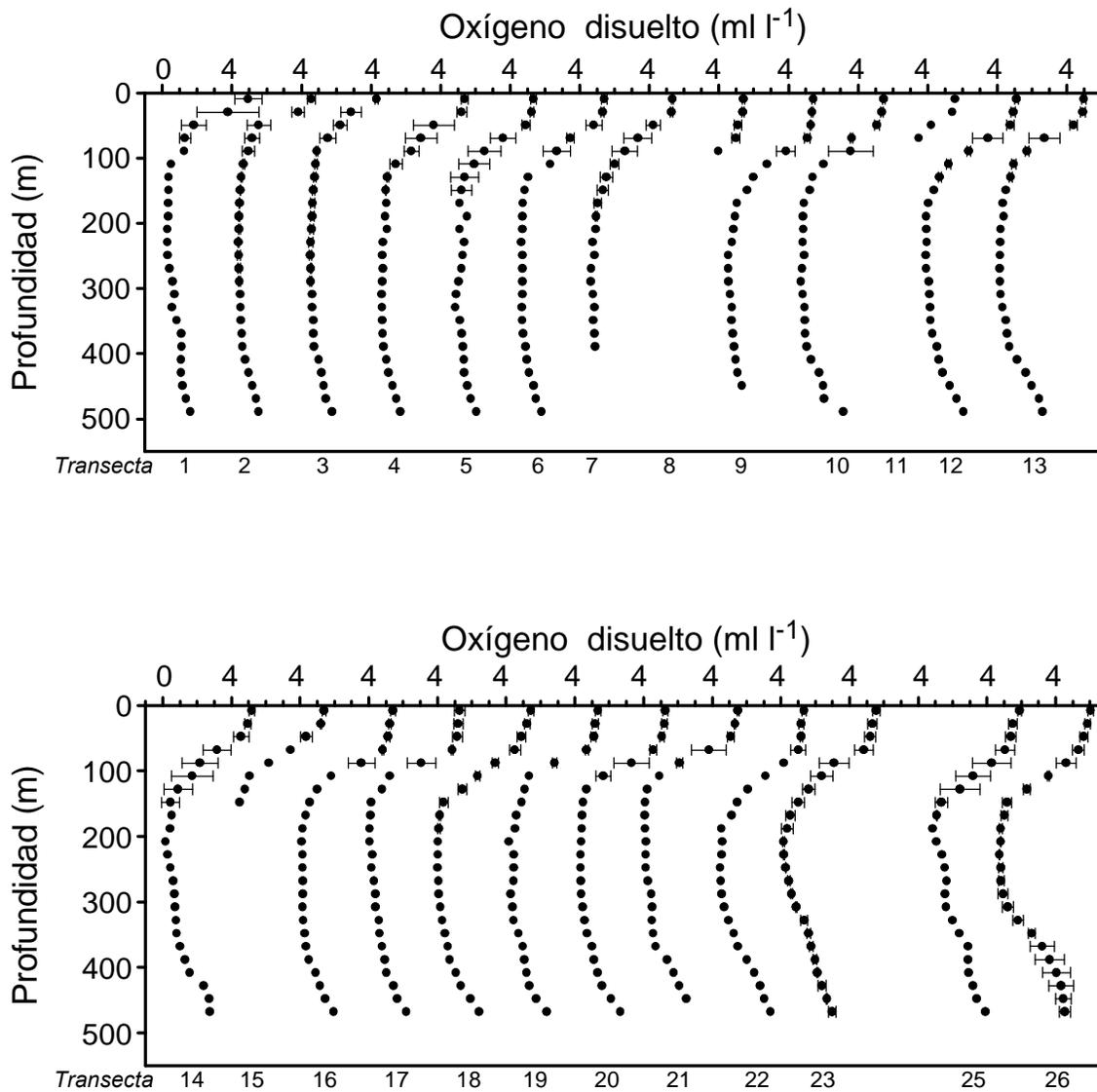


Figura 31. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml/l) para las transectas 1 a 13 (panel superior) y transectas 14 a 26 (panel inferior).

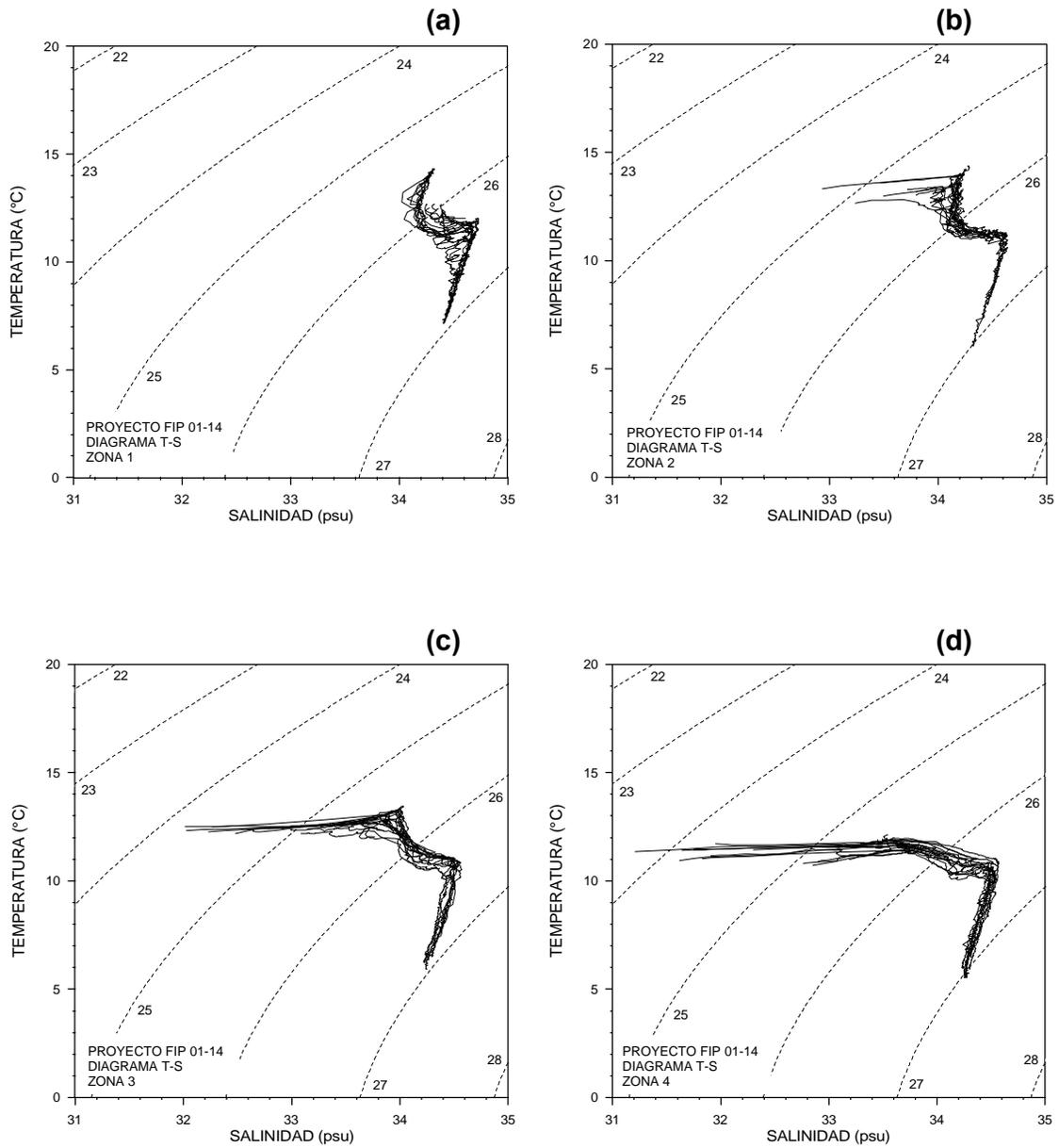


Figura 32. Diagramas T-S para: (a) región norte (zona 1), (b) región centro-norte (zona 2), (c) región centro-sur (zona 3) y (d) región sur (zona 4).

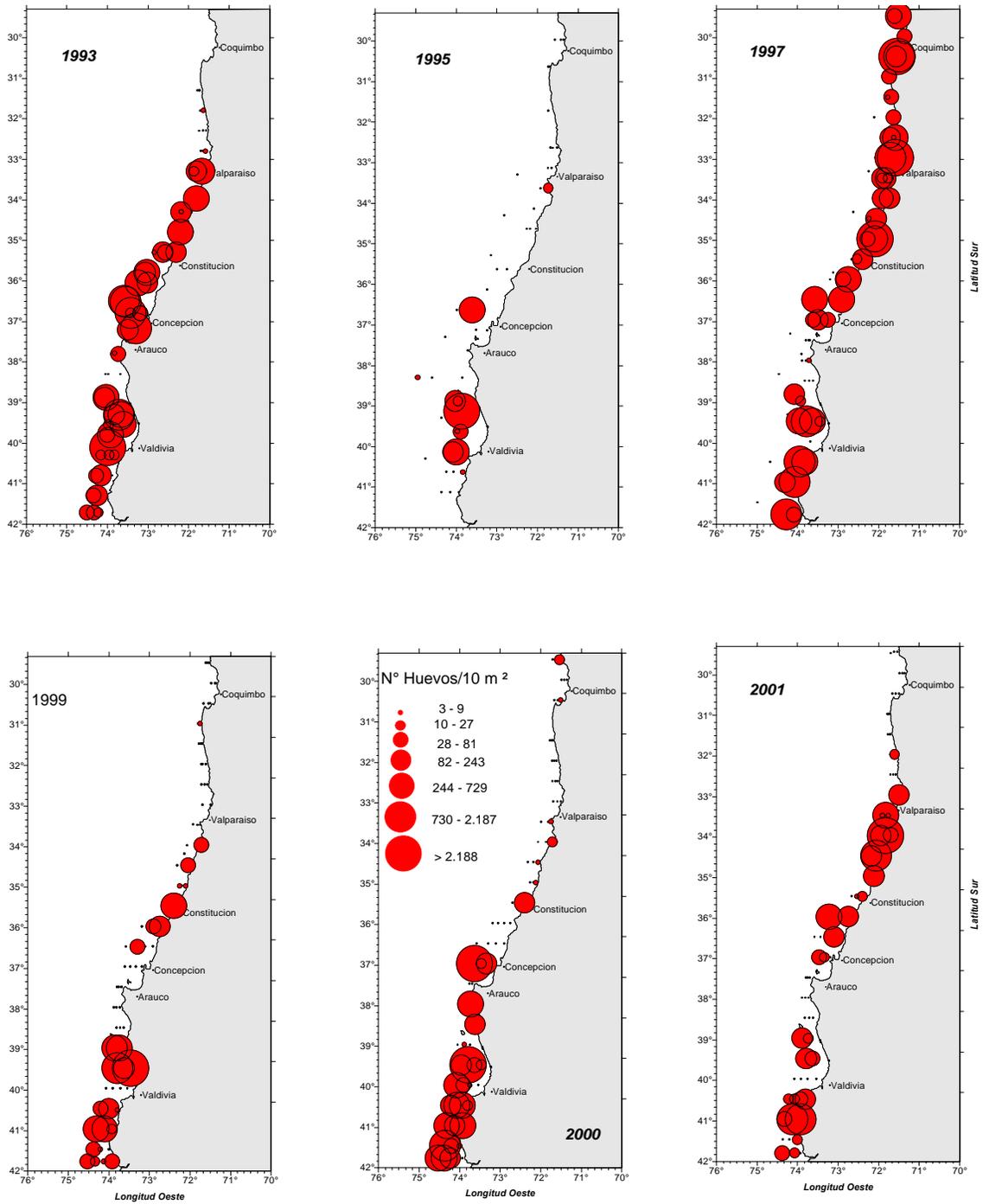


Figura 33. Distribución y abundancia de huevos de merluza común. Cruceros de invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.

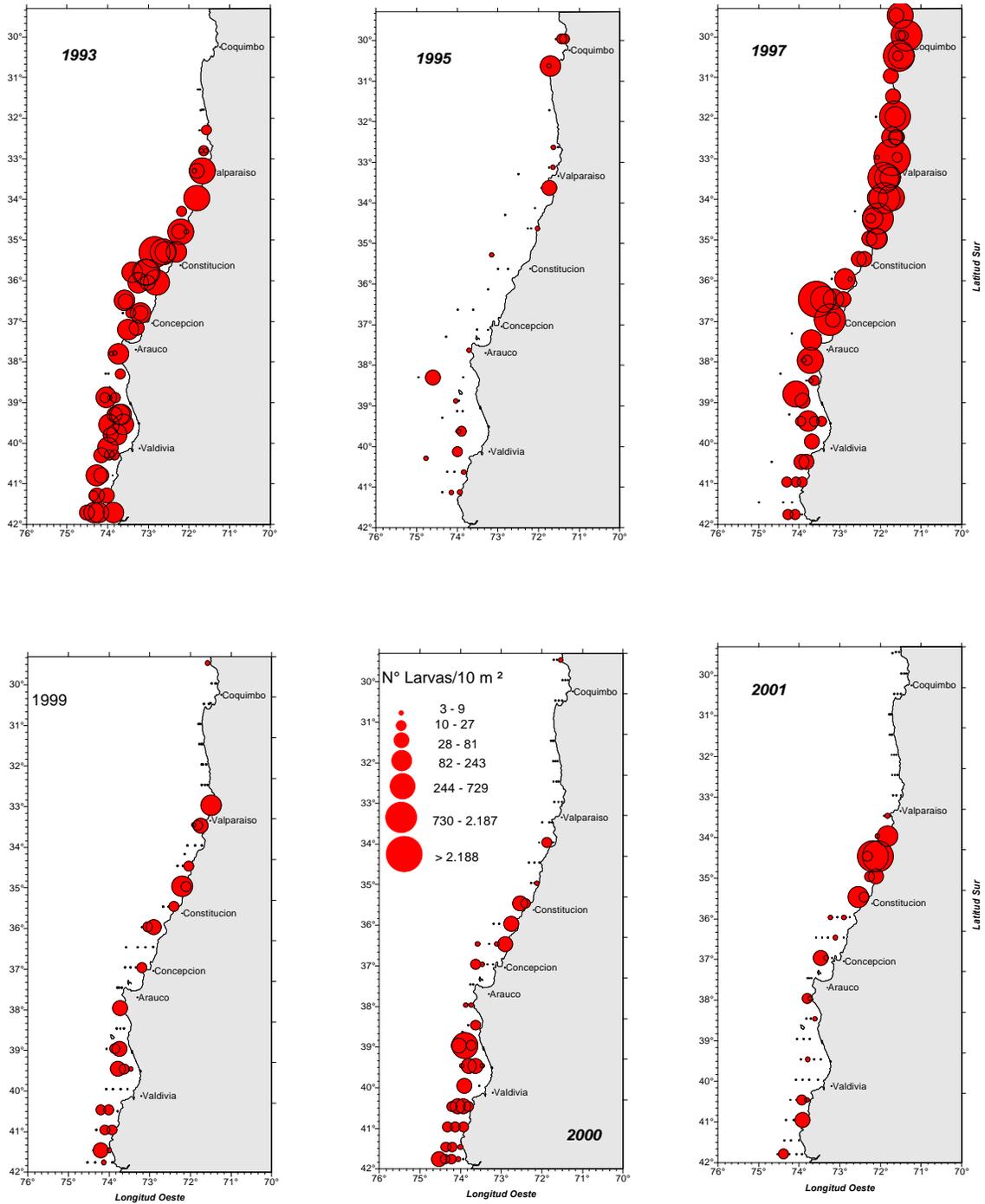


Figura 34. Distribución y abundancia de larvas de merluza común. Cruceros de invierno entre los años 1993 a 2001.

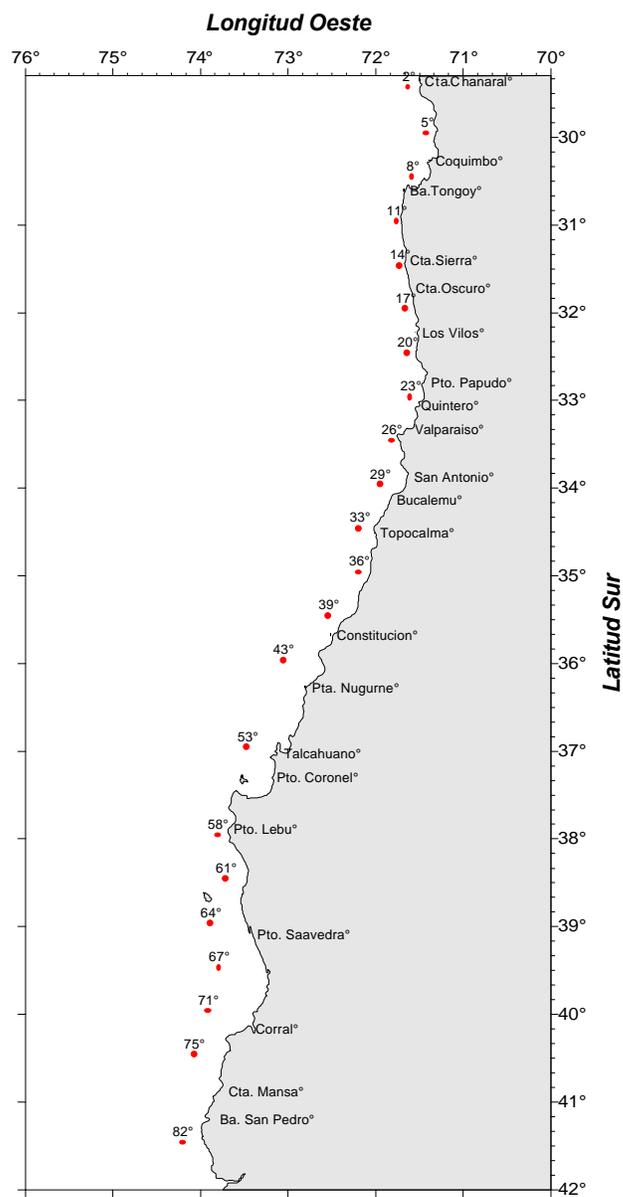


Figura 35. Distribución de las estaciones estratificadas.

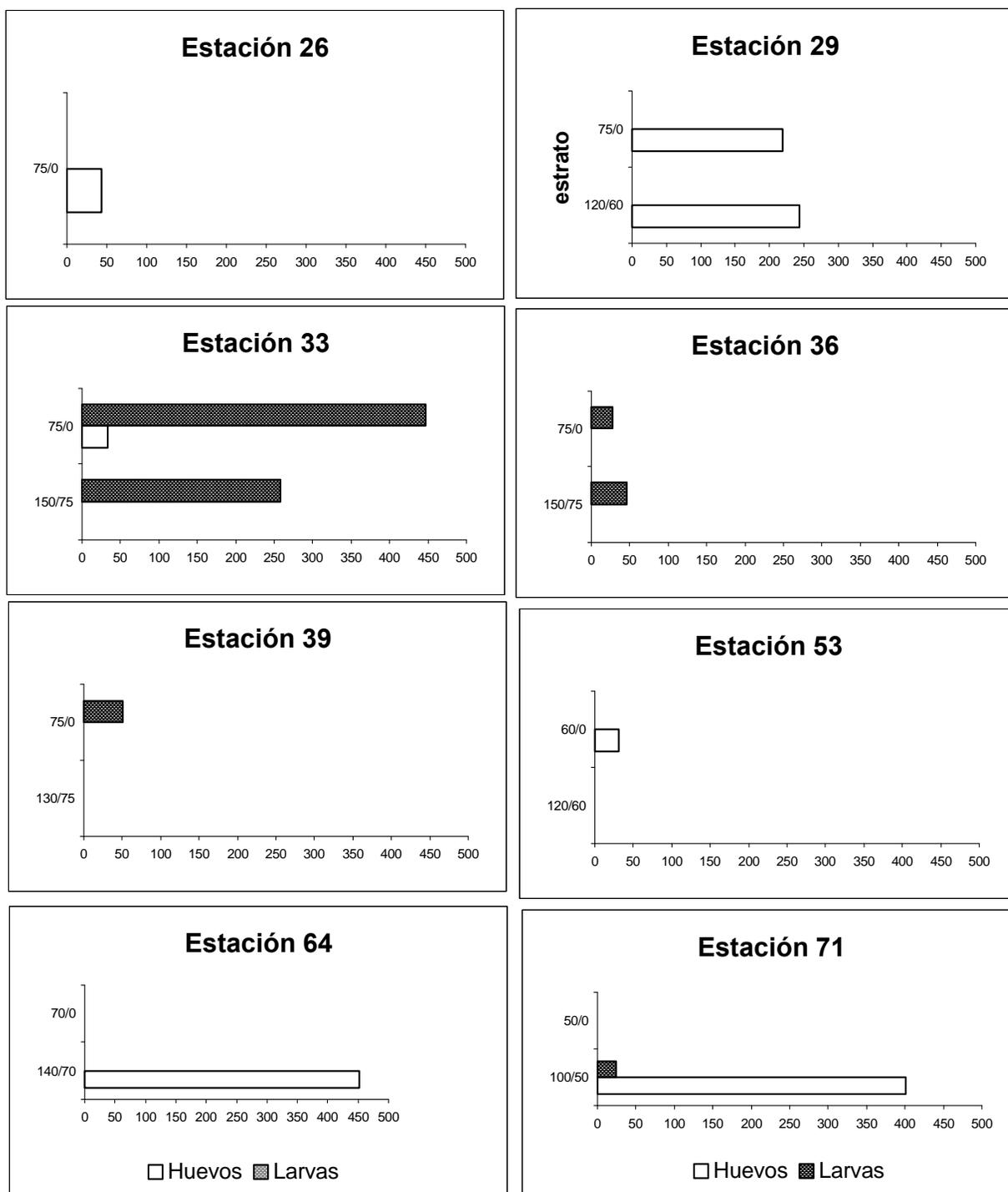


Figura 36. Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza a diferentes estratos de profundidad.

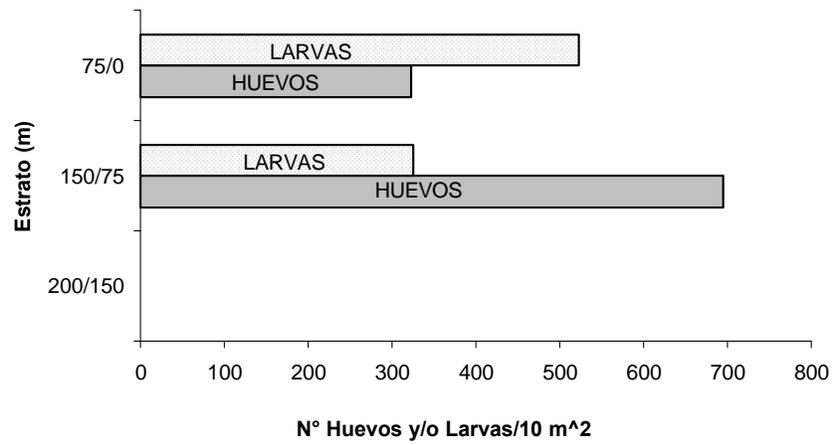


Figura 37. Abundancia total de huevos y larvas de *M. gayi* por estrato de ρ

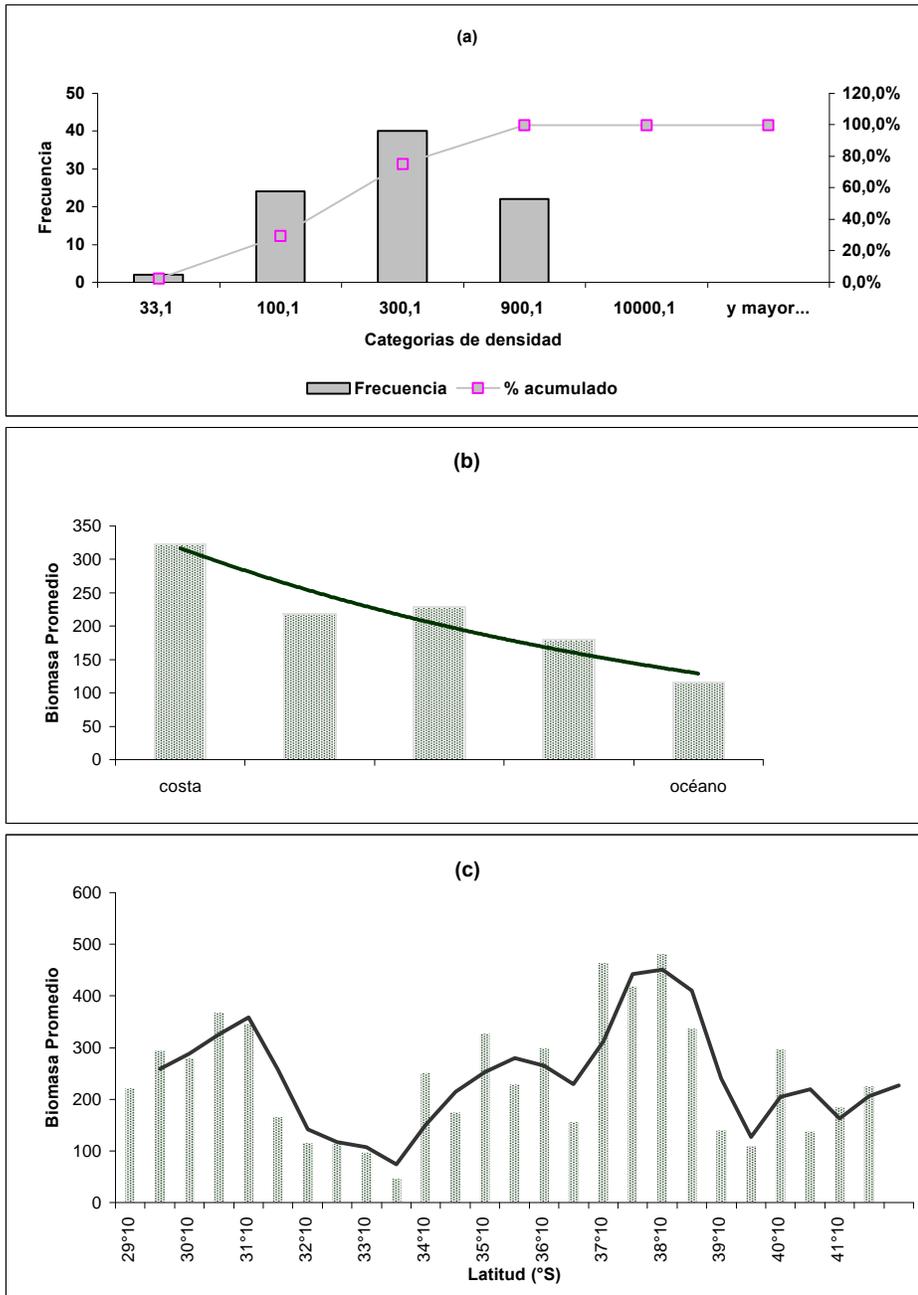


Figura 38. Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica (a), biomasa promedio con respecto a la distancia de la costa (b) y promedio móvil de la biomasa con respecto a la latitud (c)

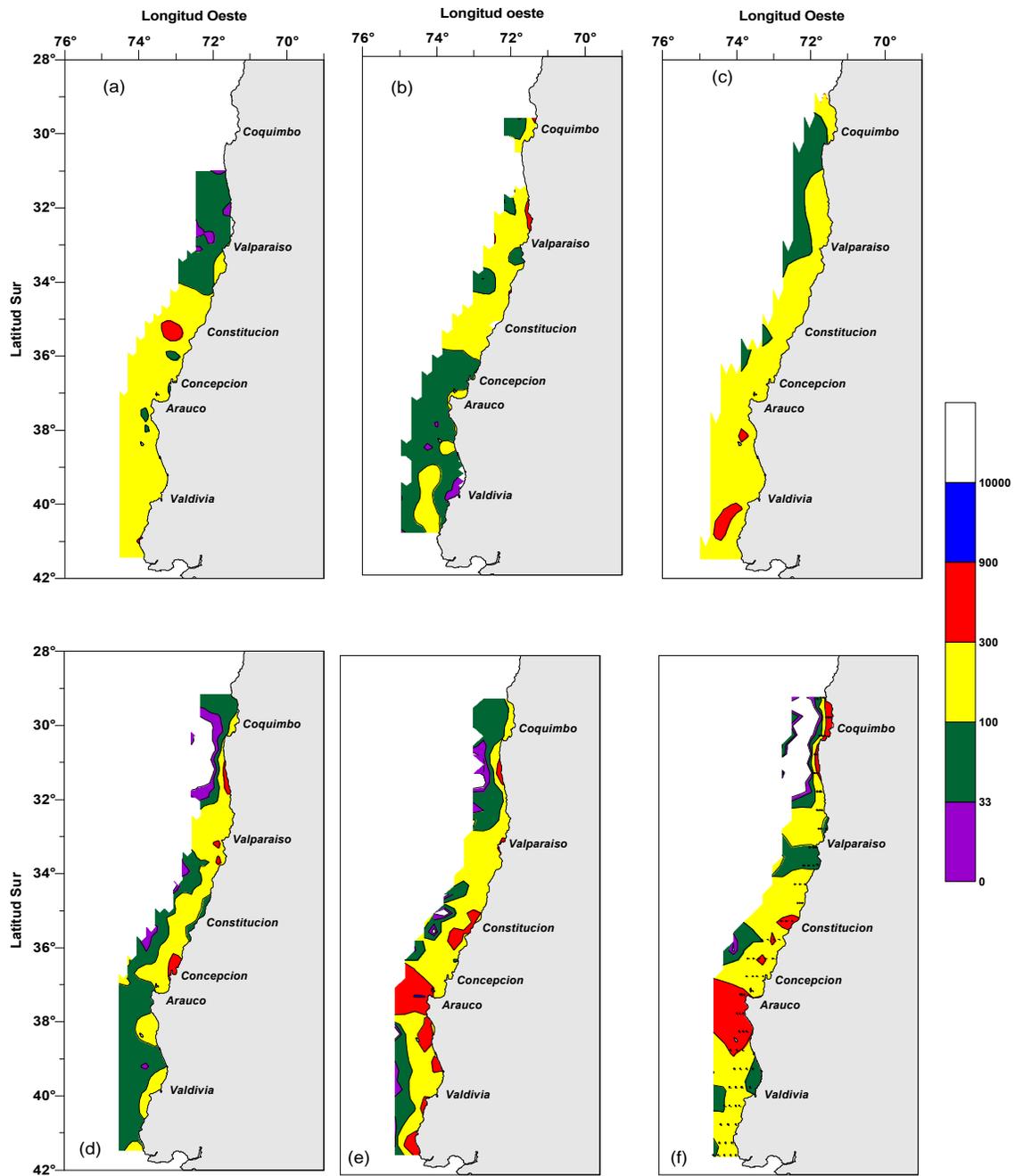


Figura 39 .- Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica en invierno de los años (a) 1993, (b) 1995, (c) 1997, (d) 1999, (e) 2000 y (f) 2001.(ml Zoo/1000m³).

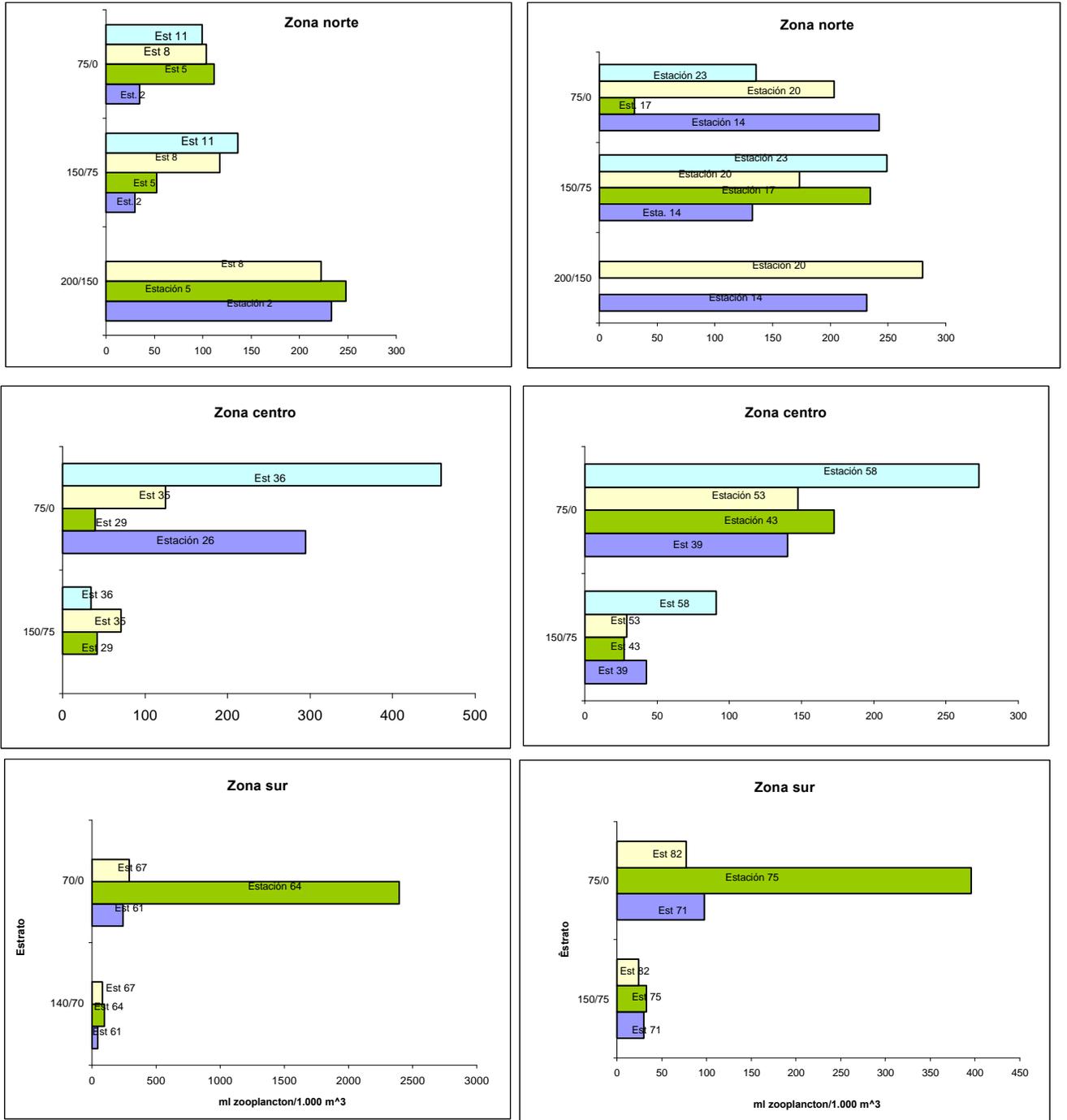


Figura 40. Distribución y abundancia de la biomasa zoopláctónica en los diferentes estratos de profundidad.

