



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

**INFORMES TECNICOS FIP**

FIP - IT / 2001 - 02

INFORME : EVALUACION HIDROACUSTICA DE JUREL  
FINAL EN LA ZEE DE CHILE, MARZO 2001

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
EJECUTORA



## INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA  
FIP Nº 2001-02

# Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, marzo 2001

Enero

2 0 0 2



---

## **INFORME FINAL**

---

**FIP 2001 - 02**

**Evaluación hidroacústica  
de jurel en la ZEE ,  
marzo 2001**

Enero, 2002



#### **REQUIRENTE**

---

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP  
Presidente del Consejo:  
Felipe Sandoval Precht

#### **EJECUTOR**

---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP  
División Evaluación Pesquerías Nacionales:  
Guillermo Moreno Paredes  
Directora Ejecutiva:  
Juanita Gana Quiroz

• Enero, 2002 •



## **JEFE DE PROYECTO**

---

JOSÉ CÓRDOVA MASANES

## **AUTORES**

---

- *EVALUACIÓN HIDROACUSTICA*

JOSÉ CÓRDOVA  
MARÍA ANGELA BARBIERI  
MARCOS ESPEJO

- *OCEANOGRAFIA FÍSICA Y QUÍMICA*

SERGIO NÚÑEZ  
JOSÉ ORTÍZ

- *OCEANOGRAFIA PESQUERA*

JOSÉ CÓRDOVA  
MARÍA ANGELA BARBIERI  
SERGIO NÚÑEZ  
VICTOR CATASTI

- *PLANCTON*

MAURICIO BRAUN  
VIVIAN VALENZUELA

- *TROFODINAMICA*

PATRICIO TORRES  
SERGIO NÚÑEZ

- *BIOLOGÍA PESQUERA*

JOSÉ CÓRDOVA  
ALVARO SAAVEDRA

• Enero, 2002 •



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa por hidroacústica del jurel en la zona centro-sur, la distribución e indicadores biológicos del jurel, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribución del recurso. El crucero de investigación se realizó entre el 26 de mayo y el 18 de junio del 2001. La prospección abarcó el área entre Valparaíso (33° LS) y Corral (40° LS), desde las 5 millas de la costa hasta las 200 millas, esta se llevó a cabo con tres embarcaciones: el B/I "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el PAM "Don Julio" operado por la Pesquera "San José" y el PAM "Lider" operado por la Pesquera "El Quillay".

En la zona de estudio se efectuaron un total de 21 transectas, de las cuales 11 transectas tuvieron como límite occidental las 200 millas y 10 transectas alcanzaron las 100 millas en la zona de estudio. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75 y 100 mn en las transectas cortas y en las largas se adicionaron estaciones a las 130, 160 y 200 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se tomaron muestras de agua para la determinación de oxígeno, clorofila-a y realizaron pesca de plancton con lances oblicuos con redes Bongo. Asimismo, se estimó la densidad del agua ( $\sigma_t$ ), la anomalía geopotencial y estabilidad de las masas de agua.

La cuantificación del jurel se efectuó con los sistemas SIMRAD EK-500 (B/I "Abate Molina" y PAM "Don Julio") y EK-60 (PAM "Líder"), previamente calibrado, se empleó la frecuencia de 38 Khz, se recolectó información de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificación de los registros acústicos del jurel se



realizó por medio de dos métodos; el primero es la estimación del coeficiente volumétrico dispersión y el análisis de los coregistros, el segundo por la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificación. Además, cuando fue posible se consideró la composición de la captura registrada por las embarcaciones de la flota. Durante la prospección se realizaron 56 lances de arrastre de mediagua.

La biomasa estimada del jurel fue de 5.970.000 toneladas con un coeficiente de variación de 7,66% y una densidad de 113,42 t/mn<sup>2</sup>. Al comparar este resultado de la evaluación de la biomasa con el obtenido en el año 2000, se observa un aumento de un 6,6%, manteniendo la tendencia creciente registrada desde 1999 (4.100.000 t) y 2000 (5.600.000 t). Dicho incremento también se observa a través de un índice independiente del área (densidad) entre el año 2000 (85,89 t/mn<sup>2</sup>) y el 2001 (113,42 t/mn<sup>2</sup>). La abundancia numérica total fue de 31.250.395.075 ejemplares de jurel, agrupando bajo la talla mínima legal de 26 cm el 35,97% en número y 24,88% en peso, registrando un incremento respecto al año 2000.

En la zona de estudio no se identificaron sectores de alta densidad como años anteriores, sino más bien densidades bastante similares en toda el área prospectada. El jurel se localizó principalmente desde el sur de Topocalma (34° 40' LS) a norte de Corral (39° 40' LS), concentrando el 93,10% de la biomasa total estimada en la zona de estudio. En el sentido longitudinal, las zonas de mayor concentración de jurel no sobrepasaron las 160 mn de la costa, detectando en el sector sur bajos niveles de densidad hacia las 200 mn, asimismo se reportó ausencia del recurso al noroeste de la zona de estudio. Los antecedentes recopilados de la flota cerquera que indican la escasa presencia de jurel detectada por fuera del área de la prospección, lo anterior permite asegurar que gran parte de la abundancia de jurel estuvo dentro del área de estudio.



Batimétricamente, el jurel se ubicó entre los 10 a 220 m de profundidad, el 81,00% de las agregaciones reportaron entre 10 a 100 m. En el sector norte, el recurso estuvo principalmente concentrado entre las 20 a 120 mn, específicamente en San Antonio y Constitución las densidades más altas se reportaron entre 30 y 80 m de profundidad, en el área oceánica la presencia se reportó a menor profundidad 20 - 50 m. Para el sector central, tanto en el área costera como oceánica, el jurel se localizó entre los 10 y 220 m de profundidad, no observando la tendencia a registrar alta densidad en superficie hacia el sector oceánico norte. En el área sur, la distribución batimétrica fue mayor concentrando los ecotrazos entre 50 a 130 m en la costa y 60 a 140 m en el océano.

La distribución de tallas registrada en el crucero presentó tamaños entre 20 a 52 cm de longitud horquilla, una moda principal de 26 cm y una moda secundaria en 22 cm. El 99,33% de los individuos se concentran entre los 20 a 35 cm (3 a 6 años), con un escaso aporte (0,67%) de ejemplares sobre 40 cm.

El 16,00% de los estómagos presentó contenido estomacal. El espectro trófico alcanzó a 13 taxas, encontrándose preferentemente en los estómagos de jurel taxas de presas de eufáusidos y peces linternas. A diferencia de lo registrado en el año 1999, donde la presa de mayor importancia fueron los peces linternas, dominando en número, peso y frecuencia de aparición. En el año 2000 y 2001, las presas de mayor relevancia en número, peso y frecuencia fueron los eufáusidos al igual que lo observado en los cruceros efectuados en el período 1991-1994.

En la zona de estudio, el plancton estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 75,40%, seguido por quetognatos (6,52%), eufáusidos (3,62%) y salpas (3,35%). Los cuatro mayores grupos aportan en conjunto un 88,91% del total de zooplancteres cuantificados, lo cual es concordante con lo



registrado durante el período de otoño de 1997, 1998, 1999 y 2000, donde estos grupos representaron el 85,51, 86,08, 88,06 y 84,86%, respectivamente.

El análisis de los diagramas TS reveló, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanográficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; Aguas Subantártica (AASA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Antárticas (AIAA).

La distribución superficial de la temperatura del mar se destaca claramente el dominio de aguas de 13 °C en gran parte del área de estudio; las aguas son comparativamente más frías que las informadas para el año 2000, al encontrar hacia el sector norte la isoterma de 14°C y la ausencia de temperaturas mayores a 16°C. La salinidad reveló que la isohalina de 34,2 psu dominó en el sector norte del área de estudio, a diferencia de lo acontecido en el invierno del año 2000 donde estuvo restringida sólo al extremo norte, siendo similar a lo registrado en 1994.

En general, los resultados oceanográficos registrados durante el desarrollo del Crucero indican el establecimiento del grado de normalidad oceanográfica después de las consecutivas fluctuaciones cálidas-frías establecidas por el evento ENOS 1997-98 y el evento La Niña 1999, que estuvieron presentes en la zona de estudio.

El análisis de la cartografía elaborada a través de SIG muestra que en el área de estudio el 28% de los pixeles con presencia de jurel se presentaban entre la superficie y los 50 m de profundidad; el 43% se encontraba entre los 51 y 100 m; el 28% entre los 101 y 150 m, y sólo un 1% a profundidades mayor de 150 metros.



El jurel se distribuyó en la capa superficial donde la temperatura era de 11 a 15° C, la salinidad preferencial de 33,9 a 34,1 psu, el oxígeno de 4,5 a 6,7 ml/L y la densidad entre 24,8 y 25,8 sigma-t. En el plano de 50 m el jurel se distribuyó en aguas con una temperatura de 10 a 14° C, salinidad preferencial de 34,2 a 34,4 psu, oxígeno de 2,5 a 7,0 ml/L y una densidad entre 24,8 y 26,2 sigma-t. Asimismo, se presentó preferentemente en aguas en un rango de 300 a 2.700 eufáusidos /1000m<sup>3</sup>. El índices de Cramer indicaron que se presentaron asociaciones bajas y moderadas entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas.

Los resultados que indican una normalización de las condiciones oceanográficas en la zona, así como la tendencia creciente de la biomasa de jurel, sobre la base de una estructura de talla más fortalecida en talla menores, sugieren un mejoramiento de la estructura del stock respecto al año 2000. En este sentido, bajo un supuesto de población cerrada es posible proyectar para el año 2002 un crecimiento de carácter somático en el recurso, con un desplazamiento de la talla hacia un valor mayor

Finalmente, se agradece a las Empresas Pesqueras "San José" y "El Quillay" por participar con el PAM "Don Julio" y "Líder", así como por la actitud positiva de su personal de tierra y a bordo, que permitieron el desarrollo exitoso del presente estudio.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO .....	i
INDICE GENERAL .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xv
INDICE DE ANEXOS .....	xxiii
1. OBJETIVO GENERAL .....	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	1
3. ANTECEDENTES .....	3
4. METODOLOGIA DE TRABAJO .....	7
4.1 Aspectos generales del crucero .....	7
4.2 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio .....	9
4.2.1 Diseño de muestreo .....	9
4.2.2 Calibración electroacústica .....	11
4.2.3 Información acústica .....	12
4.2.4 Análisis de la información acústica .....	13
4.3 Biomasa total del recurso jurel en el área de estudio .....	16
4.3.1 Cálculo de la constante de eointegración ( $C_b$ ) .....	16
4.3.2 Cálculo de la biomasa y su varianza .....	17
4.3.3 Clave Edad – talla .....	30
4.3.4 Medida de precisión del estimado .....	32
4.4 Distribución del zooplancton en el área de estudio .....	34
4.4.1 Colecta de información .....	34



4.4.2	Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas -----	35
4.4.3	Biomasa zooplanctónica total-----	38
4.5	Composición de los principales ítemes alimentarios del jurel -----	39
4.5.1	Obtención de las muestras -----	39
4.5.2	Análisis de la información -----	39
4.6	Fauna acompañante-----	48
4.6.1	Pesca de identificación -----	48
4.6.2	Reconocimiento y proporción fauna acompañante -----	51
4.7	Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio -----	51
4.7.1	Diseño general del muestreo. -----	51
4.7.2	Análisis de las muestras y de la información -----	54
4.7.3	Información meteorológica-----	56
4.7.4	Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio----	56
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS -----</b>	<b>61</b>
5.1	Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio -----	61
5.1.1	Calibración electroacústica -----	61
5.1.2	Descripción de estructuras espaciales en la información acústica-----	63
5.1.3	Distribución geográfica del recurso-----	66
5.1.4	Distribución batimétrica del recurso -----	67
5.2	Biomasa total del recurso jurel-----	69
5.2.1	Constante de ecointegración ( $t^{\circ}mn^{-2}Sa^{-1}$ )-----	69
5.2.2	Biomasa total del jurel -----	73
5.3	Distribución y composición del plancton -----	79
5.3.1	Composición y abundancia del zooplancton-----	79
5.3.2	Distribución del zooplancton-----	83
5.3.3	Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos -----	86
5.3.4	Biomasa zooplanctónica-----	86
5.4	Composición de los principales ítemes alimentarios del jurel en el área de estudio -----	88



5.4.1	Importancia de las presas	90
5.4.2	Similitud trófica	93
5.4.3	Ración diaria de alimento (RD) y su relación consumo/biomasa (Q/B)	94
5.4.4	Selectividad de Presas por Tamaño (Ursin, 1973)	95
5.4.5	Selectividad de jurel de acuerdo a la oferta ambiental (Chesson, 1978)	97
5.5	Fauna acompañante y proporciones en pescas de identificación	98
5.5.1	Pesca Comparativa	98
5.5.2	Resultados de los lances de pesca	101
5.5.3	Proporción y composición fauna acompañante	106
5.6	Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio	107
5.6.1	Batimetría de la zona de estudio	107
5.6.2	Condiciones meteorológicas	107
5.6.3	Muestreo regular	111
5.6.4	Relaciones espaciales de la distribución y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanográficas	157
6.	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>169</b>
7.	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>179</b>
7.1	Acústica	179
7.2	Pesca	181
7.3	Sección trofodinámica	182
7.4	Sección oceanografía	183
7.5	Plancton	186
7.6	Asociaciones	188
8.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>191</b>

**FIGURAS**

**ANEXO**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Agregaciones de jurel por categorías.
- Tabla 2. Clasificación de grupos zooplanctónicos Bodenheimer 1955.
- Tabla 3. Clasificación de jurel por grupos de tamaño de jurel definidos cada 5 cm de longitud de horquilla (LH).
- Tabla 4. Información de los lances de pesca realizados por B/I Abate Molina y PAM Lider y Don Julio (mayo–julio 2001).
- Tabla 5. División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas realizadas en cada sector.
- Tabla 6. Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular (mayo – junio 2001).
- Tabla 7. Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.
- Tabla 8. Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.
- Tabla 9. Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.
- Tabla 10. Frecuencia de presencia de cardúmenes (en %) por milla recorrida por cruceros
- Tabla 11. Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos (mayo-junio 2001).
- Tabla 12. Abundancia en número y en peso a la talla de jurel.



- Tabla 13. Análisis de Chi Cuadrado para las distribuciones de talla de jurel (mayo – junio 2000).
- Tabla 14. Parámetros y estadística básica de la relación  $W=a*L^b$  y t students, para B/I “Abate Molina y PAM Lider y Don Julio (mayo-junio 2001).
- Tabla 15. Parámetros y estadística básica de la relación  $W=a*L^b$  para zona de estudio (mayo-junio 2001).
- Tabla 16. Clave edad – talla del crucero.
- Tabla 17. Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 18. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel.
- Tabla 19. Análisis comparativo de las frecuencia de ocurrencia y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos en los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Tabla 20. Abundancia zooplanctónica de los grupos analizados en las prospecciones de otoño en 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Tabla 21. Número total de estómagos muestreados y con contenido estomacal por lance de pesca (mayo-junio 2001).
- Tabla 22. Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel (mayo – junio 2001).
- Tabla 23. Índice de importancia relativa (IIR) por grupos de tamaño de jurel (mayo - junio 2001).
- Tabla 24. Índice de importancia relativa (IIR) por agrupaciones de lances de pesca (mayo - junio 2001).



- Tabla 25. Tiempo de digestión (en días), Peso promedio de la presa (en %), ración diaria (en % del peso corporal), razón consumo biomasa (Q/B) y razón consumo biomasa porcentual respecto del total de las presas, en el período y área de estudio.
- Tabla 26. Índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (U), desviación estándar y tamaño de la presa en porcentaje (t%) (mayo-junio 2001).
- Tabla 27. Índice de selectividad de Chesson (alfa) por sector circulares de 50 mn, para copépodos, eufáusidos, ostrácodos y anfípodos (mayo-junio 2001).
- Tabla 28. Chi cuadrado de prueba estadística DHG para ambas embarcaciones.
- Tabla 29. Información de captura en peso de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/I Abate Molina y PAM Lider y Don Julio en el crucero de evaluación de jurel (mayo-junio 2001).
- Tabla 30. Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/I Abate Molina y PAM Lider y Don Julio en el crucero de evaluación de jurel (mayo-junio 2001).
- Tabla 31. Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.
- Tabla 32. Coeficientes Cramer's de la cartografía de distribución de jurel, respecto variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 m.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de transectas. Crucero 0005.
- Figura 2. Embarcaciones y equipo acústico de evaluación.
- Figura 3. Distribución espacial de la abundancia de jurel. Crucero 0005.
- Figura 4. Correlogramas por sectores. a) norte; b) centro y c) sur.
- Figura 5. Variogramas para la zona de estudio. a) zona oceánica y b) zona costera.
- Figura 6. Distribución batimétrica de jurel por categorías y sectores. a) norte; b) centro y c) sur.
- Figura 7. Distribución de tallas de jurel. a) 1997, b) 1998, c) 1999 d) 2000 y e) 2001.
- Figura 8. Distribución de tallas por sectores a) zona norte; b) zona centro y c) zona sur.
- Figura 9. Relación longitud-peso a) machos, b) hembras y c) ambos sexos.
- Figura 10. Distribución y abundancia de Copépodos durante los cruceros otoñales de 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 11. Distribución y abundancia de Quetognatos durante los cruceros otoñales de 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 12. Distribución y abundancia de eufáusidos. Crucero durante los cruceros otoñales de 1998, 1999, 2000 y 2001.



- Figura 13. Distribución latitudinal de Eufáusidos en otoño de 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 14. Distribución y abundancia de salpas durante el crucero otoñal 2001.
- Figura 15. Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño 2001.
- Figura 16. Distribución de la biomasa zooplanctónica para los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 17. Dendogramas de similitud trófica en jurel por grupos de tamaño (a) y por subzona (b).
- Figura 18. Agrupación de lances de pesca en sectores circulares de 50 mn de radio.
- Figura 19. Distribución geográfica de lances de pesca en la zona de estudio.
- Figura 20. Batimetría global de la zona de estudio.
- Figura 21. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio a) presión atmosférica, b) altura y dirección de olas, c) rapidez del viento y d) rosa de vientos. Sector Norte
- Figura 22. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio a) presión atmosférica, b) altura y dirección de olas, c) rapidez del viento y d) rosa de vientos. Sector Centro
- Figura 23. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio a) presión atmosférica, b) altura y dirección de olas, c) rapidez del viento y d) rosa de vientos. Sector Sur



- Figura 24. Distribución horizontal de temperatura. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m.
- Figura 24(c). Distribución horizontal de temperatura. Estratos de 200 y 400 m.
- Figura 25. Distribución horizontal de salinidad. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m.
- Figura 25(c). Distribución horizontal de salinidad. Estratos de 200 y 400 m.
- Figura 26. Distribución horizontal de densidad. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m.
- Figura 26(c). Distribución horizontal de densidad. Estratos de 200 y 400 m.
- Figura 27. Distribución horizontal de oxígeno disuelto. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m.
- Figura 27(c). Distribución horizontal de oxígeno disuelto. Estratos de 200 y 400 m.
- Figura 28. Distribución horizontal de a) Clorofila-a ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) b) Clorofila-a integrada entre 0-100 m ( $\text{mg/m}^2$ ).
- Figura 29. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 1.
- Figura 30. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 2.
- Figura 31. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 3.
- Figura 32. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 4.



- Figura 33. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 5.
- Figura 34. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 6.
- Figura 35. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 7.
- Figura 36. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 8.
- Figura 37. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 9.
- Figura 38. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 10.
- Figura 39. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 11.
- Figura 40. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 12.
- Figura 41. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 13.



- Figura 42. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 14.
- Figura 43. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 15.
- Figura 44. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 16.
- Figura 45. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 17.
- Figura 46. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 18.
- Figura 47. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 19.
- Figura 48. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 20.
- Figura 49. Distribución vertical de a) temperatura, b) salinidad, c) densidad, d) oxígeno disuelto y e) clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 21.
- Figura 50. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta costera.



- Figura 50(c). Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta costera.
- Figura 51. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta oceánica.
- Figura 51(c). Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta oceánica.
- Figura 52. Perfiles verticales promedio de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican desviación estándar.
- Figura 53. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican desviación estándar.
- Figura 54. Perfiles verticales promedio de densidad ( $\sigma_t$ ) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican desviación estándar.
- Figura 55. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml/L) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican desviación estándar.
- Figura 56. Perfiles verticales promedio de clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ ) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican desviación estándar.
- Figura 57. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Sector norte. Transecta 1.
- Figura 58. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Sector centro. Transecta 11.
- Figura 59. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Sector sur. Transecta 21.
- Figura 60. Distribución horizontal de la profundidad de: a) capa de mezcla (m) y b) base de la termoclina (m).



- Figura 61. Diagramas T-S para los sectores: a) Norte oceánico, b) Norte costero, c) Centro oceánico, d) Centro costero, e) Sur oceánico y f) Sur costero.
- Figura 62. Distribución espacial de la biomasa de jurel.
- Figura 63. Distribución espacial de las variables oceanográficas superficiales: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad ( $\sigma_t$ ).
- Figura 64. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 50 m: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad ( $\sigma_t$ ).
- Figura 65. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 100 m: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad ( $\sigma_t$ ).
- Figura 66. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 150 m: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad ( $\sigma_t$ ).
- Figura 67. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 200 m: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad ( $\sigma_t$ ).
- Figura 68. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales, en el estrato superficial.
- Figura 69. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales, en el estrato de 50 metros.
- Figura 70. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales, en el estrato de 100 metros.
- Figura 71. Distribución espacial de a) clorofila integrada  $\text{mg}/\text{m}^2$  b) capa dispersión profunda ( $S_a$ ) y c) eufáusidos ( $\text{ind}/1000\text{m}^3$ ).



- Figura 72. Número de celdas de jurel respecto a: a) capa dispersión profunda (Sa) y b) eufáusidos (ind/1000m<sup>3</sup>).
- Figura 73. Señal latitudinal de jurel y su relación con la temperatura: a) costa 50 mn, b) 50-100 mn y c) > a 100 mn.
- Figura 74. Señal latitudinal de jurel y su relación con la salinidad: a) costa 50 mn, b) 50-100 mn y c) > a 100 mn.
- Figura 75. Modelo de regresión para jurel: a) temperatura, b) gradiente térmico c) salinidad y d) gradiente salino. Capa superficial.
- Figura 76. Modelo de regresión para jurel: a) temperatura, b) gradiente térmico c) salinidad y d) gradiente salino. Capa 50 m.
- Figura 77. Clasificación de ecotrazos de jurel.
- Figura 78. Distribución de las anomalías de temperatura superficial, 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.
- Figura 79. Distribución espacial de la abundancia año 1998 a 2001.
- Figura 80. Distribución de temperatura superficial satelital en la zona de estudio.
- Figura 81. Rango de distribución preferencial del jurel respecto de: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad (sigma-t). Capa superficial.
- Figura 82. Rango de distribución preferencial del jurel respecto de: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad (sigma-t). Capa 50 metros.
- Figura 83. Número de cardúmenes de jurel de: a) sector costero, b) sector oceánico y c) total área de estudio
- Figura 84. Contribución porcentual de cada agregaciones entre 1997 a 2001.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

## INDICE DE ANEXOS

---

**Anexo 1.** Personal participante por actividad



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 1. OBJETIVO GENERAL

---

Cuantificar por el método hidroacústico la biomasa del recurso jurel, *Trachurus murphyi*, existente en el litoral marítimo de las Regiones V a X circunscrita a las 200 millas náuticas medidas desde la costa.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

- 2.1 Determinar la distribución espacial y batimétrica del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.2 Determinar la biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.3 Determinar la distribución del zooplancton en el área de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.
- 2.4 Determinar la composición de los principales ítemes alimentarios del jurel en el área de estudio.
- 2.5 Determinar la fauna acompañante y sus proporciones en las pescas de identificación.
- 2.6 Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



### 3. ANTECEDENTES

---

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie de amplia distribución geográfica, que se encuentra desde las islas Galápagos hasta la región austral de Chile (52°LS) (Chirichigno, 1974; Serra, 1991) y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987, Kawahara *et al.*, 1988, Jones, 1990) y Australia (Keith Sainsbully, com. Pers.).

El jurel es un recurso típicamente pelágico, habita regiones oceánicas y costeras. Actualmente, sostiene la más importante pesquería de cerco del país, habiendo sido además, especie objetivo de la pesca internacional de altura entre los años 1978 y 1991, por embarcaciones de la ex Unión Soviética que operaron frente a las costas de Chile y Perú. En 1998, los desembarques de jurel de la flota cerquera industrial en los puertos de la Octava Región alcanzaron las 1.459.727 toneladas, lo que representó el 94,9% del total nacional para jurel (SUBPESCA, 1999), mientras que hasta noviembre de 1999 fue de 66,5% (IFOP), producto del alto número de vedas que se aplicaron en la zona centro-sur.

La biomasa estimada indica que desde los principios de la década de los 70 la biomasa total estimada pasa de 2,5 millones de toneladas hasta alcanzar su máximo entre 1985-1987 con 21 millones de toneladas. La biomasa del stock adulto y del stock explotable creció más lentamente, alcanzando su nivel máximo en 1989-90. El crecimiento en este periodo se explica por la tendencia creciente del reclutamiento hasta 1985 y el aporte en peso de los ejemplares debido al crecimiento. Desde 1991, la biomasa decrece hasta alcanzar en el año 2001 aproximadamente 8,4 millones de toneladas (Serra *et al.*, 2001).



A contar del año 1990 la pesquería pelágica de la Zona Centro – Sur pasó a ocupar el primer lugar nacional. Dicha situación se asocia principalmente con la mayor abundancia y disponibilidad de jurel y con un importante crecimiento del esfuerzo de pesca de la flota cerquera industrial, la que ha presentado una notable transformación tecnológica en los últimos años.

Hasta 1994, la pesquería pelágica de la zona centro-sur experimentó un notable crecimiento, esta tendencia cambió en los últimos años, lo cual ha significado ajustes importantes en la actividad pesquera.

A partir del año 1997, se inició un periodo con alta presencia de jurel bajo la talla mínima legal en el área de la pesquería y mínima presencia de adultos, lo anterior se produjo asociado a la presencia del fenómeno de El Niño. Este hecho se tradujo en fuertes regulaciones en la pesquería a partir de 1998, a través de vedas biológicas y un monitoreo de la pesquería de jurel, durante algunas de las vedas se efectuaron Pescas de Investigación, con el objetivo de determinar la estructura y las tallas del jurel.

Desde fines de enero del año 2000, la pesquería de jurel fue sometida a vedas de reclutamiento entre la III y X Región, efectuándose durante algunas de estas vedas, Pescas de Investigación mediante Resolución de SUBPESCA con el objetivo de determinar la distribución y estructura de tallas de jurel en la Zona Centro – Sur. Estas investigaciones fueron realizadas principalmente por las embarcaciones industriales con base en los puertos de la VIII Región, utilizando dos procedimientos: el primero asignando una cuota por armador y el segundo es individualizando cada embarcación con su respectiva cuota máxima de jurel a extraer (Aranis, *et al.*, 2001a). Esta situación incide directamente en el análisis de los indicadores



operacionales (captura, esfuerzo y rendimiento de pesca) dado que se presentan dos situaciones: una flota que sigue operando debido a que su captura de jurel se destina a la elaboración de productos de consumo humano directo y la otra, que está afecta a una cuota en el período señalado o no operó en todo el período de veda (Aranis, *et al.*, 2001a).

Durante el año 2000 se produjo un control indirecto del esfuerzo de captura sobre el jurel, a través de pesca de investigación y vedas. En el año 2001, por segundo año, se fijó una cuota global de captura, asignando un monto por unidad de pesquería (industrial y artesanal), por flota, para investigación y como fauna acompañante.

En enero del año 2001 se publicó la Ley 19.713 que establece el Límite Máximo de Captura (LMC) por armador de la principales pesquerías nacionales y la regularización del Registro Artesanal. La aplicación de LMC implicó un nuevo enfoque de administración de pesquerías, los armadores deben reorientar el esquema de operación utilizado, lo que conlleva un importante cambio en la dinámica operacional de la flota.

Los cambios señalados inciden en los indicadores empleados para caracterizar el desempeño pesquero de la flota, los biológicos del recurso y de su comportamiento (Aranis, *et al.*, 2001b). Asimismo, el empleo de éstos en los modelos de evaluación indirecta del stock del recurso jurel toman especial relevancia, para la evaluación directa de los recursos pesqueros.

Entre 1998 y 2001, la composición de tamaños de jurel extraído por la flota industrial en la zona centro – sur, se distribuyó en un rango de tallas entre 13 y 64 cm de longitud horquilla (LH). La estructura de tallas en 1998 y 1999 tiende a ser



unimodal, centrada en los 24 cm y con altos porcentajes de ejemplares bajo la talla mínima legal, 44 y 60% respectivamente. En el año 2000 la estructura de tallas era unimodal centrada en ejemplares de 26 - 27 cm, con un porcentaje de ejemplares bajo la talla mínima legal de un 16%. En el primer semestre del año 2001 se mantiene la moda en 27 cm, ~~la~~ la estructura de edad de las capturas estuvo conformada por los grupos de edad IV, V y VI, de manera similar al mismo periodo del año anterior; si bien se observaron ejemplares de edades mayores, su aporte fue escaso en las capturas (Aranis, *et al.*, 2001b).

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que está sometido, así como el alto porcentaje de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) detectado durante 1997 y 1998 (Informes de Proyectos FIP 97-05B y FIP 98-01), es necesario profundizar el conocimiento existente acerca de su distribución espacial, abundancia del recurso y su asociación con el ambiente, con el objeto de mejorar la asesoría para el manejo pesquero. Estos aspectos son especialmente relevantes para la comprensión de los cambios, tanto en abundancia como en disponibilidad del recurso, existiendo preguntas importantes que requieren ser contestadas, tales como las relativas a identificar los factores que determinarían la distribución de las mayores concentraciones de jurel en ciertas zonas y no en otras.

En este sentido el Consejo de Investigación Pesquera ha adjudicado al IFOP la ejecución del presente estudio para determinar la biomasa de jurel, su distribución y factores ambientales asociados. Luego, el presente informe entrega los resultados correspondientes a la cuantificación de la biomasa de jurel en el área de estudio y su varianza, además de información sobre las condiciones ambientales y la posible relación de ésta con la distribución del recurso.



## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 4.1 Aspectos generales del crucero

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/I "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y los PAM "Líder" y PAM "Don Julio" de propiedad de Pesquera "El Quillay" y "San José" respectivamente, entre el período que va desde el 26 de mayo al 18 de junio de 2001 en la zona comprendida entre las cinco y doscientas millas de la costa, desde Valparaíso (33° LS) a Corral (40° LS). En la zona de estudio se realizaron un total de 21 transectas, de las cuales 11 tuvieron como límite occidental las 200 millas y 10 transectas alcanzaron las 100 millas. (Fig 1). El sector norte fue cubierto por el PAM "Líder" (transectas 1 a 7), el centro por el B/I "Abate Molina" (transectas 8 a 14) y el sur por el PAM "Don Julio" (transectas 15 a 21).

Previo al crucero, en las embarcaciones se efectuó la calibración del sistema SIMRAD EK-500 ("Abate Molina" y "Don Julio") y EK-60 ("Líder") de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991) (Fig 2). Calibración que consiste en un proceso iterativo que mide la señal de intensidad de blanco (TS) y eointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, localizado al centro del haz acústico.

Entre el 23 a 31 de mayo, se realizó entre al B/I "Abate Molina" y "Líder" una pesca comparativa en dos sectores; 34°00'LS - 72°58'W (4 lances) y 34°20'LS - 73°10'W (22 lances). El objetivo de esta pesca fue comparar las distribuciones de tallas registradas



en ambas embarcaciones, para determinar la existencia o no existencia de diferencias entre las embarcaciones. No se realizó pesca comparativa entre el PAM "Don Julio" y el B/I "Abate Molina", dado que esta embarcación es similar al PAM "Ventisquero" en cuanto a tamaño y equipamiento, además de utilizar el mismo sistema de arrastre (red y portalón) empleado en la pesca comparativa entre el PAM "Ventisquero" y B/I "Abate Molina" en el 2000, y donde el análisis estadístico de Chi cuadrado a un 95 % de confianza probó la similitud entre las distribuciones de tallas de ambas embarcaciones, al obtener valores de Chi cuadrado inferiores a los Chi cuadrado críticos (Córdova *et al.*, 2000).

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 56 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos y de alimentación. Para tal efecto, en ambas embarcaciones se utilizó redes de arrastre a medigua con un forro interior de 3,8 a 4,2 cm, con el objeto de asegurar la retención de ejemplares de tallas menores.

Para recolectar información bioceanográfica, el B/I "Abate Molina" de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP, así como el PAM "Líder" y "Don Julio" con esloras de 55,2 y 69 m y potencia igual a 3.000 y 3.690 HP respectivamente, se habilitaron con equipos para dejar en igualdad ambas plataformas de trabajo. Es así que en el PAM "Don Julio" y "Líder" se embarcaron redes de plancton de 300 micras con sus respectivos flujómetros, huinche oceanográfico hidráulico, cable oceanográfico, botellas Nansen y CTD Seaboard con perfiladores de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia.



La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75 y 100 mn en las transectas cortas, mientras que en las transectas largas éstas se localizaron a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 millas de la costa.

Las condiciones de mal tiempo imperante durante el transcurso del crucero de prospección principalmente en el sector sur, no permitieron la ejecución de algunas estaciones de plancton y oceanografía, efectuando sobre un total de 138 estaciones programadas el 76,8% y 92,0%, respectivamente.

Por otra parte, el diseño de muestreo de carácter adaptativo aplicado en la zona de estudio, permitió cubrir una área amplia durante la prospección, que incluyó la zona de distribución espacial del recurso, lo cual aseguró no perder información importante para la evaluación del recurso. Asimismo, el uso de tres embarcaciones simultáneamente redujo de manera importante el tiempo de prospección, obteniendo información de distribución de jurel más instantánea, minimizando ostensiblemente el posible sesgo asociado a desplazamientos del recurso en la zona de estudio.

## **4.2 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio**

### **4.2.1 Diseño de muestreo**

El diseño de muestreo utilizado en la evaluación de jurel a través de método hidroacústico, correspondió a un diseño de muestreo sistemático, con transectas equidistantes y perpendiculares al sentido de la costa (Fig 1). Diseño que es propuesto para la evaluación del jurel por Barbieri *et al.*, 1996.



Este diseño corresponde a un muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado es asimilado a un tramo de navegación denominado transecta. En ésta se registra la información acústica mediante el sistema compuesto por un ecosonda y eointegrador.

Este tipo de muestreo, que supone aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la posición de las transectas, permite por una parte, disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan una gradiente de densidad en el sentido de las transectas, y por otra obtener información adecuada sobre la distribución de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La separación de las transectas se estimó tomando en consideración, cubrir el área de distribución del recurso, precisión estimada en función al índice de cobertura modificado, coeficiente de variación y presupuesto disponible.

La distancia entre transectas fue de 20 mn y 40 mn dentro y fuera de las 100 mn de la costa, esta densidad de muestreo consideró obtener un coeficiente de variación esperado del 29,7 en la evaluación acústica, para lo cual se requirió efectuar 21 transectas en la zona de estudio. En estas transectas, se recolectó información acústica desde la superficie y los 500 m de profundidad.

La estrategia de prospección fue de tipo adaptativa, en el espacio y tiempo (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, por una parte el área de estudio se ajustó latitudinalmente al sector donde operaba la flota previo al crucero, y en segundo lugar el período de prospección correspondió a los meses cuando se registran los máximos valores de captura por unidad de esfuerzo (cpue) en la flota cerquera de la zona centro-sur.



#### 4.2.2 Calibración electroacústica

La calibración del sistema de ecointegración SIMRAD EK-500, se realizó mediante el procedimiento establecido por su fabricante (Simrad, 1991), consistente en un proceso iterativo donde se mide las señales de intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz acústico. El proceso de medición de TS y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegración se realiza mediante las siguientes expresiones:

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

donde, G1 es la nueva ganancia del transductor (dB), G0 es la ganancia antigua del transductor (dB), TS<sub>m</sub> intensidad de blanco medida (dB), y TS intensidad de blanco teórico (dB).

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

$$G_1 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{Sa_m}{Sa_t}}{2}$$

siendo:

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



donde;

- $F_{bs}$  = sección dispersante de la esfera (dB),
- $r$  = profundidad de la esfera (m),
- $r_0$  = profundidad de la esfera (m),
- $\psi$  = ángulo equivalente del haz acústico,
- $Sa_t$  =  $Sa$  teórico del blanco estándar ,
- $Sa_m$  =  $Sa$  medido del blanco estándar.

#### 4.2.3 Información acústica

La identificación de especies en los ecorregistros acústicos de jurel se realizó mediante dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecorregistros, éste consideró el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión ( $S_v$ ), aplicado de acuerdo a la formulación dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1983). El segundo corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediagua. Esta información es complementada además con las capturas de la flota de la VIII Región, cuando coinciden en el espacio y tiempo con el desarrollo del crucero.

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada ( $S_a$ ), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integración del intervalo básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la información acústica.



La distribución espacial del jurel en el área prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentración de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribución espacial de jurel, se confeccionó mediante el uso del módulo TOPO y SURF del programa SURFER, aplicando la escala de categorías descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Agregación de jurel por categorías de densidad

Categorías	Intervalos (t/mn <sup>2</sup> )	Calificación de densidad
I	1-75	Muy baja
II	76-150	Baja
III	151-300	Regular
IV	301-mayor	Muy densa

#### 4.2.4 Análisis de la información acústica

A fin de determinar y describir las estructuras espaciales existentes en la información acústica, se calculó el índice de dispersión y se aplicaron técnicas de análisis espacial.



a) Índice de presencia (IC) y de abundancia relativa (ID)

El índice de presencia (IC) muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, brindando el grado de concentración presente en el recurso, calculándose como:

$$IC(\%) = \frac{IBM^{(+)}}{IBM^{(t)}}$$

donde,

- IBM<sup>(+)</sup> = observaciones acústica con presencia de jurel,
- IBM<sup>(t)</sup> = observaciones totales.

La abundancia relativa (ID) es determinada por el índice de densidad, e indica la concentración de jurel en las IBM's con presencia de jurel. Su estimación es :

$$ID(t / mn^2) = \frac{\sum_{n=1}^i Sa * C}{IBM^{(+)}}$$

donde,

- Sa = es la densidad promedio por IBM,
- C = constante de transformación (t/mn<sup>2</sup>/Sa)



## b) Descripción de estructuras espaciales

Las características de las agregaciones de jurel, se determinaron mediante la construcción de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de macroestructuras en datos acústicos (Barbieri, 1981; Barbieri y Córdova, 1986, Córdova *et al.*, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresión:

$$R_0 = \frac{n_i * \sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - k)(Y_{j(i+1)} - Y_i)}{(n_i - k) \sum_{i=1}^m (Y_{ji} - Y_i)^2}$$

donde,

- k = orden de autocorrelación
- $Y_{ij}$  = densidad j-ésima de la transecta i-ésima
- $Y_i$  = densidad media de la transecta i-ésima
- $n_i$  = número de IBM en la transecta i-ésima
- n = número total de observaciones

## c) Estructura espacial de la distribución

La estructura espacial de la distribución del jurel se analizó a través del estudio de los semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirar (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento actualmente aplicado en las evaluaciones hidroacústicas de recursos pelágicos de la zona norte (Castillo *et al.*, 1995), y merluzas del sur y centro (Lillo *et al.*, 1995).



El variograma está dado por:

$$y(h) = \frac{E(z(x+h) - z(x))^2}{2}$$

donde,

$z$  = densidad de peces en unidad de  $Sa$ ,

$x$  = vector de posición de la medición de la IBM,

$y(h)$  = vector de magnitud  $h$  o distancia entre la posición de  $z(h)$  a  $z(h+1)$ .

#### 4.3 Biomasa total del recurso jurel en el área de estudio

##### 4.3.1 Cálculo de la constante de ecointegración ( $C_b$ )

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

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

donde:

$\hat{C}_b$  = constante de ecointegración ( $t^*mn^{-2}*Sa^{-1}$ )

$w$  = peso promedio del jurel (kg)

$\overline{TS}$  = fuerza de blanco promedio del jurel (db)

$Sa$  = Unidades de ecointegración



La fuerza de blanco promedio (TS), fue calculada a partir del modelo de regresión  $TS = 20,11 \cdot \log(L) - 68,67$ , determinado por Córdova *et al.*, 1998. Modelo que considera la proporcionalidad entre el cuadrado de la longitud y la fuerza de blanco (Foote, 1986).

#### 4.3.2 Cálculo de la biomasa y su varianza

##### a) Biomasa en peso total

La biomasa ( $\hat{B}$ ), se estimó según:

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

donde:

$\hat{A}$  = área de estudio en millas náuticas cuadradas

$\hat{R}$  = estimador de razón de la densidad media

$\hat{C}_b$  = coeficiente de ecointegración ( $t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$ )

La razón ( $\hat{R}$ ), equivale a las lecturas acústicas promedios del ecointegrador por intervalo básico de muestreo, estimado 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

Otro estimador de biomasa utilizado correspondió al propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso, estimando su densidad ( $\hat{Z}_v$ ) sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

$$\hat{Z}_v = \frac{1}{V} \int Z(x) dx$$

donde  $Z_v$  es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de  $\hat{Z}_v$  se estima como la media aritmética de los datos de Sa por intervalo básico de muestreo.

#### b) Estimadores de la Varianza total

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

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

al expandir,

$$\hat{V}_{(\hat{B})} = \hat{A}^2 * (C_b^2 * \hat{V}_{(\hat{R})} + R^2 * \hat{V}_{(C_b)} - \hat{V}_{(C_b)} * \hat{V}_{(\hat{R})})$$



donde:  $\hat{V}_{C_h}$ , es la varianza de la constante de ecointegración (Miranda, 1999)

$$\hat{V}_{C_h} = \left[ \begin{array}{c} 2,302585 * w_k \\ 4 * \pi * 10^{\left(\frac{TS}{10} + 3\right)} \end{array} \right]^2 * \left[ \begin{array}{c} \hat{V}_{(w_k)} + \hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)} \\ w_k^2 + 10^2 \end{array} \right]$$

y,  $\hat{V}_{(w_k)}$  es la varianza del peso

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

$n_k$  = número de datos observados en la talla

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

$w$  = peso estimado a la talla (promedio o mediana)

y,  $\hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)}$  es la varianza de la fuerza de blanco

$$\hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)} = \frac{(\log(L_k))^2 * \hat{V}_{(m)} + \hat{V}_{(b)} + 2(\text{Log}(L) * \text{Cov}_{(m,b)})}{10^2}$$

donde,  $\hat{V}_{(b)}$  es la varianza del intercepto de la regresión TS-longitud

$$\hat{V}_{(b)} = \sigma^2 * \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n * \sum_{i=1}^n [L_i - L]^2}$$



$\hat{V}_{(m)}$ , es la varianza de la pendiente de la regresión Ts –longitud

$$\hat{V}_{(m)} = \sigma^2 * \frac{1}{\sum_{i=1}^n [L_i - L]^2}$$

$Cov_{(b,m)}$ , es la covarianza

$$Cov_{(b,m)} = -\sigma^2 * \frac{L}{\sum_{i=1}^n [L_i - L]^2}$$

$\sigma^2$ , es la varianza general de los residuos

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

donde,

- $\bar{L}$  = longitud promedio o mediana
- $L_i$  = longitud observada
- $\hat{TS}_i$  = fuerza de blanco estimada por regresión TS - Longitud
- $TS_i$  = fuerza de blanco observada
- $n$  = número de datos observados

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



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

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

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

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

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

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

– Estratos agrupados (Volter, 1985)

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

donde:

$$S_{xy} = \sum_1^{n-1} (x_j - x_{j+1})(y_j - y_{j+1})$$

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



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

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} * \hat{A} * \hat{V}_3(\hat{R})$$

– Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \hat{R})^2$$

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^G \hat{R}_i}{G}$$

donde  $\hat{R}_i$  es un estimador de razón obtenido de la  $i$ -ésima muestra de tamaño  $n$  seleccionada con reposición de la muestra original, y  $G$  representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para el estimador de la biomasa, está dado por el percentil corregido (BC):

$$\hat{F}^{-1} \{ \phi(2Z_{\alpha} - Z_{\alpha}) \}$$

donde  $\hat{F}^{-1}$  es la función inversa de la distribución acumulada de  $\hat{F}(\hat{R})$ , definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob}(\hat{R}_x \leq \hat{R}) \text{ y } Z_{\alpha} = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$



– Geoestadístico (Petitgas 1991)

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondió al método intrínseco propuesto por Petitgas (1991), quien aplica principios de geoestadística a la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\sigma_c^2 = 2 \gamma (S, V) - \gamma (V, V) - \gamma (S, S)$$

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

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

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

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.

La varianza  $\sigma_c^2$  depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para  $\gamma (V, V)$ ; de la disposición entre los



intervalos básicos de muestreo para  $\gamma(S, S)$  y de la posición de la red de muestreo en el campo para  $\gamma(S, V)$  (Petitgas y Prampart, 1993).

### c) Biomasa a la talla

La información fue obtenida a partir de los lances de pesca, en donde, en cada lance se separó al azar una muestra de 50 ejemplares, registrando por ejemplar información de; longitud horquilla (cm), peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez de las gónadas, de acuerdo al procedimiento de muestreo biológico establecido por IFOP (Aranis y Mendieta, 1986).

#### - Estimación de estructura de talla

La estimación de la estructura de tallas a través del siguiente estimador:

$$\hat{P}_{hk} = \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C_{hi} t_{hi} S a_{hi}}{C_h t_h S a_h} \hat{P}_{hik}$$

donde:

- h = zona o estrato de pesca; h=1 primeras 100 millas; h=2 siguientes 100 -200 millas
- y = lance de pesca
- Sa<sub>hi</sub> = densidad acústica de la IBM en el entorno del lance
- C<sub>hi</sub> = captura en peso o número obtenidos en el lance de pesca "i".
- t<sub>hi</sub> = tiempo de arrastre del lance "i".
- m<sub>hi</sub> = número de lances efectuados en la zona de pesca "h"



y

$$C_h = \sum_{i=1}^{m_h} C_{hi}$$

$$t_h = \sum_{i=1}^{m_h} t_{hi}$$

$$Sa_h = \sum_{i=1}^{m_h} Sa_{hi}$$

$$\hat{P}_{hik} = \frac{n_{hik}}{n_{hi}}$$

donde,

$n_{hi}$  = ejemplares de talla "n" en la muestra de longitud.

$n_{hi}$  = muestra de longitud en el lance "i" realizado en zona o área de pesca "h".

#### - Estimación de la relación longitud-peso

La estimación de la relación longitud-peso se obtuvo a través de la relación somatométrica dada por:

$$\bar{W}_h = a l_k^b$$



o bien el estimador

$$\bar{w}_{hk} = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} w_{hik}$$

– **Estimación del peso medio por ejemplar.**

Este parámetro fue estimado haciendo uso del siguiente estimador:

$$\bar{w} = \sum_{k=1}^K \bar{w}_h \hat{P}_{hk}$$

donde,

k = indica la clase de talla, k=1,2,3.....,K

– **Estimación de la abundancia en la zona de pesca "h" (X<sub>h</sub>)**

La abundancia en la zona de pesca "h" fue estimada mediante expresión:

$$\hat{X}_h = \frac{\hat{B}_h}{\bar{w}_h}$$

donde,

B<sub>h</sub> = corresponde a la biomasa estimada para el área de pesca "h" o zona de estudio



– **Estimación de la abundancia por clase de talla  $X_{hk}$**

El parámetro  $H_{hk}$  fue estimado mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{X}_{hk} = \hat{X}_h * \hat{P}_{hk}$$

– **Estimación de la biomasa por clase de talla  $B_{hk}$**

La biomasa por clase de talla  $B_{hk}$  fue estimada por la siguiente expresión:

$$\hat{B}_{hk} = \hat{X}_{hk} * \bar{w}_{hk}$$

**Varianza biomasa a la talla**

– **Varianza del estimador de  $P_{hk}$**

La varianza del estimador del  $P_{hk}$  fue calculado mediante el estimador dado por la siguiente expresión:

$$V_{\hat{P}_{hk}} = \left[ \frac{1}{m_h} - \frac{1}{M_h} \right] \frac{1}{m_h - 1} \sum_{i=1}^{m_h} \frac{Ct_{hi}^2}{\bar{Ct}_h^2} (\hat{P}_{hk} - \hat{P}_{hk}) + \frac{1}{m_h M_h} \sum_{i=1}^{m_h} \frac{Ct_{hi}^2}{\bar{Ct}_h^2} \left[ \frac{1}{n_{hi}} - \frac{1}{N_{hi}} \right] S_{hi}^2$$

donde,

$M_h$  = número máximo de lances que se pueden ser realizados

$N_{hi}$  = número máximo de ejemplares que pueden ser medidos



y,

$$C t_{hi} = C_{hi} t_{hi}$$

$$\bar{C} \bar{t}_h = \frac{1}{m_h} \sum_{i=1}^{m_h} C_{hi} t_{hi}$$

$$S^2_{hi} = \frac{1}{n_{hi} - 1} \hat{P}_{hi} [1 - \hat{P}_{hi}]$$

– **Estimación de varianza del peso medio a la talla**

La estimación de la varianza del estimador del peso medio a la talla se realizó mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$V[\bar{w}_k] = \frac{1}{n_{hk} - 1} \sum_{i=1}^{n_{hk}} [\bar{w}_{hik} - \bar{w}_{hk}]^2$$

– **Estimación de la varianza del estimador del peso medio por ejemplar.**

La varianza del estimador del peso medio por ejemplar fue obtenido por medio de:

$$V[\bar{w}_h] = \sum_{k=1}^K V[\bar{w}_{hk} * \hat{P}_{hk}]$$

donde,

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



– **Varianza del estimador de la abundancia  $X_h$**

La varianza del estimador de la abundancia  $X_h$  fue estimada mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{V}[\hat{X}_h] = \frac{1}{\bar{w}_h^2} \hat{V}[\hat{B}_h] + \hat{B}_h^2 * \hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right] - \hat{V}[\hat{B}_h] * \hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right]$$

donde,

$$\hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right] = \frac{1}{\bar{w}_h^4} * \hat{V}[\bar{w}_h]$$

– **Varianza del estimador de  $X_{hk}$**

La varianza fue determinada mediante el estimador:

$$\hat{V}[\hat{X}_{hk}] = \hat{X}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{P}_{hk}] + \hat{P}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{X}_h] - \hat{V}[\hat{X}_h] \hat{V}[\hat{P}_{hk}]$$

– **Varianza del estimador de  $B_{hk}$**

La varianza del estimador del parámetro  $B_{hk}$  fue calculado por:

$$\hat{V}[\hat{B}_{hk}] = \hat{X}_{hk}^2 \hat{V}[\bar{w}_{hk}] + \bar{w}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{X}_{hk}] - \hat{V}[\bar{w}_{hk}] \hat{V}[\hat{X}_{hk}]$$



### 4.3.3 Clave Edad - talla

Se utilizó una fecha arbitraria de nacimiento que en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, facilitando la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado, restando al año de la captura del grupo de edad (GE) asignado (Holden y Raitt, 1975)

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
- $n_{ij}$  = número de individuos de edad "i" con longitud "j"
- $n_j$  = número total de individuos de longitud "j"

### Estimación de la abundancia en número de jurel.

Se utilizó el estimado de biomasa determinado por el método hidroacústico. Luego se uso la frecuencia observada en cada marca de clase junto a la relación peso-longitud.



El peso total de la muestra se estimó en base a la adición de los pesos de los estratos de cada intervalo de longitud obtenido mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$

y,

$W_j$  = 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

a y b = coeficiente de la relación peso-longitud

El cálculo de la abundancia total en número se obtiene empleando:

$$N_t = \left( \sum_j f_j / \sum_j W_j \right) B$$

donde,

$N_t$  = número total de individuos presentes en la zona

B = biomasa (t) presente en la zona estimada por el método de hidroacústica

El número total de individuos presentes por intervalo de longitud, se estima como:

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



### Descomposición del número total de individuos por edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud ( $N_j$ ), se asignan a las diferentes edades según la clave edad-talla. Esta clave, indica las probabilidades que un individuo de determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. La clave edad-talla es construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados en el crucero de evaluación hidroacústica del jurel.

Luego, el número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de talla es:

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

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

donde,

$N_j$  = número estimado de individuos a la longitud "j"

$N_{ij}$  = número estimado de longitud "j" que pertenece a la edad "i"

$N_i$  = número estimado de individuos a la edad "i"

#### 4.3.4 Medida de precisión del estimado

El nivel de precisión del estimado se entrega a través del coeficiente de variación y porcentaje de error.



a) **Coficiente de variación (Cv)**

$$Cv = \frac{\sqrt{Vx}}{\bar{X}}$$

donde:

Vx = varianza de la media

X = media muestral

b) **Porcentaje de error (E%)**

$$E\% = \frac{t(1-\frac{\alpha}{2}) * \hat{V}(\hat{B})}{\hat{B}} * 100$$

donde,

V(B) = varianza de la abundancia

B = biomasa

t = t de student

$\alpha$  = nivel de confianza a un 95 %



#### 4.4 Distribución del zooplancton en el área de estudio

##### 4.4.1 Colecta de información

Las estaciones planctónicas se realizaron sobre el track de navegación acústico a 10, 25, 50, 75 y 100 mn de la costa en la zona comprendida entre las 0 y 100 millas y a 130, 160 y 200 mn para la zona de 100 a 200 millas náuticas.

En todas las embarcaciones, se realizaron pescas planctónicas a través de lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300  $\mu$ m de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.

La calibración de los flujómetros utilizados durante el crucero, se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile, determinado las siguientes ecuaciones de calibración:

PAM "Líder" (TSK 4896):

$$V = 0,145571838 * N + 0,046740194$$

B/I "Abate Molina" (TSK 5271):

$$V = 0,143592048 * N + 0,060009716$$



PAM "Don Julio" (TSK 4898V):

$$V = 0,100201459 * N + 0,078142352$$

Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 210 m o 15 m sobre el fondo, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la posición vertical de la capa de plancton que proporciona el equipo SIMRAD EK-500.

Las pescas planctónicas se realizaron calando la red a una velocidad aproximada de 0,6 m/s e izándola a 0,4 m/s, después de mantener una estabilización de 45 segundos a máxima profundidad.

Durante cada lance la velocidad del buque se mantuvo entre 1 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas del momento y del estado del mar, de manera de mantener un ángulo aproximado del cable de  $45^\circ \pm 5^\circ$ , con el viento a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida mediante la medición periódica cada 10 m, del ángulo del cable a través de un clinómetro manual.

#### **4.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas**

Las muestras obtenidas en cada estación fueron fijadas inmediatamente después de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una solución de formalina al 5% en agua de mar, tamponada con disodio tetraborato, para mantener así una óptima preservación de los ejemplares.



En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscópios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, principalmente cuando se trató de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentación de jurel en la zona de estudio. En la cuantificación de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada.

En el análisis se determinaron los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos numéricos, dando especial énfasis al grupo de los eufáusidos.

Los grupos zooplanctónicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para la determinación de los grupos los trabajos de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981), Hirakawa (1984), Cárdenas (1986), Palma y Kaiser (1993), Palma y Rosales (1995) y Aravena (1999) entre otros.



La constancia medida como la relación porcentual entre el número de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, así como la dominancia que expresa la relación del número de ejemplares del grupo respecto al total de individuos, fue agrupada de acuerdo a la escala propuesta por Bodenheimer (1955), tal como se muestra en la Tabla 2

**Tabla 2** Clasificación de grupo zooplanctónicos Bodenheimer 1955

	Intervalos	
	Constancia	Dominancia
Grupo Accidentales	0,0 – 25,0 %	0,0 – 2,5 %
Grupo Accesorios	25,1 – 50,0 %	2,6 – 5,0 %
Grupo Constante	50,1 – 100,0 %	5,1 – 100,0 %

Para agrupar a los individuos de acuerdo a su co-ocurrencia se utilizó el índice de similitud de Winer, el cual trabaja con el grado de asociación existente entre las especies o de los grupos zooplanctónicos en el par de muestras que se está analizando. Este índice tiene un dominio entre 0 y 1, en el cual el valor 0, indica que el par de grupos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Winer, se utilizó el método del promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973).



La representación gráfica de la densidad del zooplancton se realizó en base a la escala métrica  $\log^2$  que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980) y el software ad hoc SURFER 6.0.

#### 4.4.3 Biomasa zooplanctónica total

La medición de los biovolúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanctónica total, se realizó con posterioridad a la determinación cuantitativa y taxonómica del zooplancton, empleándose el método de desplazamiento de volúmenes húmedos descrito por Yashnov (1959) y modificado por Robertson (1979). El volumen zooplanctónico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medición de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medición los organismos cuyo volumen superó los 5 ml.

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

$$Y = 100 * \frac{X}{W}$$

donde:

- Y = ml de zooplancton en 1000 m<sup>3</sup>
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red ( m<sup>3</sup> )



#### 4.5 Composición de los principales ítemes alimentarios del jurel

A fin de determinar la composición de los principales ítemes alimentarios del jurel en el área de estudio, se aplicó la siguiente metodología.

##### 4.5.1 Obtención de las muestras

Los estómagos de jurel se obtuvieron a partir de los muestreos biológicos realizados con individuos recolectados en lances de pesca a diferentes horas del día. Los cuales fueron debidamente etiquetados y fijados en formalina al 10 % para su análisis posterior de las características tróficas del recurso. Los lances se realizaron con red de media agua con una abertura de boca que osciló entre los 15 y 80 m y tiempo de arrastre promedio de 51,1 minutos.

##### 4.5.2 Análisis de la información

El análisis de las muestras zooplanctónicas fue realizado en el laboratorio del Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso) y los resultados de abundancia de zooplancton se estandarizaron a número de individuos por 1.000 m<sup>3</sup> (ind./1.000m<sup>3</sup>), utilizando los datos de volumen de agua filtrada por la red bongo (Smith y Richardson, 1979).

El análisis del contenido estomacal de *T. s. murphyi* se efectuó en los laboratorios del Instituto de Investigación Pesquera, VIII Región, y consideró la identificación de los ítemes presa al nivel taxonómico más bajo posible, según su estado de digestión. El análisis del bolo alimenticio fue realizado utilizando los métodos gravimétrico, numérico y de frecuencia de ocurrencia (Hynes, 1950).



Para los análisis de la alimentación se construyeron seis grupos de tamaño (Tabla 3), representando todo el espectro de tallas de los ejemplares capturados.

**Tabla 3.** Clasificación de jurel por grupo de tamaños definido cada 5 cm de longitud horquilla (LH).

Grupo	Longitud horquilla (cm)	
	Desde	Hasta
I	<25	25
II	26	30
III	31	35
IV	36	40
V	41	45
VI	46	>46

#### 4.5.2.1 Importancia relativa de las presas

La importancia de cada taxón presa en la dieta de la especie en estudio se obtuvo mediante el Índice de Importancia Relativa (IIR) de Pinkas *et al.* 1971, (modificado, *fide* Hyslop 1980). Este índice relaciona el porcentaje del número (N%), frecuencia de ocurrencia (F%) y peso (P%) del taxón presa i:

$$IIR_i = \log[(N_i\% + P_i\%) * F_i\% + 1]$$

donde: N es el número de presas de cada taxón en los estómagos de jurel; P es el peso,; F es la frecuencia de aparición. Tanto N como P y F son expresados porcentualmente.



#### 4.5.2.2 Similitud trófica

La similitud trófica se estimó en base al índice de similitud de Czekanowski, o Bray-Curtis, también conocido como índice de similitud porcentual (Bloom, 1981):

$$IST = \frac{2 \sum_{i=1}^n \min(x_{ij}, x_{ik})}{\sum_{i=1}^n (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde:  $\min$  es el peso menor entre  $x_{ij}$  y  $x_{ik}$ ;  $x_{ij}$  denota la presencia del  $i$ -ésimo taxón presa en la  $j$ -ésima clase de tamaño del predador;  $x_{ik}$  denota la presencia del mismo taxón presa en la  $k$ -ésima clase de talla del predador; y  $n$  es el número total de taxa presas. Según Bloom (1981), este índice es el que mejor refleja la similitud entre grupos, sin sobrestimar ni subestimar la sobreposición, por lo que se considera más ventajoso en este tipo de estudios.

En los análisis sólo se consideraron los taxa de presas que aportaron con más del 1% en peso del contenido estomacal total. Para la construcción de los dendogramas se utilizó el criterio de enlace es el de pares no ponderados, utilizando promedios aritméticos (Sneath y Sokal, 1973). La significancia del agrupamiento se determinó mediante la metodología desarrollada por Arancibia (1988), que consiste en obtener el promedio de las similitudes entre pares de variables.



#### 4.5.2.3 Ración diaria de alimento (RD) y relación consumo/biomasa (Q/B)

La ración diaria de alimento se determinó mediante la expresión propuesta por Diana (1979):

$$RD = \frac{W_p \times N_f}{TD \times N_t}$$

donde:  $W_p$  es el peso promedio inicial de cada taxón de presa (en porcentaje respecto del peso del cuerpo del predador); TD es el tiempo de digestión, en días;  $N_f$  es el número de estómagos con cada taxón de presa;  $N_t$  es el número total de estómagos analizados.

El tiempo de digestión (TD en días) se estimó según la expresión de Worobec (1984)

$$S_t = S_0 \times e^{-R \times TD}$$

quedando TD expresado como:

$$TD = - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right)}{R}$$

donde:  $S_t$  es el peso del taxón de presa al final del período de digestión, considerado arbitrariamente igual 2% del peso inicial de la presa (Macpherson, 1985);  $S_0$  es el peso inicial de la presa; R es la tasa instantánea de evacuación gástrica, en horas.



El coeficiente instantáneo de evacuación gástrica para crustáceos ( $R_{cr}$ ) y peces pequeños ( $R_{pc}$ ) como eufáusidos y peces linterna, se determinó mediante las siguientes expresiones:

Crustáceos pequeños,  $R_{cr}$  (Mehl y Westgard, 1983)

$$R_{cr} = 0,005 \times e^{0,2 \times T}$$

Peces pequeños,  $R_{pc}$  (Macpherson 1985)

$$R_{pc} = 0,0149 \times e^{0,1209 \times T}$$

donde: T es la temperatura promedio del agua a la profundidad de captura.

#### 4.5.2.4 Relación consumo/biomasa, Q/B

La relación consumo biomasa (Q/B) de jurel se determinó con la ecuación de Livingston *et al.* (1986), modificado de Mehl & Westgard (1983)

$$Q_{ijk} = DR_{ij} \times D_i \times P_{ijk} \times B_j$$

donde:  $Q_{ijk}$  es el consumo de la presa k por el predador j durante el período de estudio i, expresado en toneladas;  $B_j$  es la biomasa del predador j, en ton;  $DR_{ij}$  es la ración diaria (porcentaje respecto al peso del pez) del predador j en el período de estudio i;  $D_i$  es el número de días que abarca el estudio;  $P_{ijk}$  es la proporción en peso de la presa consumida por el predador j durante el período de estudio i.



Se consideró una segunda metodología que es descrita por Sainsbury (1986), quien propone una estimación de RD considerando muestras de estómagos que cubran un período de alimentación de 24 horas. Sainsbury (1986) considera dos modelos, el primero asume una tasa de alimentación constante y el segundo asume una tasa de alimentación inversamente proporcional al contenido estomacal. Ambos modelos asumen una forma exponencial para evacuación gástrica.

En este estudio se asumió un ciclo diario de alimentación con un periodo de alimentación por día, con un determinado número de horas ( $T_f$ ); la muestra del contenido estomacal debe cubrir diferentes horas del día (día virtual). Como dato de entrada se utilizó la distribución de frecuencia del contenido estomacal, para así fijar el peso del contenido estomacal residual ( $S_r$ ) estimado como el valor mínimo registrado y el peso estomacal al término del periodo de alimentación ( $S_0$ ) utilizando el percentil 95% de la frecuencia acumulado del peso contenido estomacal. El tiempo de digestión fue estimado como el complemento de 24 horas al periodo de alimentación. Con esta información y suponiendo un modelo exponencial simple para la tasa de evacuación gástrica, la ecuación utilizada fue la siguiente:

$$S = S_0 \exp(-R\tau)$$

donde  $S_r$  es el peso del contenido estomacal al término de las 24 horas después del término del periodo de alimentación,  $S_0$  es el peso del contenido estomacal al término del período de alimentación,  $R$  es la tasa de evacuación gástrica, y  $\tau$  es el complemento de 24 horas del periodo de alimentación, estimado como:

$$\tau = 24 - T_f$$



A partir de la ecuación precedente, la tasa de evacuación gástrica queda determinada por:

$$R = -\frac{1}{\tau} \ln\left(\frac{S_r}{S_0}\right)$$

Para estimar la ración diaria de alimentación, se utilizó el modelo de Eggers (1977), que está definido como:

$$RD = R \times \bar{S} \times 24$$

donde RD es la ración diaria ( $\text{gd}^{-1}$ ),  $\bar{S}$  es el peso promedio del contenido estomacal y 24 representa la transformación de la tasa de evacuación gástrica a un periodo de 24 horas. Se consideró un promedio geométrico para estimar  $\bar{S}$ , descrita de la siguiente manera.

$$\bar{S} = [S_r \times S_0]^{1/2}$$

Por otra parte y considerando el modelo de Sainsbury (1986) para el peso del contenido estomacal residual, la tasa de alimentación durante el periodo de alimentación se puede estimar con la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{S_r \times R \times (1 - \exp(-R \times 24))}{(\exp(-R(24 - T_f)) - \exp(-R \times 24))}$$



donde  $\alpha$  es la tasa de alimentación ( $gh^{-1}$ ), y las otras variables presentes en la ecuación ya fueron definidas previamente ( $S_r$ ,  $R$  y  $T_j$ ). De acuerdo a esto, la ración diaria se puede estimar según la siguiente ecuación:

$$RD = \alpha \times T_j$$

#### 4.5.2.5 Índice de Selectividad de Presas por Tamaño

El tamaño de las presas se determinó por medio del índice de selectividad de presas por tamaño, ISU, utilizado, por Ursin (1973)

$$U = \ln\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$$

donde:  $w_i$  es el peso del depredador  $i$ ;  $w_j$  es el peso del taxón de presa  $j$  en el contenido estomacal de  $i$ .

Esta relación logarítmica de los pesos representa el tamaño promedio entre el predador y su presa, y la desviación estándar es una medida relativa de la selectividad, siendo inversamente proporcional a ésta (Hahm y Langton, 1985).



#### 4.5.2.6 Índice de selectividad de Chesson (1978)

La selectividad de las presas de acuerdo a la oferta ambiental se determinó mediante el índice de selectividad ( $\alpha$ ) de Chesson (1978). Este índice está basado en las abundancias relativas en el ambiente y en los estómagos, y se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{r_i p_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n r_i p_i^{-1}}$$

donde  $r_i$  es la proporción en número en la dieta de la especie  $i$ ,  $p_i$  la proporción en el ambiente de la misma especie  $i$ , y  $n$  es el número de ítems utilizados en el análisis.

Para determinar la oferta ambiental disponible en cada lance de pesca se construyó un área circular cuyo radio corresponde a la distancia aproximada que un jurel recorre en medio día y cuyo centro es el lance de pesca, para ello se utilizó la expresión propuesta por Hunter (1971):

$$V = 22,4 * LH^{0,6}$$

donde  $V$  es la velocidad de desplazamiento en cm/s y  $LH$  es la longitud horquilla del individuo (cm).

La longitud utilizada para el cálculo de la velocidad de jurel se tomó del rango de tallas más representativo. La determinación de las abundancias relativas de cada sector circular se realizó utilizando solamente las estaciones zooplanctónicas que quedaron incluidas dentro de estas áreas circulares sectores. Para tener la certeza



que las presas encontradas en el estómago del pez fueron ingeridas dentro de las doce horas anteriores a su captura. Del mismo modo, sólo se consideraron los estómagos que presentaban el contenido en bajo proceso de digestión.

Finalmente, los lances de pesca se agruparon en cuadrantes latitud-longitud (Lat-Long), formándose celdas que contienen las abundancias en los estómagos y en el ambiente.

#### **4.6 Fauna acompañante**

Para la determinación de la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se aplicó la siguiente metodología.

##### **4.6.1 Pesca de identificación**

La unidad de muestreo fue el lance de pesca con una red de arrastre a mediagua, efectuando un total de 56 lances de pesca en la zona de estudio, siendo el recurso jurel la principal especie capturada. En la tabla 4, se indica por embarcación la fecha, posición, duración del lance, captura de jurel y fauna acompañante registrada por lance de pesca. En cada lance de pesca se estimó la captura obtenida para el total y por especie (Tabla 29 y 30). Para ello, se utilizó una relación volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**Tabla 4.** Información de los lances de pesca realizados por el B/I "Abate Molina" y PAM "Líder" y "Don Julio" en el crucero de evaluación de jurel (mayo-junio 2001).