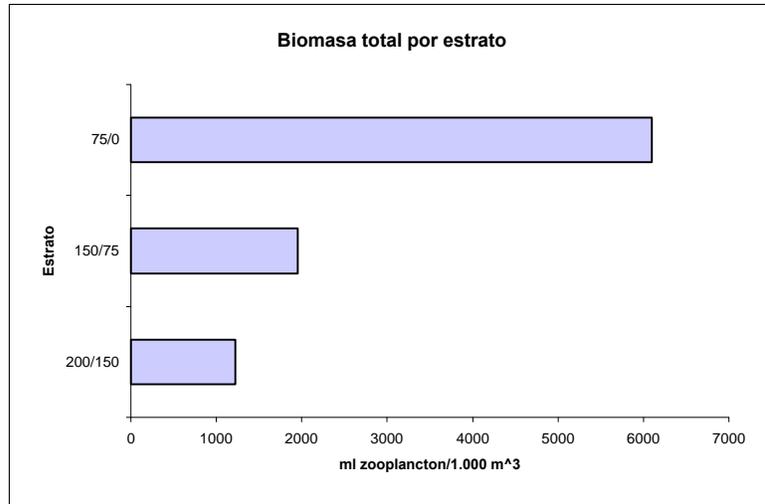


Figura 41. Abundancia total de la biomasa zooplactónica en cada estrato de profundidad

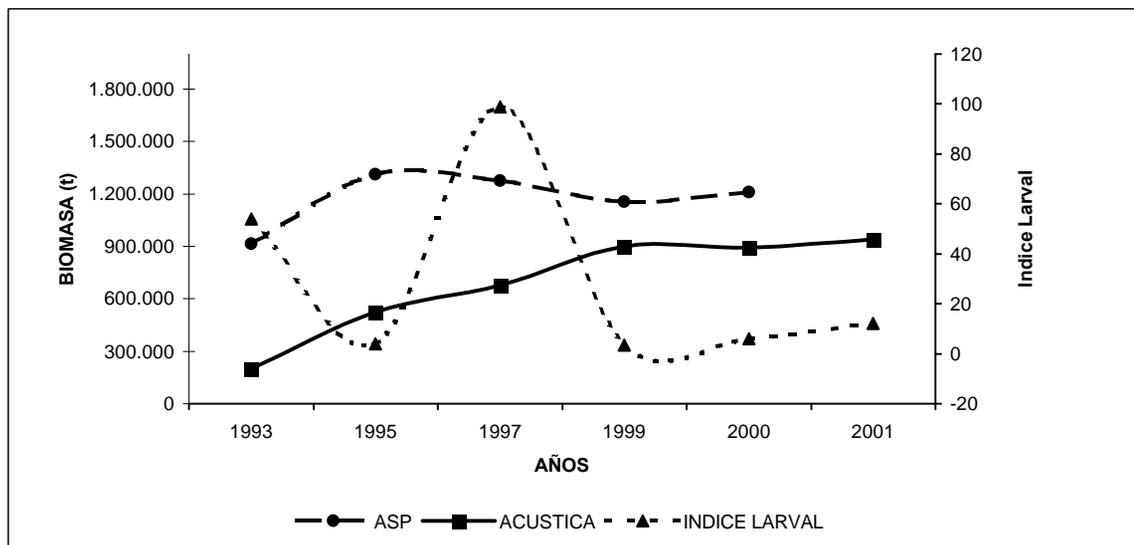


Fig. 42. Comparación entre el índice de abundancia larval, biomasa total estimada por hidroacústica parental cuantificada por ASP, para el stock de merluza común de la zona centro sur de Cr

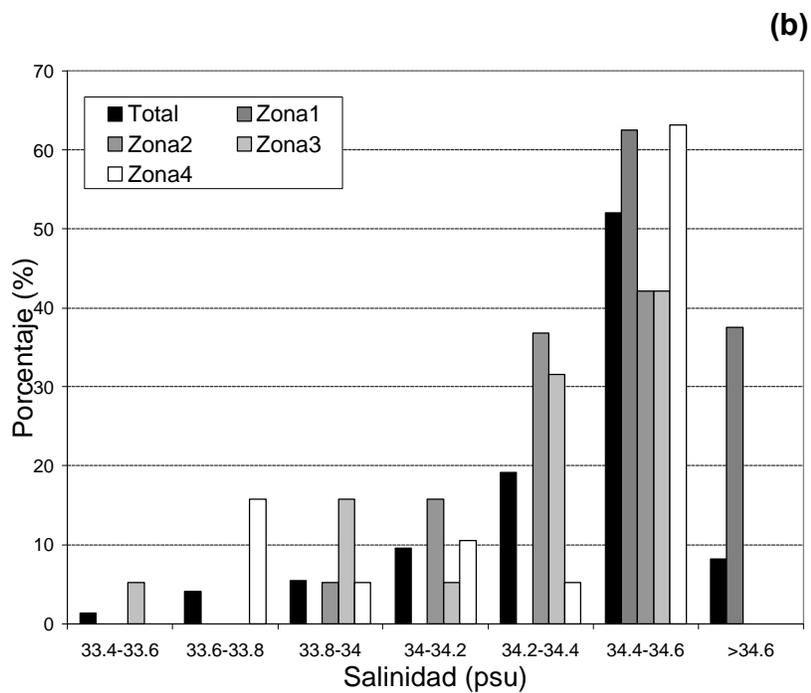
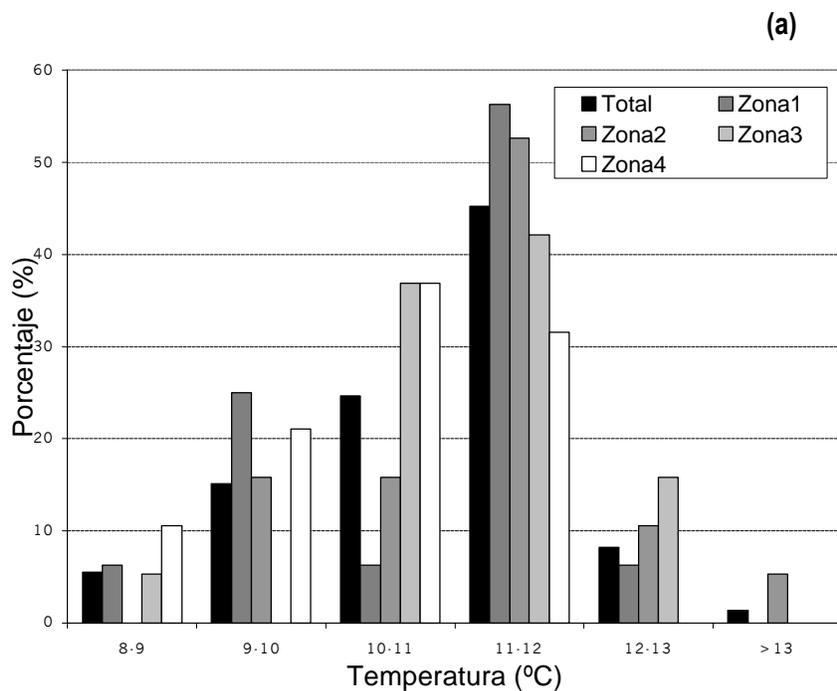


Figura 43. Histograma de rangos de a) temperatura (°C) y (b) salinidad (psu), en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen). Se integra tanto el área total como las subzonas al interior de la región prospectada.

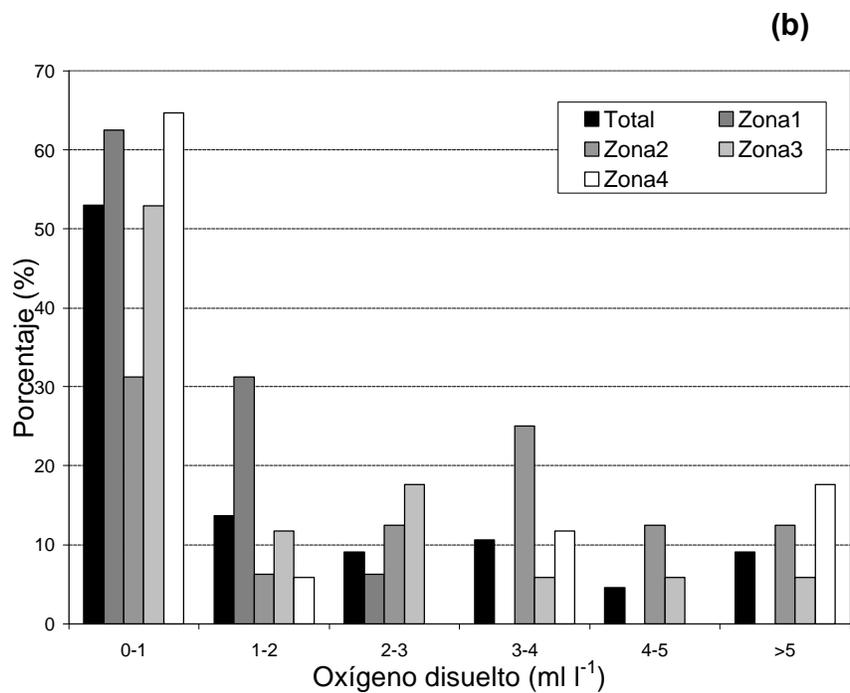
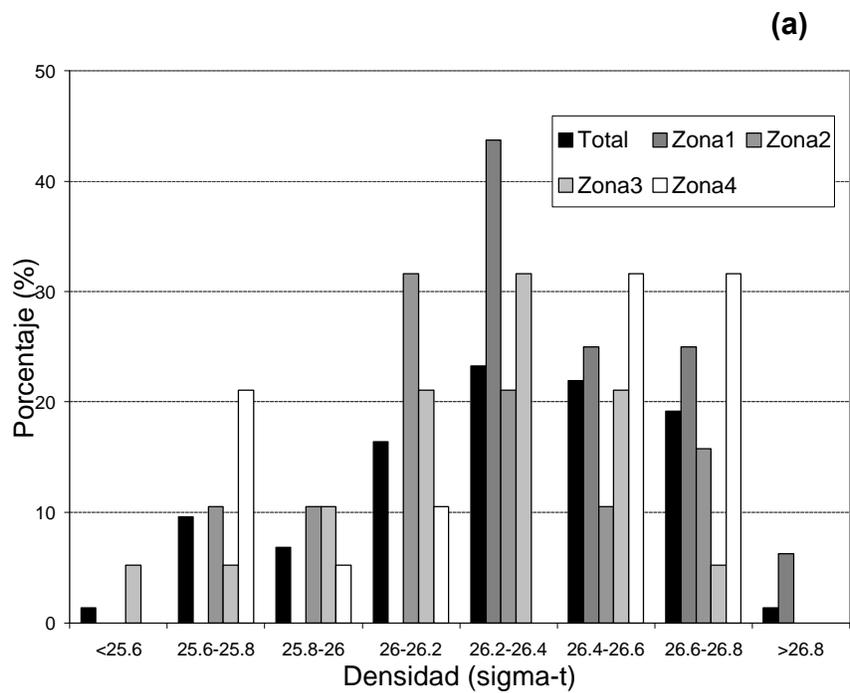


Figura 44. Histograma de rangos de a) densidad (σ_t) y b) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen). Se integra tanto el área total como las subzonas al interior de la región prospectada.

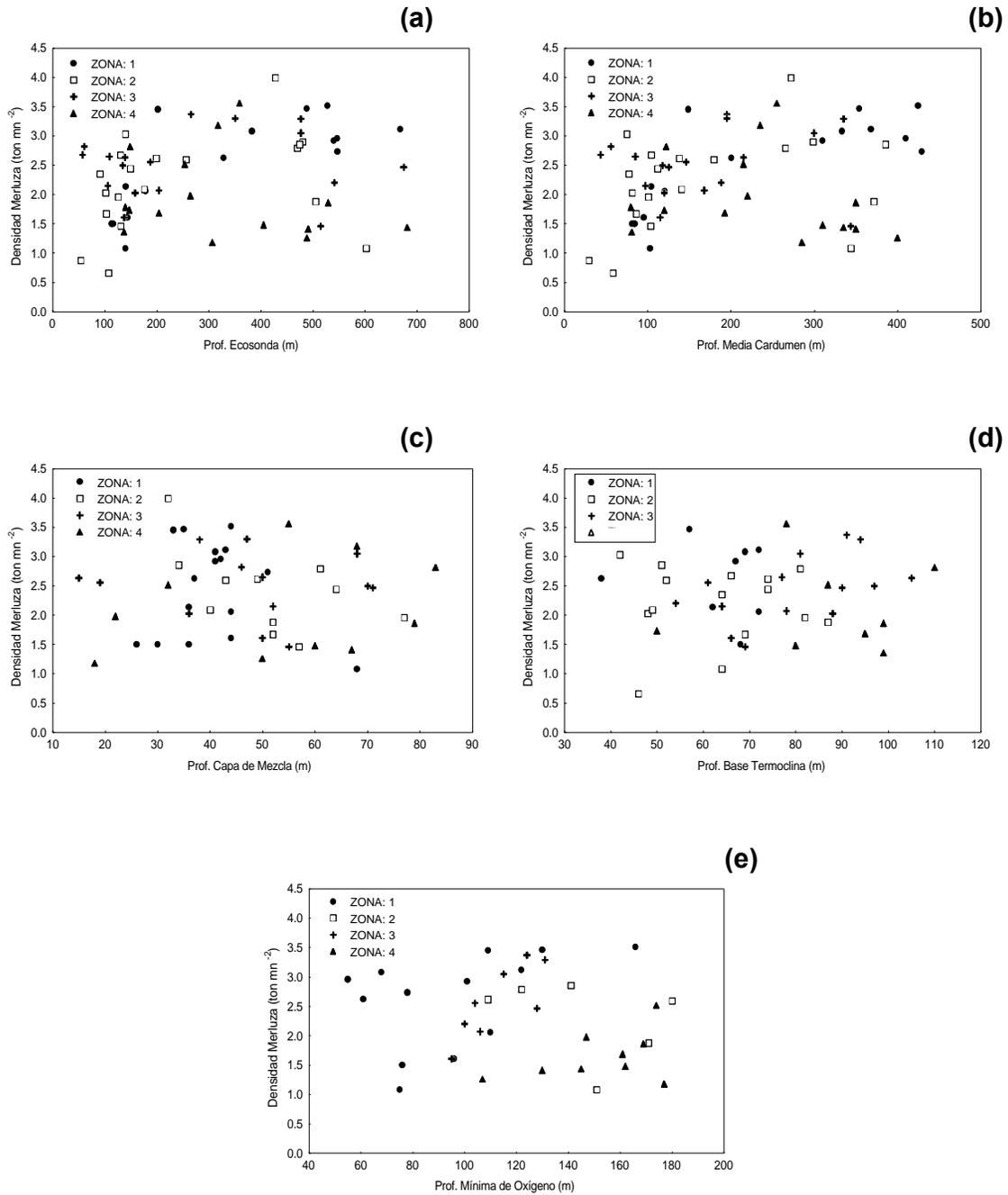


Figura 45. Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común transformada ($\log x+1$) y: a) Prof. de ecosonda (m), b) Prof. media de cardumen (m), c) Prof. capa de mezcla (m), d) Prof. base termoclina (m) y e) Prof. mínima de oxígeno (m).

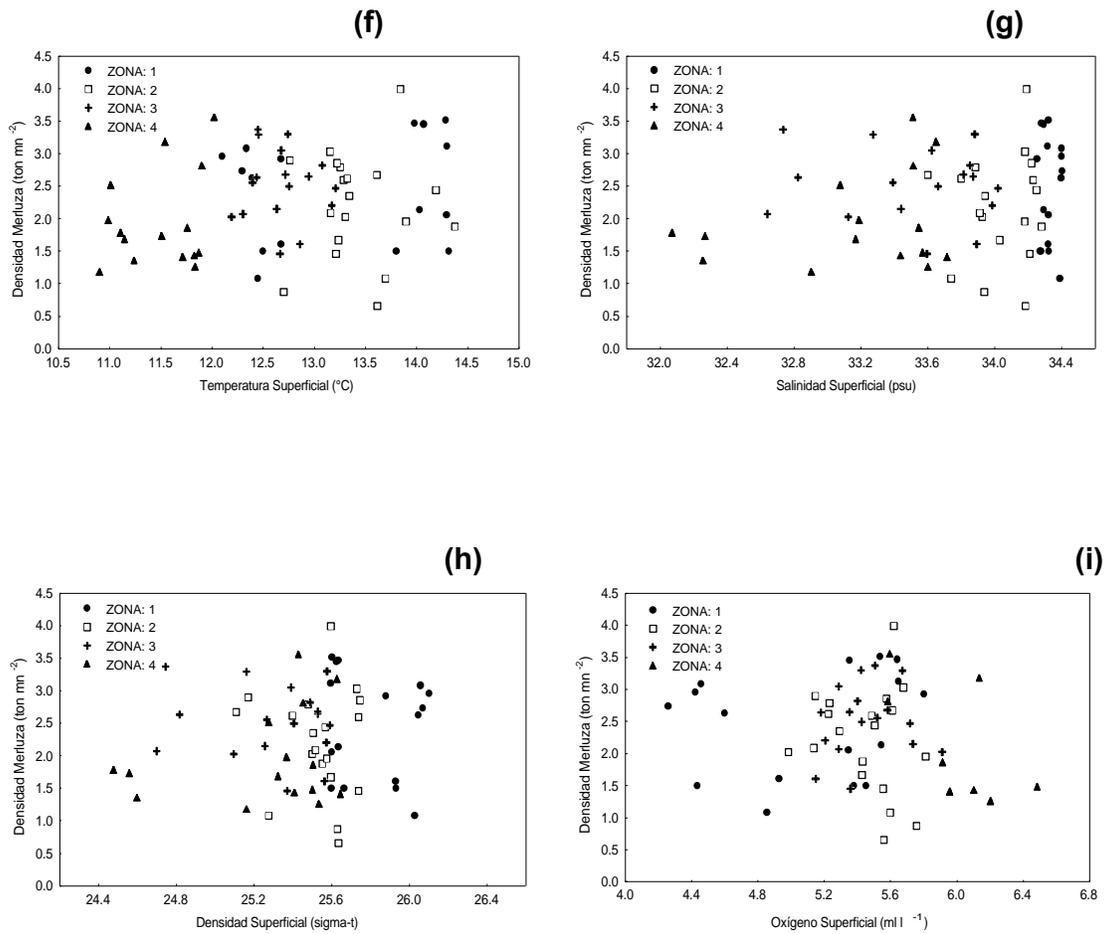


Figura 45 (continuación). Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común transformada ($\log x+1$) y las variables oceanográficas superficiales (estrato 5 m): f) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), g) Salinidad (psu), h) Densidad ($\sigma\text{-t}$) e i) Oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

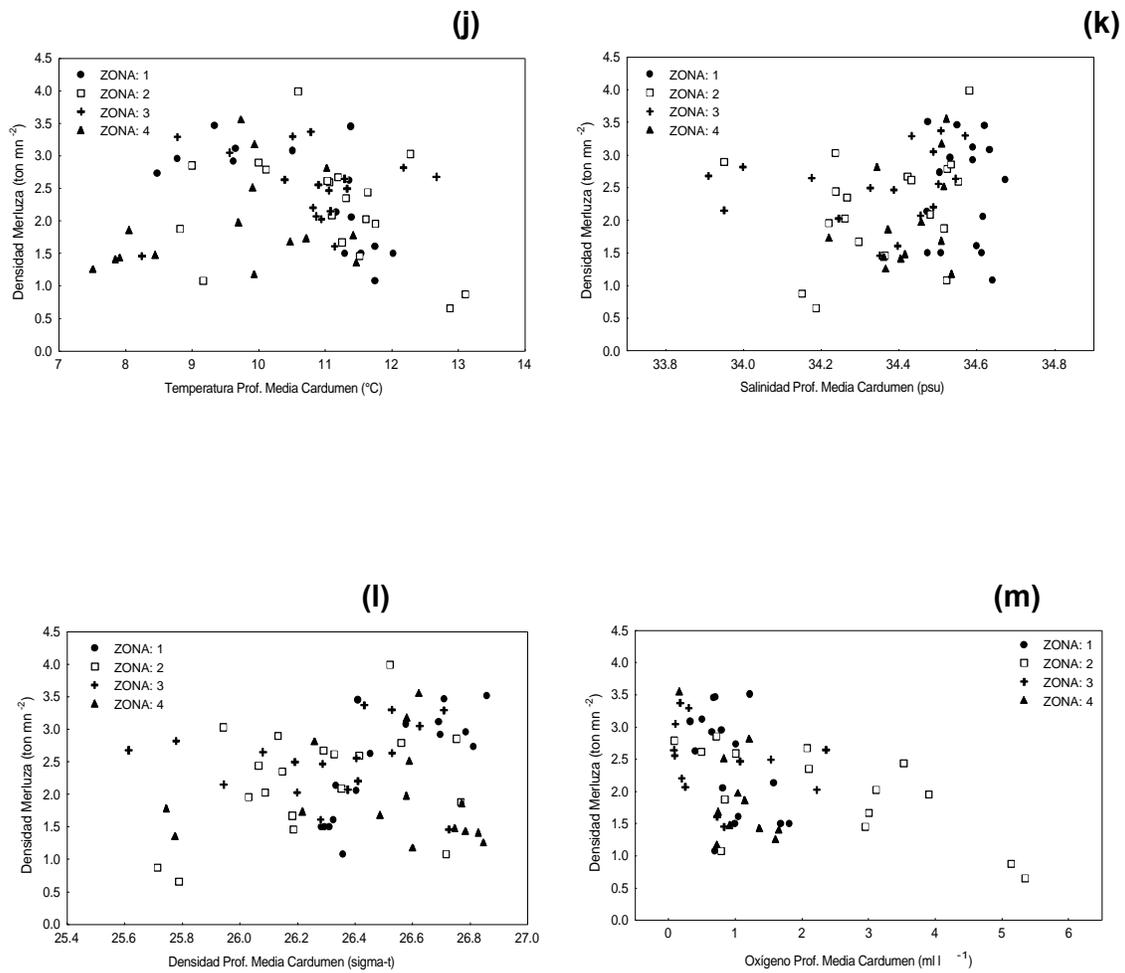


Figura 45 (continuación). Relaciones bivariadas entre la densidad de merluza común transformada ($\log x+1$) y las variables oceanográficas medidas a la profundidad media del cardumen: j) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), k) Salinidad (psu), l) Densidad (sigma-t) y m) Oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

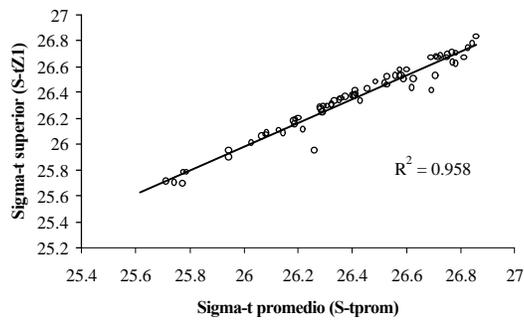
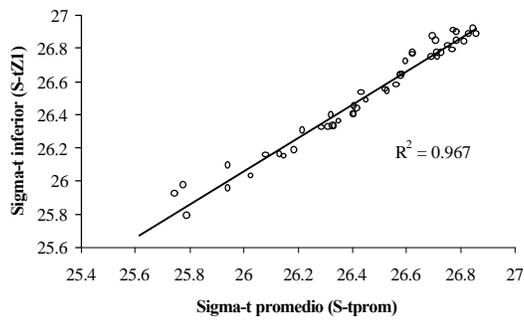
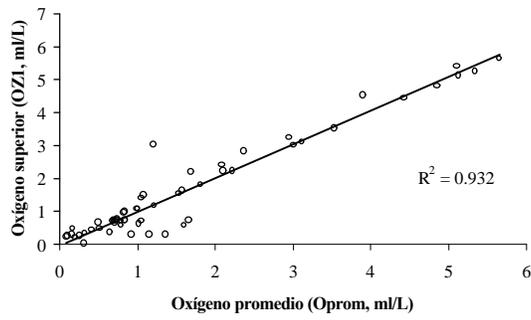
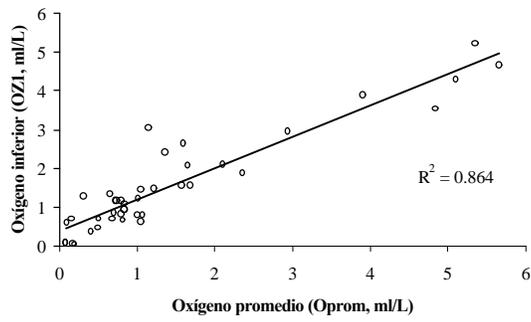


Figura 46. Relaciones entre las variables oceanográficas a la profundidad superior (panel izquierdo) e inferior (panel derecho) de las agregaciones de merluza común respecto del valor promedio entre esas profundidades.

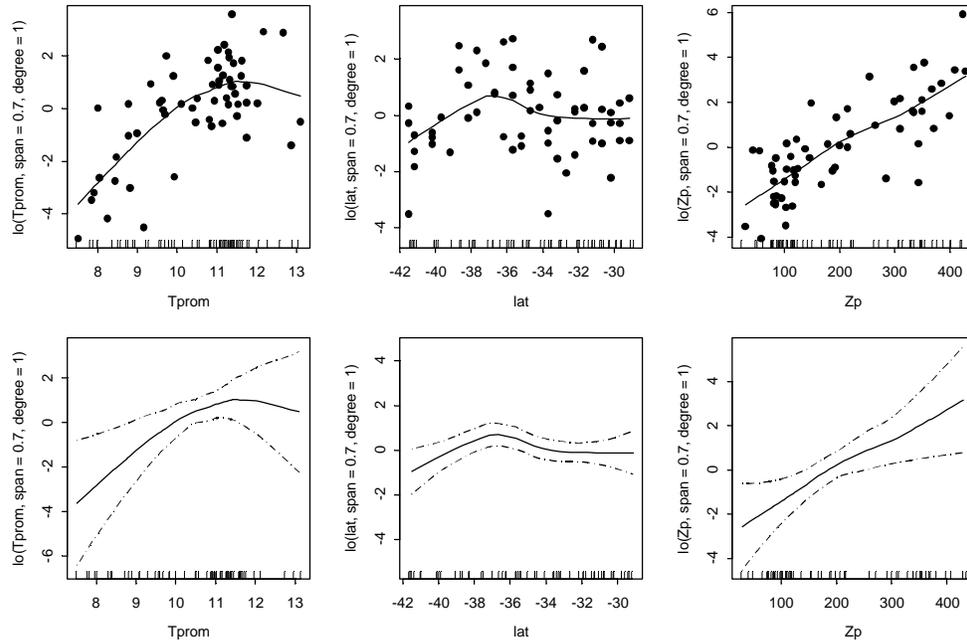


Figura 47. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la temperatura promedio a la profundidad de la agregación (T_{prom}), la latitud (lat) y la profundidad de la agregación (Z_p).

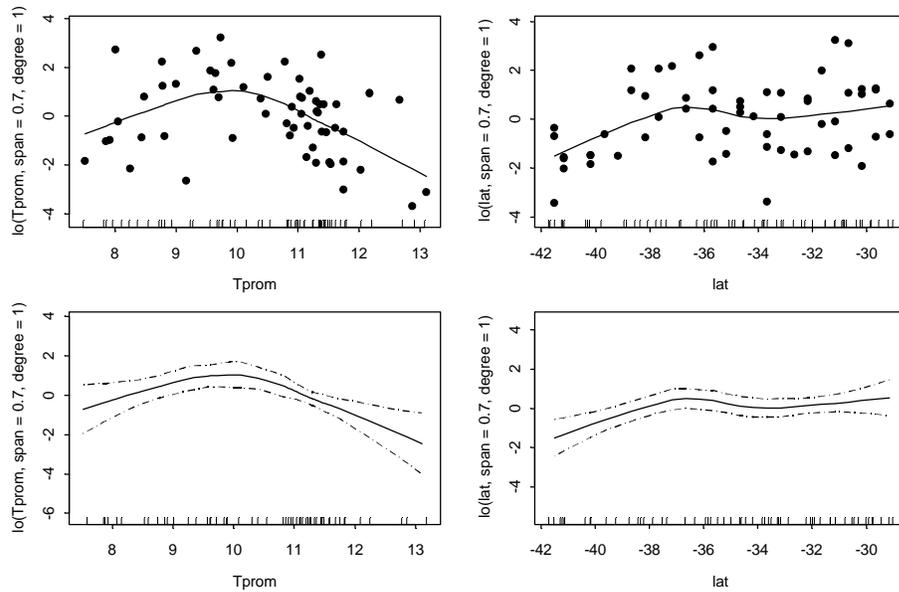


Figura 48. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la temperatura promedio a la profundidad de la agregación (T_{prom}) y la latitud (lat).

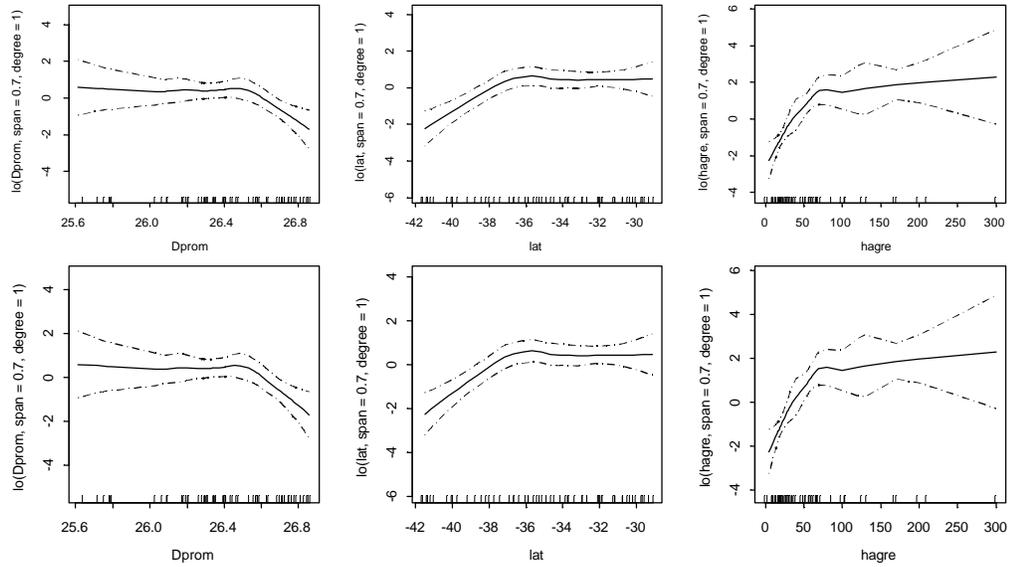


Figura 49. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la densidad promedio del agua de mar a la profundidad de la agregación (D_{prom}), la latitud (lat) y la altura de la agregación ($hagre$).

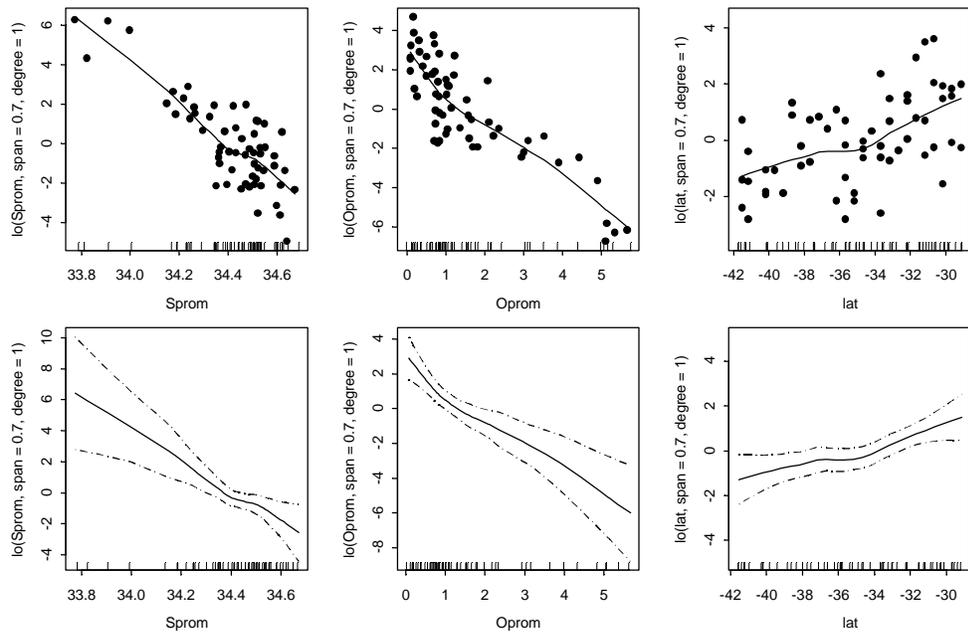


Figura 50. Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la salinidad promedio a la profundidad de la agregación ($Sprom$), el oxígeno disuelto promedio a la profundidad de la agregación ($Oprom$) y la latitud (lat).

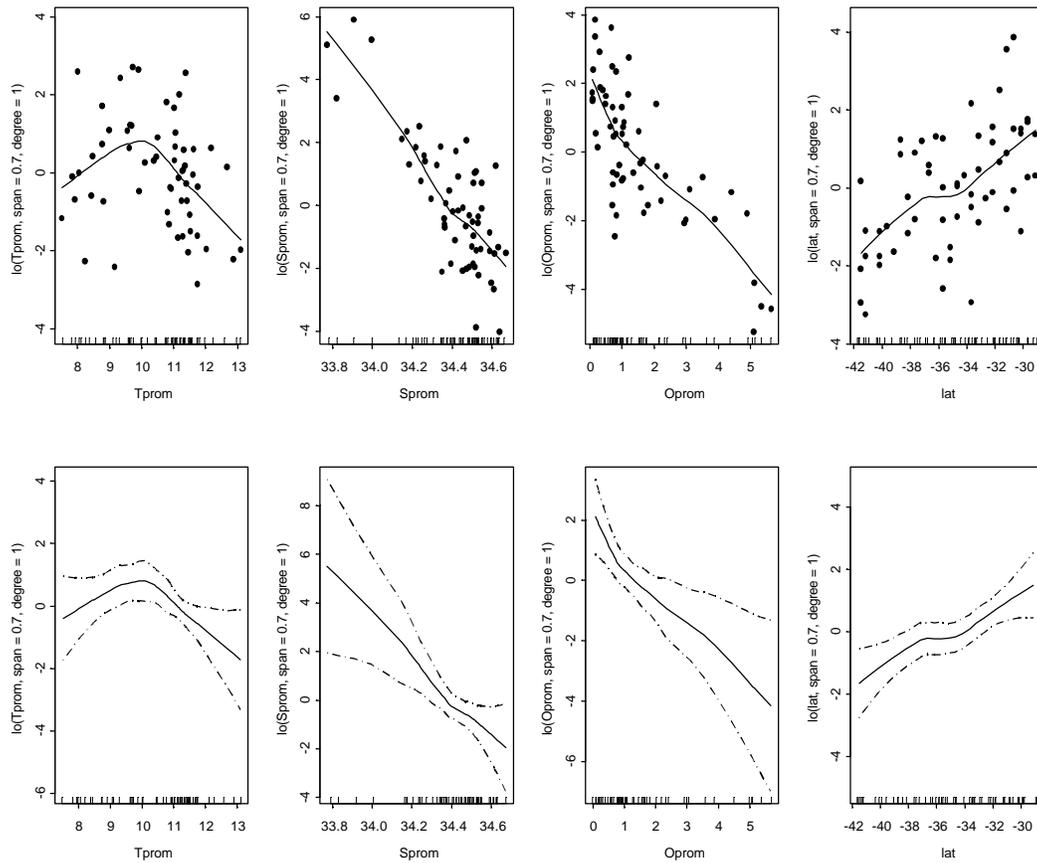


Figura 51 Merluza común, relación entre el logaritmo de la densidad de merluza común ($\ln D$), la temperatura (T_{prom}), la salinidad (S_{prom}), el oxígeno disuelto promedio a la profundidad de la agregación (O_{prom}) y la latitud (lat).

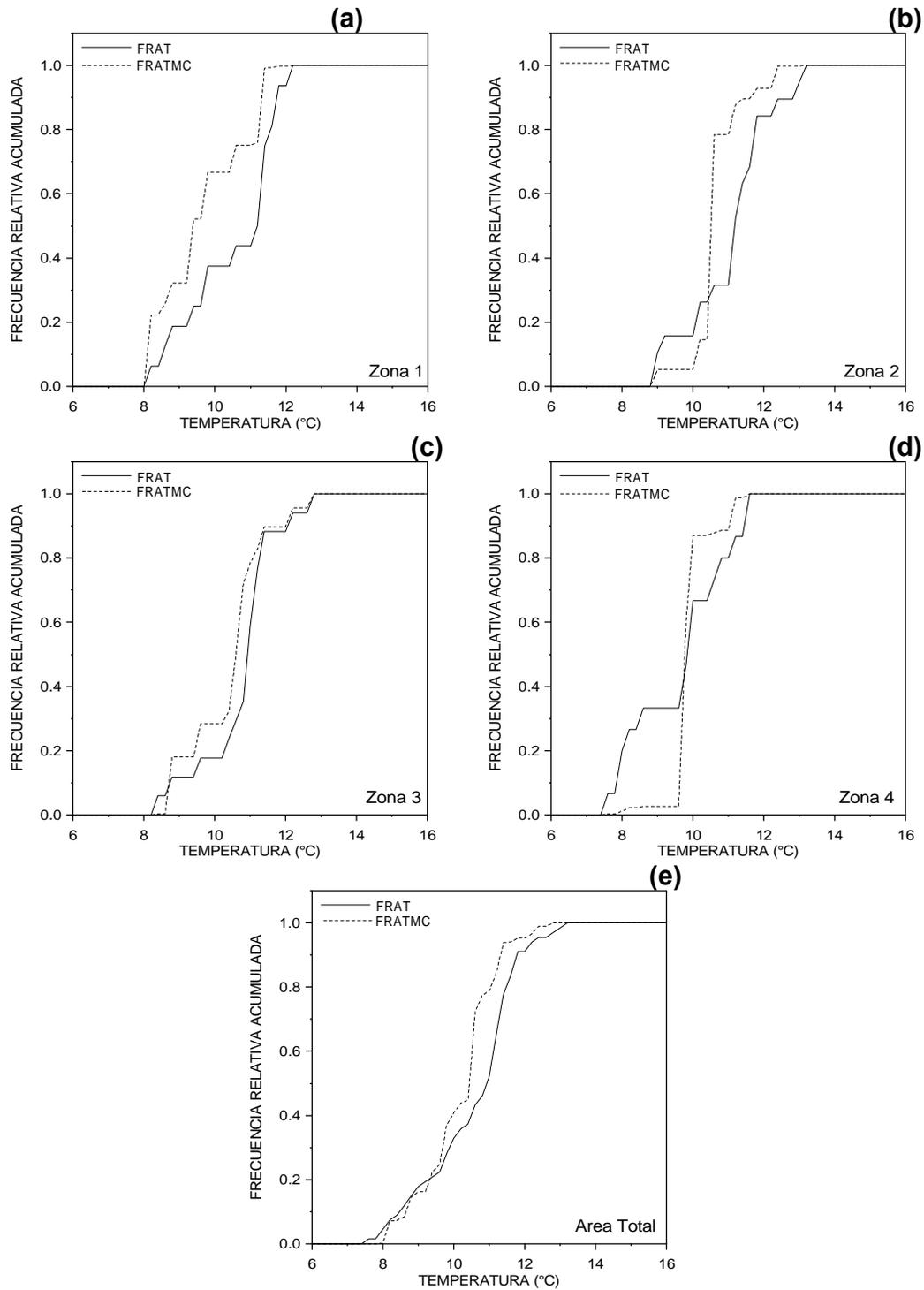


Figura 52. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable temperatura (FRAT) y la variable (temperatura* densidad) de merluza común (FRATMC) por zonas (a-d) y agrupando todas las estaciones (e).

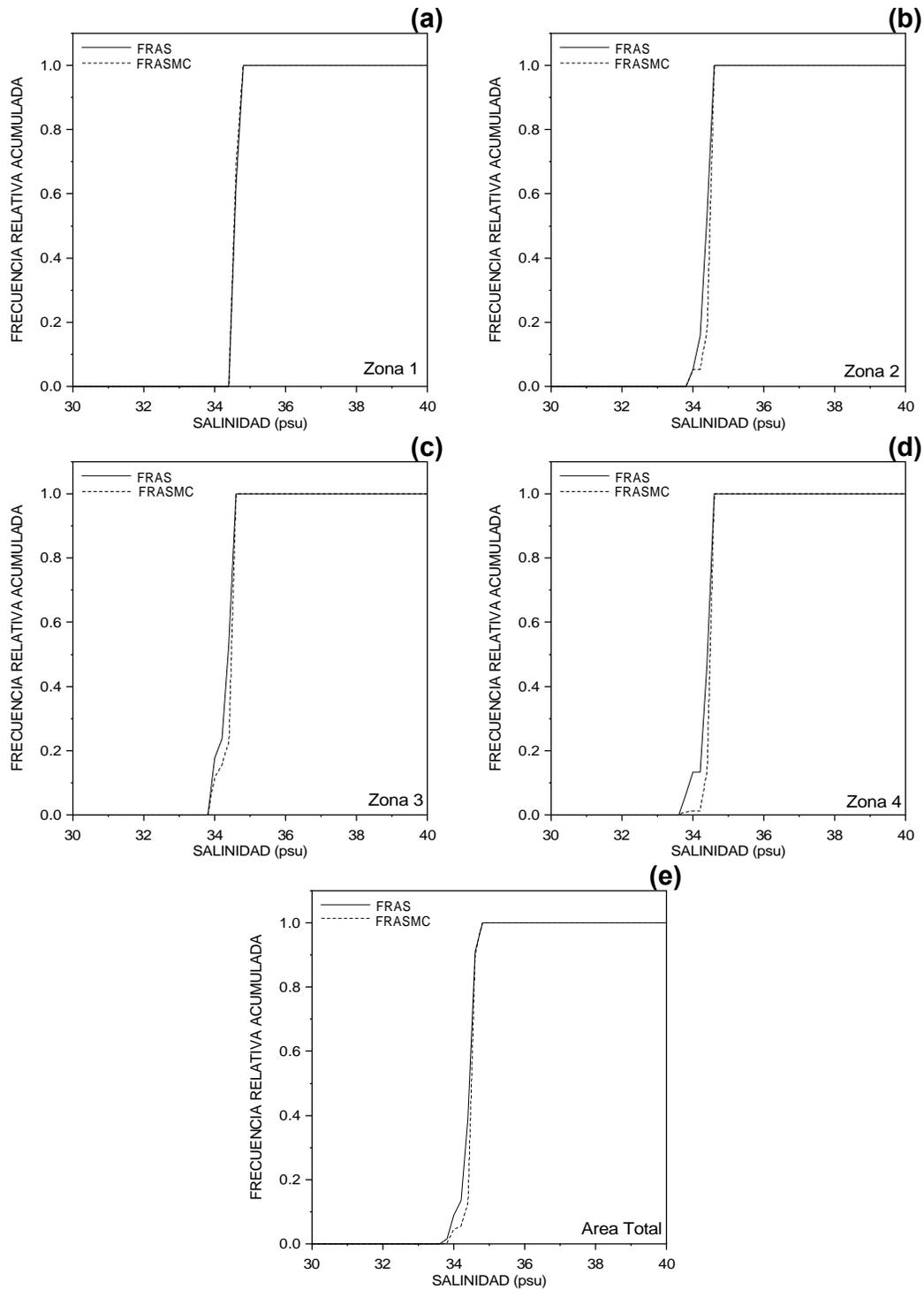


Figura 53. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable salinidad (FRAS) y la variable (salinidad* densidad) de merluza común (FRASMC) por zonas (a-d) y agrupando todas las estaciones (e).

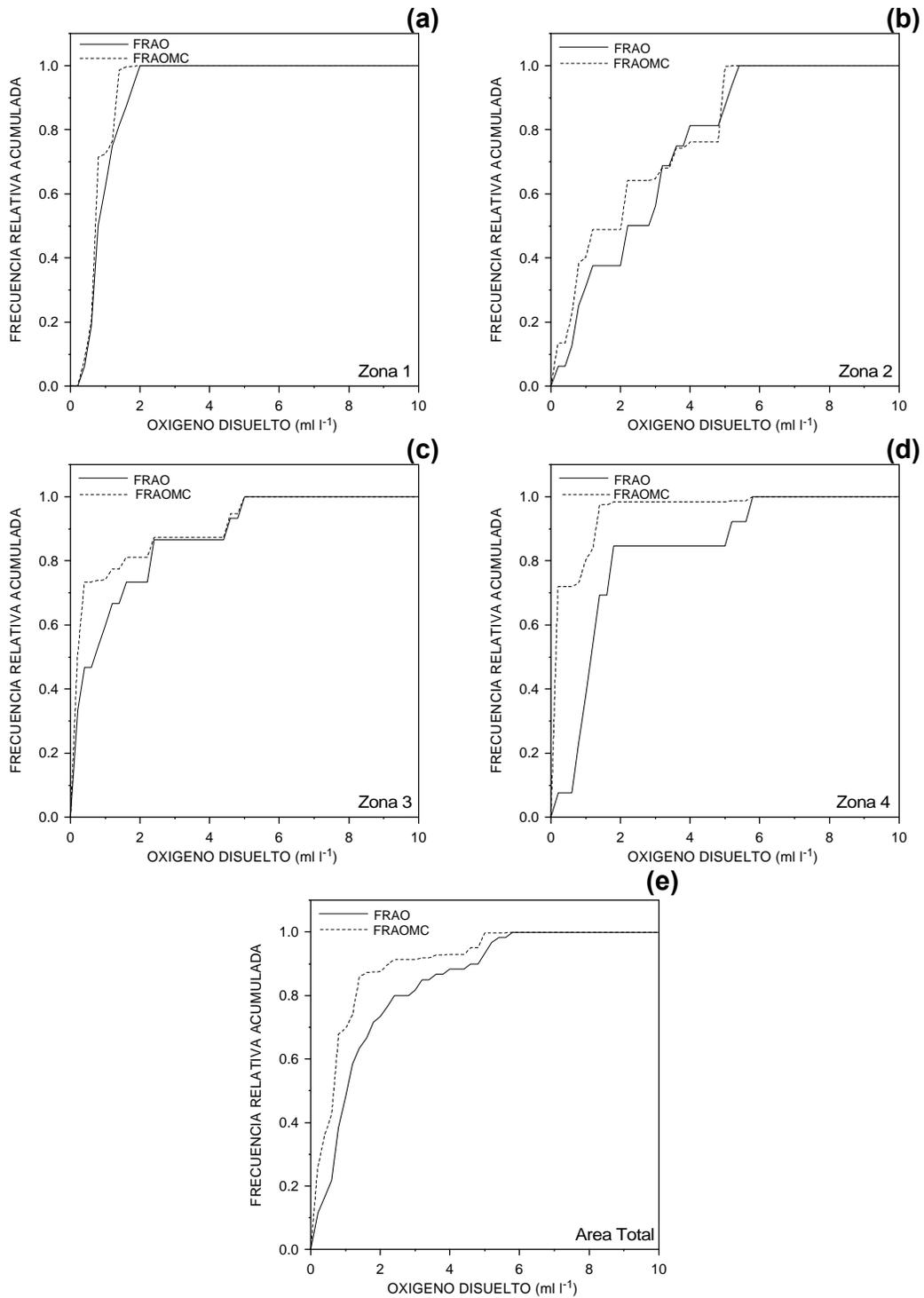


Figura 54. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable oxígeno disuelto (FRAO) y la variable (oxígeno disuelto* densidad) de merluza común (FRAOMC) por zonas (a-d) y agrupando todas las estaciones (e).

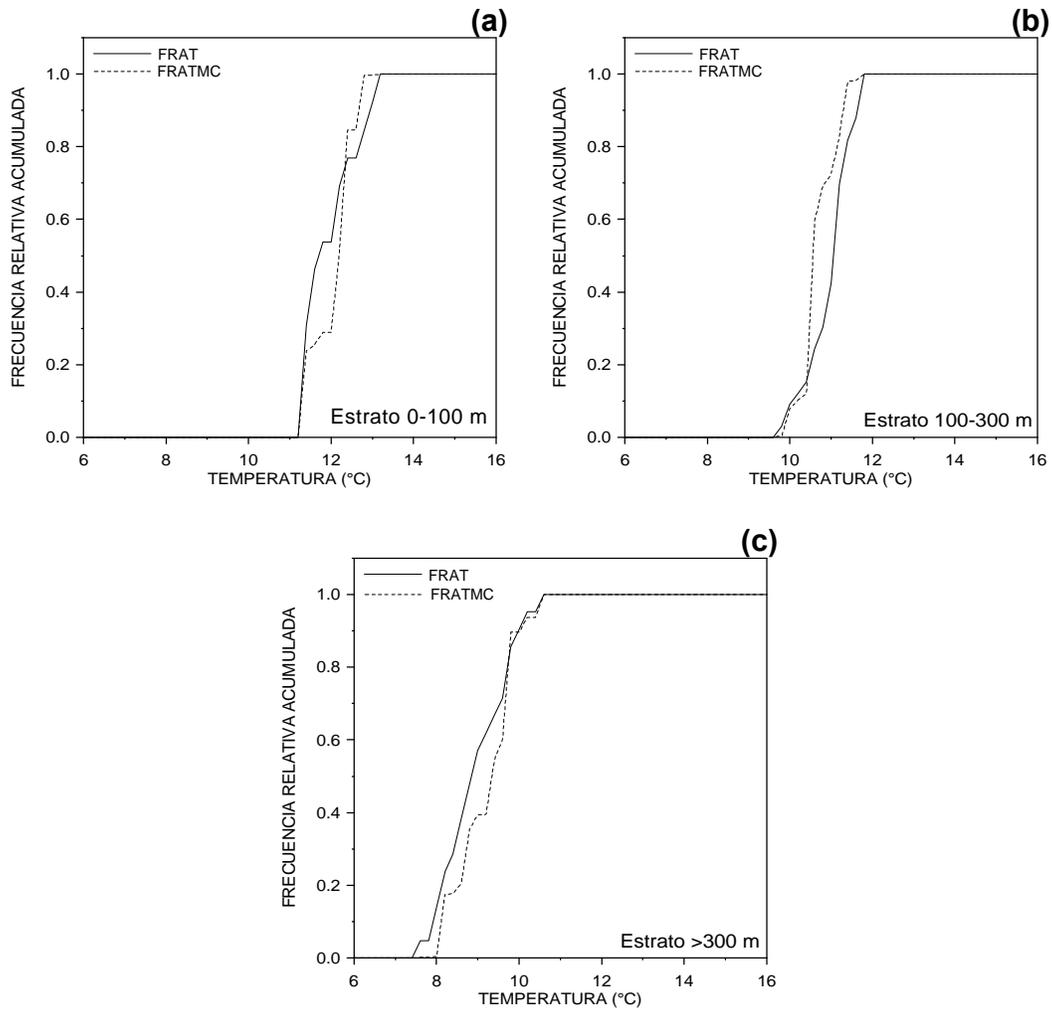


Figura 55. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable temperatura (FRAT) y la variable (temperatura* densidad) de merluza común (FRATMC) por estratos: (a) entre superficie y 100 m, (b) entre 100 y 300 m y (c) mayor a 300 m de profundidad.

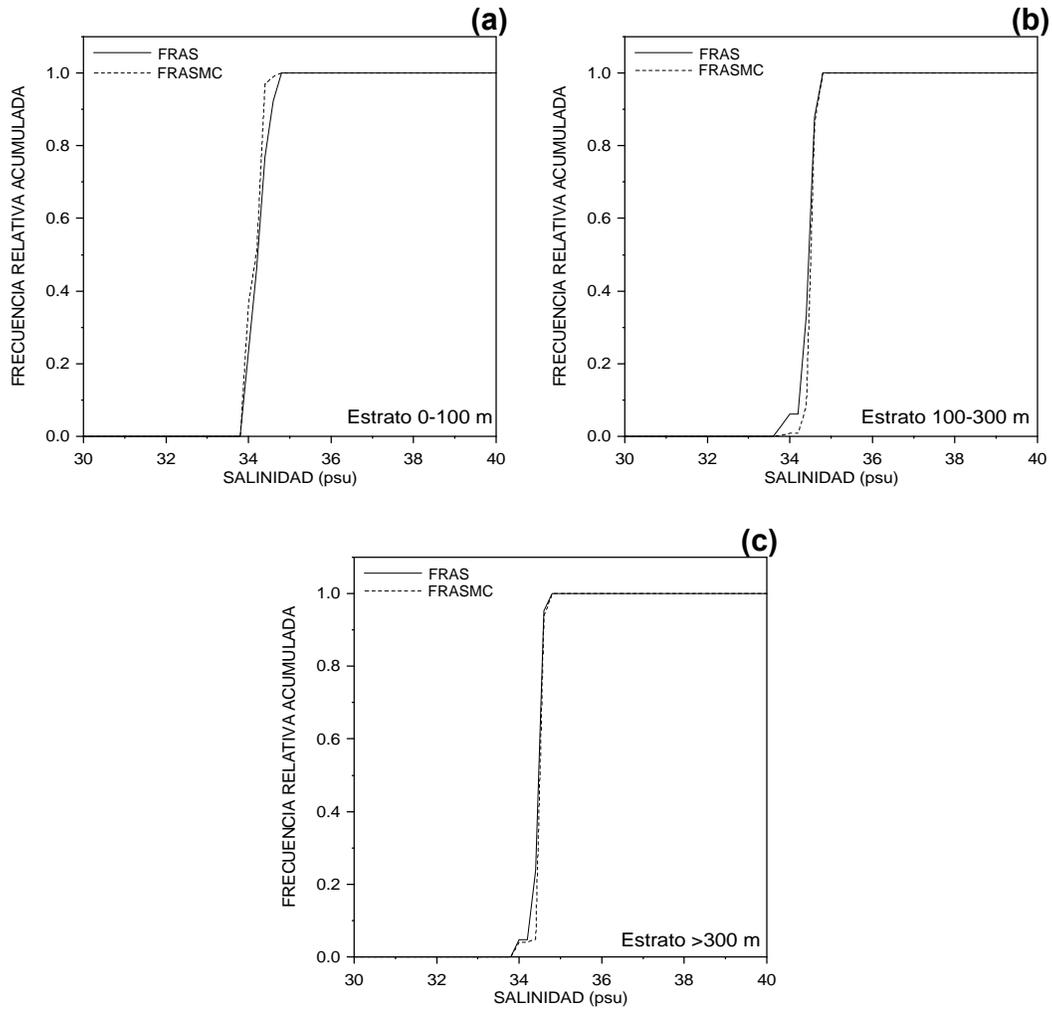


Figura 56. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable salinidad (FRAS) y la variable (salinidad* densidad) de merluza común (FRASMC) por estratos: (a) entre superficie y 100 m, (b) entre 100 y 300 m y (c) mayor a 300 m de profundidad.

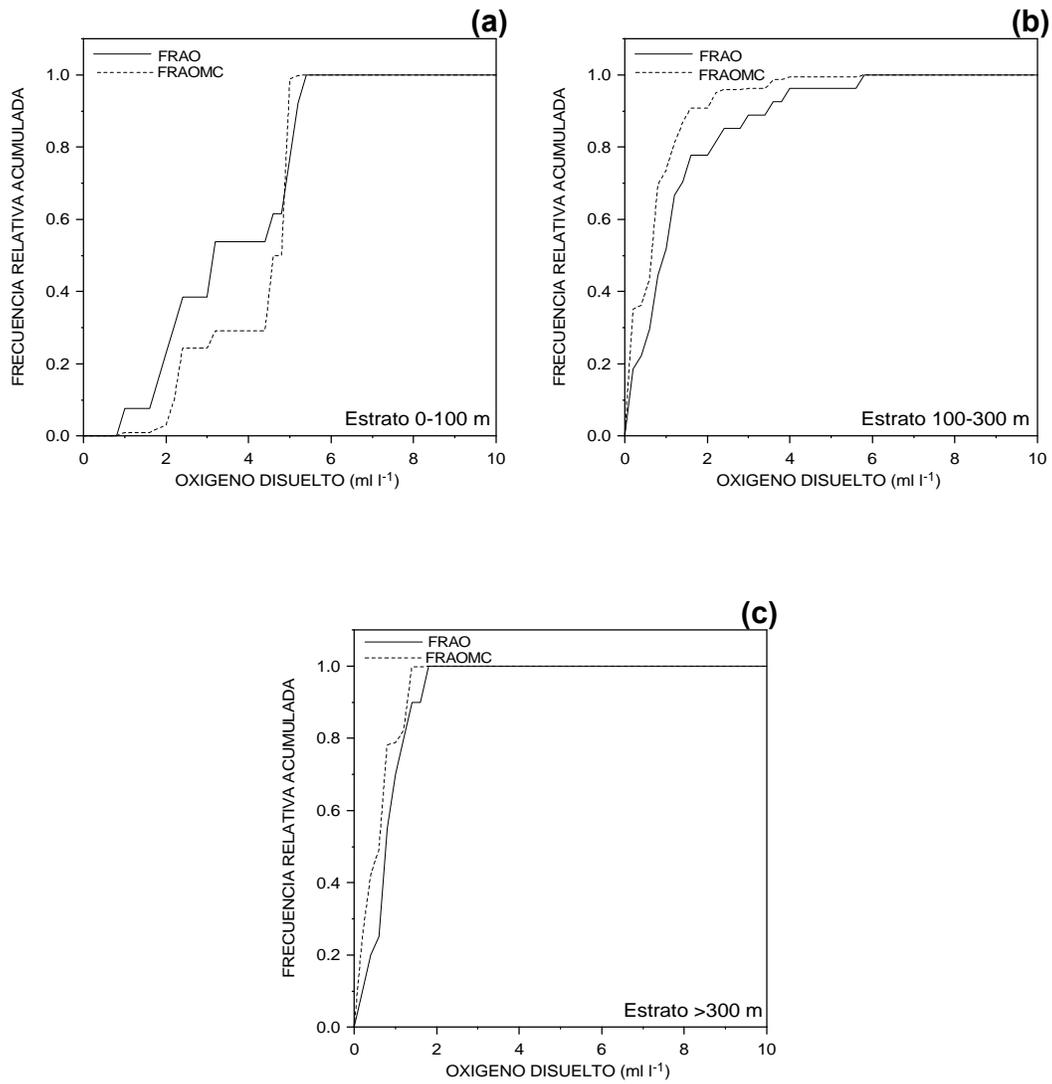


Figura 57. Funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable oxígeno disuelto (FRAO) y la variable (oxígeno disuelto*densidad) de merluza común (FRAOMC) por estratos: (a) entre superficie y 100 m, (b) entre 100 y 300 m y (c) mayor a 300 m de profundidad.

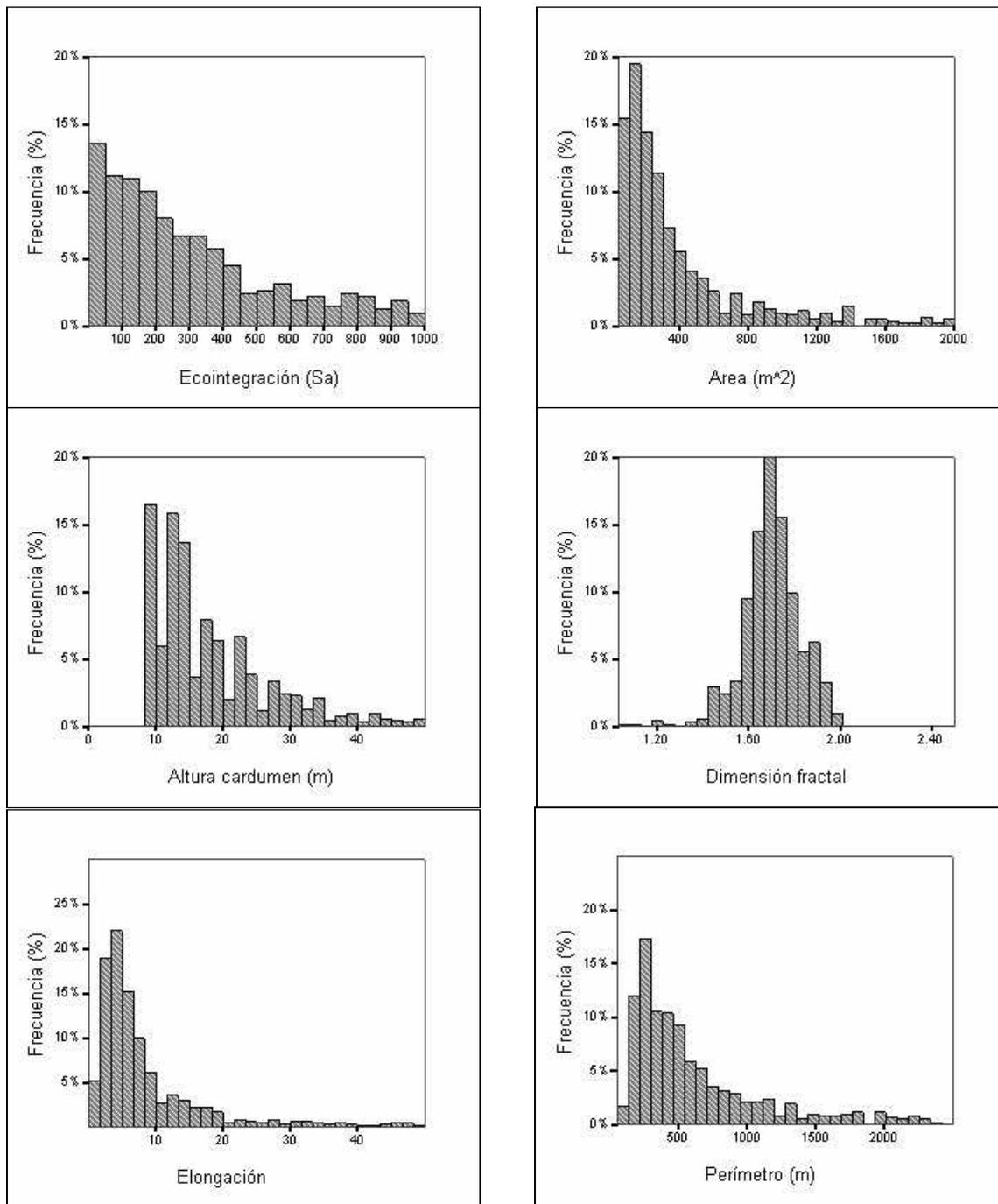


Figura 58. Distribución de los descriptores de las agregaciones de merluza común.

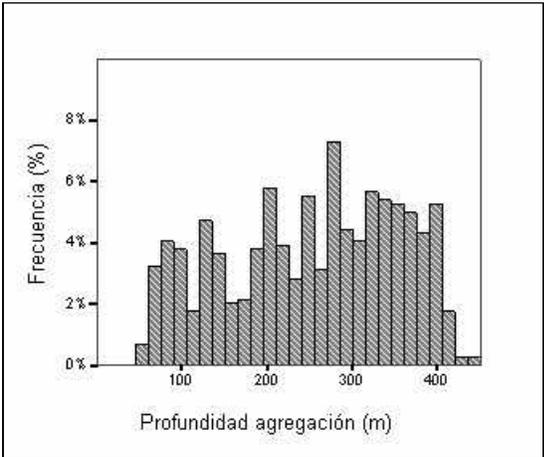
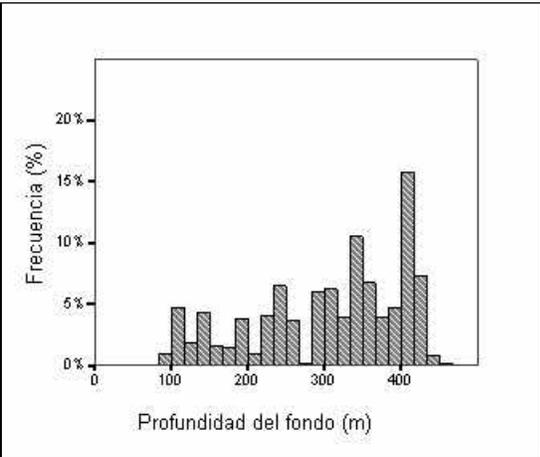
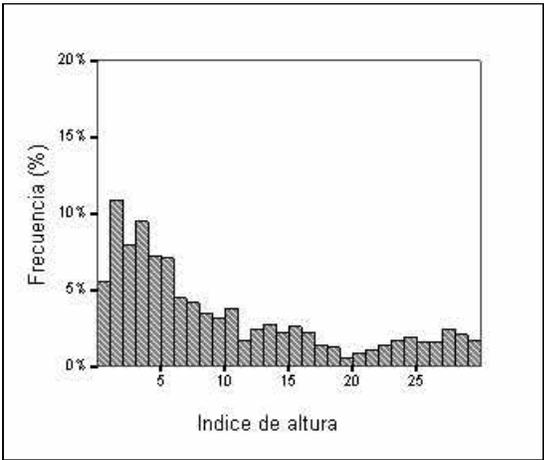
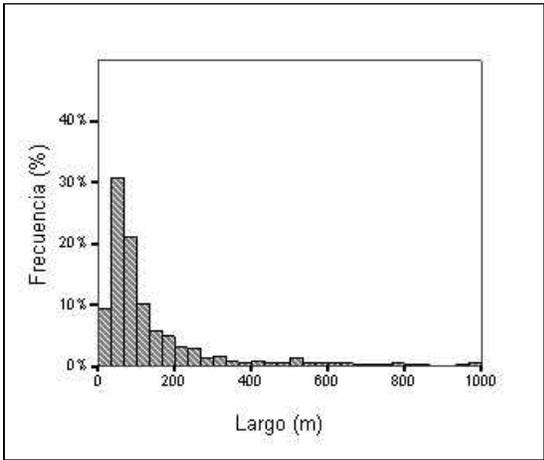


Figura 58 (continuación). Distribución de los descriptores de las agregaciones de merluza común.

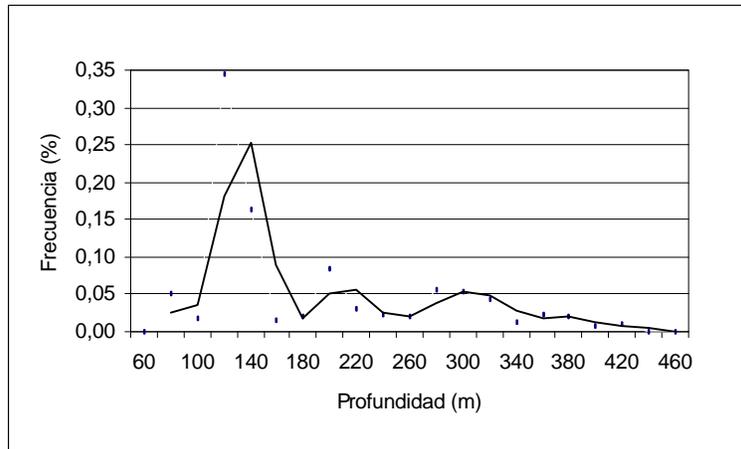


Figura 59 . Distribución de frecuencia de energía retrodispersada (Sa) de cardúmenes(densidad)

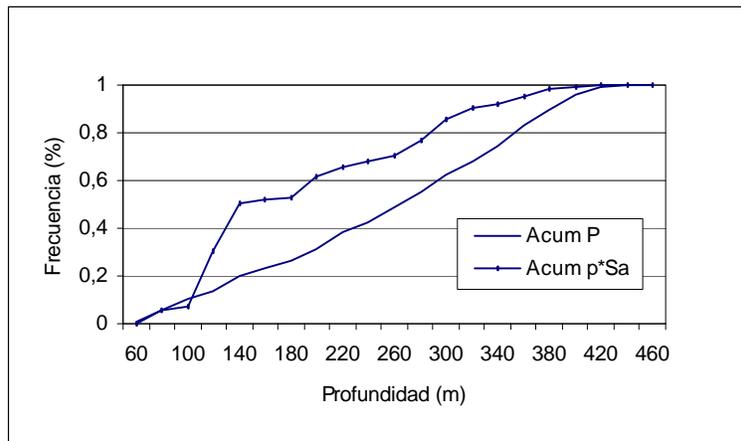


Figura 60. Distribución de frecuencia relativa acumulada de profundidad de cardúmenes y profundidad por densidad.