Lance	Barco	Fecha	Hora		Posición calado		Posición virado		Tipo	Tiempo	Veloc.	Prof..	Captura	
			Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud					R. Sup.	Jurel
1	Lider	16-06-01	12:35	13:14	3319,54	7254,18	3321,64	7255,62	Estrato Disperso	39	3,9	57	1282,3	63,2
2	Lider	17-06-01	11:25	12:15	3339,05	7228,94	3340,15	7227,36	Estrato Disperso	50	4,5	57	863,2	84,5
3	A. Molina	31-05-01	12:46	13:50	3357,54	7256,61	3401,04	7257,87	Cardumen	64	3,9	42	183,5	20,5
4	A. Molina	31-05-01	17:15	18:15	3358,07	7300,12	3400,98	7302,75	Estrato Denso	60	3,7	33	670,8	333,5
5	Lider	31-05-01	13:00	14:20	3359,28	7255,83	3402,94	7257,93	Cardumen	80	4,3	57	0,0	0,0
6	A. Molina	31-05-01	14:55	15:55	3359,30	7255,30	3359,99	7256,78	Estrato Disperso	60	3,9	34	0,7	0,0
7	Lider	31-05-01	17:10	18:05	3359,68	7300,79	3401,24	7259,90	Cardumen	55	4,3	58	241,1	97,7
8	Lider	13-06-01	08:53	09:16	3400,26	7211,07	3400,12	7211,95	Card. Aislado	23	4,2	50	0,6	0,0
9	A. Molina	31-05-01	23:58	00:55	3403,10	7305,19	3400,09	7301,95	Estrato Medio	57	4,1	15	1186,8	380,6
10	A. Molina	01-06-01	09:35	10:35	3403,99	7301,29	3407,29	7302,79	Estrato disperso	60	3,8	28	356,0	24,9
11	Lider	01-06-01	09:40	10:40	3405,81	7300,73	3408,04	7300,17	Cardumen	60	4,1	54	242,0	45,6
12	Lider	01-06-01	10:30	11:25	3407,15	7257,69	3403,96	7257,10	Cardumen	55	4,2	61	920,1	151,7
13	Lider	01-06-01	14:56	15:56	3407,36	7302,37	3403,61	7300,45	Cardumen	60	4,2	71	2,1	0,0
14	Lider	01-06-01	11:47	12:47	3407,94	7301,73	3409,58	7305,76	Cardumen	60	3,9	62	1238,3	523,2
15	A. Molina	31-05-01	09:55	11:07	3408,08	7256,51	3403,58	7256,95	Cardumen	72	4	52	94,5	11,9
16	A. Molina	01-06-01	11:34	12:34	3408,92	7301,36	3411,41	7304,08	Card. Aislado	60	3,7	40	2,3	0,5
17	Lider	01-06-01	17:35	18:40	3409,67	7302,84	3410,19	7300,33	Cardumen	65	4,4	64	20,2	33,1
18	A. Molina	01-06-01	13:10	14:10	3410,74	7304,32	3408,42	7300,16	Estrato Disperso	60	4	28	29,5	9,3
19	Lider	30-05-01	18:00	18:20	3412,33	7307,59	3412,99	7307,22	Cardumen	20	4,0	67	97,7	41,1
20	A. Molina	30-05-01	18:05	19:05	3412,68	7306,96	3416,46	7305,02	Estrato medio	60	3,9	14	2190,8	473,5
21	Lider	30-05-01	16:15	16:57	3416,87	7308,52	3413,90	7308,90	Cardumen	42	4,7	61	1167,5	256,3
22	Lider	30-05-01	13:00	14:20	3419,65	7308,44	3421,51	7307,46	Card. Aislado	80	4,3	62	61,9	3,9
23	A. Molina	30-05-01	22:02	23:05	3419,88	7307,89	3416,15	7305,47	Card. Aislado	63	4	23	309,1	59,8
24	A. Molina	30-05-01	15:20	16:20	3420,92	7307,90	3417,77	7309,72	Card. Aislado	60	3,6	73	18,8	0,0
25	A. Molina	29-05-01	17:43	18:45	3428,24	7314,36	3428,09	7309,66	Estrato disperso	62	3,5	41	25,8	54,0
26	Lider	10-06-01	09:50	10:32	3501,67	7348,38	3459,07	7346,78	Card. Aislado	42	4,1	60	376,8	59,7
27	Lider	07-06-01	12:45	13:28	3518,25	7506,88	3517,16	7510,16	Card. Aislado	43	4,3	69	114,6	38,4



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Tabla 4

28	Lider	06-06-01	11:16	12:00	3519,34	7312,82	3715,55	7312,48	Card. y Estrato	44	4,2	67	442,3	20,5
29	Lider	08-06-01	16:28	17:11	3520,30	7617,00	3522,00	7619,90	Card. Aislado	43	4,5	68	271,2	123,9
30	A. Molina	03-06-01	22:25	23:28	3539,57	7408,15	3540,18	7402,74	Card. Aislado	63	4,2	14	96,3	18,8
31	A. Molina	04-06-01	01:37	02:16	3540,06	7418,71	3539,64	7415,48	Cardumen	39	4,1	13	120,0	0,8
32	A. Molina	04-06-01	18:45	19:15	3559,27	7451,03	3559,29	7448,59	Cardumen	30	3,8	19	225,8	0,0
33	A. Molina	07-06-01	20:27	21:12	3559,91	7531,51	3600,12	7527,56	Card. y Estrato	45	3,9	16	111,3	0,8
34	A. Molina	04-06-01	23:57	00:32	3603,29	7501,46	3603,18	7458,61	Card. Aislado	35	3,8	15	280,3	15,7
35	A. Molina	04-06-01	21:44	22:14	3605,16	7455,04	3603,77	7453,42	Cardumen	30	4,2	15	389,2	21,0
36	A. Molina	07-06-01	09:53	10:33	3619,53	7454,13	3620,02	7451,37	Cardumen	40	3,6	69	330,0	0,0
37	A. Molina	07-06-01	05:46	06:35	3619,97	7432,57	3620,18	7428,83	Estrato Denso	49	4	18	495,2	7,6
38	A. Molina	10-06-01	23:26	00:10	3639,54	7519,51	3700,51	7516,54	Estrato Denso	44	3,6	23	182,7	116,9
39	A. Molina	09-06-01	17:40	18:23	3639,93	7515,01	3639,26	7418,49	Estrato Medio	43	4	22	392,4	0,0
40	A. Molina	09-06-01	10:20	11:12	3639,95	7500,91	3639,98	7504,75	Cardumen	52	3,9	66	325,8	10,3
41	A. Molina	08-06-01	22:25	23:22	3640,00	7619,95	3639,92	7612,90	Card. y Estrato	57	4,1	51	259,2	25,7
42	A. Molina	09-06-01	07:06	07:21	3640,16	7512,72	3639,97	7513,74	Estrato Denso	15	3,4	22	89,3	8,3
43	A. Molina	10-06-01	12:43	13:35	3659,62	7407,61	3700,52	7403,95	Cardumen	52	3,6	65	184,1	8,0
44	A. Molina	14-06-01	19:20	19:35	3721,01	7539,11	3720,65	7538,14	Estrato Denso	15	3,9	30	2563,85	47,0
45	A. Molina	13-06-01	10:15	10:31	3722,61	7551,23	3723,13	7550,37	Cardumen	16	3,6	65	473	6,0
46	A. Molina	15-06-01	05:24	06:25	3731,66	7448,53	3728,12	7446,91	Card. y Estrato	61	3,8	40	137,75	19,8
47	A. Molina	15-06-01	23:55	00:22	3738,75	7457,63	3736,94	7457,53	Estrato Denso	27	3,9	38	105,5	18,7
48	A. Molina	15-06-01	09:40	10:55	3745,42	7454,71	3741,43	7452,82	Cardumen	75	3,3	85	7,63	2,5
49	A. Molina	15-06-01	21:57	22:16	3750,58	7500,63	3749,34	7500,67	Card. y Estrato	19	3,7	23	271,63	6,5
50	A. Molina	15-06-01	20:12	20:51	3753,38	7457,36	3751,10	7458,33	Estrato disperso	39	3,7	30	71,25	58,0
51	Don Julio	06-06-01	09:25	10:20	3758,47	7541,66	3801,47	7538,52	Cardumen	55	4,4	62	0,0	0,0
52	A. Molina	15-06-01	18:35	18:55	3800,17	7453,01	3759,07	7453,91	Estrato medio	20	4,1	28	154	55,3
53	Don Julio	06-06-01	15:10	16:32	3803,00	7552,68	3806,00	7547,00	Cardumen	82	3,7	143	244,4	3,7
54	Don Julio	08-06-01	10:49	13:05	3821,07	7537,70	3819,91	7534,55	Cardumen	136	4,1	130	1187,2	53,3
55	Don Julio	10-06-01	13:48	15:00	3902,93	7438,51	3859,76	7439,30	Estrato Disperso	72	3,6	73	3628,5	93,0
56	Don Julio	12-06-01	03:40	04:26	4000,00	7701,34	3959,69	7704,78	Cardumen	46	4,0	61	492,5	3,7

Prof. R. Sup = Profundidad de la relinga superior



#### **4.6.2 Reconocimiento y proporción fauna acompañante**

Para determinar la fauna acompañante y sus proporciones en las pescas de identificación, se procedió a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance. Se registró en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla según fue el caso y la longitud cefalotorácica en el caso de crustáceos.

La identificación se efectuó a través de uso de antecedentes bibliográficos (Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificación no fue posible a bordo, se tomaron fotografías y el espécimen se conservó en formalina al 10 % con la información correspondiente para su posterior identificación en tierra.

La estimación de la captura de cada especie en peso, se obtuvo mediante la aplicación del cociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

#### **4.7 Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio**

A fin de determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio se aplicó la siguiente metodología

##### **4.7.1 Diseño general de muestreo**

Durante el crucero de investigación se realizaron 21 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, compuestas de 8 estaciones de muestreo dispuestas a los 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn (transectas



largas), y 5 estaciones de muestreo oceanográfico (transectas cortas), situadas a los 10, 25, 50, 75 y 100 mn desde la costa.

En cada una de las estaciones oceanográficas correspondientes al sector prospectado por el PAM "Líder" (sector norte), se obtuvo registros continuos de temperatura (°C), salinidad (psu) y fluorescencia, desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad. Para esto, se utilizó un CTDO SeaBird y un perfilador de fluorescencia. En el caso del B/I "Abate Molina" se obtuvo registros continuos de temperatura (°C), salinidad (psu) y fluorescencia, hasta un máximo de 600 m de profundidad con la ayuda de un CTD NEIL BROWN, modelo Mark III y un fluorómetro SEA TECH, ambos conectados a un sistema de muestreo automático tipo roseta GENERAL OCEANICS, con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad. Las estaciones del sector sur del área de prospección, evaluado por el PAM "Don Julio", se registró verticalmente la temperatura (°C) y la salinidad (psu) desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad mediante un CTD ME Memory Probe.

Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, se colectó muestras de agua de mar a profundidades discretas que corresponden a superficie, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 y 600 m. En estaciones seleccionadas se colectó muestras de agua de mar; para el análisis de la concentración de clorofila-a por el método extractivo según lo reseñado en Parsons *et al.* (1984), y análisis de salinidad para verificar el buen funcionamiento de las sondas oceanográficas utilizadas.

En estaciones de muestreo, donde el tiempo imperante y el estado del mar no permitió el uso del sistema de roseta por razones operativas y de seguridad, se



realizaron lances oceanográficos con un CTD Marca ALEC, para la obtención de registros continuos de temperatura y salinidad. En estas estaciones no se obtuvo información de concentración de oxígeno disuelto y clorofila-a. Esta situación se registró sólo en 12 estaciones.

La Tabla 5 resume el número de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero.

**Tabla 5.** División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas realizadas en cada sector.

Sector	Transectas	Límite	Estaciones	Latitud
		Oeste (mn)	de muestreo	Sur
Norte	1 a la 7 (7)	200	45	33°20' - 35°20'
Centro	8 a la 14 (7)	200	41	35°40' - 37°40'
Sur	15 a la 21 (7)	200	41	38°00' - 40°00'
Area Total	21	200	127	33°20' - 40°00'

El 92,0 % de las estaciones oceanográficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrográficas.

Por último, la Tabla 6 resume la posición de cada una de las 21 transectas realizadas durante el estudio y el número de estaciones de muestreo.



**Tabla 6.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular (mayo-junio 2001).

Transectas	Latitud	Longitud	Número de Estaciones	Fecha
Zona norte				
1	33°20	71°48 – 75°38	8	14-16/06/01
2	33°40	71°48 – 73°36	3	17/06/01
3	34°00	72°01 – 75°51	8	12-17/06/01
4	34°20	72°05 – 73°59	5	11-12/06/01
5	34°40	72°10 – 75°57	8	08-11/06/01
6	35°00	72°18 – 74°09	5	09-10/06/01
7	35°20	72°34 – 76°35	7	05-07/06/01
Zona centro				
8	37°20	72°42 – 74°39	5	03-04/06/01
9	37°00	72°54 – 76°53	8	04-08/06/01
10	36°40	72°57 – 74°54	5	05-08/06/01
11	36°20	73°14 – 77°16	8	08-10/06/01
12	36°00	73°39 – 75°37	5	10-11/06/01
13	35°40	73°47 – 77°53	6	11-14/06/01
14	35°20	73°45 – 75°45	5	12-13/06/01
Zona sur				
15	40°00	73°36 – 77°39	5	05-07/06/01
16	39°40	74°04 – 76°06	5	08/06/01
17	39°20	73°35 – 77°41	8	07-09/06/01
18	39°00	73°24 – 75°22	5	09-10/06/01
19	38°40	73°20 – 77°25	7	11-12/06/01
20	38°20	73°29 – 75°29	5	14-15/06/01
21	38°00	73°48 – 78°00	8	13-14/06/01

#### 4.7.2 Análisis de las muestras y de la información

La salinidad se determinó por medio de un salinómetro de inducción marca BECKMAN RS7C. La concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984).

La cuantificación de la clorofila-a, se realizó midiendo la absorbancia del extracto obtenido con la técnica fluorométrica descrita en Parsons *et al.* (1984), para el método con y sin acidificación.



El cálculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

La estabilidad hidrostática ( $\times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$ ) fue calculada utilizando la expresión:

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

donde  $\rho$  ( $s, t, p$ ) es la densidad *in situ*,  $\sigma_t$  la densidad a presión atmosférica y  $z$  es la profundidad (Pond & Pickard, 1983).

Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 25, 50, 100, 200 y 400 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a (superficial e integrada en una columna de agua de 100 m. de profundidad).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las 21 transectas realizadas y b) perfiles verticales promediados entre todas las estaciones que comprendieron cada una de las transectas.

Las masas de agua presentes en la zona de prospección fueron determinadas a través de la confección de diagramas TS.

En cada una de las estaciones oceanográficas, se calculó la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina, de acuerdo a la metodología reseñada en Kara *et al.* 2000.



### **4.7.3 Información meteorológica**

En cada una de las estaciones oceanográficas se registraron los siguientes datos meteorológicos: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, visibilidad, y altura y dirección de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

### **4.7.4 Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio**

Se efectuó un análisis espacial de la distribución y abundancia de jurel y las variables oceanográficas registradas. La información considera la prospección acústica con su valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanográficas.

#### **4.7.4.1 Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables oceanográficas**

#### **Procesamiento de la información**

Se generaron los archivos base correspondiente al crucero acústico y bio-oceanográfico realizado en el otoño del 2001 en la zona de estudio. La información consideró los siguientes datos: prospección acústica y su correspondiente valor de densidad del recurso y latitud y longitud de las estaciones bio-oceanográficas y los datos de las variables ambientales (temperatura en °C, salinidad en psu, oxígeno en ml/L, densidad en sigma-t, clorofila mg/m<sup>3</sup>, eufáusidos en individuos/1000m<sup>3</sup>).



Con las bases de datos mencionadas anteriormente se generaron, para cada variable, archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Información Geográfica IDRISI para Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Estos archivos contemplan la georeferenciación de la data de las diferentes variables contempladas en este estudio en diferentes capas (Tabla 7).

**Tabla 7.** Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.

Variables	Tipo datos	Capas por rangos de profundidad
Densidad del jurel en t/mn <sup>2</sup>	integrado	en 4 capas: 1 <sup>a</sup> : superficie a 50 m, 2 <sup>a</sup> : 51 a 100 m, 3 <sup>a</sup> : de 101 a 150 m y 4 <sup>a</sup> : 151 a 200 m.
Temperatura en °C	puntual	en 5 capas: 1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial), 2 <sup>a</sup> : 50 m, 3 <sup>a</sup> : 100 m, 4 <sup>a</sup> : 150 m y 5 <sup>a</sup> : 200 m
Salinidad en psu	puntual	en 5 capas: 1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial), 2 <sup>a</sup> : 50 m, 3 <sup>a</sup> : 100 m, 4 <sup>a</sup> : 150 m y 5 <sup>a</sup> : 200 m
Oxígeno en ml/l	puntual	en 5 capas: 1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial), 2 <sup>a</sup> : 50 m, 3 <sup>a</sup> : 100 m, 4 <sup>a</sup> : 150 m y 5 <sup>a</sup> : 200 m
Densidad en sigma-t	puntual	En 5 capas: 1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial), 2 <sup>a</sup> : 50 m, 3 <sup>a</sup> : 100 m, 4 <sup>a</sup> : 150 m y 5 <sup>a</sup> : 200 m
Clorofila en mg/m <sup>2</sup>	integrado en la columna de agua	1 a 100m
Eufáusidos en ind./1000m <sup>3</sup>	integrado en la columna de agua	1 a 100 m
Capa de dispersión profunda	Integrado	350 a 500 m.



Para realizar una descripción espacial y temporal de las variables bio-oceanográficas y acústicas se configuraron imágenes de cada una de dichas variables. Luego se crearon los archivos de vectores bases en formato SIG, los que contemplaron, para cada variable, la georreferencia con sus respectivos datos. Posteriormente se realizaron las interpolaciones, a través del método de Kriging, de dichos vectores.

Con el objeto de superponer y relacionar distintas capas de información, se generaron imágenes que tuvieran una escala espacial idéntica, de este modo, las imágenes poseen la misma resolución y cobertura espacial. A través del módulo RESAMPLE del SIG se generaron imágenes en rasters de similar cantidad de filas y columnas, igual posición y cobertura geográfica. De esta manera se crearon imágenes en rasters de 210 columnas (en el sentido E-W) y 270 filas (en el sentido N-S).

Con el propósito de favorecer el análisis visual de las imágenes creadas, fueron reclasificadas en clases de valores, los cuales se asociaron a diferentes colores. Para ello se utilizaron dos módulos: **a)** módulo HISTOGRAM, que permitió conocer y analizar la distribución de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y **b)** módulo RECLASS, que permitió reclasificar los valores de las celdas de una imagen.

#### **4.7.4.2 Análisis de las relaciones entre la distribución de jurel y las variables oceanográficas**

##### **Análisis integrado**

Con el SIG mencionado y para detectar la posible asociación entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas, se emplearon los siguientes enfoques: a) se



efectuó un análisis espacial y visual de la información realizando la cartografía de las variables y explorando las asociaciones a través de tablas de crostabulación, b) se estableció una relación funcional entre la distribución del jurel y las variables mayormente asociadas mediante un análisis de modelos de regresión y c) se estimó la señal latitudinal del jurel respecto de las variables ambientales.

**a) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables ambientales**

Para establecer las relaciones entre estas variables, se realizó un análisis entre la distribución de las especies y de las variables bio-oceanográficas, para tal efecto se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a las variables bio-oceanográficas (temperatura, salinidad, oxígeno, densidad y clorofila) mediante tablas de crostabulación. Con lo anterior se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros, además se realizaron asociaciones entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales a través de la estimación del índice V de Cramer (este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa).

**b) Análisis de la señal latitudinal**

Se estimó la señal latitudinal de las variables hidrográficas conservativas y la densidad del jurel expresados en Sa. Para tal efecto se utilizó la metodología propuesta por (Castillo *et al.*, 2000) cerrándose una grilla con una resolución de 2 mn latitudinal y 50 mn longitudinal. Generándose tres señales: la primera



denominada costera y situada entre la costa y 50 m, la segunda denominada intermedia posicionada entre los 51 y los 100 m y una tercera situada desde los 101 al oeste.

Se estimaron los gradientes térmicos y salinos longitudinales, calculándose el diferencial entre pixeles vecinos mediante los comandos del SIG.

**c) Relaciones funcionales entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas**

Relaciones entre la distribución y abundancia del recurso jurel y las variables hidrológicas conservativas (temperatura y salinidad) y sus gradientes se efectuó a través de modelos de regresión. La prueba de la hipótesis se realizó mediante modelos de regresión utilizándose el software estadístico STATISTICA, cabe señalar que dicha metodología es similar a la propuesta por Power y May (1991) y Reddy *et al.*, (1995) y empleada por Yáñez *et al.*, (1996) en la pesquería pelágica de San Antonio y Barria *et al.*, (2000) en la pesquería de jurel en Chile.



## 5. RESULTADOS

### 5.1 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio

#### 5.1.1 Calibración electroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas efectuadas a bordo del B/ "Abate Molina", así como las correspondientes al PAM "Líder" y "Don Julio" se resumen en la tabla 8.

**Tabla 8.** Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 KHz

LUGAR	FECHA	BARCO	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
			LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
			0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
I. STA MARÍA	10/06/91	A. Molina	27,1	28,2	28,5	27,5	28,2	28,8
I. STA MARÍA	27/11/91	A. Molina	26,9	28,0	28,1	27,1	27,8	28,4
QUINTERO	21/10/92	A. Molina	26,9	27,9	28,1	27,0	27,5	27,9
VALPARAÍSO	20/06/93	A. Molina	26,8	27,9	27,9	26,9	27,5	27,6
VALPARAÍSO	09/11/93	A. Molina	26,5	27,2	27,4	26,9	27,2	27,6
MEJILLONES	27/02/94	A. Molina	26,0	27,0	27,0	26,1	26,7	27,0
VALPARAÍSO	13/07/94	A. Molina	25,7	26,5	26,5	25,8	26,3	26,7
VALPARAÍSO	22/04/97	A. Molina	26,8	27,5	27,6	27,3	27,7	27,8
VALPARAÍSO	29/12/97	A. Molina	26,8	27,7	27,7	27,2	27,5	27,9
VALPARAÍSO	21/11/98	A. Molina	26,9	27,4	27,2	27,1	27,2	27,3
TALCAHUANO	15/05/99	A. Molina	27,0	27,8	27,6	27,2	27,7	27,7
VALPARAÍSO	16/05/00	A. Molina	26,5	27,6	28,2	26,8	27,4	27,9
TALCAHUANO	29/05/00	Ventisquero	26,4	27,2	27,6	26,3	27,1	28,0
TALCAHUANO	18/05/01	A. Molina	26,5	27,7	28,3	26,8	27,5	27,9
TALCAHUANO	04/06/01	Don Julio	26,3	27,5	28,4	26,7	27,3	28,0
TALCAHUANO <sup>1</sup>	04/06/01	Líder		26,7			26,7	
<b>VALOR PROMEDIO</b>			26,6	27,5	27,7	26,8	27,3	27,7
<b>DESVIACIÓN</b>			0,39	0,47	0,55	0,47	0,46	0,51

<sup>1</sup> Sólo se calibró longitud de pulso de trabajo.



La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 KHz), tanto para TS y Sv, indica estabilidad en los valores a lo largo del tiempo en los distintos equipos utilizados en la evaluación, lo cual se explica por una buena performance del sistema y la estabilidad que presenta el blanco (esfera de 60 mm de diámetro) durante la calibración, frente a movimientos del barco producidos por condiciones de viento, mar y corrientes.

El análisis estadístico realizado mediante la aplicación del test "t" students para datos pareados, a los valores de ganancias del transductor a distintas longitudes de pulso, indica que las diferencia observadas no son significativas, al determinar valores de "t" students observado inferiores a los valores críticos de aceptación a un nivel de confianza de 95% (Tabla 9).

**Tabla 9.** Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz

	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
	Longitud de pulso (mseg)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
$T_{(OBSERVADO)}$	1,44	1,30	1,23	1,25	1,06	1,02
$T_{(CRÍTICO;95\%)}$	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13

Los resultados señalan que no existe una deriva significativa en el equipo de evaluación acústica SIMRAD EK - 500, permaneciendo éste en los rangos de variación señalados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es mínimo.



### 5.1.2 Descripción de estructuras espaciales en la información acústica

El recurso estuvo presente en toda la zona de estudio, exceptuando el sector comprendido desde Topocalma al norte por sobre las 100 mn de la costa, donde no se observó la presencia de agregaciones de peces en la columna de agua insonificada por los equipos acústicos (ecosonda y sonar), lo que ha sido recurrente desde 1998. Zona que se caracteriza por el predominio de aguas cálidas y ausencia absoluta de recurso, constituyendo un patrón característico en la evaluación acústica de jurel en la zona centro-sur.

A diferencia de otros años, la distribución del recurso no presentó zonas de alta concentración sino más bien niveles de densidad más homogéneos respecto a lo registrado en anteriores evaluaciones acústicas realizadas en la zona de estudio. En este sentido, la zona de abundancia fue amplia y se ubicó entre el sur de Topocalma (34° 40'LS) y norte de Corral (39° 40'LS), desde 35 a 160 mn de la costa (Fig 3). En las cercanías de su límite latitudinal (norte-sur) y longitudinal (200 mn), se observa una fuerte disminución en la frecuencia y en los niveles de densidad del recurso, indicando con ello que el área prospectada abarcó en gran medida la distribución espacial de jurel presente en la zona de evaluación.

#### 5.1.2.1 Índice de presencia (IC) y densidad (ID)

El índice presencia (IC) y densidad (ID) en la zona de estudio fue de 31,47% y 271,09 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. Valores que comparados con los registrados en 1999 y 2000, muestran de manera clara los cambios en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio. Es así que entre 1999 y 2000, la distribución espacial de jurel mostró una estabilidad en cuanto a la cobertura espacial (26,66 y 23,78%), mientras que el incremento en el índice de densidad desde 185,32 a 268,51 t/mn<sup>2</sup>, corroboró el



incremento en la biomasa observado entre estos años. En este sentido, el aumento en los índices de cobertura y densidad durante la prospección sugieren un incremento en la disponibilidad de jurel en el área de estudio.

### 5.1.2.2 Número de cardúmenes por milla recorrida

El número de cardúmenes por milla recorrida expresado en porcentaje, para el crucero y anteriores evaluaciones realizadas durante el invierno en la zona de estudio, se presentan en la tabla 10.

**Tabla 10.** Frecuencia de presencia de cardúmenes (en %) por milla recorrida por crucero.

AÑOS	NÚMERO DE CARDÚMENES POR 1 MN (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1991	79,4	16,5	4,0					
1992	60,4	26,4	10,4	1,9	0,9			
1993	90,6	8,5	0,8					
1994	80,2	12,8	4,6	1,7	0,5			
1997	52,3	25,4	11,5	5,5	2,6	2,0	0,3	0,2
1998	63,2	22,1	9,5	2,2	2,2	0,7		
1999	69,5	20,9	6,4	2,5	0,6			
2000	70,8	17,4	10,0	13,0	0,4			
2001	71,4	25,98	2,7					



El comportamiento de este índice a través de los años, muestra un importante cambio en el nivel de agregación del jurel (cardúmenes) asociado fuertemente a variaciones del medio ambiente, al registrarse el número mayor de cardúmenes por milla recorrida (5 y 8) en los años donde se observan anomalías térmicas superficiales positivas (1,6 y 2,5 °C). Es así que a partir de 1997, año en el cual la zona de estudio estuvo bajo un régimen de evento "El Niño" de carácter intenso, se observa la disminución de las temperaturas con un evento "La Niña" en 1999 y temperaturas superficiales no superiores a 13 °C este año, observando que el número de cardúmenes por millas disminuyó y la frecuencia de 1 cardumen por milla aumentó.

En este sentido, de mantenerse las condiciones frías en la zona de estudio no es posible esperar un aumento de registros con un número alto de cardúmenes presentes por IBM.

### **Correlogramas**

El análisis de los correlogramas por transectas no muestra rangos muy distintos para los tamaños de las macroestructuras; en la zona norte (2 a 7), centro (4 a 7), y sur (5 a 8) (Fig 4). Diferencias que son explicadas por el tipo de distribución espacial amplia presente en área de estudio, al registrar densidades de jurel bastante homogéneas que generaron extensas zonas de distribución, con macroestructuras de mayor tamaño en el área de estudio. Situación que ha sido observada en los sectores centro durante 1997 (12) y 2000 (14), así como en el sur para 1998 (9) y 1999 (9).



#### 5.1.2.4 Variogramas

El análisis de la información mediante el uso de la técnica geoestadística, indica que la distribución espacial del jurel no fue isotrópica, al presentar una tendencia en los registros acústicos en la dirección este-oeste.

Se ajustó al variograma un modelo esférico tanto para el sector costero como oceánico, donde el 35,1 y 23,4% de la varianza, es explicado por un efecto "pepita", estabilizándose la varianza a una distancia de 3 millas náuticas (Fig 5). Este comportamiento del variograma indica la presencia de macroestructuras en la zona de estudio, en tanto, la presencia del efecto "pepita", se explicaría por la aparición de microestructuras o errores de medición menores al intervalo básico de muestreo.

#### 5.1.3 Distribución geográfica del recurso

El recurso se detectó en toda la zona de estudio, con excepción del sector ubicado al noroeste de Topocalma por sobre las 100 mn de la costa, siendo característico el patrón de distribución observado en anteriores evaluaciones, en cuanto la presencia de agregaciones alargadas y distribuidas en sentido latitudinal y paralela a la costa.

En la zona no se identifican sectores definidos de alta densidad (Fig 3), siendo lo característico para este año valores relativamente similares en toda la zona prospectada. En este sentido, el recurso se localizó principalmente desde el sur de Topocalma al norte de Corral, concentrándose en esta área el 93,10 % de la biomasa total estimada para la zona de estudio.

En el sentido longitudinal, la zona de mayor concentración de jurel no sobrepasó las 160 mn de la costa, detectando una fuerte reducción en los valores de densidad en



el sector sur y hacia las 200 mn. (Fig. 3). Esta ausencia del recurso al oeste, noroeste y sur de la zona de estudio, así como antecedentes de la flota cerquera que indican la escasa presencia de jurel por fuera del área de la prospección, permite asegurar que gran parte de la abundancia de jurel estuvo dentro del área de estudio.

El patrón de distribución espacial del jurel durante este año, se corresponde con lo observado desde 1997 al 2000, donde el recurso de preferencia se ha localizado dentro del área de prospección, con la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta de manera recurrente la intrusión de aguas cálidas de origen oceánica. Sin embargo esta distribución no presentó zonas de alta densidad como lo registrado al norte de Talcahuano en los años 1992, 1993, 1997 y 2000, donde de manera sistemática se concentró sobre el 60 % de la biomasa evaluada.

#### **5.1.4 Distribución batimétrica del recurso**

La información batimétrica se agrupó de acuerdo a las zonas usadas en el análisis oceanográfico, a fin de facilitar el análisis integrado posterior. En general el jurel se ubicó entre los 10 a 220 m de profundidad, con un 81,00% de las agregaciones entre 10 a 100 m (Fig. 6), indicando una distribución más profunda respecto al año 2000, donde alcanzó una profundidad máxima de 190 m con un 90% del recurso en los primeros 100 m de profundidad. Asimismo, se mantiene la distribución unimodal observada en el 2000, respecto a las distribuciones bimodales registradas post "El Niño" 1997.

En el sector norte, el recurso se ubicó entre la superficie y los 150 m de profundidad desde San Antonio a Constitución, concentrándose el mayor número de agregaciones entre 20 a 120 m y altas densidades entre 30 y 80 m de profundidad.



En el sector oceánico la presencia de jurel disminuye y densidades (sobre 300 t/mn<sup>2</sup>) alcanzan menor profundidad (20 - 50 m) respecto al sector costero.

En el área costera como oceánica del sector central, el jurel se localizó entre los 10 y 220 m de profundidad, reuniendo la mayor cantidad de agregaciones entre los 20 a 140 m, no observando la tendencia a registrar alta densidad en superficie hacia el sector oceánico.

En el sector sur, la distribución batimétrica fue mayor al agruparse las agregaciones entre 50 a 130 m en la costa y 60 a 140 m en el océano. Las abundancias sobre 300 t/mn<sup>2</sup> estuvieron a mayor profundidad ubicándose entre los 50 a 120 y desde 50 a 140 m, respectivamente.

En general, de norte a sur se observa una tendencia del recurso a profundizarse en el sector costero y oceánico, situación que es recurrente en las prospecciones realizadas desde 1997, 1999 y 2000, registrando este año un límite inferior mayor a lo detectado en el año 2000 (190 m).

Este tipo de distribución, indica que durante el día el 59,50% de las agregaciones de jurel, estuvieron accesibles al arte de pesca de cerco, al ubicarse entre la superficie y los 80 m de profundidad. Porcentaje que indica el corte de la tendencia al incremento de las agregaciones en superficie observadas durante 1998 (42,30%), 1999 (69,81%) y 2000 (73,33%).



## 5.2 Biomasa total del recurso jurel

### 5.2.1 Constante de ecointegración ( $t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$ )

La constante de ecointegración fue determinada a partir de la aplicación de la relación  $TS = 20,11 \cdot \text{Log}(L) - 68,67$  (Córdova *et al*, 1997), y el valor central (mediana) desde la distribución de tallas ponderadas por captura por tiempo de arrastre y densidad acústica.

La evaluación a la talla al 50% (mediana), de la regresión TS-longitud y la relación longitud peso establecida en el crucero, permitió determinar un TS de  $-40,33$  dB y un peso a la talla de 167,96 g. A partir de estos resultados se calculó una constante de ecointegración de  $0,144$  ( $t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$ ), la cual es menor en un 6,9 % respecto al valor determinado en el 2000 ( $0,1548$   $t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$ ). Reducción que se explica por una menor talla central este año, producto de un mayor número de ejemplares de jurel entre 20 a 24 cm en la zona de estudio.

### 5.2.2 Biomasa total de jurel

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, aplicando los métodos de Estrato agrupado (Volter 1985) y de Geoestadístico (Petitgas, 1991) se entregan en la tabla 11.

**Tabla 11** Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos (mayo-junio 2001)

MÉTODO	AREA (MN <sup>2</sup> )	BIOMASA (T)	DENSIDAD (T/MN <sup>2</sup> )
AGRUPADO (1985)	70.237	5.980.000	85,14
PETITGAS (1991)	52636	5.970.000	113,42



La biomasa estimada por ambos métodos no presenta diferencia relevante entre ellas.

### 5.2.2.1 Biomasa de jurel a la talla

La biomasa numérica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia acústico, se entrega en la tabla 12.

**Tabla 12.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Peso (g)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Abundancia en toneladas
20	162	80,27	0,77	243.580.016	19.554
21	433	92,80	2,55	799.001.144	74.153
22	608	106,57	5,33	1.665.727.146	177.519
23	572	121,62	6,65	2.078.696.411	252.825
24	673	138,03	7,96	2.488.806.289	343.532
25	1011	155,84	12,69	3.966.457.093	618.133
26	1685	175,11	21,98	6.871.780.163	1.203.329
27	1478	195,90	19,19	5.997.955.656	1.175.014
28	846	218,26	10,12	3.164.883.495	690.796
29	392	242,26	4,39	1.372.832.116	332.594
30	169	267,95	1,69	530.798.334	142.231
31	102	295,39	1,13	353.746.811	104.494
32	89	324,62	1,55	485.463.911	157.596
33	57	355,72	0,88	276.036.714	98.193
34	40	388,73	0,56	176.650.790	68.671
35	19	423,72	0,36	114.074.340	48.336
36	9	460,70	0,28	89.764.118	41.357
37	12	499,83	0,24	75.498.230	37.736
38	12	541,07	0,36	115.090.127	62.272
39	3	584,50	0,02	717.335	419
40	3	630,19	0,13	42.953.247	27.069
41	3	678,19	0,13	42.953.247	29.131
42	4	728,56	0,32	101.335.772	73.829
43	1	781,35	0,03	11.018.759	8.610
44	2	836,62	0,12	40.284.795	33.703
45					
46	2	954,80	0,18	58.532.072	55.887
47	2	1017,84	0,18	58.532.072	59.577
48	2	1083,58	0,04	13.687.211	14.831
49					
50					
51					
52	1	1374,68	0,04	12.537.664	18.610
Total	8.392		1,0	31.250.395.075	5.970.000



Los resultados alcanzados indican para este año un aumento de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm, alcanzando un 35,97 % en número y 24,88 % en peso, rompiendo la tendencia a disminuir los ejemplares bajo la talla mínima observada desde 1998 al 2000, donde el porcentaje para la abundancia numérica fue de 79,54, 63,13 y 16,44%, en tanto para el peso, esta reducción es mayor con valores de 68,09, 43,41 y 11,47% para el mismo período.

*Tuller*

Este año, el número total de individuos ( $3,11E+10$ ) representa un fuerte incremento respecto al 2000, donde la abundancia numérica total fue de  $2,52E+10$ . Incremento numérico que explica en gran parte el estimado de biomasa alcanzado en la evaluación del 2001. Asimismo, durante el Crucero no se registra una presencia fuerte de ejemplares sobre 37 cm como en 1999, siendo este tipo de distribución bastante similar a lo observado en 1997, 1998 y 2000.

#### 5.2.2.2 Composición por tamaño

La distribución de talla registrada en el Crucero se presenta en la figura 7. Se muestreó ejemplares de jurel entre 20 a 52 cm de longitud horquilla, concentrando el 99,33% de los individuos entre los 20 a 35 cm (3 a 6 años). A diferencia de lo registrado desde 1997, el aporte de ejemplares por sobre los 40 cm de longitud horquilla fue escaso (0,67%).

La estructura de talla presenta una moda principal en 26 cm y una moda secundaria moderada en 22 cm, coincidiendo la primera de ella con la registrada durante el 2000 (26 cm), en tanto la segunda también es registrada con posterioridad al evento "El Niño 97" durante la prospección de 1998. Esta distribución difiere de lo observado en el 2000, donde ejemplares entre 25 a 30 cm sustentaron el alto



volumen de biomasa estimada, situación que cambia este año, al observar un mejoramiento en la estructura de talla en cuanto a un aumento de ejemplares pequeños (20 a 24) que a futuro sustenten una actividad extractiva en el recurso jurel.

En este sentido, el número de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm (41,23%) y de individuos bajo los 32 cm (96,88%), aumentó respecto al 2000, donde se registró valores de 25,04% para la talla mínima y de 93,23% para talla de primera madurez (Fig. 7).

Al igual que los últimos tres años, la distribución de tamaños de jurel muestra ejemplares mayores en el sector sur del área de estudio, que corresponden a los lances realizados por el PAM "Don Julio" (Fig. 8). En el sector norte la distribución es bimodal por un aporte mayor de ejemplares pequeños, en tanto en el sector centro y sur la distribución es unimodal con moda centrada en 26 cm (Fig. 8 b y c).

El análisis estadístico de Chi Cuadrado aplicado a las distribuciones de talla del sector norte, centro y sur del área del estudio, indican que no es posible rechazar la hipótesis nula de igualdad a un 95% de confianza en el sector centro y sur, al determinar valor de  $\chi$  calculado inferior a los  $\chi$  de tabla, a un 95% de confianza (Tabla 13). En el sector norte la igualdad se rechaza por la presencia de ejemplares de menor tamaño, que son aportados por lances de la pesca comparativa, razón por lo cual se valida la estructura única de talla determinada en el estudio (Fig. 8).



**Tabla 13.** Análisis de Chi Cuadrado para las distribuciones de talla de jurel (mayo-junio 2001)

	ZONAS		
	NORTE/CENTRO	NORTE/SUR	CENTRO/SUR
$\chi_{\text{calculado}}$	34,2	82,4	25,9
$\chi_{\text{crítico}}$	28,9	43,8	43,8

Se rechaza la hipótesis nula si  $\chi_{\text{calculado}} > \chi_{\text{crítico}}$

### 5.2.2.3 Relación longitud-peso

En atención a que la información fue colectada en distintas embarcaciones, las regresiones establecidas en cada una de ellas fueron analizadas (Tabla 14), aplicando una dócima de comparación para varias relaciones lineales simultáneas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre sí, al obtener un F calculado (1,49) inferior al F crítico de tabla (3,69) con un 95% de confianza. Resultado que permite refundir la información en una sola base de datos para la zona prospectada.



**Tabla 14.** Parámetros y estadística básica de la relación  $W=a*L^b$  y valor F de prueba, para B/l "Abate Molina", PAM "Lider" y PAM "Don Julio" (mayo-junio 2001)

	ABATE MOLINA	LIDER	DON JULIO
<b>Nº de observaciones</b>	1962	525	149
<b>LOG (K)</b>	-1,98027	-1.93422	-1,84018
<b>A</b>	0,01046	0.01163	0,01444
<b>B</b>	2,98192	2.95854	2,90469
<b>ERROR EST. (LOGK)</b>	0,02132	0,03323	0,06798
<b>ERROR EST. B</b>	0,01498	0,02386	0,04632
<b>R<sup>2</sup></b>	0,95	0,96	0,96

En este sentido, en la tabla 15 se presentan los parámetros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico, calculados para la zona de estudio. La figura 9 grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

**Tabla 15.** Parámetros y estadística básica de la relación  $W=a*L^b$  para la zona de estudio (mayo-junio 2001)

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
<b>Nª de observaciones</b>	1234	1402	2636
<b>LOG (K)</b>	-1,97104	-1,96407	-1,96304
<b>A</b>	0,01068	0,01086	0,01088
<b>B</b>	2,9802	2,97182	2,97274
<b>ERROR EST. (LOGK)</b>	0,02395	0,02486	0,01737
<b>ERROR EST. B</b>	0,01691	0,01746	0,01223
<b>R<sup>2</sup></b>	0,96	0,95	0,96



La aplicación de la prueba de F, permite ratificar que no existe evidencia suficiente para suponer que las regresiones de machos y hembras difieren entre sí, al determinar un F calculado de 0,12 y de tabla de 3,86.

La no existencia de diferencias en las tasas de crecimiento en peso por sexo, permite determinar una constante de ecointegración general para la cuantificación de jurel.

#### 5.2.2.4 Clave edad - talla

La aplicación del test de Smirnov a la composición de tallas de los muestreos realizado en el crucero y los obtenidos en la flota cerquera de la VIII Región, indica que ambas distribuciones son distintas al obtener un "D" (0,44) superior al "d" (0,0233) de tabla o crítico a un 95 % de confianza. Luego se determinó la clave talla - edad para el crucero (Tabla 16), a partir de la lectura de 197 otolitos seleccionados desde un total de 332 otolitos recolectados en 54 lances de pesca con captura de jurel.

**Tabla 16** Clave edad – talla del crucero

Edad	Talla mínima	Talla máxima
III	20	26
IV	22	30
V	25	33
VI	28	36
VII	30	38
VIII	34	41
IX	36	43



### 5.2.2.5 Índice gonadosomático (IGS)

El índice gonadosomático para el crucero fue igual a 0,69, el cual se encuentra en el rango de lo observado durante el período de febrero a agosto del 2001, donde los valores fluctuaron entre los 0,5 (febrero) y 0,8 (agosto), indicando un estado de reposo reproductivo en el jurel. El período comprendido de septiembre a enero se registran IGS cercanos y superiores a 1,0 alcanzando su valor máximo en noviembre con un 1,96 (Aranis *et al.* 2001a).

Ok

### 5.2.2.6 Varianza de la biomasa total

A fin de comparar los métodos utilizados en la cuantificación, se determinó el coeficiente de variación (CV) por cuanto estandariza la varianza registrada en un grupo de datos, permitiendo evaluar los diferentes estimadores de varianza aplicados en el estudio.

La varianza por si sola, no es posible de aplicar, por cuanto sólo representa la dispersión dentro de un grupo de datos, no siendo correcto su uso. Luego, se entrega la varianza solamente de manera referencial.

Los estimados de varianza, coeficientes de variación y error del estimado obtenidos mediante la aplicación de los diferentes métodos propuestos se entregan en la tabla 17.



**Tabla 17.** Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel

MÉTODO	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	PORCENTAJE DE ERROR (%)
CONGLOMERADO	$3,074 \cdot 10^{12}$	29,32	48,23
ESTRATO AGRUPADO	$6,291 \cdot 10^{11}$	13,26	21,82
BOOTSTRAP	$7,393 \cdot 10^{11}$	14,37	23,65
GEOESTADÍSTICO	$2,091 \cdot 10^{11}$	7,66	12,59

El método geoestadístico presenta el coeficiente de variación más bajo (7,66%), indicando con ello una mayor precisión para el estimado de abundancia en la zona de estudio.

#### 5.2.2.7 Varianza de la biomasa a la talla

En la tabla 18, se resume las varianzas y coeficiente de variación de la abundancia en número y peso por talla de jurel.

Los resultados entregados en esta tabla, muestran coeficientes de variación entre 0,12 a 0,99, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (21 a 28 cm). Este comportamiento del coeficiente de variación por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de visto teórico, razón por lo cual, se valida la estimación de la variabilidad para la abundancia en número y peso de los ejemplares por talla de jurel.



**Tabla 18.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variación
20	162	1.7832E+15	0.17	1.1535E+19	0.17
21	433	7.8373E+15	0.11	6.7691E+19	0.11
22	608	2.6024E+16	0.09	2.9719E+20	0.09
23	572	4.8423E+16	0.10	7.2130E+20	0.10
24	673	6.3218E+16	0.10	1.2111E+21	0.10
25	1011	1.4326E+17	0.09	3.4921E+21	0.09
26	1685	3.7036E+17	0.08	1.1379E+22	0.08
27	1478	2.9227E+17	0.09	1.1238E+22	0.09
28	846	1.0152E+17	0.10	4.8486E+21	0.10
29	392	2.9246E+16	0.12	1.7222E+21	0.12
30	169	7.0170E+15	0.15	5.0528E+20	0.15
31	102	3.9179E+15	0.17	3.4295E+20	0.17
32	89	9.8780E+15	0.20	1.0431E+21	0.20
33	57	5.2964E+15	0.26	6.7162E+20	0.26
34	40	2.6649E+15	0.29	4.0345E+20	0.29
35	19	2.3832E+15	0.42	4.2828E+20	0.42
36	9	2.5773E+15	0.56	5.4813E+20	0.56
37	12	1.9124E+15	0.57	4.7918E+20	0.57
38	12	2.9132E+15	0.46	8.5815E+20	0.46
39	3	2.2745E+11	0.66	7.7881E+16	0.66
40	3	1.0448E+15	0.75	4.1497E+20	0.75
41	3	1.0448E+15	0.75	4.8187E+20	0.75
42	4	2.7727E+15	0.51	1.4879E+21	0.51
43	1	1.2141E+14	1.00		1.00
44	2	9.8199E+14	0.77	6.8732E+20	0.77
45					
46	2	1.7146E+15	0.70		0.70
47	2	1.7146E+15	0.70	1.7764E+21	0.70
48	2	1.8331E+14	0.98		0.98
49					
50					
51					
52	1	1.8326E+14	1.00		1.00
Total	8.392				



### 5.3 Distribución y composición del plancton

#### 5.3.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 18 grupos zooplanctónicos y una abundancia global para la zona de estudio de 12.541.389 individuos/1000m<sup>3</sup> (Tabla 19),

En la zona de estudio, el plancton estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 75,40%, seguido por quetognatos, eufaúsidos y salpas, con valores radicalmente bajos que van desde 6,52 a 3,35%. El grupo foraminíferos el que presenta el valor más bajo de dominancia (0,05%) (Tabla 19).

#### Copépodos

De acuerdo al esquema propuesto por Bodenheimer (1955), los copépodos se valoran como grupo dominante en términos de su constancia y dominancia numérica.

Este grupo es el más abundante, al reunir una abundancia de 9.456.376 copépodos/1.000m<sup>3</sup>, que representa el 75,40% de la densidad total del área prospectada. Estuvo presente en todas las estaciones con valores de densidad mínima de 3.033 y máxima de 402.876, y un promedio general de 89.211 (Tabla 20).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**Tabla 19.** Análisis comparativo de las frecuencias de ocurrencia y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos colectados durante el otoño de los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.

Grupos Taxonómicos	1997				1998				1999				2000				2001			
	Nº Est. Positivas	Nº Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)	Nº Est. Positivas	Nº Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)	Nº Est. Positivas	Nº Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)	Nº Est. Positivas	Nº Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)	Nº Est. Positivas	Nº Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)
Copepodos	139	24.241.568	100,00	73,82	149	14.155.576	100,00	76,06	117	10.549.287	100,00	73,37	110	8.196.195	100,00	69,79	106	9.456.376	100,00	75,40
Eufausidos	125	830.073	89,93	2,53	143	405.886	95,97	2,18	111	1.085.627	94,87	7,55	104	283	94,55	2,41	74	453.794	69,81	3,62
Ostráceos	135	612.972	97,12	1,87	148	532.353	99,33	2,86	111	273.814	94,87	1,90	105	240.884	95,45	2,05	103	315.889	97,17	2,52
Cladóceros	9	12.758	6,47	0,04	2	471	1,34	0,00	2	18.095	7,27	0,15	8	18.095	7,27	0,15	8	18.095	7,27	0,15
Lar. Decapodos	128	580.110	92,09	1,77	142	338.822	95,30	1,82	117	381.410	100,00	2,65	108	385.053	98,18	3,28	33	39.559	31,13	0,32
Anipodos	18	25.598	12,95	0,08	17	3.400	11,41	0,02	73	26.003	62,39	0,18	88	62.825	80,00	0,53	62	27.093	58,49	0,22
Estomatópodos	9	15.362	6,47	0,05	9	4.036	6,04	0,02	46	14.467	39,32	0,10	55	33.533	50,00	0,29	26	8.641	24,53	0,07
Medusas	115	365.809	82,73	1,11	95	38.713	63,76	0,21	92	41.481	78,63	0,29	99	127.957	90,00	1,09	75	74.725	70,75	0,60
Sifonóforos	66	240.348	47,48	0,73	121	174.691	81,21	0,94	102	248.262	87,18	1,73	47	199.094	42,73	1,70	99	110.891	93,40	0,88
Clendóforos	13	48.504	9,35	0,15	7	1.048	4,70	0,01	21	4.017	17,95	0,03	24	7.637	21,82	0,07	60	19.643	56,60	0,16
Quetognatos	138	2.536.209	99,28	7,72	149	1.421.293	100,00	7,64	117	969.171	100,00	6,74	109	1.299.836	99,09	11,07	103	817.986	97,17	6,52
Poliquetos	106	139.857	76,26	0,43	128	70.935	85,91	0,38	102	47.271	87,18	0,33	98	84.600	89,09	0,72	79	33.214	74,53	0,26
Pterópodos	128	402.909	92,09	1,23	139	330.829	93,29	1,78	100	75.525	85,47	0,53	107	168.208	97,27	1,43	101	173.407	95,28	1,38
Salpas	99	474.078	71,22	1,44	58	35.546	38,93	0,19	60	41.569	51,28	0,29	83	161.121	75,45	1,37	68	420.653	64,15	3,35
Doliólidos	119	1.159.101	85,61	3,53	111	691.743	74,50	3,72	97	125.477	82,91	0,87	84	101.381	76,36	0,86	78	371.830	73,58	2,96
Apendicularias	117	610.690	84,17	1,86	112	202.776	75,17	1,09	104	330.066	88,89	2,30	95	215.071	86,36	1,83	73	76.422	68,87	0,61
Foraminíferos	95	377.380	68,35	1,15	119	116.852	79,87	0,63	102	125.199	87,18	0,87	89	76.896	80,91	0,65	76	69.544	71,70	0,55
Radolarios	97	166.911	69,78	0,51	121	85.082	81,21	0,46	66	23.746	56,41	0,17	72	54.177	65,45	0,46	89	65.596	83,96	0,52
Larvas cifonáuta	139	32.840.237			149	18.610.052			117	14.338.648			110	11.378.671			106	12.541.389		



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**Tabla 20. Abundancia zooplanctónica de los grupos analizados en las prospecciones de otoño en 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.**

Grupos Taxonómicos	1997						1998						1999						2000						2001						Abundancia N°/ind/1.000 m <sup>3</sup>						
	Total	N° Est	Min	Max	Prom		Total	N° Est	Min	Max	Prom		Total	N° Est	Min	Max	Prom		Total	N° Est	Min	Max	Prom		Total	N° Est	Min	Max	Prom								
<b>ARTROPODOS</b> (Crustáceos)																																					
Copepodos	24.241.568	139	1.029	839.414	175.664		14.155.576	149	20.882	518.866	95.004		10.549.287	117	6.275	485.742	90.165		8.196.195	110	6.659	358.011	74.511		9.456.376	106	3.033	402.876	89.211		66.599.002						
Eufausidos	830.073	125	64	79.224	6.641		405.886	143	33	50.587	2.838		1.085.627	111	34	135.474	9.780		283.499	104	35	39	3		453.794	74	78	73.635	6.132		3.058.879						
Ostracodos	612.972	135	401	31.720	4.541		532.353	148	278	22.713	3.597		273.814	111	19	19.808	2.467		240.884	105	113	10.258	2.294		315.889	103	40	14.515	3.067		1.975.913						
Cladoceros	12.798	9	187	4.659	1.418		471	2	165	306	235								18.095	8	57	15.197	2.262								31.324						
Lar. Decápodos	580.110	128	108	56.717	4.532		338.822	142	60	27.399	2.386		381.410	117	31	38.642	3.260		385.063	108	57	36.755	3.565		39.559	33	48	17.273	1.199		1.724.953						
Anfípodos	25.598	18	37	15.110	1.422		3.400	17	53	589	200		26.003	73	31	1.926	356		62.825	88	64	3.320	714		27.093	62	33	5.830	437		144.918						
Estomatópodos	15.362	9	27	4.149	1.707		4.036	9	59	1.970	448		14.467	46	33	1.796	314		33.533	55	46	4.289	610		8.641	26	33	1.659	332		76.040						
<b>CELENTEREOS</b>																																					
Medusas	365.809	115	102	50.019	3.181		38.713	95	33	1.761	408		41.481	92	32	3.595	451		127.957	98	57	7.747	1.292		74.725	75	69	10.617	956		648.685						
Sifenóforos	240.348	66	161	13.802	3.698		174.691	121	59	7.779	1.444		248.262	102	22	40.555	2.434		199.094	47	191	20.852	4.236		110.891	99	34	5.830	1.120		973.287						
Ctenóforos	48.504	13	101	21.810	3.731		1.048	7	53	400	150		4.017	21	18	899	191		7.637	24	77	797	318		19.643	60	33	4.079	327		80.845						
<b>QUETOGNATOS</b>	2.536.209	138	538	70.950	18.378		1.421.293	149	1.151	39.863	9.539		969.171	117	181	37.046	8.284		1.299.636	109	907	60.872	11.925		817.986	103	576	31.529	7.942		7.044.495						
<b>ANELIDOS</b>																																					
Poliquetos	139.857	106	67	8.884	1.319		70.935	128	53	4.567	554		47.271	102	19	3.638	463		84.600	98	55	5.272	863		33.214	79	34	3.681	420		375.877						
<b>MOLUSCOS</b>																																					
Pterópodos	402.909	128	257	26.840	3.148		330.829	139	53	43.924	2.380		75.525	100	25	7.742	755		168.208	107	95	11.846	1.572		173.407	101	34	36.148	1.717		1.150.878						
<b>CORDADOS</b>																																					
Salpas	474.078	99	81	27.394	4.838		35.546	58	76	2.459	613		41.569	60	53	5.393	693		161.121	83	57	8.854	1.941		420.653	68	34	209.705	6.186		1.132.967						
Doliolidos	1.159.101	119	129	131.925	9.740		691.743	111	59	61.802	6.232		125.477	97	31	25.878	1.294		101.381	84	48	13.501	1.207		371.830	78	33	82.119	4.767		2.449.533						
Appendicularias	610.690	117	49	71.121	5.220		202.776	112	5	13.635	1.810		330.066	104	37	55.529	3.174		215.071	95	46	15.011	2.264		76.422	73	34	15.764	1.047		1.435.025						
<b>Foraminíferos</b>																																					
Radioarios	377.380	95	216	46.359	3.972		116.852	119	60	3.734	982		125.199	102	41	6.292	1.227		76.896	89	64	4.500	864		69.544	76	40	6.200	915		765.873						
Larvas ciliolatas	166.911	97	67	7.996	1.721		85.082	121	33	3.876	703		23.736	66	18	2.251	360		54.177	72	57	5.763	752		65.596	89	69	9.912	737		395.503						
<b>TOTAL</b>	32.840.237						18.610.052						14.362.384						11.716.064												12.541.389						90.070.125



Al comparar los distintos años, los copépodos muestran un cambio en la tendencia decreciente de sus niveles de abundancia entre 1997 y el año 2000, al incrementarse en el 2001 la abundancia en un 20 % respecto al año precedente (Tabla 19).

### **Quetognatos**

Durante el presente estudio los quetognatos se registraron en el 97,2% de las estaciones y cuantitativamente secundan en importancia a los copépodos y en términos de constancia y dominancia numérica clasifican como un grupo dominante (Tabla 19).

Este segundo grupo de importancia cuantitativa, alcanzó una densidad de 817.986 quetognatos/1.000 m<sup>3</sup>, lo que equivale a una dominancia de 6,52% respecto del total (Tabla 29), con un 97,17% de ocurrencia en las estaciones y con valores mínimos y máximos de 576 y 31.529 (Tabla 20)

Respecto al otoño del 2000, este grupo evidencia una disminución en sus niveles de abundancia igual a -37,1%, siendo este registro el más bajo de la serie analizada 1997/2001 (Tabla 19).

### **Eufaúsidos**

Los eufaúsidos se constituyeron en el tercer grupo de relevancia cuantitativa, presentando una abundancia total de 453.794 individuos, exhibiendo valores extremos de 78 y 73.635 y un promedio general de 6.132 ind/1000m<sup>3</sup>. Ambos valores extremos fueron registrados a 78 mn al oeste de Puerto Saavedra y a 10 mn



frente a Caleta Queule, respectivamente (Tabla 19). Clasifican como un grupo dominante en cuanto a su constancia (69,8%) y accesorio, con respecto a su dominancia numérica (3,6%).

Comparado con cruceros precedentes realizados en la misma época y área de estudio, la abundancia relativa de eufaúsidos obtenida en otoño de 2001, es mayor a la registrada en los años 2000 y 1998, exhibiendo tasas de cambio iguales a 60,1% y 11,8%, respectivamente; constituyéndose en el tercer registro más importante de la serie 1997-2001 (Tabla 19).

### **Salpas**

Las salpas fue el grupo más importante y a nivel general constituyen el cuarto grupo dominante en número, presentando una frecuencia de ocurrencia igual a 64,1% y una abundancia total de 420.653 individuos, exhibiendo valores extremos de 34 y 209.705 y un promedio por estación de 6.186 salpas/1000m<sup>3</sup> (Tabla 19).

### **5.3.2 Distribución del zooplancton**

#### **Copépodos**

Las mayores densidades promedio ( $> 100.000 \text{ ind}/1000\text{m}^3$ ) fueron detectadas frente a Punta Rocura (35°00'LS), al sur de Cabo Carranza (35°40'LS) y en la zona comprendida entre Isla Mocha (38°20'LS) y Cta Queule (39°00'LS); en tanto las menores abundancias ( $< 33.000 \text{ ind}/1000\text{m}^3$ ) al oeste de Santo Domingo (33°40'LS), al norte de Punta Morguilla (37°40'LS) y frente a Punta Rocura



(39°40'LS). Respecto a la distancia de la costa, los copépodos exhiben en general una tendencia general ascendente hacia las estaciones más oceánicas, y en particular sus densidades promedio se incrementan desde la línea de estaciones de las 75 mn hacia mar afuera (Fig 10).

Las áreas de mayor abundancia de copépodos cuyas abundancias se corresponden con el rango de densidad 276.403 – 544.362 copépodos/1000m<sup>3</sup>, se localizaron principalmente a 200 mn del paralelo 33°20'S, a 10 mn al sur de Cabo Carranza, a 130 mn al norte de Puerto Saavedra y a 100 mn al oeste de Cta Queule (39°00'LS), lo que representa el 15,1% del total de copepodos cuantificados durante el crucero (Fig 10).

### **Quetognatos**

Latitudinalmente, las mayores abundancias promedio de estos organismos (>10.000 ind/1000m<sup>3</sup>) se corresponden con las descritas para el grupo de los copépodos, localizándose éstas frente Pta Rocura, al sur de Cabo Carranza y en la zona que se extiende desde Isla Mocha a Cta Queule (Fig 11). Con respecto a la distancia de la costa, los quetognatos mostraron una tendencia general ascendente hacia las estaciones más oceánicas, y al igual que el grupo de los copépodos sus densidades promedio se incrementan desde la línea de estaciones de las 75 mn hacia mar afuera.

La distribución espacial se caracterizó por presentar focos de alta abundancia (>0.000 ind) localizados a 100 mn frente a Punta Barranca (34° 00'S), a 10 mn al oeste de Pta. Roncura, a 100 mn de Cta. Queule y a 100 y 130 mn al oeste del



paralelo 39°20'LS. Estas zonas representan el 15,7% del total de organismos censados durante la prospección.

### **Eufaúsidos**

En la zona de estudio dominó las densidades de eufaúsidos categorizadas dentro del rango 1.387 - 4.243 eufaúsidos/1000m<sup>3</sup>, concentrando al 34% de ellos, los cuales se distribuyeron preferentemente en la zona norte y sur de la zona de estudio (Fig 12).

La distribución espacial abarcó prácticamente todo el rango latitudinal de la zona de estudio, a excepción de las transectas realizadas al sur de Cabo Carranza, frente a Punta Mela, al oeste de Punta Coronel y al norte de Punta Morguilla, presentando una mayor frecuencia de estaciones positivas en la zona comprendida entre el paralelo 33°20'LS y Punta Nugurne (36°00'LS). Su distribución latitudinal muestra que las mayores densidades promedio ( $>11.000 < 25.000$  ind/1000m<sup>3</sup>) se observaron en Punta Rocura, Punta Nugurne y Caleta Queule; correspondiéndose esta última localidad, con la mayor abundancia promedio registrada durante la prospección de otoño de 2000 (Fig 13).

Las mayores densidades de eufaúsidos fueron detectadas ( $>48.000$  individuos) a 10 mn frente a Punta Rocura y Caleta Queule, comprometiendo a 2 registros positivos los cuales importan al total de eufaúsidos censados el 26,9%. Con respecto a la distancia de la costa, los eufaúsidos mostraron una tendencia general descendente hacia las estaciones más oceánicas, concentrándose en la línea de estaciones de las 10 mn el 32,2% de ellos.



## Salpas

La zona de estudio estuvo dominada por densidades en los rangos de 66 - 367 y 368 - 1386 individuos, concentrando al 38,2% y 32,3% de los organismos, respectivamente; con la mayor frecuencia de estaciones positivas entre Valparaíso y Punta Nugurne. Las mayores abundancias (> 38.000 individuos) fueron detectadas a 160 mn de Punta Boyeruca (34°40'S), a 100 mn de Punta Rocura y a 160 mn de Constitución. Estos focos de relevancia cuantitativa, involucraron a 3 registros positivos, los que en conjunto contribuyen con el 73,5% al total de salpas cuantificadas (Fig 14).

### 5.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

El índice de similitud de Winer indicó para el período de otoño del 2001 que la mayor coexistencia de individuos se produjo a partir del nivel del 79% (Fig 15), en tres grupos zooplanctónicos principales; en primer término el grupo formado entre los copépodos y quetognatos con un 85% de coexistencia, seguido de los pterópodos con las larvas de cifonautas con un porcentaje de 82% y el grupo formado por los eufaúsidos con los ctenóforos con un 79%.

### 5.3.4 Biomasa zooplanctónica

En otoño de 2001 y con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los volúmenes de desplazamiento húmedo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1000m<sup>3</sup> de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensión individual muestran un amplio rango de variación, el que fluctúa entre 22 y 818 ml/1000m<sup>3</sup> con un valor promedio de 109, predominando los biovolúmenes



categorizados dentro de los rangos 34-100 y 101-300, los que representaron el 59,4% y 28,3%, respectivamente. El resto del área prospectada se caracterizó por presentar bajas biomásas, las que fueron detectadas en el 8,5% de las estaciones, focalizándose las mayores biomásas, rango 301-900, sólo en el 3,8% de las muestras.

La distribución espacial de la biomasa señala que las mayores abundancias se localizaron desde Puerto Saavedra hasta Corral asociadas a las primeras 50 mn (Fig 16) El rango de densidades 34 –100, estuvo presente en todo el rango latitudinal de la zona prospectada y preferentemente se ubicó en la franja costera, evidenciándose también su presencia hacia la zona oceánica en el extremo norte del área de estudio.

Latitudinalmente, se observaron cuatro zonas de alta concentración zooplanctónica promedio ( $> 125 \text{ ml}/1000\text{m}^3$ ) ubicadas frente a Punta Mela ( $36^{\circ}20' \text{LS}$ ), Isla Mocha ( $38^{\circ}20' \text{LS}$ ), Caleta Queule y frente a la transecta realizada en el paralelo  $39^{\circ}20' \text{LS}$ .

Como tendencia general, el gradiente latitudinal experimentó un aumento de las biomásas promedio de norte a sur, y con respecto a la distancia de la costa, los biovolúmenes promedio tienden a disminuir hacia el área oceánica, concentrándose en la franja de las 10 a las 25 millas el 47,5% de ellos.

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante el año 2001, se determina que en el otoño de 2001, la biomasa zooplanctónica presentó una media de 109 (DS= 109,6), siendo este valor 29,8% mayor respecto al crucero del 2000 y 32,3% menor en relación a otoño de 1999.



#### 5.4 Composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio

En el crucero de investigación se obtuvo estómagos con contenido en 56 lances de pesca con red de media agua, y Esta colecta fue a diferentes horas del día (Tabla 21).

**Tabla 21** Número total de estómagos muestreados y con contenido estomacal por lance de pesca (mayo - junio 2001).

LANCE	HORA	LONGITUD PROMEDIO (cm)	NUMERO DE ESTÓMAGOS	
			TOTAL	CON CONTENIDO
1	12:54	22,5	50	1
2	11:50	26,8	50	3
3	13:18	27,5	50	1
4	17:45	25,1	50	3
5	13:40			
6	15:25	24,6	50	1
7	17:37	23,3	50	6
8	09:04			
9	00:26	26,0	50	3
10	10:05	26,9	50	4
11	10:10	23,9	50	
12	10:57	24,2	50	1
13	15:26			
14	12:17	24,1	51	1
15	10:31	28,3	50	1
16	12:04	23,6	24	1
17	18:07	24,4	50	6
18	13:40	23,9	46	1
19	18:10	21,6	50	1
20	18:35	22,7	50	5
21	16:36	20,6	50	7
22	13:40	22,8	50	6
23	22:33	28,0	50	13
24	15:50	25,9	50	1
25	18:14	23,8	50	29
26	10:11	23,4	50	4
27	13:06	24,9	50	5



Continuación Tabla 21

28	11:38	26,8	50	3
29	16:49	24,2	50	23
30	22:56	29,4	50	30
31	01:56	27,5	50	17
32	19:00	26,8	48	9
33	20:49	25,4	49	13
34	00:14	24,1	53	10
35	21:59	25,2	54	9
36	10:13	23,6	54	12
37	06:10	26,1	49	12
38	11:48	26,0	50	27
39	18:01	28,30	50	0
40	10:46	25,2	50	12
41	22:53	26,6	50	14
42	07:13	24,5	49	5
43	13:09	27,7	50	8
44	19:27	26,3	50	1
45	10:23	26,0	50	1
46	05:54	28,8	49	5
47	00:08	28,2	50	19
48	10:17	27,5	36	2
49	22:06	27,1	50	12
50	20:31	27,8	51	26
51	09:52			
52	18:45	32,3	50	12
53	15:51	22,5	51	1
54	11:57	31,6	50	0
55	14:24	28,5	51	15
56	04:03	29,0	50	2
TOTAL			2519	403

El análisis del contenido estomacal indicó que un 15,99% (403) presentó algún tipo de contenido, encontrándose un total de 13 taxas de presas (Tabla 22), dentro de los cuales los eufaúsidos y peces linternas dominaron la dieta de jurel.



#### 5.4.1 Importancia de las presas

Este índice de importancia relativa indicó que las presas de mayor relevancia, tanto en número, como en peso y frecuencia de aparición fueron los eufaúsidos (IIR = 3,12), seguido de los peces linternas (IIR = 3,09), copépodos (IIR = 2,28) y restos de crustáceos (IIR = 2,24).

Los resultados revelaron que los eufaúsidos dominan la dieta de jurel en número y frecuencia de aparición durante todo el período de estudio (Tabla 22). Se destaca el gran aporte en peso de los peces linterna a la dieta de jurel, con una connotación tan relevante como en 1999, donde en peso desplazaron a un segundo lugar a los eufaúsidos.

**Tabla 22.** Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel (mayo–junio 2001).

Presa	N%	P%	F%	IIR
Eufaúsidos	25,20	16,30	31,80	3,11
Peces linterna	15,30	65,80	15,10	3,09
Calamar	0,20	0,70	0,40	0,14
Resto Crustáceos	0,00	9,20	20,40	2,28
Zoeas	3,90	0,00	1,40	0,83
Copépodo	34,10	0,70	4,90	2,24
Ostracodos	2,20	0,00	1,40	0,62
Anfípodos	1,30	0,00	1,00	0,37
R. Crust. Pequeños	0,00	5,50	13,800	1,88
Teleósteos	0,40	1,60	2,70	0,80
Isópodos	1,60	0,00	1,60	0,56
Larva Gastrópodos	15,10	0,00	4,70	1,86
Tecosomados	0,80	0,00	0,60	0,18



En cuanto al análisis de importancia relativa por grupos de tamaño, la especie eufáusidos en general muestra una uniformidad en todos los grupos, siendo el grupo V el que presenta el valor más alto (IIR = 4,30). Para el caso de peces linterna (mictófidós), éstos presentaron una uniformidad en los grupos I – III con valores que oscilan entre 3,06 a 3,4.

Se destaca el hecho de que los crustáceos pequeños (copépodos, anfípodos, larvas de gastrópodos, etc), adquieren gran importancia en el espectro trófico en individuos pequeños (grupo de tamaño I y II), disminuyendo en ejemplares de talla superior, con una baja representatividad de éstos en individuos de tamaños IV y VI (Tabla 23).

**Tabla 23.** Índice de importancia relativa (IIR) por grupos de tamaño de jurel (mayo-junio 2001).

Presa	GRUPOS						Total
	I	II	III	IV	V	VI	
Eufáusidos	2,26	3,33	3,44		4,30		3,12
Peces linterna	3,08	3,06	3,40				3,09
Calamar			1,12	4,30			0,14
Resto Crustáceos	1,58	2,49	2,35				2,28
Zoeas	1,66	0,04					0,83
Copépodo	2,32	2,21	1,27				2,24
Ostracodos	0,63	0,58	0,93				0,62
Anfípodos	1,14						0,37
R. Crust. Pequeños	2,52	1,22	1,36				1,88
Teleósteos	1,49	0,25					0,80
Isópodos	0,87	0,40					0,56
Larva Gastrópodos	2,39	1,50					1,86
Tecosomados		0,37					0,18



Los resultados del análisis de IIR por zonas o agrupaciones de lances, muestran que en el norte los peces linternas son la especie de mayor importancia en la dieta de jurel, con un IIR = 3,57. Hacia el sur, los eufaúsidos dominan ampliamente el espectro, al considerar que el resto de crustáceos presenta un IIR cercano a 2,20 y en su mayoría están representado por eufaúsidos en un alto grado de digestión (Tabla 24).

En la zona sur, se presenta una uniformidad en las presas destacando a los copépodos y restos de crustáceos pequeños. (Tabla 24).

**Tabla 24.** Índice de importancia relativa (IIR) por zona o agrupaciones de lances de pesca (mayo- junio 2001).

	NORTE	CENTRO	SUR	TOTAL
Eufaúsidos	1,77	3,51	2,92	3,121
Peces linterna	3,57	2,85	2,26	3,09
Calamar	0,20		0,96	0,14
Resto Crustáceos	1,81	2,20	3,11	2,28
Zoeas		1,36		0,83
Copépodo	1,89	1,98	2,70	2,24
Ostracodos		0,36	1,46	0,62
Anfípodos	1,21	0,03		0,37
R. Crust. Pequeños	1,29	2,08	2,06	1,88
Teleósteos	1,77			0,80
Isópodos	1,27	0,24	0,01	0,56
Larva Gastrópodos	2,47	1,57	1,19	1,86
Tecosomados			1,04	0,18



#### 5.4.2 Similitud trófica

Los resultados del análisis de similitud trófica separados por grupos de tamaño de *Trachurus symmetricus murphyi* presentó un porcentaje de similitud promedio de 71,10%.

Al analizar a los individuos en conjunto, estos muestran una estrecha relación entre los grupos de tamaño (II-III), siendo el grupo I el que presenta una pequeña diferencia a la unión debido a un mayor porcentaje (en peso) de peces linternas en este grupo.

Los grupos IV y V predaron principalmente sobre calamar y eufaúsidos, con lo cual difieren radicalmente de los otros grupos. Sin embargo, su bajo número le quita la representatividad en el análisis (Fig 17a).

En cuanto al análisis por zonas de pesca, se observó una relación más estrecha entre las zona centro y sur, al estar la dieta compuesta básicamente por peces linternas y eufaúsidos en orden de importancia. En tanto para la zona norte el consumo de eufaúsidos fue ostensiblemente menor aumentando la ingesta de peces. La similitud entre ambos conjuntos estuvo bajo el nivel promedio, indicando la inexistencia de diferencias significativas en la latitud (Fig 17b)

El análisis por estrato de profundidad, muestra que existe una relación entre profundidades menores a 50 m y mayores a 75 m, debido a que los ejemplares de estos grupos presentaron un alto porcentaje en peso de peces linternas, en tanto que los individuos agrupados en profundidades intermedias (51–75m) depredaron mayoritariamente sobre eufaúsidos y crustáceos (Fig 17c).



### 5.4.3 Ración diaria de alimento (RD) y relación consumo/biomasa (Q/B)

Al analizar los resultados durante el período de estudio, los mayores valores de RD por taxón corresponden a los peces linternas (0,023% del peso corporal), seguidos por los eufáusidos (0,005%) y restos de crustáceos (0,002%). (Tabla 25).

En relación con el Q/B consumo/biomasa, los peces linterna fueron la presa consumida durante el período con un 93,0% del Q/B total, seguido por los eufáusidos con un porcentaje extremadamente inferior.

Estos valores difieren con lo obtenido el año pasado donde los eufáusidos fueron la presa consumida con un 54,5%, pero coinciden plenamente con lo observado en 1998 y 1999, donde los mictófidios fueron presa de mayor consumo alcanzando un valor cercano al 90% del Q/B total.



**Tabla 25.** Tiempo de digestión (en días), peso promedio de la presa (%), ración diaria (% del peso corporal), razón consumo biomasa (Q/B) y razón consumo biomasa porcentual respecto del total de las presas, en el período y área de estudio.

PRESA	TD(días)	Pprom	RD	Q/B	Q/B%
Eufáusidos	1,4111	0,0936	0,0050	0,0197	4,9497
Peces linterna	1,0148	0,8166	0,0233	0,3683	92,6903
Calamar	1,0148	0,1618	0,0001	>0,0001	0,0054
Resto Crustáceos	1,1411	0,0838	0,0029	0,0064	1,6003
Copepodo	1,1411	0,0328	0,0003	>0,0001	0,0124
Anfípodos	1,1411	0,0017	>0,0001	>0,0001	>0,0001
R. Crust. Pequeños	1,1411	0,0866	0,0020	0,0027	0,6676
Thecosomados	1,1411	0,1678	0,0008	0,0003	0,0741
Larva Gastrópodos	1,1411	0,0025	>0,0001	>0,0001	0,0001

#### 5.4.4 Selectividad de Presas por Tamaño (Ursin, 1973)

La tabla 26 muestra que la selectividad presentó una notable variación con respecto a años anteriores, donde no existieron grandes diferencias entre las presas. En este estudio, los anfípodos presentaron al mayor selectividad ( $ds = 0,30$ ) y los teleósteos los menos selectivos dentro de la dieta de jurel. La presas de mayor tamaño, como es tradicional, la constituyen los mictófidios ( $t\% = 0,415$ ), siendo inusual para la presa más importante en la dieta de jurel (eufáusidos) ser la segunda taxa menos selectiva ( $ds = 1,72$ ).



**Tabla 26.** Índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (U), desviación estándar y tamaño de la presa en porcentaje (t%) (mayo-junio 2001).

PRESAS	I			II			III			IV			V			VI			TOTAL		
	U	d.s	t%	U	d.s	t%	U	d.s	t%	U	d.s	t%	U	d.s	t%	U	d.s	t%	U	d.s	t%
Eufáusidos	9,02	1,61	0,01	8,40	1,75	0,02	8,47	1,64	0,02				8,55		0,02				8,51	1,72	0,02
Peces linterna	4,63	1,42	0,97	5,56	1,31	0,38	6,99	1,72	0,09										5,49	1,54	0,41
Calamar							7,29		0,07	6,01		0,25							6,65	0,91	0,13
Resto Crustáceos	8,16	1,57	0,03	7,58	1,26	0,05	7,55	0,89	0,05										7,69	1,31	0,05
Zoeas	10,05	0,89	0,00	11,52		0,00													10,26	0,98	0,00
Copépodo	8,24	1,07	0,03	9,11	0,61	0,01	7,84		0,04										8,66	0,95	0,02
Ostracodos	11,01	1,41	0,00	11,77	0,86	0,00	12,96		0,00										11,72	1,06	0,00
Anfipodos	11,02	0,30	0,00																11,02	0,30	0,00
R.Crust. Pequeños	6,90	1,15	0,10	8,53	1,38	0,02	7,98	0,82	0,03										7,58	1,45	0,05
Teleósteos	7,35	2,37	0,06	7,77	0,98	0,04													7,48	2,00	0,06
Isópodos	11,12	1,07	0,00	10,15	0,77	0,00													10,76	1,04	0,00
Larva Gastrópodos	10,56	0,95	0,00	11,53	1,11	0,00													10,98	1,12	0,00
Tecosomados				12,19	0,44	0,00													12,19	0,44	0,00



En general, en la mayoría de los grupos de tamaño de las presas que presentaron los patrones más selectivos fueron crustáceos pequeños, como son el caso de los copépodos, ostrácodos, larvas de gastrópodos, zoeas, etc.

#### **5.4.5 Selectividad de jurel de acuerdo a la oferta ambiental (Chesson, 1978)**

El índice de selectividad ( $\alpha$ ) de Chesson, se determinó sobre cuatro grupos zooplanctónicos: eufáusidos, copépodos, ostrácodos y anfípodos. Lo anterior, debido a que la abundancia de peces pequeños como mictófidios, no son muestreados adecuadamente a través de lances tradicionales de plancton.

Para este análisis se utilizaron cuatro sectores circulares de 50 mn de radio (Fig. 18), según el resultado de la estimación de la distancia aproximada que un jurel recorre en medio día descrito por Miranda *et al.* 1998.

En la tabla 27, el análisis indica que en el sector A los individuos capturados presentaron un alto grado de selectividad en anfípodos, de acuerdo a la abundancia de las taxas dominantes en el zooplancton. En los sectores centrales (B y C) la especie más selectiva fue los eufáusidos, alcanzando su máximo valor en la zona B y donde también se observó un alto consumo de mictófidios por parte del depredador. En el sector D la preferencia estuvo dada por eufáusidos, ostrácodos y copépodos.

Al comparar los resultados obtenidos con años anteriores, éstos no presentaron gran diferencia salvo en zonas más oceánicas donde la selección de las presas por parte del predador se desplaza a otros zooplancteres.



**Tabla 27.** Índice de selectividad de Chesson ( $\alpha$ ) por sectores circulares artificial en jurel (mayo-junio 2001), para copépodos, eufáusidos, ostrácodos y, anfípodos.

	LATITUD-LONGITUD				
	34-74	36-75	37-76	38-76	TOTAL
<b>Copépodos</b>	0,005		0,021	0,078	0,032
<b>Eufáusidos</b>	0,071	1,00	0,902	0,780	0,597
<b>Ostrácodos</b>			0,038	0,140	0,059
<b>Anfípodos</b>	0,924		0,040		0,312

## 5.5 Fauna acompañante y proporciones en las pesca de identificación

### 5.5.1 Pesca Comparativa

La evaluación hidroacústica se realizó con tres embarcaciones B/I "Abate Molina", PAM "Líder" y "Don Julio", para lo cual hubo que verificar la existencia o no existencia de diferencias como unidades de muestreo biológico-pesquero entre sí. Es así que, antes de iniciar el crucero se llevó a cabo una pesca comparativa entre los B/I "Abate Molina" y PAM "Lider", a fin de determinar diferencias significativas entre las estructuras de tallas de ambas embarcaciones, además de establecer una relación que permita estandarizar sus volúmenes de captura.

*Fauna acompañante?  
o Ered jurel? >*



No se realizó una pesca comparativa con el PAM "Don Julio", en atención a que este estudio se efectuó el 2000 con la embarcación gemela PAM "Ventisquero". Ambas naves son de propiedad de la Empresa Pesquera San José y no existen grandes diferencias en sus esloras, mangas, puntales, equipos de navegación, de pesca, potencia, velocidades de arrastre, portalones, tamaño de la red y tamaño de malla del copo. Los resultados alcanzados en el 2000, indicaron que no existen diferencias significativas entre las estructuras de tallas del B/I "Abate Molina" y PAM "Ventisquero" (Córdova *et al* , 2000).

Los lances de pesca se efectuaron con redes de arrastre a mediagua de cuatro panales (ENGEL y SWAN NET), bajo las siguientes condiciones de pesca; simultaneidad de zona de pesca, dirección y hora, así como la igualdad en los tiempos de arrastre, velocidad y tamaño de malla en el túnel y copo. Sin embargo, a diferencia de lo registrado el año pasado, la zona donde se llevó a cabo la pesca comparativa no presentó los niveles de densidad (sobre 25.000 Sa) detectados durante el año 2000. El área fue una zona de pesca existente antes del período de mal tiempo registrado en la zona (24-27/05/01), la cual posteriormente no fue ubicada, razón por la cual no fue posible obtener un alto número de lances simultáneos en el espacio y tiempo, dada la necesidad de navegar para ubicar nuevos sectores de abundancia una vez finalizados los lances de pesca y la diferencia entre las velocidades en navegación libre de ambos barcos (Fig 1).

En este sentido, el análisis de la información se realizó en dos direcciones; en la primera, se comparó cuatro pares de lances donde se obtuvo simultaneidad en el espacio y tiempo; y en la segunda, se agrupó para la zona la información total de ambas embarcaciones



Los resultados de la prueba de Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG), aplicada a las distintas estructuras de tallas registrada en los lances de arrastre comparativo se resume en la tabla 28.

**Tabla 28** Chi cuadrado de la prueba estadística DHG para ambas embarcaciones.

	B/I "Abate Molina"	PAM "Líder"	
Lances	$\chi_{\text{calculado}}$	$\chi_{\text{calculado}}$	$\chi_{\text{critico}} (\alpha=0,05)$
1	5,44	8,33	18
2	16,99	14,86	19
3	15,94	11,67	19
4	2,62	56,92	19
TOTAL	26,46	18,62	28

Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre las distribuciones de talla de ambas embarcaciones, al no exceder el Chi cuadrado calculado del Chi cuadrado de tabla a un 95% de confianza, razón por lo cual es posible adicionar la información del B/I "Abate Molina" y PAM "Líder".

El rechazo a la igualdad de las distribuciones en el lance 4 se explicaría por el bajo número de ejemplares obtenidos en el lances del B/I "Abate Molina" (24 ejemplares), a diferencia de PAM "Líder" (233 ejemplares).



### 5.5.2 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se efectuaron 56 lances de pesca, cuya posición geográfica se muestra en la Figura 19. En el B/l "Abate Molina" la red de arrastre registró alturas en el centro de la relinga superior de 224 a 25 m, en tanto para el PAM "Líder" y "Don Julio" ésta fluctuó entre 58 a 68 m y 60 a 75 m, respectivamente. Los lances de pesca cubrieron profundidades que van desde los 13 a 143 m, con tiempos de arrastres que oscilaron entre 15 a 82 minutos, a velocidades de arrastre entre 3,3 a 4,7 nudos.

En la tablas 29 y 30 se detalla para cada lance realizado en el área prospectada, la captura total estandarizada e peso y número de jurel y fauna acompañante.

La captura total fue de 51.275,5 kg en 56 lances de pesca, de las cuales 15.794,8 kg fue capturado por B/l "Abate Molina", 12.480,7 kg por el PAM "Líder" y 23.000,0 kg por el PAM "Don Julio", con una captura promedio por lance y embarcación de 464,55; 734,15; y, 4.600 kg, respectivamente.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**Tabla 29.** Información de captura en peso de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/I "Abate Molina" y PAM "Líder" y "Don Julio" en el crucero de evaluación de jurel (mayo-junio 2001).

Lance	Barco	Fecha	CAPTURAS(kg)												
			Jurel	Caballa	Sierra	Reineta	Pez Linterna	Jibia	Cabeza Cubo	M. Cola	Captura Fauna	Captura Total	Contribución Fauna		
1	Lider	16-06-01	1282,3	63,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,2	1345,5	4,69
2	Lider	17-06-01	863,2	84,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,5	947,7	8,92
3	A. Molina	31-05-01	183,5	20,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	204,0	10,05
4	A. Molina	31-05-01	670,8	333,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	333,5	1004,3	33,21
5	Lider	31-05-01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6	A. Molina	31-05-01	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,00
7	Lider	31-05-01	241,1	87,7	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,7	338,9	28,84
8	Lider	13-06-01	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,00
9	A. Molina	31-05-01	1186,8	380,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	380,6	1567,4	24,28
10	A. Molina	01-06-01	356,0	24,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,9	380,9	6,54
11	Lider	01-06-01	242,0	45,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6	287,6	15,84
12	Lider	31-05-01	920,1	58,7	0,0	34,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	1071,8	14,16
13	Lider	01-06-01	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,00
14	Lider	01-06-01	1238,3	523,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	523,2	1761,5	29,70
15	A. Molina	31-05-01	94,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	106,4	11,18
16	A. Molina	01-06-01	2,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,8	18,18
17	Lider	01-06-01	20,2	3,2	0,0	26,3	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	33,1	53,3	62,08
18	A. Molina	01-06-01	29,5	1,3	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	38,8	23,87
19	Lider	30-05-01	97,7	31,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,1	138,8	29,62
20	A. Molina	30-05-01	2190,8	473,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	473,5	2664,3	17,77
21	Lider	30-05-01	1167,5	256,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	256,3	1423,8	18,00
22	Lider	30-05-01	61,9	0,7	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	65,8	5,95
23	A. Molina	30-05-01	309,1	48,8	2,9	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,8	368,9	16,21
24	A. Molina	30-05-01	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	0,00
25	A. Molina	29-05-01	25,8	0,0	0,0	49,5	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	54,0	79,7	67,71
26	Lider	10-06-01	376,8	59,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,7	436,5	13,67
27	Lider	07-06-01	114,6	38,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,4	153,1	25,12
28	Lider	06-06-01	442,3	11,1	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	462,7	4,42
29	Lider	08-06-01	271,2	99,7	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	123,9	395,1	31,35
30	A. Molina	03-06-01	96,3	0,0	0,0	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	115,0	16,30
31	A. Molina	04-06-01	120,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	120,8	0,66



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Tabla 29

32	A. Molina	04-06-01	225,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	225,8	0,0
33	A. Molina	07-06-01	111,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	112,0	0,67
34	A. Molina	04-06-01	280,3	10,1	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	296,0	5,32
35	A. Molina	04-06-01	389,2	15,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	410,2	5,12
36	A. Molina	07-06-01	330,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	330,0	0,00
37	A. Molina	07-06-01	495,2	5,6	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	502,8	1,52
38	A. Molina	10-06-01	182,7	95,87	0	0	0	0	21,01	116,9	1943,9	6,01	0,00
39	A. Molina	09-06-01	392,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	392,4	0,00
40	A. Molina	09-06-01	325,8	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	336,1	3,07	0,00
41	A. Molina	08-06-01	259,2	0,3	0,0	6,2	0,1	6,2	12,9	25,7	284,9	9,01	0,00
42	A. Molina	09-06-01	89,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	97,6	8,46	0,00
43	A. Molina	10-06-01	184,1	8	0	0	0	0	0	0	192,1	4,16	0,00
44	A. Molina	14-06-01	2563,85	46,98	0	0	0	0	0	47,0	2610,8	1,80	0,00
45	A. Molina	13-06-01	473	6	0	0	0	0	0	6,0	479,0	1,25	0,00
46	A. Molina	15-06-01	137,75	0	0	15,5	4,25	0	0	19,8	157,5	12,54	0,00
47	A. Molina	15-06-01	105,5	0,47	0	18,25	0	0	0	18,7	124,2	15,07	0,00
48	A. Molina	15-06-01	7,63	0	0	2,5	0	0	0	2,5	10,1	24,68	0,00
49	A. Molina	15-06-01	271,63	3,375	0	3,12	0	0	0	6,5	278,1	2,34	0,00
50	A. Molina	15-06-01	71,25	0	0	58	0	0	0	58,0	129,3	44,87	0,00
51	Don Julio	06-06-01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
52	A. Molina	15-06-01	154	0	0	55,25	0	0	0	55,3	209,3	26,40	0,00
53	Don Julio	06-06-01	244,4	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	3,7	248,1	1,50	0,00
54	Don Julio	08-06-01	1187,2	49,6	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	53,3	1240,5	4,30	0,00
55	Don Julio	10-06-01	3628,5	89,3	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	93,0	3721,5	2,50	0,00
56	Don Julio	12-06-01	492,5	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	3,7	496,2	0,75	0,00
TOTAL			26873,5	2997,7	23,1	344,30	15,5	75,7	55,3	3512,4	30385,9		

caballa *Scomber japonicus* (9,86%), reineta *Lepidotus australis* (1,13%), cabeza de cubo *Cubiceps cacruleus* (0,25), merluza de cola *Macruronus magallenicus* (0,18%), sierra *Thyrsites atun* (0,07%), Mictófidios (0,05%) y Jibia *Dosidicus gigas* (0,00005%).



**Tabla 30.** Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/I "Abate Molina" y PAM "Lider" y "Don Julio" en el cruce de evaluación de jurel (mayo-junio 2001).

Lance	Barco	Fecha	CAPTURAS(kg)												
			Jurel	Caballa	Sierra	Reineta	Pez Linterna	Jibia	Cabeza Cubo	M. Cola	Captura Fauna	Captura Total	Contribución Fauna		
1	Lider	16-06-01	10.876	595	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	595	11.471	5,18
2	Lider	17-06-01	4.362	365	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	365	4.727	7,72
3	A. Molina	31-05-01	903	111	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	111	1.014	10,94
4	A. Molina	31-05-01	4.088	1.279	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.279	5.367	23,83
5	Lider	31-05-01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6	A. Molina	31-05-01	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	0,00
7	Lider	31-05-01	1.241	514	0,0	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	537	1.778	30,20
8	Lider	13-06-01	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	0,00
9	A. Molina	31-05-01	8.562	1.841	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.841	10.403	17,70
10	A. Molina	01-06-01	2.274	108	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108	2.382	4,54
11	Lider	01-06-01	907	219	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	219	1.126	19,48
12	Lider	31-05-01	3.899	245	0,0	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	235	509	4.408	11,55
13	Lider	01-06-01	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8	0,00
14	Lider	01-06-01	4.434	3.209	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.209	7.643	41,98
15	A. Molina	31-05-01	428	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69	82	510	16,12
16	A. Molina	01-06-01	18	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	22	18,18
17	Lider	01-06-01	76	9	0,0	42	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51	127	40,10
18	A. Molina	01-06-01	218	10	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18	236	7,78
19	Lider	30-05-01	425	145	0,0	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	155	580	26,72
20	A. Molina	30-05-01	18.257	2.037	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.037	20.294	10,04
21	Lider	30-05-01	8.116	1.438	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.438	9.554	15,05
22	Lider	30-05-01	458	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	460	0,43
23	A. Molina	30-05-01	1.412	174	3	9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	186	1.598	11,64
24	A. Molina	30-05-01	109	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	109	0,00
25	A. Molina	29-05-01	195	0,0	0,0	41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41	236	17,37
26	Lider	10-06-01	2.728	120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120	2.848	4,22
27	Lider	07-06-01	695	81	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81	776	10,44
28	Lider	06-06-01	2.205	27	9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36	2.241	1,61
29	Lider	08-06-01	1.830	223	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	245	2.075	11,80
30	A. Molina	03-06-01	382	0,0	0,0	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	397	3,78
31	A. Molina	04-06-01	587	0,0	0,0	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	588	0,17



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Tabla 30

32	A. Molina	04-06-01	1.203	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.203	0,00
33	A. Molina	07-06-01	683	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	685	0,31
34	A. Molina	04-06-01	1.934	29	0,0	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.967	1,67
35	A. Molina	04-06-01	2.382	50	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.437	2,25
36	A. Molina	07-06-01	2.445	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.445	0,00
37	A. Molina	07-06-01	2.777	13	0,0	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.792	0,55
38	A. Molina	10-06-01	10.253	177	0	0	0	0	0	15	192	10.445	1.83	10.445	1,83
39	A. Molina	09-06-01	1.654	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.654	0,00
40	A. Molina	09-06-01	2.027	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.043	0,81
41	A. Molina	08-06-01	1.384	1	0,0	5	0,0	0,0	1	23	39	1.423	2,74	1.423	2,74
42	A. Molina	09-06-01	596	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	616	3,24
43	A. Molina	10-06-01	836	7	0	0	0	0	0	0	0	7	843	0,83	0,83
44	A. Molina	14-06-01	14.557	56	0	0	0	0	0	0	0	14.613	0,38	14.613	0,38
45	A. Molina	13-06-01	2.653	16	0	0	0	0	0	0	0	2.669	0,60	2.669	0,60
46	A. Molina	15-06-01	563	0	0	15	0,0	0	0	0	0	578	2,59	578	2,59
47	A. Molina	15-06-01	340	1	0	18	0	0	0	0	0	359	5,29	359	5,29
48	A. Molina	15-06-01	36	0	0	3	0	0	0	0	0	39	7,69	39	7,69
49	A. Molina	15-06-01	1.345	8	0	3	0	0	0	0	0	1.356	0,81	1.356	0,81
50	A. Molina	15-06-01	321	0	0	70	0	0	0	0	0	391	17,90	391	17,90
51	Don Julio	06-06-01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
52	A. Molina	15-06-01	402	0	0	67	0	0	0	0	0	469	14,28	469	14,28
53	Don Julio	06-06-01	941	0,0	0,0	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	944	0,32	944	0,32
54	Don Julio	08-06-01	3.080	149	0,0	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.232	4,70	3.232	4,70
55	Don Julio	10-06-01	14.274	325	0,0	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14.603	2,25	14.603	2,25
56	Don Julio	12-06-01	1.937	0,0	0,0	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.940	0,15	1.940	0,15
TOTAL			148.326	13.640	22	373	0,0	0,0	3	329	43	14.408	162.734	162.734	105

caballa *Scomber japonicus* (9,86%), reineta *Lepidotus australis* (1,13%), cabeza de cubo *Cubiceps cacruleus* (0,25), merluza de cola *Macruronus magallenicus* (0,18%), sierra *Thyrsites atun* (0,07%), Mictófidios (0,05%) e Jibia *Dosidicus gigas* (0,00005%).



El esfuerzo aplicado con las tres embarcaciones fue de 48 horas y 34 minutos de arrastre, con un rendimiento estandarizado promedio de 625,65 kg/hora para la pesca total y de 553,33 kg/hora de pesca para jurel.

### 5.5.3 Proporción y composición fauna acompañante

El 88,44% de lo capturado correspondió a jurel en 54 lances de pesca, con pesca, mientras que en 46 lances hubo fauna acompañante que representó el 11,55% de la captura total. Las especies presentes fueron: caballa *Scomber japonicus* (9,86%), reineta *Lepidotus australis* (1,13%), cabeza de cubo *Cubiceps cacruleus* (0,25), merluza de cola *Macruronus magellenicus* (0,18%), sierra *Thyrsites atun* (0,07%), Mictófidios (0,05%) y Jibia *Dosidicus gigas* ( 0,00005%).

La mayor presencia observada de la especie caballa este año (9,86%), significó un aumento importante respecto a años anteriores donde su aporte fue del orden del 1 al 3 %. Este mayor aporte a la captura explica el volumen alcanzado por la fauna acompañante con un 11,59 %.

En este sentido para la principal especie en la fauna acompañante de jurel, la estructura de talla registra tamaños que van desde 20 a 35 cm de longitud horquilla, con dos modas diferentes ubicadas en 22 y 28 cm. Esta distribución bimodal difiere de lo observado durante el año 2000, donde la distribución en esta especie fue unimodal (32 cm) y además registró ejemplares de mayor tamaño con tallas que fluctuaron entre 27 a 36 cm. En cuanto al peso, esta especie tuvo asociado pesos menores registrando un peso promedio de 260 g y un valor mínimo de 106 g y máximo de 739 g, respecto al 2000, donde el peso promedio, mínimo y máximo, fueron de 388; 215 y 890 g respectivamente.



## 5.6 Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio.

### 5.6.1 Batimetría de la zona de estudio

A partir de los datos de profundidad de ecosonda registrados en las naves participantes durante el Crucero, se graficó la batimetría de la zona de estudio (Fig. 20). La figura presenta una batimetría global regular en el área de estudio, con la presencia de un suave talud en la región norte. Entre los 35°40' y los 36°40'LS, se describe una extensa plataforma continental (Terraza del Itata), restringida latitudinalmente por los cañones submarinos del río Itata y del río Biobío. Al oeste de Punta Lavapie, se observa un talud con mayor pendiente, no obstante, en el extremo sur del área de prospección (a partir de los 38° LS), el talud pierde estas características, presentando nuevamente una plataforma más extensa, similar a la descrita para la región norte.

### 5.6.2 Condiciones meteorológicas

Las mediciones de las variables meteorológicas medidas en este estudio, *i.e.*, altura y dirección de ola, dirección e intensidad del viento y presión atmosférica, fueron registradas en las embarcaciones y son resumidas en la Tabla 31. El sector norte cubierto por el PAM "Líder", abarcó el período entre el 05 y el 17 de junio del 2001, el sector centro cubierto por el B/I "Abate Molina" incluyó un período que va desde el 03 al 14 de junio de 2001, en tanto para el sector sur, cubierto por el PAM "Don Julio" abarcó un período entre el 05 al 15 de junio de 2001.



Las Figuras 21a, 22a, y 23a presentan las variaciones temporales de la presión atmosférica para los tres sectores evaluados en el área de estudio. En el sector norte, la presión atmosférica tuvo un rango de variación entre 1009,7 y 1018,5 mB con un valor promedio para el período de estudio de  $1014,2 \pm 2,37$  mB, siendo significativamente menor a lo registrado en el sector central del área de estudio, donde la variable fluctuó entre 1010,5 y 1028,8 mb ( $1020,3 \pm 5,06$  mB). Por su parte, en el sector sur del área prospectada la presión atmosférica fluctuó entre los 1009,0 y 1030,0 ( $1020,85 \pm 5,42$  mB), muy similar a lo registrado en la región central del área de estudio.

Las Figuras 21b, 22b, y 23b presentan las variaciones temporales en la altura y dirección de las olas para los tres sectores evaluados en el área de estudio. La altura de las olas en el sector central fue significativamente mayor (2,0 - 5,7 m;  $4,1 \pm 1,17$  m) a lo registrado en el sector norte (0,8 – 3,0 m;  $1,82 \pm 0,69$  m) lo que se agudiza al contrastarlo con el sector sur del área de estudio, donde la variable fluctuó entre los 0,3 y 2,0 m, con un valor promedio de 1,22 m. Debido a que el registro de la información meteorológica a bordo de las embarcaciones fue consistente con la estación de muestreo oceanográfico, no existe información sobre altura y dirección de olas asociados a temporales y/o condiciones de mal tiempo. Por su parte, la dirección de la ola tuvo un comportamiento similar en las tres subáreas evaluadas, proveniente del WSW y W, con promedios de  $246,4^\circ$ ,  $272,1^\circ$  y  $269,8^\circ$  para los sectores norte, centro y sur, respectivamente.

Las Figuras 21c, 22c, y 23c muestran la evolución temporal de la rapidez del viento en la región de estudio. En el sector norte la rapidez del viento tuvo un



promedio de  $11,2 \pm 5,6$  nudos (rango entre 0,6 y 18,7 nudos), situación similar a la registrada en el sector sur donde el promedio fue de  $10,7 \pm 7,5$  nudos (rango entre 1,64 y 22,5 nudos). En tanto que, en el sector central del área de estudio la rapidez promedio del viento fue sensiblemente mayor ( $19,5 \pm 2,5$  nudos; rango: 15,8 – 24,0 nudos). Cabe recordar que debido a que la información meteorológica proviene sólo de la registrada durante la realización de las estaciones oceanográficas, no incluye eventos de mal tiempo acontecidos en la región sur del área de estudio durante la realización del Crucero.

**Tabla 31** Condiciones atmosféricas en la zona de estudio

Fecha	Dirección del viento (grados)	Rapidez del viento (nudos)	Altura de olas (m)	Dirección ola (grados)	Presión atm. (mB)
<b>ZONA NORTE :</b>					
05/06/01	315.0	4.5	0.7	247.5	1018.5
06/06/01	315.0	7.3	1.6	262.5	1015.7
07/06/01	285.0	7.3	2.3	240.0	1013.0
08/06/01	270.0	15.0	2.0	270.0	1012.0
09/06/01	241.8	8.2	1.5	225.0	1012.5
10/06/01	213.7	8.0	0.7	236.2	1009.8
11/06/01	306.0	16.0	1.5	301.5	1013.0
12/06/01	51.9	0.5	1.1	261.0	1013.0
13/06/01	315.0	11.5	2.2	315.0	1014.0
14/06/01	219.3	14.0	2.5	225.0	1015.3
15/06/01	202.5	16.6	3.0	225.0	1017.7
16/06/01	191.2	18.7	2.5	213.7	1015.5
17/06/01	168.7	17.5	1.7	180.0	1013.8



Continuación Tabla 31

<b>ZONA CENTRO</b>					
03/06/01	191.2	22.7	4.0	210.0	1028.8
04/06/01	285.0	19.3	3.3	270.0	1022.7
05/06/01	337.5	19.7	3.3	295.0	1026.1
06/06/01	315.0	21.0	5.0	300.0	1024.8
07/06/01	330.0	16.0	5.0	300.0	1020.7
08/06/01	298.1	15.7	5.0	290.0	1019.3
09/06/01	123.7	18.5	2.4	254.0	1021.9
10/06/01	243.0	18.0	2.0	226.0	1017.1
11/06/01	315.0	24.0	4.0	315.0	1010.5
12/06/01	247.5	21.0	5.7	286.6	1018.7
13/06/01	283.5	18.2	5.0	278.0	1015.0
14/06/01	247.5	19.6	5.0	240.0	1017.5
<b>ZONA SUR</b>					
05/06/01	315.0	20.0	1.5	315.0	1024.0
06/06/01	315.0	22.5	1.8	315.0	1023.5
07/06/01	292.5	11.2	1.9	262.5	1020.5
08/06/01	108.0	3.8	0.7	225.0	1022.8
09/06/01	68.2	1.6	0.3	225.0	1025.6
10/06/01	303.8	3.3	0.4	225.0	1018.5
11/06/01	24.6	9.1	0.6	324.0	1017.4
12/06/01	315.0	20.0	2.0	315.0	1009.0
13/06/01	252.0	14.0	1.9	297.0	1018.0
14/06/01	247.5	7.0	0.9	232.5	1020.0
15/06/01	202.5	5.0	1.5	225.0	1030.0



### 5.6.3 Muestreo regular

#### 5.6.3.1 Análisis horizontal de las variables oceanográficas

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, *i.e.*, temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila-a (mg/m<sup>3</sup>). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 25, 50, 100, 200, y 400 m de profundidad, a excepción de la clorofila-a, sobre la cual se entrega la carta de distribución.

##### a) Estrato de 5 m de profundidad

Temperatura: En este estrato la temperatura presentó un amplio rango de variación, considerando toda el área prospectada, fluctuando entre los 11,86 y los 15,47 °C, con un valor promedio de  $13,36 \pm 0,857$  °C (n=114 datos).

La Figura 24a muestra la distribución espacial de la temperatura del mar en el estrato de 5 m de profundidad. No se observó aguas con temperaturas mayores a 16°C. Aguas comparativamente más cálidas (> 15°C) sólo fueron observadas en el extremo norte del área de prospección (al norte del 34°LS). La posición de la isoterma de 14°C presentó un sentido E-W, limitando gran parte de la región norte, donde hubo ausencia de gradientes longitudinales (costa-océano). El sector central estuvo dominado por aguas con temperaturas centradas en los 13,5°C, observándose un leve incremento de la temperatura en las estaciones más oceánicas (> 160 mn) y aguas comparativamente más frías (< 13°C) en la región costera frente a Talcahuano. El extremo sur (al sur del 38°LS) presentó aguas comparativamente más frías que los sectores norte y centro, revelando una leve



variación clinal a lo largo de la zona prospectada. El sector costero estuvo dominado por aguas más frías ( $< 12,5^{\circ}\text{C}$ ) en contraste con aguas levemente más cálidas ( $> 13,5^{\circ}\text{C}$ ) en la región oceánica.

Salinidad: En este estrato la salinidad presentó un rango de variación de 2,19 psu (entre 32,38 y 34,57 psu) considerando toda el área prospectada y un valor promedio de  $34,05 \pm 0,305$  psu ( $n=114$  datos).

La distribución espacial de la salinidad a los 5 m de profundidad se presenta en la Figura 25a. En este caso, los gradientes longitudinales dominaron la distribución superficial de salinidad sobre la leve variación latitudinal de esta variable ( $>0,5$  psu). Aguas con salinidades superficiales mayores ( $> 34,3$  psu) estuvieron asociadas al extremo norte del área de estudio y también al área más oceánica ( $> 160$  mn) del sector comprendido entre los  $36^{\circ}20'$  y los  $38^{\circ}20'$ LS, vinculadas con aguas de temperaturas mayores a  $14,5^{\circ}\text{C}$ . En general, el sector central y norte del área de estudio presentó fuertes gradientes longitudinales de salinidad situados en la región costera ( $< 25-30$  mn) como consecuencia del aporte de aguas continentales locales (e.g., Maule, Itata y BíoBío), lo que revela aguas con salinidades menores a 33,7 al norte de Constitución y menores a 33,3 psu entre los  $36^{\circ}$  y  $37^{\circ}$ LS debido a la influencia costera del río BíoBío. En contraste, la región oceánica ( $> 50$  mn) del sector centro-norte (al norte de  $37^{\circ}$ LS), presentó aguas con salinidades fluctuando entre los 34,1 y 34,4 psu. El sector sur (al sur de los  $38^{\circ}40'$ LS) estuvo bien caracterizado por las isohalinas de 34 y 33,9 psu, presentando una distribución homogénea, sin gradientes laterales ni latitudinales importantes.



Densidad: La densidad del agua de mar a los 5 m de profundidad presentó una variación de  $1,67 \sigma_t$  (rango entre  $24,24$  y  $25,91 \sigma_t$ ) y un valor promedio de  $25,58 \pm 0,209 \sigma_t$  ( $n=114$  datos), considerando toda el área prospectada.

La Figura 26a muestra la distribución espacial de la densidad del agua de mar en el estrato de 5 m de profundidad. Se destaca la presencia de núcleos costeros ( $< 25$  mn) de aguas menos densas ( $< 25,2 \sigma_t$ ) situados entre los  $34^\circ$  y  $37^\circ$ LS, siendo consistentes espacialmente con aguas menos salinas y más frías producto del aporte fluvial local, lo que genera un importante gradiente longitudinal de densidad en este sector. El sector oceánico (entre las 50 y 200 mn) de todo el sector de estudio, presentó una distribución de densidad homogénea, quedando bien caracterizada por las isopicnas de  $25,5$  y  $25,6 \sigma_t$ .

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar en el estrato de 5 m de profundidad presentó aguas bien oxigenadas, con un rango de variación muy estrecho, que fluctuó entre los  $5,26$   $\text{ml l}^{-1}$  y los  $6,71$   $\text{ml l}^{-1}$  ( $5,88 \pm 0,285$   $\text{ml l}^{-1}$ ,  $n=105$  datos), considerando toda el área prospectada. La figura 27a muestra la distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, evidenciando una distribución homogénea, la que queda bien caracterizada por la isolínea de concentración de  $6$   $\text{ml l}^{-1}$ . No se distinguió gradientes longitudinales ni latitudinales en la distribución de oxígeno.



## b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: La distribución térmica horizontal a los 25 m de profundidad, valor representativo del estrato situado sobre la termoclina, mostró un rango de variación de 10,78 – 15,55 °C con un valor promedio de  $13,36 \pm 0,861$  °C (n=122 datos), considerando toda el área prospectada, levemente menor al rango detectado en superficie.

La distribución horizontal de la temperatura del mar en este estrato es presentada en la Figura 24b, la cual muestra una situación casi idéntica al comportamiento térmico descrito para el estrato superficial, esto es, la presencia de aguas comparativamente más cálidas (> 15°C) asociadas sólo al extremo norte, un sector central dominado por aguas con temperaturas centradas en los 13,5°C, observándose un leve incremento de la temperatura en las estaciones más oceánicas (> 160 mn) y, un sector sur con aguas comparativamente más frías (< 13°C) revelando una variación latitudinal de la temperatura, que alcanzó los 2,5 °C considerando toda el área de estudio.

Salinidad y Densidad: En este estrato, la salinidad presentó un rango de variación entre los 33,72 y los 34,77 psu con un valor promedio de  $34,14 \pm 0,183$  °C (n=122 datos), considerando toda el área prospectada. A diferencia de lo reseñado para el estrato superficial, la distribución horizontal a 25 m de profundidad (sobre la termoclina) no muestra la presencia de núcleos costeros de aguas menos salinas, revelando la influencia sólo superficial del aporte fluvial en el sector centro-norte del área de estudio (Figura 25b). El extremo



sur (al sur del 38°S) presentó las menores salinidades, quedando bien caracterizadas por las isohalinas de 34 y 33,9 psu.

La densidad del agua de mar mostró un valor promedio de  $25,65 \pm 0,148 \sigma_t$  (rango entre 25,35 – 26,63  $\sigma_t$ ) (n=122 datos). Al igual que lo reseñado para la salinidad, la distribución horizontal de la densidad (Fig 26b) evidenció la ausencia de aguas menos densas en la región costera de la zona centro-norte debido a la influencia fluvial. Las menores densidades ( $< 25,5 \sigma_t$ ) fueron detectadas en la región NW del área de estudio; en tanto que, al sur de la latitud 35°LS se evidencia un leve gradiente longitudinal positivo a la costa, que se extiende hasta el extremo sur del área prospectada, caracterizado por la presencia de aguas más densas ( $> 25,7 \sigma_t$ ) en la región costera ( $< 50$  mn) y aguas de densidad menor a  $25,5 \sigma_t$  en la región oceánica del área de estudio.

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar en el estrato de 25 m de profundidad presentó un rango de variación levemente menor al descrito para el estrato superficial, fluctuando entre los 4,25 y los 6,47 ml l<sup>-1</sup>; no obstante el valor promedio ( $5,76 \pm 0,314$  ml l<sup>-1</sup>, n=106 datos), fue muy similar al estimado en superficie. La distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto a 25 m de profundidad (Fig 27b), presentó un comportamiento espacial muy similar al reportado para en el estrato superficial, con aguas bien oxigenadas en todo el sector de estudio, caracterizadas por la isolínea de 6 ml l<sup>-1</sup>.



### c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: En este estrato la temperatura presentó un rango de variación entre los 10,62 y los 15,41 °C, con un valor promedio levemente menor que en los estratos superiores, de  $12,78 \pm 0,983$  °C (n=127 datos). La distribución horizontal de la temperatura en este estrato (Fig 24c) reveló diferencias latitudinales de aproximadamente 2 °C (entre 14,5 y 12,5°C) considerando toda el área de estudio. Las aguas comparativamente más cálidas ( $>14$ °C) fueron registradas en el sector norte (entre las 50 y 100 mn) y en la región occidental (36 y 38°LS). En general, todo el sector centro-norte (hasta el 37°LS) presentó una banda costera ( $< 25$  mn) caracterizada por aguas frías con temperaturas menores a 12,5 °C, generando un gradiente longitudinal, positivo al océano, de aproximadamente 1,5 °C en este sector. Al sur del 37°S, el dominio de las aguas frías ( $< 12,5$  °C) se extiende hacia el sector oceánico, alcanzando las 100-130 mn, generando leves gradientes térmicos debido a aguas comparativamente más cálidas situadas en el extremo occidental de este sector.

Salinidad: La salinidad presentó un rango de variación de entre 33,82 y 34,83 psu y un valor promedio de  $34,25 \pm 0,169$  psu (n=127 datos), al considerar toda el área prospectada. La distribución espacial de la salinidad (Fig 25c) estuvo caracterizada por aguas más salinas ( $> 34,3$  psu) situadas hacia el sector costero ( $< 50$  mn) y un sector oceánico bien caracterizado por las isohalinas de 34,1 y 34,2 psu. Este leve gradiente longitudinal, asociado a la posición de la isohalina de 34,3 psu, fue válido para toda el área de estudio. Entre el 37°40' y 39°LS fueron detectados núcleos de mayor salinidad ( $> 34,5$  psu, sector costero) y de menor salinidad ( $< 34,1$  psu, sector oceánico), generando un gradiente salino más intenso en este sector.



Densidad: En este estrato (Fig 26c), la distribución horizontal de la densidad del agua de mar fue similar a la distribución de salinidad, revelando aguas más densas ( $>26 \sigma_t$ ) asociadas a una estrecha banda costera ( $<25$  mn) situada al norte de los  $36^{\circ}20'S$ , la que se extiende hacia el océano a partir de los  $37^{\circ}LS$  alcanzando las 75 mn desde la costa y generó un fuerte gradiente longitudinal (positivo a la costa) debido a la presencia de aguas menos densas ( $<25,6 \sigma_t$ ) situadas más allá de las 100 mn.

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, en el estrato de 50 m de profundidad, presentó un rango amplio de variación fluctuando entre los  $2,59 \text{ ml l}^{-1}$  y los  $6,52 \text{ ml l}^{-1}$  ( $5,22 \pm 0,730 \text{ ml l}^{-1}$ ,  $n=108$  datos). Este estrato también estuvo caracterizado, en general, por aguas bien oxigenadas ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), con menores concentraciones asociadas a la zona central de estudio. En esta región la banda costera situada al norte de Talcahuano presentó valores menores a  $4 \text{ ml l}^{-1}$  (Fig 27c).

#### d) Estrato de 100 m de profundidad

Temperatura: En este estrato de profundidad, la distribución horizontal de la temperatura cambia radicalmente respecto de lo reseñado con anterioridad. No se detectó la presencia de aguas con temperaturas mayores a  $12^{\circ}C$ , ni gradientes laterales y longitudinales de importancia. El sector situado al norte del  $37^{\circ}LS$  presentó una distribución homogénea centrado en la isoterma de  $11^{\circ}C$ , en tanto que hacia el sur se verificó aguas levemente más frías caracterizadas por la isoterma de  $10,5^{\circ}C$ . (Fig 24d). El rango de fluctuación de la variable al considerar



todas las estaciones realizadas ( $n= 116$ ) fue de  $9,65 - 12,49$  °C con un valor promedio de  $10,83 \pm 0,478$  °C.

Salinidad y Densidad: En este estrato (Fig 25d) se detectó aguas más salinas ( $> 34,6$  psu) en una estrecha banda costera ( $> 25$  mn) que abarcó toda la región centro-norte del área de estudio (norte de  $37^{\circ}$ LS), caracterizando la presencia incipiente de AESS en este sector, la que se extiende hasta alcanzar las 50 mn al sur de los  $37^{\circ}$ LS, generando gradientes longitudinales importantes con aguas menos salinas situadas en el sector oceánico. A diferencia de lo reseñado en el estrato anterior, no se verificó la presencia de aguas con salinidades menores a 34,0 psu, la isohalina de 34,3 se extendió hacia el occidente y las menores salinidades (34,2 psu) quedaron restringidas al sector oceánico de la zona central y al sector sur, entre las 50 y 200 mn desde la costa. El rango de fluctuación de la salinidad al considerar todas las estaciones realizadas ( $n= 116$ ) fue de  $34,08 - 34,85$  psu, con un valor promedio de  $34,40 \pm 0,195$  psu.

La distribución espacial de la densidad del agua de mar en este estrato (Fig 26d), evidenció un patrón de distribución similar a lo reseñado para la salinidad, con aguas de mayores densidades ( $>26,4 \sigma_t$ ) asociadas al sector comprendido entre la costa y 100 mn. A excepción del extremo NW del área de estudio, no se observó aguas con densidades menores a  $26 \sigma_t$ , ni gradientes latitudinales de importancia. En general, el sector oceánico (más allá de 100 mn) presentó aguas menos densas bien caracterizadas por las isopicnas de 26,2 y  $26,3 \sigma_t$ . El rango de fluctuación de la densidad al considerar todas las estaciones realizadas ( $n= 116$ ) fue de  $25,92\sigma_t - 26,77 \sigma_t$ , con un valor promedio de  $26,34 \pm 0,153 \sigma_t$ .



Oxígeno disuelto: La Figura 27d muestra la distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto para el estrato de 100 m de profundidad. A diferencia de lo reportado para el estrato anterior, la isolínea de 4 ml l<sup>-1</sup>, restringida sólo a la región costera a los 50 m de profundidad, se extiende hacia gran parte del área de estudio, notándose la presencia de aguas con concentraciones menores a 2 ml l<sup>-1</sup> en una banda costera (< 25-50 mn) situada entre Constitución e Isla Mocha. Aguas bien oxigenadas (> 5 ml l<sup>-1</sup>) en la región oceánica del sector sur del área de estudio. El rango de fluctuación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, al considerar todas las estaciones realizadas (n= 105) fluctuó entre los 0,83 ml l<sup>-1</sup> y los 6,41 ml l<sup>-1</sup>, con un valor promedio de 3,63 ± 1,524 ml l<sup>-1</sup>.

#### e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: El rango de fluctuación de la temperatura al considerar todas las estaciones realizadas (n= 110) fue de 8,53 – 11,01 °C con un valor promedio de 9,80 ± 0,565 °C. Se observó una distribución homogénea de la temperatura (Fig 24e) con valores centrados en las isotermas de 9,5 y 10 °C, sin la presencia de gradientes longitudinales ni latitudinales de importancia.

Salinidad y Densidad: El rango de fluctuación de la salinidad al considerar todas las estaciones de muestreo (n=110) fue de 34,34 – 34,86 psu, con un valor promedio de 34,65 ± 0,108 psu. En este estrato (Fig 25e), la isohalina de 34,6 delimita una región costera (< 25-50 mn) con aguas más salinas, caracterizando la presencia de AEES en este sector.



Para el caso de la densidad (Fig 26e), esta variable presentó una distribución espacial homogénea centrada en la isopicna de  $26,7 \sigma_t$ . No se observó gradientes laterales ni longitudinales de importancia. El rango de fluctuación de la densidad al considerar todas las estaciones de muestreo ( $n= 110$ ) fue de  $26,55\sigma_t - 26,86 \sigma_t$ , con un valor promedio de  $26,71 \pm 0,058 \sigma_t$ .

Oxígeno disuelto: El rango de fluctuación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, al considerar todas las estaciones ( $n=94$ ) fue entre los  $0,51 \text{ ml l}^{-1}$  y los  $4,66 \text{ ml l}^{-1}$ , con un valor promedio de  $1,73 \pm 1,052 \text{ ml l}^{-1}$ . La distribución horizontal de oxígeno disuelto (Figura 27e) en este estrato presentó gran parte de la región costera del área de estudio, entre Constitución y Puerto Saavedra, con concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), isolinéa que se extiende hacia el sector oceánico alcanzando aproximadamente entre 25 a 50 mn desde la costa, confirmando la presencia de las AESS en este estrato de profundidad. En la región norte del área de estudio, entre los  $33^{\circ}20'$  y los  $35^{\circ}20' \text{LS}$ , así como el sector occidental (más allá de 75 mn) al norte de la latitud  $37^{\circ} \text{LS}$ , presentó concentraciones mayores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$ . Las máximas concentraciones de oxígeno disuelto en agua de mar ( $> 4 \text{ ml l}^{-1}$ ) fueron registradas en el extremo SW del área prospectada.

#### f) Estrato de 400 m de profundidad

Temperatura: El rango de fluctuación de la temperatura en este estrato, considerando todas las estaciones de muestreo ( $n= 102$ ) fue de  $6,07 - 8,77 \text{ }^{\circ}\text{C}$  con un valor promedio de  $7,03 \pm 0,623 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , casi  $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  inferior al promedio de temperatura registrado para el estrato de 200 m de profundidad. La distribución horizontal de la



temperatura del mar en este estrato (Fig 24f) reveló un comportamiento espacial homogéneo, sin la presencia de gradientes longitudinales ni latitudinales de importancia. El sector de estudio se encuentra bien caracterizado por la isoterma de 7 °C.

Salinidad y Densidad: El rango de fluctuación de la salinidad en este estrato, considerando todas las estaciones ( $n= 100$ ) fue de 34,39 – 34,69 psu, con un valor promedio de  $34,53 \pm 0,068$  psu, valor inferior al reseñado para el estrato de 200 m de profundidad. La distribución horizontal de la salinidad en este estrato se presenta en la Figura 25f, mostrando una distribución relativamente homogénea, centrada en la isohalina de 34,5 psu en la región norte y el sector oceánico por sobre 75 mn y, en la isohalina de 34,6 psu en el sector costero del área de estudio.

La densidad (Fig 26f) presentó una distribución espacial homogénea la cual quedó bien caracterizada por la isopicna de  $27,0 \sigma_t$ . El rango de fluctuación de la densidad al considerar todas las estaciones de muestreo ( $n= 102$ ) fue muy estrecho, fluctuando entre  $26,89\sigma_t$  y  $27,12 \sigma_t$ , con un valor promedio de  $27,04 \pm 0,052 \sigma_t$ .

Oxígeno disuelto: El rango de fluctuación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, al considerar todas las estaciones ( $n= 102$ ) fue muy amplio variando entre los  $0,51 \text{ ml l}^{-1}$  y los  $5,54 \text{ ml l}^{-1}$ , con un valor promedio de  $3,64 \pm 1,112 \text{ ml l}^{-1}$  superior al reseñado para el estrato de 200 m de profundidad. En este estrato, la distribución horizontal de oxígeno disuelto (Fig 27f) presentó concentraciones mucho mayores que las descritas para los 200 m de profundidad, asociadas principalmente a las AIA. Se destaca sólo la presencia de gradientes longitudinales (costa-océano), positivas al océano en el sector norte y centro del área de estudio. No fueron



detectadas aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), características de las AESS, sólo se registró concentraciones menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$  restringidas sólo al sector noreste del área de estudio. El sector oceánico ( $> 75 \text{ mn}$ ) y sur del área de estudio, presentó concentraciones mayores a 3 y  $4 \text{ ml l}^{-1}$ .

#### **g) Distribución horizontal de la clorofila-a superficial**

La distribución horizontal de la biomasa fitoplanctónica estimada como clorofila-a (Fig 28), evidenció valores que fluctuaron entre los  $0,141$  y  $1,294 \text{ mg m}^{-3}$ . Un gran porcentaje del área prospectada presentó valores menores a los  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$ , esto es, sector norte, sector sur y extremo occidental del área prospectada. No obstante lo anterior, se detectaron dos núcleos de concentraciones más altas, uno de ellos asociado a la región oceánica ( $100 \text{ mn}$ ) frente a Constitución ( $> 0,6 \text{ mg m}^{-3}$ ) y otro, más costero ( $25\text{-}50 \text{ mn}$ ) situado frente al Golfo de Arauco con concentraciones mayores a  $1,0 \text{ mg m}^{-3}$ .

#### **5.6.3.2 Análisis distribución de las variables oceanográficas: secciones oceanográficas**

Transecta 1 (Fig 29a). La transecta 1, situada en el extremo norte del área de prospección (ver Figura 1), presentó una estructura térmica superficial (0-100 m) caracterizada por: a) aguas comparativamente más cálidas ( $> 14 \text{ }^\circ\text{C}$ ) destacando dos lentes de aguas con temperaturas mayores de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  situadas a los 130 y 200 mn desde la costa que no sobrepasan los 50 m de profundidad, b) la ausencia de gradientes longitudinales (costa-océano) de importancia y c) una estratificación térmica vertical entre los 50 y los 100 m de profundidad con una leve profundización



de la termoclina hacia el sector más oceánico del transecto. Bajo los 200 m de profundidad la temperatura estuvo caracterizada por la isoterma de 10 °C, descendiendo a una tasa relativamente constante con la profundidad a valores menores a 6 °C hacia el estrato entre los 500 y 600 m.

La distribución de salinidad al nivel superficial presentó valores mayores a 34,2 psu en prácticamente todo el transecto, sin evidencia de gradientes laterales. Destaca la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS, isohalina de 34,6 psu) la que se extiende hasta el límite occidental del transecto, pero tiene mayor expresión en las primeras 130 mn, abarcando el estrato comprendido entre los 180 y los 360 m de profundidad, caracterizando el flujo costero hacia el sur de la corriente de Günther (Fig 29b). El campo vertical de la densidad presentó patrón similar al de la temperatura, con una capa de mezcla que no sobrepasó los 30-40 m en el sector costero y exhibió una leve profundización hacia el extremo occidental del transecto, alcanzando profundidades cercanas a los 80 m. De igual manera, se verificó una picnoclina extensa que se profundiza hacia la estación 8 (extremo occidental del transecto), situándose entre los 80 y 200 m de profundidad (Figura 29c).

Destaca en esta transecta un estrato superficial (0-100 m) bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), una oxiclina débil y extensa que se profundiza levemente hacia la región oceánica y un núcleo subsuperficial (200-400 m), con concentraciones menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$  que coincide espacialmente con el máximo salino presentado en la Figura 29b, denotando la presencia de las AESS en este sector (Fig 29d).

Entre los 0 y 50 m de profundidad, la concentración de clorofila-a fue baja a lo largo de todo el transecto ( $< 0,3 \text{ mg m}^{-3}$ ). Bajo los 50 m los valores de clorofila-a fueron



menores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ , situación válida para todas las estaciones que componen el transecto (Fig 29e).

Transecta 2 (Fig 30a). La transecta 2 estuvo compuesta de sólo tres estaciones costeras, situadas entre la costa y 50 mn. La distribución vertical de la temperatura mostró un estrato superficial (0-100 m) caracterizado por la presencia de aguas más frías que en la transecta anterior ( $> 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), sin la presencia de gradientes longitudinales y con escasa estratificación vertical. Al igual que en la transecta anterior, bajo los 200 m de profundidad se observa un decremento monotónico de la temperatura, para alcanzar valores menores a  $6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  hacia la máxima profundidad de muestreo.

La distribución vertical de la salinidad tampoco mostró variaciones laterales en superficie, estrato que estuvo caracterizado por aguas con salinidades menores a 34,4 psu a lo largo de todo el transecto (Fig 30b). En este caso, las AESS caracterizadas por la isohalina de 34,6 psu se extendieron desde los 200 a los 380 m, sobre el talud continental; en tanto que bajo los 400 m de profundidad se verificó la presencia incipiente de las AIA con salinidades menores a 34,5 psu.

La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (Fig 30d) mostró un estrato superficial (0-100 m) bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una débil oxiclina que se profundiza y hace más extensa hacia la estación situada a 50 mn. Entre los 200 y 400 m se destaca aguas con concentraciones de oxígeno disuelto menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$ , que coincide espacialmente con el máximo salino (34,6 psu) y que caracteriza la presencia de las AESS en este estrato de profundidad.



El campo vertical de clorofila-a presentó valores no superiores a  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ , coincidiendo con lo reportado para la transecta del extremo norte (Fig 30e).

Transecta 3 (Fig 31). La distribución espacial de la temperatura a lo largo de la transecta 3 (Fig 31a) mostró una situación similar a la descrita para el extremo norte del área de estudio, con un estrato superficial (0-100 m) caracterizado por la presencia de aguas con temperaturas superiores a los  $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y un lente de aguas comparativamente más cálidas ( $> 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en el sector intermedio del transecto (entre 100 y 130 mn) siendo consistente espacialmente con la presencia de aguas menos salinas ( $< 34,4 \text{ psu}$ ) y menos densas ( $< 25,6 \sigma_t$ ). Se observó un leve ascenso hacia la costa de las isopícnas de  $25,6$  y  $25,8 \sigma_t$ , confirmando la presencia costera ( $< 25 \text{ mn}$ ) de aguas levemente más frías y densas. La termoclina aparece bien definida a lo largo de todo el transecto, situada entre los 40 y 70 m con un leve debilitamiento y profundización hacia el sector oceánico. Una haloclina débil se encontró entre los 120 y 160 m de profundidad, sin presentar diferencias longitudinales en su posición vertical. La isohalina de  $34,6 \text{ psu}$  se extendió subsuperficialmente sobrepasando las 130 mn, ocupando un espesor de aproximadamente 200 m en la región costera y de 80-110 m en el sector oceánico, en tanto que la isohalina de  $34,7 \text{ psu}$  se encontró restringida sólo a un pequeño núcleo situado subsuperficialmente entre los 180 y los 300 m, sobre el talud continental.

La concentración de oxígeno disuelto mostró una capa superficial bien oxigenada ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) a lo largo del transecto. Se detectó una oxiclina débil y extensa, situada entre los 100 y 190 m, la que se intensifica levemente hacia las estaciones costeras ( $> 25 \text{ mn}$ ) y se debilita hasta desaparecer más allá de las 160 mn desde la costa. Aguas con concentraciones menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$  se extendieron subsuperficialmente



hacia las 160 mn, siendo espacialmente coincidentes con la disposición vertical de la isohalina de 34,6 psu; en tanto que aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) se verificaron en la región más costera ( $> 25 \text{ mn}$ ), pegadas al talud continental, entre los 200 y 300 m de profundidad. Bajo los 400 m de profundidad se evidenció aguas más oxigenadas ( $> 4 \text{ ml l}^{-1}$ ) (Fig 31d).

Al igual que lo reportado para las dos transectas anteriores, los valores de clorofila-a en la columna de agua se mantuvieron bajos, no sobrepasando los  $0,4 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 31e).

Transecta 4 (Fig 32) A diferencia de las transectas anteriores, la distribución térmica en esta transecta muestra un ascenso de la isoterma de  $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta romper en superficie en las 50 mn desde la costa, lo que redundó en la detección de diferencias térmicas laterales, con agua más frías ( $< 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en la región costera ( $< 25 \text{ mn}$ ) y más cálidas ( $> 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en la estación más occidental del transecto (estación 24, 100 mn). Una débil termoclina se verificó a lo largo del transecto, situada entre los 50 y 70 m en la región costera para hacerse más intensa y profunda hacia el extremo oceánico del transecto. El estrato situado entre los 200 y los 300 m de profundidad estuvo dominado por aguas comparativamente más frías, dominando las isotermas de 9 y  $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bajo este estrato la temperatura desciende a una tasa relativamente constante desde  $10^{\circ}\text{C}$  (a 300 m) a  $6^{\circ}\text{C}$  (550 m).

La distribución vertical de la salinidad (Fig 32b) mostró un patrón semejante a la transecta 2 y que sólo alcanzó las 50 mn, no obstante en esta ocasión se observó un importante grado de mezcla superficial (0-20 m) con aguas de origen continental, proceso que no se extendió más allá de las 25 mn, pudiendo detectarse salinidades



superficiales menores a 33,6 psu. Todo el resto de la transecta presentó salinidades superficiales bien caracterizadas por la isohalina de 34,2 psu. El gradiente vertical de salinidad, situado entre los 60 y 100 m se profundizó hacia las estaciones más oceánicas del transecto, alcanzando una profundidad entre 100 y 160 m. Al igual que en la transecta 2, se aprecia la presencia de un máximo salino ( $> 34,7$  psu) entre los 160 y 320 m, el que no alcanza las 50 mn desde la costa.

La distribución vertical de la densidad presentó un patrón muy similar a la distribución vertical de la temperatura. El ascenso de las isopicnas de 25,6 y 25,8  $\sigma_t$ , en conjunto con las menores densidades costeras debido al aporte fluvial local, redundó en la detección de diferencias longitudinales superficiales a lo largo del transecto. Se detectó una picnoclina leve que se verificó en todo el transecto situándose entre los 30 y 60 m en el sector costero y que se profundiza e intensifica levemente hacia la estación de las 100 mn (Fig 32c).

Al igual que lo descrito para las transectas anteriores, la transecta 4 mostró un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5$  ml l<sup>-1</sup>), una oxiclina débil verificable a lo largo de todo el transecto (hasta las 100 mn) y un núcleo costero subsuperficial, pegado al talud continental (entre 200 y 450 m), de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ( $> 1$  ml l<sup>-1</sup>) que no sobrepasó las 50 mn desde la costa (Fig 32d). La distribución vertical de la clorofila-a presentó, en general, valores menores a 0,3 mg m<sup>-3</sup>, confirmando las bajas biomásas fitoplanctónicas en toda la región norte del área prospectada (Fig 32e).

Transecta 5 (Fig 33). La distribución vertical de la temperatura en esta transecta reveló aguas superficiales comparativamente más frías ( $< 14$  °C) en el extremo



oceánico de la transecta y una termoclina débil observada con mayor claridad hacia el sector costero ( $< 50$  mn), situándose entre los 50 y 80 m de profundidad. El estrato entre los 200 y 300 m estuvo bien caracterizado por las isotermas de 9 y 10 °C, en tanto que bajo los 300 m la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante con la profundidad hasta alcanzar valores menores a 6 °C bajo los 500 m.

La salinidad (Fig 33b) mostró un estrato superficial (0-100 m) con valores entre 34,2 y 34,3 psu, y una haloclina débil y extensa situada verticalmente entre los 70 y 170 metros de profundidad. Entre los 200 y los 380 m dominaron aguas de salinidades mayores a 34,6 psu, observándose dos núcleos superiores a 34,7 psu situados, uno en el sector costero, pegado al talud continental y otro en el sector oceánico, entre las 130 y 160 mn desde la costa, probablemente asociados al flujo subsuperficial hacia el sur de las ramas costera y oceánica de la corriente de Günther. Bajo los 400 m, la disminución de la salinidad a valores menores a 34,5 psu indica la incipiente presencia de Aguas Intermedias Antárticas (AIA) en este estrato de profundidad.

La estructura vertical de densidad presentó una picnoclina identificable a lo largo de todo el transecto, situándose entre los 50 y 100 m de profundidad, debilitándose hacia las estaciones situadas en el extremo occidental del transecto (Fig 33c). Bajo los 200 m la densidad aumenta a una tasa casi constante con la profundidad, alcanzando valores mayores a  $27 \sigma_t$  bajo los 400 m.

La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto mostró, en gran parte de la transecta (entre las 75 y las 200 mn), una oxiclina situada entre los 90 y 175 m de profundidad. Entre los 200 y 360 m y destacan dos núcleos de



concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) asociados ambos a los núcleos de salinidades mayores ( $> 34,7 \text{ psu}$ ) indicando la presencia de AESS (Figura 33d). Bajo los 400 m se verifican aguas con mayores concentraciones de oxígeno disuelto ( $> 4,0 \text{ ml l}^{-1}$ ) caracterizando las AIA a esas profundidades.

No obstante las bajas concentraciones de clorofila-a ( $< 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) a lo largo de prácticamente todo el transecto, se observó un núcleo de concentraciones mayores a  $0,8 \text{ mg m}^{-3}$  a 75 mn desde la costa y a una profundidad de 20 m (Fig 33e).

Transecta 6 (Fig 34). La transecta 6, situada en  $35^{\circ}\text{LS}$ , tuvo su límite occidental en las 100 mn desde la costa. La distribución vertical de la temperatura mostró aguas superficiales comparativamente más frías ( $< 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) hacia el sector oceánico en contraste con aguas más cálidas ( $> 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en las estaciones situadas en la costa (estaciones 33, 34 y 35). Una débil termoclina fue evidente a lo largo de todo el transecto, situándose entre los 50 y 80 m de profundidad (Fig 34a). El estrato entre 200 y 300 m estuvo dominado por las isotermas de 8, 9 y  $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bajo este estrato la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante desde los  $9 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\approx 250 \text{ m}$ ) hasta los  $6^{\circ}\text{C}$  ( $\approx 500 \text{ m}$ ).

La distribución superficial (0-100 m) vertical de la salinidad presentó aguas con salinidades centradas en los 34,2 psu (similar a las transectas anteriores), a excepción del sector costero, cuyo campo salino superficial fue significativamente modificado por un alto grado de mezcla, la cual no sobrepasó los 25-30 m de profundidad y no alcanza las 50 mn desde la costa, entre las Aguas SubAntárticas (ASAA) y aguas de origen continental aportadas por el río Maule (Figura 34b), situación que se observa también al analizar el campo vertical de la densidad en



este transecto (Fig 34c). Al igual que lo descrito para las transectas anteriores (en especial para las transectas 3,4 y 5), la isohalina de 34,6 formó un estrato de aproximadamente 150 m de espesor, sensiblemente mayor en la costa (230 m), el cual sobrepasa el límite máximo de la transecta (100 mn). El núcleo de mayor salinidad, delimitado por la isohalina de 34,7 psu, ocupó un estrato mucho menor (entre los 150 y 300 m) sobre el talud continental, sobrepasando escasamente las 25 mn desde la costa.

La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto en esta transecta fue similar a la ya descrita anteriormente, caracterizándose por una columna de agua bien oxigenada en superficie, una débil oxiclina que se extiende aproximadamente hasta los 100 m de profundidad y un estrato con concentraciones menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$  situado entre los 100 y 400 m (con un espesor mayor en la región costera), que coincide espacialmente con aguas de salinidades mayores a 34,6 psu, denotando la presencia de AESS (Fig 34d).

En esta transecta se sigue observando concentraciones bajas de clorofila-a ( $< 0,3 \text{ mg m}^{-3}$ ), no obstante se verifica un núcleo subsuperficial (15-20 m) de mayor biomasa fitoplanctónica ( $> 0,6 \text{ mg m}^{-3}$ ), situado a 50 mn desde la costa. Nuevamente, bajo los 50 m de profundidad las concentraciones de clorofila-a fueron bajas ( $< 0,1 \text{ mg m}^{-3}$ ) (Fig 34e).

Transecta 7 (Fig 35). La transecta 7, situada a la cuadra de Constitución ( $35^{\circ}20'S$ ) evidenció un comportamiento vertical similar a lo descrito para la transecta anterior, esto es a) aguas superficiales comparativamente más frías hacia el sector costero de la transecta debido al ascenso hacia la costa de las isoterms de 13 y 12 °C, b)



una termoclina débil a lo largo de todo el transecto, situándose entre los 50 y 100 m, con una leve profundización hacia el sector oceánico (Fig 35a), c) un campo de salinidad superficial sensiblemente modificado por mezcla entre las ASAA y aguas provenientes del río Maule, mezcla que no sobrepasa los 20 m de profundidad y alcanza más allá de las 50 mn, d) aguas con salinidades superiores a 34,6 psu situadas entre los 150 y 400 m de profundidad sobrepasando las 200 mn, y aguas con salinidades mayores a 34,7 psu restringidas a la región costera (sobre el talud continental), no sobrepasando las 25 mn desde la costa (Fig 35b), e) aguas de menor densidad en la región costera debido al efecto de mezcla con aguas continentales, f) una pycnoclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto, situada entre los 25 y 50 m en la región costera y entre los 50 y 100 m en el extremo occidental del transecto (Fig 35c), g) una columna de agua bien oxigenada en superficie ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), con una oxiclina débil, que se extiende aproximadamente hasta los 140 m de profundidad y aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) situadas entre los 200 y 300 m de profundidad coincidiendo espacialmente aguas más salinas ( $> 34,6 \text{ psu}$ ), denotando la presencia de AESS (Fig 29d). A diferencia de las transectas anteriores, la distribución vertical de la clorofila-a presentó un núcleo oceánico (100 mn) de mayores concentraciones ( $> 0,7 \text{ mg m}^{-3}$ ) situado entre los 10 y 20 m de profundidad. El resto de la sección vertical del transecto presentó, al igual que toda la región norte, concentraciones menores a  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$  de clorofila-a (Fig 35e).

Transecta 8 (Fig 36). Tuvo una extensión máxima de 100 mn. La distribución vertical de la temperatura presentó una distribución muy similar a la reseñada en la transecta anterior, si se considera sólo la mitad de la transecta 7, vale decir, un estrato superficial bien caracterizado por la isoterma de  $13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , una termoclina débil



situada entre los 50 y 80 m que se debilita hacia el sector costero por el ascenso de la isoterma de 13 °C (Fig 36a). Bajo los 200 m la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante hasta valores menores a 6 °C bajo los 500 m de profundidad.

En tanto, la distribución vertical de la salinidad (Fig 36b), presentó en gran parte del transecto aguas superficiales con salinidades entre 34,2 y 34,3 psu, a excepción del sector más costero (10 mn) donde se observó muy superficialmente (0-15 m) mezcla con aguas continentales. Al igual que en las transectas pasadas, la haloclina fue débil, aunque identificable en todo el transecto, profundizándose hacia la región oceánica (100 mn) donde se situó entre los 80 y 150 m de profundidad. Se observó la presencia de un núcleo de máxima salinidad (34,7 psu) situado entre los 120 y los 280 m de profundidad, sin alcanzar 50 mn desde la costa.

Se presentó una fuerte picnoclina a lo largo de todo el transecto, situada entre los 20 y 80 m de profundidad (Fig 36c) y un aumento de la densidad a una tasa relativamente constante con la profundidad, alcanzando valores mayores a 26,9 bajo los 400 m. Por otra parte, la distribución de oxígeno disuelto evidenció un estrato superficial (0-30 m) bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina más desarrollada que en las transectas anteriores, situada entre los 30 y los 80 m de profundidad a lo largo de todo el transecto. Aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml ml}^{-1}$ ) fueron observadas sobre el talud continental entre los 100 y los 250 m de profundidad, siendo coincidentes espacialmente con el máximo salino. Bajo los 400 m la concentración de oxígeno disuelto aumentó con la profundidad hasta alcanzar valores superiores a  $4 \text{ ml l}^{-1}$ , revelando la incipiente presencia de AIA a esa profundidad (Fig 36d).



La distribución de la biomasa fitoplanctónica estimada como clorofila-a presentó valores bajos ( $< 0,3 \text{ mg m}^{-3}$ ) en gran parte del transecto; no obstante se observó un núcleo subsuperficial (15-20 m) de mayor concentración situado en el sector intermedio del transecto (75 mn) con valores de  $0,7 \text{ mg m}^{-3}$  similares a los descritos en la transecta anterior (Fig 36e).

Transecta 9 (Fig 37). La transecta 9, situada a la cuadra de Punta Nugurne ( $36^\circ \text{LS}$ ) alcanzó las 200 mn desde la costa. La sección vertical de la temperatura reveló un gradiente lateral, positivo al océano, en el estrato superficial (0-50 m), con aguas más frías ( $< 13^\circ \text{C}$ ) en la región costera y más cálidas ( $> 14^\circ \text{C}$ ) hacia el extremo occidental del transecto. Al igual que lo reseñado para las transectas anteriores, la termoclina fue identificable a través de todo el transecto, situada entre los 30 y 60 m en la región costera e intermedia del transecto para, a partir de las 150 mn, profundizarse e intensificarse levemente hacia el sector oceánico. Bajo los 200 m, la temperatura disminuye a una tasa relativamente constante hasta alcanzar valores menores a los  $6^\circ \text{C}$  bajo los 500 m de profundidad (Fig 37a).

La distribución transversal de la salinidad no evidenció la dilución costera superficial de las dos transectas anteriores. En el estrato superficial se observó la presencia de aguas levemente más salinas ( $> 34,4 \text{ psu}$ ) en el sector costero ( $< 50 \text{ mn}$ ), debido al ascenso de las isohalinas de 34,4 y 34,5 psu hacia la costa, alcanzando los 50 m de profundidad. Se observó una haloclina débil pero identificable a lo largo del transecto, situándose entre los 50 y 80 m en la costa para profundizarse hasta los 200 m en el extremo oceánico del transecto (Fig 37b). Entre los 200 y 400 m de profundidad se detectó dos núcleos salinos ( $> 34,7 \text{ psu}$ ), uno asociado a la región costera que no sobrepasó las 50 mn y tuvo un espesor de 200 m y otro oceánico



(entre las 100 y 130 mn) con un espesor menor (120 m), correspondientes probablemente al flujo hacia el sur de las AESS a través de las dos ramas (costera y oceánica) de la corriente de Günther. Bajo los 400 m la salinidad comienza a disminuir con la profundidad alcanzando valores menores a 34,5 psu, denotando la incipiente presencia de las AIA en este estrato.

Al igual que lo reseñado en las dos transectas anteriores, en la distribución vertical de densidad destaca una fuerte pycnoclina, situada entre los 40 y 80 m en la región costera, la que se profundiza en 50 m hacia el extremo oceánico del transecto. A partir de los 200 m, la densidad comienza a incrementar monótonicamente con la profundidad hasta alcanzar valores mayores a  $27 \sigma_t$  bajo los 400 m de profundidad (Fig 37c).

La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó un estrato superficial bien oxigenado ( $>5 \text{ ml l}^{-1}$ ), una oxiclina identificable en todo el transecto pero más débil y profunda desde 100 a 200 mn y, al igual que en la transecta anterior, la presencia de dos núcleos subsuperficiales de concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) situados entre los 200 y 300 m de profundidad, asociados a la región costera (50 mn) y a la oceánica (entre las 130 y 160 mn), lo que se corresponde espacialmente con los dos núcleos de máxima salinidad ( $> 34,7 \text{ psu}$ ) (Fig 37d).

Las concentraciones de clorofila-a siguen siendo bajas en esta transecta, pero al igual que lo destacado para la transecta 8, se observó un núcleo subsuperficial (20 m) de concentraciones mayores a  $0,7 \text{ mg m}^{-3}$ , situado entre las 75 y 100 mn, coincidiendo espacialmente con el núcleo descrito para la transecta anterior. El resto de la sección vertical reveló concentraciones menores a  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 37e).



Transecta 10 (Fig 38). En esta transecta la distribución vertical térmica es casi la misma que la distribución reseñada para la transecta anterior; con el ascenso de las isotermas de 12 y 13 °C hacia la región costera y un lente superficial de aguas comparativamente más cálidas ( $> 14$  °C) situado en las 75 mn desde la costa. La termoclina, situada entre las 50 y 90 m, fue identificable en todo el transecto, aunque se debilita sensiblemente hacia el sector costero. El estrato comprendido entre los 200 y 400 m estuvo bien caracterizado por las isotermas de 8 y 9 °C, temperatura que disminuyó monótonicamente con la profundidad hasta alcanzar valores menores a los 6 °C bajo los 500 m.