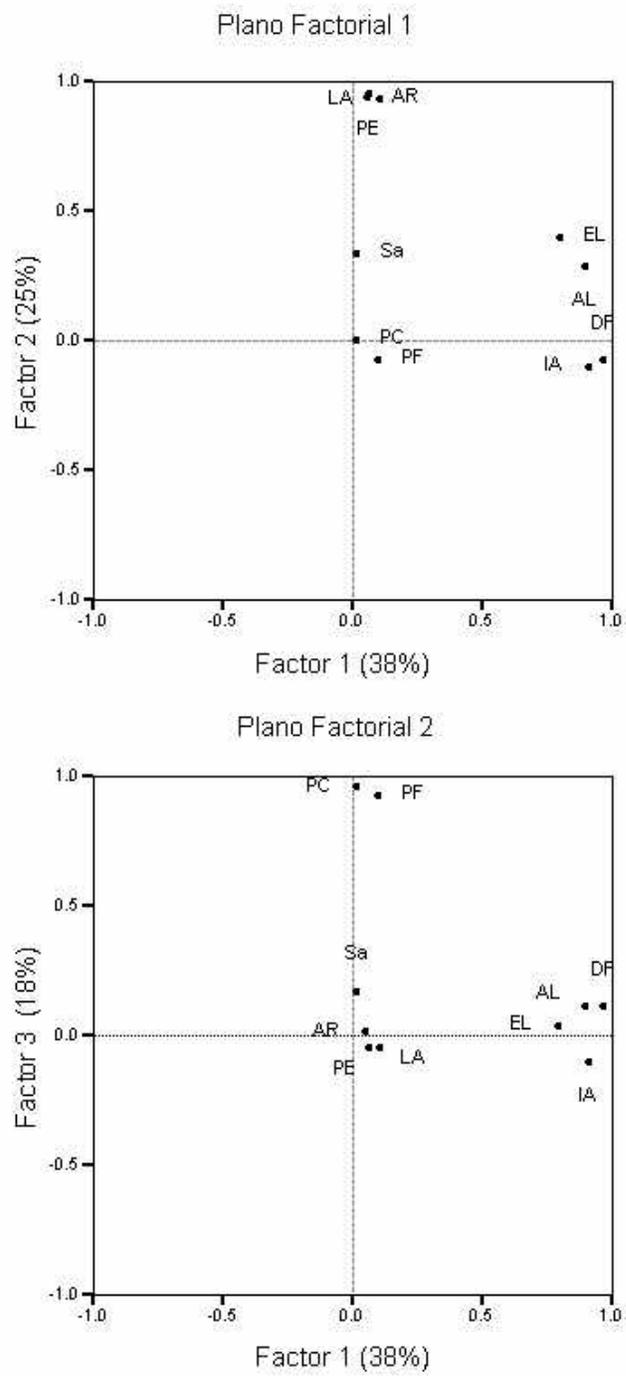


Figura 61 . Planos factoriales formado por los componentes principales

T A B L A S

Tabla 1. Calibración del sistema de eointegración

Localización: Valparaíso (28-06-2001)			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 42 m			Profundidad de la esfera : 18 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
26,56	27,55	28,24	26,86	27,46	27,91

Tabla 2. Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común.

Método	Area (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t*mn ⁻²)
Razón	10.238	898.911 [736.519 -1.061.263]	87,8
Geoestadístico	7525	917.133 [812.121-1.022.144]	122,1

Tabla 3. Varianza y coeficientes de variación de los estimadores de biomasa total.

Método	Varianza (10 ⁹)	Coefficiente variación (%)
Conglomerado	28,2	20,1
Estrato agrupado	9,8	11,8
Geoestadístico	4,1	7,0

Tabla 4. Estimados de biomasa, coeficiente de variación (CV) y densidad promedio por subzona (método geoestadístico).

Subzona	Biomasa (t)	Coef. Variación (%)	Densidad (t*mn ⁻²)
29°10'-31°24'S	151.077	10,8	107
31°25'-35°30'S	344.450	14,9	156
35°31'-38°39'S	335.485	9,7	122
38°40'-41°29'S	86.121	14,5	74
TOTAL		2,1	

Tabla 5 Abundancia de merluza común estimada por subzona
Crucero de Evaluación, julio - agosto 2001.

Zona	Machos	Hembras	Totales
Subzona 1	187.719.359	149.153.650	336.873.009
Subzona 2	510.975.750	292.581.329	803.557.078
Subzona 3	370.281.386	302.696.573	672.977.958
Subzona 4	68.220.038	87.525.844	155.745.882
Total	1.137.196.533	831.957.395	1.969.153.928

Tabla 6 Biomasa y abundancia encontrada en los Cruceros de Evaluación de merluza común en los años 1995; 1997; 1999; 2000 y 2001.

Años	1995	1997	1999	2000	2001
B (t)	505.765	712.878	899.307	891.598	917.133
Abund. (N°)	876.838.092	1.339.113.567	1.166.238.607	1.383.682.797	1.969.153.928
Composición (%) de la Abundancia por zona					
Subzona 1	3,0	2,1	12,5	8,7	16,5
Subzona 2	35,9	32,9	34,2	48,6	37,6
Subzona 3	47,5	52,8	43,1	28,2	36,6
Subzona 4	13,6	12,3	10,4	14,5	9,4
w prom./ind (g)	577	532	771	644	466

Tabla 7. Parámetros de los variogramas de la distribución de la merluza común.

	Sill	Pepita	Rango (mn)	Modelo
Subzona 1	40905	0	2,7	Exponencial
Subzona 2	45450	9848	4,8	Exponencial
Subzona 3	18938	3030	3,6	Exponencial
Subzona 4	33785	0	2,7	Exponencial
Total	31058	30300	3,5	Exponencial

TABLA 8 CLAVE EDAD-TALLA DE MERLUZA COMUN MACHOS. CRUCERO ABATE MOLINA, JULIO - AGOSTO 2001.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+		
12 - 13	1		1															
14 - 15	4		2	2														
16 - 17	1			1														
18 - 19	3			3														
20 - 21	10			10														
22 - 23	2			2														
24 - 25	4			1	3													
26 - 27	13			1	12													
28 - 29	26				26													
30 - 31	27				14	13												
32 - 33	35				9	25	1											
34 - 35	47				1	41	4	1										
36 - 37	62					41	20	1										
38 - 39	59					20	38		1									
40 - 41	53					3	38	12										
42 - 43	42					1	18	18	4	1								
44 - 45	29						11	13	3	2								
46 - 47	35						2	11	15	3	3	1						
48 - 49	25							5	5	8	5	2						
50 - 51	17							1	1	7	2	6						
52 - 53	6										3	1						
54 - 55	3										1	2						
56 - 57	1																	1
58 - 59	1																1	
60 - 61	1																	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	507	3	20	65	144	132	62	29	21	14	12	2	1	2				

TABLA 9 CLAVE EDAD-TALLA DE MERLUZA COMUN HEMBRAS. CRUCERO ABATE MOLINA, JULIO - AGOSTO 2001

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+		
12 - 13	1	1																
14 - 15	2	2																
16 - 17	1	1																
18 - 19	2		1	1														
20 - 21	4		3	1														
22 - 23	5		5															
24 - 25	10		4	6														
26 - 27	14		1	12	1													
28 - 29	21			21														
30 - 31	15			12	3													
32 - 33	20			2	17	1												
34 - 35	19			1	17	1												
36 - 37	40			2	24	14												
38 - 39	49				14	34	1											
40 - 41	60				5	48	7											
42 - 43	41					23	13	4	1									
44 - 45	32					10	19	2	1									
46 - 47	24					1	4	9	5	3	1	1						
48 - 49	29					1	4	6	9	4	4						1	
50 - 51	34								13	3	7	7	1	2	1		1	
52 - 53	25						1	1	1	7	5	9	1	3	1		1	
54 - 55	19							1	1	1	3	2	5	1	3	2		1
56 - 57	14									1	1	1	6	2	2		2	2
58 - 59	12									1	1			4	4		2	2
60 - 61	8													1	2		5	5
62 - 63	5																3	3
64 - 65	4														1		2	2
66 - 67	2																3	3
68 - 69	4														1		3	3
70 - 71	3																3	3
72 - 73	2																2	2
74 - 75	4																3	3
76 - 77	5																5	5
78 - 79	1																1	1
80 - 81	2																2	2
82 - 83	2																2	2
84 - 85	1																1	1
86 - 87	1																1	1
88 - 89	1																1	1
90 - 91																		
TOTAL	538	4	14	58	81	133	49	23	31	22	20	28	10	15	6		44	

Tabla 10 : Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común, crucero de evaluación, julio - agosto del 2001.

		Zonas				
Sexo	Parámetros	1	2	3	4	Área Total
Machos	a	0,0111847 (0,0072259 - 0,0151435)	0,0162813 (0,0119291 - 0,0206335)	0,0273504 (0,01714781 - 0,0372226)	0,0218700 (0,0135050 - 0,0302350)	0,0175255 (0,0146233 - 0,0204277)
	b	2,8677896 (2,7739106 - 2,9616686)	2,7564882 (2,6863292 - 2,8266472)	2,6215172 (2,5276752 - 2,7153593)	2,6908036 (2,5916325 - 2,7899746)	2,7413679 (2,6980931 - 2,7846427)
	N	239	578	252	270	1339
Hembras	a	0,0041991 (0,0028818 - 0,0055164)	0,0046318 (0,0037828 - 0,0054807)	0,0116224 (0,0083425 - 0,0149023)	0,0186299 (0,0144881 - 0,0227717)	0,0049794 (0,0043517 - 0,0056071)
	b	3,1216320 (3,0463106 - 3,1969535)	3,0854548 (3,0401186 - 3,1307910)	2,8480042 (2,7769950 - 2,9190135)	2,7400515 (2,6846651 - 2,7954379)	3,0701839 (3,0391432 - 3,1012246)
	N	262	496	250	283	1291

11 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 1

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	130727	130727															
14 - 15	398690	199345	199345														
16 - 17	426615		426615														
18 - 19	914993		914993														
20 - 21	949627		949627														
22 - 23	2668440		2668440														
24 - 25	4063158		1015790	3047369													
26 - 27	11562403		889416	10672987													
28 - 29	11136810			11136810													
30 - 31	19668995			10198738	9470257												
32 - 33	27803683			7149519	19859774	794391											
34 - 35	26282789			559208	22927539	2236833	559208										
36 - 37	18923033				12513618	6104204	305210										
38 - 39	12901903				4373526	8309700		218676									
40 - 41	13965594				790505	10013067	3162021										
42 - 43	8674404				206533	3717602	3717602	826134	206533								
44 - 45	6552081					2485272	2937140	677802	451868								
46 - 47	8038412					459338	2526358	3445034	689007	689007	229669						
48 - 49	7537248						1507450	1507450	2411919	1507450	602980						
50 - 51	3884264						228486	228486	1599403	456972	1370917						
52 - 53	772457									386229	128743	257486					
54 - 55	282133									94044	188088						
56 - 57	180901																180901
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	#####	330072	7064225	42764631	70141753	34120407	14943475	6903581	5358730	3133701	2520397	257486					180901
PORCENTAJE		0,18	3,76	22,78	37,37	18,18	7,96	3,68	2,85	1,67	1,34	0,14					0,10
TALLA PROM. (cm)			18,1	28,9	34,1	39,3	43,5	46,1	48,3	49,0	50,1	52,5					56,5
VARIANZA			94,3	6,0	5,4	8,4	11,2	5,6	4,4	4,2	3,6	0,0					
PESO PROM (g)			80	177	281	424	566	667	757	791	840	959					1183

12 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA :

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	193581	193581															
14 - 15	1313281	656640	656640														
16 - 17	2924387		2924387														
18 - 19	3822142		3822142														
20 - 21	6567744		6567744														
22 - 23	5997493		5997493														
24 - 25	4879391		1219848	3659544													
26 - 27	11212810		862524	10350287													
28 - 29	23653894			23653894													
30 - 31	25351603			13145276	12206327												
32 - 33	29458483			7575039	21041774	841671											
34 - 35	36003556			766033	31407357	3064132	766033										
36 - 37	41347848				27342932	13338016	666901										
38 - 39	61626835				20890452	39691860		1044523									
40 - 41	80082197				4532955	57417424	18131818										
42 - 43	63810789				1519304	27347481	27347481	6077218	1519304								
44 - 45	41016479					15557975	18386697	4243084	2828723								
46 - 47	34141655					1950952	10730235	14632138	2926428	2926428	975476						
48 - 49	22309908						4461982	4461982	7139171	4461982	1784793						
50 - 51	10131069						595945	595945	4171617	1191891	3575672						
52 - 53	3462567									1731283	577094	1154189					
54 - 55	1114387									371462	742925						
56 - 57	527019																527019
58 - 59	26630																26630
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	##### 850221	##### 59150071	##### 159209510	##### 81087092	31054890	#####	#####	7655959	1154189	26630	527019						
PORCENTAJE	0,17	4,32	11,58	23,28	31,16	15,87	6,08	3,64	2,09	1,50	0,23	0,01	0,10				
TALLA PROM. (cm)		14,6	28,9	35,2	40,3	43,3	45,5	47,5	49,0	50,1	52,5	58,5	56,5				
VARIANZA		109,9	4,9	7,7	6,0	6,6	5,8	6,0	5,1	4,6							
PESO PROM (g)		59	176	304	438	533	611	687	748	791	898	1210	1099				

13 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 3

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	62659	62659														
18 - 19	298071	298071														
20 - 21	711341	711341														
22 - 23	1412351	1412351														
24 - 25	1738316	434579	1303737													
26 - 27	3318356	255258	3063097													
28 - 29	5511038		5511038													
30 - 31	13310234		6901603	6408631												
32 - 33	16584781		4264658	11846272	473851											
34 - 35	25633034		545384	22360732	2181535	545384										
36 - 37	46843625			30977236	15110847	755542										
38 - 39	60978696			20670744	39274414	1033537										
40 - 41	51087967			2891772	36629109	11567087										
42 - 43	47623496			1133893	20410070	20410070	4535571	1133893								
44 - 45	28201873				10697262	12642219	2917435	1944957								
46 - 47	28136710				1607812	8842966	12058590	2411718	2411718	803906						
48 - 49	21612575					4322515	4322515	6916024	4322515	1729006						
50 - 51	12706961					747468	747468	5232278	1494937	4484810						
52 - 53	3369357								1684678	561559	1123119					
54 - 55	833430								277810	555620						
56 - 57	95966															95966
58 - 59	174709															174709
60 - 61	35840															35840
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	#####	3174259	21589516	96289280	126384899	59833251	25615117	#####	#####	8134901	1123119	174709	131807			
PORCENTAJE		0,86	5,83	26,00	34,13	16,16	6,92	4,76	2,75	2,20	0,30	0,05	0,04			
TALLA PROM. (cm)		20,1	29,6	35,8	40,0	43,5	45,7	48,0	49,1	50,1	52,5	58,5	57,6			
VARIANZA		54,5	5,8	6,5	6,2	7,4	6,4	5,6	4,7	3,6		0,0	3,2			
PESO PROM (g)		92	199	327	437	545	618	702	746	784	884	1174	1129			

14 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA A

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	13357	13357															
18 - 19	47359	47359															
20 - 21	56453	56453															
22 - 23	35328	35328															
24 - 25	24247	6062	18185														
26 - 27	317228	24402	292826														
28 - 29	30739		30739														
30 - 31	280702		145549	135153													
32 - 33	903843		232417	645602	25824												
34 - 35	4219251		89771	3680623	359085	89771											
36 - 37	8501977			5622275	2742573	137129											
38 - 39	11425205			3872951	7358606	193648											
40 - 41	11200967			634017	8030882	2536068											
42 - 43	8308346			197818	3560720	3560720	791271	197818									
44 - 45	6694811				2539411	3001122	692567	461711									
46 - 47	5428723				310213	1706170	2326596	465319	465319	155106							
48 - 49	5804620					1160924	1160924	1857478	1160924	464370							
50 - 51	3476947					204526	204526	1431684		409053	1227158						
52 - 53	958585									479293	159764	319528					
54 - 55	313054									104351	208703						
56 - 57	157540																157540
58 - 59	17197												17197				
60 - 61	3561																3561
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	68220038	182960	809486	14788439	24927314	12396430	5369531	4414010	2618940	2215100	319528	17197	161101				
PORCENTAJE		0,27	1,19	21,68	36,54	18,17	7,87	6,47	3,84	3,25	0,47	0,03	0,24				
TALLA PROM. (cm)		15,0	29,9	36,5	40,1	43,7	45,9	48,3	49,4	50,3	52,5	58,5	56,6				
VARIANZA		115,5	9,3	4,2	6,0	7,8	6,4	4,9	4,8	3,7		0,0	0,3				
PESO PROM (g)		69	209	353	456	573	654	745	794	833	930	1244	1138				

15 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 1, CRUCERO ABATE MOLIN

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	26965	26965														
14 - 15	207190	207190														
16 - 17	576588	576588														
18 - 19	476679		238340	238340												
20 - 21	438929		329197	109732												
22 - 23	1155434		1155434													
24 - 25	6907184		2762874	4144311												
26 - 27	12540446		895746	10748954	895746											
28 - 29	6623730			6623730												
30 - 31	8920591			7136473	1784118											
32 - 33	11542008			1154201	9810707	577100										
34 - 35	12286072			646635	10992801	646635										
36 - 37	9212834			460642	5527700	3224492										
38 - 39	7789406				2225545	5404894	158967									
40 - 41	7394076				616173	5915261	862642									
42 - 43	5712160					3204382	1811173	557284	139321							
44 - 45	5358583					1674557	3181658	334911	167456							
46 - 47	7191417					299642	1198569	2696781	1498212	898927	299642	299642				
48 - 49	10159962					350344	1401374	2102061	3153092	1401374	1401374					
50 - 51	8981986								3434289	792528	1849232	1849232	264176	528352	350344	264176
52 - 53	5198259									1455512	1039652	1871373	207930		207930	207930
54 - 55	4741901						207930	207930	249574	748721	499147	1247869	249574	748721	499147	249574
56 - 57	2018184									144156	144156	864936	288312	288312		288312
58 - 59	2153952									179496	179496		717984	717984		358992
60 - 61	1249665												156208	312416		781040
62 - 63	802615															802615
64 - 65	6005334													1501334		4504001
66 - 67	743639															743639
68 - 69	70345													17586		52758
70 - 71	735777															735777
72 - 73	361802															361802
74 - 75	389416														97354	292062
76 - 77	456918															456918
78 - 79	180901															180901
80 - 81																
82 - 83	361802															361802
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	#####	810743	5381590	31263017	31852790	21297308	8822315	6148542	8821438	5620715	5233204	6133053	1884184	4114705	1418951	#####
PORCENTAJE		0,54	3,61	20,96	21,36	14,28	5,91	4,12	5,91	3,77	3,51	4,11	1,26	2,76	0,95	6,94
TALLA PROM. (cm)		15,9	23,9	28,0	34,2	39,8	44,7	47,2	49,1	50,8	50,7	52,6	56,0	59,0	53,4	66,3
VARIANZA		1,1	3,7	7,4	6,3	9,2	7,6	6,3	5,8	9,6	5,3	6,0	10,0	25,0	38,6	41,2
PESO PROM (g)		23,8	86	143	262	423	602	714	807	900	887	995	1219	1449	1081	2103

16 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 2, CRUCERO ABATE MOLIN

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	2443101	#####														
16 - 17	3427200	#####														
18 - 19	6283373		3141687	3141687												
20 - 21	9731994		7298995	2432998												
22 - 23	13018608	#####														
24 - 25	3976891		1590757	2386135												
26 - 27	6917660		4941119	5929423	4941119											
28 - 29	12957463			12957463												
30 - 31	19326056			15460845	3865211											
32 - 33	16158290			1615829	13734546	807914										
34 - 35	12160470			640025	10880421	640025										
36 - 37	12651655			632583	7590993	4428079										
38 - 39	17989438				5139839	12482467	367131									
40 - 41	26150569				2179214	20920455	3050900									
42 - 43	30559210					17142972	9689506	2981386	745347							
44 - 45	23635833					7386198	14033776	1477240	738620							
46 - 47	15303432					637643	2550572	5738787	3188215	1912929	637643	637643				
48 - 49	17452344					601805	2407220	3610830	5416245	2407220	2407220				601805	
50 - 51	14746763								5638468	1301185	3036098	3036098	433728	867457	433728	
52 - 53	9785541						391422	391422	2739951	1957108	3522795	391422			391422	
54 - 55	5663771						298093	298093	894280	596186	1490466	298093	894280	596186	298093	
56 - 57	3104617								221758	221758	1330550	443517	443517		443517	
58 - 59	2041615								170135	170135		680538	680538		340269	
60 - 61	2104746											263093	526186		1315466	
62 - 63	685284														685284	
64 - 65	239938													59984	179953	
66 - 67	403464														403464	
68 - 69	415222													103806	311417	
70 - 71	1126607														1126607	
72 - 73	855806														855806	
74 - 75	381223														285917	
76 - 77	422495														422495	
78 - 79	169619														169619	
80 - 81	158567														158567	
82 - 83	56111														56111	
84 - 85	56111														56111	
86 - 87	20242														20242	
88 - 89																
TOTAL	#####	#####	#####	45196987	43884343	65047558	32490526	14497758	#####	9647458	8856014	#####	2510391	3575768	2118447	7128939
PORCENTAJE	#####	2,01	8,73	15,45	15,00	22,23	11,10	4,96	5,54	3,30	3,03	3,42	0,86	1,22	0,72	2,44
TALLA PROM. (cm)		15,7	21,6	27,9	34,5	40,8	44,0	46,3	48,6	50,4	50,5	52,3	55,6	56,0	52,5	66,7
VARIANZA		1,0	2,9	14,8	7,7	6,7	5,1	6,9	6,3	8,7	5,1	6,2	11,1	17,8	28,3	52,5
PESO PROM (g)		22,8	62	142	264	437	550	645	745	839	841	938	1133	1168	972	2045

17 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 3, CRUCERO ABATE MOLIN

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	351937	175968	175968													
20 - 21	283522	212642	70881													
22 - 23	789987	789987														
24 - 25	1471826	588730	883096													
26 - 27	3343139	238796	2865548	238796												
28 - 29	4313099		4313099													
30 - 31	6745324		5396260	1349065												
32 - 33	14739987		1473999	12528989	736999											
34 - 35	17399784		915778	15568227	915778											
36 - 37	26183944		1309197	15710367	9164381											
38 - 39	32777933			9365124	22743872	668937										
40 - 41	48033287			4002774	38426629	5603883										
42 - 43	32025129				17965316	10154309	3124403	781101								
44 - 45	25308922				7909038	15027173	1581808	790904								
46 - 47	18007747				750323	3001291	6752905	3751614	2250968	750323	750323					
48 - 49	15285444				527084	2108337	3162506	4743759	2108337	2108337						527084
50 - 51	13650583							5219341	1204463	2810414	2810414	401488	802975			401488
52 - 53	13572724								3800363	2714545	4886181	542909				542909
54 - 55	8157957					542909	542909	429366	429366	1288098	858732	2146831	429366	1288098	858732	429366
56 - 57	6522802									465914	465914	2795487	931829	931829		931829
58 - 59	4449865								370822	370822			1483288	1483288		741644
60 - 61	2040274												255034	510069		1275171
62 - 63	1508884															1508884
64 - 65	1524597													381149		1143448
66 - 67	1299403															1299403
68 - 69	1647951													411988		1235964
70 - 71	592356															592356
72 - 73	385840															385840
74 - 75	256994														64249	192746
76 - 77	25331															25331
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	#####	2006123	17403825	58763341	99139421	37106840	15593896	#####	#####	9708266	#####	4043914	5809397	2394462	9761981	
PORCENTAJE	#####	0,66	5,75	19,41	32,75	12,26	5,15	5,31	3,80	3,21	4,42	1,34	1,92	0,79	3,23	
TALLA PROM. (cm)		23,0	29,7	35,5	40,3	43,7	46,3	48,6	51,0	51,0	52,9	56,1	57,5	52,6	63,7	
VARIANZA		4,7	10,6	6,5	5,8	5,8	7,4	8,0	10,3	6,2	6,7	8,5	21,8	18,6	24,9	
PESO PROM (g)		90	188	307	439	552	651	745	855	851	947	1123	1212	942	1623	

18 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 4, CRUCERO ABATE MOLIN

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	1561	1561														
18 - 19	7282		3641	3641												
20 - 21	37033		27775	9258												
22 - 23	19340		19340													
24 - 25	52717		21087	31630												
26 - 27	322828		23059	276709	23059											
28 - 29	160541			160541												
30 - 31	385695			308556	77139											
32 - 33	412251			41225	350413	20613										
34 - 35	1456644			76665	1303313	76665										
36 - 37	7844928			392246	4706957	2745725										
38 - 39	15927342				4550669	11051625	325048									
40 - 41	21351154				1779263	17080923	2490968									
42 - 43	10297589				5776696	3265089	1004643	251161								
44 - 45	6517616				2036755	3869834	407351	203675								
46 - 47	5429455				226227	904909	2036046	1131136	678682	226227	226227					
48 - 49	7891425				272118	1088472	1632709	2449063	1088472	1088472						272118
50 - 51	1923716							735539	169740	396059	396059	56580	113160			56580
52 - 53	1696801								475104	339360	610849	67872				67872
54 - 55	1179889						67872	67872	62099	186298	310497	62099	186298			62099
56 - 57	1236699								62099	88336	88336	530014	176671	176671		176671
58 - 59	1009230								84102	84102		336410	336410			168205
60 - 61	649463											81183	162366			405914
62 - 63	564413															564413
64 - 65	107102															80326
66 - 67	262707															262707
68 - 69	387855															290891
70 - 71	200503												96964			200503
72 - 73	115774															115774
74 - 75	62274															46706
76 - 77	6126															6126
78 - 79	7890															7890
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	87525844	1561	94902	1300473	12790813	39287348	12012193	5210720	4916776	2770735	2262654	2073646	780815	1098644	536337	2388226
PORCENTAJE	87525844	0,00	0,11	1,49	14,61	44,89	13,72	5,95	5,62	3,17	2,59	2,37	0,89	1,26	0,61	2,73
TALLA PROM. (cm)		16,5	23,2	31,3	37,4	40,2	43,5	46,4	48,1	49,8	49,9	52,8	56,8	58,0	51,4	63,9
VARIANZA			6,1	17,2	4,1	4,3	6,5	5,9	6,0	9,8	6,0	9,3	7,6	20,0	22,2	24,7
PESO PROM (g)		40,4	105	242	383	467	581	690	763	840	842	985	1203	1283	925	1677

TABLA 19

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

ZONA															
	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									
<100				1426	443	8	400	86	2	339	32	4	2165	561	14
100-200	470	458	3	3306	1434	22	1410	999	11	1445	1577	17	6631	4468	53
200-300	825	487	5	1230	795	9	776	775	7	877	1499	12	3708	3556	33
300-400	723	648	6	607	888	8	225	628	6	74	409	5	1629	2573	25
400-500	256	491	3	68	318	3						1	324	809	7
Total	2274	2084	17	5211	3435	50	2411	2402	26	2396	3485	39	20306	11406	132

TABLA 20

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

ZONA															
	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									
<100				104	39	6	20	20	2	10	9	4	134	68	12
100-200	47	43	3	259	163	19	110	106	11	111	119	16	527	431	49
200-300	86	64	5	120	107	9	70	70	7	119	119	13	395	360	34
300-400	85	95	6	93	147	8	58	62	6	35	40	6	271	344	26
400-500	24	66	3	10	50	2							34	116	5
Total	242	268	17	482	467	44	238	238	26	265	278	39	2287	1251	126

TABLA 21

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 2001.

Nombre común	Nombre científico
alfonsino	<i>Beryx splendens</i>
anguila	<i>Ophichthus sp.</i>
anguilla babosa	<i>Bassanago albescens</i>
bagre	<i>Aphos porosus</i>
besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>
blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>
brotula	<i>Sallota australis</i>
caballa	<i>Scomber japonicus</i>
cabrilla	<i>Sebastes oculatus</i>
chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>
chanchito	<i>Congiopodus peruvianus</i>
cojinoba azul	<i>Seriolella caerulea</i>
congrío dorado	<i>Genypterus blacodes</i>
congrío negro	<i>Genypterus maculatus</i>
corvinilla	<i>Sciaena deliciosa</i>
jurel	<i>Trachurus murphyi</i>
lamprea	<i>Eptatretus politrema</i>
lenguado de ojos chicos	<i>Paralichthys microps</i>
lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>
merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>
merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>
pampanito común	<i>Stromateus stellatus</i>
pejerrata azul	<i>Coelorhynchus chilensis</i>
pejerrata plomo	<i>Nezumia convergens</i>
pejerrata narigón	<i>Coelorhynchus aconcagua</i>
pez lápiz, Agazadichas	<i>Avocettina infans</i>
pez negro, Guadañas	<i>Anoplagaster cornuta</i>
reineta	<i>Brama australis</i>
sardina española	<i>Sardinops sagax</i>
sierra	<i>Thyrsites atun</i>
raya	<i>Myliobatis peruvianus</i>
pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
pejegato	<i>Hexanchus griseus</i>
pejehumo	<i>Halaelurus canescens</i>
pintarroja común	<i>Schroederichthys chilensis</i>
quimera	<i>Hydrolagus sp.</i>
raya pequen	<i>Psammobatis scobina</i>
raya volantín	<i>Raja chilensis</i>
raya espinuda	<i>Raja trachyderma</i>
tollo pajarito	<i>Daenia calceae</i>
tollo pejegato hocicón	<i>Apristurus nasatus</i>
tiburón siete agallas	<i>Notorynchus cepedianus</i>
tollo moteado	<i>Squalus acanthias</i>
tollo de cachos	<i>Aculeola nigra</i>
torpedo	<i>Torpedo tremens</i>
camarón acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>
camarón de roca	<i>Rhynchocinetes typus</i>
camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>
centolla	<i>Lithodes antarcticus</i>
gamba	<i>Haliporoides diomedeeae</i>
jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>
jaiba marmola	<i>Cancer edwardsii</i>
jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>
jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudi</i>
langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>
langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>
zapateador	<i>Squilla armata</i>
calamar	<i>Loligo gahi</i>
jibia	<i>Dossidicus gigas</i>
caracol trumulco	<i>Rapana giganteus</i>
erizo	<i>Loxechinus albus</i>

grupo	frecuencia
peces oseos	30
peces cartilaginosos	15
crustaceos	12
cefalópodos	2
gastropodos	1
otros	1

TABLA 22

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 2001

Nombre científico	Especie	% de la captura total	Número de lances	% del número de lances
<i>Merluccius gayi</i>	merluza común	85,0	132	93,6
<i>Trachurus murphyi</i>	jurel	2,9	65	46,1
<i>Macruronus magellanicus</i>	merluza de cola	1,3	37	26,2
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	pejegallo	1,1	57	40,4
<i>Raja chilensis</i>	raya volantin	1,0	85	60,3
<i>Dosidicus gigas</i>	jibia	1,0	60	42,6
<i>Helicolenus lengerichi</i>	chancharro	0,9	60	42,6
<i>Genypterus blacodes</i>	congrio dorado	0,9	81	57,4
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	pejerrata azul ñato	0,7	90	63,8
<i>Brama australis</i>	reineta	0,7	62	44,0
<i>Epigonus crassicaudus</i>	besugo	0,6	50	35,5
<i>Thyrstites atun</i>	sierra	0,5	47	33,3
<i>Hippoglossina macrops</i>	lenguado ojos grandes	0,5	119	84,4
<i>Merluccius australis</i>	merluza austral	0,4	29	20,6
<i>Stromateus stellatus</i>	pampanito común	0,4	31	22,0
<i>Nezumia convergens</i>	pejerrata plomo ñato	0,3	18	12,8
<i>Prolatilus jugularis</i>	blanquillo	0,3	76	53,9
<i>Coelorhynchus aconcagua</i>	pejerrata narigon	0,2	22	15,6
<i>Scualus acanthias</i>	tollo moteado	0,2	29	20,6
<i>Serirolella caerulea</i>	cojinoba azul	0,2	13	9,2
<i>Genypterus maculatus</i>	congrio negro	0,2	40	28,4
<i>Sciaena deliciosa</i>	corvinilla	0,2	13	9,2
<i>Bassanago albescens</i>	anguilla babosa	0,1	14	9,9
<i>Lithodes antarcticus</i>	centolla	0,1	11	7,8
<i>Deania calcea</i>	tollo pajarito	0,1	12	8,5
<i>Raja sp.</i>	Raya plumiza jaspeada	0,1	26	18,4
<i>Libidoclaea granaria</i>	jaiba araña	0,1	70	49,6

Tabla 23 Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.