En el estrato superficial (0-50 m) y el sector costero ( $< 50$  mn), las secciones de salinidad y densidad mostraron un proceso de mezcla de las ASAA con aguas continentales aportadas por el complejo Itata-Bíobío, revelando salinidades y densidades inferiores a 33,4 psu y  $24,2 \sigma_t$ , respectivamente (Fig 38b y c). La picnoclina estuvo bien desarrollada a través de todo el transecto con un leve ascenso de las isopicnas de 26,0 y  $26,2 \sigma_t$  hacia la costa. Bajo los 200 m la densidad del agua de mar incrementa monótonicamente con la profundidad alcanzando valores superiores a  $27 \sigma_t$  bajo los 400 m.

La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó nuevamente un estrato superficial bien oxigenado ( $>5$  ml l<sup>-1</sup>) y una débil oxiclina identificable en todo el transecto situada entre los 50 y los 90 m de profundidad en la costa y entre los 100 y 150 m en el sector oceánico (100 mn) (Fig 38d). Entre los 200 y 400 m se registró concentraciones menores a 2 ml l<sup>-1</sup>, para volver a incrementar su concentración a partir de los 400 m y alcanzar los 4 ml l<sup>-1</sup> que caracterizar a las AIA en la máxima profundidad de muestreo (Fig 38d).



A diferencia de la transecta anterior, todo el estrato superficial (0-50 m) reveló concentraciones de clorofila-a mayores a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ , con un leve núcleo de concentraciones mayores ( $0,7 \text{ mg m}^{-3}$ ) hacia el extremo occidental del transecto (Fig 38e). Bajo los 50 m todo el transecto exhibió concentraciones menores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ .

Transecta 11 (Fig 39). La transecta 11, situada a la cuadra de Punta Lavapié ( $36^{\circ}40'S$ ) alcanzó las 200 mn desde la costa. La distribución térmica mostró un estrato superficial caracterizado por aguas comparativamente más frías ( $< 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en la región costera en contraste con el sector oceánico ( $> 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), la presencia de una termoclina que se profundiza e intensifica en el extremo occidental (130 – 200 mn) del transecto y un descenso a una tasa relativamente constante de la temperatura con la profundidad, alcanzando temperaturas menores a  $6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  bajo los 500 m (Fig 39a).

En el estrato superficial se verificó aguas menos salinas y menos densas asociadas al sector más costero de la transecta ( $< 50 \text{ mn}$ ) producto del proceso de mezcla entre las ASAA y aguas continentales aportadas por el río Bío-Bío (Fig 39b y c). Se verificó una haloclina y picnoclina bien desarrolladas a lo largo de todo el transecto, situadas en los 40-80 m con una leve profundización hacia el sector oceánico. Destaca también dos núcleos subsuperficiales de mayor salinidad ( $> 34,7 \text{ psu}$ ) que verifican la presencia de las AESS que fluyen hacia el sur formando las ramas costera y oceánica de la corriente de Günther.

La ubicación espacial del máximo salino fue coincidente con la presencia de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) (Fig 39d), corroborando



la ubicación vertical de las AESS. Nuevamente, bajo los 400 m la concentración de oxígeno disuelto se incrementa con la profundidad hasta alcanzar valores mayores a  $4 \text{ ml l}^{-1}$  en la máxima profundidad de muestreo. En esta transecta se detectaron las mayores concentraciones subsuperficiales de clorofila-a de todo el crucero, formando un núcleo situado a 50 mn y a 20 m de profundidad, que presentó concentraciones mayores a  $1,0 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 39e).

Transecta 12 (Fig 40). En este transecto no se verificó un gradiente térmico lateral en el estrato superficial, destacando un débil gradiente vertical situado entre los 40 y 80 m de profundidad (Fig 40a). Bajo los 100 m no existieron diferencias con respecto a las transectas anteriores.

En el estrato superficial se verificó aguas con salinidades menores a 34,3 psu, sin la presencia de gradientes laterales importantes y una haloclina más desarrollada que en transectas anteriores (Fig 40b), situada entre los 70 y 130 m en la zona costera para profundizarse y debilitarse hacia el extremo oceánico del transecto. En esta ocasión las AESS, caracterizadas por el núcleo de salinidades mayores a 34,7 psu, presentan una mayor extensión lateral, sobrepasando las 50 mn, situándose entre los 100 y los 300 m de profundidad.

La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina identificable en todo el transecto, que se debilita y profundiza hacia las 100 mn desde la costa (Fig 34d). El núcleo subsuperficial de concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) fue consistente espacialmente con el máximo salino, caracterizando la presencia subsuperficial de las AESS (Fig 40d).



La concentración de clorofila-a presentó un núcleo superficial de mayores concentraciones ( $1,0 \text{ mg m}^{-3}$ ), situado en la región costera (25 mn) de la transecta; en tanto que en el resto de la transecta se observó concentraciones bajas que no superaron los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 40e).

Transecta 13 (Fig 41). Presentó una distribución de temperatura caracterizada por la presencia de un gradiente superficial positivo hacia las estaciones más oceánicas, donde se detectaron aguas con temperaturas mayores a  $14,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Al igual que en transectas anteriores, la termoclina se observó más definida hacia el sector oceánico, donde se ubicó entre los 60 y 120 m. El estrato entre los 200 y 300 m estuvo dominado por las isotermas de 8 y  $9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que bajo los 300 m la temperatura desciende uniformemente hasta la máxima profundidad de muestreo, donde se registraron valores de  $6^{\circ}\text{C}$  (Fig 41a).

En el estrato superficial (0-100 m) la salinidad presentó un gradiente lateral positivo al océano, revelando aguas con salinidades menores a 33,9 psu en la costa y, aguas comparativamente más salinas ( $> 34,2 \text{ psu}$ ) hacia el extremo occidental del transecto (Fig 41b). Se verificó un núcleo de mayor salinidad ( $>34,6 \text{ psu}$ ) entre las 100 y 150 mn, situado entre los 100 y los 450 m, caracterizando a las AESS. Bajo los 500 m dominaron aguas con salinidades menores ( $< 34,5 \text{ psu}$ ) evidenciando la presencia incipiente de las AIA en este estrato de profundidad.

La distribución de la densidad reveló una clara profundización de la capa de mezcla de 40 m (sector costero) a casi los 100 m en el extremo oceánico del transecto, destacando una pycnoclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto (Fig 41c). El máximo salino subsuperficial se correspondió espacialmente con



concentraciones mínimas de oxígeno (Fig 41d). El estrato superficial, al igual que lo descrito en el resto del área de estudio, reveló un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina extensa situada entre los 70 y 150 m de profundidad, la que se debilita y profundiza hacia el sector costero.

A diferencia de las transectas anteriores, la distribución transversal de la clorofila-a no presentó núcleos de concentraciones comparativamente más altas, sino una distribución homogénea con concentraciones menores a  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 41e). Bajo los 50 m las concentraciones fueron menores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$  a lo largo de todo el transecto.

Transecta 14 (Fig 42). Debido a condiciones de mal tiempo, la transecta 14, situada a la cuadra de Punta Tucapel ( $37^{\circ}40' \text{LS}$ ), presentó estaciones sólo con CTD Alec, razón por la cual no existe información de oxígeno disuelto ni clorofila-a en esta transecta. La distribución de la temperatura evidenció aguas con temperaturas menores a  $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en casi todo el transecto, a excepción del sector costero que presentó aguas levemente más frías ( $< 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), destacándose una termoclina débil entre los 40 y los 80 m e la zona costera, la que se profundizó e intensificó hacia 100 mn. Bajo los 200 m la temperatura presentó un descenso uniforme hasta la máxima profundidad de muestreo.

La sección transversal de la salinidad y la densidad presentó un comportamiento similar al reseñado en la transecta 12, con un núcleo de mayores salinidades ( $>34,6 \text{ psu}$ ), situado entre los 175 y 300 m de profundidad que no sobrepasó las 50 mn mar afuera (Fig 42b). En el estrato superficial, la densidad presentó diferencias laterales en la profundidad de la capa de mezcla, debido al ascenso hacia la costa de las



isopícnas de 25,7 y 26,0  $\sigma_t$ , mostrando una pínoclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto. Bajo los 200 m la densidad aumentó en forma uniforme hasta la máxima profundidad de muestreo, alcanzando valores mayores a 27,0  $\sigma_t$  (Fig 42c).

Transecta 15 (Fig 43). Debido a condiciones de mal tiempo, la transecta 15 contiene información oceanográfica asociada a las estaciones más oceánicas (100 – 200 mn). La distribución térmica reveló la ausencia de diferencias laterales en el estrato superficial (0-100 m), con una termoclina situada entre los 50 y 90 m de profundidad. En tanto, la distribución de salinidad reveló aguas con salinidades menores a 34,2 psu en el estrato comprendido entre los 0 y 100 m y una haloclina bien desarrollada en el sector intermedio del transecto (100-120 mn) situada entre los 120- y 180 m (Fig 43b). La distribución vertical de la densidad evidenció una capa de mezcla mayor que en transectas anteriores, que alcanzó los 80 m en el sector oceánico del transecto, situación que es consistente con una capa superficial bien oxigenada ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una pínoclina bien desarrollada a través de todo el transecto (Fig 43c).

En forma similar a lo descrito para la transecta anterior, esta sección transversal evidenció concentraciones bajas de clorofila-a ( $< 0,3 \text{ mg m}^{-3}$ ) en toda la sección transversal (Fig 43e).

Transecta 16 (Fig 44). En esta transecta el estrato superficial (0-100 m) mostró un leve gradiente térmico con aguas más frías ( $< 13 \text{ }^\circ\text{C}$ ) asociadas al sector costero y una termoclina débil situada entre los 80 y 120 m, verificable sólo en el extremo oceánico del transecto 40 y 60 m de profundidad (Fig 44a). Al igual que lo reseñado



en las transectas anteriores, las AESS (salinidades de 34,7 psu) se situaron entre los 160 y 320 m de profundidad, no sobrepasando las 50 mn desde la costa (Fig 44b). La densidad del agua de mar (Fig 44c) presentó un patrón de distribución vertical muy similar al de la temperatura, con una capa de mezcla de aproximadamente 40 m, la cual se incrementó hacia el sector oceánico y una pycnoclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto.

La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (Fig 44d) evidenció un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina identificable en todo el transecto, situada entre los 20 y los 80 m de profundidad en el sector costero la cual se profundizó hasta alcanzar los 130 m de profundidad hacia la estación 96 (100 mn). A nivel subsuperficial (entre 140 y 380 m) se registro aguas con concentraciones de oxígeno disuelto menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$ , consistentes espacialmente con salinidades mayores a 34,6 psu.

Al igual que en transectas anteriores, se observó bajas concentraciones de clorofila, menores a  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 44e), a excepción del sector costero que exhibió un núcleo débil de concentraciones mayores a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ .

Transecta 17 (Fig 45). La transecta 17, situada inmediatamente al sur de la Isla Mocha, presentó un estrato superficial dominado por aguas frías ( $< 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y una termoclina débil, identificable sólo a partir de las 100 mn desde la costa, situada entre los 50 y 110 m de profundidad (Fig 45a). La salinidad mostró variaciones superficiales laterales, con aguas menos salinas ( $< 33,9 \text{ psu}$ ) asociadas al sector oceánico de la transecta en contraste con aguas más salinas (34,1 psu) en las cercanías de la costa. Este gradiente longitudinal y la intrusión subsuperficial



(210 - 330 m) del núcleo de máxima salinidad ( $>34,7$  psu, flujo hacia el sur de las AESS), generó un gradiente vertical más acentuado en la región costera, situado entre los 50 y 130 m de profundidad. El ascenso de las isopícnas de 25,6 y 25,8 hacia el sector costero generó leves diferencias longitudinales superficiales en el campo vertical de densidad. La pícnoclina fue más extensa verticalmente que en el resto de las transectas, incrementando monotónicamente los valores de densidad con la profundidad hasta alcanzar valores superiores a  $27,0 \sigma_t$  hacia las máximas profundidades de muestreo (Fig 45c).

La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó un comportamiento similar al descrito para la transecta anterior si se considera sólo las 100 primeras millas náuticas desde la costa, con un estrato superficial bien oxigenado ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina identificable sólo en las primeras 100 mn del transecto. Destaca la presencia de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno asociadas al estrato entre los 200 y 300 m de profundidad, sobrepasando levemente las 50 mn desde la costa (Fig 45d). Las concentraciones de clorofila-a siguen siendo bajas a lo largo de todo el transecto, a excepción de un leve núcleo superficial de concentraciones mayores ( $>0,5 \text{ mg m}^{-3}$ ) situado entre las 50 y 75 mn desde la costa (Fig 45e).

Transecta 18 (Fig 46). La distribución de la temperatura en esta sección transversal fue similar a la ya descrita en la transecta anterior, con aguas superficiales frías ( $< 13 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y ausencia de termoclina (Fig 46a). Por su parte, la salinidad presentó una haloclina bien desarrollada situada entre los 20 y 70 m y la presencia superficial de mezcla entre las ASAA y aguas continentales provenientes del río Toltén, dilución que no sobrepasó los 30 m de profundidad y las 25 mn desde la costa. El núcleo salino ( $> 34,7$  psu, AESS) estuvo definido verticalmente entre los 150 y los 330 m,



sobrepasando levemente las 50 mn desde la costa (Fig 46b). Al igual que para la transecta anterior, la distribución vertical de oxígeno disuelto en esta sección reveló un estrato superficial bien oxigenado ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ), una oxiclina bien desarrollada a lo largo del transecto y un núcleo subsuperficial de concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) que coincide espacialmente con la posición vertical del máximo salino (Fig 46d). Nuevamente se detectaron muy bajos valores de clorofila-a, quedando toda la sección de estudio bien caracterizada por las isolíneas de concentración de  $0,2$  y  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 46e).

Transecta 19 (Fig 47). A diferencia de la transecta anterior, la estructura vertical de las variables medidas en la transecta 19 se ven modificadas por la batimetría existente, no obstante lo anterior, destaca una región costera caracterizada por un estrato superficial con aguas frías ( $< 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), menos salinas ( $< 34,0 \text{ psu}$ ) y menos densas ( $< 25,8 \sigma_t$ ) y un sector costero ( $< 25 \text{ mn}$ ) donde se verifica un proceso de mezcla entre ASAA y aguas continentales provenientes del río Toltén y del estuario de los ríos Valdivia-Tornagaleones (Bahía Corral). En el sector oceánico de la transecta resalta el ascenso de las isotermas de  $12$  y  $11 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , las isohalinas de  $34,0$ ,  $34,2$  y  $34,4 \text{ psu}$  y las isopicnas de  $25,8$  a la  $26,2 \sigma_t$ , que rompen en superficie generando un gradiente lateral superficial originado por la batimetría del sector. No se aprecian, a diferencia de las transectas anteriores, salinidades mayores a  $34,5 \text{ psu}$  y concentraciones de oxígeno disuelto inferiores a  $3,0 \text{ ml l}^{-1}$ , denotando la ausencia subsuperficial de las AESS a esta latitud. En relación a la biomasa fitoplanctónica, nuevamente se repite los bajos valores de clorofila-a en todo el transecto los que, en esta oportunidad, no sobrepasaron los  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$ .



Transecta 20 (Fig 48). La distribución vertical de la temperatura mostró un estrato superficial caracterizado por la presencia de aguas frías ( $< 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y una termoclina situada entre los 70 y 90 m de profundidad (Fig 48a). La distribución vertical de la salinidad evidenció un estrato superficial con salinidades centradas en los 34,2 psu y la ausencia de salinidades subsuperficiales mayores a 34,5 psu, situación reseñada en la transecta anterior (Fig 48b). La distribución vertical de densidad mostró una capa de mezcla que se profundiza hacia el sector oceánico (100 mn) de la transecta y una extensa pycnoclina que abarca desde los 80 a los 170 m de profundidad (Fig 48c); en tanto que la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto reveló, como en toda el área de estudio, un estrato superficial (0-70 m) bien oxigenado, una oxiclina extensa situada entre los 100 y 200 m y la ausencia de concentraciones mínimas de oxígeno (Fig 48d). El campo vertical de clorofila-a presentó valores no superiores a  $0,5\text{ mg m}^{-3}$ , coincidiendo con lo reportado para transectas anteriores (Fig 48e).

Transecta 21 (Fig 49). Al igual que lo reportado para las transectas del sector sur del área de estudio, la sección vertical de la temperatura mostró un estrato superficial con aguas frías ( $< 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), una termoclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto y un descenso monótonico de la temperatura bajo los 200 m, hasta alcanzar los  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la máxima profundidad de muestreo. En tanto, la estructura vertical de la salinidad mostró un estrato superficial dominado por aguas con salinidades de 34,1 y 34,2 psu, la virtual ausencia de haloclina y la presencia de un núcleo subsuperficial de aguas con salinidades mayores a 34,5 psu que se extendió hasta 100 mn desde la costa (Fig 49b). Por su parte, la distribución vertical de la densidad evidenció una importante capa de mezcla, que sobrepasó los 70 m en la región costera e incrementó hasta los 90 m en la región oceánica de la sección, una



picnoclina bien desarrollada en toda la sección, situada entre los 70 y 130 m de profundidad y un incremento a una tasa aproximadamente constante de la densidad con la profundidad, a partir de los 200 m de profundidad (Fig 49c). La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó una capa superficial bien oxigenada a lo largo de todo el transecto, con valores mayores a  $5 \text{ ml l}^{-1}$  (Fig 49d), extendiéndose más allá de los 100 m de profundidad en el sector oceánico del transecto. No se observó la presencia de aguas con concentraciones de oxígeno disuelto menores a  $1 \text{ ml l}^{-1}$ . Por último, los valores de clorofila-a (Fig 49e) mostraron una distribución homogénea, donde la capa superficial (entre 0 y 100 m) estuvo bien caracterizada por las isolíneas de concentración de 0,1 y  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$  a través de todo el transecto.

Transecta longitudinal costera (Fig 50). La temperatura del mar en el estrato superficial (0-50 m) mostró una variación latitudinal de aproximadamente  $2^\circ\text{C}$ , presentando aguas más cálidas ( $> 14^\circ\text{C}$ ) en el extremo norte del área de prospección ( $33^\circ\text{LS}$ ) y aguas comparativamente más frías en el extremo sur ( $<13^\circ\text{C}$ ). El sector situado al norte de los  $35^\circ20'\text{LS}$  estuvo bien caracterizado por la isoterma de  $14^\circ\text{C}$ , la cual rompe en superficie en  $35^\circ\text{LS}$ ; en tanto, la zona centro-sur ( $35^\circ$  y  $34^\circ40'\text{LS}$ ) verificó aguas superficiales con temperaturas centradas en los  $13^\circ\text{C}$  y sólo el sector sur de la región de estudio (al sur de  $38^\circ\text{LS}$ ) evidenció aguas más frías ( $<13^\circ\text{C}$ ) (Fig 50a). La presencia de una termoclina débil, situada aproximadamente entre los 40 y 70 m, se verificó en el sector norte y central del área de estudio, no siendo identificada al sur del  $38^\circ\text{LS}$ . bajo los 300 m de profundidad, se observó un descenso a una tasa relativamente constante de la temperatura con la profundidad.



La salinidad, por su parte, evidenció un gradiente superficial (primeros 50 m) en sentido norte-sur, con salinidades mayores a 34,3 psu asociadas a las estaciones del extremo norte del área de estudio y un sector sur (al sur de los 38°40'S) con salinidades superficiales centradas en las isohalinas de 33,9 y 34,0 psu. Destaca en el sector central y centro-norte del área prospectada dos claros eventos de mezcla de aguas subantárticas (ASAA) con otras de origen continental, reflejados en los núcleos superficiales de bajas salinidades asociados a al sector comprendido entre los 34°40' y 35°20'LS, asociado al aporte fluvial de los ríos Mataquito y Maule y, en el sector comprendido entre los 36° y 37°LS, sector costero vinculado con la desembocadura de los ríos Itata y Bío-bío. Bajo los 200 m dominaron aguas con salinidades mayores a 34,7 psu, características de las AESS, estrato que presentó un espesor de aproximadamente 180-340 m en el sector centro-norte del área de prospección y que se hace más estrecho al sur del 39°LS, alcanzando sólo 80 m de espesor.

La densidad evidenció también la mezcla superficial asociado a la desembocadura de los sistemas fluviales indicados en el párrafo anterior. Bajo los 40 m se observó una pycnoclina definida en todo el transecto, situada entre los 40 y 90 m de profundidad, la cual se hace más débil y se profundiza levemente hacia el extremo sur del área de prospección (Fig 50c). Bajo los 200 m no se detectaron variaciones clinales en esta variable, incrementando a una tasa aproximadamente constante con la profundidad, alcanzando valores mayores a 27,0 bajo los 400 m.

En la distribución longitudinal costera de la concentración de oxígeno disuelto (Fig 50d) destaca un sector superficial bien oxigenado, sin variaciones clinales de importancia, con concentraciones de oxígeno mayores a 5 ml l<sup>-1</sup> en todo el



transecto, una oxiclina definida, aproximadamente entre los 50 y 120 m en el sector centro-norte, con una leve profundización y debilitamiento hacia el sur de los 37°S, situándose entre los 50 y 160 m de profundidad. Las AESS, caracterizadas por la presencia de concentraciones de oxígeno menores a 1 ml l<sup>-1</sup>, situadas entre los 200 y 380 m al norte de los 37°38'40"LS, rango que se estrecha hacia el sur. Bajo los 400 m la concentración de oxígeno disuelto se incrementó hasta alcanzar valores mayores a 3 ml l<sup>-1</sup>, confirmando la presencia de AIA en este estrato de profundidad.

La distribución longitudinal de la clorofila-a mostró, en general, valores superficiales (0-40 m) muy bajos a lo largo de toda la transecta, quedando bien caracterizada por las isolíneas de concentración de 0,3 y 0,5 mg m<sup>-3</sup>, a excepción de un núcleo de concentraciones mayores a 1,1 mg m<sup>-3</sup> situado entre los 36°40' y los 37°40'LS (Fig 50e). Bajo los 50 m de profundidad las concentraciones de clorofila-a mostraron valores menores a 0,2 mg m<sup>-3</sup>.

Transecta longitudinal oceánica (Figura 51). La temperatura del mar en el estrato superficial (0-50 m), mostró una variación latitudinal de aproximadamente 2 °C, presentando aguas más cálidas (> 15 °C) en el extremo norte del área de prospección (33°LS) y aguas comparativamente más frías en el extremo sur, con temperaturas menores a los 13 °C. El estrato superficial del sector centro-norte (al norte del 35°20'LS) estuvo bien caracterizado por la isoterma de 14 °C, en tanto que la zona centro-sur (35°40' y 38°20'LS) verificó aguas superficiales con temperaturas centradas en los 13 °C y sólo el extremo austral de la región de estudio (al sur del 38°40'LS) se evidenció aguas más frías (< 13 °C) (Fig 51a). Se verificó la presencia de una termoclina a través de todo el transecto, situada aproximadamente entre los 40 y 100 m, destacando una leve profundización hacia



el sector sur (al sur del 38°40'LS); un ascenso subsuperficial hacia el sur de la isoterma de 10 °C y un descenso a una tasa relativamente constante de la temperatura con la profundidad a partir de los 300 m.

La distribución de salinidad presentó leves variaciones clinales en el estrato superficial, con salinidades mayores a 34,1 psu en la región norte y menores a 33,8 psu en el extremo sur del área de estudio (Fig 51b). La distribución salina destaca: una haloclina débil situada entre los 80 y 140 m de profundidad en la región centro-norte (al norte del 38°LS), la cual tiende a hacerse más extensa verticalmente hacia el sector sur. Se detectó un núcleo de aguas con salinidades superiores a 34,7 (AESS), circunscrito entre 36°LS y 37°40'LS, situándose verticalmente entre los 150 y 280 m de profundidad.

La densidad presentó un patrón de distribución similar al descrito para la temperatura, con una capa de mezcla de aproximadamente 30-40 m y una picnoclina identificable entre los 40 y 80 m en el sector norte, las que se profundizan hacia el sur, a partir de los 37°20'LS (Fig 51c).

La distribución de la concentración de oxígeno disuelto sobre los 100 m mostró, en general, valores mayores a los 5 ml l<sup>-1</sup>. En esta transecta, confeccionada con las estaciones realizadas a las 130 mn desde la costa, no se aprecian concentraciones mínimas de oxígeno (<1,0 ml l<sup>-1</sup>), de ubicación más costera en la región de estudio (Fig 51d). No obstante, es evidente el decremento en las concentraciones de oxígeno entre los 300 y 370 m y un incremento de los valores a partir de los 400 m, hasta alcanzar valores superiores a los 4 ml l<sup>-1</sup>, indicando la presencia de AIA en este estrato de profundidad.



La distribución oceánica de la concentración de clorofila-a reveló concentraciones bajas en todo el transecto, las que no superaron los  $0,4 \text{ mg m}^{-3}$  en el estrato superficial (sobre los 30 m) y concentraciones más bajas aún bajo los 50 m, estrato bien caracterizado por las isolíneas de  $0,2$  y  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$  (Fig 51e).

### 5.6.3.3 Perfiles verticales promedio

Las Figuras 52, 53, 54, 55 y 56 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 52) presentó, en general, un comportamiento vertical similar en todas las transectas evaluadas en el estudio, destacando la presencia de una termoclina bien definida en todas las transectas, aunque se observó gradientes verticales térmicos menos intensos y más extensos en las transectas 18 y 19, situadas entre  $39^\circ$  y  $39^\circ 20' \text{LS}$ . La posición vertical de la termoclina presentó cierto grado de variabilidad latitudinal, con su base situada entre los 60-70 m en el sector norte y centro-norte, para ir incrementando la profundidad hacia el sector, donde alcanzó un máximo de 100 m. Bajo los 200 m de profundidad, la distribución vertical promedio de la temperatura presentó un descenso a una tasa constante hasta la máxima profundidad de muestreo.

La salinidad evidenció un extenso gradiente vertical en todas las transectas (Fig 53), que se verificó entre los 30 y 170 m de profundidad. La mayor variabilidad superficial (barra de desviación estándar) indica el efecto local que tiene la mezcla



con aguas continentales, situación que es más evidente en las transectas 5, 6, 10, 11 y 12. Entre los 160 y los 320 m de profundidad se verifica la presencia del máximo salino que caracteriza a las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en ese estrato de profundidad. Bajo este máximo, la salinidad comienza a disminuir levemente hacia la máxima profundidad de muestreo, denotando la presencia incipiente de las Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

La distribución vertical promedio de la densidad (Fig 54) reveló picnoclinas identificables en todas las transectas evaluadas, siendo más acentuadas en las transectas 13, 15, 20 y 21. Al norte de la transecta 13 (37°20'LS), se evidenció una capa de mezcla menor, siendo en promedio de aproximadamente 40 m, la cual aumenta progresivamente hacia el sur hasta alcanzar los 80 m de profundidad en la transecta 21. Bajo los 200 m de profundidad la distribución promedio reveló un incremento uniforme con la profundidad hasta la máxima profundidad de muestreo.

La Figura 55 presenta la distribución promedio de la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua para cada una de las transectas realizadas. El comportamiento vertical de la variable evidenció una capa superficial bien oxigenada, sin diferencias longitudinales importantes (baja desviación estándar), un gradiente extenso en la mayoría de las transectas, intensificándose más en el sector central del área de estudio y un mínimo de concentración asociado al estrato entre los 200 y 300 m de profundidad, para luego incrementar levemente su concentración a partir de los 400 m, corroborando la presencia de AESS y de AIA, respectivamente.

No obstante las bajas concentraciones de clorofila-a en toda el área de estudio, la distribución vertical promedio de esta variable (Fig 56) presentó diferencias clinales



significativas. Los perfiles verticales promedio presentaron un comportamiento similar en las transectas del sector norte (transectas 1 a la 4) y las del sector sur (18 a la 21), caracterizadas por la ausencia de máximos subsuperficiales de clorofila-a y concentraciones superficiales centradas en los  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$ . En tanto que las transectas del sector central, en especial las transectas 5, 6, 11 y 12, presentaron máximos subsuperficiales (10 m, transectas 5 y 6) y superficiales (transectas 11 y 12).

#### 5.6.3.4 Estabilidad de la columna de agua

El análisis de la estabilidad en la columna de agua consideró los perfiles verticales de las estaciones dispuestas en las transectas 1, 11 y 21, como secciones representativas de los sectores norte, centro y sur, respectivamente.

En las estaciones oceanográficas del sector norte del área de estudio (ejemplificadas por la transecta 1, Figura 57), la estabilidad presentó un promedio de  $1,62 \pm 0,30 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ , donde los máximos no sobrepasaron (a excepción de las estaciones 3 y 8) los  $4 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ , no detectándose gradientes longitudinales significativos; no obstante es posible observar una leve profundización del máximo de estabilidad hacia las estaciones del extremo costero del transecto (entre 40 y 60 m) y, hacia el extremo oceánico (80 m). La ubicación vertical de la picnoclina, identificada aquí por valores iguales o superiores a  $2 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ , es consistente con lo reseñado a través de las secciones transversales y los perfiles verticales promedio.

En la región central del área de estudio (ejemplificada por la transecta 11 (Fig 58), dispuesta a la cuadra de Punta Tumbes, se detectó en general, los mayores valores de estabilidad en comparación con el resto de los sectores analizados, con valores



máximos promedio de  $2,23 \pm 0,84 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ . Destaca el máximo superficial (5 m) de la estación 64, situada en las cercanías del Golfo de Arauco, influenciada por aporte fluvial local, con un valor de  $8,35 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ . Se observó una profundización paulatina del valor máximo de estabilidad con la distancia de la costa, a partir de la estación 66 (75 mn) hasta alcanzar los 90 m de profundidad en la estación 70 (200 mn).

Por último, el sector sur, ejemplificado por la transecta 21 (Fig 59) evidenció menores valores de estabilidad que en las transectas anteriormente descritas, con un valor promedio de  $1,74 \pm 0,49 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ . todas las estaciones del transecto 21 tuvieron máximos subsuperficiales de estabilidad, situándose entre los 60 (estación 123) y los 90 m (estación 129) de profundidad.

Los gradientes verticales relativamente importantes de densidad (estabilidades mayores  $0,2 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ ), tienden a desaparecer bajo los 250 m, profundidad a la cual la columna de agua tiende a ser más homogénea.

Los máximos valores de estabilidad en la columna de agua fueron similares a lo observado en los cruceros invernales de 1999 y 2000 (Nuñez y Ortíz, 2000; 2001), con leves gradientes longitudinales en la disposición vertical del máximo de estabilidad. Las diferencias latitudinales (principalmente con el sector central del área de estudio) detectadas en la magnitud de los máximos de estabilidad son similares a las descritas en cruceros anteriores que han analizado la hidrografía invernal del área de estudio (Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995, Nuñez & Ortíz, 1999), no obstante no fue observada para el invierno de 2000.



### 5.6.3.5 Profundidad base de la termoclina y profundidad de la capa de mezcla

Las Figuras 60 (a y b) presentan la distribución horizontal de la profundidad de la capa de mezcla (m) y de la profundidad base de la termoclina (m) en el área prospectada.

La capa de mezcla (PCM), considerando todas las estaciones de muestreo realizadas, presentó un rango de variación entre los 15 y 96 m de profundidad, con un valor promedio de  $53,6 \pm 16,9$  m. La distribución horizontal de la profundidad de la capa de mezcla (Fig 60a) se caracterizó por la presencia de un marcado gradiente longitudinal, evidente particularmente en los sectores central y sur del área prospectada, en el cual la PCM se profundiza hacia el sector oceánico. En general, el sector costero ( $< 25-50$  mn) presentó PCM menores a 40 m, principalmente desde Constitución hacia el sur. Entre las 75 y 130 mn la PCM fluctuó entre los 50 y 70 m de profundidad y, hacia el extremo occidental del sector centro y sur, la PCM fluctuó entre los 80 y 90 m de profundidad.

De igual manera, la distribución horizontal de la profundidad base de la termoclina (PBT) también evidenció gradientes longitudinales importantes. Los menores valores de PBT ( $< 60$  m) fueron detectados en una estrecha banda costera ( $< 25$  mn) que abarcó casi la totalidad del área de estudio, a excepción del extremo sur (al sur de los  $39^{\circ}$ S), donde las PBT fueron significativamente mayores ( $>80$  m). El sector comprendido entre las 50 y 100 mn estuvo bien caracterizado por la isolínea de 70 m; en tanto que en el sector situado más



allá de las 100 mn se verificó una profundización de la PBT, alcanzando los 100 m entre las 160 y 200 mn desde la costa, a excepción del sector norte (al norte de los 35°S) donde no se observó gradientes longitudinales importantes (Fig 60b).

#### 5.6.3.6 Diagramas TS

Para la identificación de las masas de aguas presentes en la zona de estudio, se analizó la distribución de las variables conservativas temperatura y salinidad de las distintas estaciones de muestreo agrupadas por sector; esto es, un sector costero norte, costero centro, costero sur, oceánico norte, oceánico centro y oceánico sur (Fig 61).

Las masas de agua que históricamente se han descrito en los primeros 1.000 metros de la columna de agua frente a la costa de Chile son las siguientes:

- Aguas Subantárticas (ASAA): Masa de aguas cuyo origen corresponde a la zona de Convergencia Antártica, desde la cual se proyecta dirigiéndose al norte bordeando la costa chilena asociada a la Corriente de Perú. Su núcleo es superficial, caracterizado por salinidades entre 34,2 y 34,8 psu y temperaturas entre 11 y 19° C, lo que varía según la estación del año y la latitud.
- Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS): Es una capa subsuperficial ubicada entre los 100 y 380 metros de profundidad que fluye desde las costas peruanas hasta la altura de Chiloé. Su



núcleo se caracteriza por tener un bajo contenido de oxígeno, altas salinidades (34,6 psu) y una temperatura que varía entre 15 y 8°C.

- Aguas Intermedias Antárticas (AIA): Se ubica entre los 500 y los 1000 m de profundidad. Su origen corresponde también a la Convergencia Antártica llegando hasta la parte norte de Chile; están caracterizadas por presentar salinidades entre los 34,2 y 34,4 psu y temperaturas entre 8 y 5°C.

El análisis de los diagramas T-S, reveló los siguientes índices termosalininos para cada uno de los sectores:

**a) Sector oceánico norte**

El estrato superficial de la columna de agua estuvo dominado por las ASAA con temperaturas entre 11,0 y 15,5°C y con un rango de salinidad entre 33,90 a 34,40 psu. Bajo este estrato se evidenció la presencia de las AESS con un rango de salinidad que abarcó entre los 34,3 y 34,8 psu y menores temperaturas (11,0 y 9,3°C). Asociada a los estratos más profundos las AIA mostraron variaciones de temperatura entre 5,5 y los 8,3°C con salinidades entre 34,4 y 34,5 psu.

**b) Sector costero norte**

El estrato superficial estuvo fuertemente influenciado por las ASAA se caracterizaron por temperaturas entre 11,3 y 15,4°C y salinidades entre 33,9 y 34,5 psu. Las AESS por su parte, presentaron aguas más frías y salinas, con



un rango de salinidad que varió entre 34,3 y 34,8 psu y temperaturas entre 9,5 y 11,3°C. Las AIA mostraron variaciones entre 5,0 y 7,9°C para temperatura y de 34,3 y 34,5 psu para la salinidad.

**c) Sector oceánico centro**

Las ASAA se caracterizaron por presentar temperaturas máximas levemente más bajas que las reportadas para el sector norte, entre los 11,2 y 14,4°C, con un rango de salinidad entre 33,7 y 34,4 psu. Las AESS evidenciaron una variación salina entre 34,4 y 34,6 psu, mientras que la temperatura varió entre 8,90 y 11,20°C. Temperaturas entre los 5,0 y los 7,6°C, con una variación de salinidad entre 34,4 y 34,6 psu caracterizó a las AIA.

**d) Sector costero centro**

Se verifica la leve modificación de las ASAA debido a la mezcla con aguas de origen continental en el estrato superficial de la columna de agua. Así, la salinidad varió entre los 33,2 a 34,4 psu y la temperatura entre 11,7 y 14,0°C. Las AESS evidenciaron una térmica entre 9,0 y 11,7 °C, con un rango de salinidad que fluctuó entre 34,3 y 34,8 psu. Por su parte, las AIA presentaron variaciones de temperatura entre 5,0 y 7,5°C y de 34,3 a 34,6 psu para salinidad.

**e) Sector oceánico sur**

En este sector, se reportaron las temperaturas superficiales más bajas (10,3 y 14,2°C) con una variación salina entre 33,6 y 34,4 psu. Las AESS, por su parte, evidenciaron un rango de salinidad de 34,2 y 34,7 psu, con temperaturas que



fluctuaron entre 8,8 y los 10,3°C. Las AIA tuvieron un rango de salinidad entre 34,3 y 34,4 psu y una variación de temperatura entre 5,6 y 8,8°C.

**f) Sector costero sur**

Se aprecia una mayor influencia de las aguas de origen continental en el estrato superficial de la columna de agua, con temperaturas entre 11,3 y 14,1°C y salinidades que variaron entre 33,0 a 34,4 psu correspondiendo a las ASAA levemente modificadas. Salinidades entre 34,1 y 34,5 psu, con temperaturas que fluctuaron entre 9,2 y 11,3°C, caracterizaron a las AESS. Las AIA se presentaron con temperaturas entre 5,6 y 7,6°C con una variación de salinidad entre 34,4 y 34,6 psu.

Los índices termohalinos invernales reportados en este informe, contrastan con los reportados en la hidrografía invernal del año 1997 donde se apreció una clara intrusión de aguas más cálidas y salinas en los sectores norte y centro del área de estudio (Núñez *et al.*, 1998) debido a la activación del evento El Niño 1997-98; pero son relativamente similares a los descritos en los cruceros oceanográficos de los años 1999 (Nuñez & Ortíz, 2000), 1998 (Nuñez & Ortíz, 1999) y 1994 (Figuroa *et al.*, 1995).

**5.6.4 Relaciones espaciales de la distribución y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanográficas.**

**5.6.4.1 Distribución geográfica del recurso**

El recurso jurel se reportó ampliamente distribuido en la zona de estudio, siendo el patrón característico de distribución observado en años anteriores. Los resultados



muestran que el jurel se presenta en la columna de agua desde la superficie hasta mas de 200 m de profundidad, con una clara preferencia por los primeros 150 m de la columna de agua donde se presenta la gran mayoría de las celdas (Fig. 62). Situación que es concordante a lo observado años anteriores.

En la capa que abarca desde la superficie hasta los 50 m, el recurso estuvo presente en un total de 10587 celdas (app. 42.000 mn<sup>2</sup>), donde el la mayor cantidad de las celdas es de baja densidad, y solamente un pequeño porcentaje son de alta densidad. Se puede apreciar que los mayores focos de la especie se encuentran situados entre las latitudes 35°S y 37°S, no obstante que un núcleo importante se encuentra al sur-oeste de Pto. Saavedra (Fig. 62a).

En la 2° capa (51 a 100 m) el jurel se presentó en 17502 celdas, lo que implica que en esta capa se distribuye la mayor biomasa de la especie; a su vez, es esta capa se presentan los mayores focos de abundancia que generalmente se sitúan al suroeste de Talcahuano al sur, con un foco muy abundante localizado al oeste de Isla Mocha (Fig. 62b).

En el plano 101-150 metros, la especie se distribuyó en un total de 50.000 mn<sup>2</sup>, sin embargo la gran mayoría de los pixeles registró una baja densidad y solamente el 6% de las cuadrículas exhiben densidades medias y altas. Los focos más importantes se encuentran localizados al oeste de Isla Mocha.



#### 5.6.4.2 Análisis integrado

##### a) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y la TSM

Se realizó una tabulación cruzada (crostabulación) con el objeto de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie en relación los parámetros ambientales.

##### En relación con la temperatura

Las imágenes de temperatura del mar, a distintas profundidades de la columna de agua, se presentan en las Figs. 63a, 64a, 65a, 66a y 67a.

En la capa superficial se observa que las TSM fluctuaron entre los 11 y 15°C; apreciándose el predominio de temperaturas entre los 12-14°C (Fig. 63a); al norte de Constitución se produce una fuerte intrusión de aguas cálidas con TSM que alcanzaron los 15°C y desde Constitución al sur hay una disminución de la TSM que oscilan entre los 11 y 13°C. Al sur de Pto. Saavedra, la TSM sufre una gran variación ya que se observa un núcleo de aguas frías en las cercanías de la costa y que alcanza las 10 mn en las proximidades del río Calle-calle, dichas aguas están asociadas a eventos de surgencias. Con respecto a la especie, los mayores focos de la especie se encuentran relacionados entre las latitudes 35°S y 37°S, destacándose que los núcleos más importantes están ubicados a la masa de agua de 13°C (Figs 62a y 63a). La relación entre los pixeles con presencia de jurel y la TSM, se observa que el recurso se presentó en un rango de TSM desde los 11°C hasta los 15°C, con una clara preferencia por los 13°C (Fig. 64a). El índice de



Cramer's entre las variables es de 0,26, indicado una asociación baja ( $\alpha = 0,05$ ) (Tabla 31).

En el plano de 50 m, las temperaturas oscilaron entre los 10 y 15°C; observándose un cierto dominio de las temperaturas de 12 y 13°C (Fig. 64a); de la misma manera que en el plano horizontal se produce un desplazamiento de la isoterma de 15°C desde la dirección noroeste, se destaca un núcleo de aguas frías al oeste de Isla Mocha. En cuanto al recurso jurel las mayores biomásas se encuentran desde Talcahuano al sur, con un foco principal al oeste de Isla Mocha el cual se relaciona con un foco de aguas frías al oeste de dicha isla. La Fig. 69a muestra que el recurso se reporta principalmente en temperaturas de 11-14°C, con una acentuada preferencia por el rango 12-13°C. La asociación entre el recurso jurel y la temperatura es moderada con un índice Cramer's de 0,31 (Tabla 32).

En el estrato de 100 m, las temperaturas decaen notablemente y fluctúan entre los 9 y 12°C; observándose una clara preponderancia de las aguas de 10 y 11°C (Fig. 65a); en este estrato se destaca el gradiente este-oeste que existe a lo largo de la zona de estudio. El recurso jurel, éste se sitúa mayormente al sur de Talcahuano, con un núcleo muy denso ubicado al oeste de Isla Mocha su distribución está restringida por los bordes interno y externo de las aguas de 11°C (Figs. 62c y 65a). En la Fig. 70a se muestra la cantidad de celdas con presencia del recurso y su relación con la temperatura, se aprecia que la especie tiene una nítida inclinación por la temperatura de 10°C.



**Tabla 32.** Coeficientes Cramer's de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 m.

VARIABLE	Superficie-50 m.	Capa 51-100 m.	Capa 101-150 m.
Temperatura (°C)	0,26	0,31	0,27
Salinidad (psu)	0,24	0,32	0,27
Oxígeno (ml/L)	0,22	0,28	0,26
Densidad (Sigma-t)	0,27	0,30	0,26
Clo-a integrada (mg/m <sup>3</sup> )	0,32	0,33	0,32
Eufáusidos (ind/1000m <sup>3</sup> )	0,22	0,28	0,22
Capa dispersión profunda	0,19	0,29	0,26

#### En relación con la salinidad

En el plano superficial la salinidad presentó un amplio rango de distribución con registros inferiores a 33,0 psu y valores que superan los 34,5 psu (Fig. 63b), observándose una cierta dominancia del nivel 33,7-34,2 psu; se destaca el notable gradiente longitudinal donde las salinidades aumentan a mayores longitudes y también el diferencial norte-sur donde los más altos registros se logran al norte de Constitución. La distribución del jurel indica que las mayores densidades se logran en zonas de salinidades intermedias. Una excepción la presenta un foco ubicado al sur-oeste de Puerto Saavedra que está muy relacionado con un centro de bajas salinidades. En este plano el recurso jurel se distribuyó en el rango 33,3-34,7 psu, con una leve preferencia por los 33,9 a 34,1 psu. La asociación entre el recurso jurel y la temperatura es baja con un índice Cramer's de 0,24 (Tabla 31).



En el plano de 50 m, las salinidades aumentaron y se distribuyeron entre los 33,7 y 34,6 psu, con una leve predominancia de los registros mayores a 34,1 psu, debido a lo anterior se manifiesta un desplazamiento de la isohalina de 34,0 en dirección suroeste, centrándose al sur de Isla Mocha. Se destaca que el foco principal ubicado al oeste de Isla Mocha esta en un sector de fuertes diferenciales salinos. La relación salinidad v/s jurel evidencia una preferencia por salinidades 34,2 y 34,3 psu, con un registro Cr bastante significativo de 0,32.

En el estrato de 100 m, los valores de la variable ambiental son altos y se ubican entre los 34,1 y 34,8 psu, apreciándose un dominio de la categoría 34,1-34,4 psu. En relación al recurso jurel, éste se sitúa principalmente al sur de Talcahuano, con un núcleo muy denso ubicado al oeste de Isla Mocha y que se encuentra en una zona de fuertes gradientes laterales. La Fig. 70b muestra que el jurel se distribuyó entre los 34,0 y 34,7 su, con una preferencia por 34,1-34,4 psu. Por otra parte, el índice de Cr indica una relación significativa pero baja de un 0,27 (Tabla 31).

#### En relación con el oxígeno disuelto

En el plano superficial, el oxígeno presentó una distribución homegénea en un rango de 4,5 y 7,0 ml/L, con una participación del 60% en el rango de 5,0-6,0 ml/L, no se forman gradientes longitudinales relevantes (Fig. 63c). En esta capa, el 100% del recurso se presenta en el rango 5,0-6,0 ml/L, con una moda en 5,0 ml/L. Finalmente, se señala que la asociación entre las variables es baja alcanzando sólo a un 0,22 (Tabla 31).



En el plano de 50 m, el oxígeno presentó un rango más amplio que en el anterior entre los 3,0 y 8,0 ml/L, con un nítido predominio de los registros superiores a los 7,0 ml/L, asimismo desde San Antonio hasta Talcahuano y pequeños bolsones de contenido moderado ubicados entre Constitución y Pta Lavapie se observa una delgada franja costera con un bajo contenido de oxígeno (Fig. 64c). El jurel presenta una clara preferencia por aguas entre los 5,0 y 6,0 ml/L. Por otra parte, el índice de Cramer verifica una asociación significativa moderada con un valor de 0,29 (Tabla 31).

En la capa de 100 m, siguiendo el clásico patrón de comportamiento de esta variable, los niveles de oxígeno decrecen significativamente y se localizan entre los 0,1 y 6,8 ml/L, observándose la presencia de fuertes gradientes laterales. La Fig. 70 reporta que el recurso jurel se presentó entre los 0,1 y 6,0 ml/L con una clara inclinación por registros superiores a los 3,0 ml/L, es decir a pesar que del bajo contenido de oxígeno que presenta el plano, la especie elige aguas con altos contenido de oxígeno; a su vez, el índice Cr alcanza a los 0,26 encontrándose una asociación moderada.

#### En relación con la densidad

La densidad superficial varió desde los 24,8 hasta los 25,8 Sigma-t, con un predominio de aguas de densidad menor a 25,2 Sigma-t (Fig. 63d). En la figura se destaca el fuerte gradiente longitudinal, especialmente entre Constitución y Talcahuano donde se detectaron alta presencia y densidades de jurel. En este plano el recurso se presenta entre los 24,8 y 25,8 Sigma-t con una nítida



preferencia por el rango 25,4-25,6 Sigma-t. En cuanto a la asociación de las variables, ésta es significativa ( $\alpha = 0,05$ ) alcanzando un índice de Cramer de 0,27.

En el estrato de 50 m, las densidades aumentan y se distribuyen desde los 25,0 hasta los 26,4 Sigma-t, con un pequeño dominio de niveles de 25,4-25,8 Sigma-t, a su vez se destaca la presencia de focos de altas densidades a lo largo de la franja costera. En este plano, la especie estuvo presente entre los 25,4 y 26,2 Sigma-t, con una predilección por los 25,6 y 25,8 Sigma-t (Fig. 69d). El índice de Cramer da cuenta de una significativa asociación de 0,30.

En el plano de los 100 m, los valores de la densidad del agua se incrementan y no se reportan densidades del agua inferiores a 25,4 Sigma-t, a su vez se aprecia un núcleo en las proximidades de la Isla Mocha que registra valores mayores a los 26,8 Sigma-t. En este plano el recurso jurel, se sitúa principalmente al sur de Talcahuano, en aguas que presentan altas densidades prefiriendo registros de 26,2 y 26,4 Sigma-t (Fig. 70d). Por otro lado, el índice de Cr indica una relación moderada de 0,26 (Tabla 31).

El recurso jurel se presenta preferentemente en aguas subantártica.

#### En relación con la clorofila-a integrada

La repartición geográfica de la clorofila-a integrada se muestra en la Fig 71a, en ella se aprecia una distribución muy uniforme con un claro dominio de los niveles de 5-10 mg/m<sup>3</sup> y dos pequeños focos de menor concentración ubicados al sur de San Antonio; en el sector norte de la zona, la clorofila a registró valores bajos los que no



superan los 5 mg/m<sup>3</sup>, mientras que desde Constitución al sur los niveles de cloa integrada tienden a incrementarse pero no alcanza registros que superan los 10 mg/m<sup>3</sup>. A su vez, la distribución de jurel total se reporta preferentemente en concentraciones de clorofila a integrada entre 5 y 10 mg/m<sup>3</sup> (Fig. 3 y 71 a).

#### En relación con los eufáusidos

Como se mencionó anteriormente, los eufáusidos se constituyeron en el tercer grupo de relevancia cuantitativa registrando una abundancia total de 453.794 individuos y un promedio general de 6.132 ind/1000m<sup>3</sup>. Las mayores concentraciones se localizaron en las zonas costeras frente a Puerto Saavedra y Constitución (Fig. 71c), si se compara con el crucero precedente, la abundancia relativa de eufáusidos obtenida este año es mayor a la registrada el 2000. Con respecto al jurel, se observa los dos mayores focos de eufáusidos no están asociados a grandes concentraciones de la especie, apreciándose que el recurso se distribuyó principalmente entre los 33 y 2700 (ind/1000m<sup>3</sup>), con una preferencia marcada por las densidades de eufáusidos entre 100 a 900 (ind/1000m<sup>3</sup>), lo que es coincidente con lo reportado el año anterior. Finalmente, los índices de Cramer entre ambas variables son moderados (Tabla 31).

#### En relación con la capa de dispersión profunda (CDP)

La repartición espacial de la CDP evidenció tres zonas principales: la primera se sitúa al suroeste de San Antonio que es el sector donde se registraron las mayores concentraciones; la segunda zona se ubica entre Constitución y Talcahuano, área en donde se obtienen niveles intermedios; y la última se localiza al sur de



Talcahuano y es el sector donde se encuentran los menores registros. La Fig. 72b, indica que una relación inversa entre la densidad de jurel y la CDP ya que la mayoría de las lecturas acústicas se reportaron en sectores donde la CDP presentaba bajas densidades. Los índices de Cramer indican una relación moderada entre ambas variables.

#### **b) Señal latitudinal del jurel y su relación con variables oceanográficas**

Las señales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en Sa y variables hidrológicas temperatura y salinidad. Estas últimas presentan un descenso desde las latitudes más bajas hacia las más altas, siendo consecuente con la climatología local (Figs. 73 y 74).

En la franja costera (que abarca desde la costa hasta 50 mn), se puede observar que la mayor concentración de jurel se registra frente de Constitución. La temperatura presenta algunas zonas de gradiente latitudinal, la densidad del recurso está relacionada con las variaciones latitudinales negativas de la TSM (Fig. 73a). La señal de la salinidad presenta fuertes diferenciales en las áreas de las desembocaduras de los ríos (Fig. 74a); asimismo, el foco ubicado al oeste de Constitución se encuentra en un área en que se producen considerables gradientes salinos (Fig. 74a).

En la banda intermedia (entre 50 y 100 mn de la costa), se aprecia que las altas concentraciones de la especie están asociadas a descensos bruscos de TSM (Fig. 73b). El jurel se encuentra distribuido desde la latitud 33,5°S hasta 39°S, con un foco en los 33,7°S, otro en el 37,5°S y un área que se extiende desde los 34,8°S a



37,3°S con un peak frente a Constitución y otro frente a Talcahuano. Los focos se sitúan en sectores donde la temperatura y la salinidad presentan decrecimientos latitudinales y gradientes moderados (Fig. 73b y 74b).

En el sector oceánico (desde 100 mn hacia el oeste) se observa que la señal de densidad del jurel indica ausencia de recurso al norte de la latitud 34,2°S; el jurel se distribuye de esa latitud hasta la latitud 37,5°S presentando hacia el sur una señal muy débil hasta la latitud 38,7°S, para posteriormente incrementarse reportando un foco de alta densidad de jurel con su máximo en las latitudes 39,2° y 39,4°S. Este último foco sólo se reporta en los sectores oceánico. El jurel se presenta en áreas de gradientes térmicos pequeños (Fig 73c).

### **c) Relaciones funcionales entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas**

Las relaciones funcionales entre los Sa de jurel y las variables bio-oceanográficas se muestran en las figuras 75 y 76.

En el plano superficial, la relación entre la densidad del recurso y la temperatura da cuenta de una regresión de tipo polinómica que describe un 48% de la varianza, cabe hacer notar que la especie muestra un rango óptimo entre los 12,5 y 13,5°C, lo que es coincidente con lo estimado a través de tabulaciones cruzadas (Figs 75a y 68a). En relación a la salinidad, la asociación indica que las más altas concentraciones del recurso se registran en salinidades que se encuentran bajo los 34,2 psu, en este sentido se aprecia una relación inversa entre las variables (Fig. 75b).



Asimismo, se estimaron modelos de regresión entre la densidad de jurel y los gradientes térmicos y salinos. En cuanto al gradiente térmico (Fig. 75c), se observa que los mayores Sa se encuentran asociados a bajos diferenciales de temperatura, con una ventana ambiental óptima entre los 0,1 y 0,2 °C/4mn<sup>2</sup>, lo anterior se debe a que no se formaron gradientes laterales importantes en este plano (Fig 75c). Finalmente, la relación Sa de jurel v/s gradiente salino, nos indica una regresión de tipo lineal inversa que explica el 38% de la variabilidad y que indica que las más altas concentraciones se logran en diferenciales inferiores a los 0,03 psu/4mn<sup>2</sup> (Fig 75d).

En el estrato de los 50 m., se estima una significativa relación del tipo polinomial entre los Sa de la especie y la temperatura que da cuenta del 48% de la varianza, se destaca que el rango óptimo se ubica entre los 12 y 13°C, lo que nuevamente es concordante con lo estimado por el método de las tabulaciones cruzadas (Figs 76a). La salinidad nuevamente presenta una significativa relación lineal inversa, en la cual se aprecia que los mayores Sa se localizan en salinidades menores a 34,3 psu (Fig. 76b). En cuanto al gradiente térmico, se observa que en el plano de 50 m., se obtuvieron registros de la especie en gradientes mayores debido a la presencia de gradientes térmicos importantes, el modelo entre ambas variables indica que las mayores densidades de la especie se logran entre los 0,2 y 0,3 °C/4mn<sup>2</sup>. Respecto al gradiente salino, se obtiene una significativa regresión de tipo lineal inverso que describe el 74% de la variabilidad y que señala que, al igual que en el plano superficial, los mayores índices de densidad del recurso se obtienen en gradientes menores a los 0,03 psu/4mn<sup>2</sup> (Fig 76d).



## 6. DISCUSION

---

El análisis de la información acumulada desde 1991 a 1994 y 1997 a 2001, ha permitido establecer que la ventana de observación establecida en el proyecto, la cual cubre el sector donde se desarrolla principalmente la pesquería de jurel del país, es capaz de detectar fluctuaciones en la disponibilidad del jurel y en el medio ambiente las cuales son observadas a través del análisis a macro escala.

La biomasa de jurel estimada en invierno del año 2001 (5.970.000 t), es el volumen más alto cuantificado por método hidroacústico en la zona de estudio, entre los años 1991 a 1994 y 1997 a 2000. Abundancia que está sustentada por un aumento en el número de ejemplares de jurel más que por un crecimiento de carácter somático en el stock.

En este sentido, la biomasa evaluada de 5.970.000 t de jurel representa un crecimiento real de la abundancia de un 6,6% respecto al 2000, manteniendo la tendencia en alza de la abundancia del recurso observada en los años 1999 (4.100.000 t) y 2000 (5.600.000 t), indicando la existencia de importantes cambios interanuales para la abundancia de recurso en la zona de estudio.

Este volumen respecto al período 1997 a 2000, donde las biomásas de los dos primeros años presentan estabilidad en sus volúmenes (3.5000.000 y 3.200.000 t), para posteriormente incrementarse desde 4.100.000 a 5.600.000 t, permiten corroborar la tendencia creciente en la disponibilidad de jurel en la zona de estudio, con un crecimiento real de la abundancia de un 6,6 % respecto al año pasado.



En este sentido, antecedentes de carácter cualitativos obtenidos durante el desarrollo de los cruceros de evaluación hidroacústica, permiten señalar la detección recurrente de agregaciones de jurel en el sector costero (FIP 2001- 14 y FIP 2001-17). Estos resultados son coherentes con lo expresado por capitanes y jefes de flota de Talcahuano, quienes señalan una alta disponibilidad del recurso en la zona centro sur, no existiendo dificultad en la detección y extracción de los volúmenes de pesca asignado por la autoridad. Esta situación sugiere que la normas de regulación que han llevado a una baja importante del esfuerzo de pesca, ha sido positiva, al detectar una mayor presencia del recurso en la zona de la pesquería.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección ( CV=29,73) y evaluación del 2000 (CV=12,54), al alcanzar un 7,6, lo que se explica por la mayor homogeneidad de las densidades acústicas de jurel que determinaron una amplia zona de concentración. La evaluación de los métodos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (conglomerado, estrato agrupado, bootstrap y geoestadística), determinó una mayor precisión en el método geoestadístico.

La abundancia total en número para la zona de estudio fue de 31.250.395.075 individuos, con un 35,97% de la abundancia en número y el 24,88% en peso bajo la talla mínima legal de 26 cm. Resultado que es explicado por un aporte importante de ejemplares menores (20 - 24 cm), deteniendo la disminución progresiva de ejemplares menores a 26 cm observada en número y peso desde 1998 (79,54, 63,13 y 16,44%) y (68,09, 43,41 y 11,47%). Aspecto que es importante de destacar, dado que el alto volumen de biomasa registrado durante año 2000 se sustentó sobre una estructura de talla del stock bastante débil, al agrupar el mayor número



de individuos en un intervalo estrecho (24 a 31 cm). Situación que este año se ve mejorada, al presentar la estructura de talla del recurso ejemplares de menor talla que puedan sostener a futuro una actividad extractiva.

La estrategia de muestreo "adaptativo" en el espacio y tiempo fue adecuada, al ubicarse la zona de estudio en el área donde estuvo presente la abundancia de jurel disponible en el sector de la pesquería. Esto se basa en la absoluta ausencia del recurso en el sector noroeste y fuera de las 100 mn de la costa, conjuntamente con la baja presencia de jurel hacia el sector oceánico, así como antecedentes de la flota cerquera que no detectó ambiente de pesca por fuera de la zona de estudio. Esto sugiere que no existió una fracción importante del recurso fuera del área prospectada, al momento de llevarse a cabo la cuantificación del recurso, consolidando el alto valor de biomasa estimado en la evaluación.

En la zona de estudio, al igual que otros años no se detectó peces de Topocalma al norte por sobre las 100 millas de la costa y zonas de abundancia como las registradas en años anteriores. En este sentido las densidades fueron bastante similares en la zona de estudio, razón por lo cual la mayor abundancia se localizó entre el sur de Topocalma a norte de Corral y donde se concentró el 93,10 % de la biomasa estimada, coincidiendo el área donde se ubica la distribución del jurel con la registrada en los años 1997, 1999 y 2000.

Las distintas evaluaciones muestran cambios en la forma de ocupar el jurel el espacio, es así que entre 1999 y 2000, se reduce el índice de cobertura de 26,66 % a 23,78%, conjuntamente con un incremento de la densidad de 185,32 a 268,51 t/mn<sup>2</sup>, manteniéndose el nivel de densidad este año (271,09 t/mn<sup>2</sup>) con un aumento en el índice de cobertura a 31,47%. Variaciones desde agregaciones muy



contagiosas a dispersas (Fig 77), también se han observado ante un aumento de la temperatura superficial durante la primavera de 1991 y 1992.

En este sentido, el análisis de la frecuencia de ocurrencia de agregaciones tipo cardumen para una distancia recorrida de 1 milla, indica variaciones importantes entre 1991 y 2001, con un valor máximo de 8 cardúmenes por millas durante 1997, año en el cual se desarrolla un evento El Niño con anomalías de  $+2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para posteriormente disminuir progresivamente conjuntamente con la presencia de aguas frías en la zona de estudio. Los resultados alcanzados este año refuerzan esta relación, al registrar un máximo de sólo 3 cardúmenes por milla recorrida y el dominio de bajas temperaturas ( $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), respecto al período 1997 a 2000 en la zona de estudio.

En el sentido batimétrico, el recurso presentó una distribución unimodal con un valor máximo a 220 metros de profundidad, alcanzando una mayor profundidad respecto al año 2000 (190 m). Se mantiene la tendencia a localizarse el recurso a mayor profundidad de norte a sur, sin embargo, este año el jurel se ubicó más profundo, al concentrar el 59,50% de las agregaciones a la profundidad de captura de los artes de cerco (80 m), a diferencia de un 67,40% y 73,33% presentado en 1999 y 2000.

En relación al ambiente, el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para el período 1991–2001 (Fig 78), evidencia anomalías positivas especialmente en los años 1992 y 1997, reflejando el efecto de eventos cálidos en el área de estudio, por el contrario, como es el caso también de la presente campaña, anomalías negativas fueron detectadas principalmente en los años 1994, 1999 y 2001, reflejando períodos fríos. En este sentido, el invierno de 1997 es



cuando se registra el evento cálido más intenso (+2.5 °C), restringiéndose en 1998 las anomalías positivas de TSM al sur de los 35°LS (+1,0°C) siendo consistente con la declinación del evento "El Niño" 1997-1998, para posteriormente registrar anomalías negativas (-1,5 °C) asociadas a un evento frío La Niña.1999. En este crucero las aguas de 13°C predominaron el área de estudio y anomalías negativas son descritas para gran parte del área prospectada, las cuales fueron más importantes en el sector oceánico con un valor máximo de -1,0°C (zona centro-norte y sur) y menor en la costa no superando los -0,6°C, lo cual concuerda con los descrito por Nuñez *et al.* 2000 y Arcos *et al.* 2001, quienes revelan una oscilación de aguas cálidas y frías para la región entre 1997 y 1999.

Es así que el análisis histórico de la distribución espacial de la biomasa de jurel para el período 1998-2001 revela la recurrente ausencia de recurso en el sector noroccidental del área de prospección (Fig 79), lo cual coincide espacialmente con la intrusión superficial por el NW de aguas comparativamente más cálidas (> 15°C) y más salinas (>34,3), situación que es corroborada también por información satelital para el período y área de estudio (Fig 80). Para la presente campaña (junio 2001), en este sector las aguas superficiales presentaron un rango térmico entre los 13,9 y 15,5 °C ( $14,7 \pm 0,52$  °C) y salinidades entre los 34,0 y 34,44 ( $34,23 \pm 0,14$ ), valores que fueron comparativamente más altos a lo reportado para el resto del área prospectada.

En el periodo 1997 a 2001, las evaluaciones hidroacústicas del recurso jurel en la zona central de Chile se han efectuado hacia fines del otoño, el recurso jurel ha presentado un cambio en la distribución espacial y las variables bioceanográficas presentan una fluctuación intranual, causada preferentemente por la influencia de



eventos cálidos y fríos que han afectado el área. En las variables hidrológicas conservativas, especialmente en la temperatura es donde mejor se observan las variaciones que produce el fenómeno de El Niño. El recurso jurel se presenta en un rango que fluctúa entre los 10 a 16°C y excepcionalmente en los 17°C, tanto a nivel superficial como a los 50 m de profundidad (Fig. 81) pero su rango preferencial es entre los 13 y 14 °C (Fig. 82). También la salinidad presenta una variabilidad intranual pero en el plano superficial tiene una clara preferencia por las aguas de 33,9 a 34,1 psu. Lo anterior, se refleja claramente en la densidad del mar expresada en sigma-observa. En el plano subsuperficial (los 50 m) el recurso presenta una ligera variación en los rangos preferenciales de la salinidad, esto puede estar relacionado con el cambio de posición de la termoclina y la capa de mezcla, asimismo con la presencia de las aguas ecuatoriales subsuperficiales.

El rango de oxígeno donde se distribuye el jurel y su rango preferencial presenta una variación interanual, lo anterior es debido a que es una variable semiconservativa modificada por aspectos biológicos.

En un análisis multitemporal permite señalar que más del 70% del jurel se distribuye en aguas subantárticas (ASA), bien oxigenadas y la distribución del jurel está definida por las condiciones oceanográficas y no por un referente geográfico. Lo que es importante desde el punto de vista ecológico y relevante a considerar en los diseños de las prospecciones. Este último factor no se tomó en cuenta en los diseños de los cruceros de evaluación hidroacústica que se efectuaron entre los años 1991 y 1994.



En cuanto a las variables bio-oceanográficas como la clorofila se observa que el jurel se encuentra en áreas donde los niveles de clorofila son bajos porque el recurso se encuentra pastoreando, especialmente eufáusidos, a pesar de que el jurel también preda sobre los mictófidios en las zonas de alta presencia de jurel igualmente tiene moderada o alta presencia de la capa de dispersión profunda debido posiblemente a que el número de mictófidios consumido es bajo.

Por otra parte, los cambios ambientales observados entre 1991 al 2001 en la zona de estudio, muestra cambios en el uso del espacio por el jurel con distribuciones altamente contagiosas y altos niveles de densidad que varían entre los distintos años. En este sentido, fuertes cambios en el nivel de agregación frente a variaciones de la TSM se han observado en el período de desove para primavera de 1992 (Córdova *et al*, 1992), con distribuciones espaciales de tipo contagiosa que varían a dispersa ante un aumento de la TSM. Por otra parte, variaciones en la forma de agregarse internamente el jurel se observan a partir de 1997, donde se detecta una mayor cantidad de agregaciones tipo cardumen que alcanzó a 8 cardúmenes por milla náutica recorrida (Fig 83). Situación que se ha modificado post Niño, al disminuir el número de cardúmenes por milla a un máximo de 3 en el 2001 y aumentar los registros acústicos con un cardumen por milla náutica de 52,3% (1997) a 71,4% (2001). Por otra parte, cambios en el porcentaje de participación de los distintos tipos de agregaciones (Fig 77) también se observan en la zona de estudio desde 1997, con una disminución sostenida en los tipo cardumen desde un 56,08% a 12,71% en el 2001, y un incremento en los tipos estratos a partir de 1999, con porcentajes que van desde un 19,59 a 43,58% (Fig 84).



Estos cambios en la forma de agregarse el recurso observados a través de distintos índices acústicos (ID, IC y cardumen/milla), son importantes de considerar al momento de establecer o aplicar la unidad de esfuerzo en la evaluación de jurel por método indirecto. En este sentido Laurec y Le Guen 1997, analizan los efectos de los cambios de comportamiento del recurso sobre el índice de captura por unidad de esfuerzo (cpue), estableciendo la unidad de esfuerzo más apropiada ante distintos tipos de distribución espacial en los peces, demostrando que un manejo acertado de las pesquerías requiere actualmente de información adicional a la cpue, para conocer precisamente la evolución del stock. Luego, el conocimiento de la estrategia espacial de los peces es fundamental y la hidroacústica es uno de los pocos métodos que puede entregar este tipo de información adicional, para la evaluación indirecta del stock de jurel en la zona de estudio.

En este sentido, para fortalecer la evaluación indirecta es importante considerar información de entrada que no esté sesgada por intencionalidad de pesca, la cual está presente en los desembarques provenientes de la flota cerquera zona centro sur. El análisis realizado a la estructura de talla obtenida durante el desarrollo del crucero de evaluación y la correspondiente a la flota cerquera de la VIII Región, señala la existencia de diferencias significativas entre ambas, al presentar los registros de la flota una cantidad mayor de ejemplares sobre 40 cm y una escasa presencia de ejemplares menores a 24 cm de longitud horquilla, lo cual se ha mantenido en los meses restantes del año. Estas diferencias se fortalecen bajo el actual régimen de regulación del recurso jurel, por cuanto cada empresa dispone de un volumen de extracción definido y el tamaño de los ejemplares son determinados principalmente por el mercado (consumo humano, conserva, congelado y harina), lo cual no es un buen índice para determinar la real estructura de talla del stock en la



zona de la pesquería. Luego, es necesario contar con información complementaria a través de cruceros hidroacústicos y de pesca de investigación como las realizadas a partir de 1997.

Un mayor número de evaluaciones acústicas de jurel en la zona centro-sur, permitirá incorporar nuevos antecedentes que den mayor fortaleza a las proyecciones entregadas en la evaluación indirecta. En este sentido, la detección oportuna de variaciones en los niveles de abundancia conjuntamente con cambios en los tamaños y grado de agregación del recurso, evidentemente hará posible realizar ajustes a las decisiones de manejo de manera más oportuna o casi a tiempo real, como lo han planteado gerentes y administradores de las empresas pesqueras de la VIII Región. Este aspecto es importante, dado que actualmente sólo se realiza una evaluación del recurso en la zona centro-sur, quedando sujeto el estimado de biomasa a la exactitud de realizar la evaluación del recurso durante el período de máxima concentración en el área de la pesquería, sin embargo, queda abierta la posibilidad de no coincidir el período de crucero con el de mayor abundancia, obteniendo una señal errónea que incidirá con fuerza en la evaluación indirecta, al calibrarse este método con el estimado de biomasa acústico.

Por otra parte, el aumento de biomasa observado respecto al 2000 está sustentado sólo por un incremento en el número de ejemplares desde 2,52 E+11 (2000) a 3,12 E+11 (2001), originado por el ingreso de ejemplares de talla menor (reclutas) que enmascaran un crecimiento somático en la zona y que si generan una disminución del peso promedio de 221,74 a 191,03 g, respectivamente. Esta mayor presencia de individuos ha sido informada por capitanes y jefes de flota de la VIII Región, quienes señalan la facilidad de detectar agregaciones de jurel y tiempos de



búsqueda asociados principalmente a localizar agregaciones que cumplan con los requerimientos de tamaño solicitado por las plantas. Antecedentes de cruceros realizados posteriormente en el sector costero en la zona de estudio (FIP 2001-18 y FIP 2001-14), indican en términos cualitativos una detección recurrente de agregaciones de jurel, lo cual sugiere una normalización del recurso en el sentido espacial en la zona de estudio.

Luego, en atención a los resultados que indican una normalización de las condiciones oceanográficas en la zona, así como la tendencia creciente de la biomasa de jurel, sobre la base de una estructura de talla más fortalecida en tallas menores, sugieren un mejoramiento de la estructura del stock respecto al año 2000. En este sentido, bajo un supuesto de población cerrada es posible proyectar para el año 2002 un crecimiento de carácter somático en el recurso, con un desplazamiento de la talla hacia un valor mayor.



## 7. CONCLUSIONES

---

### 7.1 Acústica

- 7.1.1 La estrategia de muestreo de tipo "adaptativo" en el espacio y tiempo fue apropiada, al no registrar la distribución una tendencia que sugiera que alguna fracción importante de la población estuvo fuera del área prospectada.
- 7.1.2 La biomasa de jurel para la zona comprendida entre Valparaíso (33° 00'LS) a Corral (40° 00'LS) y desde 5 y 200 millas de la costa fue de 5.970.000 t, con un coeficiente de variación (CV) de 7,66.
- 7.1.3 El método geoestadístico (Petitgas, 1991) presentó la mayor precisión y su biomasa no presentó diferencia con lo estimado en el método de Estratos Agrupados (Volter, 1985).
- 7.1.4 La abundancia numérica total alcanzó a 31.250.395.075 individuos y es superior al 2000 (2,52E+11) en un 23,68%. El número de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) se incrementa este año, desde 16,44 a 35,97% en número y de 11,47 a 24,88% en peso.
- 7.1.5 No se detectaron zonas de concentración individual, sino una gran zona que se localizó entre el sur de Topocalma (34° 40'LS) y norte de Corral (39° 40'LS), desde 35 a las 160 mn de la costa, concentrando el 93,10% de la biomasa evaluada en la zona de estudio.



- 7.1.6** El número de cardúmenes por milla recorrida fue de 3, manteniendo la tendencia a disminuir entre 1997 al 2000 (8 a 5) y conservando la relación entre la reducción del número de cardumen – presencia de aguas frías.
- 7.1.7** El índice de cobertura y densidad fue de 31,47% y 271,09 t/mn<sup>2</sup> respectivamente, para la zona de estudio, indicando un incremento del grado de cobertura de jurel en la zona comparado con un 23,78% para el 2000. En tanto el nivel de densidad se mantiene en el orden de lo registrado el año pasado (268,51 t/mn<sup>2</sup>), siendo comparable sólo con 270,08 t/mn<sup>2</sup> registrado en 1991.
- 7.1.8** La distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con las de los años 1997, 1999 y 2000, al coincidir en general el área ocupada por el recurso.
- 7.1.9** El jurel se localizó entre los 10 a 220 m en la zona de estudio, manteniendo las agregaciones al igual que en los otros años con una tendencia a profundizarse hacia el sector sur. Distribución que presentó al norte, centro y sur con límites inferiores superiores a los registrados en el año 2000.
- 7.1.10** En general el recurso se concentró a mayor profundidad, con el 59,50% de las agregaciones a la profundidad accesible al arte de cerco (80 m), rompiendo la tendencia a agruparse más superficial, observada desde 1998 al 2000, con un 42,3, 69,81 y 73,33%, respectivamente.



## 7.2 Pesca

- 7.2.1 No existen diferencias significativas en la información biológica pesquera, obtenida a bordo del B/I "Abate Molina" y PAM "Líder", lo que permitió agrupar la información en sólo una base de datos general.
- 7.2.2 El 88,44% de la captura correspondió a jurel, en tanto el 1,56% lo constituyó la fauna acompañante.
- 7.2.3 El mayor aporte en la fauna acompañante correspondió a las especies: *Scomber japonicus* (9,86%), *Lepidotus australis* (1,13%), *Cubiceps cacruleus* (0,25%), *Macruronus magallenicus* (0,18%) *Thyrsites atun* (0,07%) y *Dosidicus gigas* (0,00005%).
- 7.2.4 El 41,23% de los ejemplares de jurel capturados estuvieron bajo la talla mínima legal (26 cm), aumentando el número de individuos pequeños respecto al año 2000 (25,04%).
- 7.2.5 El intervalo de talla 22 a 35 cm concentró el 99,33% de los ejemplares, con presencia casi nula de ejemplares sobre 40 cm, a diferencia de lo registrado desde 1997. La primera moda (26 cm) coincide con la registrada en el 2000, sin embargo, la segunda moda en 22 cm sólo se registró en 1998. Esta última, muestra un mejoramiento de la estructura de talla con el aporte de ejemplares pequeños que sustenten a futuro la pesquería.



- 7.2.6** No existen diferencias significativas entre las distribuciones de tallas en los sectores centro y sur. Al norte, se observó diferencias, productos del aporte de ejemplares menores provenientes de los lances de pesca comparativa realizados con el B/I "Abate Molina" y PAM "Líder". Luego, se determinó una distribución general para la zona de estudio.
- 7.2.7** Al igual que en 1997, 1998, 1999 y 2000, las relaciones longitud peso entre machos y hembras no fueron significativamente distintas, lo que permite el uso de una relación general (machos y hembras) para determinar la constante de ecointegración.

### **7.3 Sección trofodinámica**

- 7.3.1** El espectro de presas en la dieta de jurel estuvo representado por 13 taxas, siendo los eufáusidos y mictófididos los ítems presas más importantes.
- 7.3.2** La similitud trófica por grupo de tamaños reveló una estrecha relación entre ejemplares de tallas entre 26 a 35 cm (LH) depredando básicamente sobre mictófididos y eufáusidos en orden de importancia. Los demás grupos de tamaño carecen de representatividad, producto que las capturas de jurel en este estudio abarcaron un rango de tallas entre 19 a 47 cm (LH), siendo el rango de tallas más reducido de los tres últimos cruceros hidroacústicos.
- 7.3.3** La importancia relativa de las presas mostraron que el principal taxón alimentario fueron los eufáusidos (IIR 3,12) seguidos por los mictófididos y



copépodos. Importante es destacar el gran aporte en peso de los peces linterna.

7.3.4 La estimación de la relación consumo/biomasa reveló que los mictófidios fueron la presa de mayor consumo con cerca de un 93%, seguidos de los eufáusidos con un porcentaje mucho menor. El resto del espectro trófico tuvo porcentajes de consumo despreciables con respecto al consumo total.

7.3.5 Las presas que presentaron los patrones más selectivos fueron los crustáceos pequeños (copépodos, ostrácodos, larvas de gastrópodos y zoeas).

7.3.6 EL análisis de selectividad de Chesson reveló que el jurel depredó selectivamente en la mayoría de las zonas o agrupaciones de lances (A,B,C y D), mostrando una clara preferencia por los eufáusidos y anfípodos.

#### 7.4 Sección Oceanografía

7.4.1 La distribución superficial de la temperatura del mar evidenció aguas comparativamente más frías que las informadas para el invierno del año 2000, y similar al año 1994. En este Crucero destaca: a) la ausencia de aguas de 16 °C, en contraste con la intrusión de aguas cálidas (> 16°C) por el sector norte y oeste, como sucedió principalmente en los años 1997 y 1998, b) el dominio de la isoterma de 14 °C en la región norte del área de estudio y aguas comparativamente más frías (entre 13 y 13,5 °C) en gran



parte de la región central y centro-sur, relegando aguas de temperaturas menores a 12,5 °C hacia el extremo sur del área de estudio.

- 7.4.2** La distribución superficial de salinidad reveló a la isohalina de 34,2 psu dominando el sector norte del área de estudio, a diferencia del año pasado donde estuvo restringida sólo al extremo norte del área prospectada. Esta situación, sumada a la dilución costera asociada a los ríos Mataquito-Maule (cerca de Constitución) y a los ríos Itata-BíoBío (cerca de Talcahuano), y a las bajas salinidades vinculadas con el sector sur del área de estudio, reflejan una distribución salina superficial similar a lo registrado en el invierno de 1994 y es diferente de lo acontecido en el invierno de los años 1997, 1998 y 1999, donde aguas más salinas dominaron el sector centro-norte del área de estudio, pudiendo sobrepasar los 37°S. En esta campaña se mantuvo el patrón regular en relación a los gradientes costeros producto del aporte de aguas continentales principalmente de los ríos Maule e Itata-BíoBío.
- 7.4.3** La distribución subsuperficial de salinidad destaca también un claro gradiente longitudinal, con aguas más salinas (34,6 - 34,7 psu) asociadas a una banda costera (<25-50 mn), indicando el flujo de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales hacia el sur. Lo anterior, sumado a la disposición espacial de las isohalinas de 34,5, 34,6 y 34,7 psu, revela una situación similar a 1994 y, de algún modo, a 1998 pero difiere de los años 1992-93, 1997 y 1999-2000.
- 7.4.4** La distribución de la concentración de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial bien oxigenado, patrón similar a lo descrito para los inviernos de



1993, 1994 y 2000, pero distintos a los bajos valores superficiales descritos para 1999. En el estrato de 200 m, se advierte una banda costera (hasta las 50 mn) en la región central (hasta los 39°S) de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto, caracterizando el flujo de las AESS hacia el sur, teniendo una extensión longitudinal levemente menor a la reportada para el invierno de 2000.

- 7.4.5** En este crucero se detectaron bajas concentraciones de clorofila-a superficial en toda el área de estudio, siendo en general, cercanas a los  $0,3 \text{ mg m}^{-3}$ , consistentes con el período invernal sobre el cual se realiza el estudio, destacando dos núcleos de concentraciones mayores ( $> 1,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) cuya disposición espacial y magnitud semejan en gran medida al año 1998.
- 7.4.6** Los perfiles verticales y secciones oceanográficas revelaron, en general, la presencia de termoclinas débiles y picnoclinas bien definidas, situadas aproximadamente entre los 40 y 100 m de profundidad, con una leve profundización hacia las estaciones más oceánicas. La salinidad presentó un gradiente vertical más extenso, verificable en la mayoría de las secciones, situado entre los 40 y 160 m de profundidad. El grado de mezcla entre las ASAA y aguas de origen continental, aportadas principalmente por los ríos Mataquito, Maule, Itata y Bío-bío, imponen un cambio en la distribución salina superficial entre la costa y las 25 mn.
- 7.4.7** La capa de mezcla presentó un claro gradiente longitudinal, fluctuando entre los 30 y 90 m de profundidad, en tanto que la profundidad base de la termoclina también presentó valores altos en el sector oceánico del área



prospectada ( $> 100$  m) y una ubicación vertical más somera ( $< 60$  m) entre la costa y las 10-25 mn.

- 7.4.8** El análisis de los diagramas TS reveló, al igual que en estudios anteriores, la presencia de tres masas de agua, las Aguas Subantárticas (ASAA), las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIA).
- 7.4.9** En síntesis, los resultados registrados en este crucero reflejan, en general, un estado de normalidad hidrográfica en la región de estudio, similar en gran medida a lo acontecido en año 1994. En general, las condiciones ambientales se han mantenido en relación a lo establecido para el año 2000, luego de las consecutivas fluctuaciones cálidas-frías establecidas por el evento ENOS 1997-98 y el evento LA Niña 1999, que estuvieron presentes en la región de pesca de jurel frente a Chile central.

## **7.5 Plancton**

- 7.5.1** A nivel de grupos zooplanctónicos, los copépodos son los individuos de mayor dominancia espacial y numérica, concentrándose con densidades fluctuantes entre 30.333 – 402.876 individuos/1000 m<sup>3</sup>.
- 7.5.2** El grupo secundariamente más importante corresponde a los quetognatos, colonizando el 97,2% de las estaciones, con valores fluctuantes entre 576 – 31.529 individuos/1000 m<sup>3</sup>.



- 7.5.3** Estos dos grupos de mayor dominancia en la zona de estudio, presentan similares áreas de máximas abundancias promedio, localizadas al oeste de punta Rocura, al sur de cabo Carranza y desde isla Mocha a caleta Queule.
- 7.5.4** El descenso paulatino de los niveles de abundancia mostrado por los copéodos para la serie analizada (1997/2000) se vió interrumpido en este estudio por un aumentó de un 20 % en su abundancia promedio respecto del año 2000, mientras que los quetognatos revelaron una disminución de - 37,1%, correspondiendo dicho valor al más bajo de la serie 1997/2001.
- 7.5.5** Los eufáusidos también han mostrado durante todas las prospecciones realizadas, un importante dominio numérico, con una abundancia total de 453.794 individuos/1000 m<sup>3</sup>, con centros de aglomeración fluctuantes entre 78 y 73.635 eufáusidos/1000 m<sup>3</sup>.
- 7.5.6** La zona mayormente dominada por el grupo de los eufáusidos se observó entre las latitudes 33°20'S y los 36°00'S, así también las mayores densidades promedio fueron detectadas en punta Rocura, punta Nugurne y caleta Queule.
- 7.5.7** Este grupo exhibe una tendencia a a incrementar la biomasa promedio de norte a sur y a disminuir hacia las estaciones más oceánicas, conglomerándose el 32% de los eufáusidos a nivel de las 10 mn.
- 7.5.8** La biomasa zooplanctónica registró fluctuaciones bastantes amplias, con densidades entre 22 y 818 ml/1000 m<sup>3</sup>, dominando las categorías de densidad comprendidas entre los 34-100.



**7.5.9** La zona con las biomazas zooplanctónicas más importantes se registró entre Puerto Saavedra y Corral, desde la costa hasta las 50 mn.

**7.5.10** A partir del nivel del 79% se produjo la mayor coexistencia de individuos, esta se dió entre el grupo formado por los copépodos y quetognatos, pterópodos con las larvas de cifonautas y entre los eufáusidos con los ctenóforos.

## **7.6 Asociaciones**

**7.6.1** En el área de estudio el 28% de los pixeles con presencia de jurel se presentaban entre la superficie y los 50 m de profundidad; el 43% se encontraba entre los 51 y 100 m; el 28% entre los 101 y 150 m, y sólo un 1% a profundidades mayores de 150 metros.

**7.6.2** En el área de concentración del jurel: en el estrato superficial se distribuyó en aguas con una temperatura de 11 a 15° C, con una clara preferencia por aguas de 14°C, con valores de salinidad preferencial de 33,9 a 34,1 psu, con niveles de oxígeno de 4,5 a 6,7 ml/L y un rango preferencial de 5,0 a 6,0 ml/L y una densidad entre 24,8 y 25,8 sigma-t.

**7.6.3** En el área de concentración del jurel: en el plano de 50 m se distribuyó en aguas con una temperatura de 10 a 14° C, con una clara preferencia por aguas de 14°C, con valores de salinidad preferencial de 34,2 a 34,4 psu, con niveles de oxígeno de 2,5 a 7,0 ml/L y un rango preferencial de 5,0 a 6,0 ml/L y una densidad entre 24,8 y 26,2 sigma-t.



- 7.6.4 En cuanto a los eufáusidos se presentaron preferentemente en un rango de 300 a 2.700 ind/1000m<sup>3</sup>.
- 7.6.5 El jurel se distribuye en aguas subantárticas (ASA) bien oxigenadas, la distribución del jurel está definida por las condiciones oceanográficas y no por un referente geográfico.
- 7.6.6 En el periodo 1998 a 2001 ,no existen diferencias interanuales significativas en los rangos preferenciales de temperatura y salinidad en que se presenta el recurso jurel.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Aravena, G. 1999.** Composición, distribución y abundancia de las apendicularias y su posible relación con las características oceanográficas de la zona norte de Chile (18°20'S – 31°00'S). Tesis para optar al título Biólogo marino. Departamento de Biología Marina, Facultad de Cs. del Mar, Universidad Católica del Norte. 69 pp +31 Figuras, 4 Tablas.
- Arancibia, H. 1988.** Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES. C.M.D:12 Statistical Cttee., Ref. Demersal Fish Cttee., 18 pp.
- Aranis A., G. Böhm, R. Gili, V. Bocic, H. Hidalgo, G. Rosson, S. Mora, A. Gómez y A. López. 2001a.** Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2000. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 71 p.+ Anexos.
- Aranis A., G. Böhm, P. Barría, R. Gili, V. Bocic, H. Hidalgo, H. Miranda, G. Rosson, S. Mora, A. Gómez y A. López. 2001b.** Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2001. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales .Informe de Avance. Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 68 p.+ Anexos.
- Aranis A., 2001.** Informe Biológico Pesquero N° 7. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro-sur. Enero a Octubre 2001. Subsecretaría de Pesca-Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile.



- Aranis, A y J. C. Mendieta, 1986.** Manual de muestreo biológico. Documento técnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.
- Arcos, D. F. 1975.** Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 - 31.
- Arcos, D.F., L.A. Cubillos & S.P. Núñez 2001.** The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile. *Progress in Oceanography*, Vol 49:597-617.
- Barbieri, M. A. 1981.** Variabilité des données acoustiques utilisées dans l'évaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (France), 197 pp.
- Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986.** Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: *La pesca en Chile*. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. pp.: 249-259.
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Böhm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1996.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico). Informe Final FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- Barbieri; M. A.; J. Córdova, V. Correa, S. Lillo, B. Leiva, M. Espejo, M. Rojas. H: Peña, A. Grenchina, S. Nuñez, A. Sepúlveda, L: Miranda, H. Rebolledo y C. Cuevas. 1998.** Análisis de la estructura del stock de jurel fuera de las aguas jurisdiccionales. Instituto de Fomento Pesquero e Instituto de Investigaciones Pesqueras, FIP 97-05B. 121 p + anexo tablas y figs.



- Barría, P., A. Aranis, S. Mora, G. Böhm, V. Catasti; H. Peña, C. Gonzáles, F. Vejaar, A. Hernández 2000.** Monitoreo de la captura de jurel 1999. Informe Final Proyecto FIP 99-02. IFOP, 123 p.+figs y tablas.
- Barnes, R. 1986.** Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- Bloom, S. A. 1981.** Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Boltovskoy, 1981.** Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Bougis 1974, P. 1974.** Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.
- Bodenheimer, F. 1955.** Précis d'ecologie animale. Payot, Paris. 235p.
- Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements,. ICES C.M. 1990/B:11.
- Cárdenas, E. G. 1986.** Observaciones sobre la composición del zooplancton en ensenada baja entre 1984 y 1985 e Isla Carmen entre agosto y diciembre de 1985. Informational Brief 20. Introduc. into Aysén of Pac. Salmon, JICA, SERNAP, 17 pp.
- Castillo, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán y U. Parker. 1995.** Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 p. tablas, fig + anexos.



- Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo y V. Catasti . 2000.** Evaluación de la biomasa y distribución espacial de anchoveta y sardina común en el periodo del reclutamiento. Primavera 1999. En: Informe Final Proyecto Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 99-13. 138 p + Anexos.
- Córdova, J y A. Paillamán. 1992.** En 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.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995.** Evaluación Hidroacustica de jurel . En : Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1997.** Evaluación Hidroacustica de jurel . En : Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, H. Miranda, M Espejo y M Rojas, 1999.** Evaluación Hidroacustica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la



ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (200 p)+ anexo figs.

**Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2000.** Evaluación Hidroacustica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (207 p)+ anexo figs.

**Chesson, J. 1978.** Measuring preference in selective predation. Ecology, 59(2):211-215.

**Chirichigno, N. 1974.** Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44: 387 pp.

**Eastman, J.R. 1995.** IDRISI for Windows. User's Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.

**Eggers, D. M. 1977.** Factors in interpreting data obtained by diel sampling of fish stomachs. Journal of Fisheries Research Board of Canada 34, 290-294.

**Evseenko, S. A. 1987.** Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.

**Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Davila, 1995.** Oceanografía física. En: Informe final proyecto "Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. FIP, 221p

**Foote, K. 1986.** Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres. Journal of the Acoustical Society of America.



- Foote, K. and J. Rivoirard 1992.** Geostastical analysis of acoustic survey data on = group herring in Fjord. IVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.
- Frontier, S. 1980.** Zooplankton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltés et techniques d'étude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984.** Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J. Plank. Res., 6(5) 721-731.
- Guzmán, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodríguez e I. Giakoni. 1983.** Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hahm, W. R. Langton. 1985.** Prey Selection based on predator Prey weight, ratios for some northwest atlantic fish: Mar. Ecol. Progr. ser 19: 1 – 5
- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1954.** Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Hirakawa, K. 1984.** Seasonal distributions of zooplankton in the surface waters of Aysen Fiord, Southern Chile. Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon, Informational Brief, 9.
- Holden, M. y D. Raitt. 1975.** Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Tec. FAO sobre pesca . 115: 221 p.



- Hulley, P. A. 1984. Mictophidae. In Fishes of the North-Eastern. Atlantic and the Mediterranean. Vol 1
- Hunter, J. R. 1971. Sustained speed of Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus*. Fish Bull. 69(2): 267-271.
- Hynes, H. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitus*)
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish.Biol., 17:411-429.
- I Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.
- Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulbert. 2000. An optimal definition for ocean mixed layer depth. J. Geophys. Res., 105(C7):16803-16821.
- Kawahara, S., J. Uozum Y h: Jamada. 1988. First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214
- Krefst, G. 1984. Nodosudidae. Pag 421-425
- Laurec, A. y Le Guen J. C. 1977. c.p.u.e. des senneurs et abondance, impact des structures fines. Rec. Doc. Sci. ICCAT, 8 ;: 30-50.
- Legendre P. y L. Legendre. 1999. Numerical ecology, Development in enviromental Modelling. Vol. 20.



- Lillo, S y A. Paillaman. 1995.** Evaluación directa de merluza común. En : Evaluación hidroacústica de la merluza común. Sección 1. En : Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.
- Livingston, P. A., D. A. Dwyer, D. L. Wencker, M. S. Yang y G. M. Lang. 1986.** Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific Fish. Comm. Bull., 47:49-65.
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992.** Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.
- Macpherson, E. 1985.** Efecto de la predación de *Lophius upsicephalus* sobre la población de *Merluccius capensis*. ICSEAF Coll. sci. Pap. int. Comm. SE Atl. Fish.:155-162.
- Mehl, S. y T. Westgard. 1983.** Gastric evacuation rates in mackerel (*Scomber japonicus*). ICES C.M./H:33, Pelagic Fish. Comm., 11 pp.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.
- Microimages. 1997.** TNTmips- The map & Image Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.
- Miranda, L., C. Cuevas y H. Rebolledo. 1998.** Capítulo: Trofodinámica. En: Proyecto FIP 96-13. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX. 161 pp + anexos.



- Miranda, H. 1999.** Derivación del estimador de la varianza para el factor de ecointegración. Informe Técnico – Unidad de estadística. IFOP.
- Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966.** Marine plankton a practical guide. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.
- NOAA. 1998.** Climate Diagnostics Bulletin. Climate Prediction Center. N° 98/6. 80 pp.
- NODC. 1991.** National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S. J. Ortiz y 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. 2000.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 99-03 Evaluación acústica del recurso jurel en la ZEE de Chile, 1999.
- Núñez, S. & J. Ortiz. 2000.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 99-04 Evaluación acústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 1999. 79 pp.
- Núñez, S, D. Arcos & J. Ortiz (2000).** El Niño 1997-1998 y la hidrografía invernal en el área de pesca de jurel de Chile central. Resúmenes del XX Congreso de Ciencias del Mar. Universidad Católica de la Santísima Concepción, p.162.



- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2001.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2000-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2000.
- Osses, J. y J. L. Blanco. 1991.** Condiciones oceanográficas en la zona centro sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR 9102. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Programa investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona centro sur.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Palma, S. Y S. Rosales. 1995.** Composición, distribución y abundancia estacional del macroplankton de la bahía de Valparaíso. *Invest. Mar.* , Valparaíso, 23:49-66.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984.** A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat., Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p
- Petitgas, P. 1993.** Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 285 - 298.



- Petitgas, P. and A. Prampart. 1993.** EVA (Estimation variance) Logiciel de geostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant y L. K. Iverson. 1971.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull. Calif. 152:105 pp.
- Pond, S. y G. L. Pickard. 1983.** Introductory Dynamic Oceanography. Pergamon Press, 241 p.
- Power, J. H. y L. N. May. 1991.** Satellite observed sea surface temperatures and yellow fin tuna catch and effort in the Gulf of Mexico. Fish. Bull., 89 (3-4): 429-439.
- Reddy, R., V. Lyne, R. Gay, A. Easton y S. Clarke. 1995.** An application of satellite-derived sea surface temperatures to southern bluefin tuna and albacore off Tasmania, Australia. Sci. Mar., 59 (3-4): 445-454.
- Robertson, A. 1979.** An improved apparatus for determining plankton volume. Fish. Bull. S. Africa (6): 23-36.
- Robotham, H y J. Castillo. 1990.** The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Sainsbury, K.J. 1986.** Estimation of food consumption from field observations of fish feeding cycles. J. Fish. Biol. 29,23-36



- Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranís. 2001.** Investigación y captura Total Permissible Jurel, 2001. Proyecto IFOP – SUBPESCA. Informe final 61p+ Anexos.
- Serra, R. 1991.** Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y H. Robotham. 1994.** Evaluación directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Informe Final. Inst. Fom. Pesq. pág. 60 - 72.
- SIMRAD, 1991.** SIMRAD EK-500 Scientific echosounder. Operation. P217E.0. 15p. manual
- Silva, S. Y B. Ramírez. 1982.** Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: Zona Arica – Coquimbo. Los Vilos – Chiloé. Estu. Doc. Univ. Católica Valparaíso, 28- 1/82: 212 pp.
- 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.
- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973.** Numerical taxonomy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp
- UNESCO. 1981a.** The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.



- UNESCO. 1981b.** Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Ursin, E. 1973.** On the prey size preferences of cod and dab. Meddr. Danm. Fisk.-og. Havunders 7:85-98.
- Valenzuela, V. y M. Braun. 2001.** Plancton. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE de Chile, año 2000. Informe Final. Fondo de Investigación Pesquera FIP N° 2000-03. Mayo 2001. 144-155 pp + Tablas y Figuras.
- Vidal, J. 1968.** Copépodos Calanoídeos epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.
- Volter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.
- Wyrski, K. 1964.** Circulation and water masses in the equatorial Pacific Ocean. Int. J. Oceanol. And Limnol. Vol 1(2).
- Worobec, M. N. 1984.** Field estimation of the daily ration of winter flounder, *Pseudopleuronectes platessa* (Walbaum) in a southern New England pond. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 77:183-196.
- Yáñez E., V. Catasti, M. A. Barbieri, G. Böhm. 1996.** Relaciones entre la distribución de recursos pelágicos pequeños y la temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en la zona Central de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 107-122.



**Yashnov, U. A. 1959.** A new model of volume meter for rapide and precise plankton evaluation under field conditions. Zoologic. Chesku, Zhurnal (Moscow) 38:1741-1744.

**Zar, J. 1984.** Biostatistical analysis. Second edition. Prentice- Hall Inc.. New Jersey. 718 p.

**FIGURAS**

---

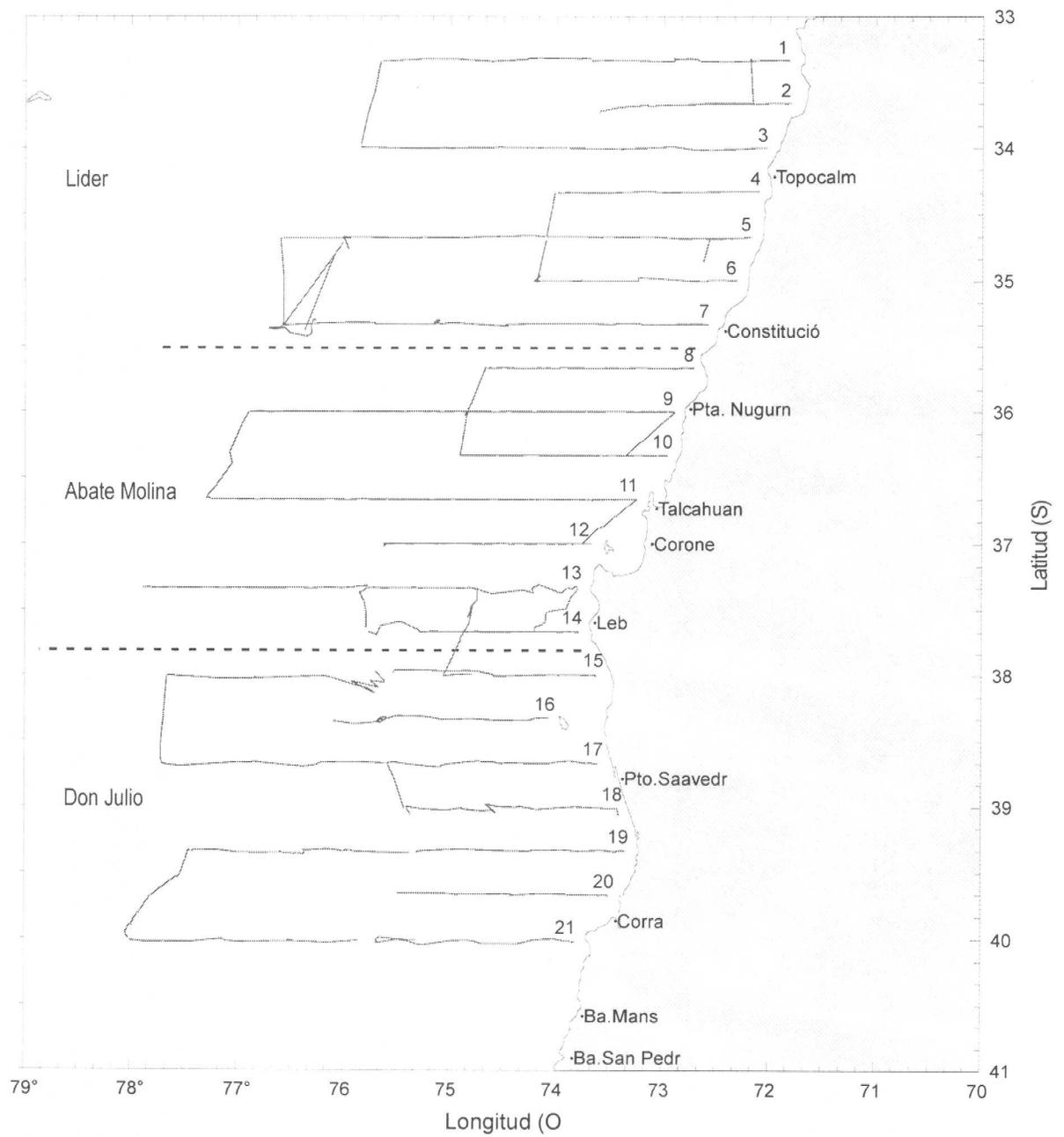
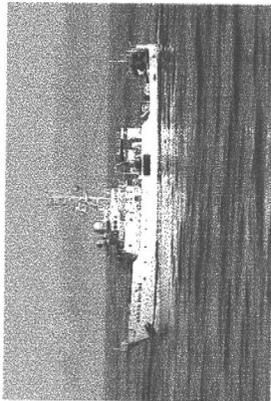
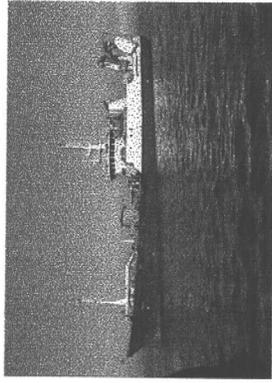


Figura 1. Distribución de transectas en la zona de estudio.

B/I "Abate Molina"



PAM "Lider"



PAM "Don Julio"

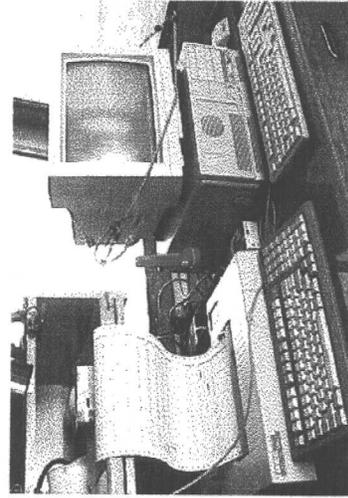
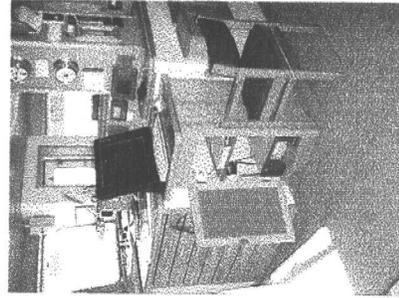
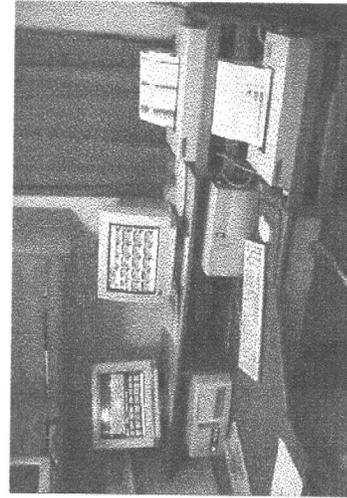
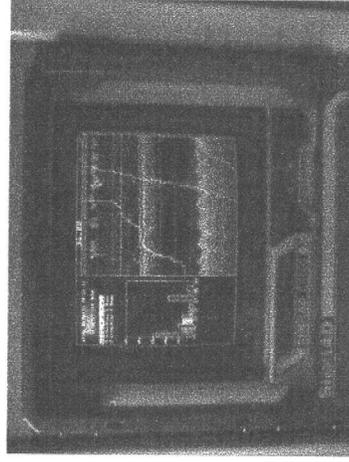
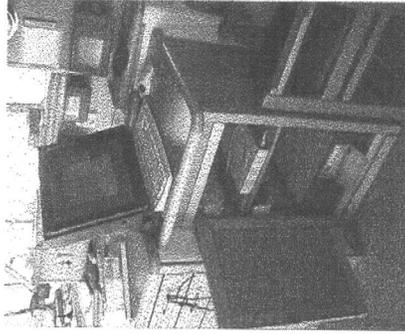
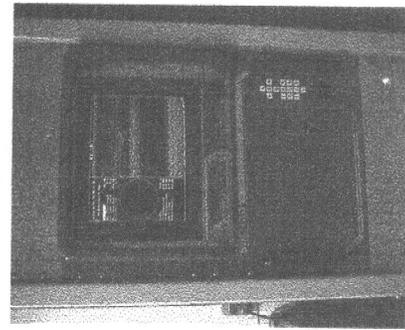
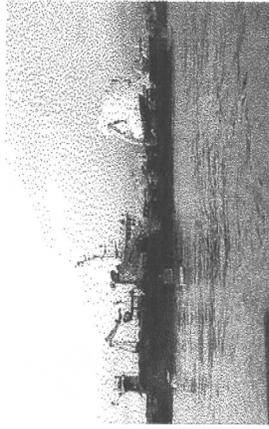


Figura 2.-Embarcaciones y equipos acústicos usados en la evaluación

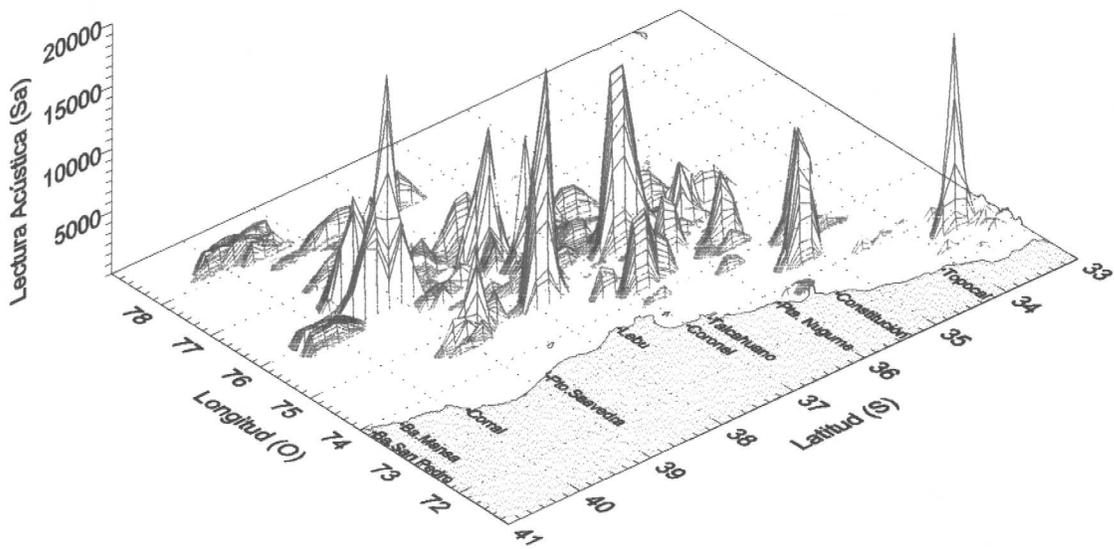
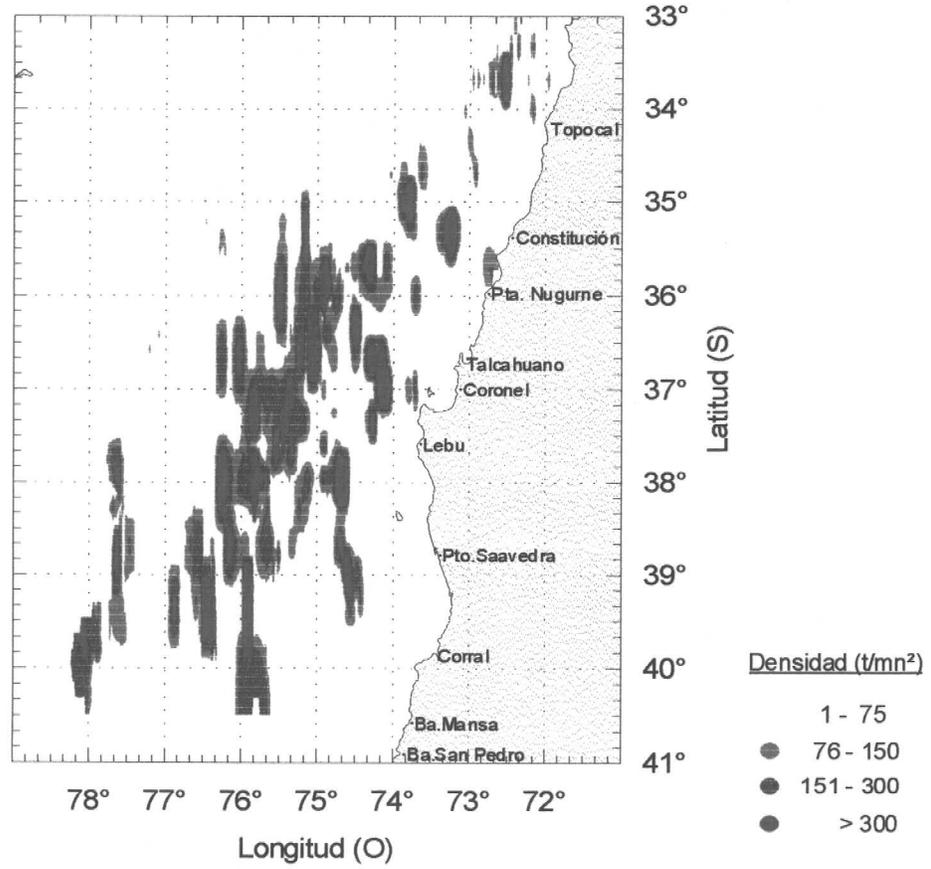


Figura 3.- Distribución espacial de jurel en la zona de estudio.

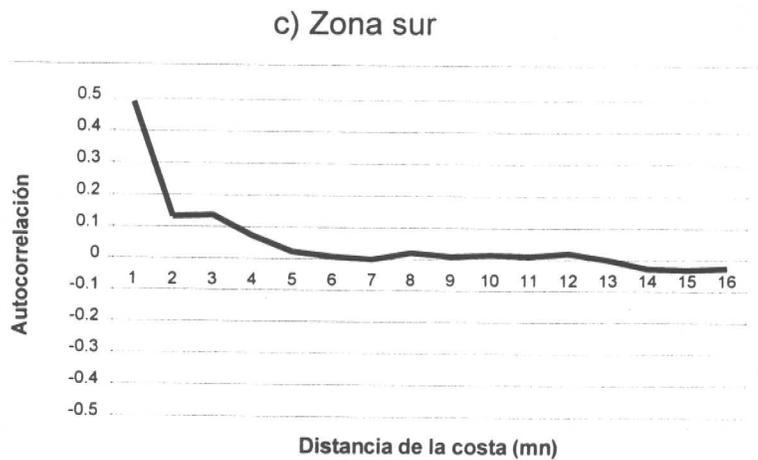
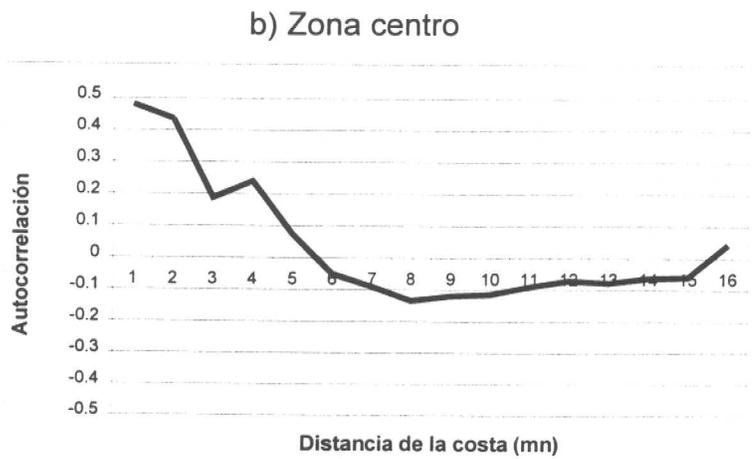
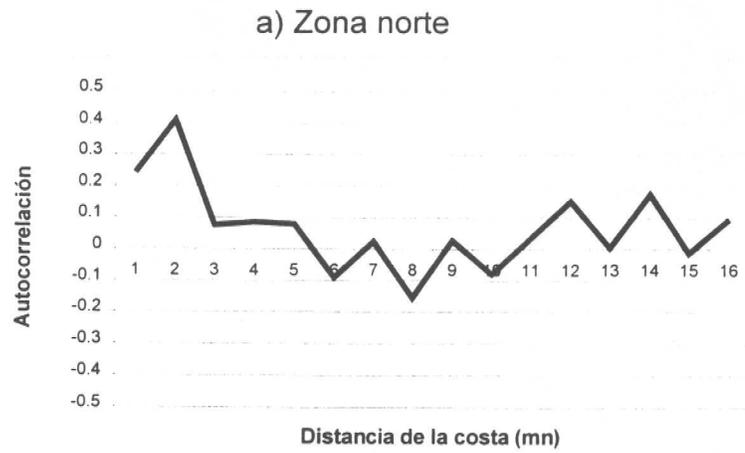
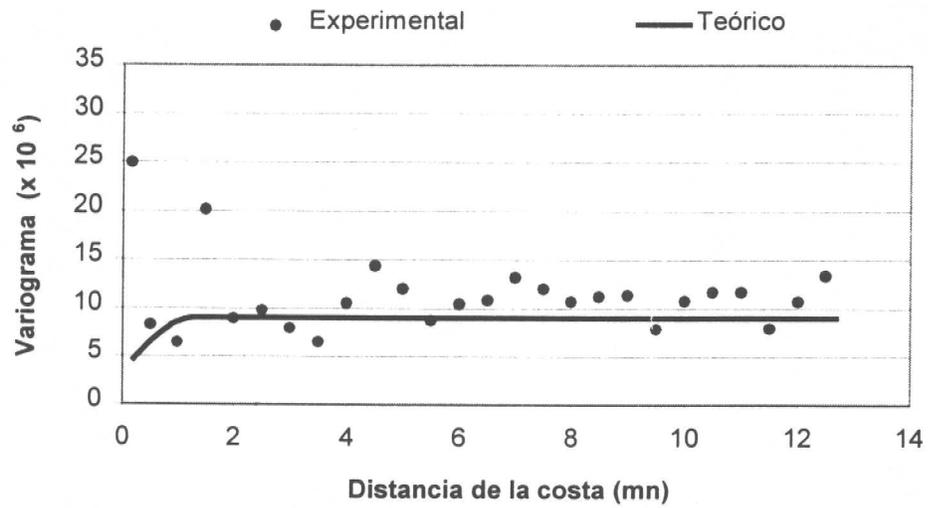


Figura 4. Correlogramas por sectores: a) zona norte, b) zona centro y c) zona sur.

a) Zona costera



b) Zona oceánica

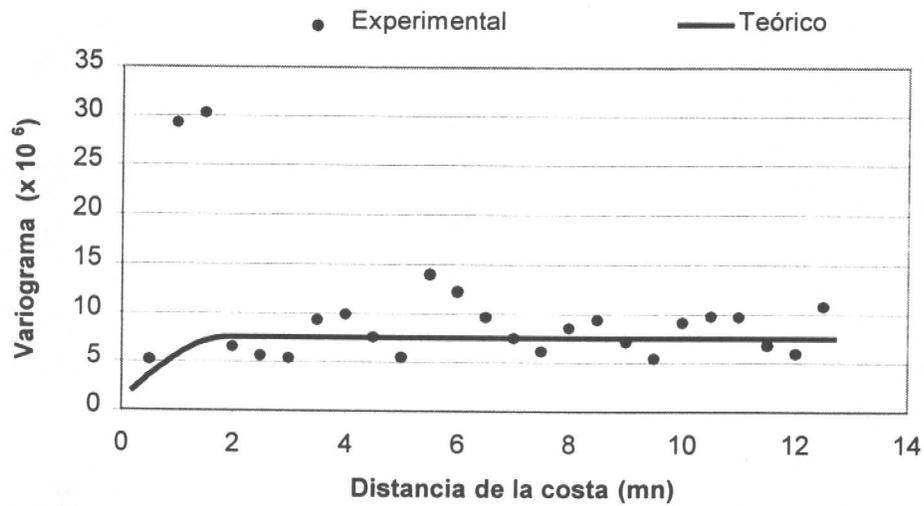
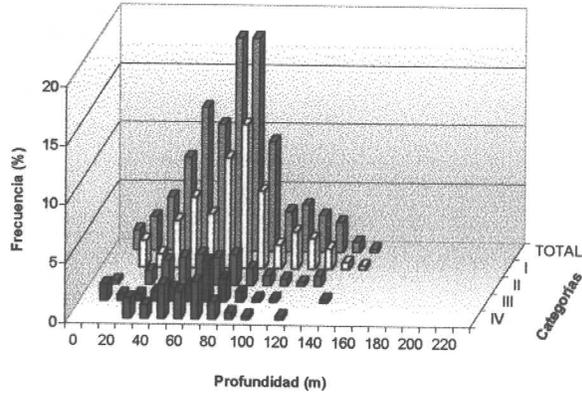
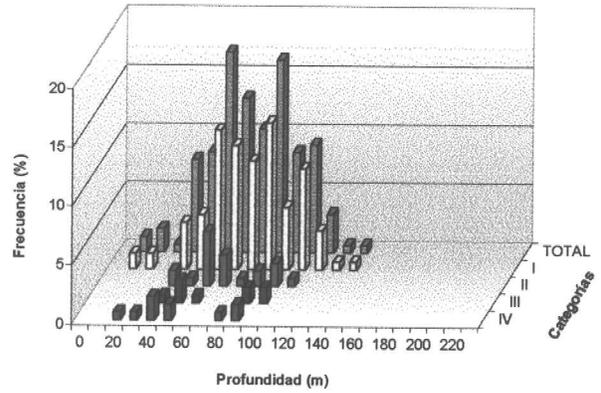


Figura 5. Variograma para la zona de estudio: a) zona costera y b) zona oceánica.

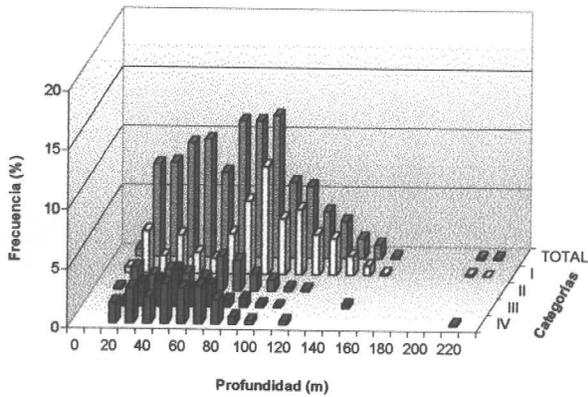
**Zona norte costa**



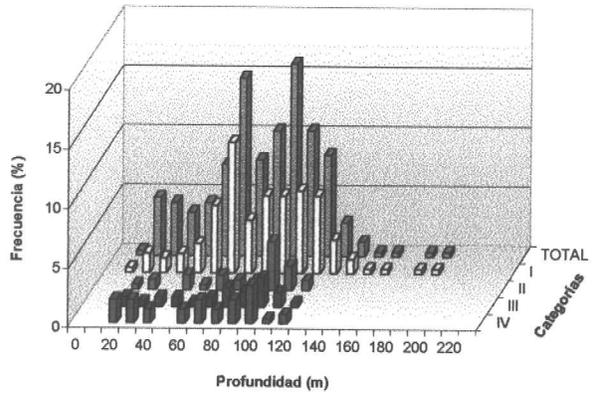
**Zona norte oceano**



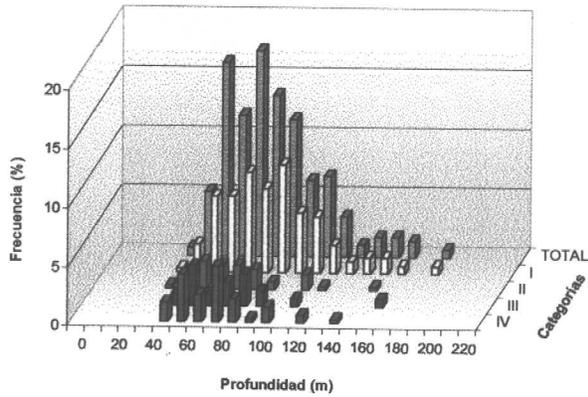
**Zona centro costa**



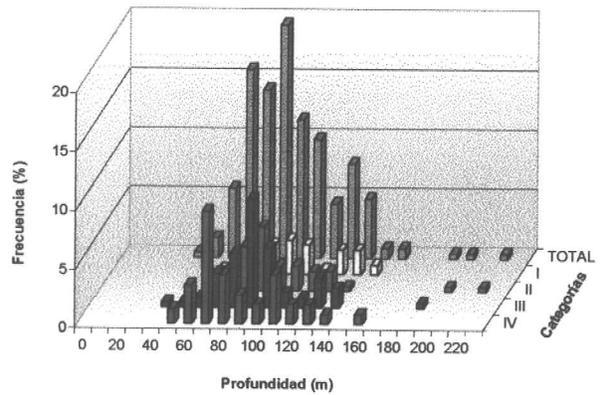
**Zona centro oceano**



**Zona sur costa**



**Zona sur oceano**



Categorías	Intervalo (t/mn <sup>2</sup> )	Clasificación
I	1 - 75	Muy baja
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Regular
IV	301 y mayor	Muy densa

Figura 6. Distribución batimétrica de jurel por zonas costera y oceánica por categorías y sectores: norte, centro y sur.

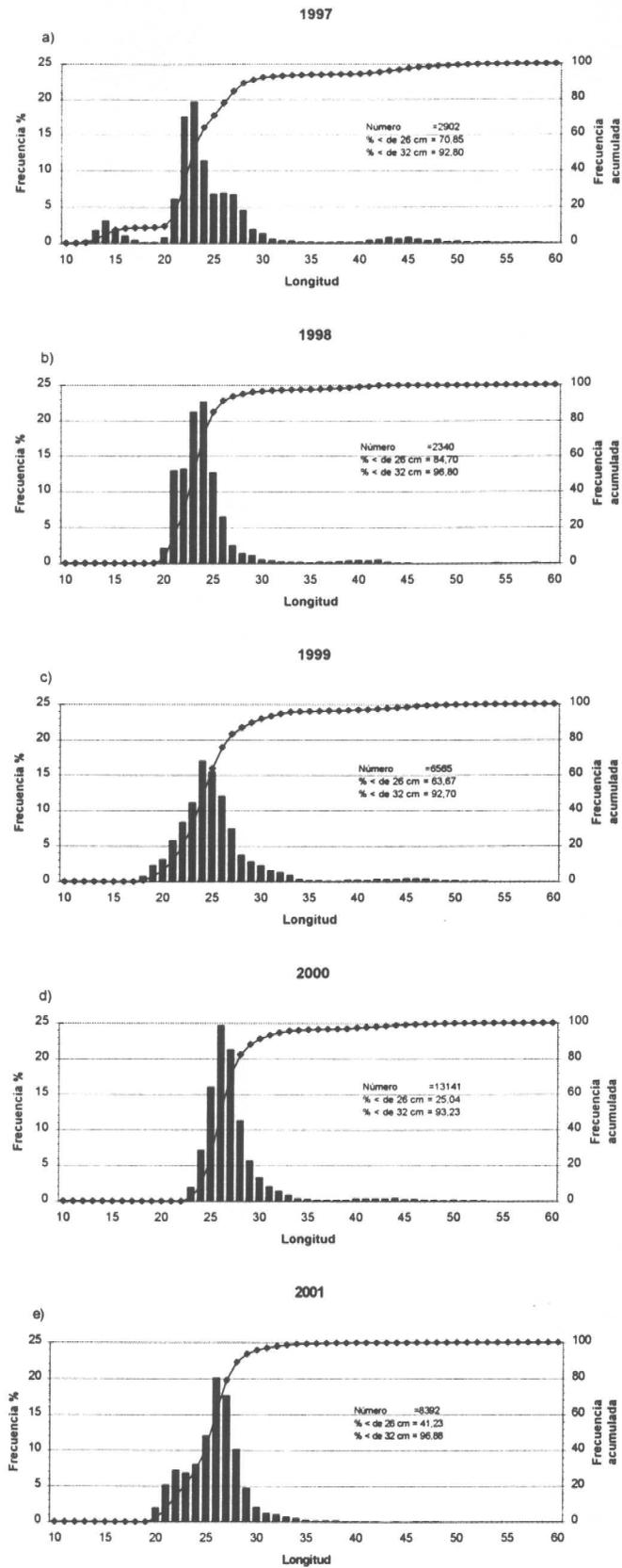
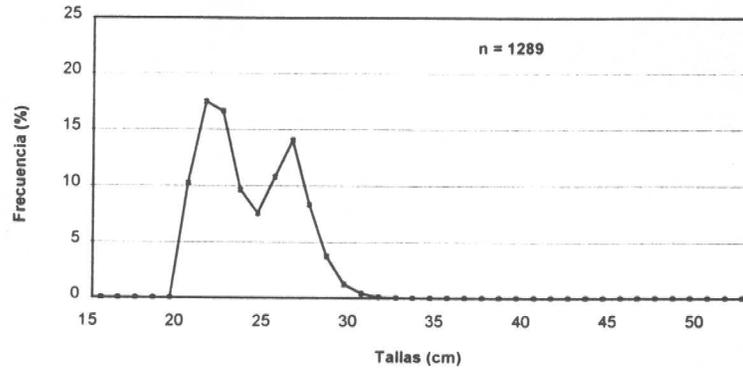
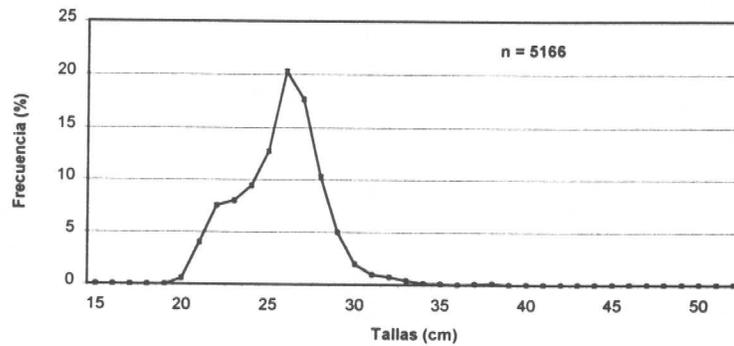


Figura 7. Distribución de tallas de jurel. a) 1997, b) 1998, c) 1999, d) 2000 y e) 2001.

a) Zona norte



b) Zona centro



c) Zona sur

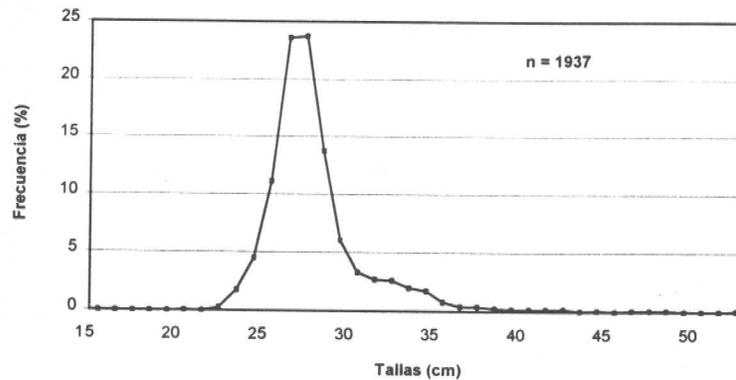


Figura 8. Distribución de tallas por sectores: a) zona norte, b) zona centro y c) zona sur.

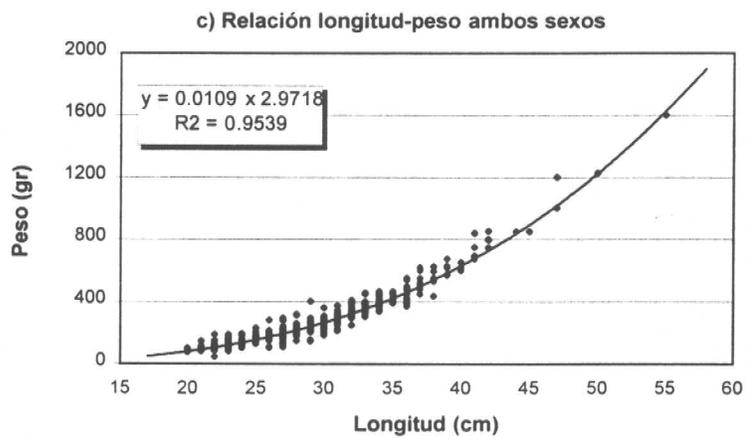
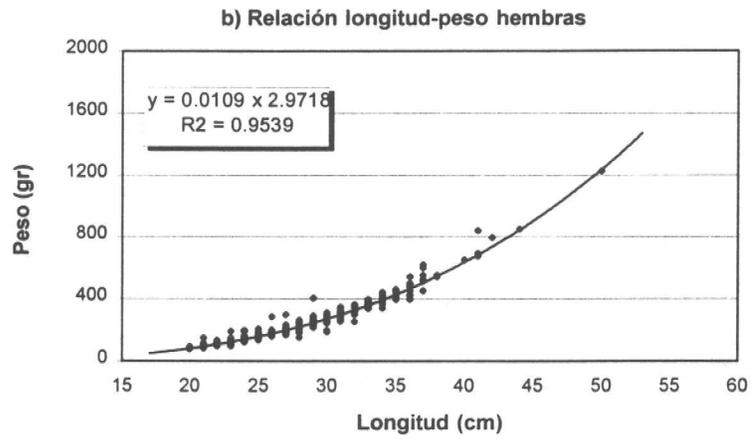
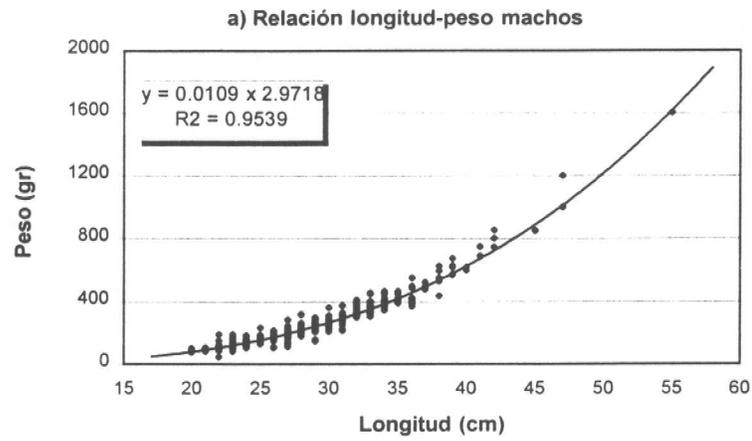


Figura 9. Relación longitud-peso: a) machos, b) hembras y c) ambos sexos.

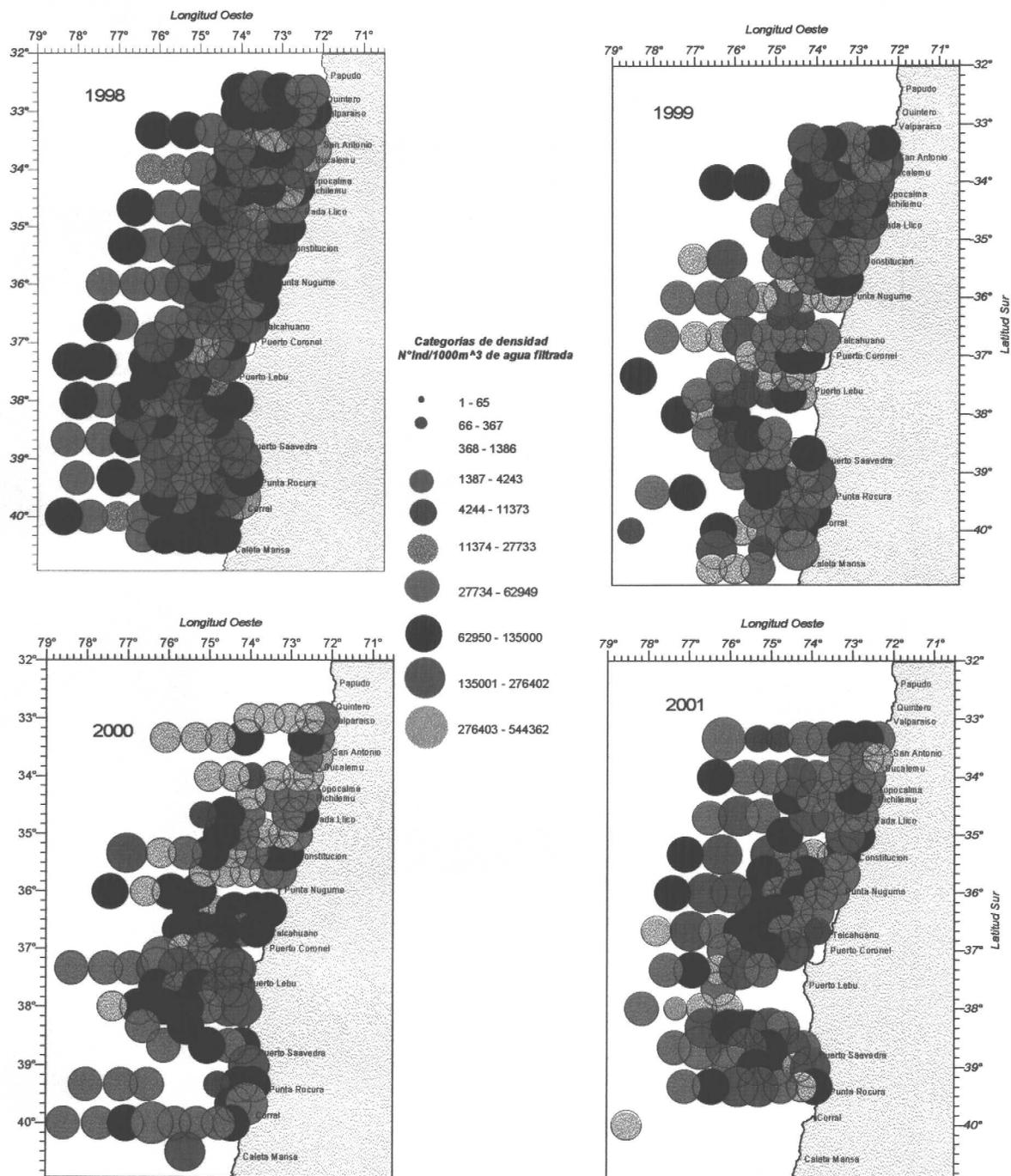


Figura 10 Distribución y Abundancia de Copépodos durante los cruces de otoño de los años 1998, 1999, 2000 y 2001.

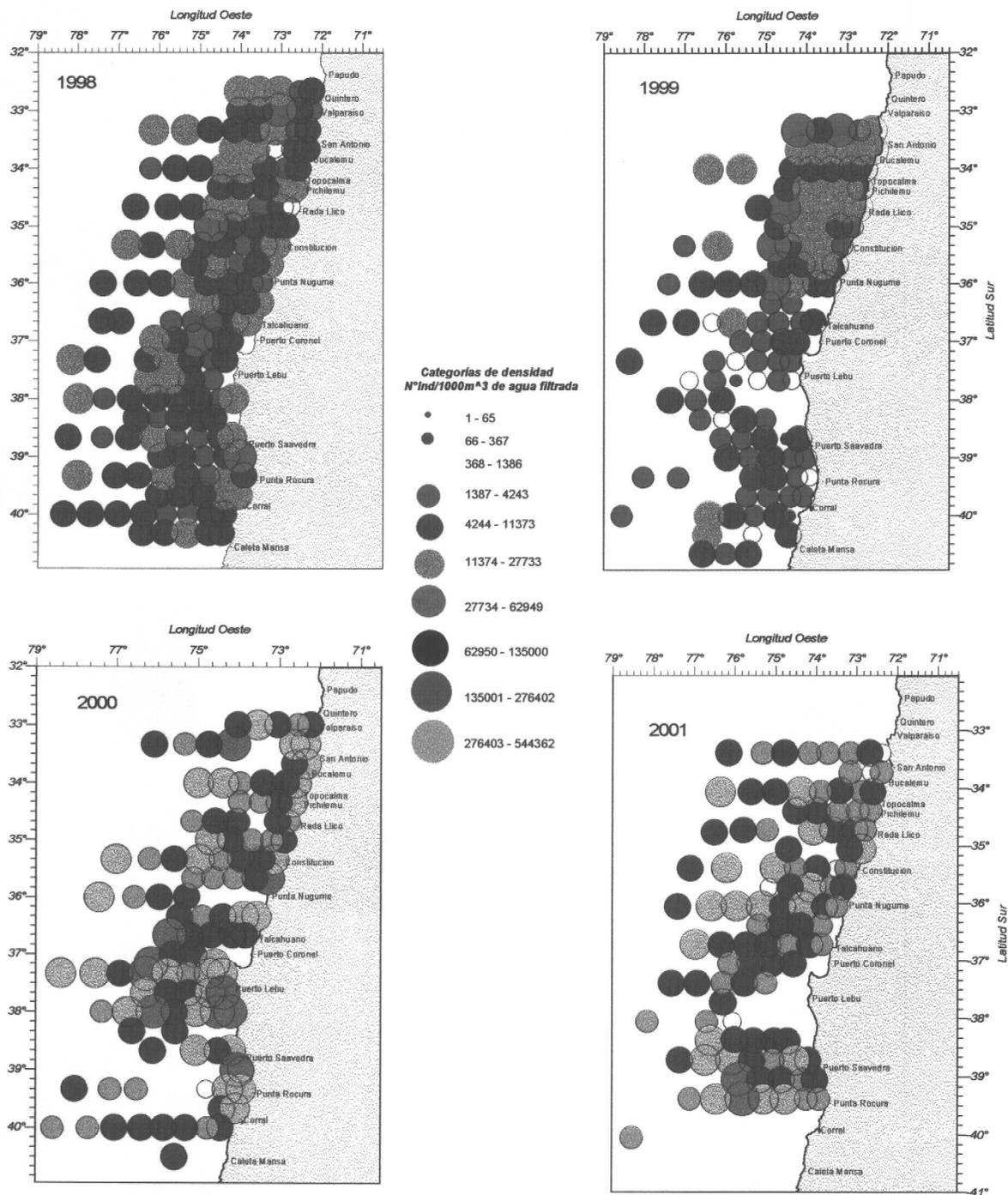


Figura 11 Distribución y Abundancia de Quetognathos durante los cruces de otoño de los años 1998, 1999, 2000 y 2001.

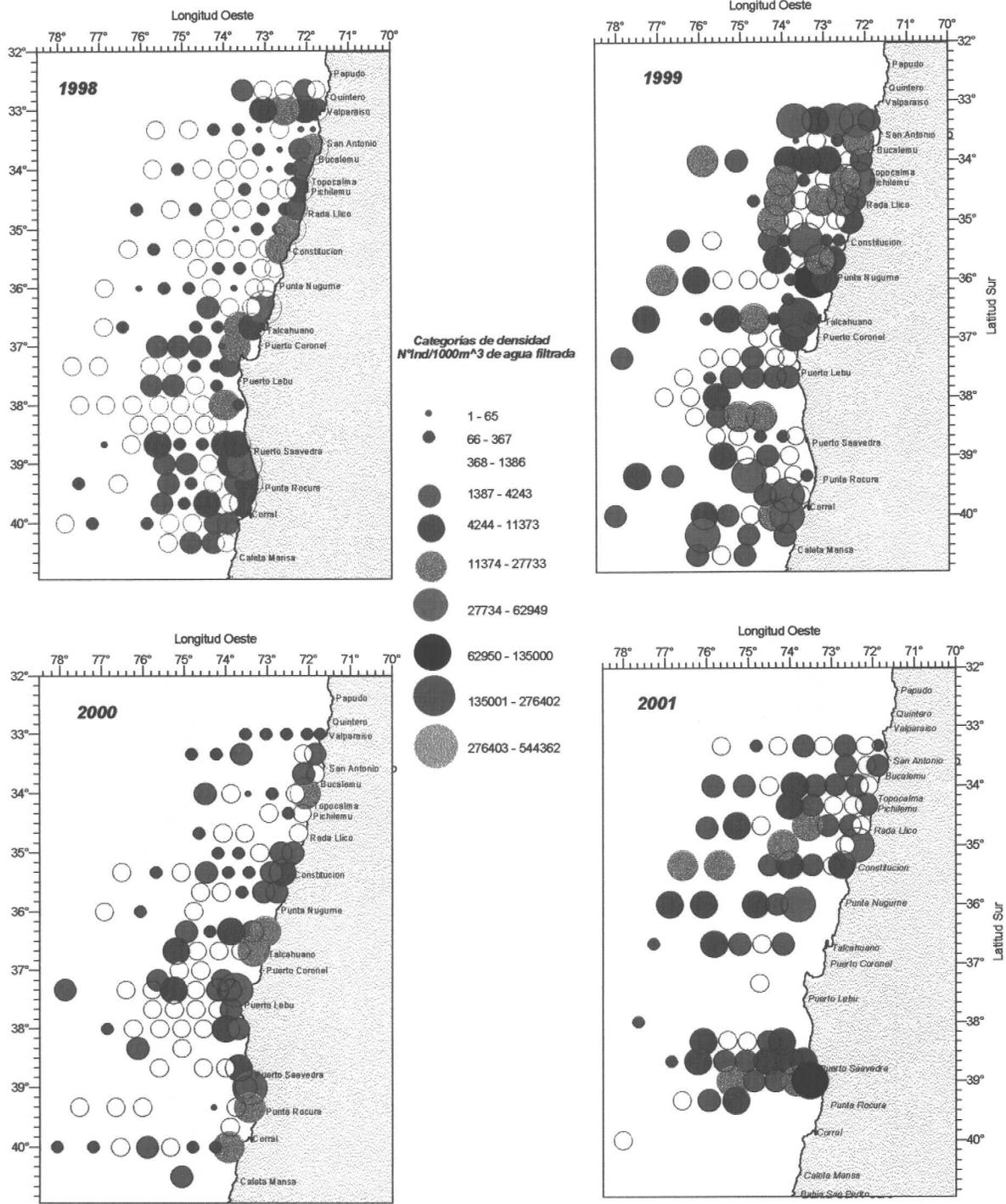


Figura 12. Distribución y Abundancia de Eufausiidos durante los cruceros de otoño de los años 1998, 1999, 2000 y 2001.