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
	1995	381(3)95AM	12	9069	181	756	24,00	47,66
	1997	403(3)97AM	49	38927	419	794	52,69	56,66
	1999	423(3)99AM	28	8209	98	293	33,33	10,25
	2000	433(3)00AM	34	10905	133	321	41,46	15,04
	2001	444(3)01AM	33	11057	126	335	37,50	7,98
TOTAL			205	96228	203	469	43,25	22,26

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	17,52
	1995	381(3)95AM	19	292	6	15	38,00	1,93
	1997	403(3)97AM	61	20222	217	332	65,59	25,80
	1999	423(3)99AM	26	692	8	27	30,95	2,33
	2000	433(3)00AM	36	1181	14	33	43,90	1,62
	2001	444(3)01AM	23	3036	35	132	26,14	15,98
TOTAL			223	32556	69	146	47,05	12,71

**Tabla 24 Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común.
Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000 y 2001.**

Crucero	Fecha	N	Mínimo	Màximo	Promedio	Sd	CV(%)
361(3)93AM26/07- 30/08		77	16	472	147	85,6	0,58
381(3)95AM18/07- 28/08		50	22	658	133	117,8	0,89
403(3)97AM02/08- 08/09		93	27	489	168	95,9	0,57
423(3)99AM24/07- 25/08		84	13	657	141	122	0,87
433(3)00AM17/07- 21/08		82	38	1275	242	228	0,94
444(3)01AM12/07- 17/08		88	25	777	232	186	0,80

bla 25 Índice larval de Abundancia Merluza Común Invierno 1993/20

Año	L	VarL	VarlogL	LI	LS
1993	5,38E+11	1,99E+24	2,0637	2,62E+12	8,15E+12
1995	4,08E+10	2,24E+22	2,6711	1,15EE+11	7,01E+11
1997	9,87E+11	5,53E+24	1,8986	5,27E+12	1,45E+13
1999	3,55E+10	8,78E+21	2,0753	1,72E+11	5,39E+11
2000	5,89E+10	4,13E+22	2,5576	1,91E+11	9,88E+11
2001	1,22E+11	5,13E+23	3,5750	-1,87E+11	2,62E+12

donde:

- L = Índice de abundancia larval
- VarL = Varianza del Índice Larval
- VarlogL = Varianza del logaritmo de L
- LI = Límite inferior
- LS = Límite superior

TABLA 26. Rangos 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 una de las zonas consideradas en el estudio.

VARIABLES	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Temperatura Superficial	12,10 – 14,31 (13,28 \pm 0,90; 16)	12,70 – 14,37 (13,42 \pm 0,43; 19)	12,19 – 13,21 (12,69 \pm 0,30; 17)	10,90 – 12,02 (11,49 \pm 0,39; 15)
Salinidad Superficial	34,25 – 34,40 (34,32 \pm 0,05; 16)	33,60 – 34,28 (34,04 \pm 0,20; 18)	32,64 – 34,02 (33,51 \pm 0,45; 17)	32,07 – 33,72 (33,17 \pm 0,55; 15)
Densidad Superficial	25,60 – 26,10 (25,81 \pm 0,21; 16)	25,11 – 25,75 (25,53 \pm 0,18; 19)	24,70 – 25,59 (25,30 \pm 0,30; 17)	24,48 – 25,65 (25,26 \pm 0,39; 15)
Oxígeno dis. Superficial	4,26 – 5,80 (5,10 \pm 0,53; 16)	4,98 – 5,81 (5,45 \pm 0,23; 19)	5,15 – 5,91 (5,45 \pm 0,21; 17)	5,58 – 6,48 (6,00 \pm 0,31; 8)
Temp. Prof. Media recurso	8,01 – 12,02 (10,50 \pm 1,32; 16)	8,82 – 13,11 (11,02 \pm 1,19; 19)	8,25 – 12,67 (10,74 \pm 1,08; 17)	7,52 – 11,47 (9,61 \pm 1,34; 15)
Salin. Prof. Media recurso	34,47 – 34,67 (34,57 \pm 0,07; 16)	33,95 – 34,58 (34,35 \pm 0,17; 19)	33,91 – 34,57 (34,34 \pm 0,21; 17)	33,77 – 34,53 (34,34 \pm 0,24; 15)
Dens. Prof. Media recurso	26,28 – 26,86 (26,52 \pm 0,21; 16)	25,71 – 26,77 (26,26 \pm 0,31; 19)	25,61 – 26,73 (26,30 \pm 0,31; 17)	25,75 – 26,85 (26,50 \pm 0,35; 15)
Oxig. Prof. Media recurso	0,33 – 1,81 (0,93 \pm 0,46; 16)	0,1 – 5,35 (2,50 \pm 1,75; 16)	0,1 – 4,90 (1,29 \pm 1,57; 15)	0,16 – 5,66 (1,71 \pm 1,68; 13)

TABLA 27. Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba el recurso (Pmedia), la profundidad base de la termoclina (PBT), la profundidad de ecosonda (P.ecos.) y la profundidad del mínimo de oxígeno (PMO).

	P_media	P.ecos.	PBT	PMO
P. media	1,0000 p= ---	0,7229 p=.000	0,0133 p=.948	0,3222 p=.108
P. ecos.	0,7229 p=.000	1,0000 p= ---	0,1621 p=.429	0,2097 p=.304
PBT	0,0133 p=.948	0,1621 p=.429	1,0000 p= ---	0,3314 p=.098
PMO	0,3222 p=.108	0,2097 p=.304	0,3314 p=.098	1,0000 p= ---

TABLA 28. Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre la densidad de merluza común (ton/mn²) y variables ambientales seleccionadas. DMC(log)= densidad de merluza común (transformada por log), Pmedia= prof media del cardumen, P.ecos= prof de ecosonda, TPM= temperatura a la prof media del cardumen, SPM= salinidad a la prof media del cardumen, OXPM= oxígeno disuelto a la prof media del cardumen, DPM= densidad a la prof media del cardumen, TS= temperatura estrato superficial del mar, SS= salinidad estrato superficial del mar, DS= densidad estrato superficial del mar, OXS= oxígeno disuelto estrato superficial, MGT= máximo gradiente térmico, ZMGT= profundidad del máximo gradiente térmico, MGD= máximo gradiente de densidad y ZMGD= profundidad del máximo gradiente de densidad.

	DMC(log)	Pmedia	P.ecos	TPM	SPM	OXPM	DPM	TS	SS	OXS	DS	MGT	ZMGT	MGD	ZMGD
DMC(log)	1,0000 p=---	0,2512 p=.067	0,1936 p=.161	-0,1189 p=.392	0,1878 p=.174	-0,3173 p=.019	0,1851 p=.180	0,081 p=.561	-0,0439 p=.752	-0,1578 p=.254	-0,0947 p=.496	-0,2383 p=.083	-0,0403 p=.772	0,0292 p=.834	0,2251 p=.102
Pmedia	0,2512 p=.067	1,0000 p=---	0,875 p=.000	-0,9333 p=.000	0,4376 p=.001	-0,5485 p=.000	0,9107 p=.000	-0,2139 p=.120	-0,0234 p=.866	0,0586 p=.674	0,0833 p=.549	0,0305 p=.827	0,2813 p=.039	0,1147 p=.409	-0,0012 p=.993
P.ecos.	0,1936 p=.161	0,875 p=.000	1,0000 p=---	-0,8249 p=.000	0,3982 p=.003	-0,5264 p=.000	0,8108 p=.000	-0,15 p=.279	0,0199 p=.887	0,1375 p=.321	0,1016 p=.465	-0,0386 p=.782	0,211 p=.126	0,1717 p=.214	0,0273 p=.844
TPM	-0,1189 p=.392	-0,9333 p=.000	-0,8249 p=.000	1,0000 p=---	-0,3269 p=.016	0,535 p=.000	-0,9169 p=.000	0,2969 p=.029	0,1769 p=.201	-0,2384 p=.083	0,0532 p=.703	-0,0069 p=.961	-0,3753 p=.005	-0,231 p=.093	-0,1338 p=.335
SPM	0,1878 p=.174	0,4376 p=.001	0,3982 p=.003	-0,3269 p=.016	1,0000 p=---	-0,827 p=.000	0,6761 p=.000	0,0388 p=.781	0,2067 p=.134	-0,3667 p=.006	0,2166 p=.116	-0,2376 p=.084	-0,1026 p=.460	0,1186 p=.393	-0,2167 p=.636
OXPM	-0,3173 p=.019	-0,5485 p=.000	-0,5264 p=.000	0,535 p=.000	-0,827 p=.000	1,0000 p=---	-0,7739 p=.000	0,1917 p=.165	0,1824 p=.187	0,2321 p=.091	0,111 p=.424	0,2477 p=.071	-0,0461 p=.741	-0,3233 p=.017	0,0659 p=.636
DPM	0,1851 p=.180	0,9107 p=.000	0,8108 p=.000	-0,9169 p=.000	0,6761 p=.000	-0,7739 p=.000	1,0000 p=---	-0,2115 p=.125	-0,0585 p=.675	0,0308 p=.825	0,0391 p=.779	-0,106 p=.445	0,247 p=.072	0,236 p=.086	0,0214 p=.878
TS	0,081 p=.561	-0,2139 p=.120	-0,15 p=.279	0,2969 p=.029	0,0388 p=.781	0,1917 p=.165	-0,2115 p=.125	1,0000 p=---	0,5139 p=.000	-0,0026 p=.985	0,0705 p=.613	-0,5923 p=.000	-0,3032 p=.026	-0,1931 p=.162	0,0679 p=.625
SS	-0,0439 p=.752	-0,0234 p=.866	0,0199 p=.887	0,1769 p=.201	0,2067 p=.134	0,1824 p=.187	-0,0585 p=.675	0,5139 p=.000	1,0000 p=---	-0,361 p=.007	0,8914 p=.000	-0,0403 p=.772	-0,2676 p=.050	-0,6684 p=.000	-0,0125 p=.928
OXS	-0,1578 p=.254	0,0586 p=.674	0,1375 p=.321	-0,2384 p=.083	-0,3667 p=.006	0,2321 p=.091	0,0308 p=.825	-0,0026 p=.985	-0,361 p=.007	1,0000 p=---	-0,4215 p=.002	-0,0541 p=.698	0,2695 p=.049	0,2561 p=.062	0,3404 p=.012
DS	-0,0947 p=.496	0,0833 p=.549	0,1016 p=.465	0,0532 p=.703	0,2166 p=.116	0,111 p=.424	0,0391 p=.779	0,0705 p=.613	0,8914 p=.000	-0,4215 p=.002	1,0000 p=---	0,2669 p=.051	-0,1543 p=.265	-0,6755 p=.000	-0,0553 p=.691
MGT	-0,2383 p=.083	0,0305 p=.827	-0,0386 p=.782	-0,0069 p=.961	-0,2376 p=.084	0,2477 p=.071	-0,106 p=.445	-0,5923 p=.000	-0,0403 p=.772	-0,0541 p=.698	0,2669 p=.051	1,0000 p=---	0,1639 p=.236	-0,2433 p=.076	-0,1113 p=.423
ZMGT	-0,0403 p=.772	0,2813 p=.039	0,211 p=.126	-0,3753 p=.005	-0,1026 p=.460	-0,0461 p=.741	0,247 p=.072	-0,3032 p=.026	-0,2676 p=.050	0,2695 p=.049	-0,1543 p=.265	0,1639 p=.236	1,0000 p=---	0,1859 p=.178	0,1864 p=.177
MGD	0,0292 p=.834	0,1147 p=.409	0,1717 p=.214	-0,231 p=.093	0,1186 p=.393	-0,3233 p=.017	0,236 p=.086	-0,1931 p=.162	-0,6684 p=.000	0,2561 p=.062	-0,6755 p=.000	-0,2433 p=.076	0,1859 p=.178	1,0000 p=---	-0,1981 p=.151
ZMGD	0,2251 p=.102	-0,0012 p=.993	0,0273 p=.844	-0,1338 p=.335	-0,2167 p=.116	0,0659 p=.636	0,0214 p=.878	0,0679 p=.625	-0,0125 p=.928	0,3404 p=.012	-0,0553 p=.691	-0,1113 p=.423	0,1864 p=.177	-0,1981 p=.151	1,0000 p=---

TABLA 29. Estadísticos de los descriptores de las agregaciones de merluza común.

DESCRIPTOR		MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	DESVIACIÓN
AREA	AR	41,0	164300,0	3807,2	14028,8
ECOINTEGRACION	SA	29,0	126988,0	1129,9	6505,5
PROFUNDIDAD CARDUMEN	PC	54,0	448,0	252,0	101,3
PROFUNDIDAD FONDO	PF	88,0	455,0	306,0	98,1
LARGO	LA	12,0	4644,0	315,6	661,5
ALTO	AL	9,0	123,0	20,6	14,8
PERIMETRO	PE	52,0	28094,0	1823,6	3746,8
INDICE ALTURA	IA	0,4	77,6	17,8	18,5
ELONGACION	EL	0,5	285,5	12,3	21,4
DIMENSION FRACTAL	DF	1,0	2,0	1,7	0,1

Tabla 31. Desviación estándar y proporción de la variabilidad explicada por cada componente principal.

Componente principal	Valor propio	Proporción de la variabilidad acumulada (%)	
		Absoluta	Acumulada
Componente 1	3,8	38	38
Componente 2	2,5	25	63
Componente 3	1,8	18	81
Componente 4	0,9	9,0	90
Componente 5	0,5	5,0	95
Componente 6	0,3	3,0	98
Componente 7	0,10	1,0	99

Tabla 32. Factores de carga de cada componente principal

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
SA	0.017	0.338	0.174
PC	0.016	0.007	0.961
PF	0.097	-0.069	0.928
LA	0.109	0.934	-0.042
AL	0.896	0.288	0.113
PE	0.063	0.953	-0.046
AR	0.055	0.940	0.016
IA	0.910	-0.098	-0.103
EL	0.798	0.402	0.039
DF	0.969	-0.072	0.115

A N E X O S

A N E X O 1

**Condiciones
Meteorológicas y
Oceanográficas**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 1

CONDICIONES METEOROLOGICAS Y OCEANOGRAFICAS



En este anexo, se entregan otros resultados de carácter oceanográfico obtenidos durante el desarrollo del proyecto

1. Condiciones meteorológicas

La fluctuación de las variables atmosféricas medidas en el crucero, esto es, intensidad y dirección del viento, temperatura del aire, presión atmosférica y altura y dirección de olas, son presentadas en la figura 1.

Considerando el período total de estudio, la temperatura superficial del aire fluctuó entre los 6 y los 14 °C, con un valor promedio de $10,6 \pm 1,933$ °C ($n= 85$) (Fig. 1a). Esta situación no varió significativamente al analizar la información para cada una de las zonas prospectadas, donde los valores promedio fluctuaron entre los $9,37 \pm 1,689$ °C y los $12,66 \pm 1,237$ °C. Cabe destacar que las mediciones de temperatura del aire provienen de registros para las estaciones de muestreo oceanográfico que en virtud del diseño de muestreo, en su gran mayoría, fueron realizadas durante la noche.

El análisis de la serie de vientos evidenció un rango entre 1,75 y 16,50 nudos, con un valor promedio de $9,88 \pm 4,228$ nudos ($n= 86$). El análisis por zona de muestreo reveló valores levemente mayores asociados a las regiones 1 (norte) y 3 (centro-sur) con intensidades promedio de $11,25 \pm 4,41$ nudos y $11,09 \pm 3,63$ nudos, respectivamente (Fig. 1b). El valor promedio más bajo en la intensidad del viento fue de $8,15 \pm 4,153$ nudos, registrado en la zona 2 (centro-norte). Cabe hacer notar nuevamente que las observaciones meteorológicas fueron registradas en cada una de las estaciones de muestreo (generalmente nocturnas), no incorporando la variabilidad diurno-nocturna ni las diferencias asociadas a temporales donde existió suspensión de actividades.

Los vientos predominantes durante el desarrollo del crucero de evaluación fueron del norte ($24,6 \pm 35,845$ °) con una frecuencia de ocurrencia cercana al 75 % (Fig. 1c) sin presentar diferencias significativas en la dirección del viento para las zonas analizadas separadamente, con promedios de $25,21 \pm 11,102$ °, $23,71 \pm 11,88$ °, $11,65 \pm 3,85$ ° y $17,65 \pm 7,843$ °, para las zonas 1 (norte), 2 (centro-norte), 3 (centro-sur) y 4 (sur), respectivamente.

La presión atmosférica a nivel del mar (Fig. 1d) mostró un rango de variación entre los 1012 y los 1032 mb, con un valor promedio de $1023,3 \pm 4,974$ mb para un total de 87 estaciones de muestreo. El análisis por zonas reveló valores muy similares,



fluctuando en promedio entre los $1020,4 \pm 1,580$ mb (zona norte) y los $1025,4 \pm 6,173$ mb (zona sur).

La altura de olas durante el período de observaciones fluctuó entre 1 y 6 m (Fig. 1e), con un valor promedio de $3,2 \pm 1,536$ m ($n= 86$); en tanto que la dirección de olas (Fig. 2f) mostró una mayor asociación con los cuadrantes norte ($N= 56,8$; $NE=43,2\%$), con un valor promedio de $24,6 \pm 6,28$ ° para la totalidad del crucero. El análisis independiente para cada una de las zonas operacionales en el área de estudio mostró leves diferencias latitudinales en la altura de la ola, fluctuando en promedio entre los $2,05 \pm 1,607$ m (zona norte) y los $4,11 \pm 1,850$ m (zona sur); no obstante debido a que las observaciones fueron registradas durante la realización de las transectas, no incorporan la variabilidad diaria en las condiciones meteorológicas ni las asociadas a temporales donde existe suspensión de actividades.

Los resultados de la meteorología descritos para este crucero, son coincidentes con lo reportado por otros autores que han analizado información meteorológica proveniente de cruceros de similar naturaleza y diseño de muestreo (evaluación acústica) realizados en la región centro-sur de Chile durante el período invierno-primavera (Blanco & Cerda, 1993; Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Blanco, 1995; Núñez *et al.*, 1997; Núñez & Ortiz, 1998, 1999, 2000; Núñez *et al.*, 2001).

2. Variables hidrográficas:

2.1 Análisis vertical

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este crucero, consideró las secciones oceanográficas correspondientes a las transectas 2, 6, 9, 12, 14, 18, 21 y 26, todas ellas representativas de las 4 zonas que componen el área de estudio.

Transecta 2

La estrecha plataforma que se verifica en todas las transectas componentes de la zona 1, impone que las tres estaciones de la transecta 2 no hayan sobrepasado las 10 mn desde la costa. Esta transecta presentó aguas frías (< 12 °C), una muy escasa variación vertical de temperatura (ausencia de termoclina) y ausencia de gradientes laterales (costa-océano). Bajo los 300 m de profundidad, esta variable disminuyó monótonicamente con la profundidad alcanzando valores menores a 8 °C hacia los 450 m de profundidad (Fig. 2a).



Por el contrario, la variable salinidad evidenció un mayor grado de estratificación vertical, con un extenso y débil gradiente vertical situado entre los 30 y 100 m de profundidad, que se hace más intenso y superficial hacia las estaciones más “oceánicas” del transecto. El flujo hacia el sur de las AESS, caracterizadas por la isohalina de 34,6 psu, se situó aproximadamente entre los 100 y los 350 m de profundidad (Fig. 2b).

La distribución vertical de la densidad evidenció ausencia de gradientes laterales y un leve gradiente vertical, con una pycnoclina situada entre los 20 y 70 m de profundidad que se intensifica escasamente hacia el sector occidental del transecto. Bajo los 100 m de profundidad la densidad incrementó a una tasa relativamente constante, alcanzando valores mayores a $26,7 \sigma_t$ hacia la máxima profundidad de muestreo (Fig. 2c).

La distribución de oxígeno disuelto mostró también la ausencia de gradientes laterales en esta transecta. La distribución vertical de esta variable evidenció una oxiclina bien desarrollada entre la superficie y los 65 m de profundidad. Entre los 80 y los 400 m de profundidad, se detectó concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$), coincidentes espacialmente con el estrato de máxima salinidad, corroborando la presencia de AESS en este estrato (Fig. 2d).

Transecta 6

La transecta 6, situada inmediatamente al norte de la localidad de Los Vilos, presentó una extensión al océano extremadamente reducida ($< 8 \text{ mn}$). A diferencia de lo reseñado para la transecta anterior, el estrato superficial de esta transecta presentó aguas comparativamente más cálidas, las que sobrepasaron los $14 \text{ }^\circ\text{C}$, evidenciándose una leve termoclina situada entre los 10 y 60 m y ausencia de gradientes costa-océano (Fig. 3a). Tanto la salinidad como la densidad del agua de mar mostraron escasa estratificación vertical, ausencia de gradientes laterales y un incremento monótonico en la vertical a partir de los 100 m de profundidad (Fig. 3b y c).

Al igual que en la transecta anterior, la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto en esta transecta reveló un estrato superficial bien oxigenado ($> 5 \text{ ml l}^{-1}$) y una oxiclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto, situada entre los 40 y los 100 m (Fig. 3d). A partir de los 140 m de profundidad se observó aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) las que se extendieron verticalmente hasta los 400 m de profundidad.



Transecta 9

Al igual que las transectas situadas en la zona 1, la transecta 9 situada frente a Punta Curaumilla (inmediatamente al sur de Valparaíso), en la región centro-norte del área de estudio (zona 2), presentó una estrecha extensión longitudinal, la que no alcanzó las 10 mn desde la costa. La distribución vertical de la temperatura en esta transecta evidenció una leve estratificación vertical que se intensificó hacia la estación occidental del transecto, donde la termoclina estuvo situada entre los 40 y 80 m de profundidad y la presencia de aguas comparativamente más frías ($< 14\text{ }^{\circ}\text{C}$) hacia el sector costero (Fig. 4a).

Por su parte, la distribución vertical de la salinidad evidenció un ascenso de la isohalina de 34,2 psu hacia la región costera, verificándose un leve gradiente lateral, positivo a la costa. Sólo en la estación 25 (más occidental) se observó un gradiente salino vertical, situado entre los 90 y 150 m de profundidad. Bajo los 250 se observó aguas con salinidades superiores a 34,6 psu características de las AESS (Fig. 4b). La densidad del agua de mar, por su parte, evidenció una extensa capa de mezcla, de aproximadamente 50 m, y una leve picnoclina identificable sólo en la estación oceánica, situada entre los 50 y 120 m (Fig. 4c), para luego incrementar a una tasa relativamente constante con la profundidad alcanzando valores de $26,6\ \sigma_t$ hacia el estrato de 400 m.

De igual manera, la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial (0-50 m) bien mezclado y oxigenado ($> 5\ \text{ml l}^{-1}$), evidenciando una leve oxiclina entre los 80 y 130 m de profundidad. Aguas con concentraciones mínimas de oxígeno fueron detectadas a partir de los 200 m de profundidad, siendo espacialmente coincidentes con aguas salinas ($> 34,6\ \text{psu}$), corroborando la presencia de las AESS (Fig. 4d).

Transecta 12

La transecta 12 estuvo situada en los $34^{\circ}40'\text{S}$, inmediatamente al norte de la desembocadura del río Mataquito. La distribución de temperatura reveló la ausencia de gradientes laterales, ausencia de termoclina a lo largo de todo el transecto y un descenso monotónico de la temperatura con la profundidad hasta alcanzar valores menores a $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ hacia los 450 m de profundidad (Fig. 5a). La distribución vertical de la salinidad y de la densidad mostraron una haloclina y picnoclina a lo largo de todo el transecto, gradientes situados aproximadamente entre los 50 y 120 m de profundidad (Fig. 5b y c). En el estrato superficial ($< 20\ \text{m}$) se destaca las bajas salinidades ($< 34\ \text{psu}$) asociadas, presumiblemente a la mezcla con aguas provenientes del río Mataquito.



En todo el transecto se detectó un estrato superficial bien oxigenado ($> 5 \text{ ml l}^{-1}$) y la presencia de una oxiclina situada entre los 70 y 120 m de profundidad, sin evidenciar gradientes laterales de importancia. Bajo los 150 m de profundidad se detectó aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) coincidentes espacialmente con aguas más salinas, denotando la presencia de AESS en este estrato de profundidad (Fig. 5d).

Transecta 16

La transecta 16 se situó inmediatamente al oeste de Punta Tumbes en el sector cenral de la zona 3, por lo que la hidrografía de la región costera estuvo influenciada por mezcla con aguas continentales provenientes del río Bío-bío. A diferencia de las transectas anteriores, la transecta 16 tuvo una mayor extensión longitudinal que sobrepasó las 20 mn desde la costa, situándose en el límite sur de la Terraza del Itata. La distribución vertical de la temperatura a lo largo de la transecta (FIGURA 12a) evidenció leves diferencias laterales con aguas comparativamente más cálidas hacia el sector occidental del transecto ($> 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$), una columna de agua bien mezclada en el sector costero y ausencia de termoclina en todo el sector.

Por su parte, la distribución vertical de la salinidad y densidad (Fig. 6b y c) revelaron importantes diferencias laterales en el estrato superficial, situación vinculada con la presencia de aguas menos salinas ($< 33,0 \text{ psu}$) y menos densas ($< 25,2 \text{ } \sigma_t$) en el sector costero del transecto (estaciones 50 y 51), debido a la mezcla con aguas provenientes del río Bío-bío. La haloclina y pycnoclina fueron identificables principalmente en la mitad oceánica del transecto, sobre el talud continental, situándose entre los 60 y 120 m de profundidad. Aguas con salinidades mayores a 34,5 psu se ubicaron sobre el talud continental entre los 180 y 260 m.

La distribución vertical de oxígeno disuelto en esta transecta presentó un estrato superficial bien oxigenado, centrado en los 5 ml l^{-1} y una oxiclina identificable en las estaciones dispuestas sobre el quiebre de la plataforma (estación 53) y sobre el talud (estación 54), situándose verticalmente entre los 60 y 120 m de profundidad. Bajo los 180 m se verificó la presencia de AESS sobre la plataforma continental asociada a concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 ml l^{-1} (Fig. 6d).



Transecta 18

La transecta 16 se encuentra en el límite sur de la zona centro-sur, frente a Punta Morguilla. La distribución vertical de la temperatura en esta sección estuvo caracterizada por la presencia de aguas frías (11 y 12 °C) sobre la plataforma continental, sin la presencia de gradientes térmicos laterales ni verticales (Fig. 7a). Bajo los 100 m, la temperatura disminuyó monótonicamente con la profundidad hasta alcanzar valores menores a 8 °C cerca de los 400 m. Esta falta de estratificación vertical descrito para la temperatura, contrasta fuertemente con la distribución vertical observada para la salinidad, la densidad (modulada por la salinidad) y la concentración de oxígeno disuelto sobre la plataforma continental. La distribución vertical de la salinidad y la densidad mostraron una extensa estratificación vertical que alcanzó los 150 y 120 m de profundidad, respectivamente; evidenciando el efecto superficial (< 20 m) de mezcla producido (< 33,2 y <25,0 σ_t) por el aporte de aguas de origen continental asociado a los ríos de la región (especialmente río Imperial). Entre los 200 y 300 m, sobre el talud continental se evidenció la presencia de aguas más salinas (> 34,5 psu); en tanto que bajo los 400 m la salinidad disminuyó a valores menores a 34,4 psu, denotando la presencia incipiente de Aguas Intermedia Antártica (AIA) en este estrato de profundidad (Fig. 7b).

Por su parte, la distribución de la concentración de oxígeno disuelto reveló un estrato superficial bien oxigenado a lo largo de todo el transecto (> 5 ml l⁻¹), sin la presencia de gradientes laterales pero con una clara estratificación vertical, con una oxiclina situada entre los 40 y los 120 m de profundidad. Bajo los 150 m se evidenció aguas con concentraciones mínimas de oxígeno (< 1 ml l⁻¹) (Fig. 7d).

Transecta 21

La transecta 21 se ubica en el sector sur (zona 4) de la zona de estudio, inmediatamente al norte de la desembocadura del río Toltén. La distribución vertical de la temperatura mostró un escenario completamente homogéneo a lo largo de todo el transecto, con aguas frías (< 12 °C) y con la ausencia de gradientes verticales y laterales de temperatura (Fig. 8a).

Por el contrario, la distribución vertical de la salinidad evidenció un fuerte gradiente vertical que genera una importante zona de estratificación entre los 40 y 90 m de profundidad, que asciende levemente hacia la región occidental del transecto. La dilución superficial producto de la mezcla con aguas provenientes del río Toltén se verificó por valores menores a 33,2 psu (Fig. 8b). La distribución vertical de la densidad siguió un patrón de distribución vertical similar al de la salinidad, con una



picnoclina bien desarrollada situada entre los 30 y los 80 m y aguas de menor densidad ($< 25,2 \sigma_t$) en el sector costero (Fig. 8c).

Por su parte, el patrón de distribución vertical de oxígeno disuelto no presentó gradientes laterales a lo largo de la sección, evidenciando un estrato superficial bien oxigenado, con valores mayores a 5 ml l^{-1} , una oxiclina más acentuada en las estaciones oceánicas del transecto (estaciones 67 y 66), situada entre los 50 y los 80 m de profundidad, las concentraciones menores a 1 ml l^{-1} (Fig. 8d), bajo los 120 m de profundidad, identificable sólo en la estación más oceánica del transecto.

Transecta 26

La transecta 26 constituyó la transecta más austral realizada en el área de estudio. La cercanía de la región de canales y fiordos asociada a la Isla de Chiloé y a la desembocadura del río Maullín, se manifiesta con la presencia de una capa superficial homoterma, de aguas frías con valores menores a $11 \text{ }^\circ\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad (Fig. 9a) y una disminución paulatina de la temperatura hasta alcanzar valores menores a $6 \text{ }^\circ\text{C}$ hacia la máxima profundidad de muestreo (500 m). No se observó la presencia de gradientes longitudinales ni verticales de temperatura en esta transecta.

El patrón vertical de la salinidad y densidad reveló la clara influencia de aguas continentales del estuario del río Maullín, particularmente en las dos estaciones más costeras (estaciones 87 y 88), donde la salinidad y densidad superficial presentaron valores menores a $32,1 \text{ psu}$ y $24,6 \sigma_t$, generando un claro gradiente lateral, positivo al océano. La estratificación vertical de salinidad y densidad se verificó a lo largo de todo el transecto, situándose entre los 80 y 150 m de profundidad (Fig. 9b y c). Entre los 250 y 350 m se observó salinidades de $34,5 \text{ psu}$ sólo en las estaciones oceánicas (estaciones 84 y 85); en tanto que bajo los 400 m las salinidades no superaron los $34,3 \text{ psu}$, denotando la presencia de AIA

La distribución vertical de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial (0-80 m) con concentraciones superiores a 5 ml l^{-1} , a lo largo de todo el transecto y una oxiclina situada entre los 100 y los 150 m de profundidad. Entre los 200 y 300 m se reportó aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) en tanto que bajo los 300 m las concentraciones de oxígeno disuelto se incrementan, alcanzando los 4 ml l^{-1} bajo los 400 m de profundidad, coincidiendo con la posición vertical de las AIA (Fig. 9d).



2.2 Perfiles verticales

El análisis de la distribución vertical de las variables oceanográficas también se realizó por medio de perfiles verticales individuales, para lo cual se seleccionó una transecta representativa de cada una de las zonas de estudio (i.e., transectas 2, 12, 16 y 23).

La figura 10 muestra la distribución vertical de la temperatura, salinidad y densidad en las estaciones 4, 5 y 6 (Transecta 2). Los perfiles de temperatura muestran la presencia superficial de aguas frías en todo el transecto ($< 13^{\circ}\text{C}$), la ausencia de estratificación vertical (termoclina) en todas las estaciones, con un descenso de la temperatura a una tasa relativamente constante con la profundidad. Esta situación fue consistente con los bajos gradientes verticales calculados para la temperatura (máximo gradiente térmico), que fluctuaron entre los $-0,027\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 4, oceánica) y los $-0,058\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 6, costera), gradientes situados en general sobre los 30 m de profundidad.

Por su parte, la distribución vertical de la salinidad evidenció una haloclina desarrollada en todas las estaciones del transecto, que se situó entre los 20 y 60 m de profundidad, con máximos gradientes de salinidad fluctuando entre los $0,012\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 5) y $0,015\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 4). Debido a su situación espacial, sólo en las estaciones situadas en el quiebre de la plataforma y sobre el talud continental (estaciones 4 y 5) revelaron la presencia del máximo salino correspondiente a las AESS, situado entre los 100 y 330 m de profundidad en la estación oceánica (120 – 300 m en estación 5), profundidad a partir de la cual la salinidad comienza a disminuir denotando la presencia incipiente de las AIA bajo los 400 m de profundidad.

Las tres estaciones de muestreo presentaron una picnoclina identificable, levemente más intensa en la estación oceánica, donde también fue más profunda la capa de mezcla, que alcanzó los 37 m de profundidad. Los máximos gradientes verticales de densidad se situaron en los primeros 30 m de profundidad y fluctuaron entre los $0,012\text{ } \sigma_t 10\text{ m}^{-1}$ (estación 6) y $0,014\text{ } \sigma_t 10\text{ m}^{-1}$ (estación 6).

La figura 11 muestra los perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad para las estaciones componentes de la transecta 12, situadas en las cercanías de la desembocadura del río Mataquito, en la región centro-norte (zona 2). A diferencia de la transecta anterior vinculada con la zona norte, los perfiles verticales de temperatura muestran una termoclina en todas las estaciones del transecto, situada entre los 50 y 80 m de profundidad, lo que es consistente con el incremento en los



máximos gradientes térmicos que fluctuaron entre los $-0.077\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 35) y los $0,109\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 37).

La distribución vertical de salinidad reveló salinidades superficiales bajas ($< 33,8$ psu) asociadas a la desembocadura del río Mataquito; una haloclina extensa verificable en las estaciones 35 y 36 (sobre el talud y quiebre de la plataforma) situada entre los 80 y los 160 m de profundidad; máximos gradientes de salinidad fluctuando entre los $0,021\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 36) y $0,047\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 37); la presencia del máximo salino situado entre lo 160 y 280 m denotando la presencia de AESS en este estrato y la disminución de la salinidad a partir de los 370 m involucrando la presencia de AIA hacia la máxima profundidad de muestreo.

Las estaciones de muestreo presentaron una picnoclina situada aproximadamente entre los 60 y 100 m de profundidad, con máximos gradientes de densidad que fluctuaron entre los $0,020\text{ } \sigma_t\text{ } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 35) y $0,030\text{ } \sigma_t\text{ } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 37). La capa de mezcla fluctuó entre los 49 y 61 m, siendo más profunda en la estación occidental del transecto.

Los perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad, correspondientes a las estaciones dispuestas en la transecta 16 situada en el límite sur de la Terraza del Itata, a la cuadra de Talcahuano (zona 3) se presentan en la figura 12. A diferencia de las transectas anteriores, en esta oportunidad tres de las cuatro estaciones se situaron sobre la plataforma continental (estaciones 50, 51 y 53) y sólo la estación 52 fue dispuesta sobre el talud continental. La distribución vertical de la temperatura muestra una columna de agua homoterma en las estaciones costeras y una termoclina entre los 70 y 100 m de profundidad en la estación más oceánica, con máximos gradientes térmicos que fluctuaron entre los $-0,001\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 50, costera) y los $0,126\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 52, oceánica).