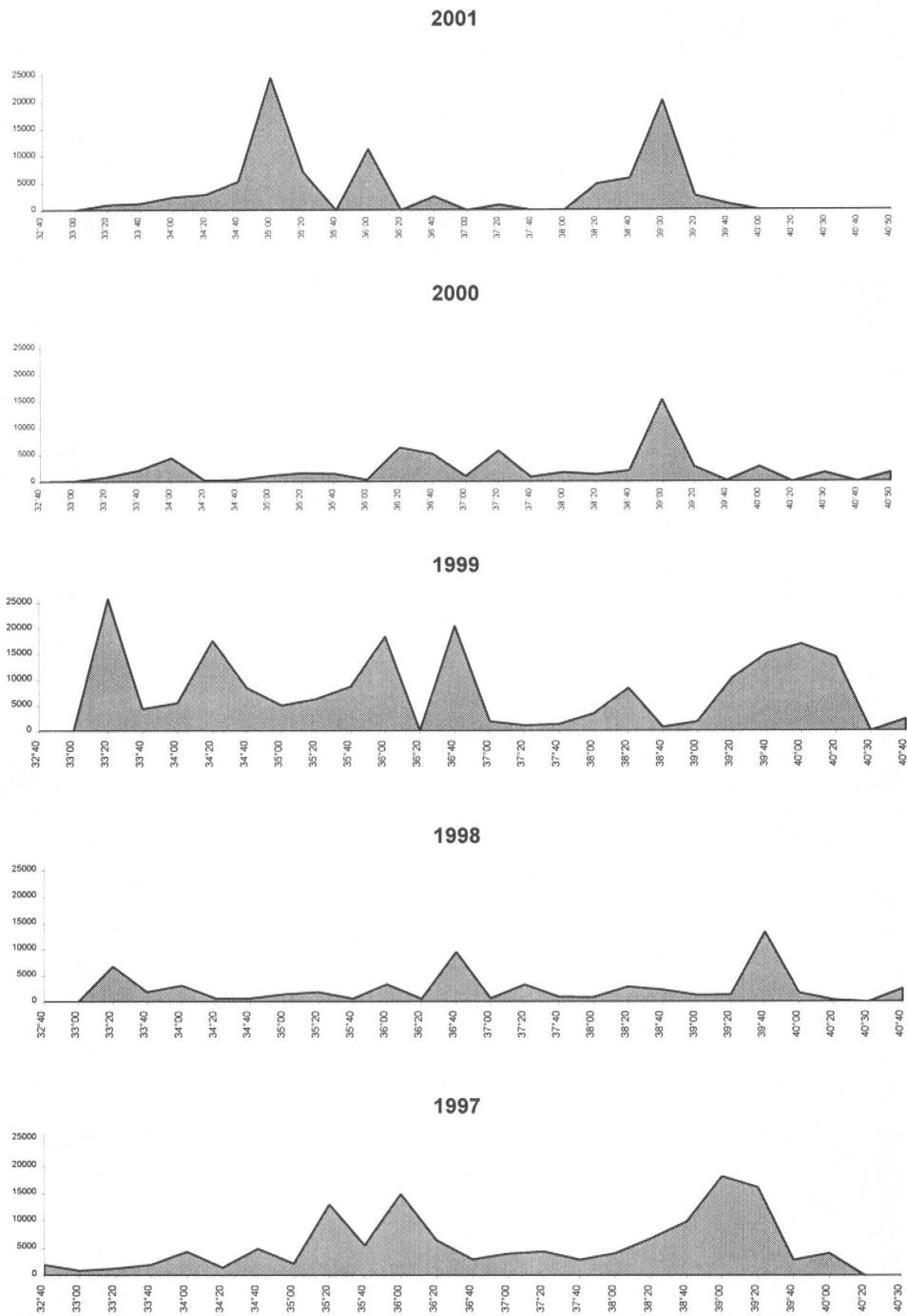
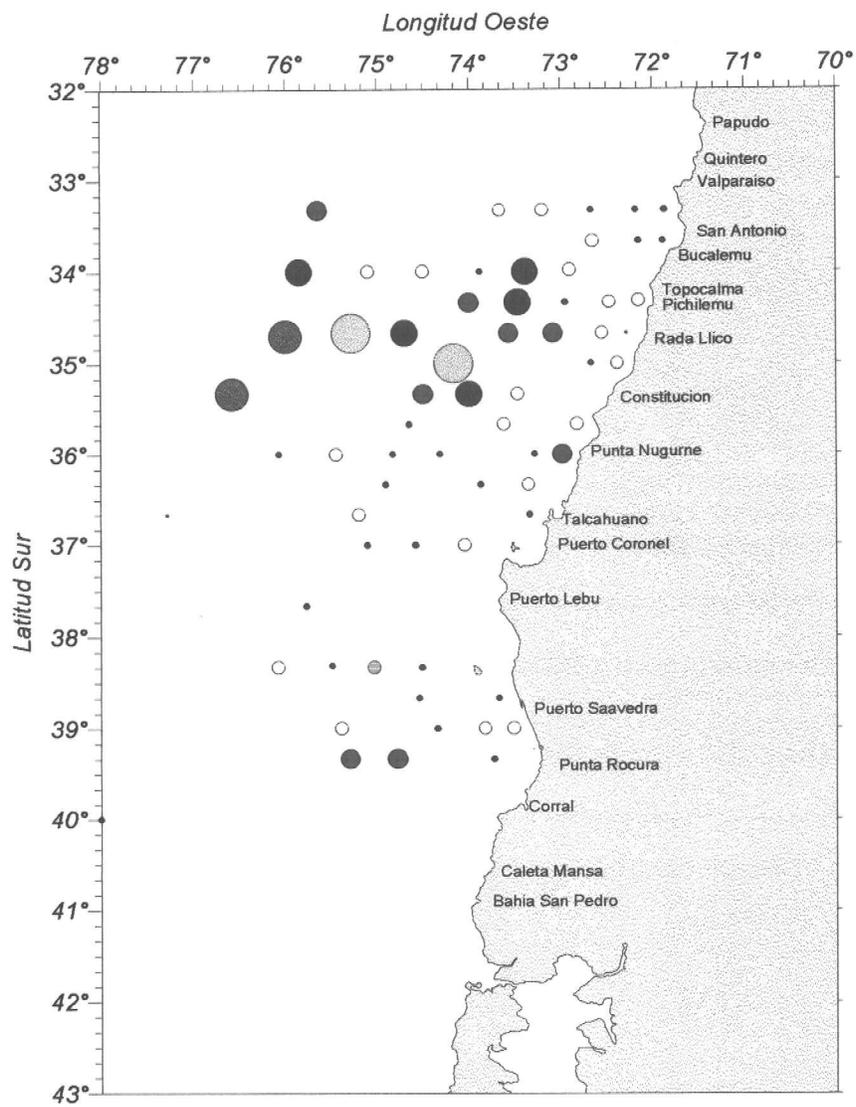


Figura 13 Distribución latitudinal de eufáidos en otoño de 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.



Categorías de densidad N°Salpas/1000m<sup>3</sup> de agua filtrada.

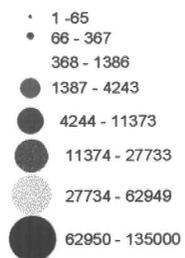


Figura 14 Distribución y Abundancia de Salpas. Crucero Jurel Otoño 2001.

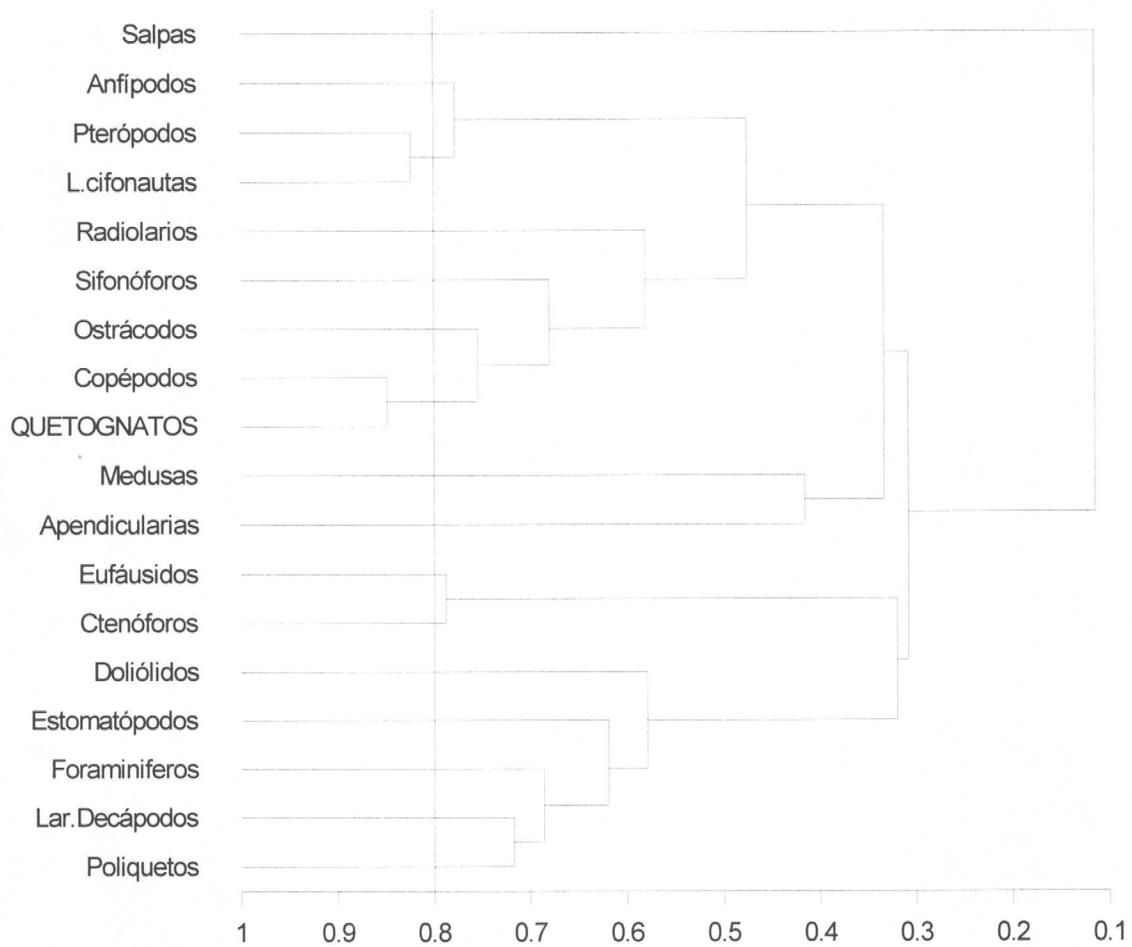


Figura 15 Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño del 2001.

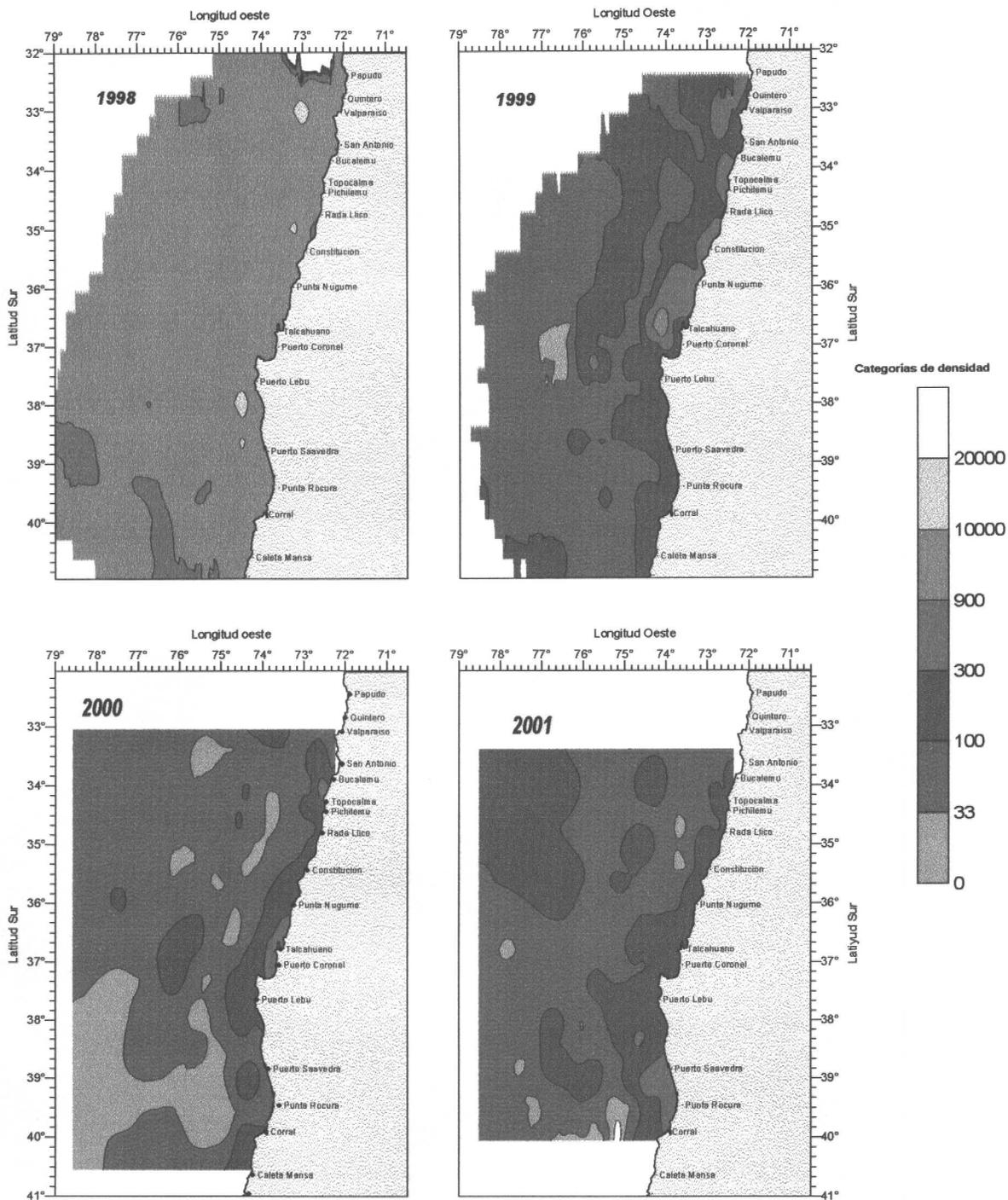
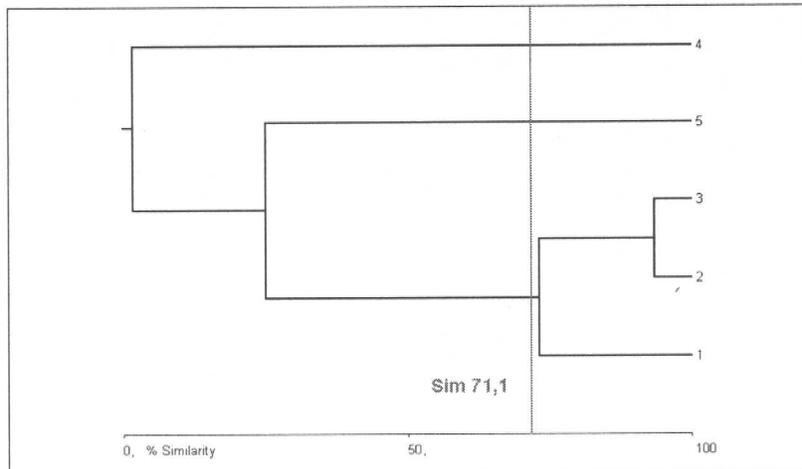
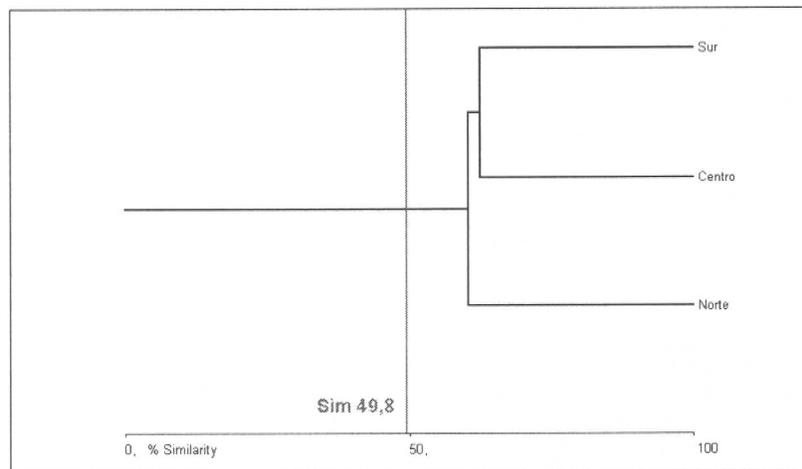


Figura 16 Distribución y Abundancia de la biomasa zooplanctónica total estimada durante los cruces de otoño de los años 1998, 1999, 2000 y 2001.

Grupos de tamaños (a)



Zonas geográfica (b)



Estrato profundidad (c)

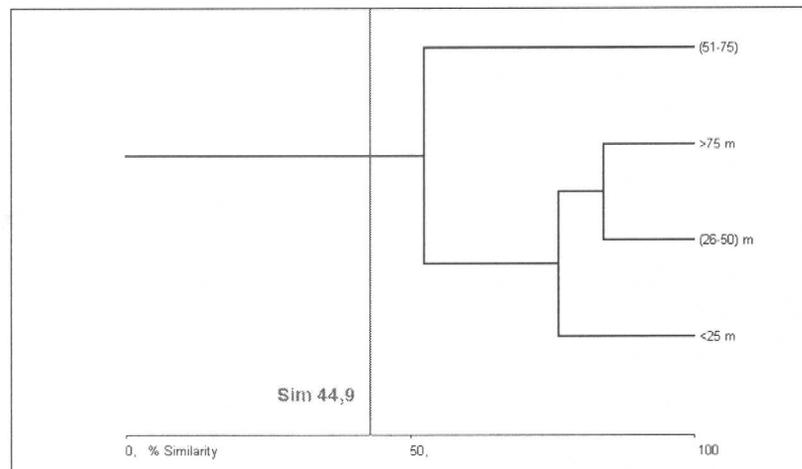


Figura 17. Dendogramas de similitud trófica (a) por grupo de tamaños, (b) por zonas geográficas y (c) por estrato de profundidad.

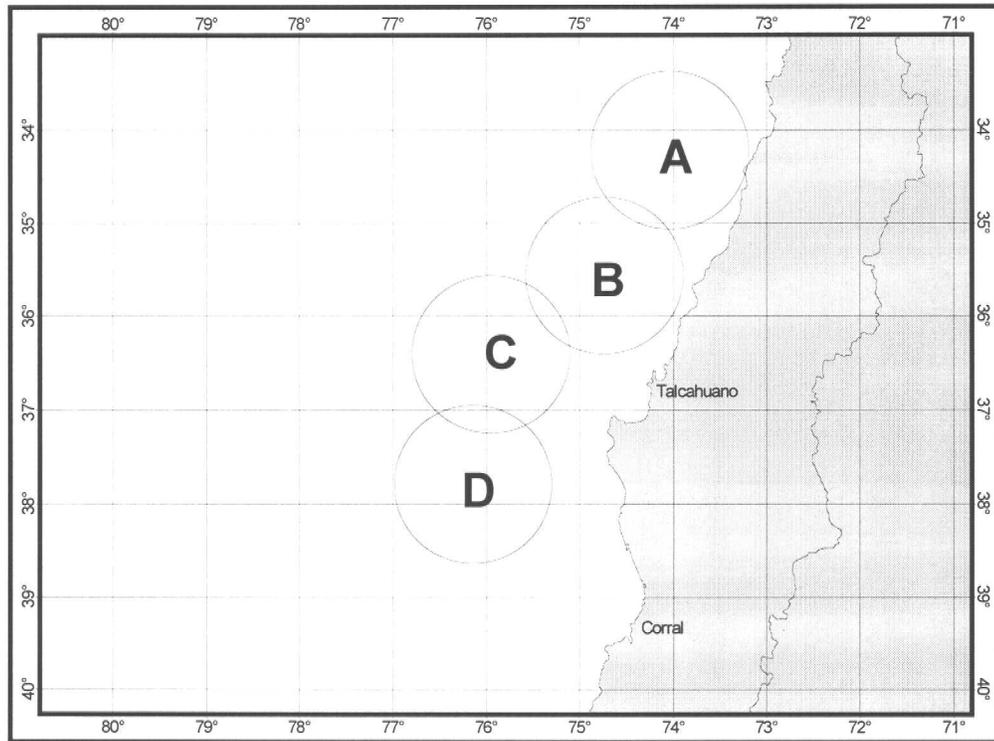


Figura 18. Agrupaciones de lances de pesca en sectores circulares de 50 mn de radio.

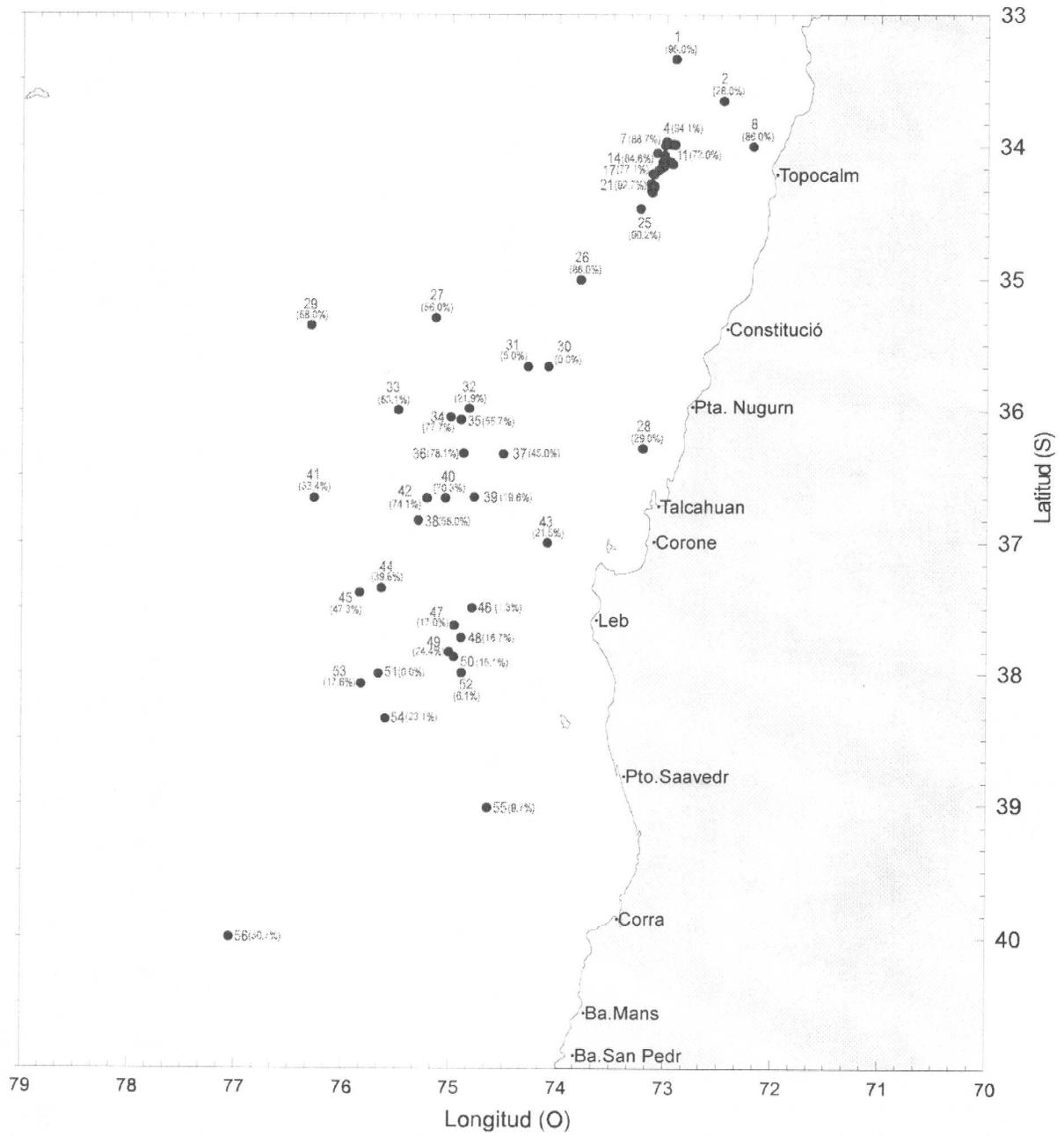


Figura 19.- Distribución espacial de lances de pesca y porcentaje bajo talla mínima.

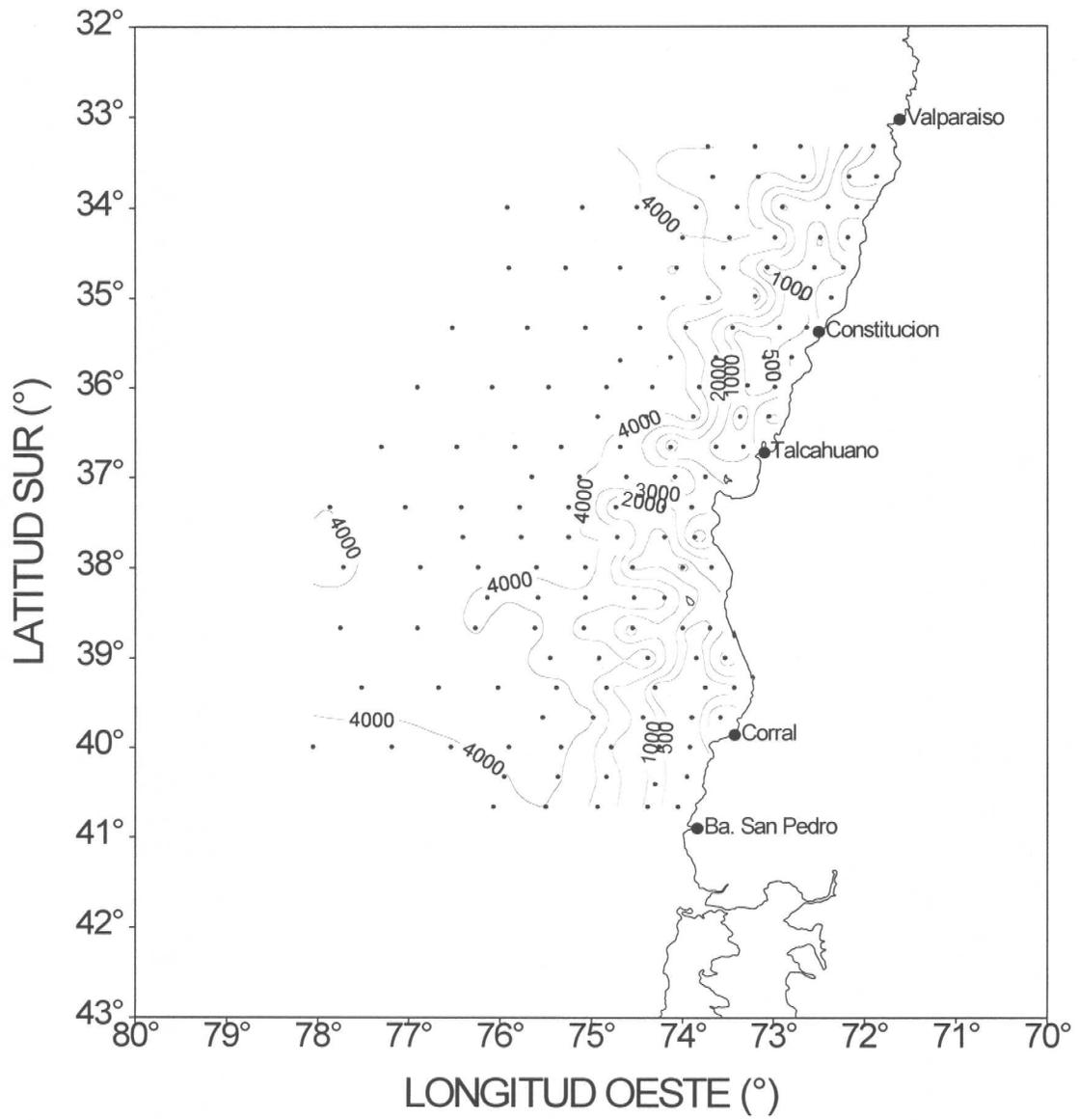


Figura 20. Batimetría global del área de estudio.

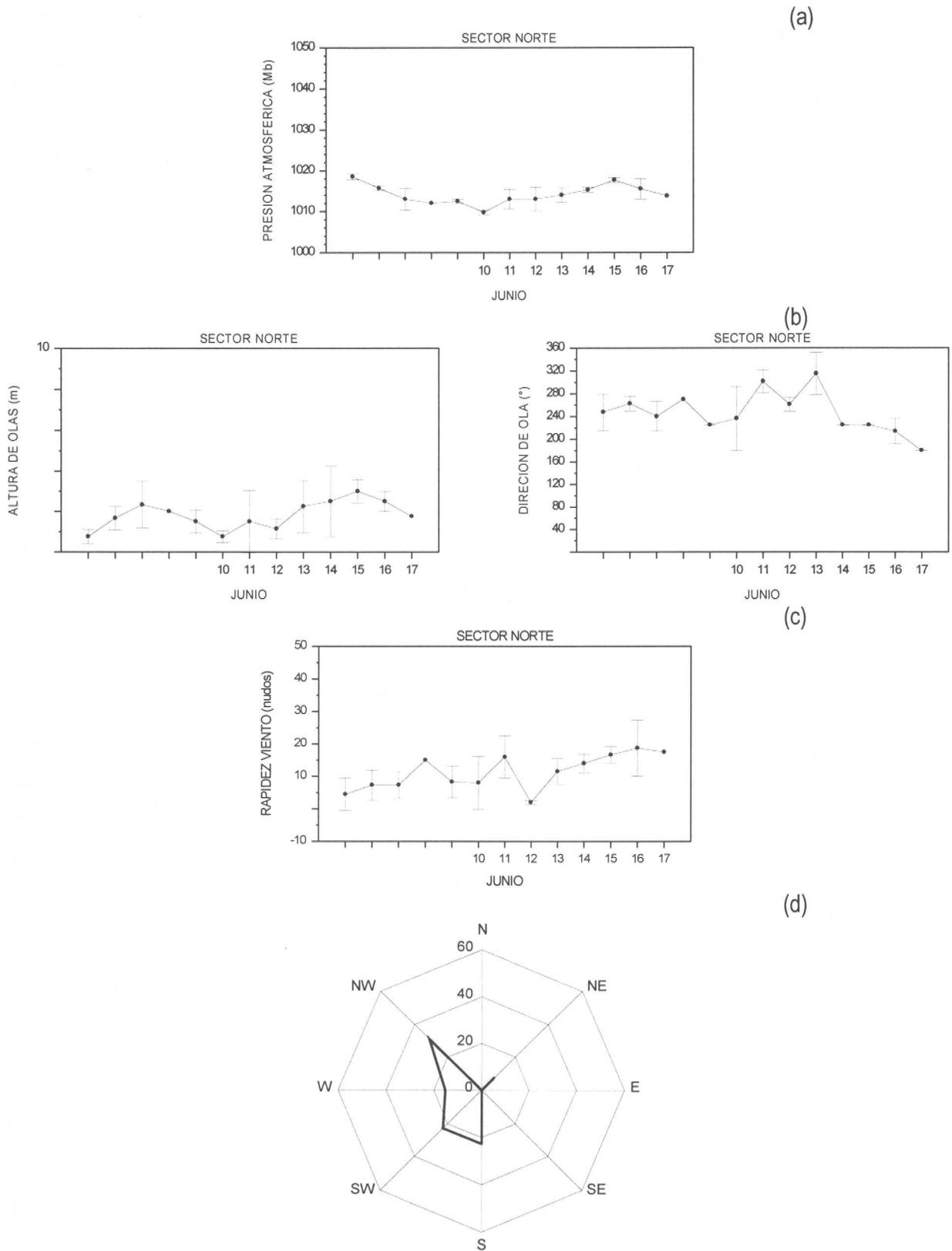


Figura 21. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio: (a) presión atmosférica, (b) altura y dirección de olas, (c) rapidez del viento y (d) rosa de vientos. Sector Norte.

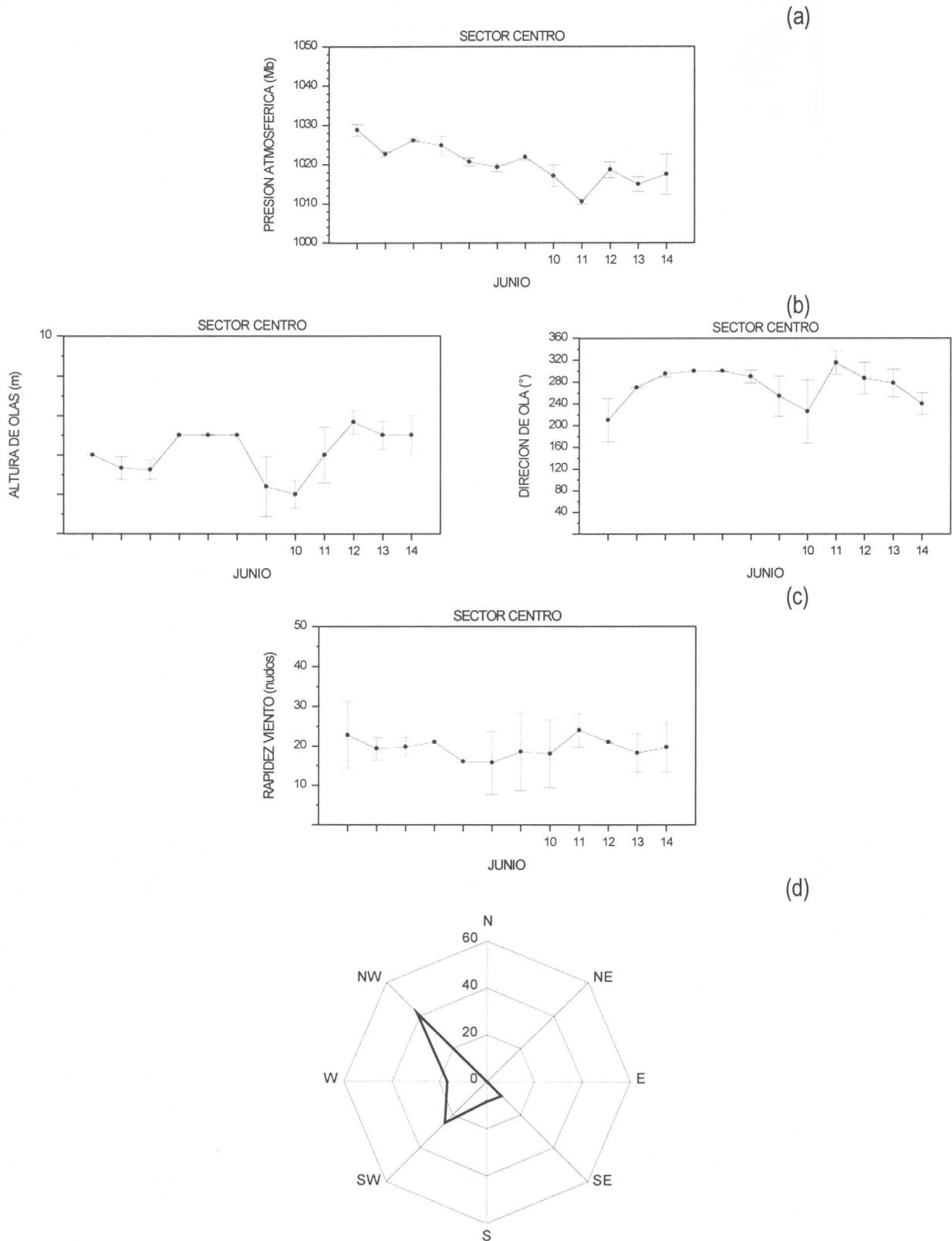


Figura 22. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio: (a) presión atmosférica, (b) altura y dirección de olas, (c) rapidez del viento y (d) rosa de vientos. Sector Centro.

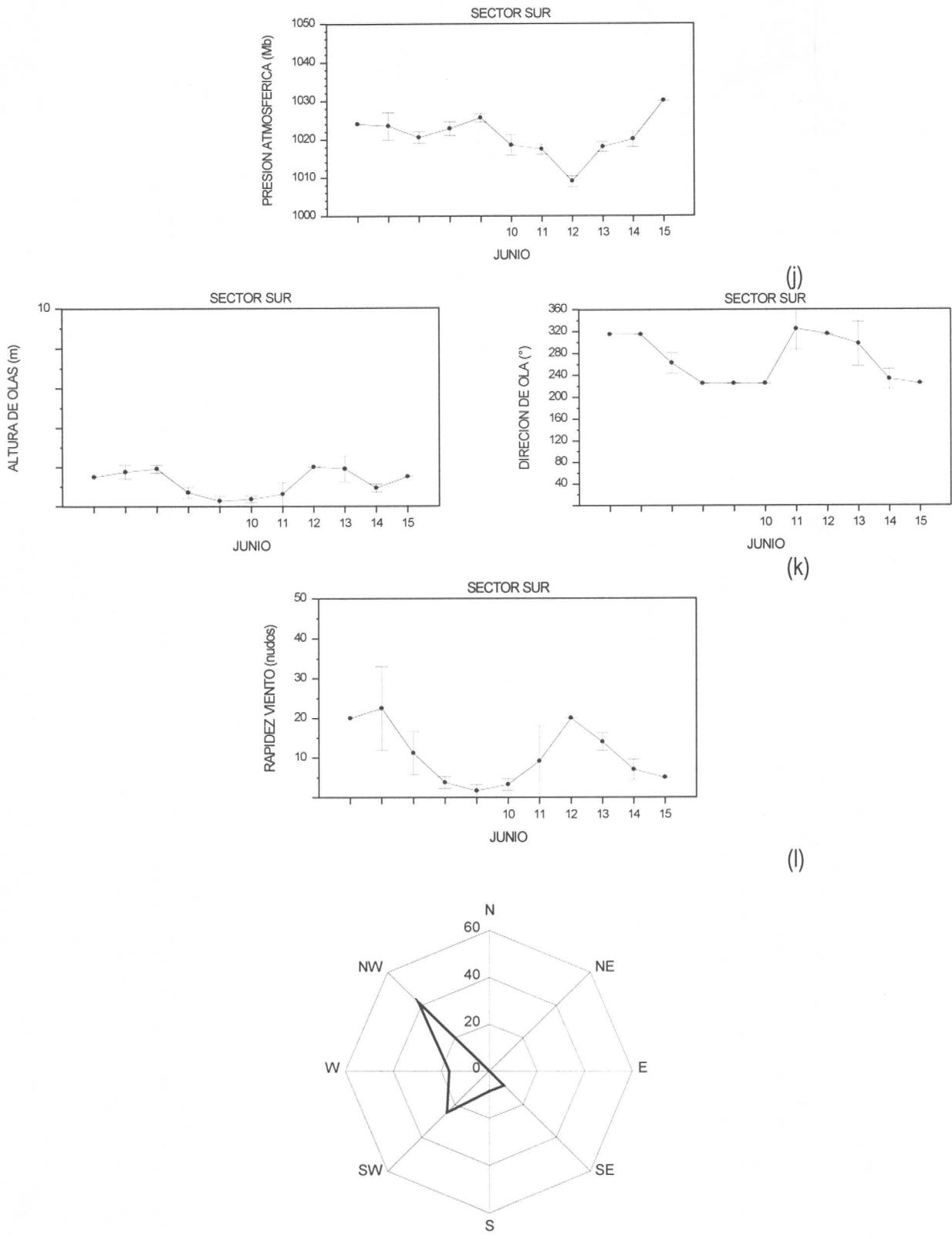


Figura 23. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio: (a) presión atmosférica, (b) altura y dirección de olas, (c) rapidez del viento y (d) rosa de vientos. Sector Sur.

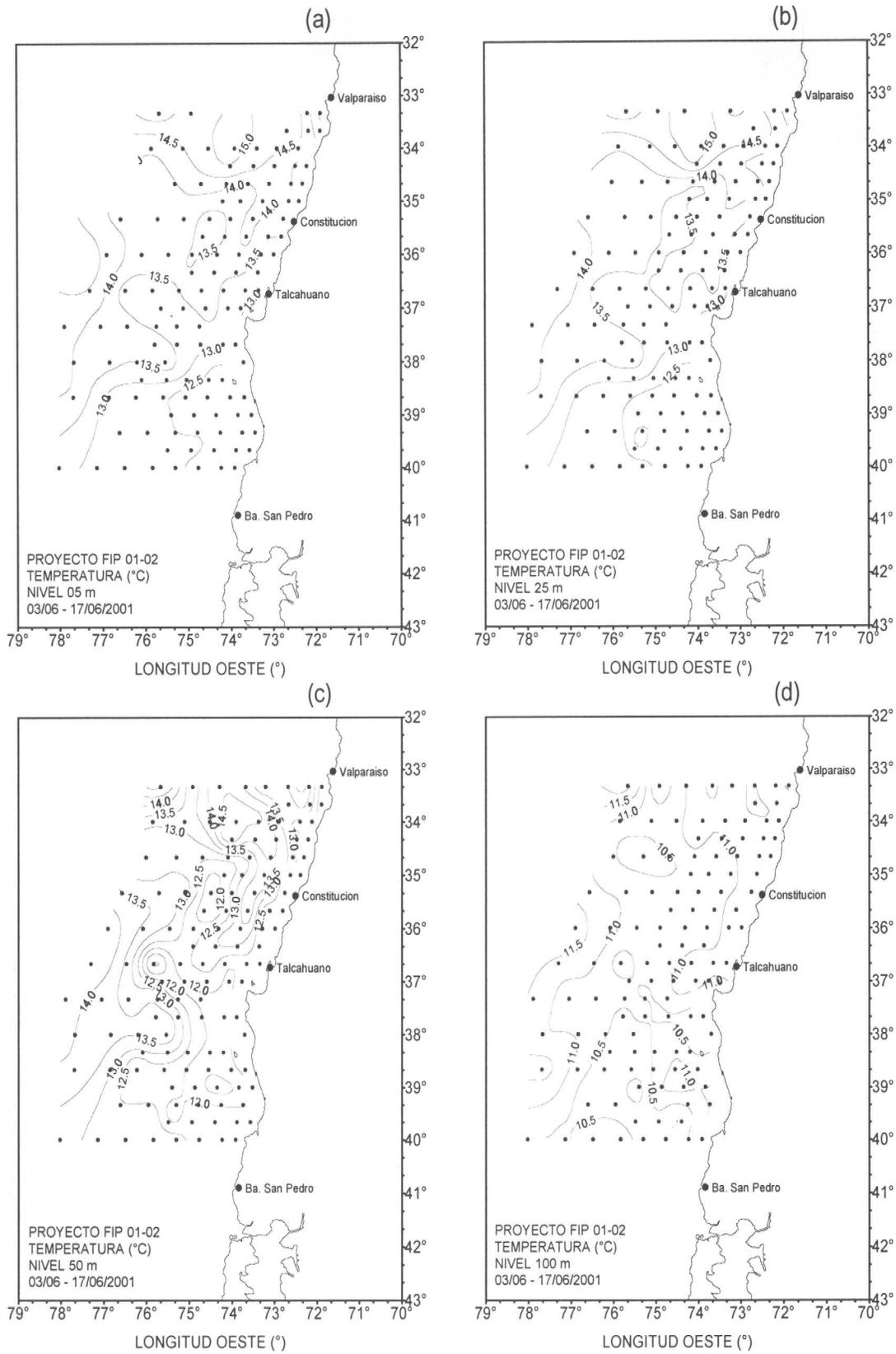


Figura 24. Distribución horizontal de temperatura (°C). Estratos de (a) 5, (b) 25, (c) 50 y (d) 100 m de profundidad.

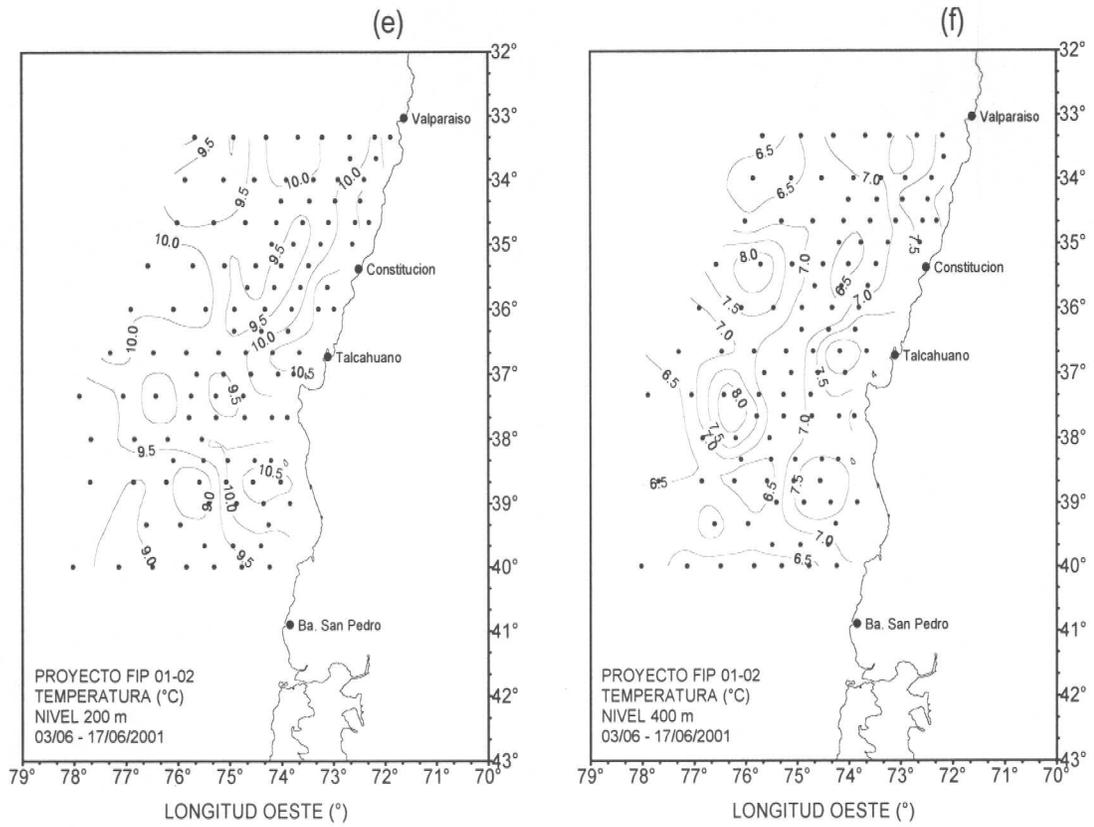


Figura 24. (continuación). Distribución horizontal de temperatura (°C). Estratos de (e) 200 y (f) 400 m de profundidad.

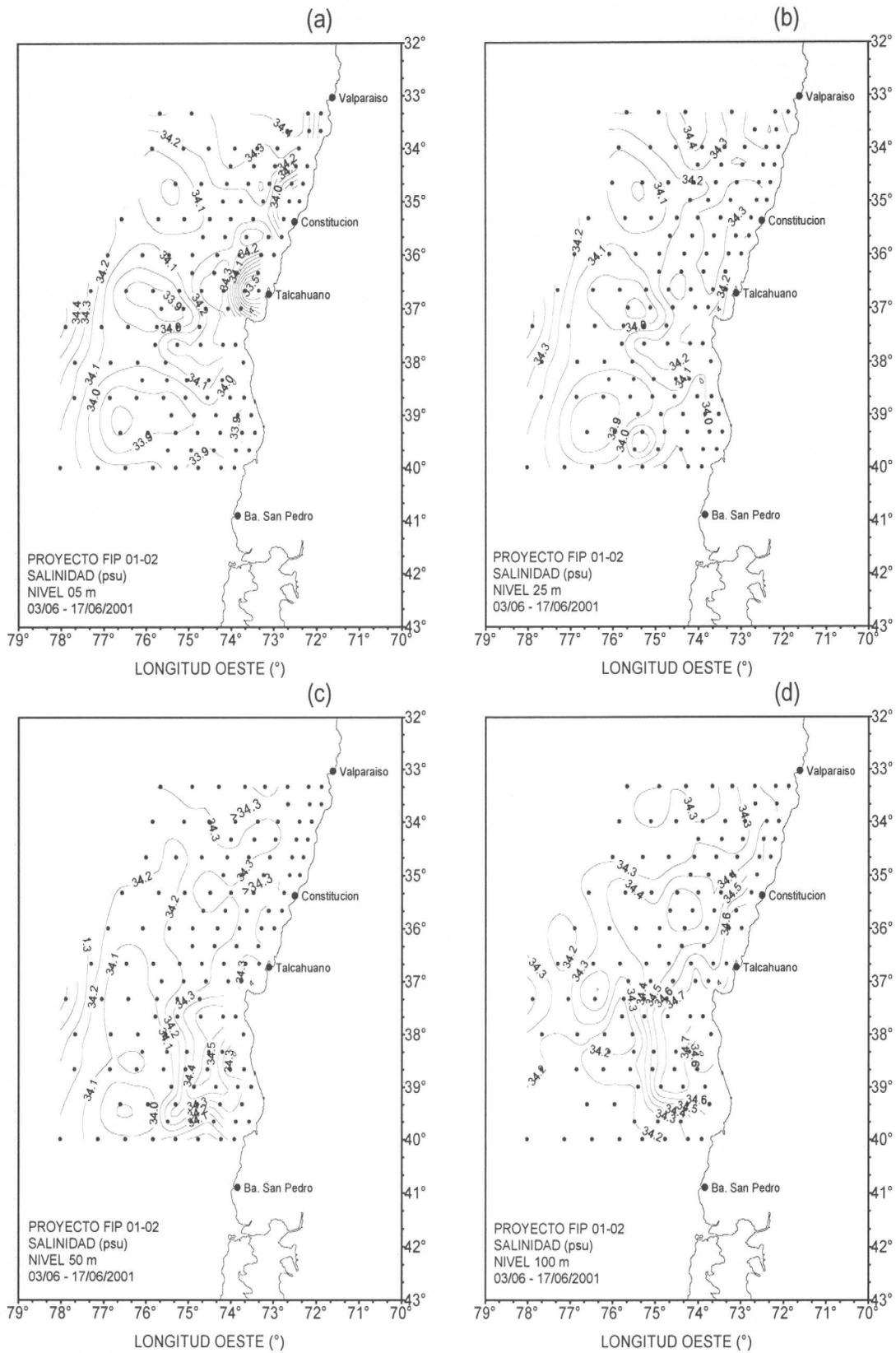


Figura 25 Distribución horizontal de salinidad (psu). Estratos de (a) 5, (b) 25, (c) 50 y (d) 100 m de profundidad.

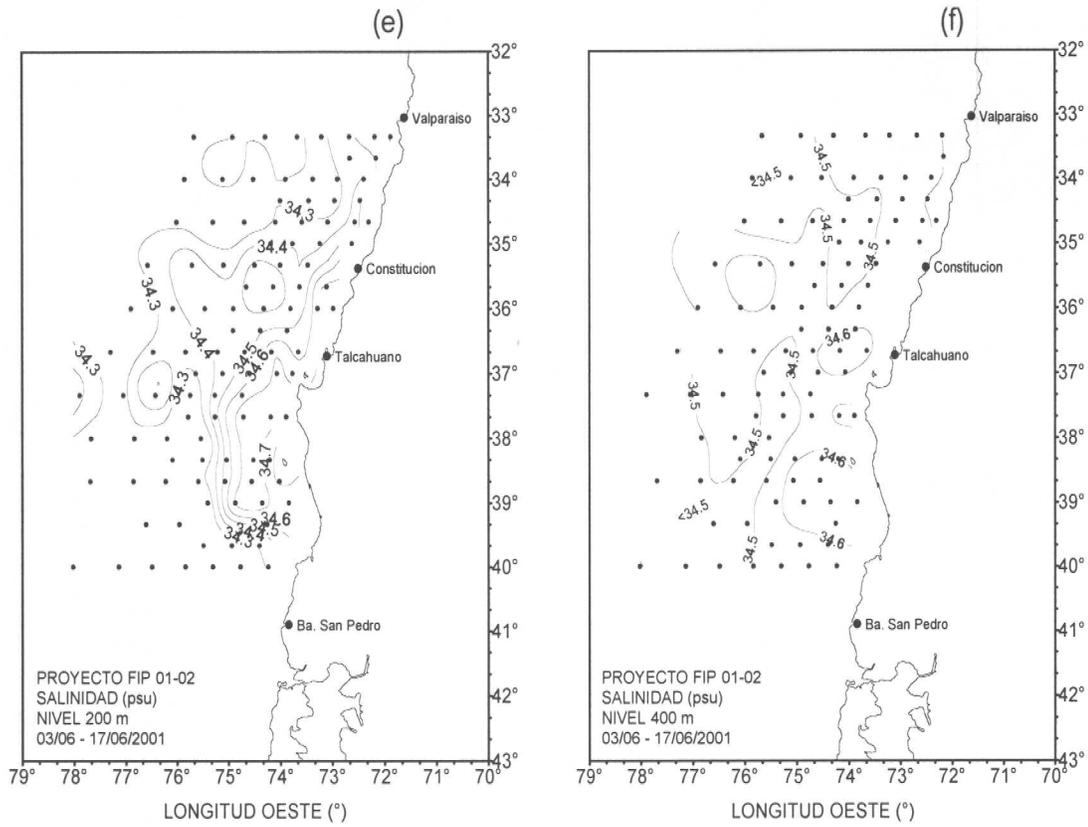


Figura 25. (continuación). Distribución horizontal de salinidad (psu). Estratos de (e) 200 y (f) 400 m de profundidad.

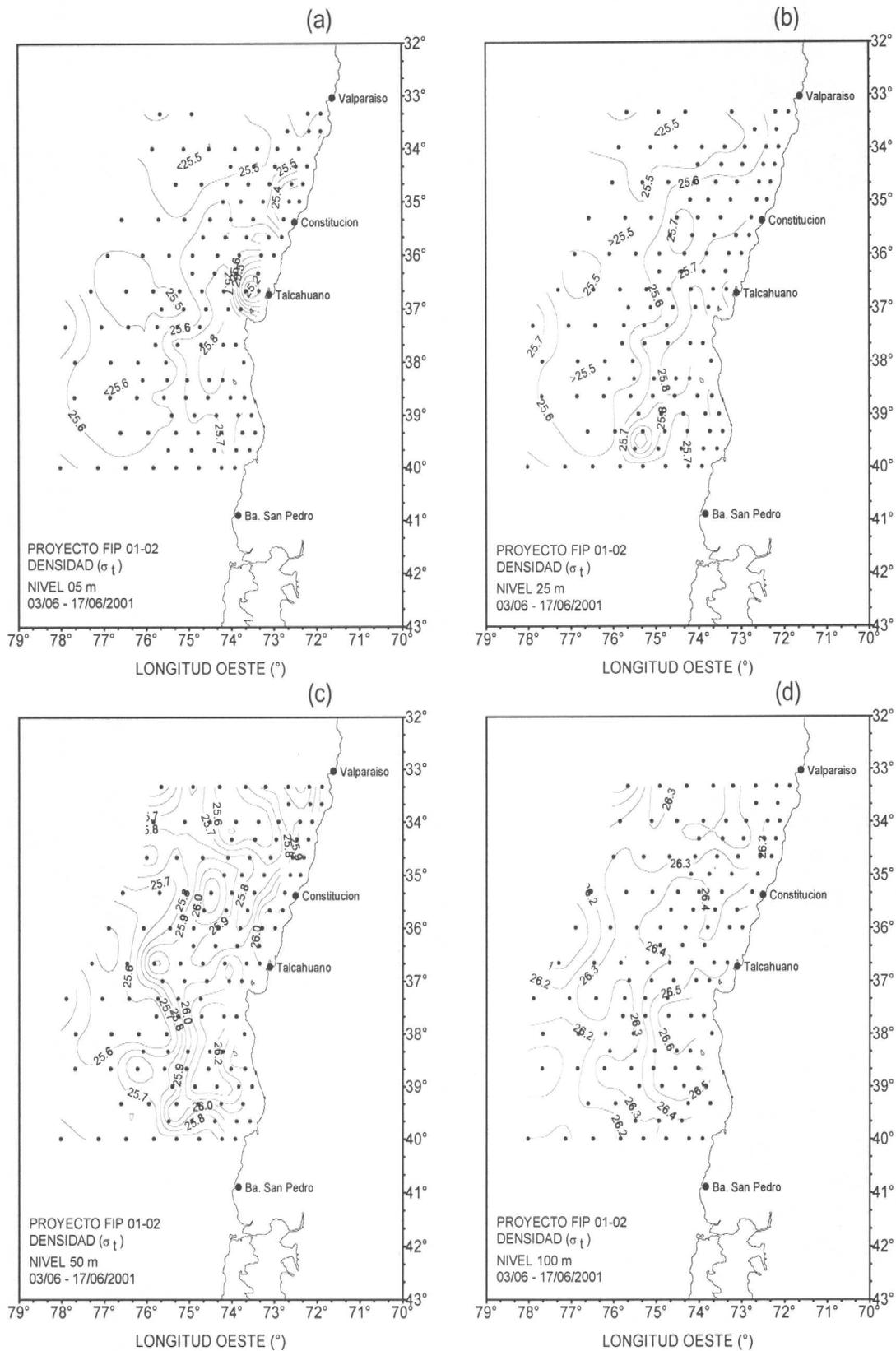


Figura 26. Distribución horizontal de densidad ( $\sigma_t$ ). Estratos de (a) 5, (b) 25, (c) 50 y (d) 100 m de profundidad.



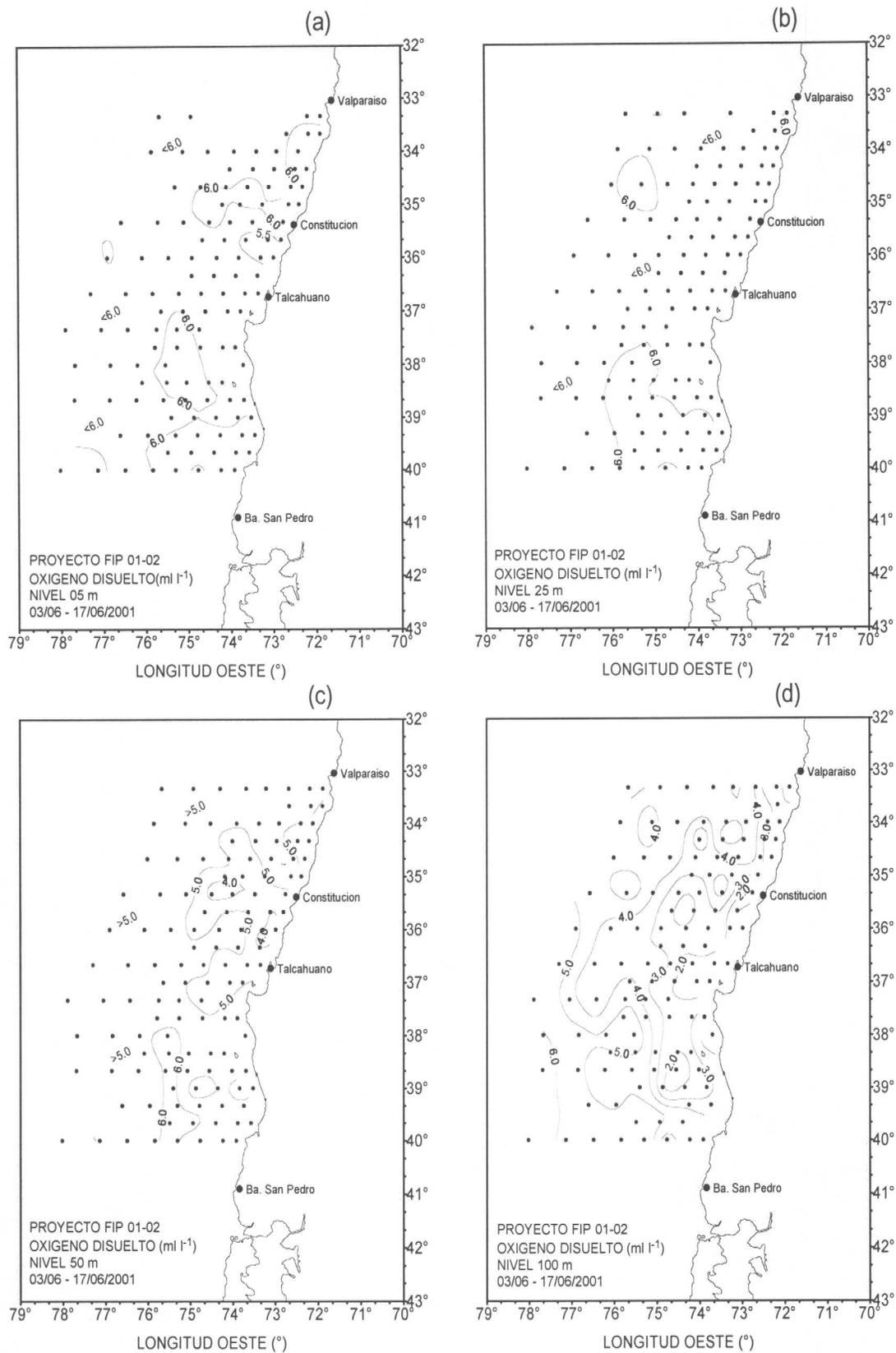


Figura 27 Distribución horizontal de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>). Estratos de (a) 5, (b) 25, (c) 50 y (d) 100 m de profundidad.

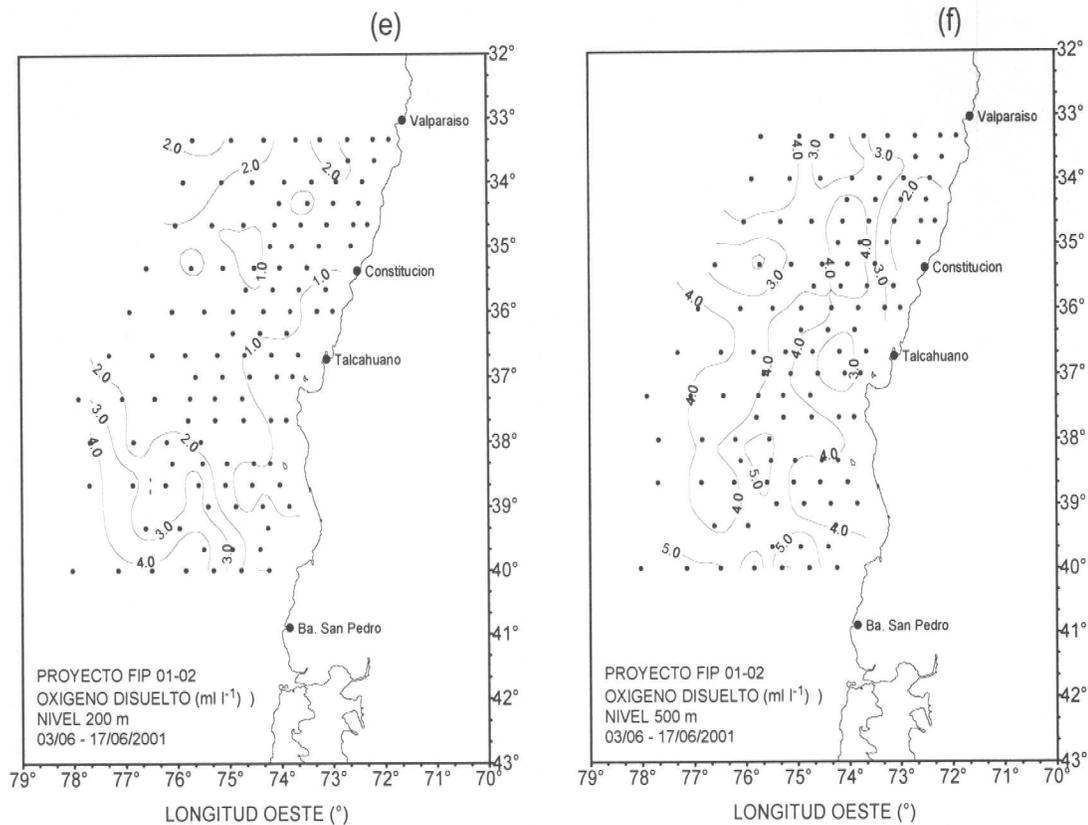


Figura 27. (continuación). Distribución horizontal de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>). Estratos de (e) 200 y (f) 500 m de profundidad.

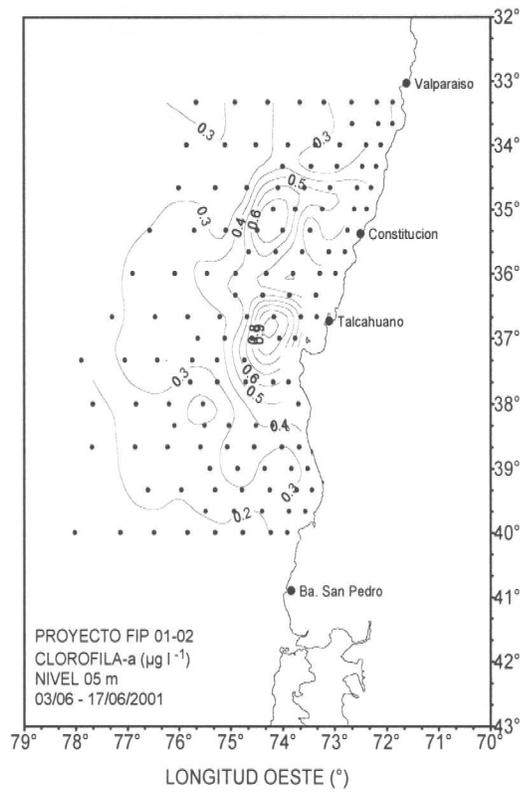


Figura 28. Distribución horizontal de Clorofila-a ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) en el estrato de 5 m de profundidad.

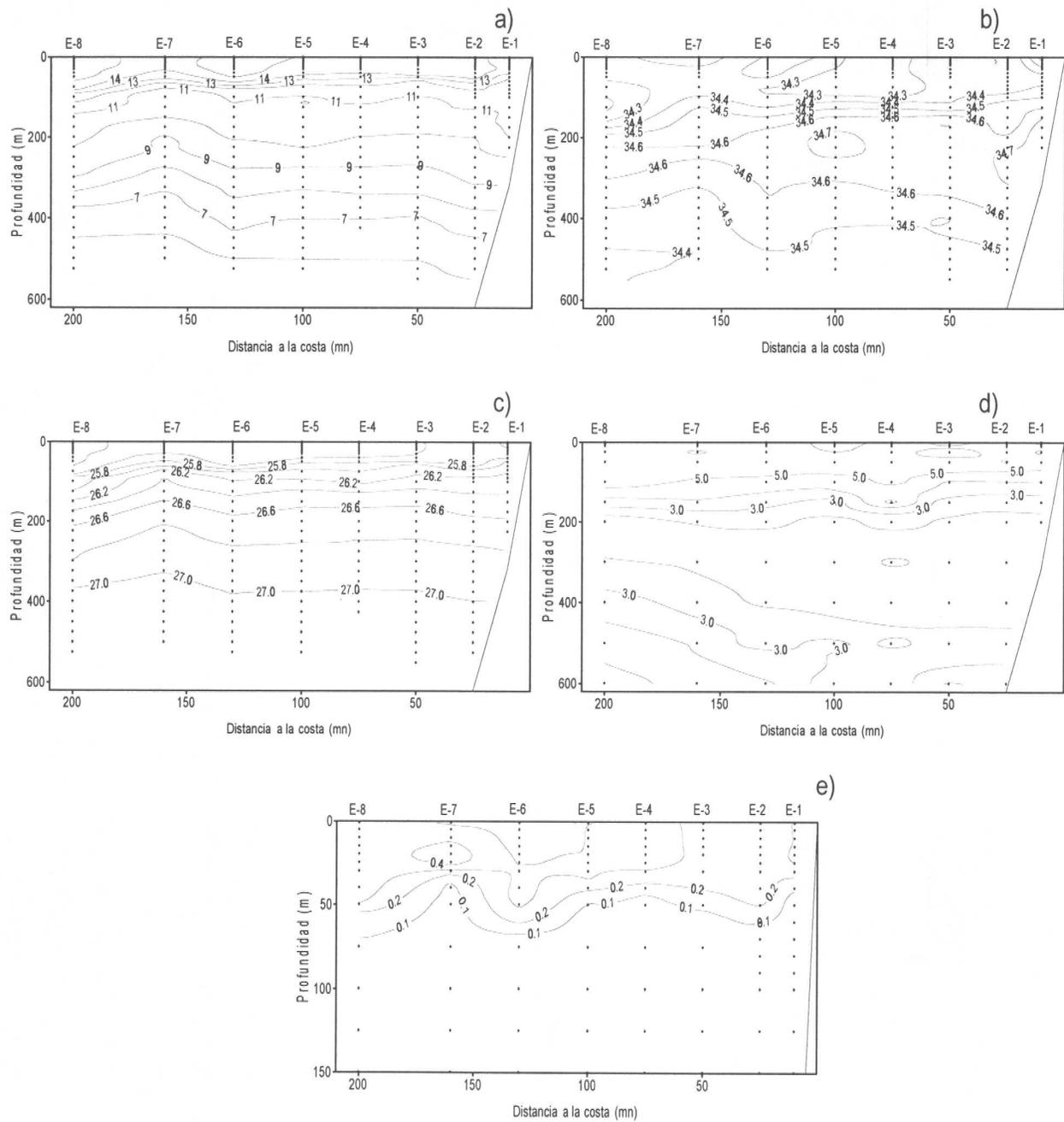


Figura 29. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma_t$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) Clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la Transecta 1.

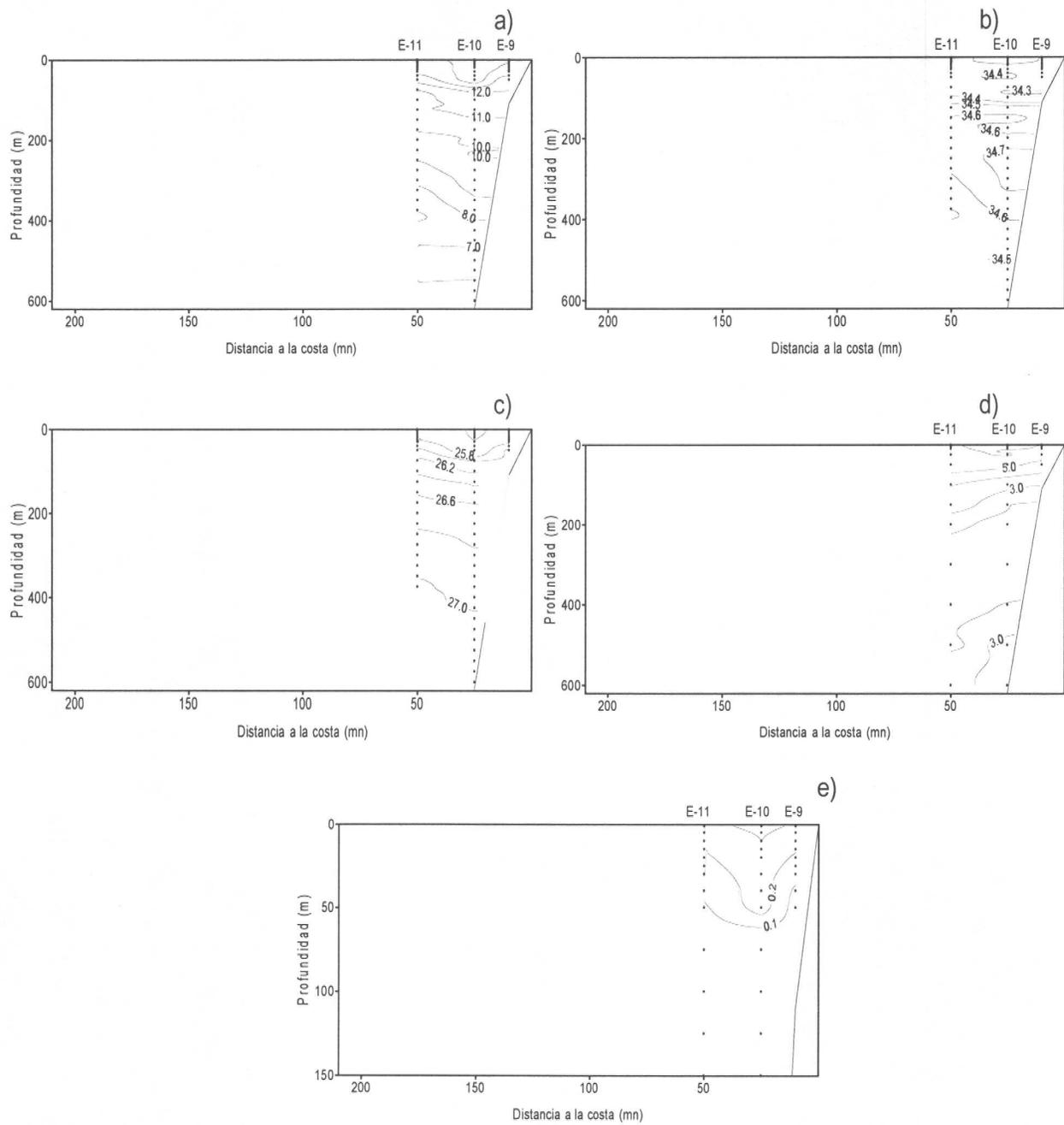


Figura 30. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 2.