La distribución vertical de la salinidad muestra la clara dilución superficial en las estaciones costeras, principalmente en las estaciones 50 y 51, con salinidades menores a 32,7 y 33,6 psu, respectivamente, debido a la mezcla con aguas provenientes del río Bío-Bío. Una extensa haloclina, situada entre los 90 y 180 m de profundidad sólo fue observable en la estación 52 (situada sobre el talud), evidenciando máximos gradientes salinos que fluctuaron entre los $0,016\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 52) y $0,083\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 50). En tanto, la distribución vertical de densidad evidenció una capa de mezcla identificable sólo en la estación oceánica, que alcanzó 71 m de profundidad y una picnoclina situada entre los 75 y 110 m. Los máximos gradientes de densidad fluctuaron entre los $0,028\text{ } \sigma_t\text{ } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 52) y los $0,063\text{ } \sigma_t\text{ } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 50).



Por último, las estaciones 74, 75, 76 y 77 correspondientes a la transecta 23 situada inmediatamente al sur de Punta Galera y al norte de la desembocadura del río Bueno, son representativas del sector sur (zona 4). La distribución vertical de la temperatura reveló la ausencia de termoclina y gradientes verticales máximos que fluctuaron entre los $-0,030\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 76) y los $-0,042\text{ }^{\circ}\text{C } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 77) (Fig. 13). En tanto, la distribución vertical de la salinidad evidenció aguas de mezcla (cercasas a 33,5 psu) en la superficie y una termoclina extensa que abarcó entre los 50 y los 180 m de profundidad, especialmente en las estaciones intermedias del transecto, ya que en la estación oceánica la haloclina fue más intensa y estrecha verticalmente, situada entre los 50 y 80 m. Los máximos gradientes de salinidad fluctuaron entre los $0,023\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 75) y los $0,131\text{ psu } 10\text{ m}^{-1}$ (estación 76). A partir de los 350 m se aprecia la paulatina disminución de la salinidad con la profundidad, revelando la presencia de AIA en dicho estrato.

La distribución de densidad evidenció una picnoclina identificable sólo en la estación más oceánica, que se situó entre los 70 y 90 m; con una clara capa de mezcla que superó los 65 m. El resto de las estaciones reveló más un incremento constante de la densidad con la profundidad más que una picnoclina desarrollada. Los máximos gradientes verticales de densidad fluctuaron entre los $0,021\text{ } \sigma_t 10\text{ m}^{-1}$ (estación 75) y los $0,097\text{ } \sigma_t 10\text{ m}^{-1}$ (estación 76).

3. Estabilidad en la columna de agua

El análisis de la estabilidad en la columna de agua consideró los perfiles verticales asociados a las mismas estaciones de muestreo que fueron consideradas para el análisis de perfiles verticales individuales de temperatura, salinidad y densidad, esto es, las estaciones dispuestas en las transectas 2 (zona 1), 12 (zona 2), 16 (zona 3) y 23 (zona 4).

En el sector norte del área de estudio (zona 1) los perfiles de estabilidad correspondientes a las estaciones 4 (oceánica), 5 (intermedia) y 6 (costera) no revelaron diferencias significativas, reflejando la ausencia de gradientes laterales (costa-océano), con máximos valores de estabilidad asociados al estrato superficial ($< 20\text{ m}$) cercanos a los $0,8 \times 10^{-5}\text{ m}^{-1}$. En este sector no se detectó una profundización de los valores máximos de estabilidad hacia la región oceánica (Fig. 14).

En la región centro-norte del área de estudio (zona 2), ejemplificada por la transecta 12, presentó en general bajos valores de estabilidad ($< 0,5 \times 10^{-5}\text{ m}^{-1}$) en todas las estaciones, con un leve máximo subsuperficial asociado al gradiente vertical de densidad, situado entre los 60 y 100 m de profundidad, sin destacarse una



profundización de los máximos de estabilidad hacia la región oceánica de la transecta (Fig. 15).

Por su parte, la región centro-sur (transecta 16) reveló diferencias laterales en la estabilidad, con mayores valores superficiales asociados a las estaciones costeras (estaciones 50 y 51) como consecuencia de la mezcla con aguas continentales provenientes del río Bío-Bío, los que sobrepasaron los $1 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ (Fig. 16); y una profundización del máximo de estabilidad asociado al máximo gradiente vertical de densidad hacia las estaciones más oceánicas (estaciones 53 y 52).

Por último, en el sector sur (ejemplificado por la transecta 23), los valores de estabilidad siguieron siendo bajos, en general inferiores a $0,5 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$, a excepción de la estación 76 que presentó un valor superficial (< 15 m) de estabilidad que superó los $1,6 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ por efecto del aporte de agua dulce en la región costera (Fig. 17). En general no hubo diferencias laterales (costa-océano) en los perfiles verticales de estabilidad, los que presentaron débiles máximos subsuperficiales, situados entre los 70 y 80 m, principalmente en las estaciones oceánicas (estaciones 74 y 75) asociados con los máximos gradientes verticales de densidad en esta región.

El rango de valores máximos de estabilidad, las diferencias (o similitudes) longitudinales en los transectos evaluados y la posición vertical de los máximos de estabilidad en la columna de agua, descritos para este crucero, no fueron coincidentes con lo reseñado por otros autores para cruceros que han analizado la hidrografía invernal y primaveral del área costera frente a Chile central y centro-sur (Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1997, Núñez & Ortiz, 1998, 1999, 2000; Núñez *et al.*, 2001), principalmente por la detección de valores mucho menores de estabilidad y la ausencia, en general, de diferencias laterales (longitudinales) en la distribución vertical de estabilidad entre las estaciones de muestreo.

4. Distribución espacial de la clorofila-a

a) Distribución horizontal

La concentración de clorofila-a en el área de estudio mostró valores superficiales bajos, que fluctuaron entre los 0,1 y 0,5 mg m^{-3} , con un valor promedio de $0,26 \pm 0,09 \text{ mg m}^{-3}$, al considerar todas las estaciones de muestreo (n= 67 datos). La distribución horizontal superficial e integrada entre la superficie y los 100 m de profundidad se presenta en la figura 18, sin revelar un patrón espacial definido, con ausencia de diferencias latitudinales y un leve gradiente longitudinal, positivo al océano, pero sin la evidencia de focos o núcleos de concentraciones altas en toda el área prospectada.



La clorofila-a integrada en la columna de agua (entre los 0 y 100 m de profundidad) mostró valores bajos, fluctuando entre los 5,6 y los 25,0 mg m⁻² (14,7 ± 4,43 mg m⁻²). La distribución de la clorofila-a integrada en la columna de agua reveló escasa variación latitudinal, con concentraciones comparativamente mayores hacia el sector norte de Los Vilos (> 20 mg m⁻²) y más bajas (< 14 mg m⁻²) en la región costera del sector centro-sur (Constitución-Talcahuano) y hacia el sur de Puerto Saavedra (Fig. 18b).

Los trabajos publicados que incluyen la distribución espacial de la clorofila-a considerando el término de la estación invernal (julio-septiembre) son escasos, concentrándose principalmente en cruceros de similar naturaleza (objetivos, extensión espacial y período) a la que involucra este informe (Bahamonde *et al.*, 1979; Osses & Blanco, 1991; Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1997; Núñez & Ortiz, 1998, 1999; Núñez *et al.*, 2000, 2001), ya que las mediciones de escala mediana (cientos de km, semanas) de clorofila-a en la región centro-sur de Chile han estado en su mayoría asociados al proceso estacional de surgencia costera que se verifica principalmente durante la primavera y el verano (Arcos, 1987; Arcos *et al.*, 1987; Peterson *et al.*, 1988; Daneri *et al.*, 2000).

El rango de concentración de clorofila-a descrito para este crucero fue significativamente menor al reportado para el año 2000 (Núñez *et al.*, 2001), donde se registraron biomásas fitoplanctónicas mayores a 2 mg m⁻³ hacia el sur de Punta Lavapié y focos de altas concentraciones de clorofila-a asociados a la región costera frente a Coquimbo y Los Vilos (> 6 mg m⁻³), presumiblemente vinculados con eventos locales de surgencia costera. No obstante lo anterior, los resultados de esta campaña son comparables con lo descrito para 1999 (Núñez *et al.*, 2000), donde se reporta un rango entre 0,1 y 0,8 mg m⁻³ para gran parte del área de estudio (a excepción del extremo sur donde en esa oportunidad las concentraciones fueron mayores) y, con lo reportado para el año 1977 (Núñez & Ortiz, 1998), con concentraciones que fluctuaron entre 0,2 y 1 mg m⁻³ en toda el área de estudio sin la detección de focos locales de mayor concentración. Los valores registrados en la actual prospección fueron también comparables con estudios invernales descritos para la evaluación acústica de jurel en la década de los 90, los que fluctúan entre 0,1 y 6,0 mg m⁻³, consistentemente con la fluctuación invernal de esta variable (Osses & Blanco, 1991; Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1999; 2000).



La situación descrita en este informe (término del invierno) contrasta con lo reportado para esta región durante el período estival, donde se han detectado altos valores de clorofila-a ($>20 \text{ mg m}^{-3}$) entre Cabo Carranza y San Vicente asociado al proceso de surgencia (Arcos & Salamanca, 1984) y, con lo reseñado por Troncoso & Núñez (1996) quienes detectan concentraciones de clorofila-a superficial fluctuando entre los 10 y 18 mg m^{-3} entre Cabo Carranza y Punta Lavapié, por Núñez *et al.* (1997) quienes describen valores entre 10-30 mg m^{-3} entre la desembocadura del río Itata y Punta Lavapié, y por Castro *et al.* (1997) quienes reportan concentraciones entre 1 y 9 mg m^{-3} para el mes de noviembre de 1996 en similar área de estudio.

Las figuras 19 (a,b) muestran la relación existente entre la clorofila-a superficial y la clorofila-a integrada entre los 0-100 m de profundidad y, la clorofila-a y la fluorescencia *in vivo*, obteniéndose coeficientes de determinación ($r^2 = 0,65$ y $r^2 = 0,75$, respectivamente), coeficientes comparables a lo reportados por Osses & Blanco (1991) y Osses *et al.* (1994) y Núñez *et al.* (1997, 2000) y Núñez & Ortiz (1998, 1999).

b) Transectas

Las secciones transversales de clorofila-a involucradas en este análisis, y que representan las zonas norte, centro-norte, centro-sur y sur del área de estudio fueron las transectas 2, 6, 9, 12, 16, 18, 21 y 26.

En consideración a los bajos valores de clorofila-a superficial e integrada en la columna de agua, propios del período invernal en el sector central y sur de Chile, las transectas de la región norte y centro norte (transectas 2, 6, 9 y 12) presentaron un patrón de distribución vertical muy similar, donde no se advierten núcleos subsuperficiales de concentraciones mayores y dominan las isólinas de 0,2 y 0,3 mg m^{-3} sobre los 50 m de profundidad a lo largo de la sección (Fig. 20).

Esta condición de bajos valores de biomasa fitoplanctónica se acentuó en las transectas correspondientes a la zona centro-sur (transectas 16 y 18), donde tampoco se evidencian núcleos subsuperficiales y, sobre los 50 m domina la isólinas de 0,2 mg m^{-3} (FIGURA 34). Por último, el sector sur (transectas 21 y 26) presentaron una condición similar a lo reseñado anteriormente, a excepción de la transecta 26, la cual presentó un núcleo subsuperficial (10 m) de concentraciones comparativamente mayores ($> 0,4 \text{ mg m}^{-3}$), dominando las estaciones costeras del transecto (Fig. 21).

Las transectas paralelas a la línea de costa, costera y oceánica (Fig. 22a, b), mostraron un patrón de distribución muy similar a lo reseñado en las cartas horizontales de clorofila-a superficial e integrada a lo largo del área de prospección, esto es, valores bajos ($< 0,5 \text{ mg m}^{-3}$) y una distribución sin variaciones laterales ni



latitudinales de importancia, con concentraciones de clorofila-a levemente superiores en el extremo sur del área de estudio y hacia el extremo oceánico (particularmente en la región norte). Concentraciones muy bajas ($< 0,1 \text{ mg m}^{-3}$) se detectaron bajo los 40-50 m de profundidad a lo largo de ambas transectas.

c) Perfiles verticales

La figura 23 muestra los perfiles verticales promedio de clorofila-a para cada una de las transectas realizadas, dando cuenta de la variabilidad intra-estaciones por transecta. En consistencia con lo ya descrito, los perfiles promedio reflejaron la ausencia de diferencia latitudinales y la escasa variabilidad lateral (costa-oceano) a lo largo del área de estudio.

4. Profundidad de la capa de mezcla (PCM) y base de la termoclina (PBT)

La profundidad de la capa de mezcla (PCM) en el área de estudio presentó un rango amplio de variación, fluctuando entre los 15 y los 83 m, con un valor promedio de $47,4 \pm 15,92 \text{ m}$ ($n= 53$ datos). La distribución horizontal de la PCM (Fig.24a) muestra los menores valores ($< 40 \text{ m}$) asociados a la región situada al norte de Constitución, a excepción de las estaciones situadas frente a Valparaíso que tuvieron una PCM comparativamente mayor (50 m). En cambio, entre Constitución y Tirúa la PCM fluctuó en torno a los 50 m, sin revelar diferencias laterales en los transectos, a excepción de las estaciones oceánicas de la transecta situada frente a Talcahuano que presentaron valores de PCM superiores a los 60 m. Asimismo, la transecta 18 situada a la cuadra de Punta Morguilla, presentó un claro gradiente costa-oceano, con PCM menores a 30 m en la región costera y mayores a 50 m en el sector oceánico de la transecta. Al sur de los 39°S la PCM se incrementa, sobrepasando los 70 m en las estaciones oceánicas situadas a la cuadra de Corral, para volver a disminuir a PCM menores a 40 en el extremo sur del área de prospección.

Por otra parte, la profundidad base de la termoclina (PBT) presentó un rango de variación entre los 27 y 110 m, con un valor promedio de $70,3 \pm 19,01 \text{ m}$ ($n= 53$ datos). La distribución espacial de la PBT se presenta en la figura 24b, que muestra la existencia de a) un gradiente latitudinal con valores centrados en los 60-70 m para la región norte (al norte de Talcahuano) y valores comparativamente mayores de PBT vinculados con la región sur, superando los 90 m de profundidad y, b) gradientes longitudinales, principalmente en las transectas situadas al norte de Constitución y, entre Punta Lavapié y Puerto Saavedra, con PBT menores en la región costera (50 m) y mayores hacia la región oceánica (70-80 m).

Los resultados descritos para la PCM y la PBT en este crucero son similares, al menos en el patrón de distribución espacial, a lo reportado para el crucero realizado



en el 2000 (Núñez *et al.*, 2001) en relación a la descripción de variaciones latitudinales y longitudinales en el área prospectada, así como también sigue el patrón reportado anteriormente para los años 1999 (Núñez & Ortiz, 2000) y 1997 (Núñez & Ortiz, 1998). No obstante se observa una recurrencia en el patrón espacial de estas dos estructuras verticales, este crucero presentó valores mayores de PCM (centrados en los 40 m) en la región norte, que contrasta con lo descrito en estudios previos (centrados en 20 m).

Asimismo, si bien la PBT siguió un patrón similar a lo registrado en estudios previos, esto es, la existencia de gradientes laterales y latitudinales de importancia, en este crucero los valores fueron levemente superiores (al menos en la región sur) a lo reportado para 2000 (Núñez *et al.*, 2001), pero menores al ser contrastados con los años 1997 y 1999, en cuyos casos se superó los 100 m de profundidad en gran parte del área de estudio.

En síntesis, salvo leves diferencias en el patrón de distribución espacial, tanto la profundidad de la capa de mezcla como la profundidad base de la termoclina exhiben un aumento hacia la región oceánica (gradiente lateral) y hacia el sur (gradiente latitudinal), situación que es coincidente con los resultados provenientes de otros cruceros de investigación realizados principalmente durante el otoño-invierno en el área de estudio (Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997; Núñez & Ortiz., 1999), y otros de mesoescala desarrollados entre los 35 y 37° de latitud Sur (Núñez *et al.*, 1997).

5. CONCLUSIONES

- La dirección y rapidez de los vientos predominantes durante el período de estudio presentaron gran variabilidad con intensidades que sobrepasaron, en promedio, los 10 nudos. La dirección predominante de los vientos fue desde el norte ($\approx 75\%$).
- La distribución vertical de temperatura presentó ausencia o muy débiles termoclinas, situación que se acentuó hacia la zona centro-sur y sur del área de estudio. En cambio, la distribución vertical de salinidad mostró fuertes gradientes laterales, particularmente en el sector sur, por efecto de dilución superficial. Se verificó haloclinas comparativamente más débiles en la región norte (entre los 40-120 m de profundidad), las que se extendieron en profundidad en las estaciones situadas al sur de los 38°S.



- Los valores de biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila-a) fueron bajos, significativamente menores a los descritos para el año 2000, pero comparables a los reportados para 1997 y 1999. La distribución espacial superficial de la clorofila-a no evidenció gradientes laterales ni latitudinales de clorofila-a superficial ni integrada en la columna de agua.

6. REFERENCIAS

- Arcos, D & 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, L. Castro & N. Navarro. 1987. Variabilidad vertical de clorofila-a en un área de surgencia frente a Chile central. *Invest. Pesq. (Chile)*, 34:47-55.
- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez & N. Silva. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe CORFO. *Ins. Fom. Pesq. Chile (AP 79 - 40)*.
- Blanco, J. & 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.
- Castro, L. , R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, R. Roa, M. Sobarzo & 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.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto & P. Dávila. 1995. Capítulo Oceanografía física en: Informe Final. Evaluación Hidroacústica de Jurelen la zona centro-sur, V a IX. Regiones. 220 pp. + Anexos.

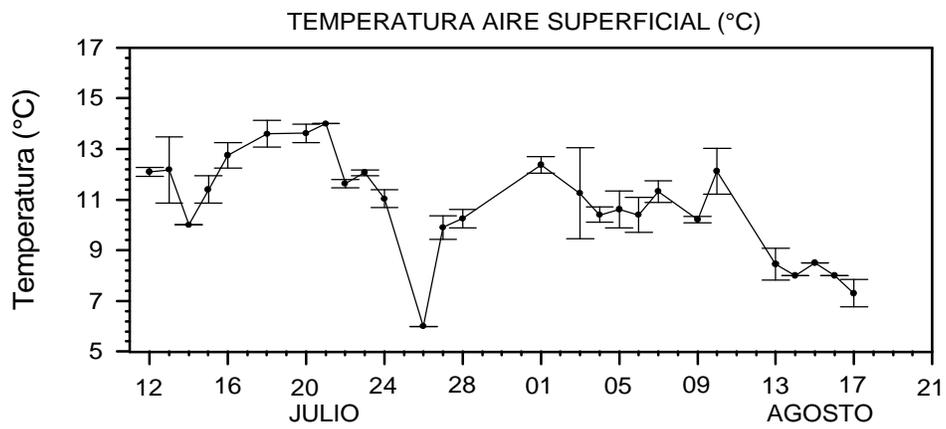


- Núñez, S., D. Arcos & F. Véjar. 1997. Informe Final Proyecto FI 95-11. Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos sardina común y anchoveta en la VIII Región. Capítulo Oceanografía Física. Fondo de Investigación Pesquera, 226 pp + Anexo de Figuras.
- Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, R. Quiñones & 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.
- Núñez, S., J. Ortiz & D. Arcos. 1998. Capítulo: Oceanografía física y química. *En*: Proyecto FIP 96-13 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX. 161 pp + Anexos.
- Núñez, S & 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 & 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. 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, J. Ortiz & 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.
- Osses, J. & 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 & C. Barrera. 1994. Capítulo: Oceanografía química. *En*: Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX. 219 pp + Anexos.

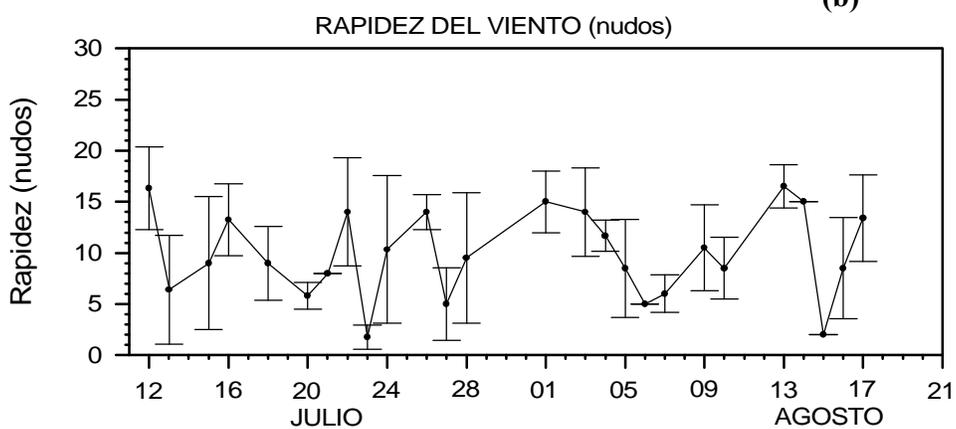


INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

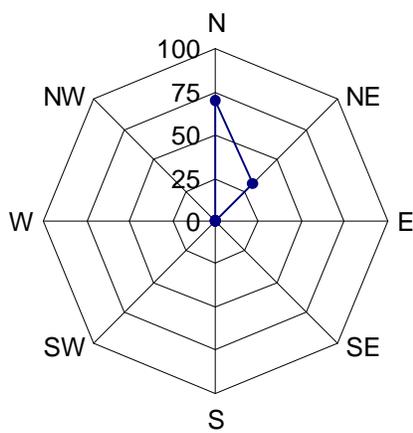
- Peterson, W.T., D. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson & P. Tiselius. 1988. The nearshore zone during coasta upwelling: daily variability and coupling between primary and sedondary production off central Chile. *Progr. Oceanogr.* 20:1-40.
- Rojas, R & N. Silva. 1996. Atlas oceanográfico de Chile. Vol. 1. 1º edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile, 130 p.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones & M. Sobarzo. 1994. Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.



(b)

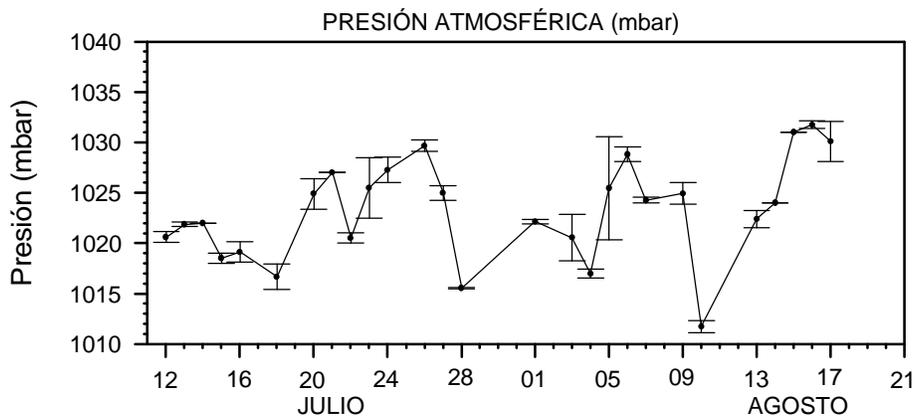


(c)

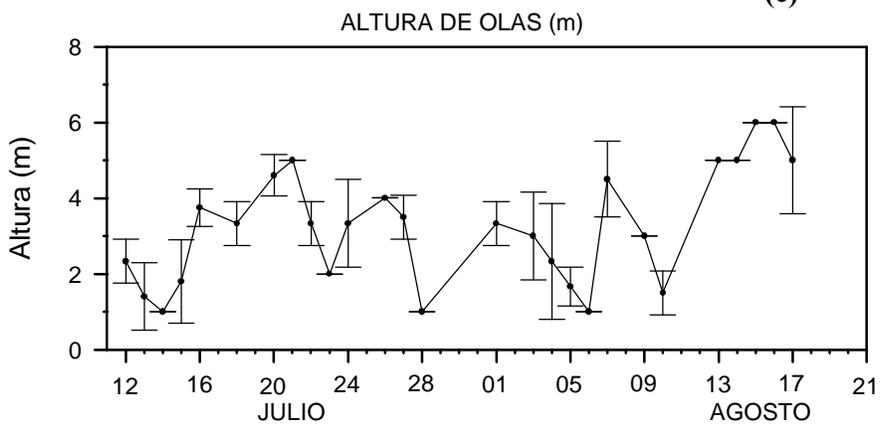


(d)

Figura 1. Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio (a) temperatura del aire (°C), (b) rapidez del viento (nudos) y (c) rosa de vientos.



(e)



(f)

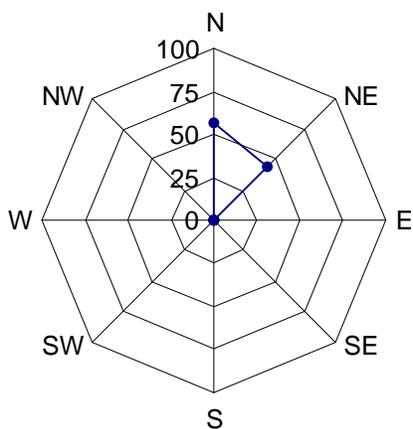


Figura 1. (continuación) Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio: (d) presión atmosférica (mb), (e) altura de olas (m) y (f) rosa de dirección de olas.

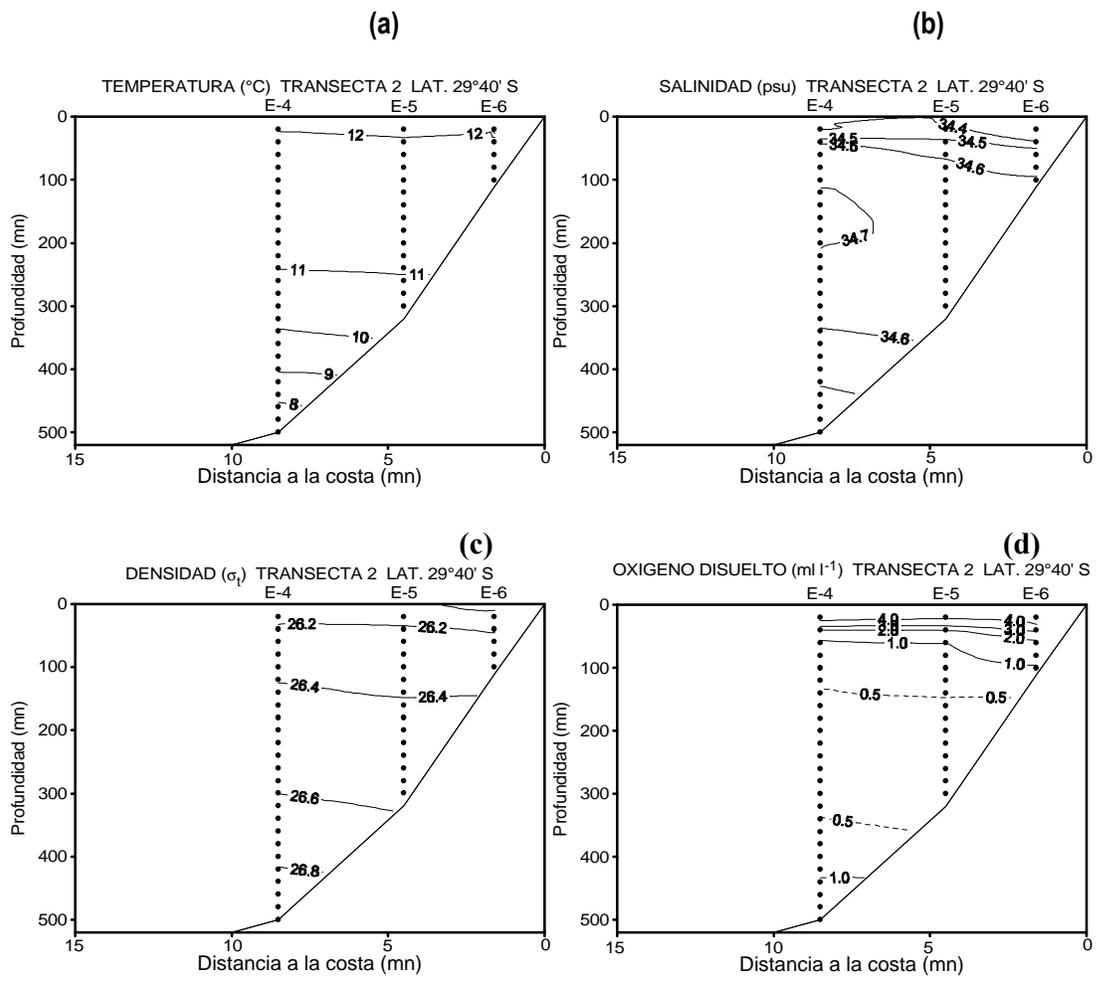


Figura 2. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 2.

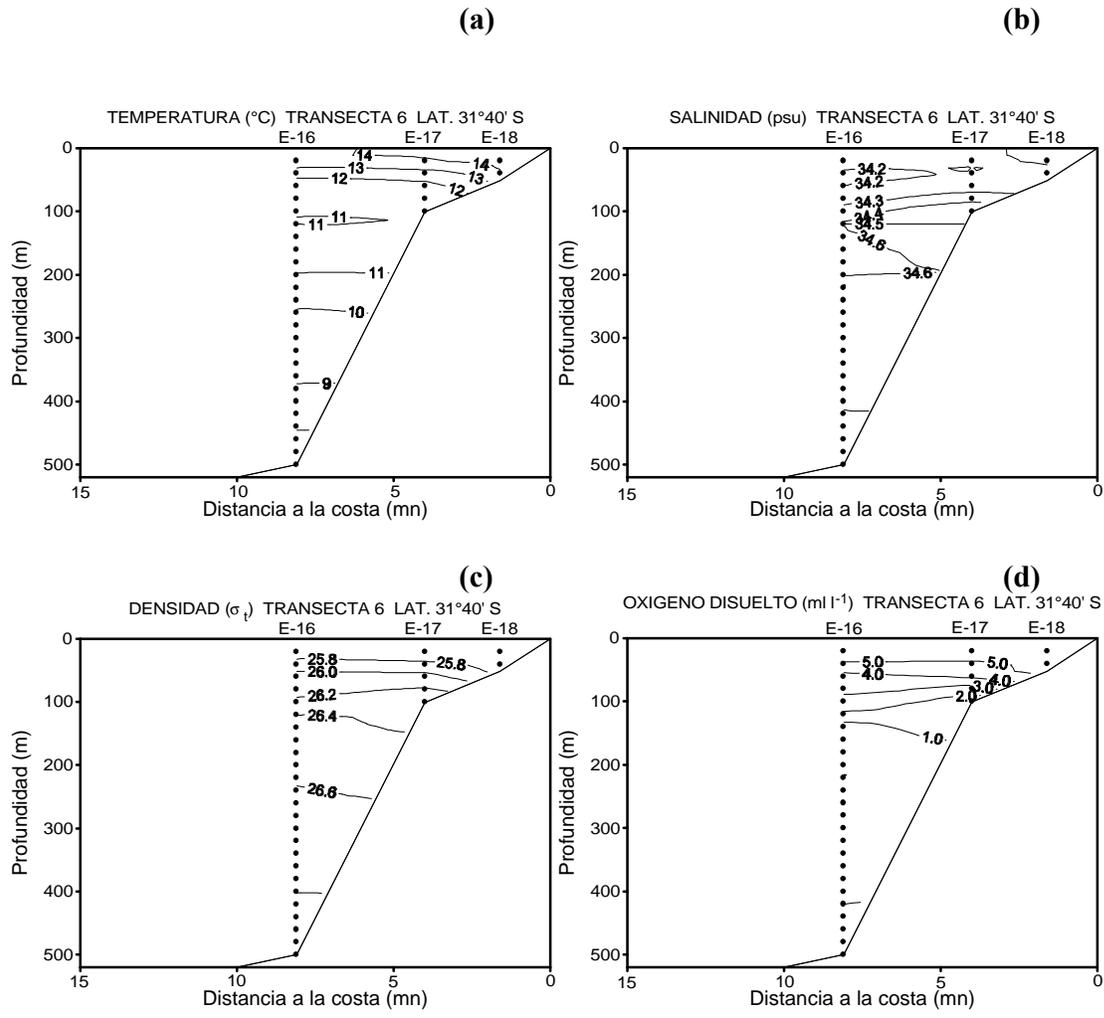


Figura 3. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 6.

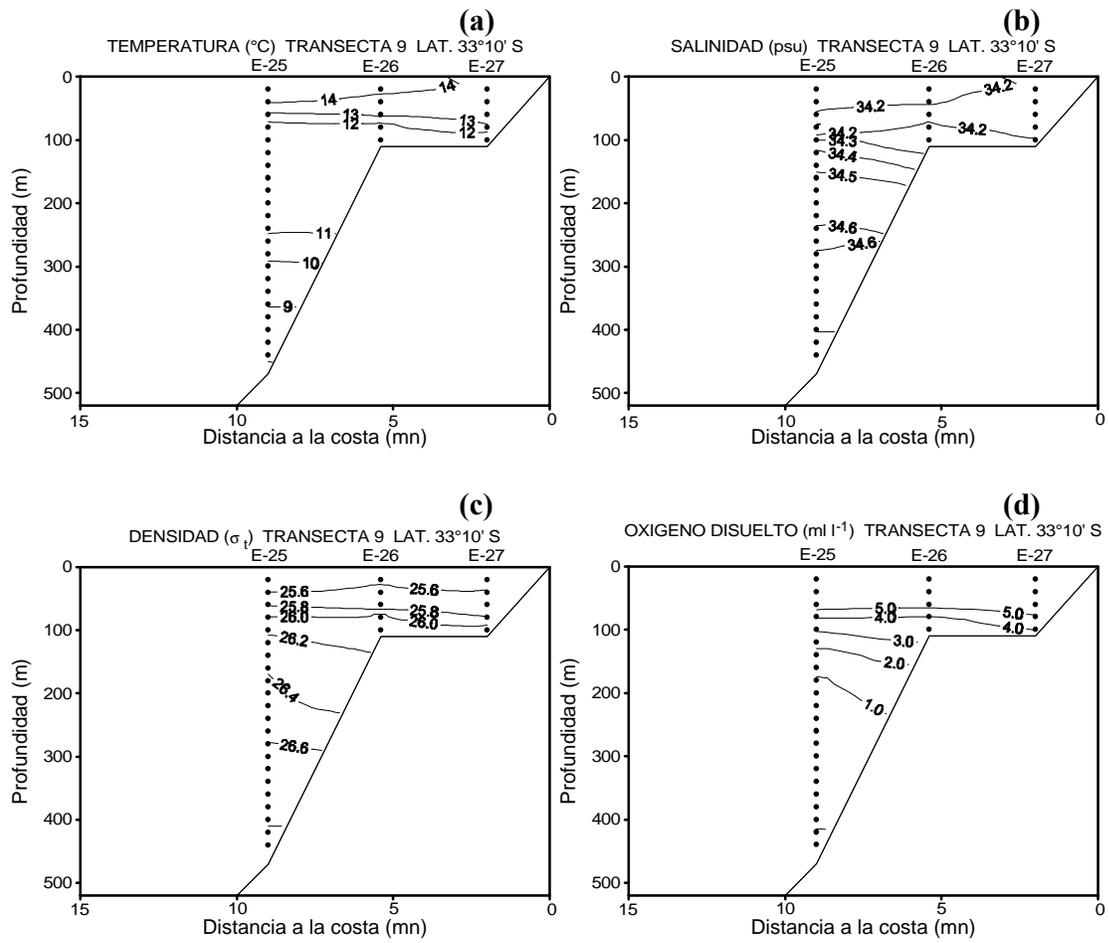


Figura 4. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 9.