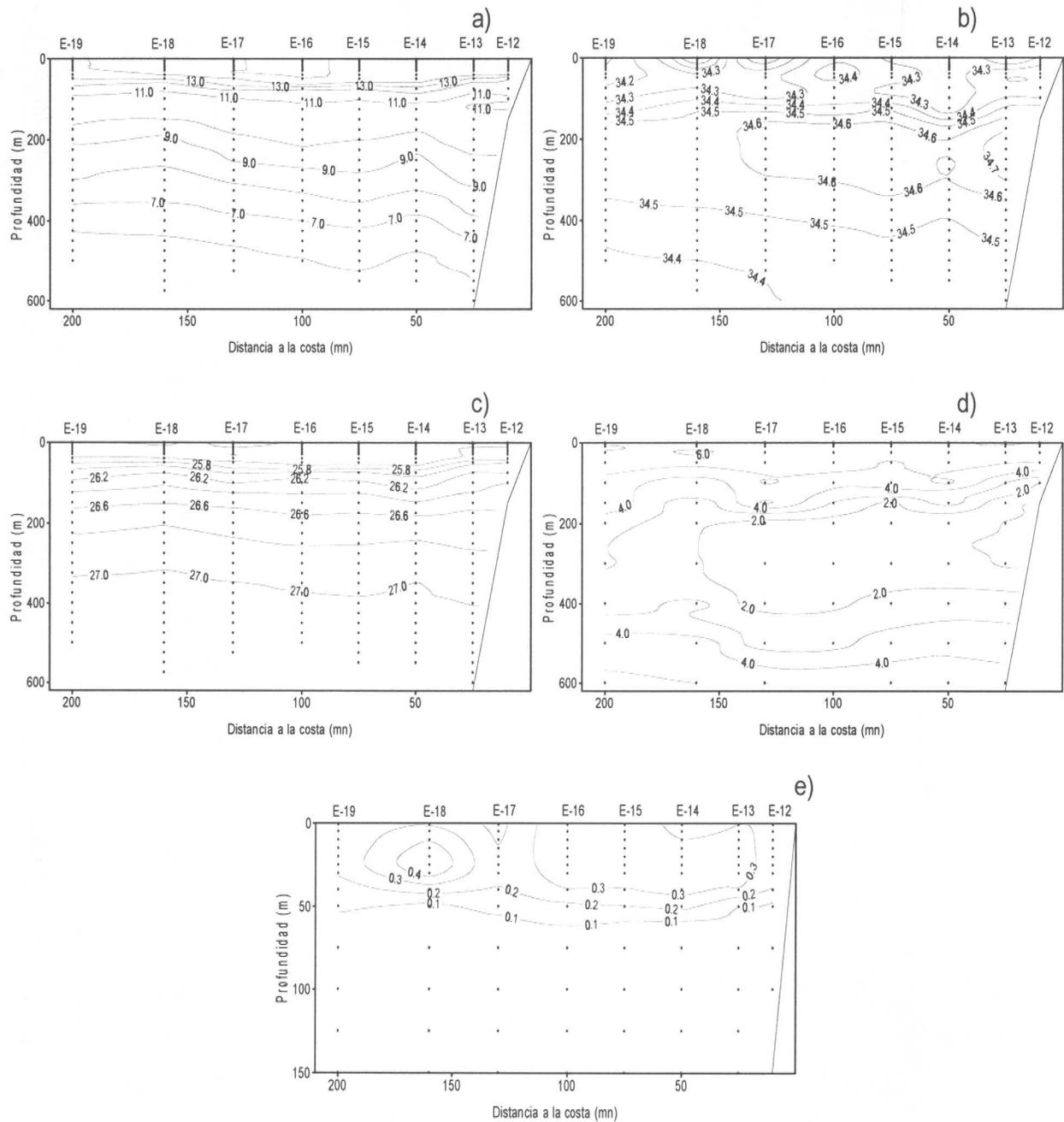


Figura 31. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 3.

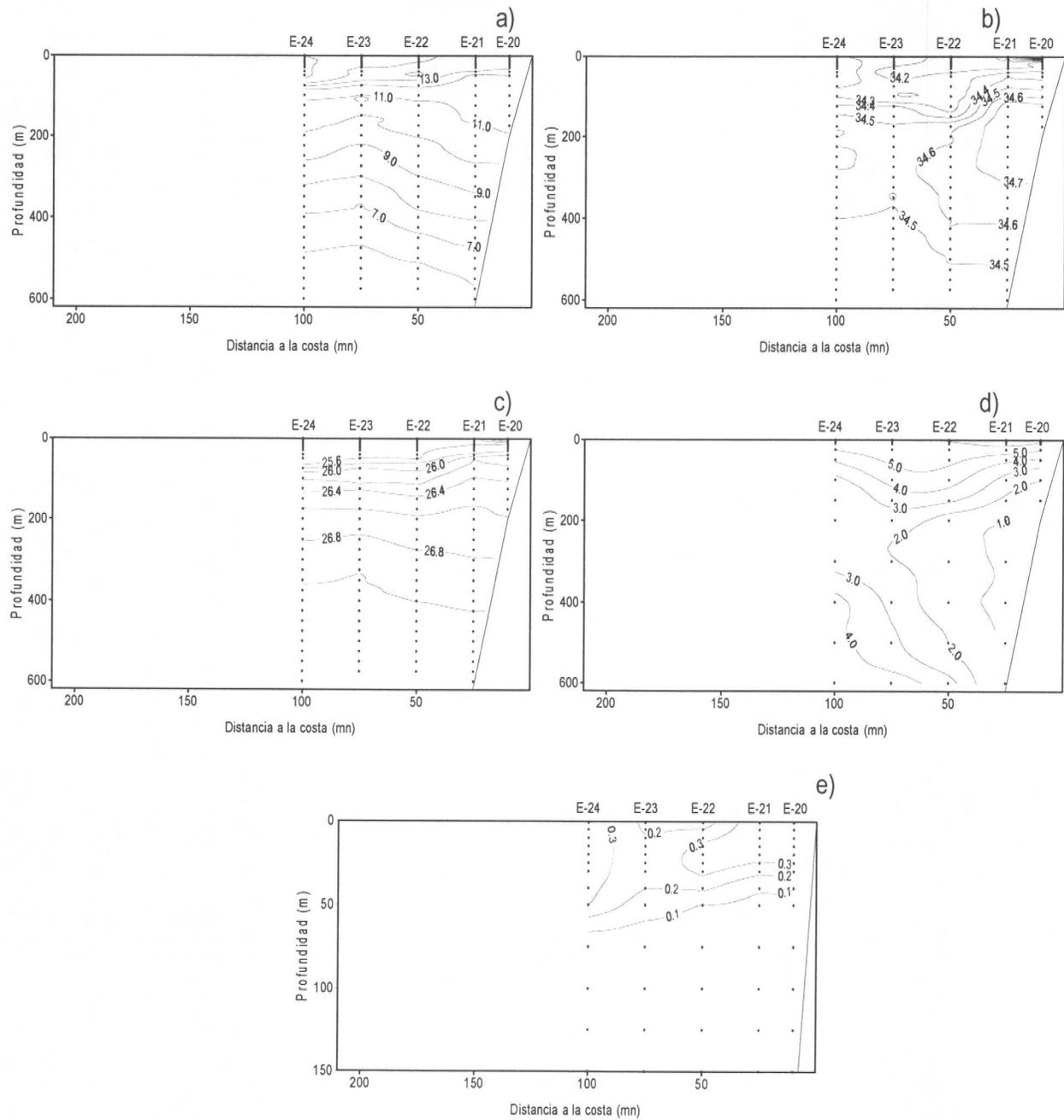


Figura 32. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 4.

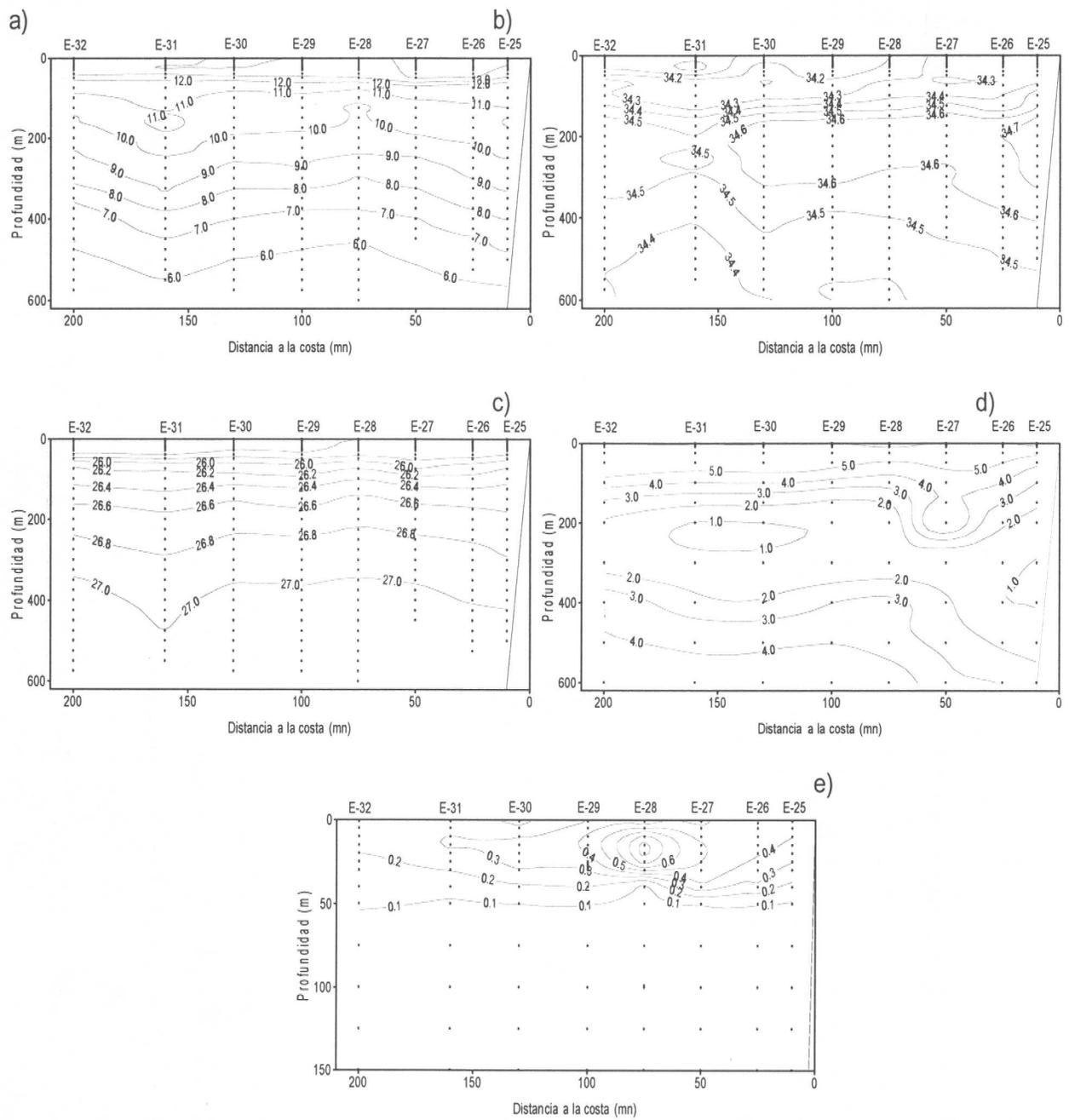


Figura 33. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 5.

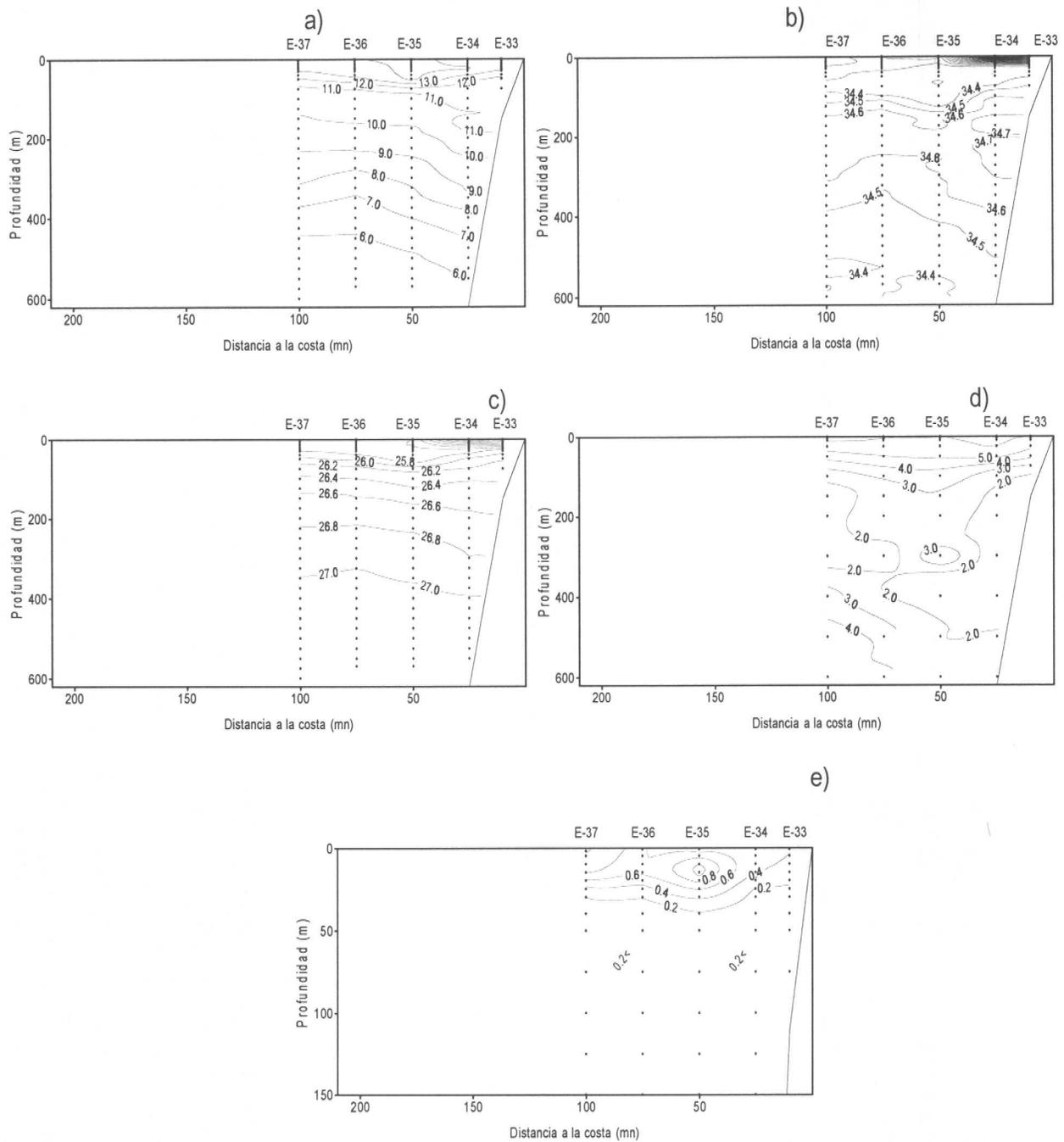


Figura 34. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 6.

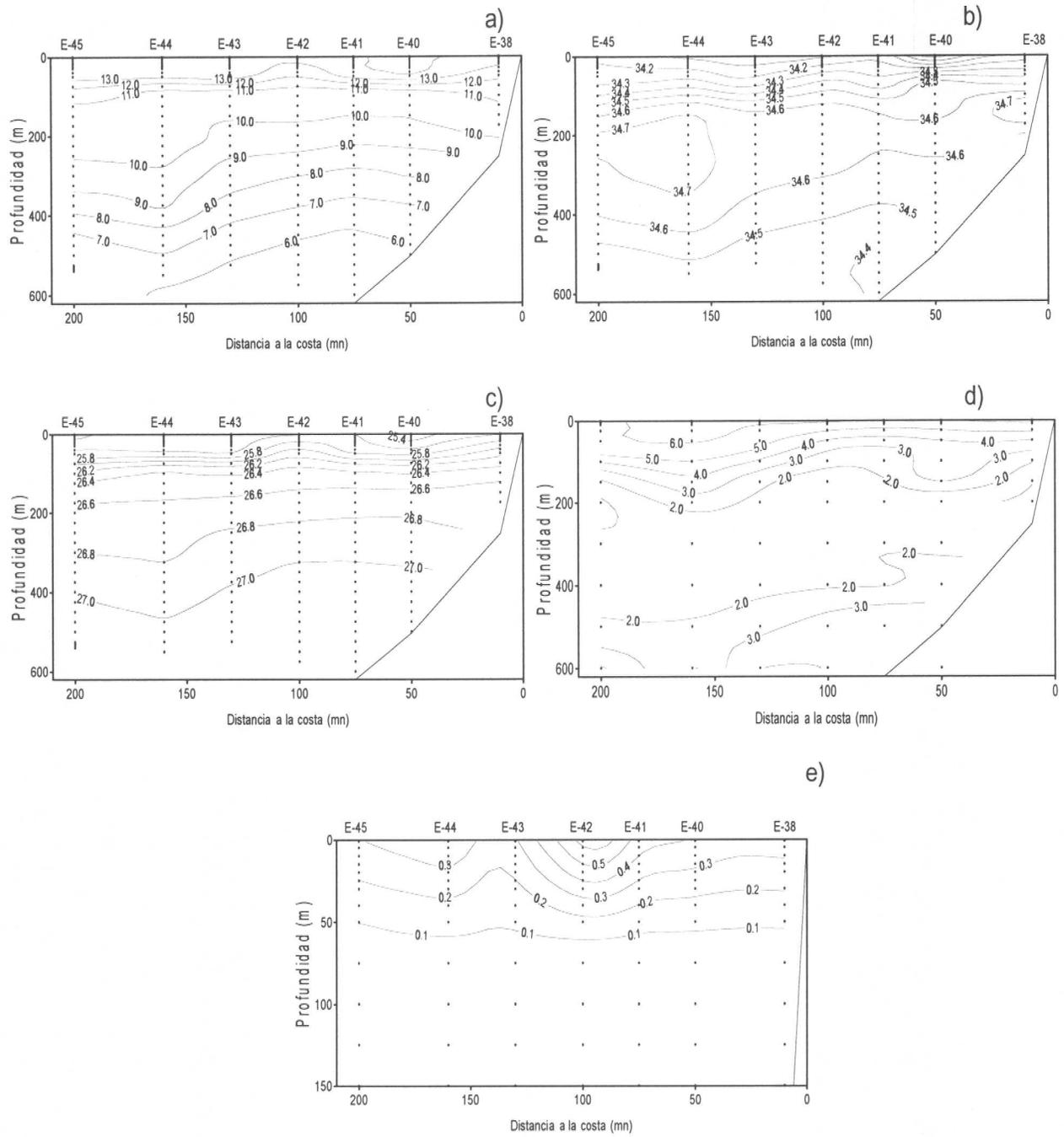


Figura 35. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 7.

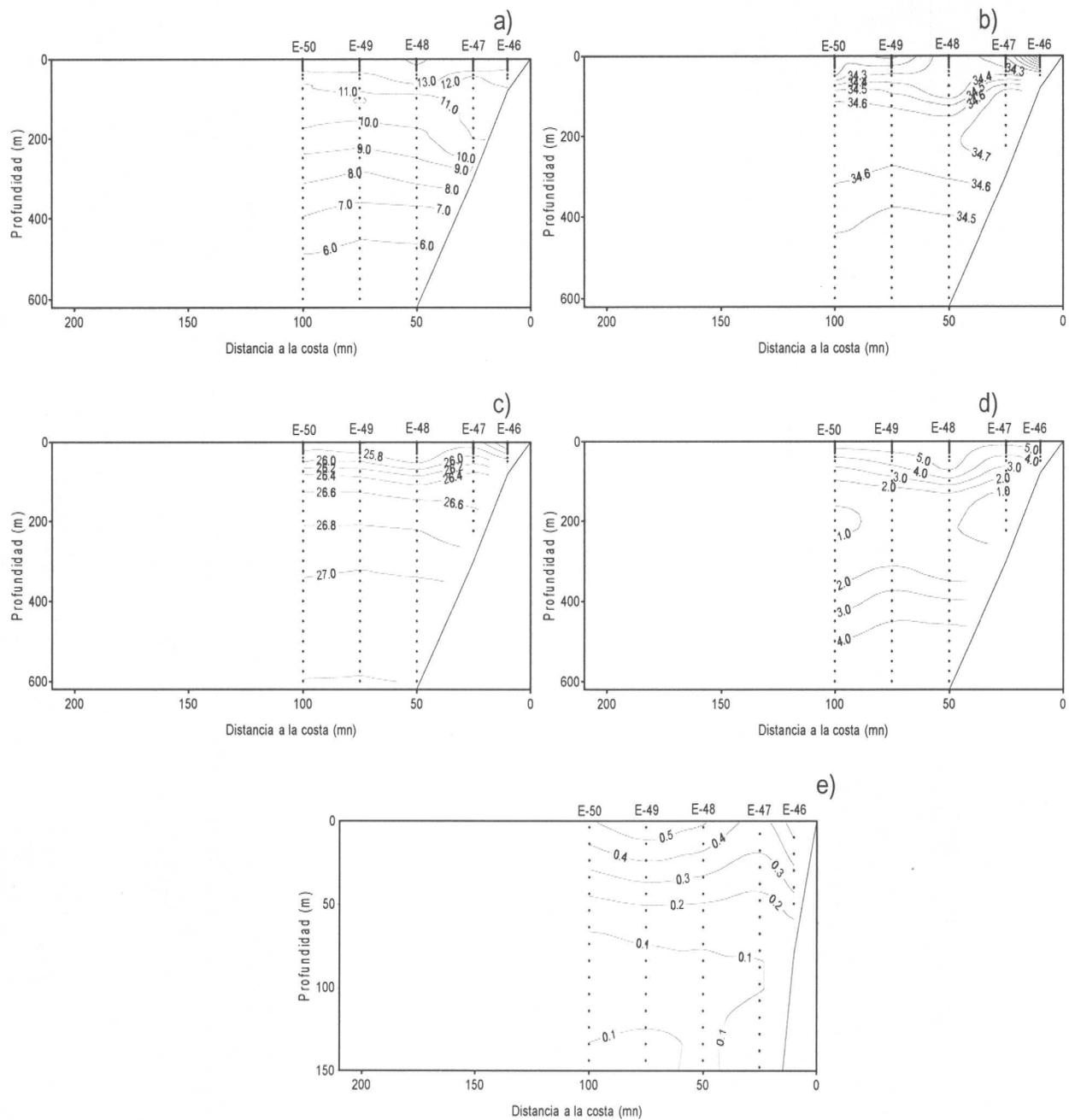


Figura 36. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 8.

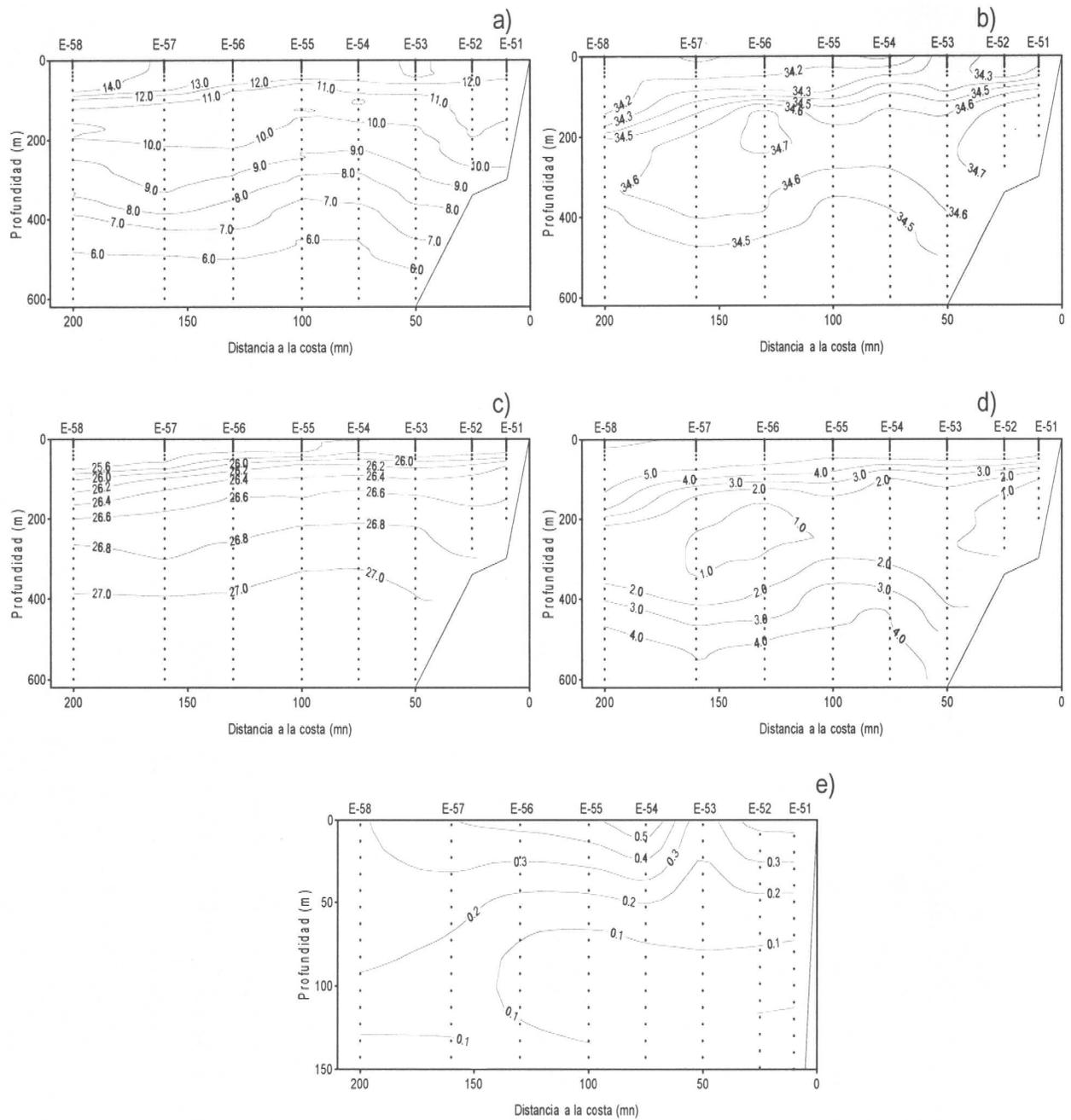


Figura 37. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 9.

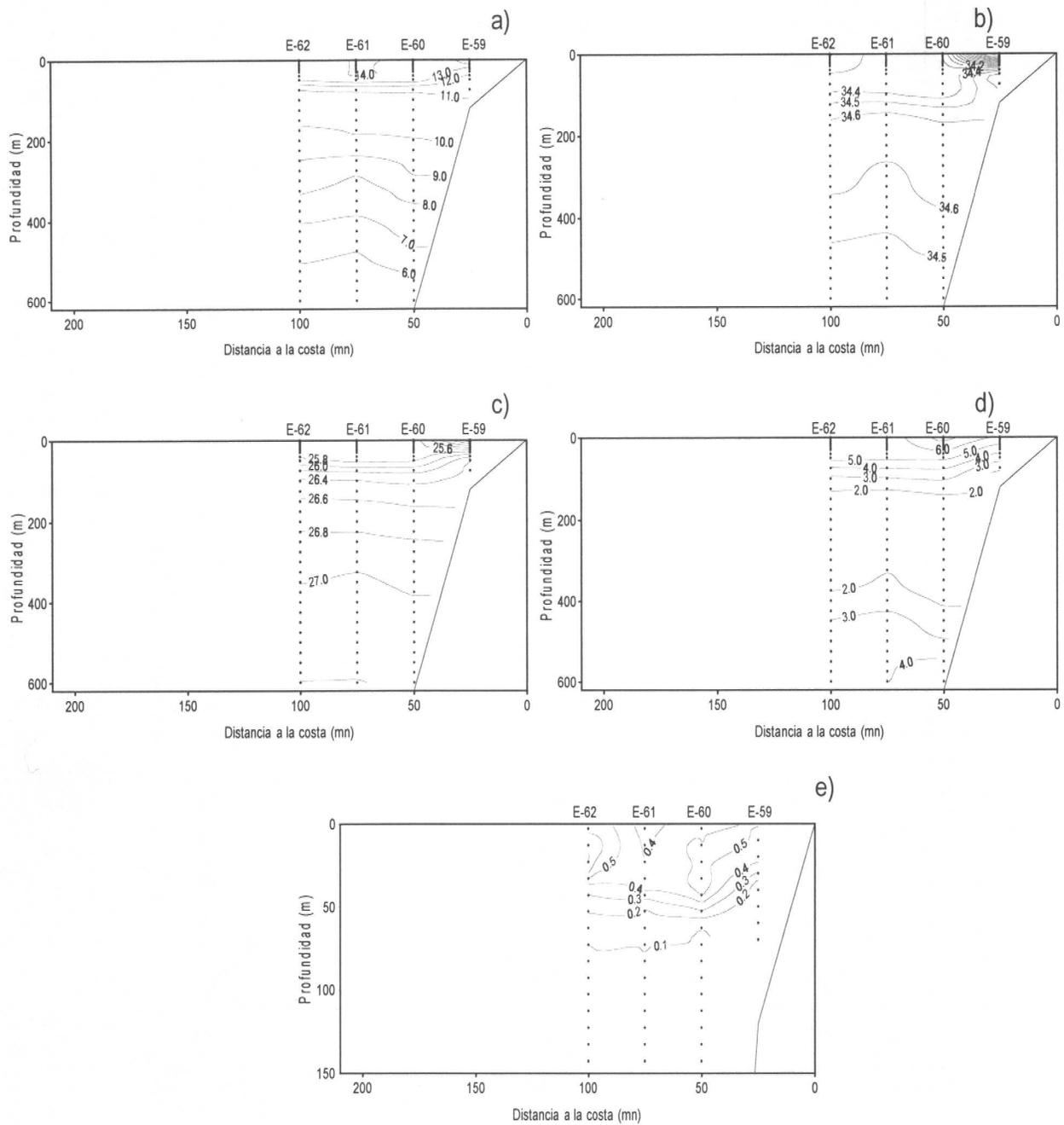


Figura 38. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 10.

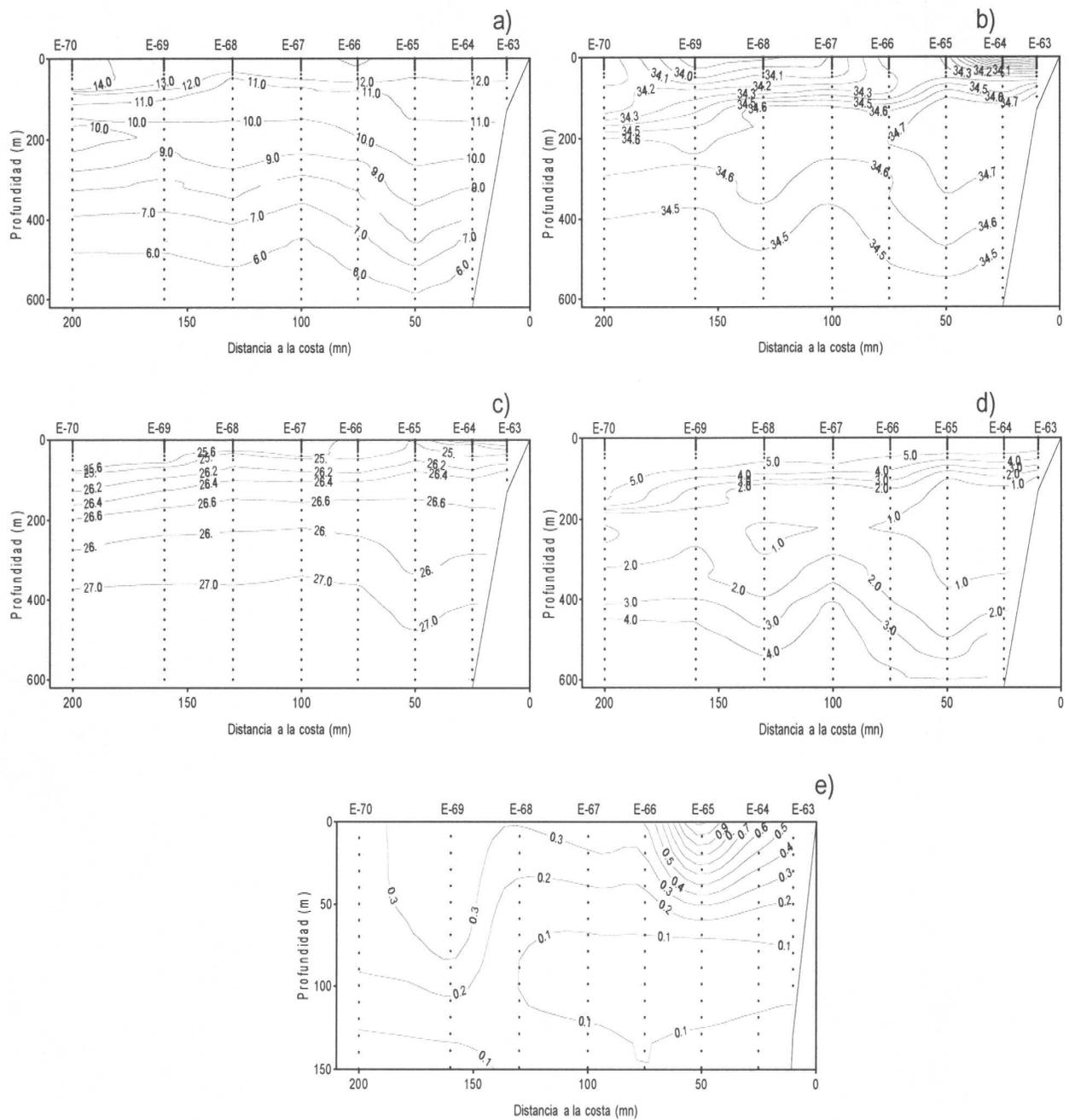


Figura 39. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 11.

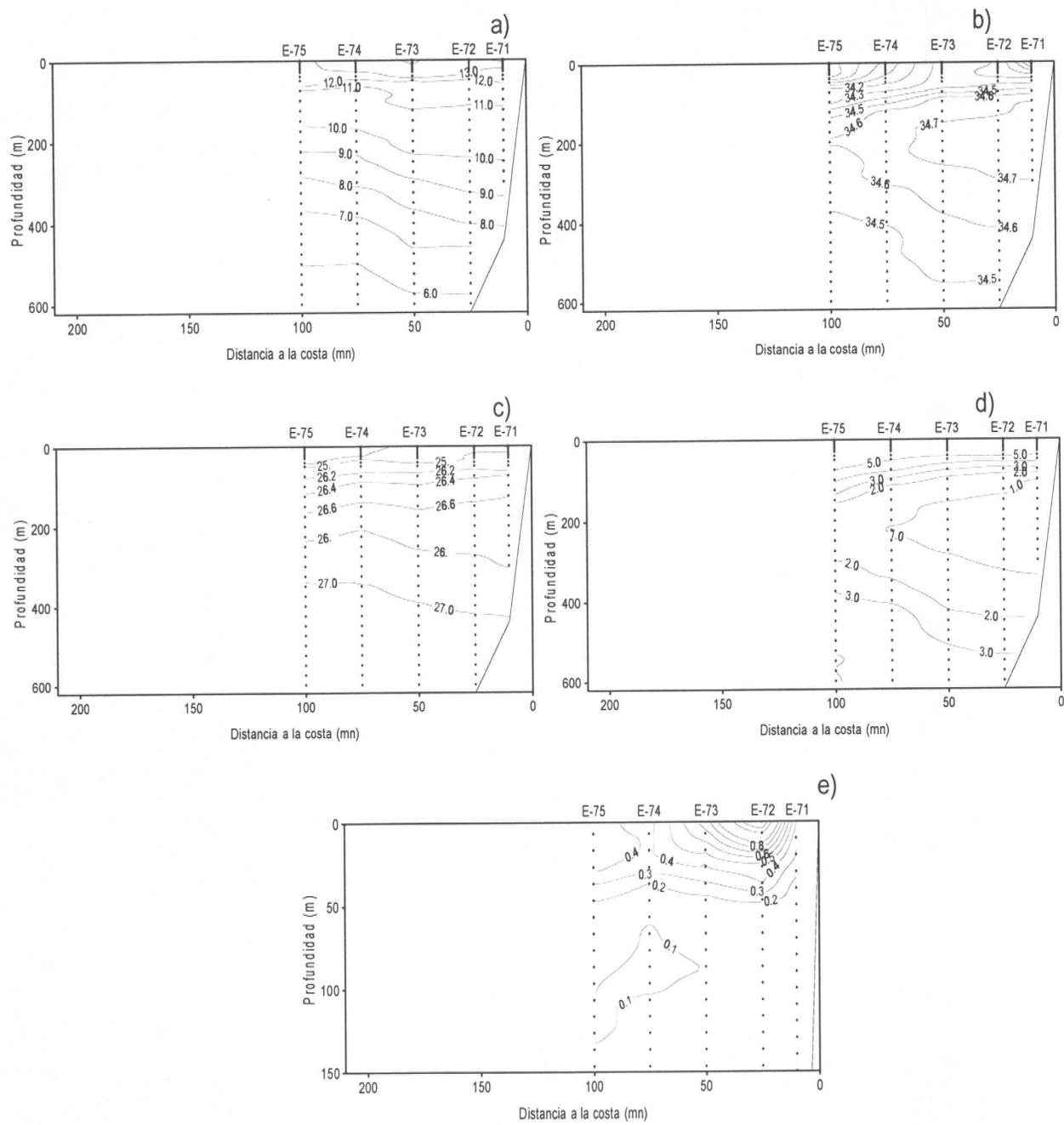


Figura 40. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 12.

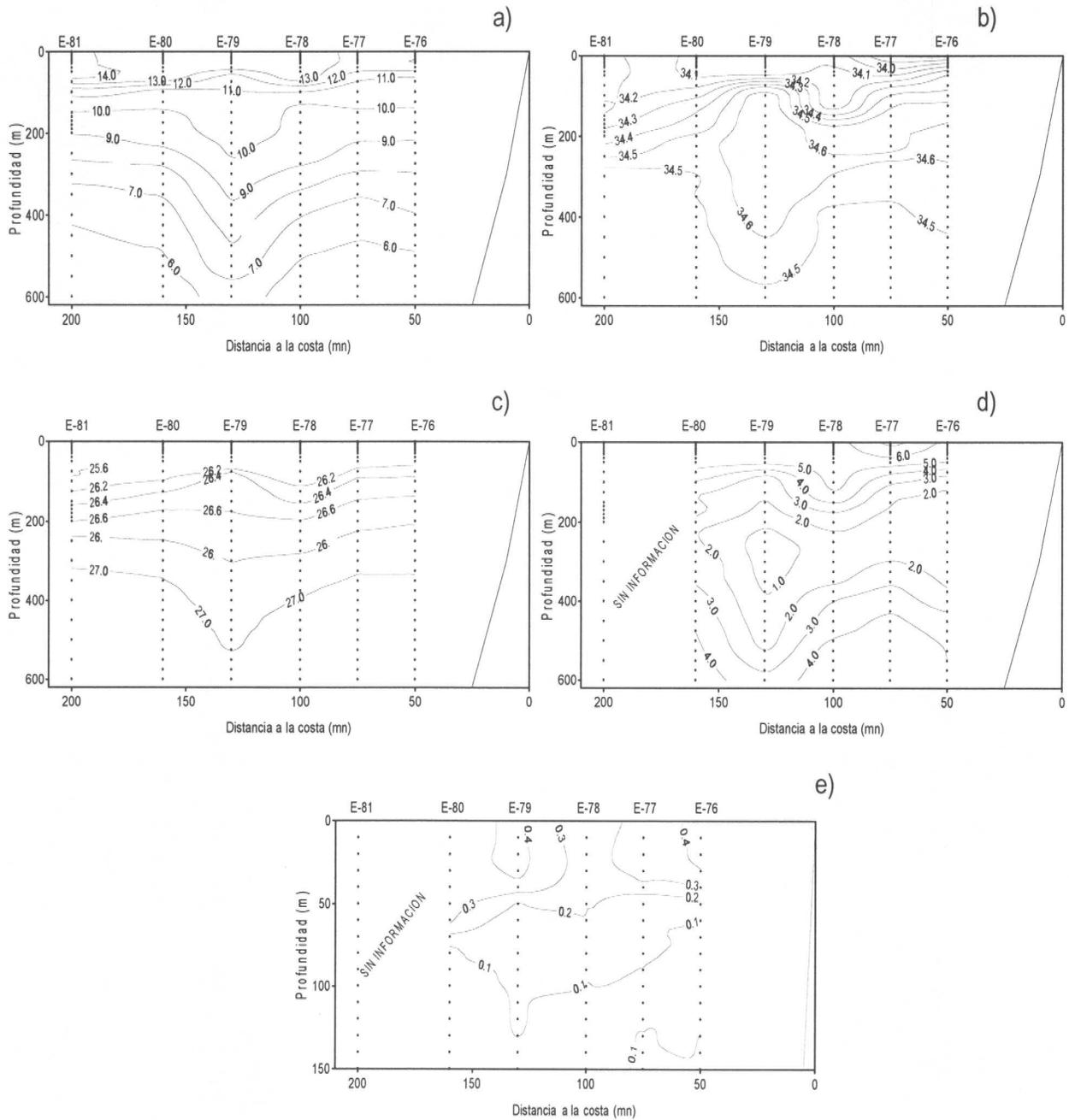


Figura 41. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 13.

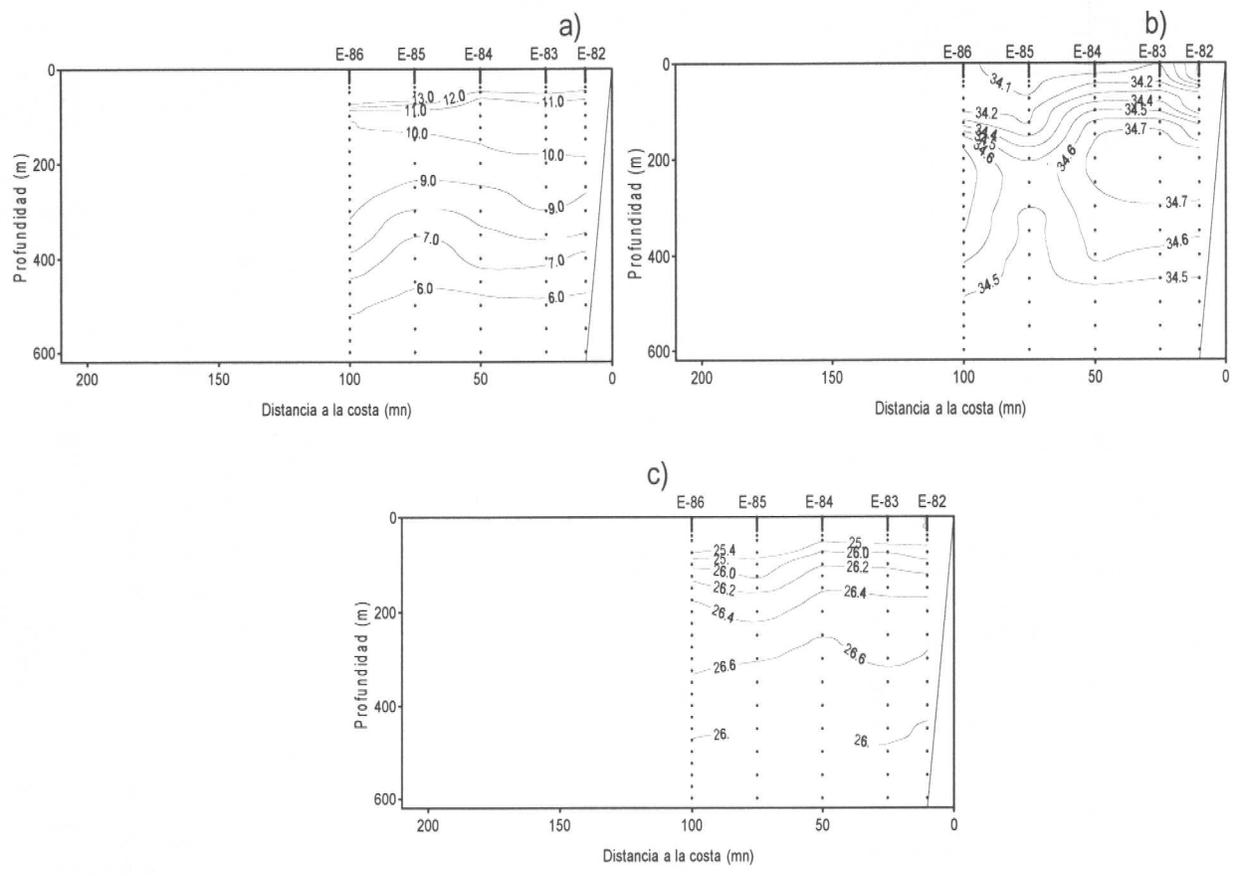


Figura 42. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu) y c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 14.

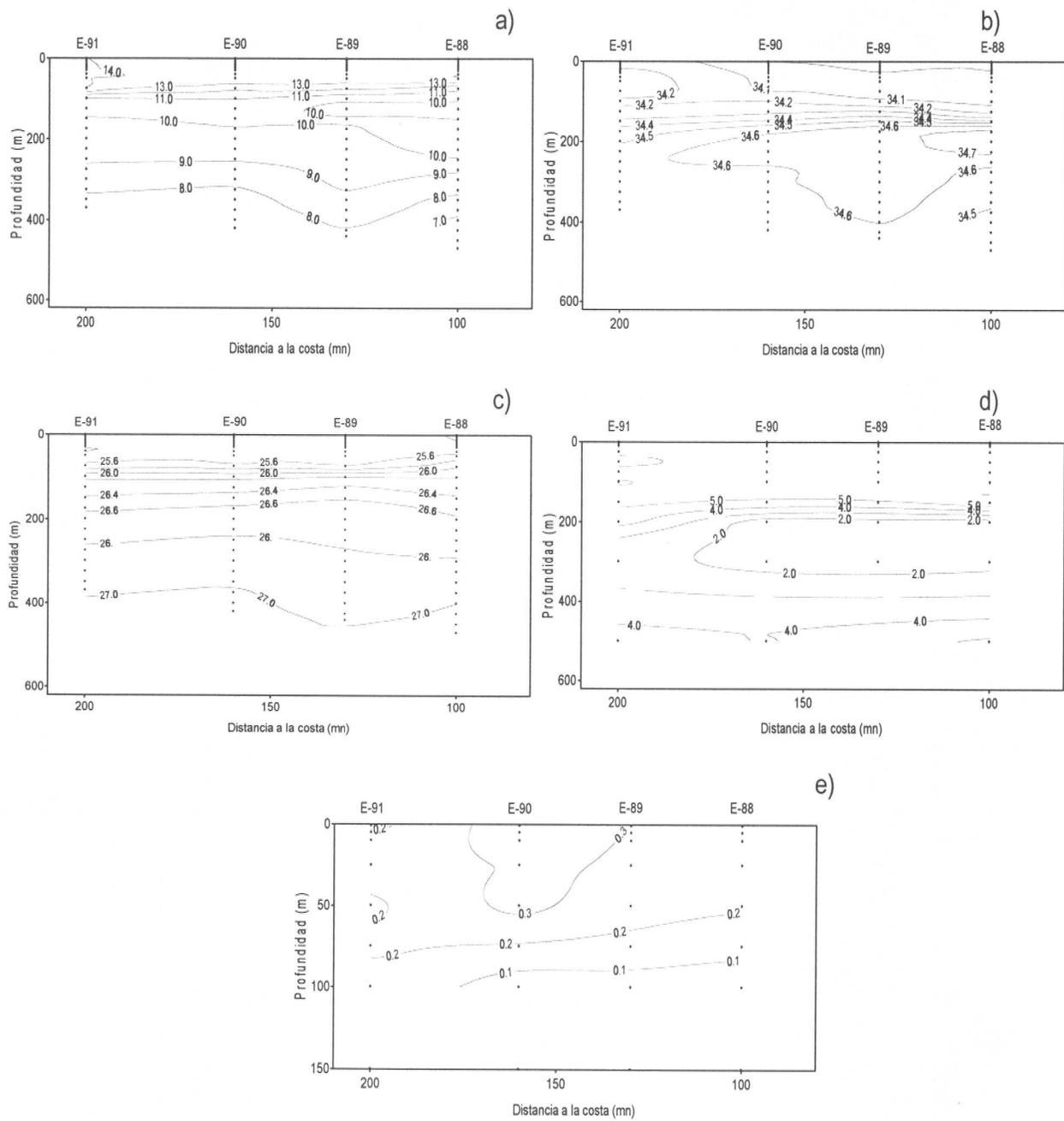


Figura 43. Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 15.

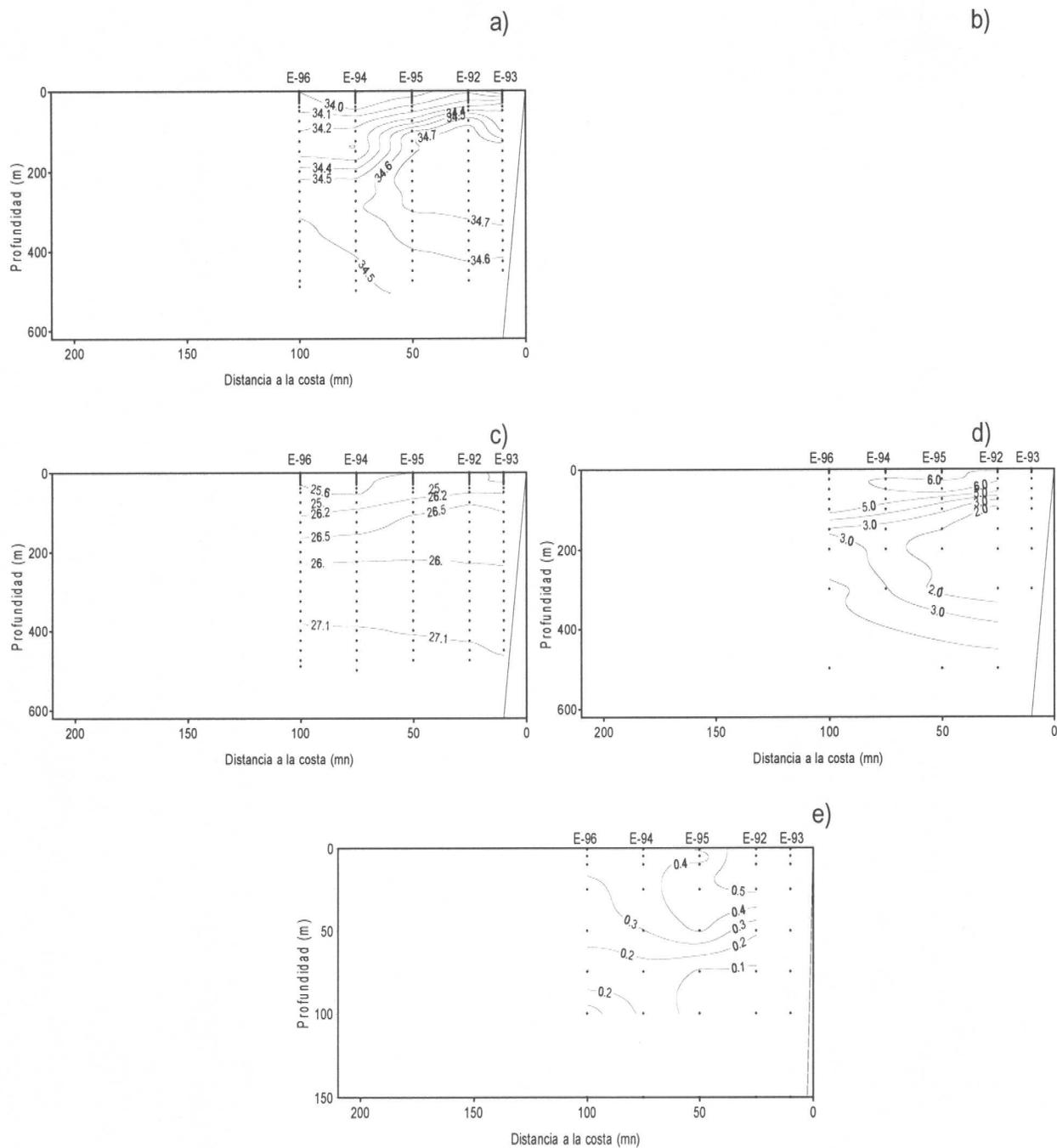


Figura 44. Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la transecta 16.

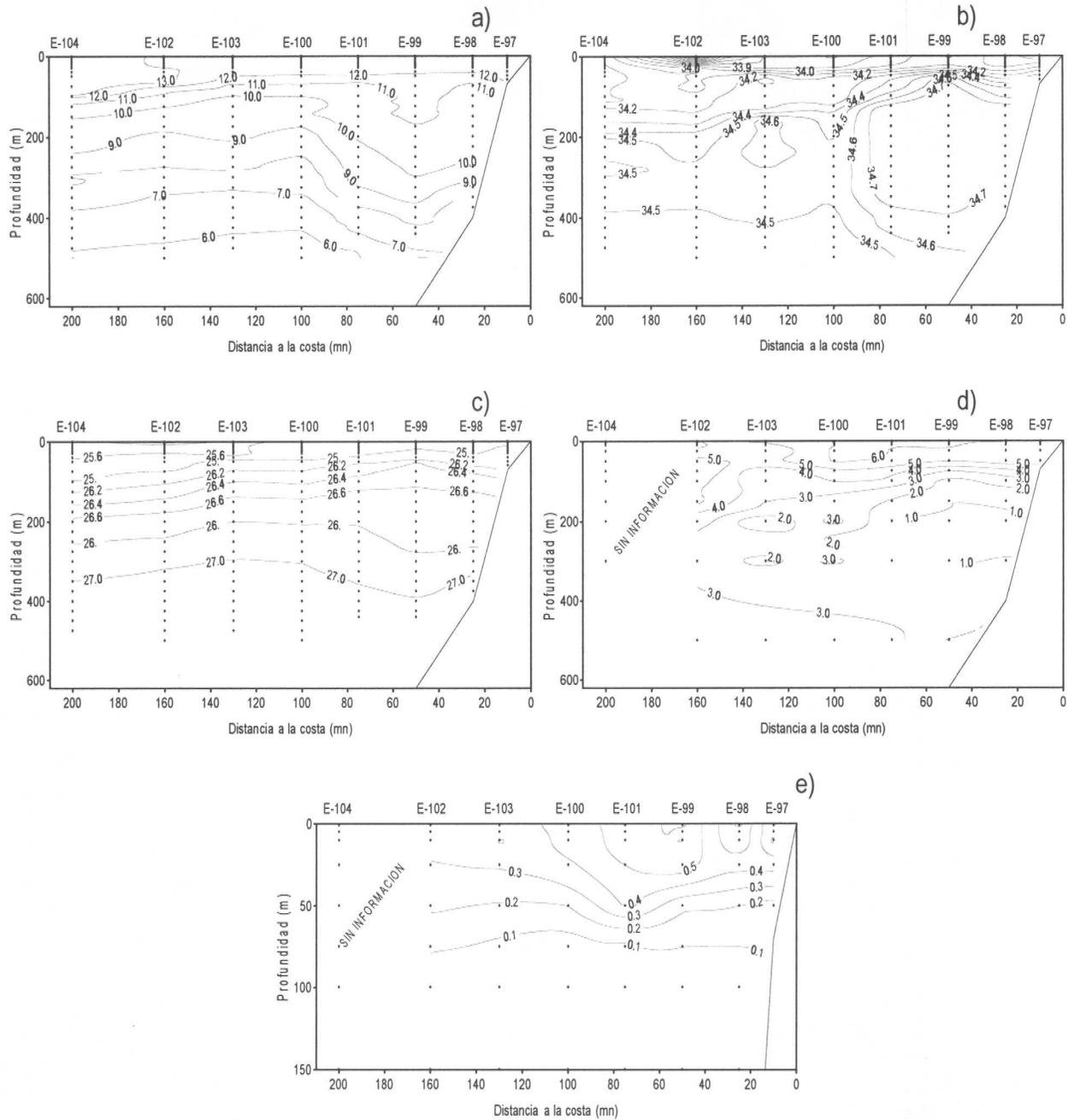


Figura 45 Distribución vertical de (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad (psu), c) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y e) Clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ): Secciones oceanográficas correspondiente a la Transecta 17.

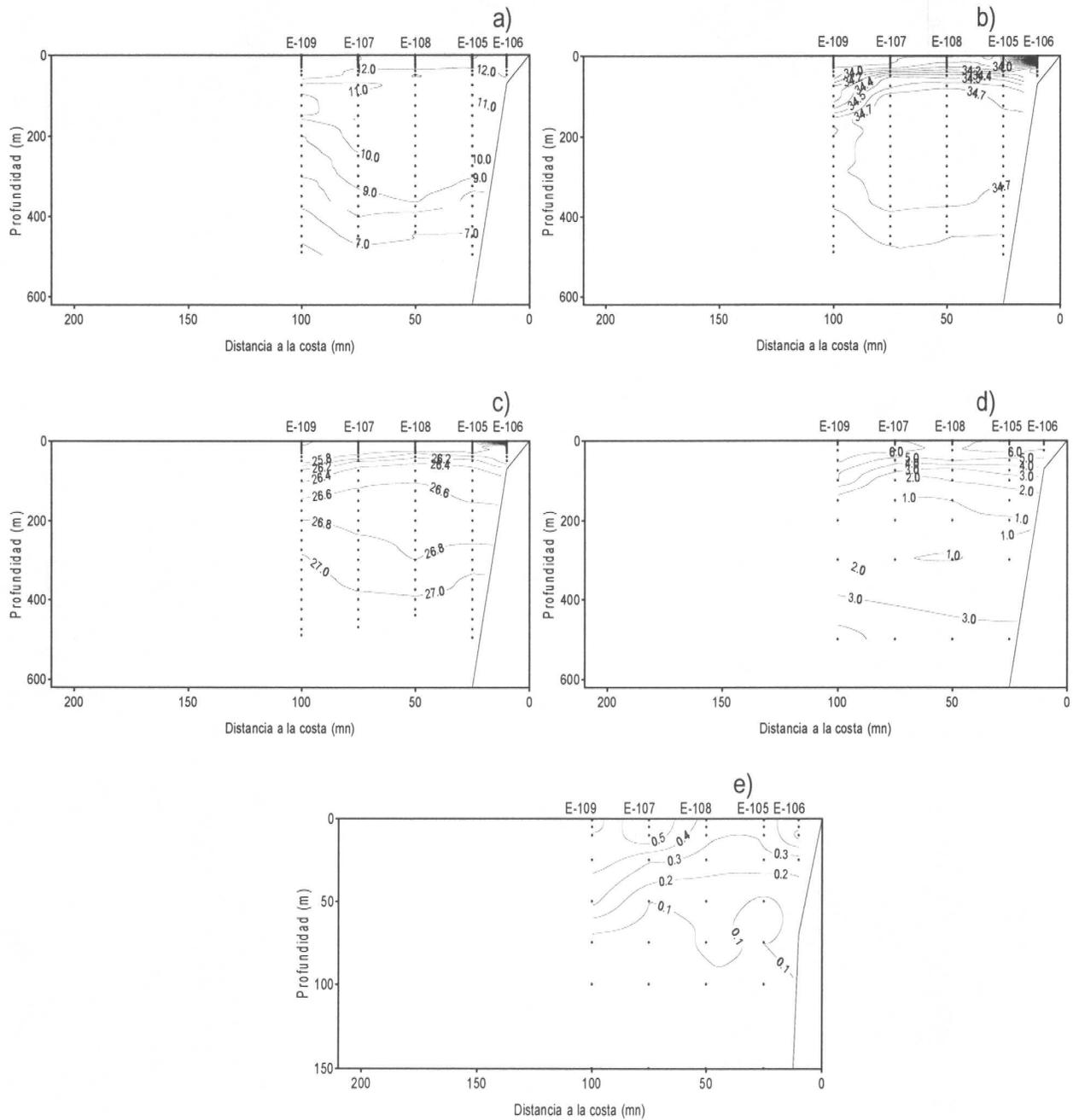


Figura 46 Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e)Clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la Transecta 18.

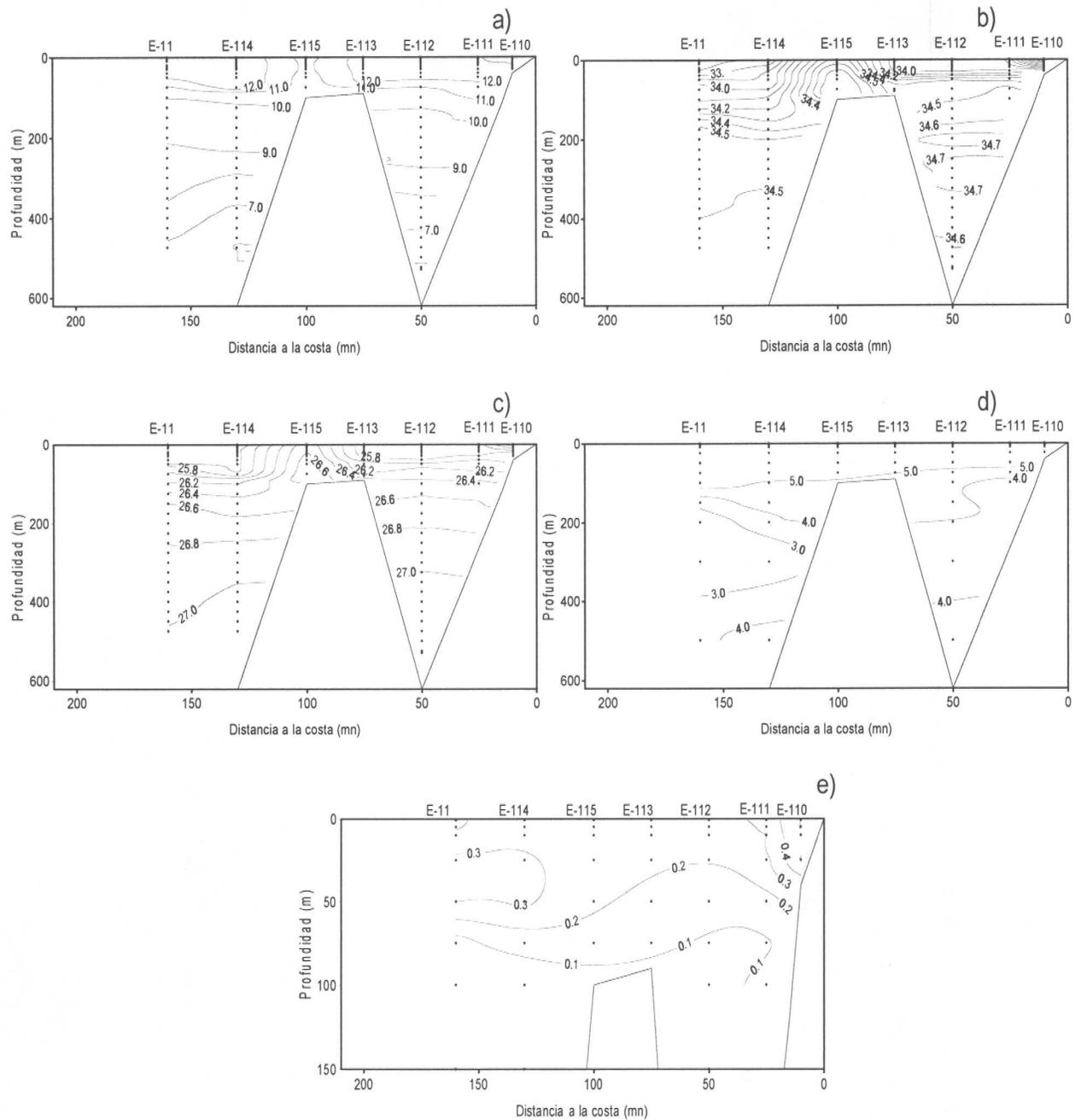


Figura 47 Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) Clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la Transecta 19.

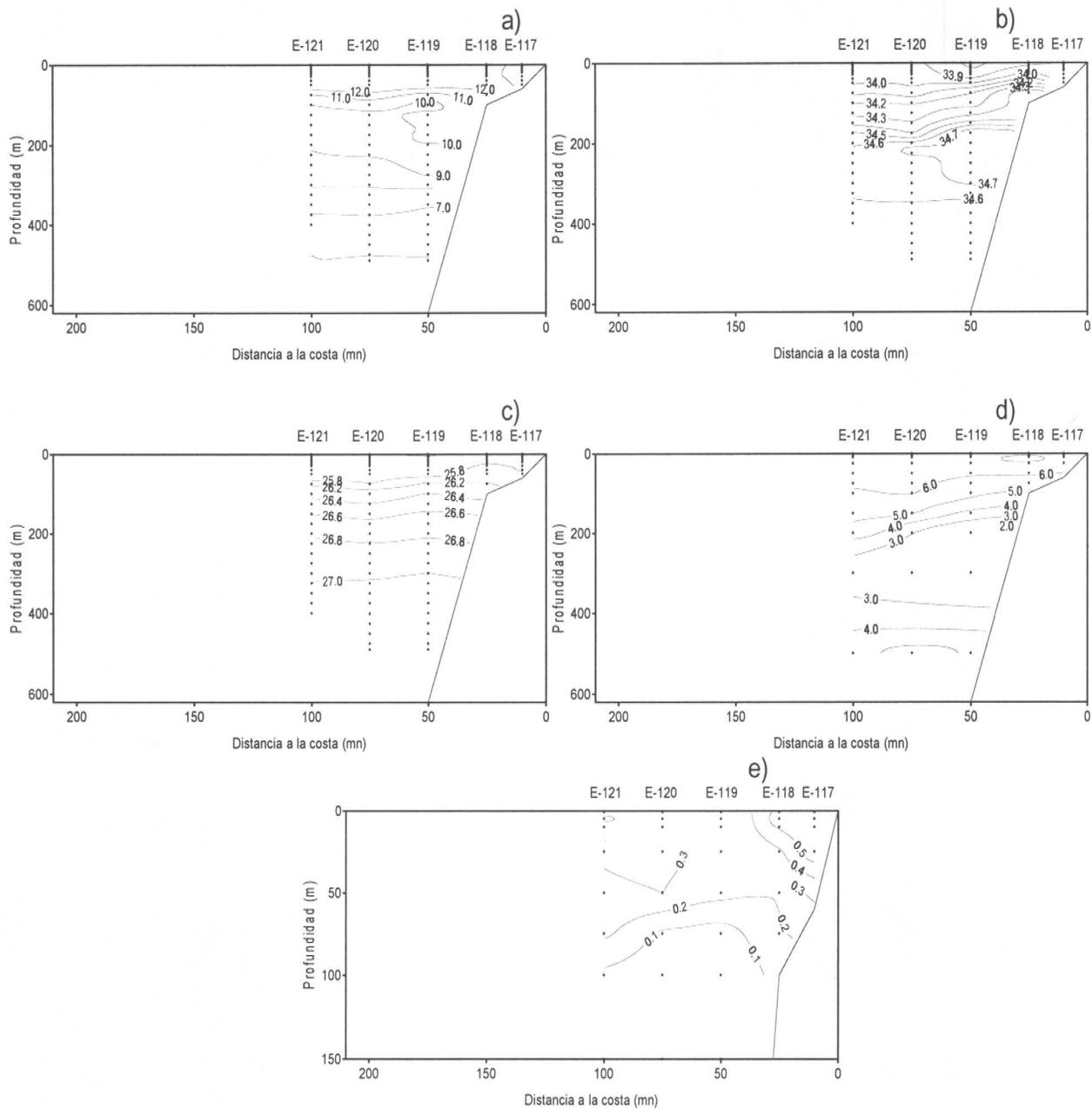


Figura 48 Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) Clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la Transecta 20.

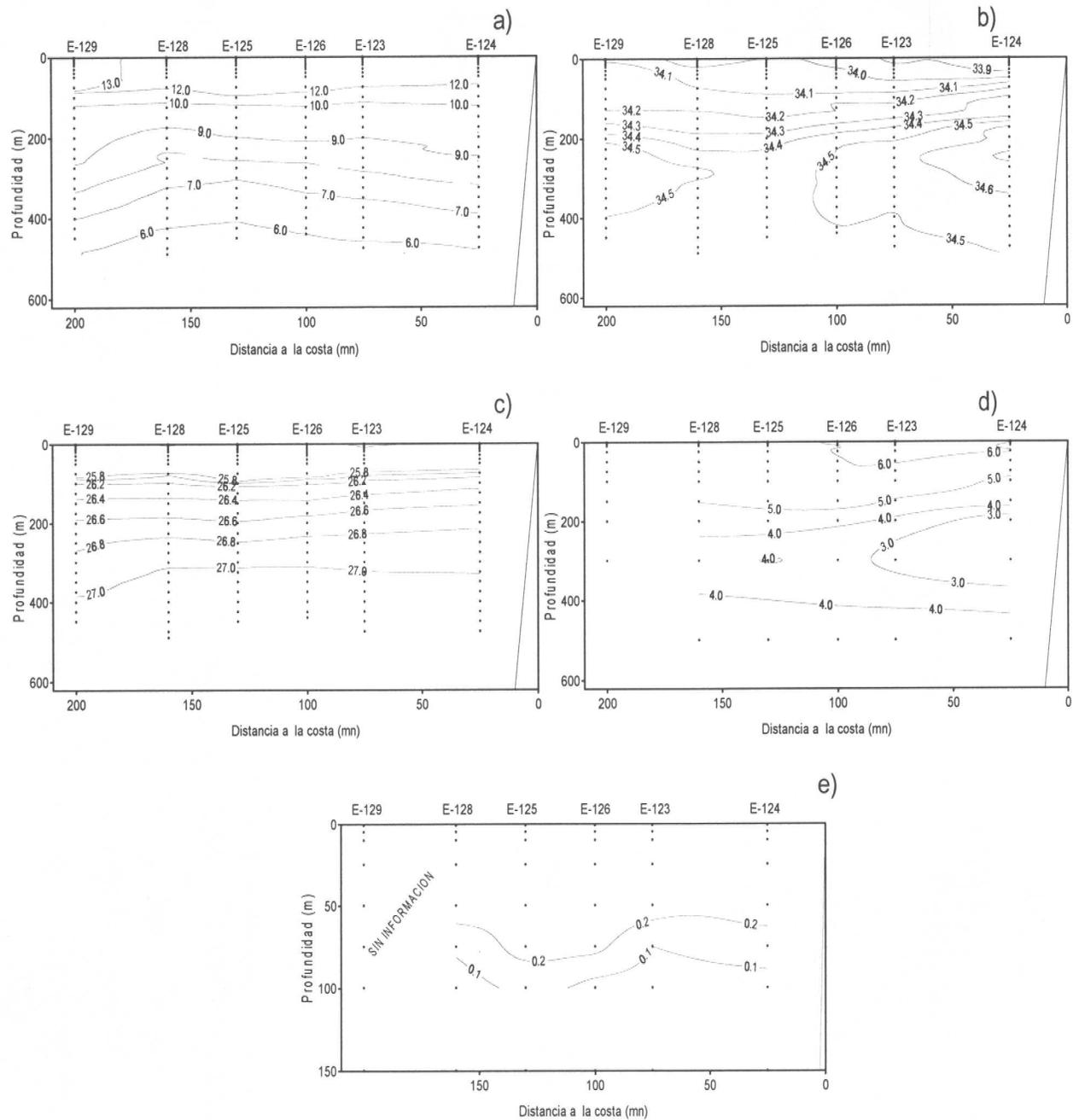


Figura 49 Distribución vertical de (a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y e) Clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>): Secciones oceanográficas correspondiente a la Transecta 21.