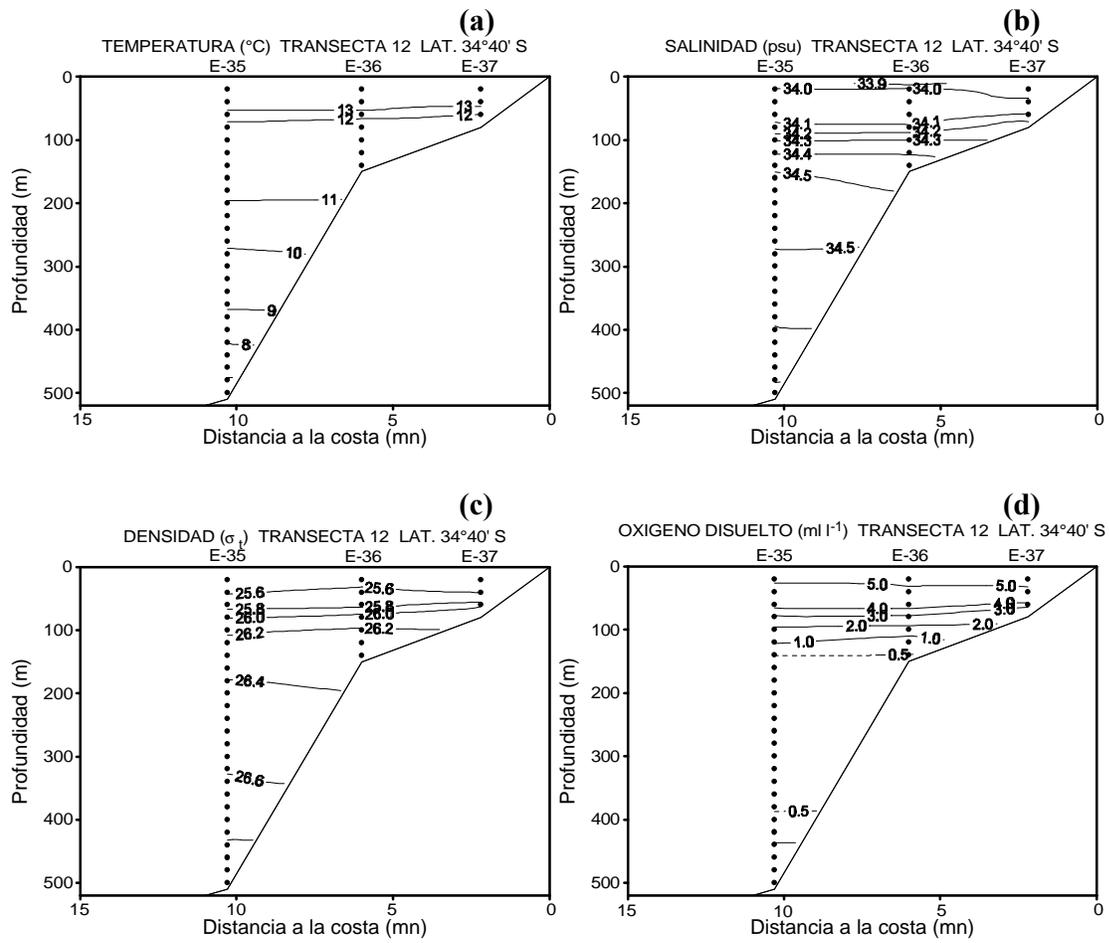


Figura 5. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 12.

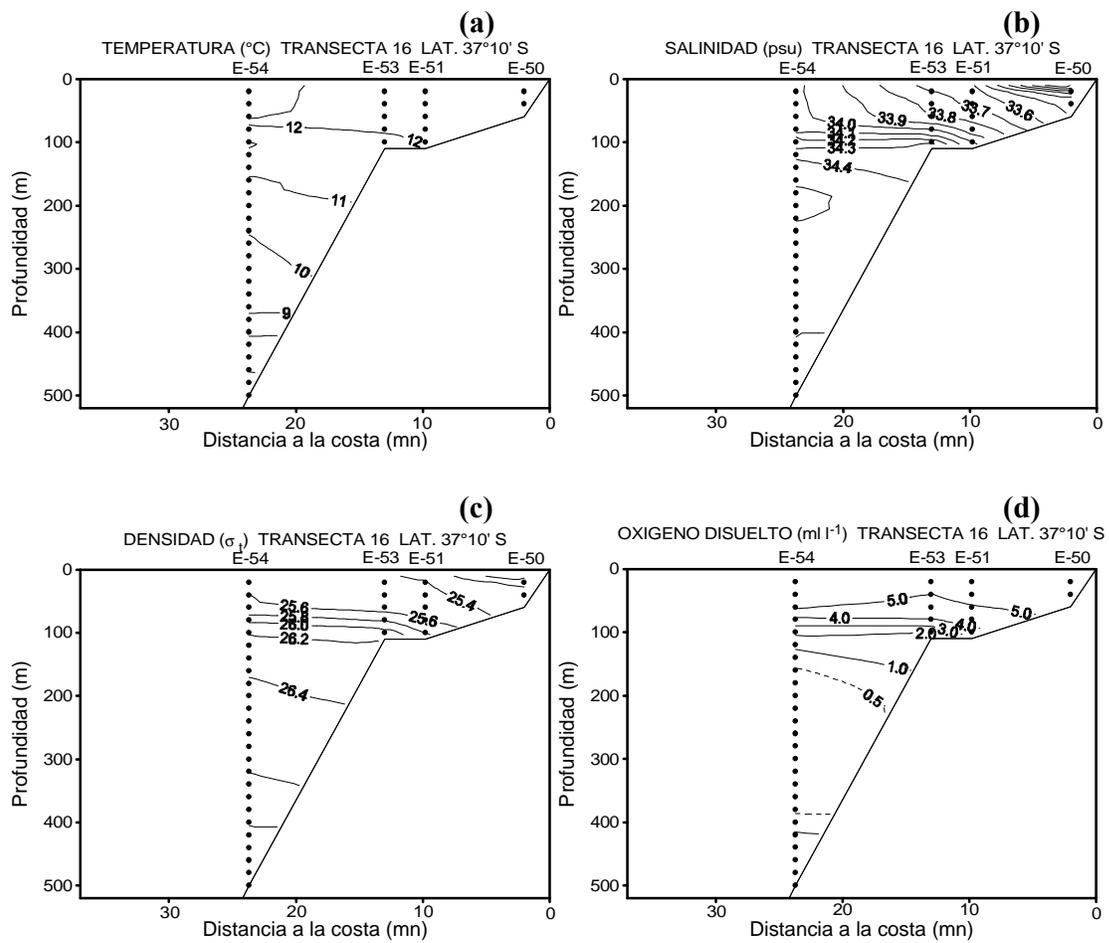


Figura 6. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 16.

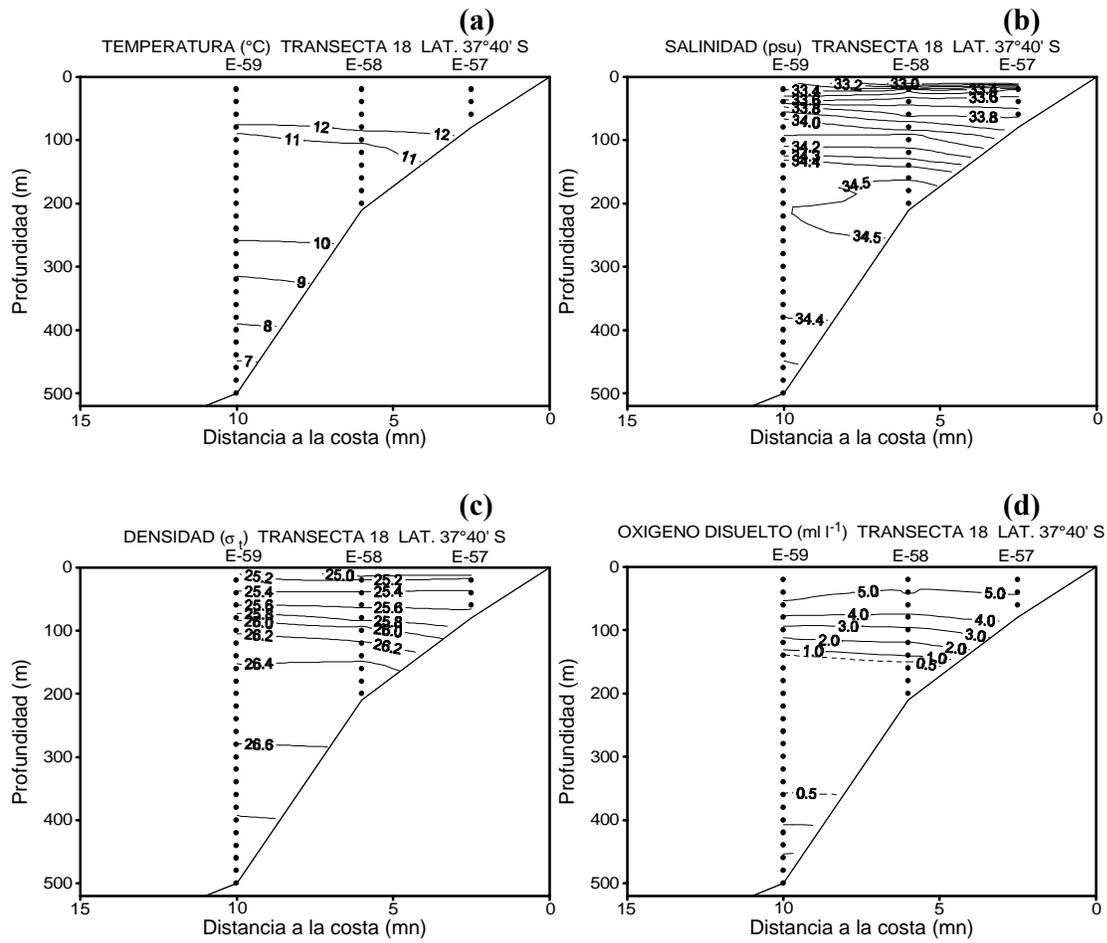


Figura 7. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 18.

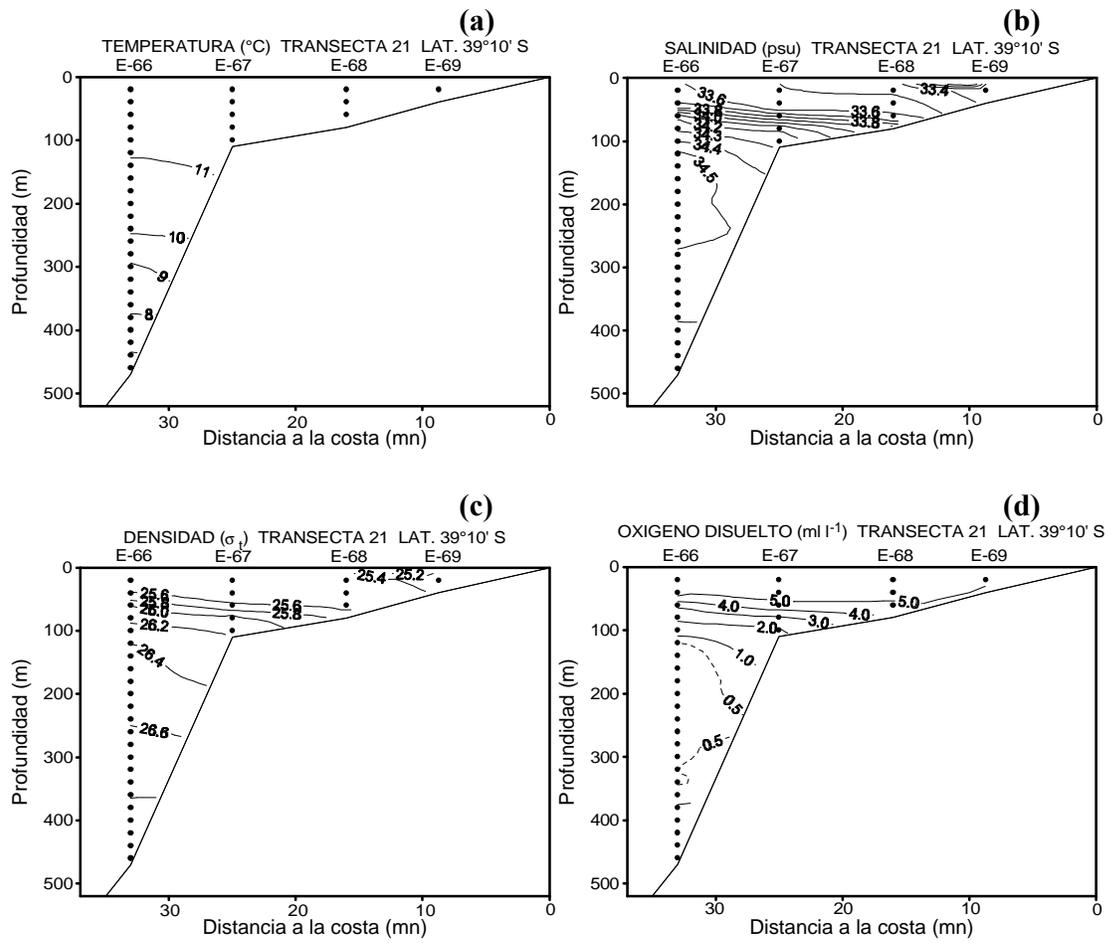


Figura 8. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 21.

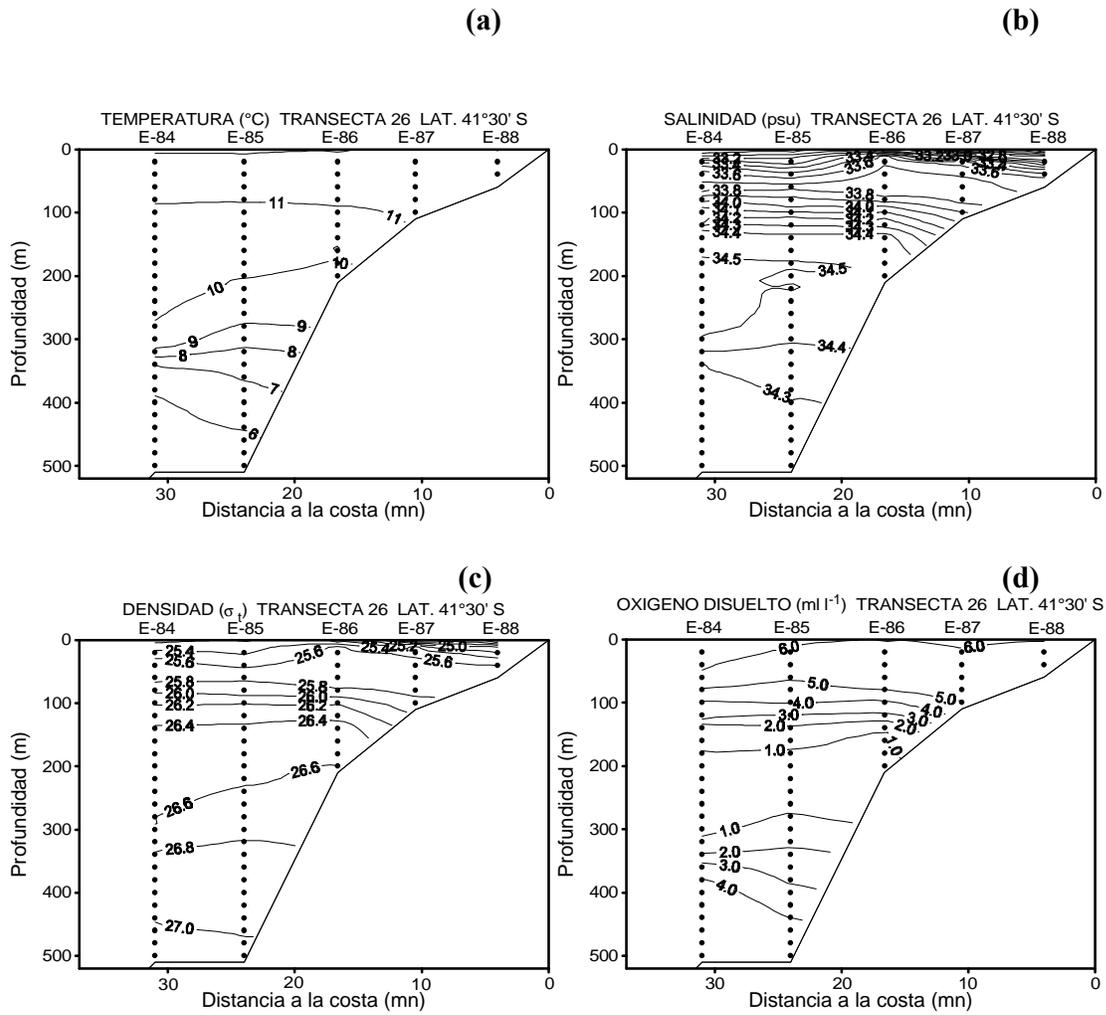


Figura 9. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml/l), en la transecta 26.

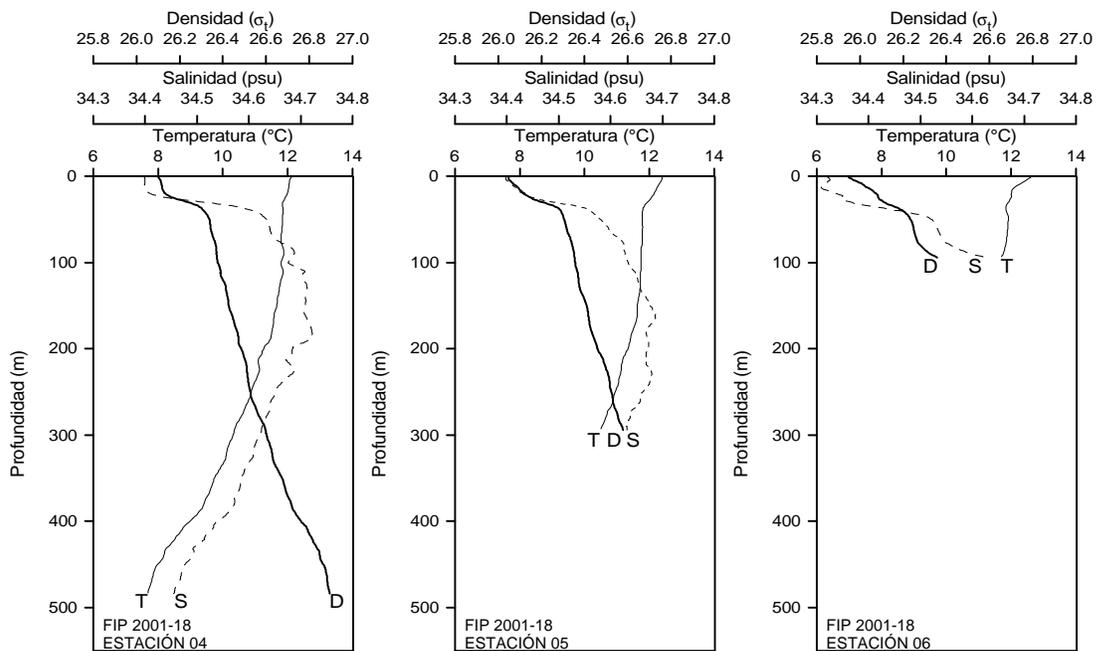


Figura 10. Perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad (σ_t) para las estaciones de la transecta 2.

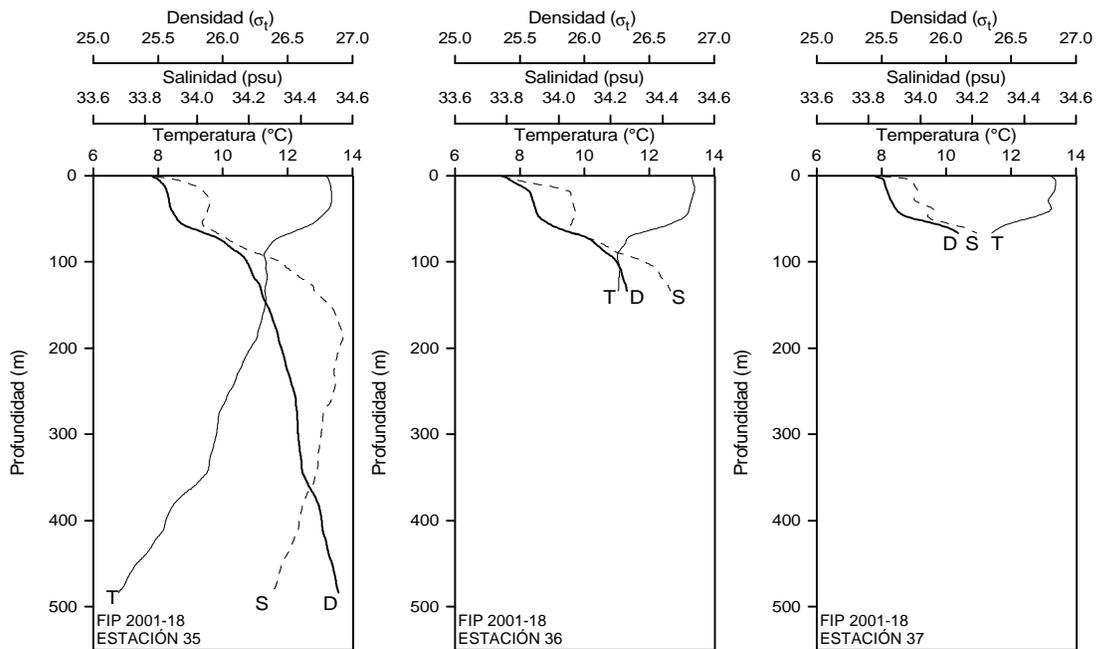


Figura 11. Perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad (σ_t) para las estaciones de la transecta 12.

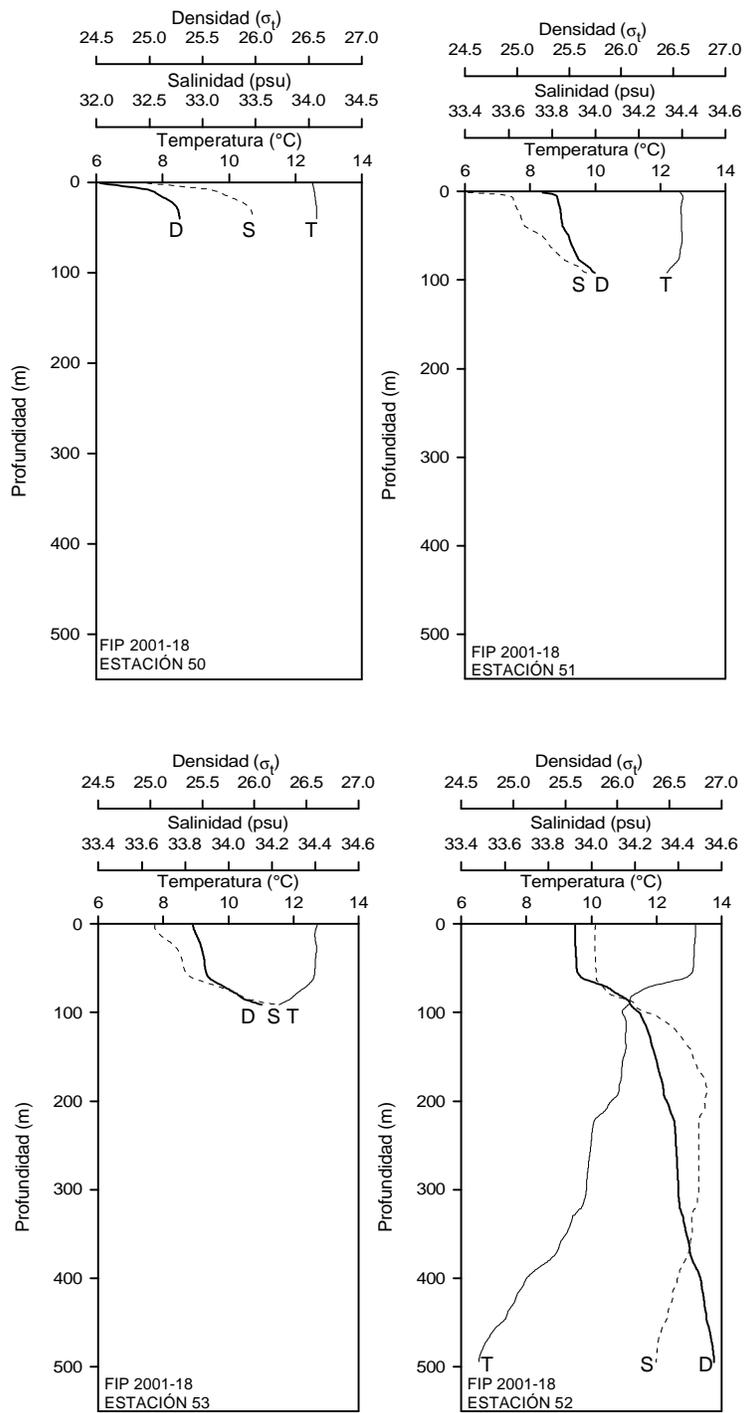


Figura 12. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu) y densidad (σ_t) para las estaciones de la transecta 16.

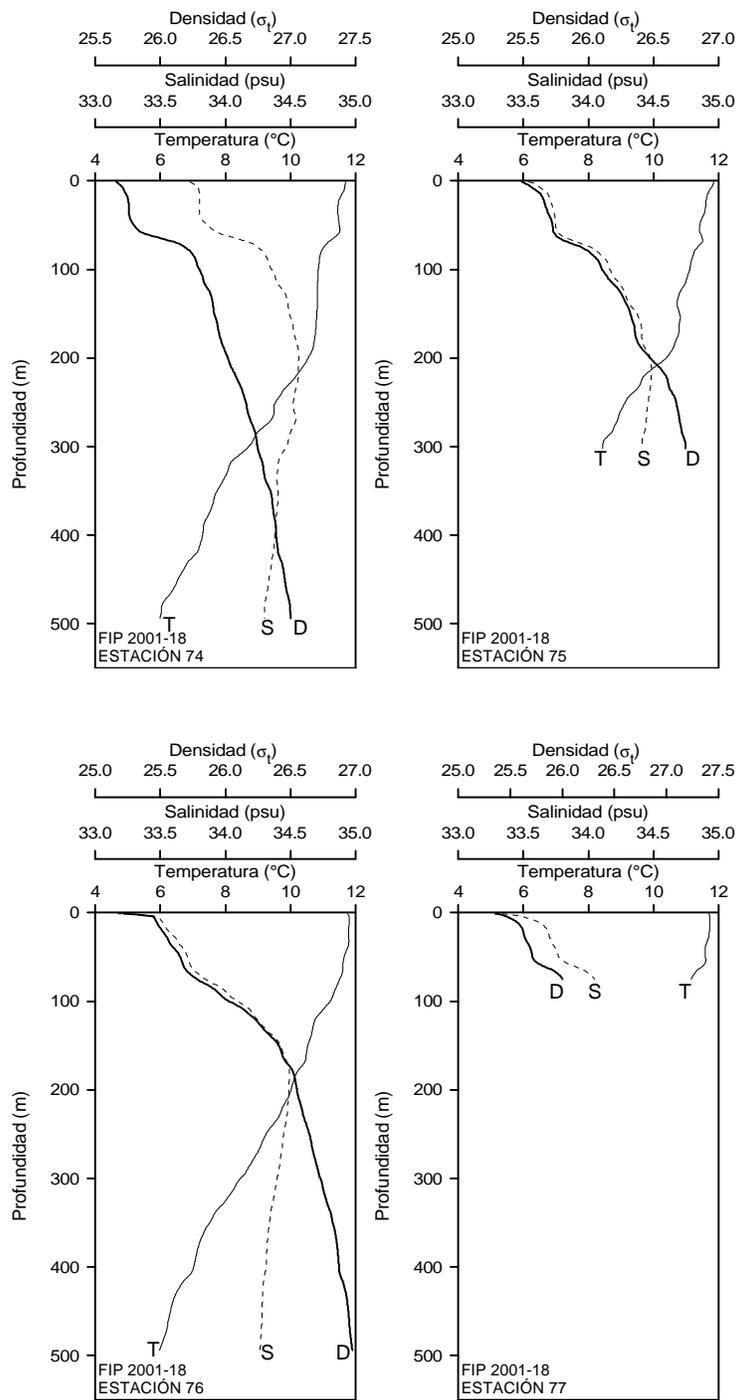


Figura 13. Perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad (σ_t) para las estaciones de la transecta 23.

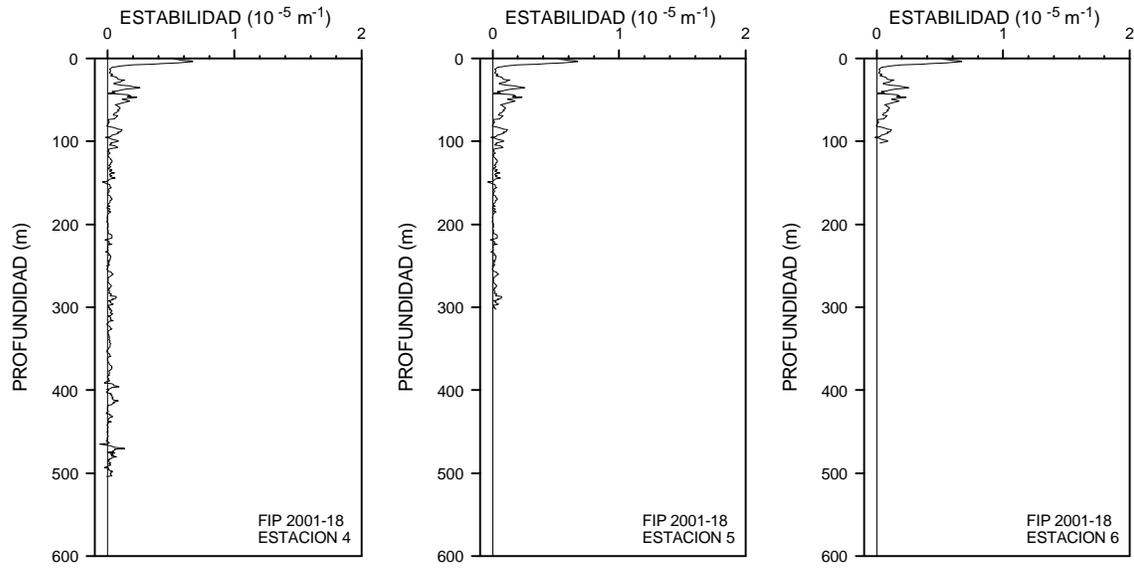


Figura 14. Distribución vertical de la estabilidad ($10^{-5} m^{-1}$) para las estaciones de la Transecta 2.

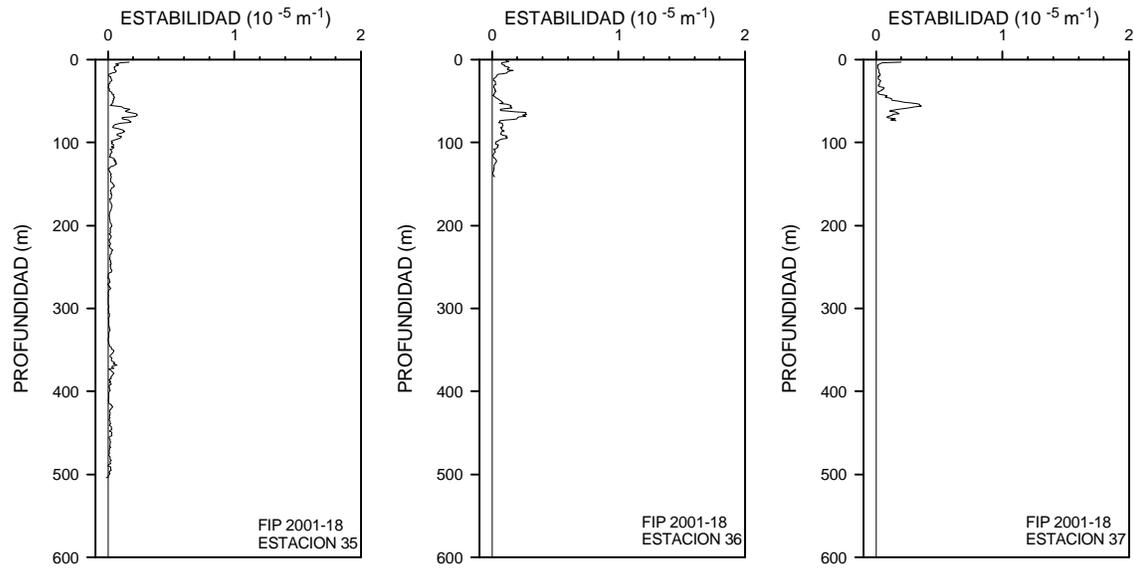


Figura 15. Distribución vertical de la estabilidad ($10^{-5} m^{-1}$) para las estaciones de la Transecta 12.

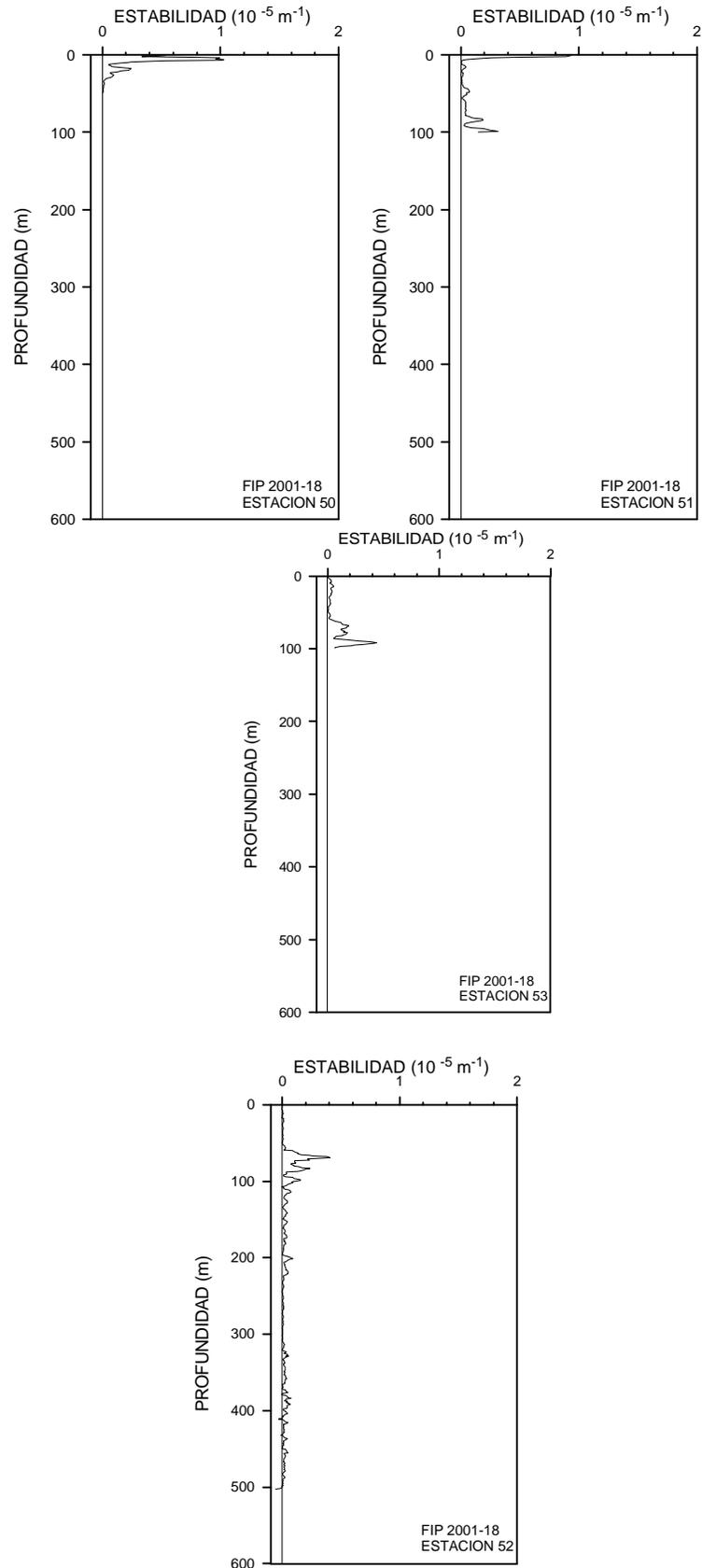


Figura 16. Distribución vertical de la estabilidad ($10^{-5} m^{-1}$) para las estaciones de la Transecta 16.

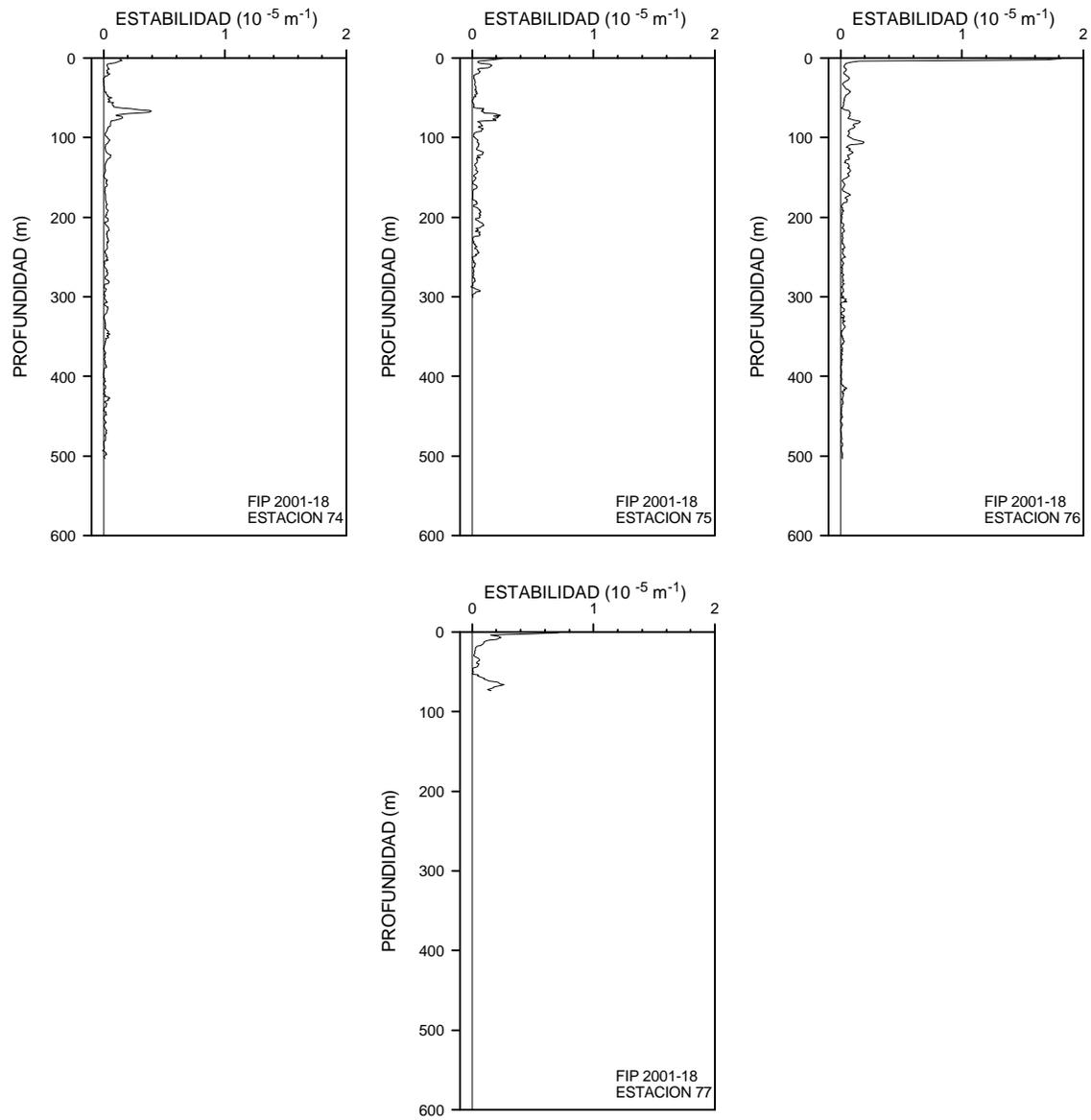


Figura 17. Distribución vertical de la estabilidad (10^{-5} m^{-1}) para las estaciones de la Transecta 23.

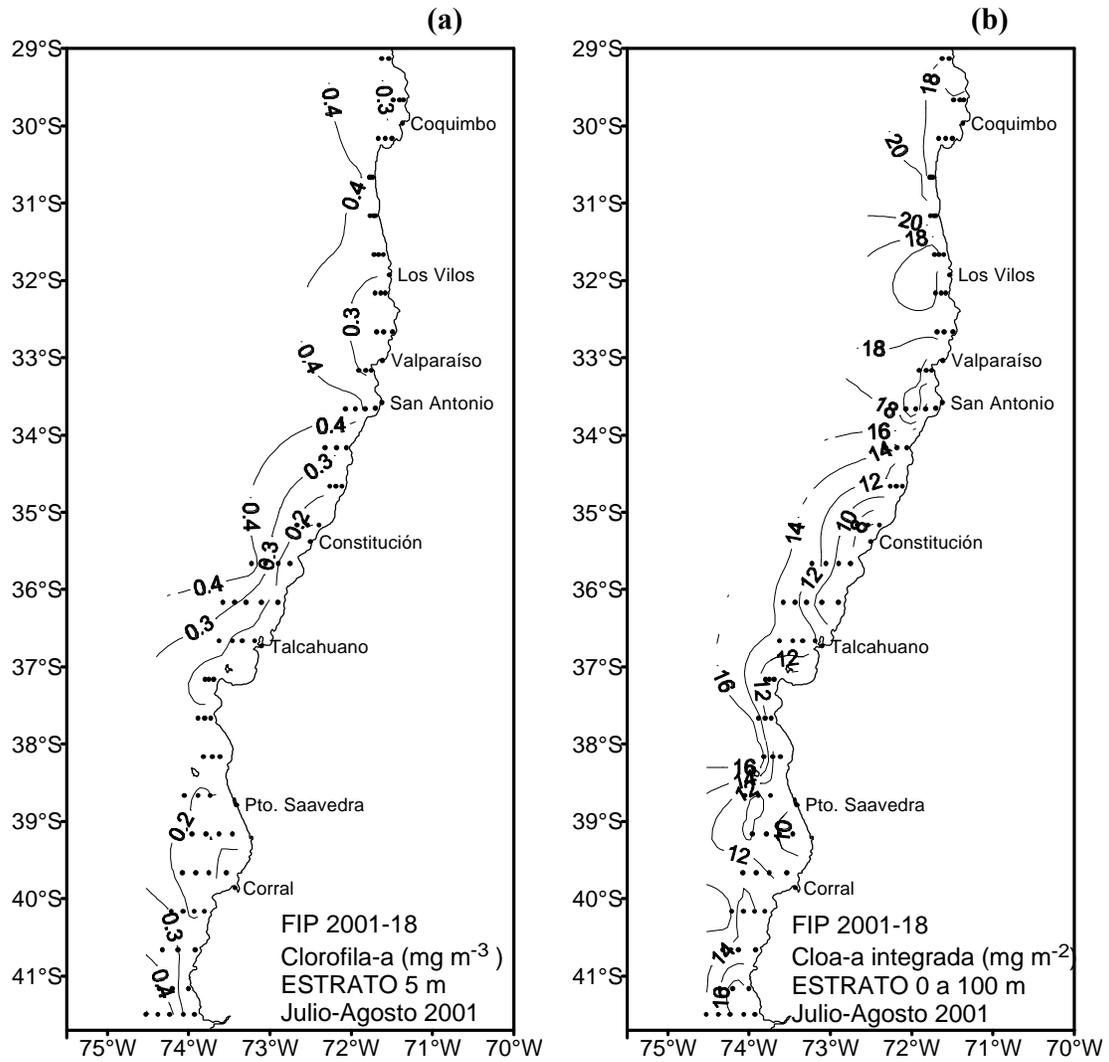


Figura 18. Distribución horizontal de (a) clorofila superficial, estrato de 5 m (mg m^{-3}) y (b) clorofila integrada (mg m^{-2}) entre la superficie y los 100 m.

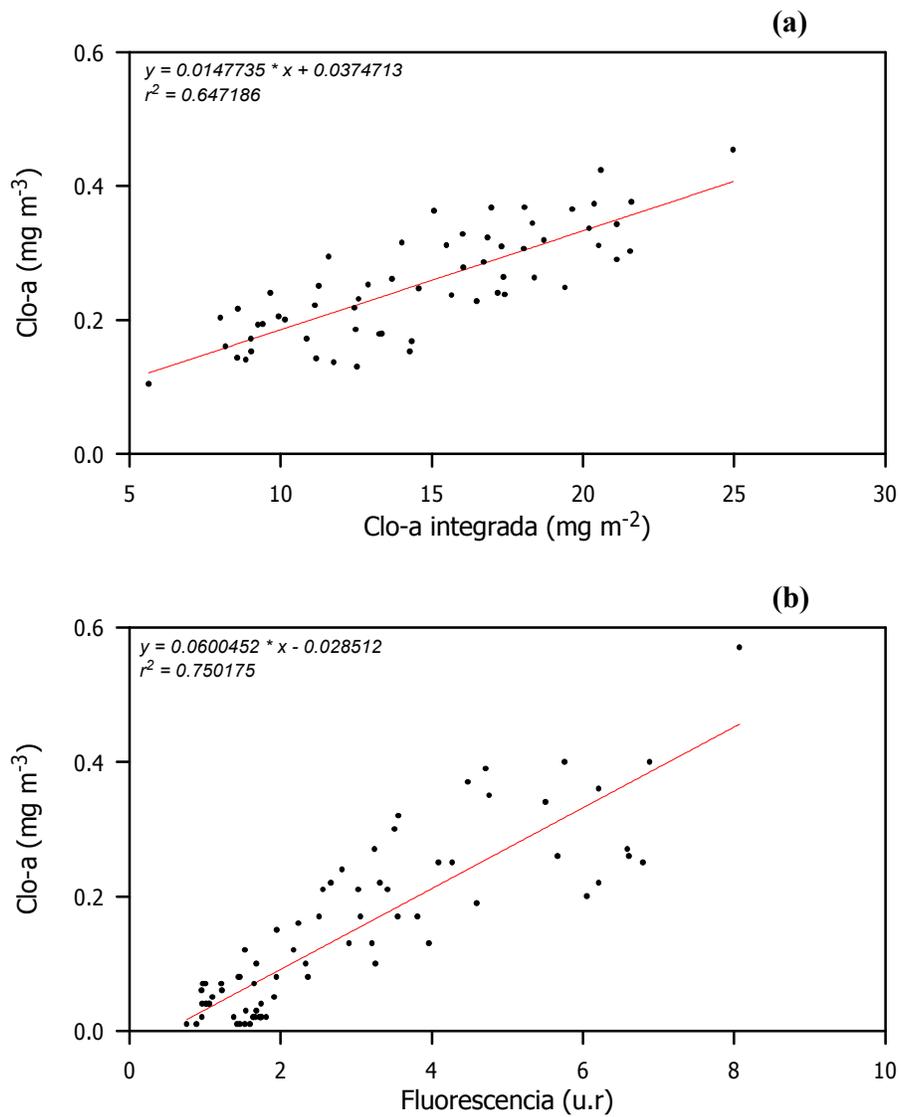


Figura 19. (a) Relación entre la clorofila-a superficial y la clorofila integrada entre 0 y 100 m, y (b) Relación entre la clorofila-a superficial y la fluorescencia *in vivo*.

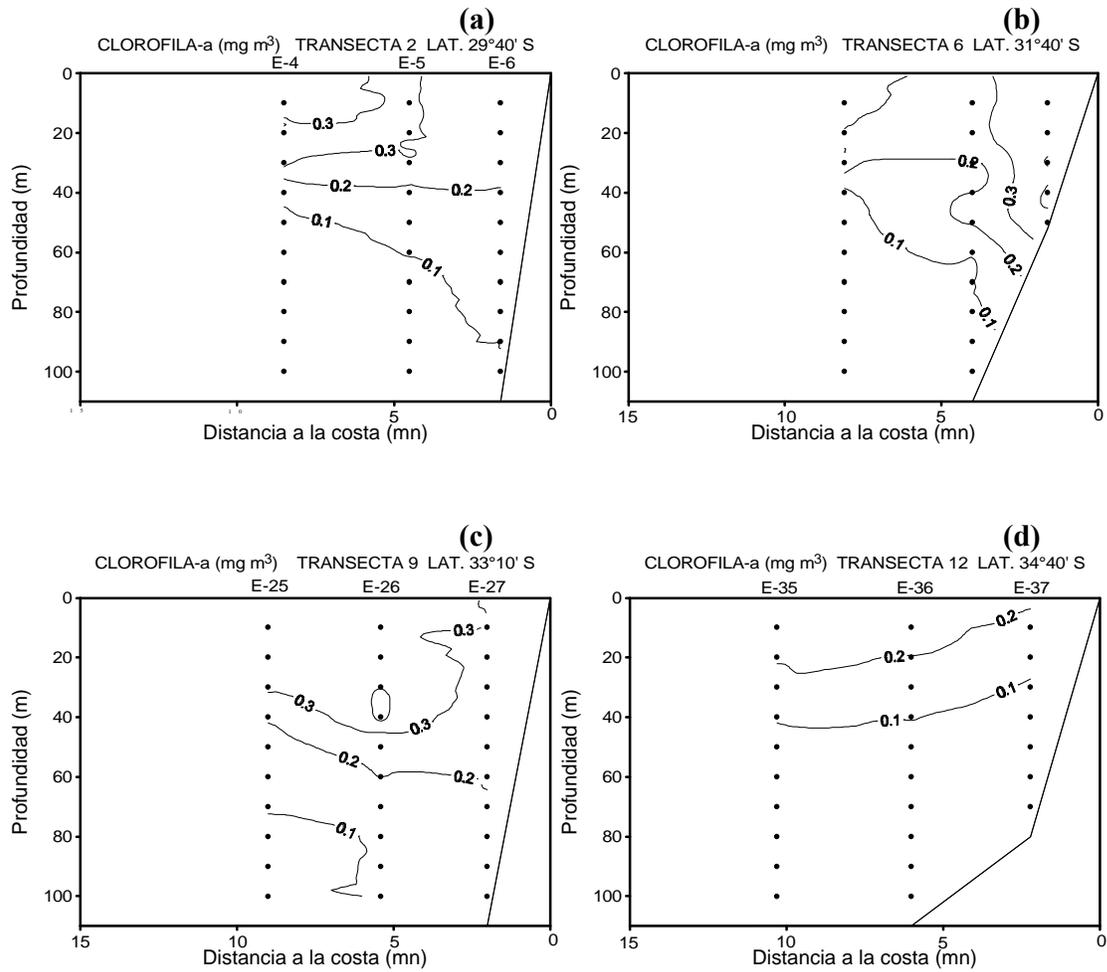


Figura 20. Distribución vertical de clorofila (mg m^{-3}) de : (a) transecta 2, (b) transecta 6, (c) transecta 9 y (d) transecta 12.

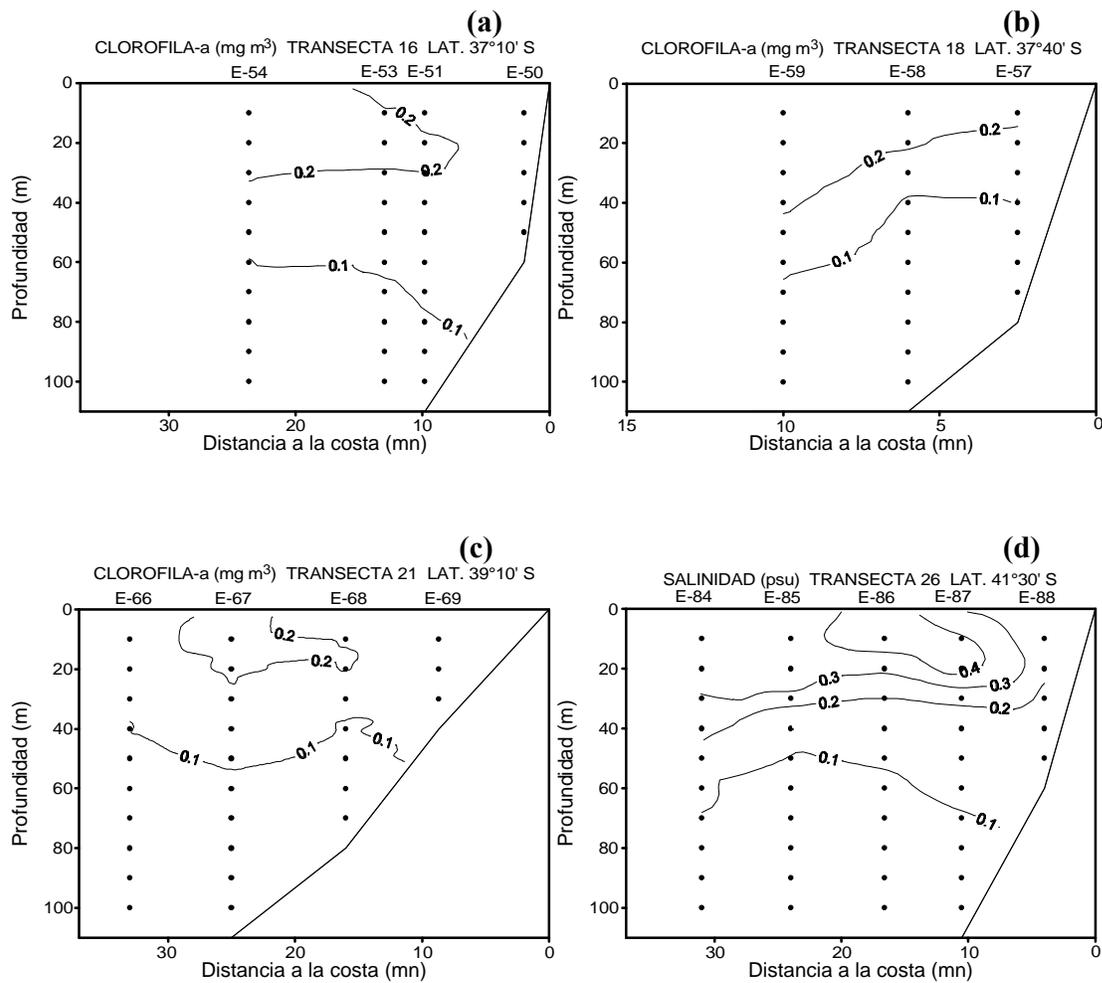


Figura 21. Distribución vertical de clorofila (mg m^{-3}) de : (a) transecta 16, (b) transecta 18, (c) transecta 21 y (d) transecta 26.

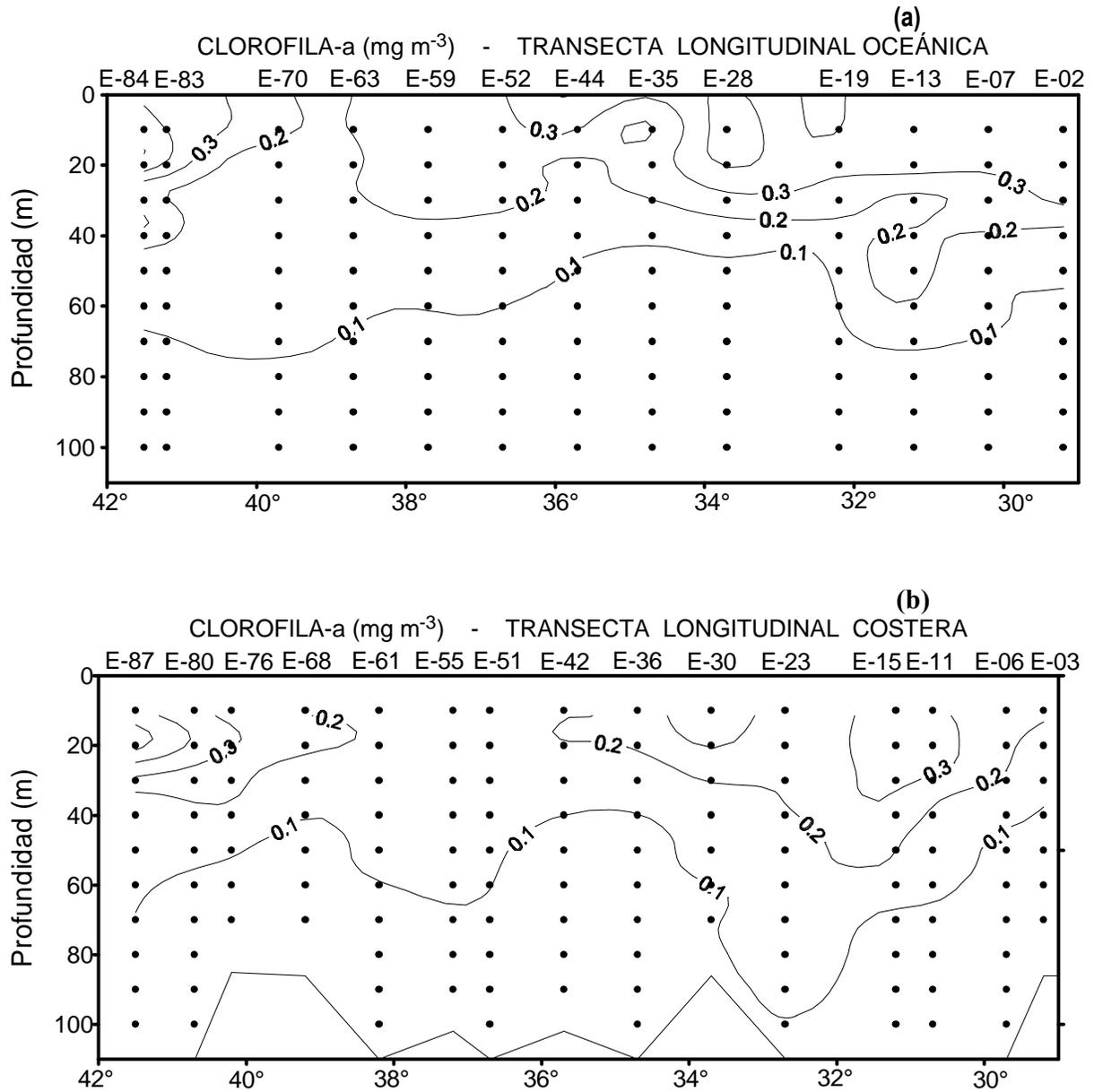


Figura 22. Distribución vertical de clorofila (mg m^{-3}) en: (a) transecta longitudinal oceánica y (b) transecta longitudinal oceánica.

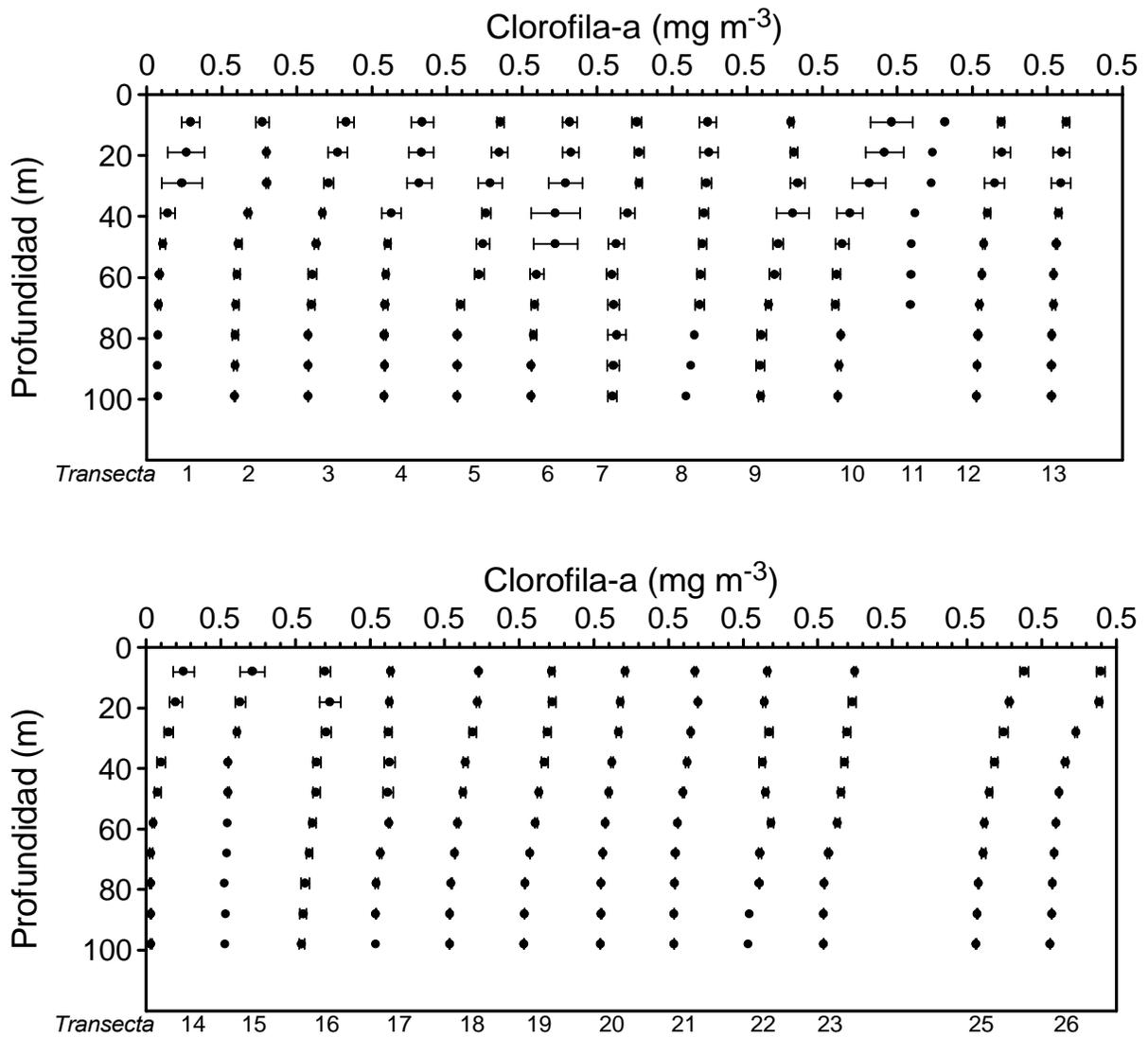


Figura 23. Perfiles verticales promedio de clorofila-a (mg m^{-3}) para las transectas 1 a la 13 (panel superior) y las transectas 14 a la 26 (panel inferior).

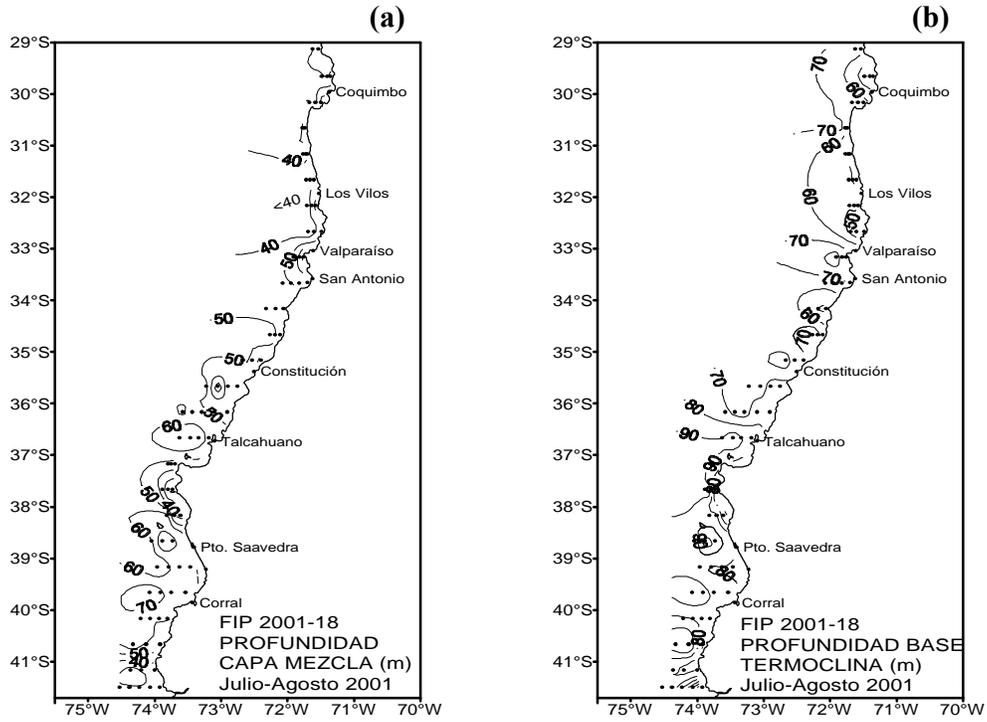


Figura 24. Distribución horizontal de: (a) profundidad de capa de mezcla (m) y (b) profundidad base de la termoclina (m).

A N E X O 2

Personal participante



PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

OBJETIVO 3.1 Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración de Informes	
Sergio Lillo	270	143	144	191	748
Marcos Espejo	96	96	27	44	263
Manuel Rojas	291	48	45	42	426
José Córdova	272	48			320
M. Angela Barbieri		18	48	18	84
Alvaro Saavedra	222	48	36	12	318
Víctor Correa	315				315

OBJETIVO 3.2 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.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración de Informes	
Vilma Ojeda	4	50	133	71	258
Renzo Tascheri	48	40	72	56	226
Ignacio Payá C.			45		45
Juan Olivares		330			330
Brunilda Menares	300				300
Sergio Lillo			4	33	37
Germán Bravo	430				430
Pablo Urrutia	430				430



OBJETIVO 3.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Fernando Balbontín	0	30	170	80	280
Ricardo Bravo	0	40	150	60	250
Luis Ossa	0	410	90	40	540
Felipe Paredes	0	410	90	40	540
Luis Rodríguez	0	180	70	20	270
Sergio Lillo	8	0	33	23	64

OBJETIVO 3.4 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Renzo Tascheri		24	96	66	186
Brunilda Menares	130				130
Sergio Lillo	4	8	30	46	88
Carlos Mendoza	430				430
Alvaro Garrido	430				430



OBJETIVO 3.5 Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recuso merluza común en el área y período del estudio.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Mauricio Braun	430	24	48	30	532
Hernán Miles		238			238
Guillermo Galindo		143			143
Sergio Núñez	60	85	150	90	385
Luis Cubillos			18	6	24
José Ortíz	200	120	105	80	505
Flor Vejar	150		135		285
Patricio Torres	150	85			235
Claudio Toro	150	85			235

OBJETIVO 3.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Alvaro Saavedra		174	96	41	311
Sergio Lillo	12	8	16	36	72
M. Angela Barbieri			24	9	33
Patricio Gálvez		72			72



**Sección Documentación,
Difusión y Biblioteca**

**IFOP
Valparaíso**