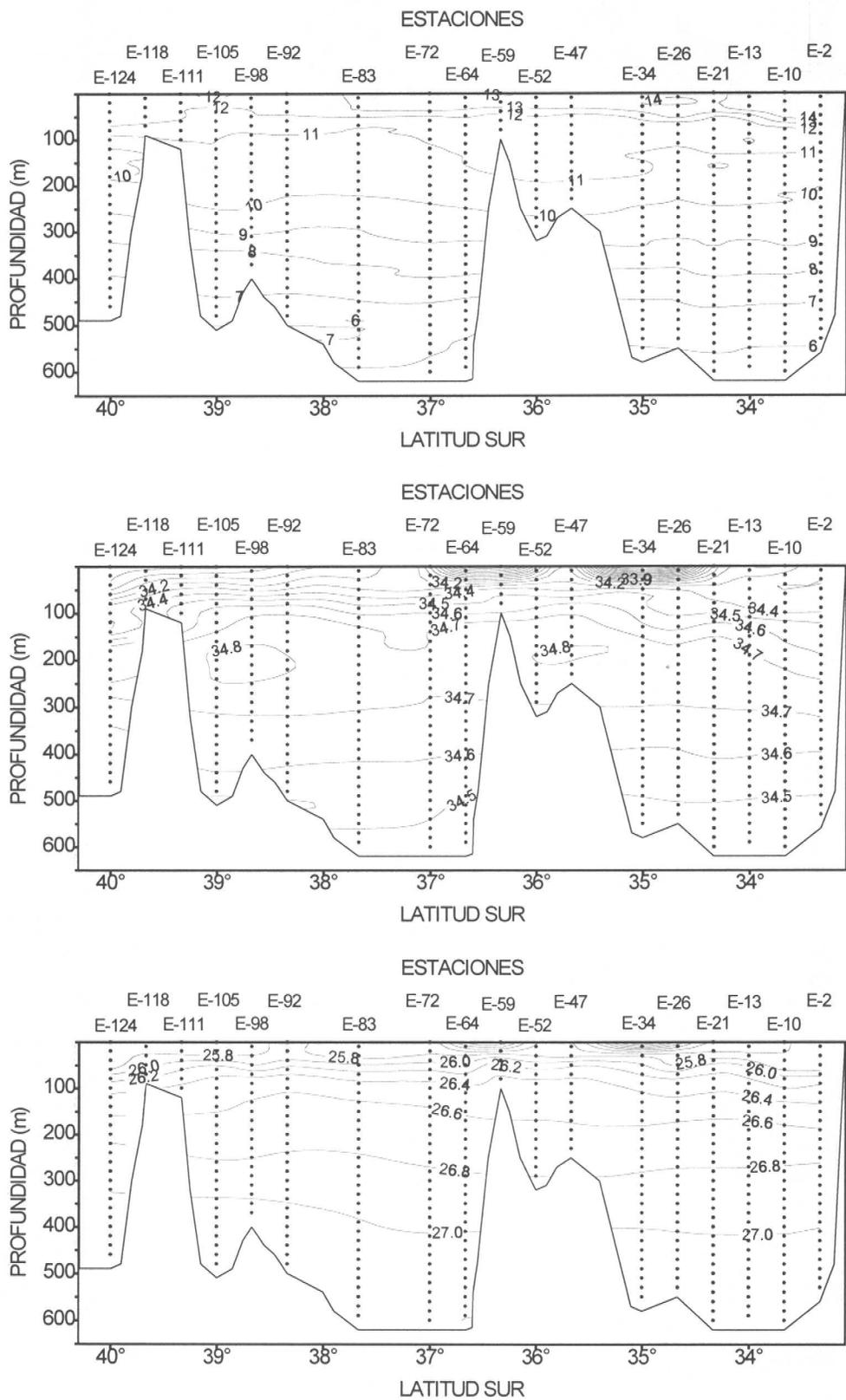


Figura 50. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ). Transecta costera.

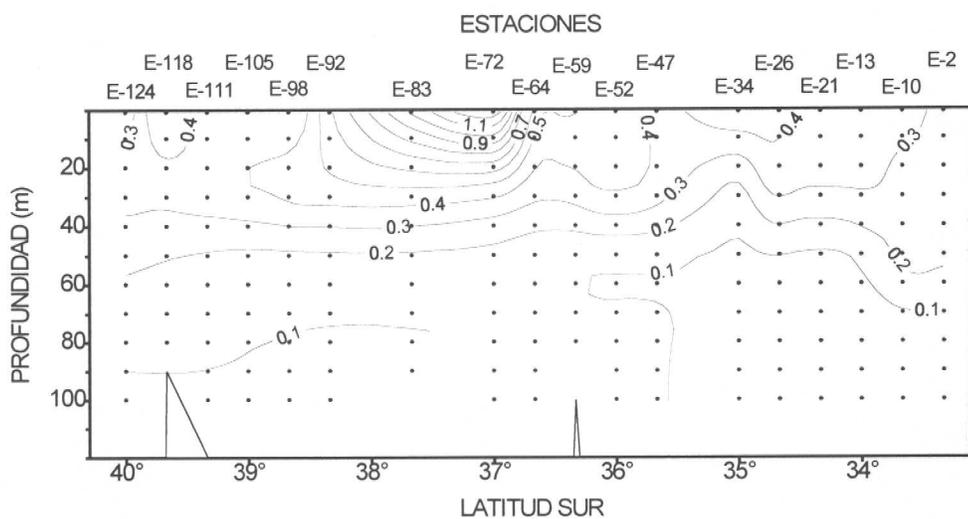
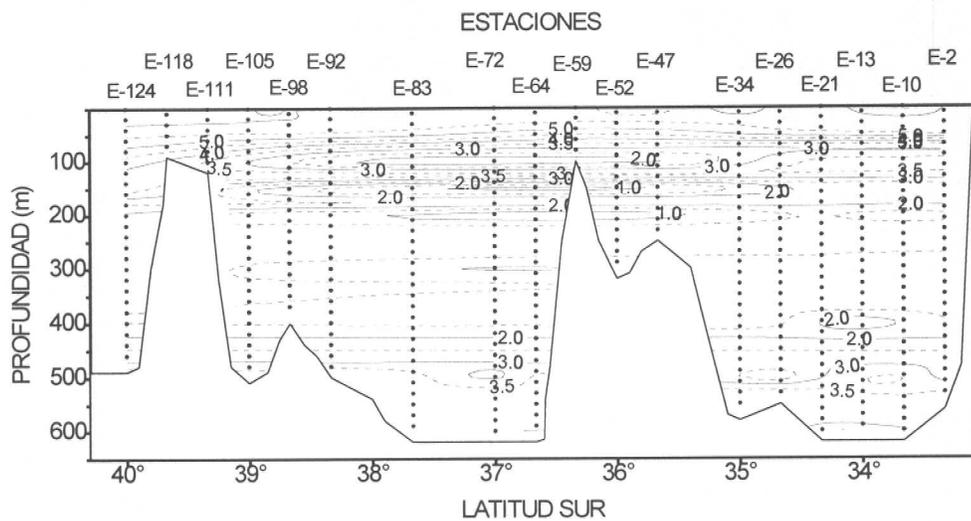


Figura 50 (continuación). Secciones longitudinales de la distribución vertical de oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ). Transecta costera.

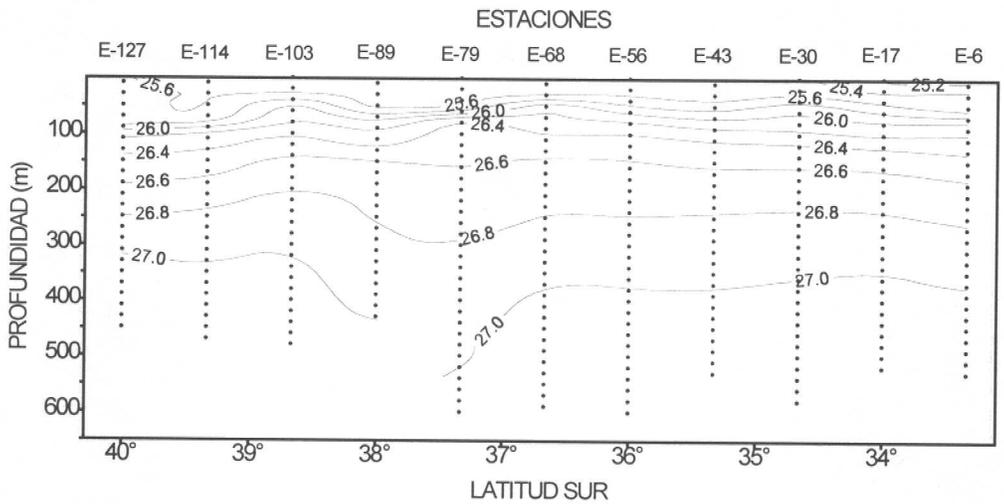
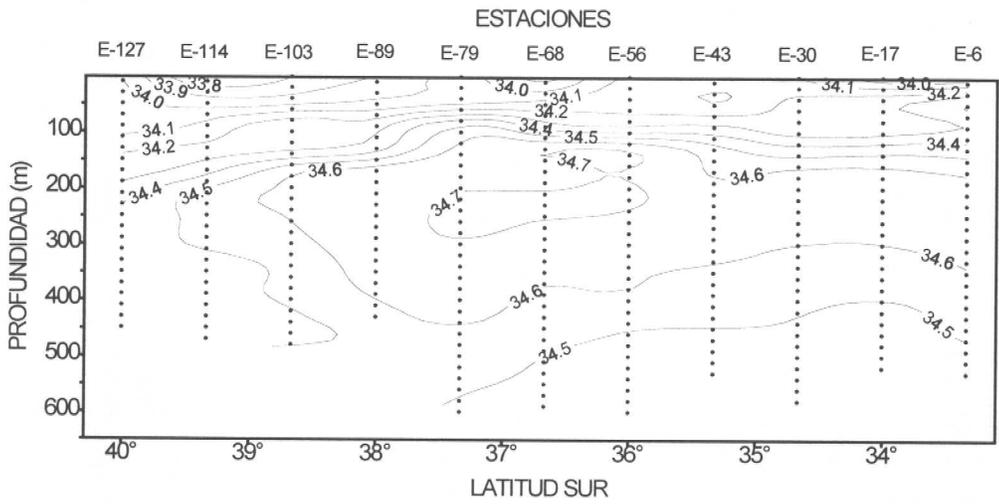
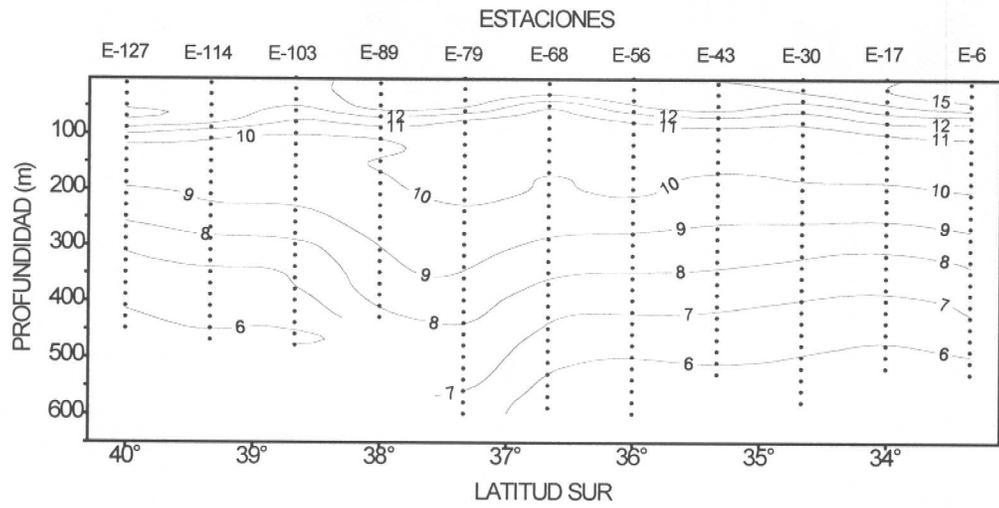


Figura 51 Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ). Transecta oceánica.

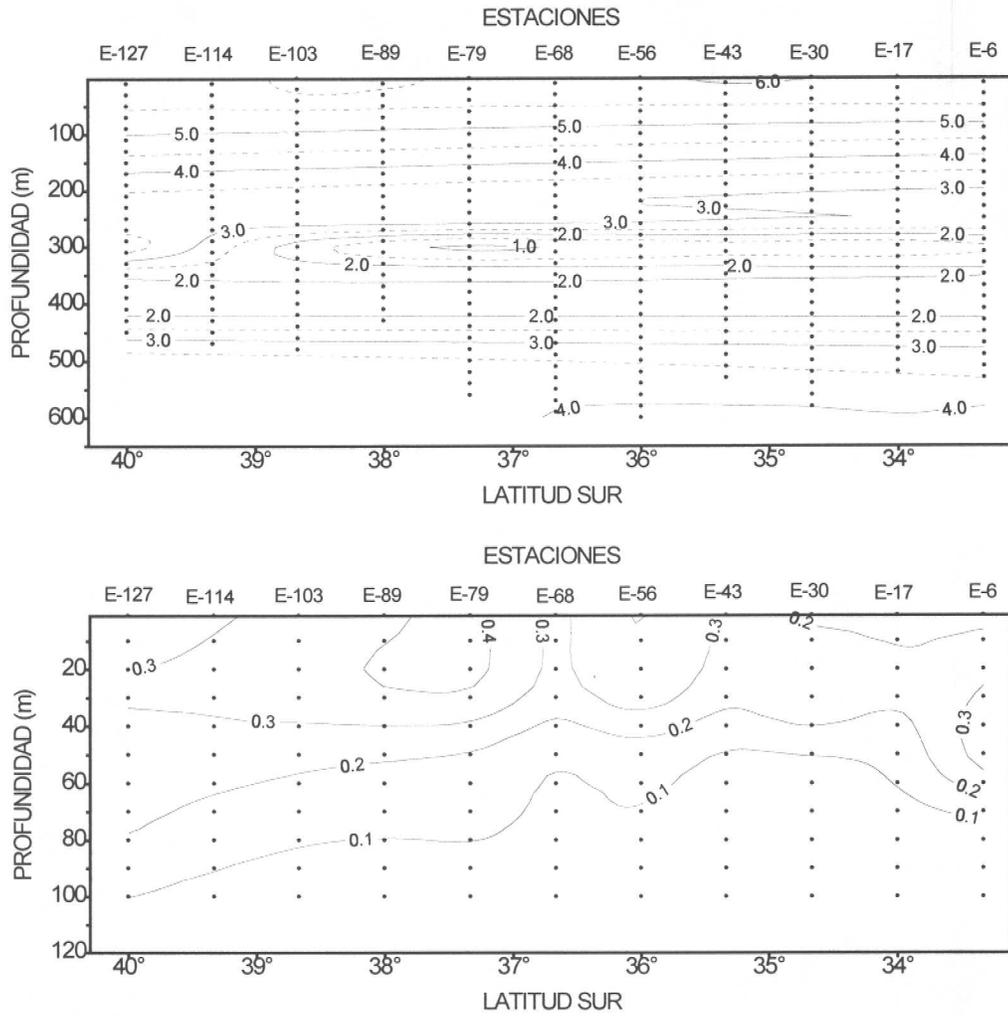


Figura 51 (Continuación). Secciones longitudinales de la distribución vertical de oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ). Transecta oceánica.

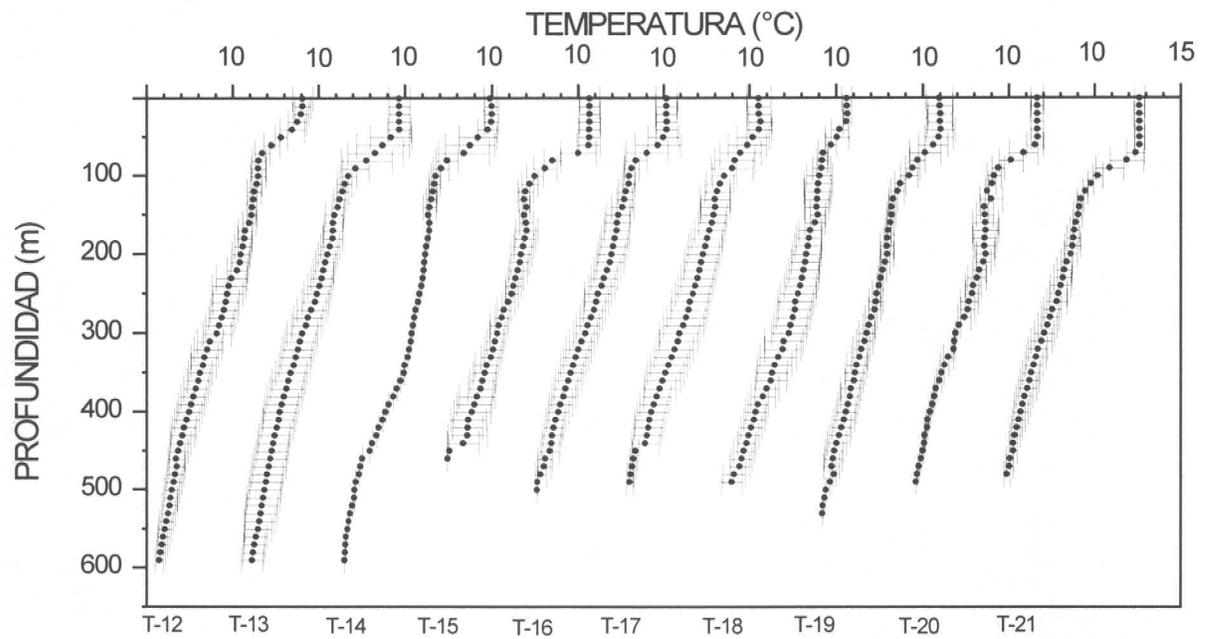
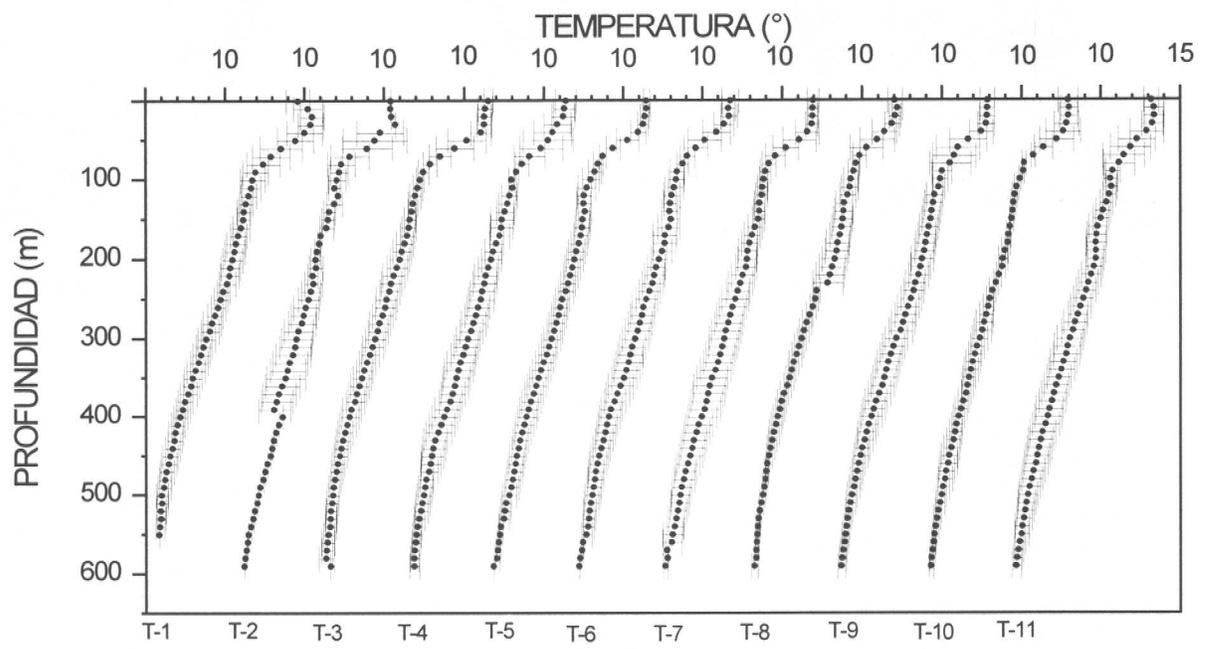


Figura 52 Perfiles verticales promedio de temperatura (°C) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

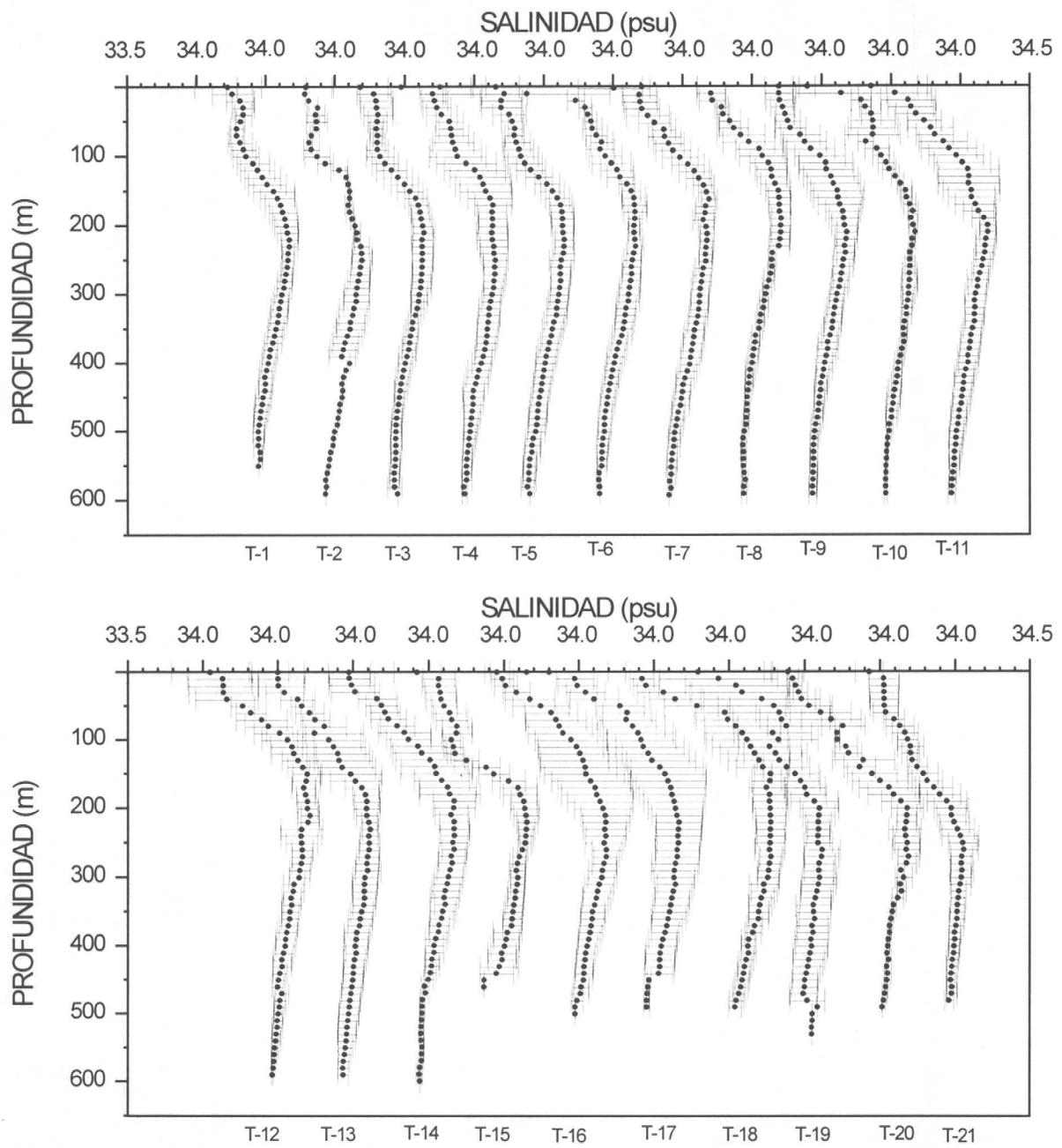


Figura 53 Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

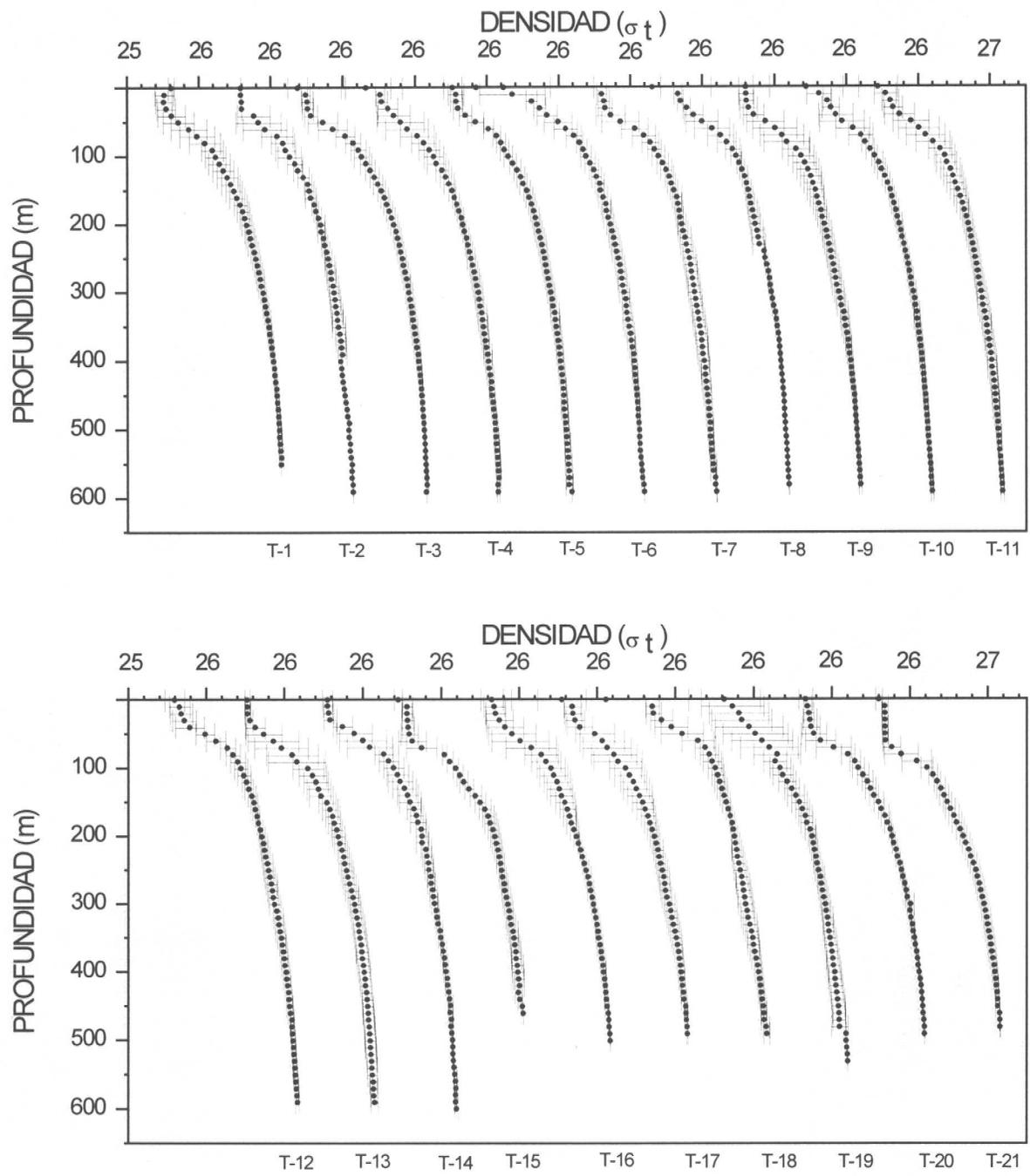


Figura 54 Perfiles verticales promedio de densidad ( $\sigma_t$ ) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

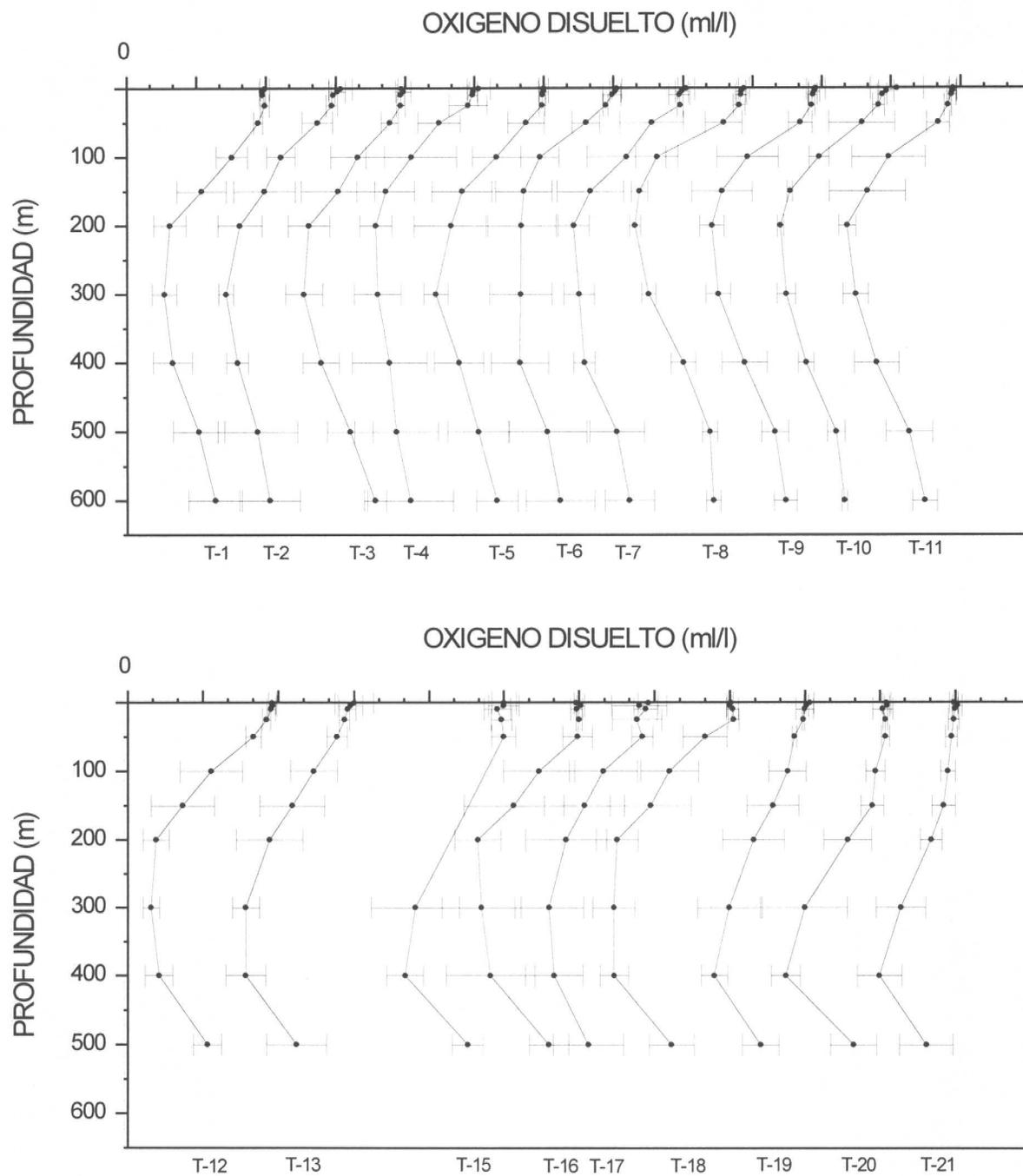


Figura 55 Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml/l) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

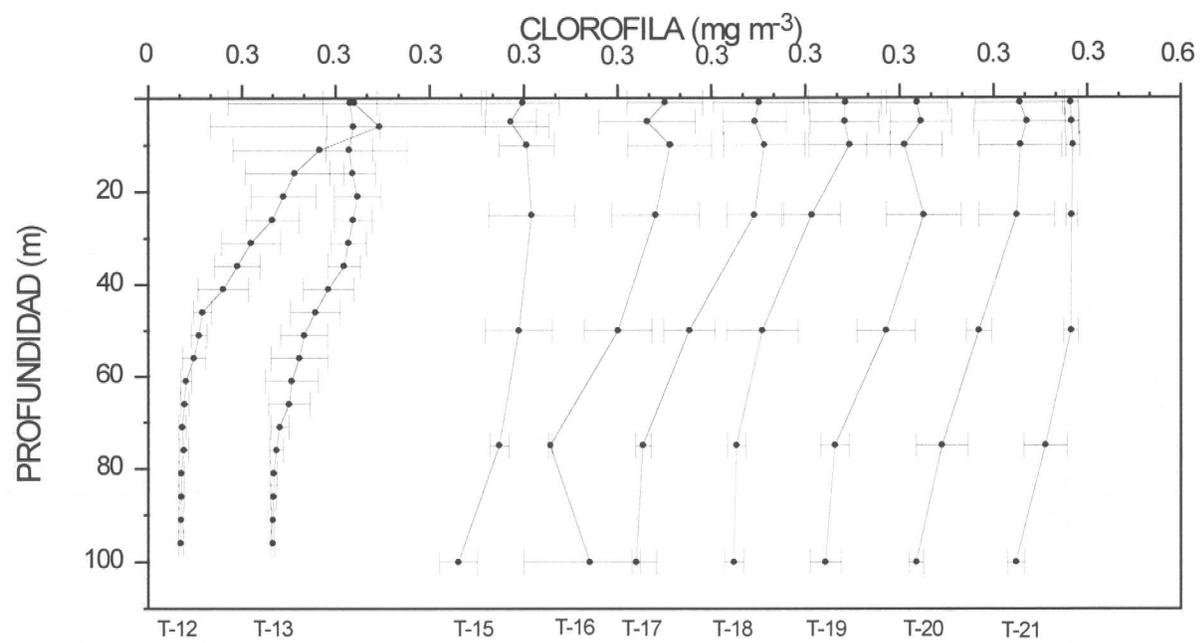
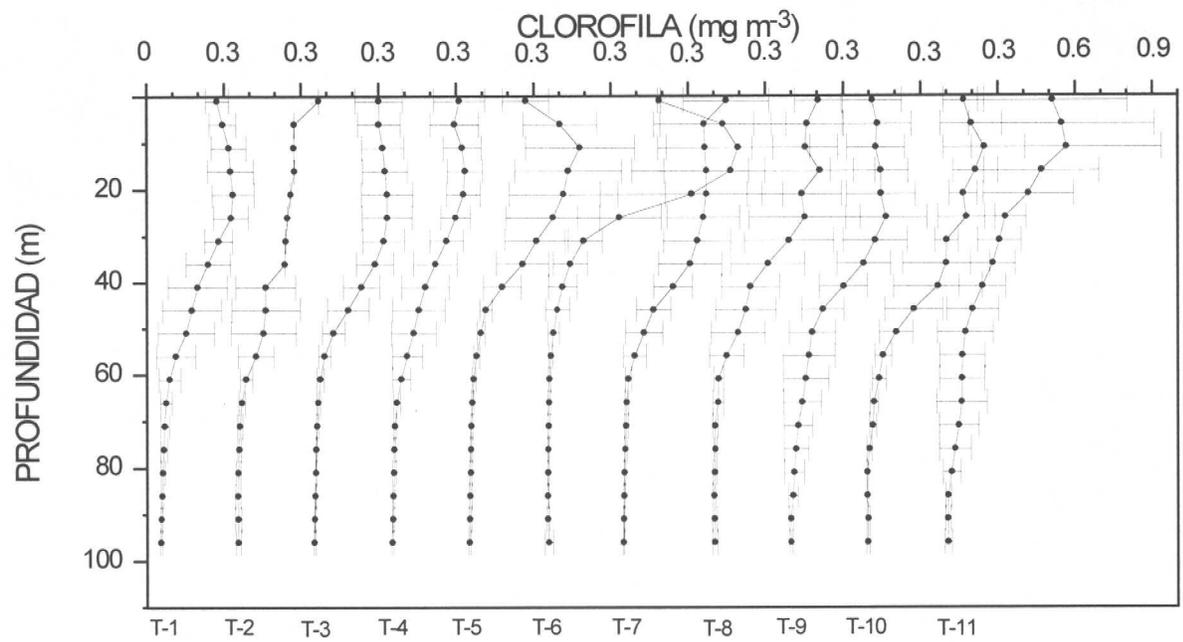


Figura 56 Perfiles verticales promedio de Clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

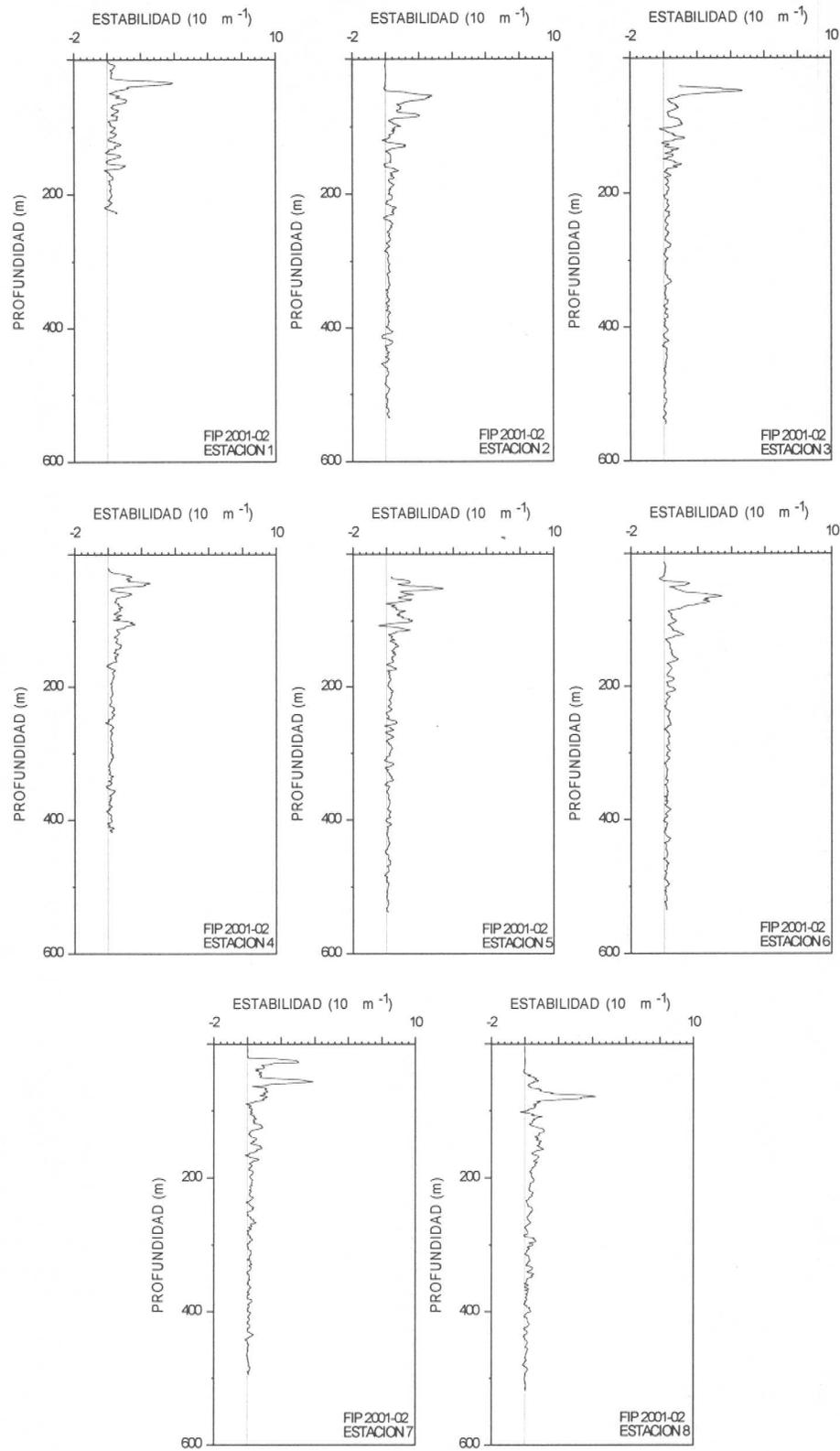


Figura 57 Distribución vertical de la estabilidad ( $10^5 \text{ m}^{-1}$ ) en la columna de agua. Sector norte (transecta 1).

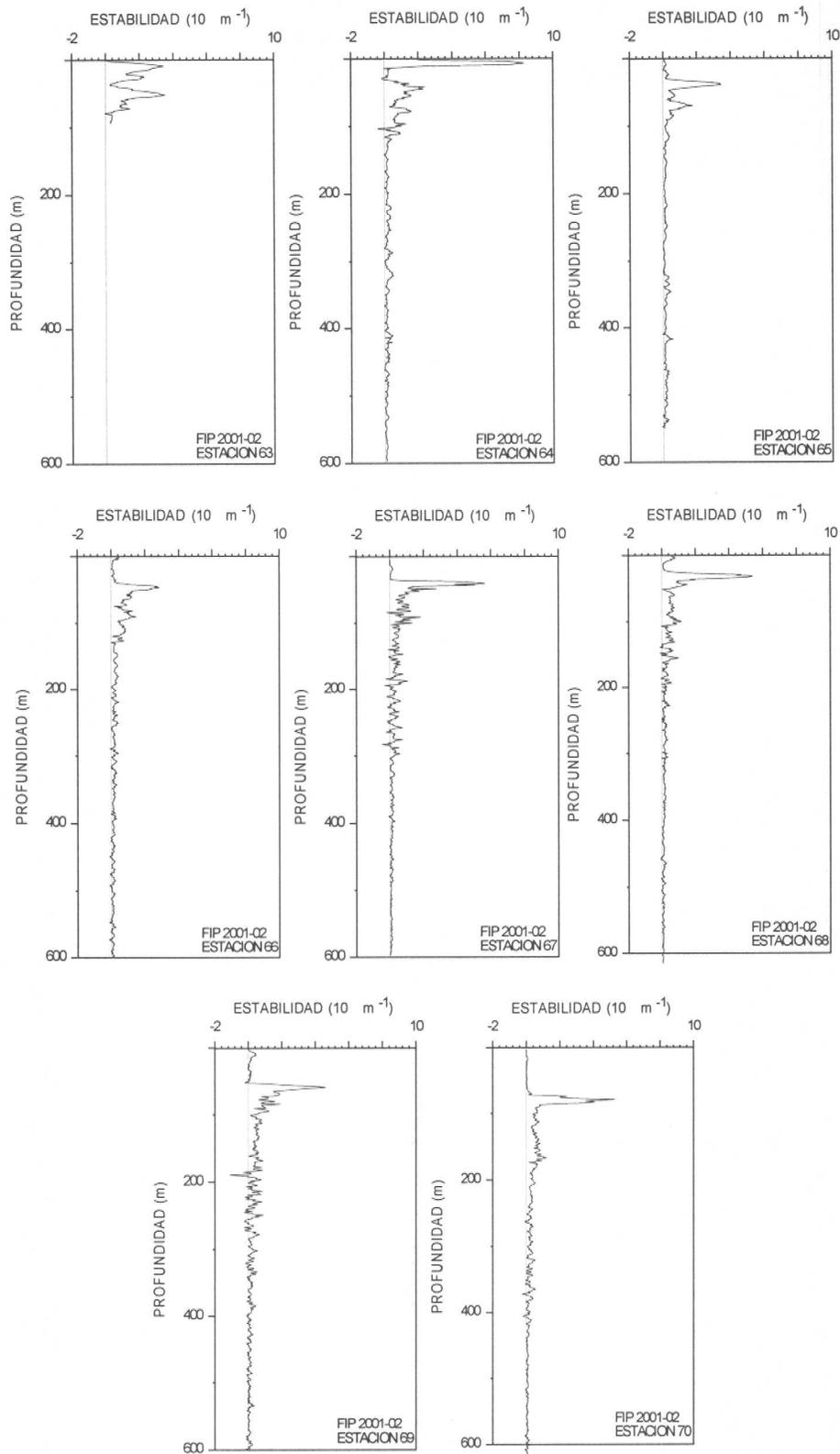


Figura 58 Distribución vertical de la estabilidad ( $10^5 m^{-1}$ ) en la columna de agua. Sector centro (transecta 11).

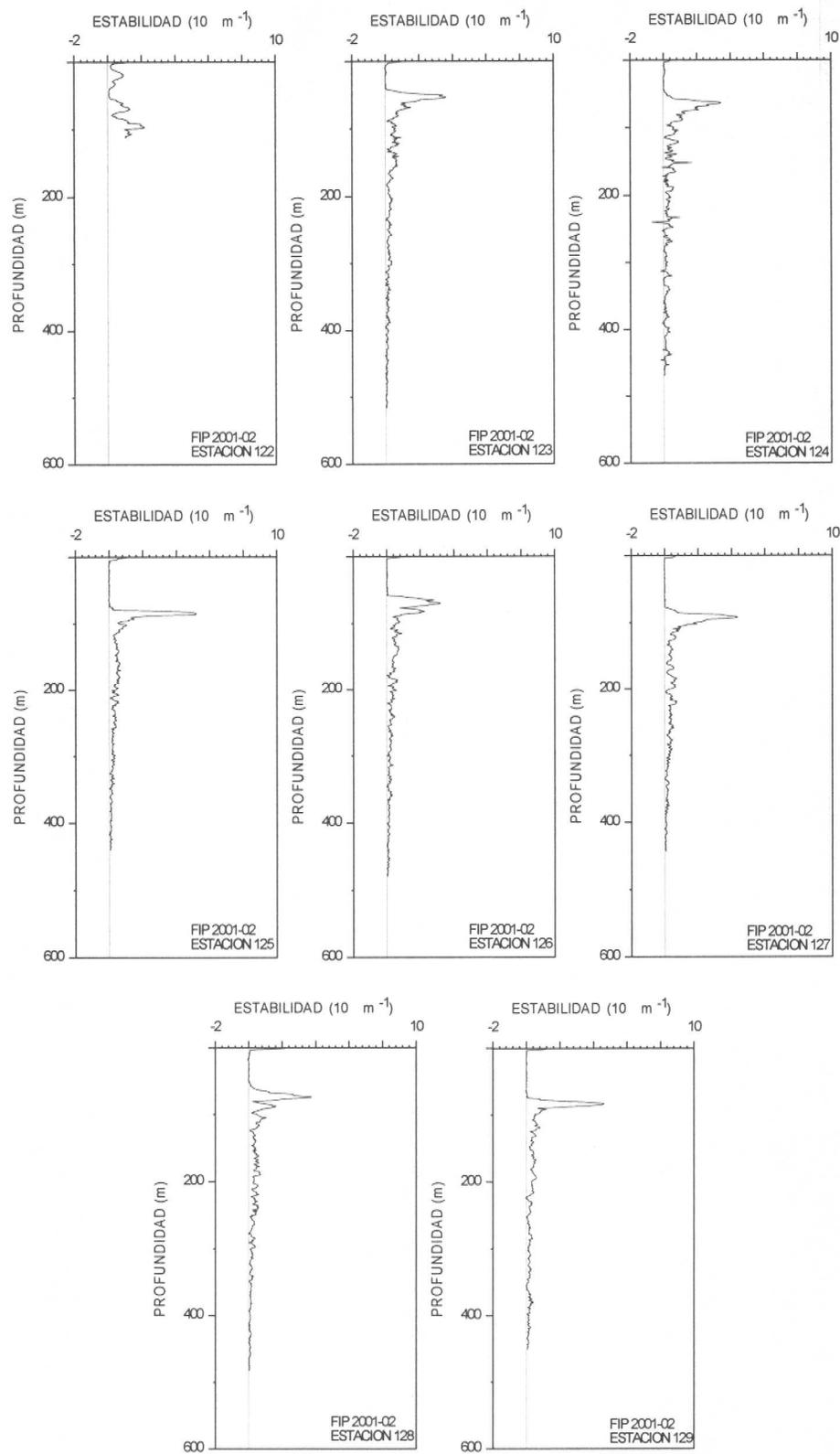


Figura 59 Distribución vertical de la estabilidad ( $10^5 m^{-1}$ ) en la columna de agua. Sector sur (transecta 21).

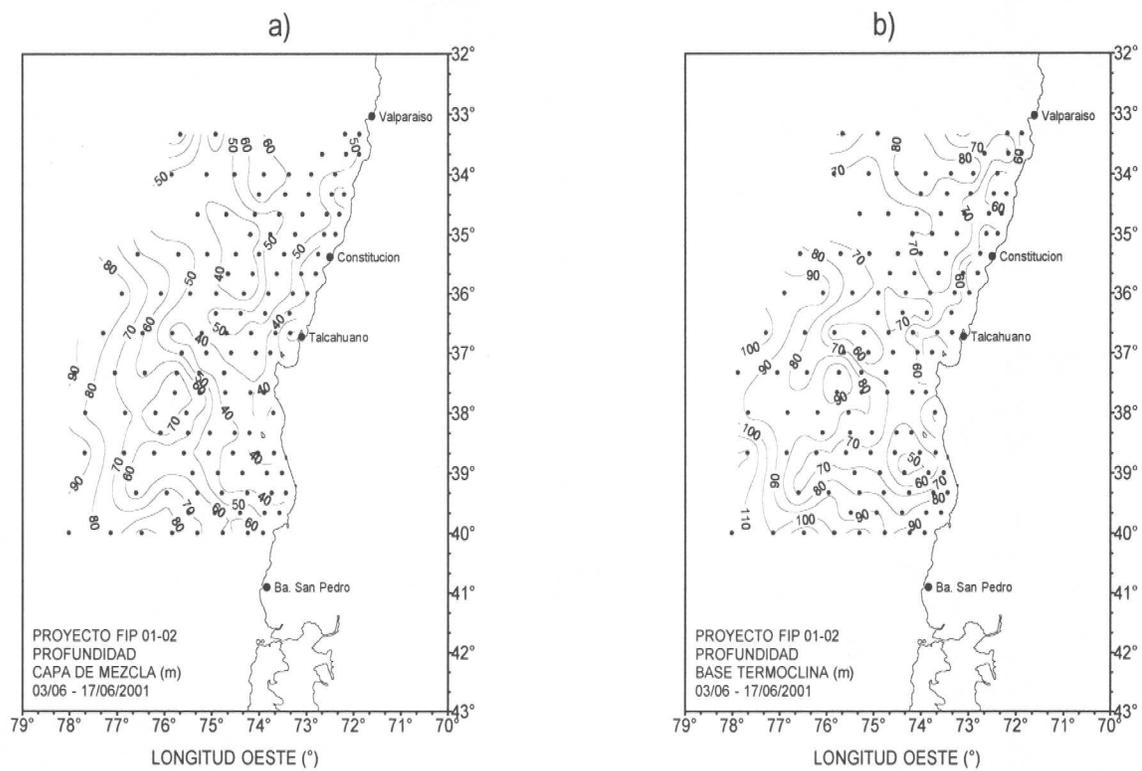


Figura 60 Distribución horizontal de la profundidad de: a) capa de mezcla (m) y b) base de la termocline (m).

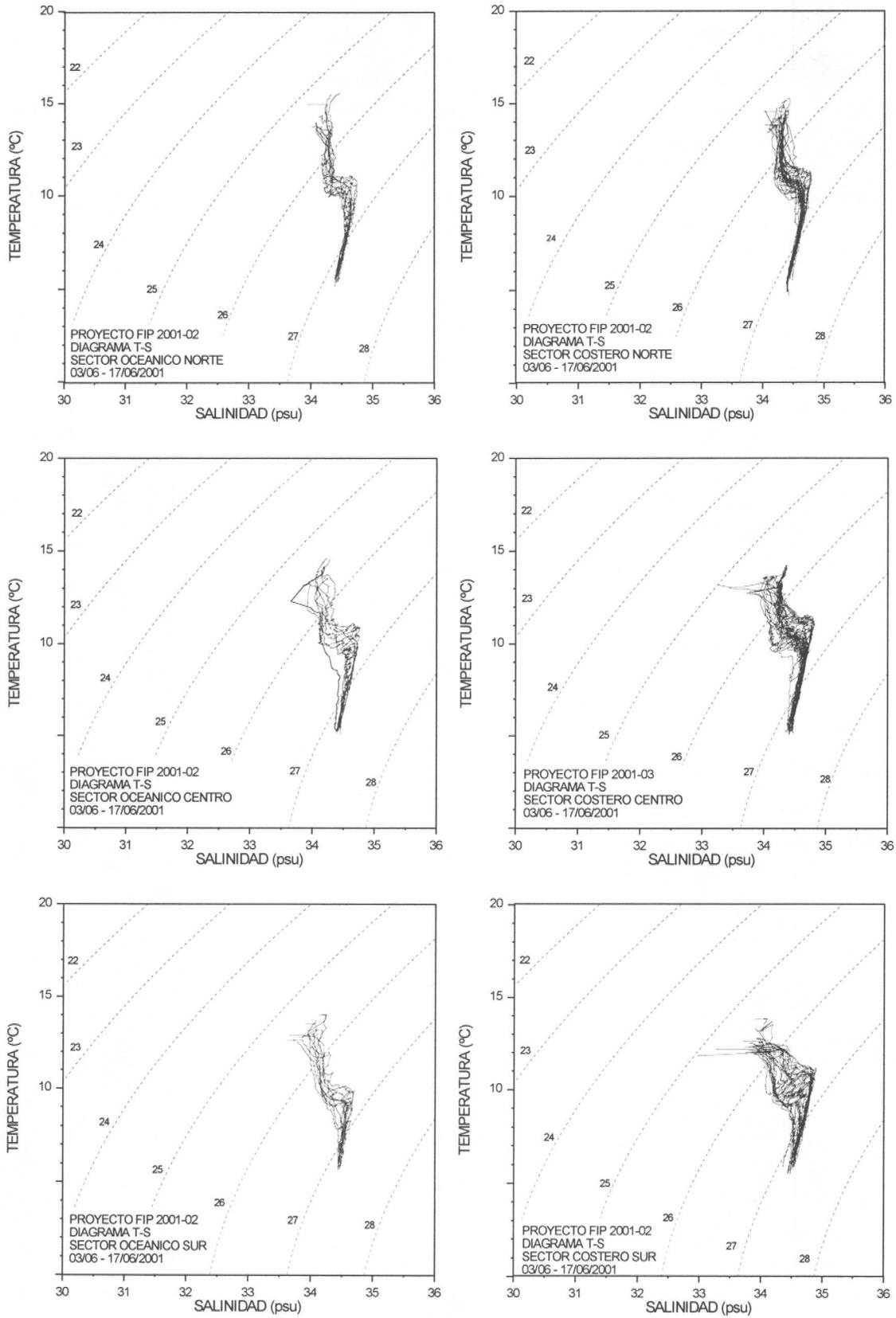


Figura 61 Diagrama TS para los sectores a) norte oceánico, b) norte costero c) centro oceánico, d) centro costero, e) sur oceánico y f) sur costero.

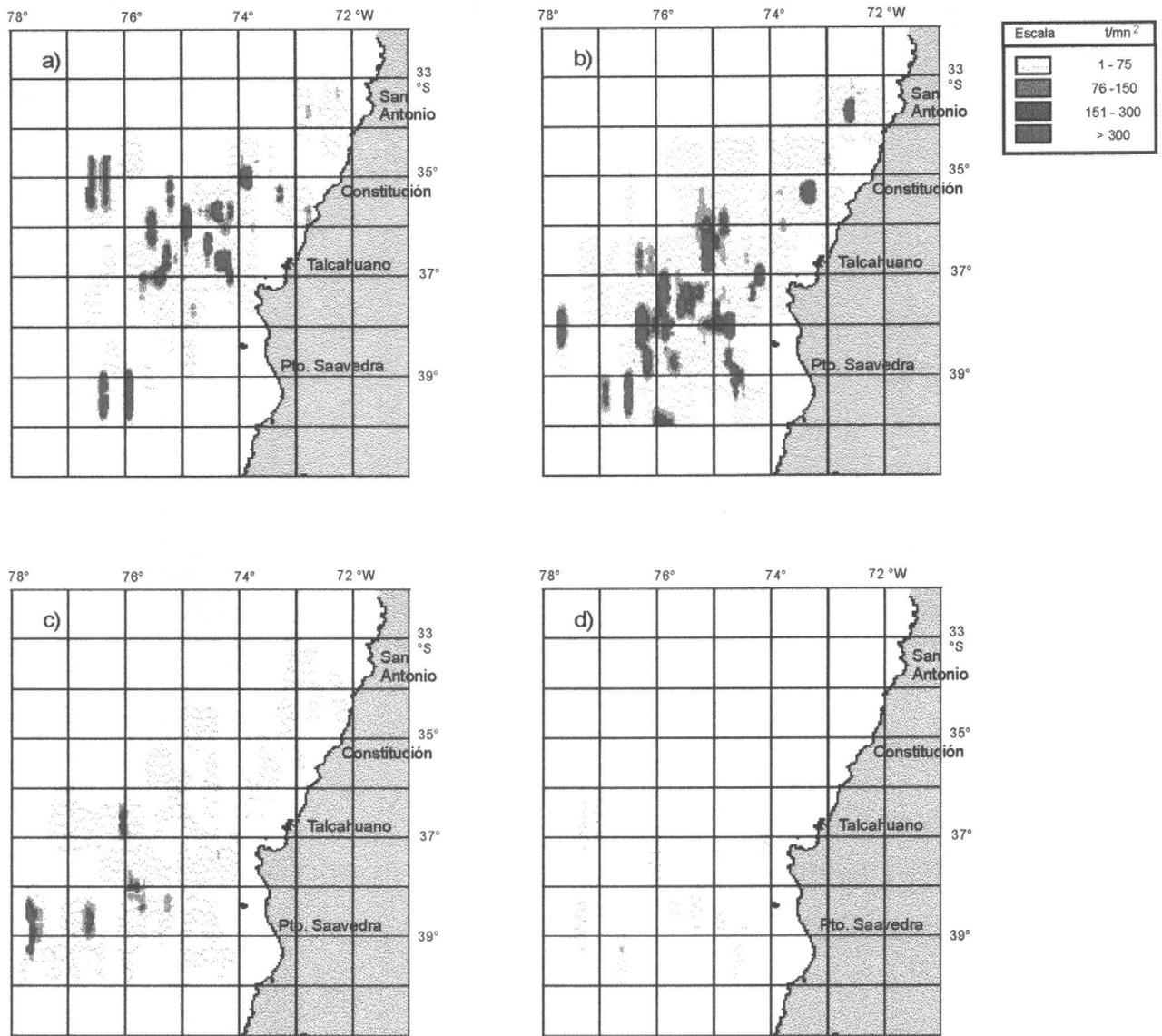


Figura 62. Distribución espacial de la biomasa de jurel ( $t/mn^2$ ): a) 0-50 m., b) 51-100 m., c) 101-150 m. y d) 151-200 m.

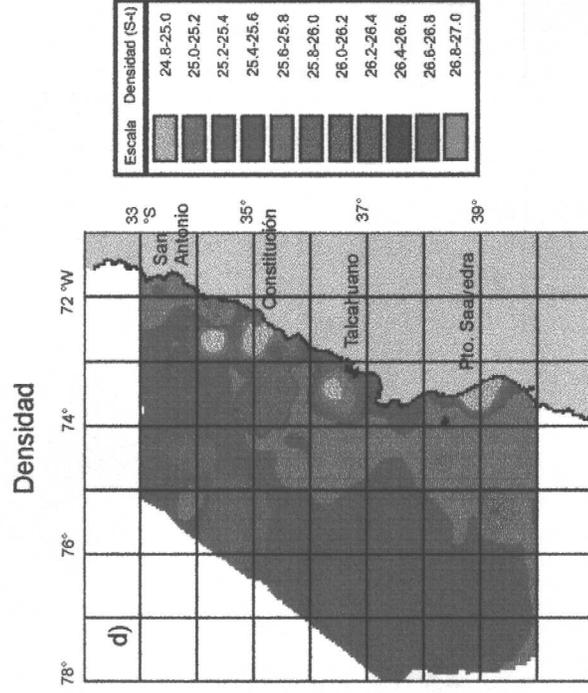
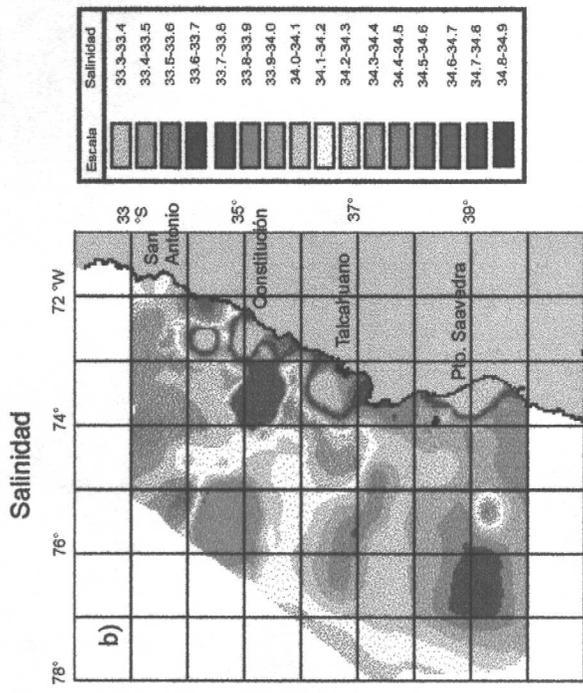
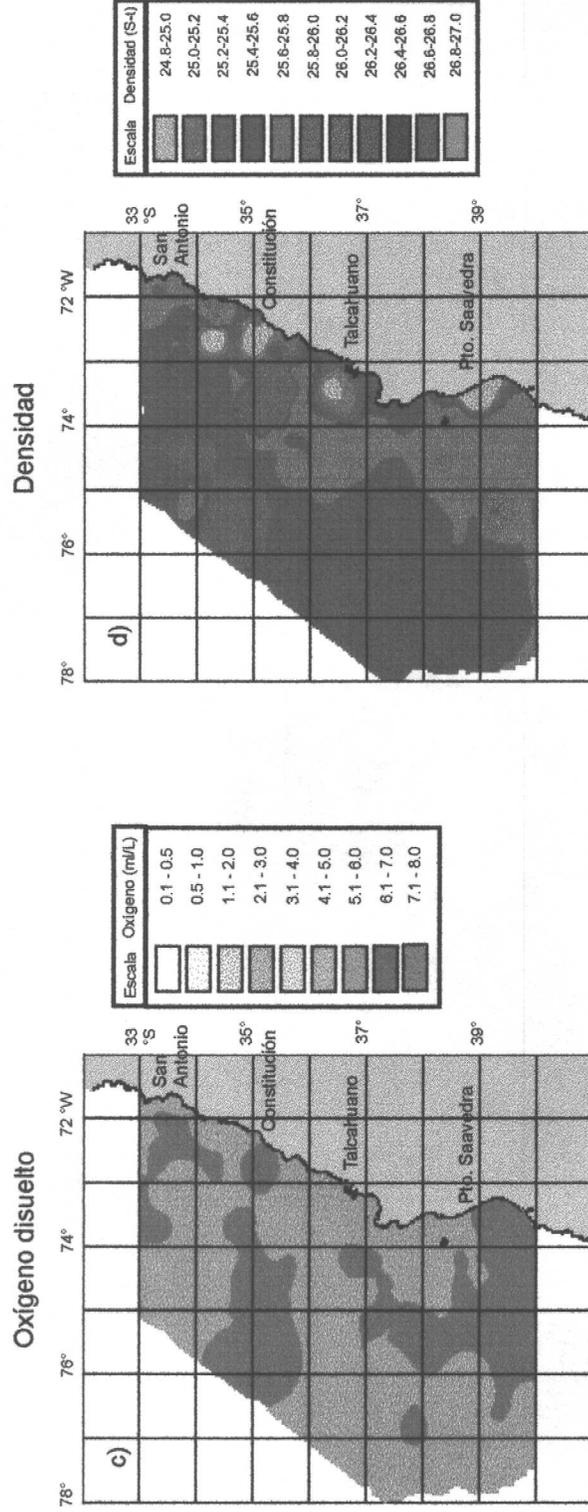
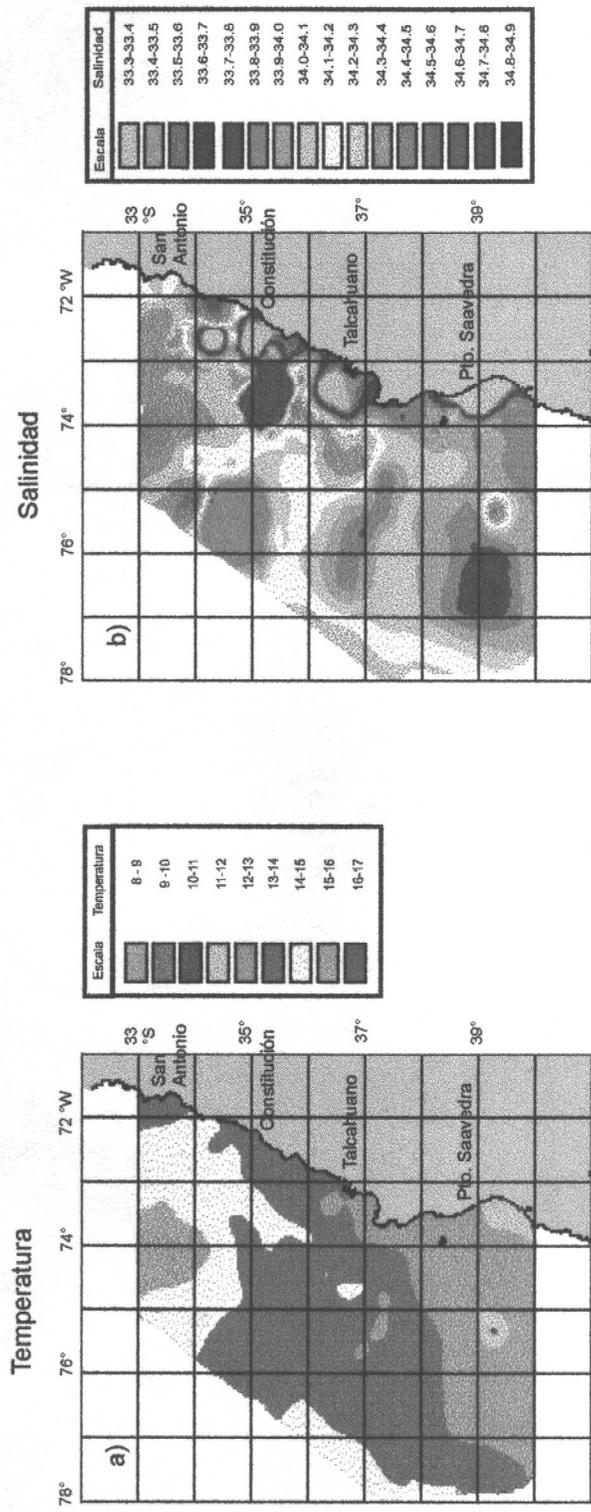


Figura 63. Distribución espacial de las variables oceanográficas superficiales: a) temperatura (°C), salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).

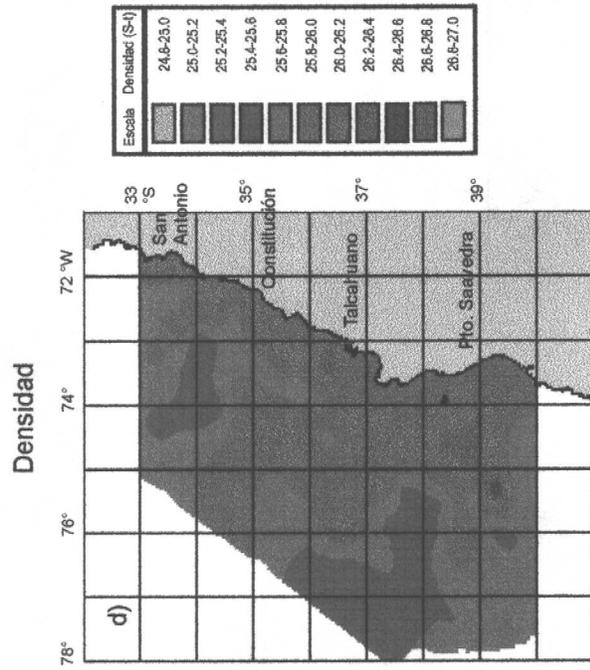
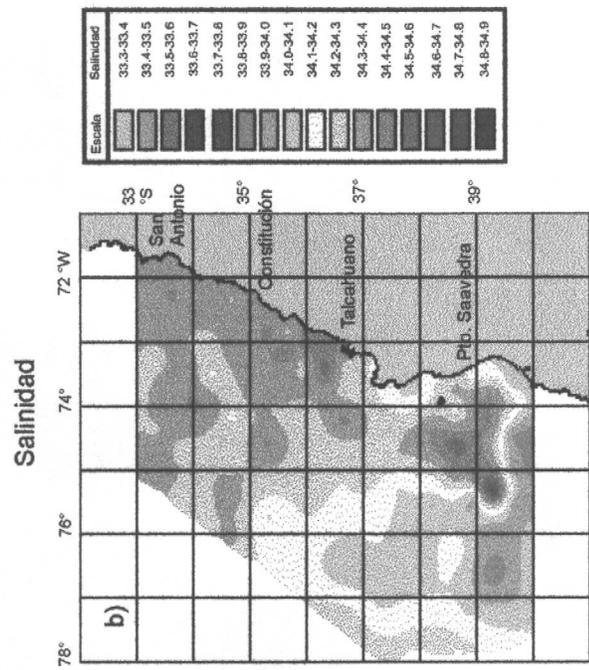
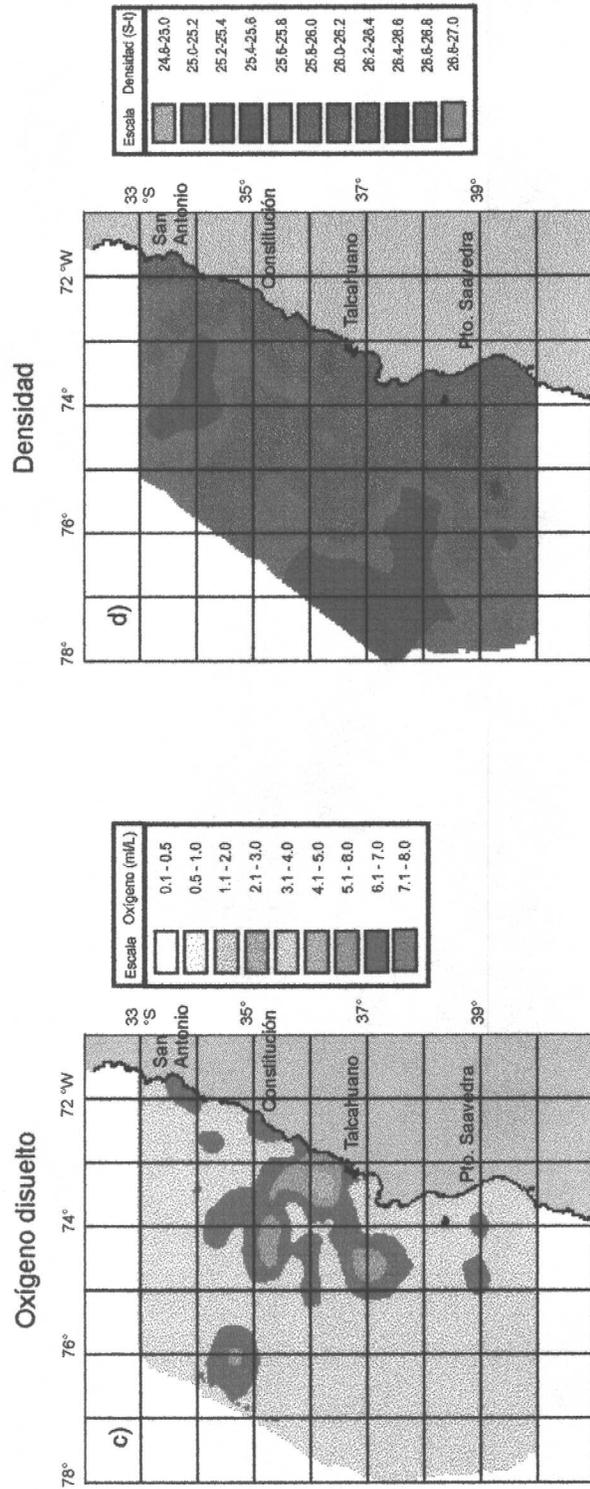
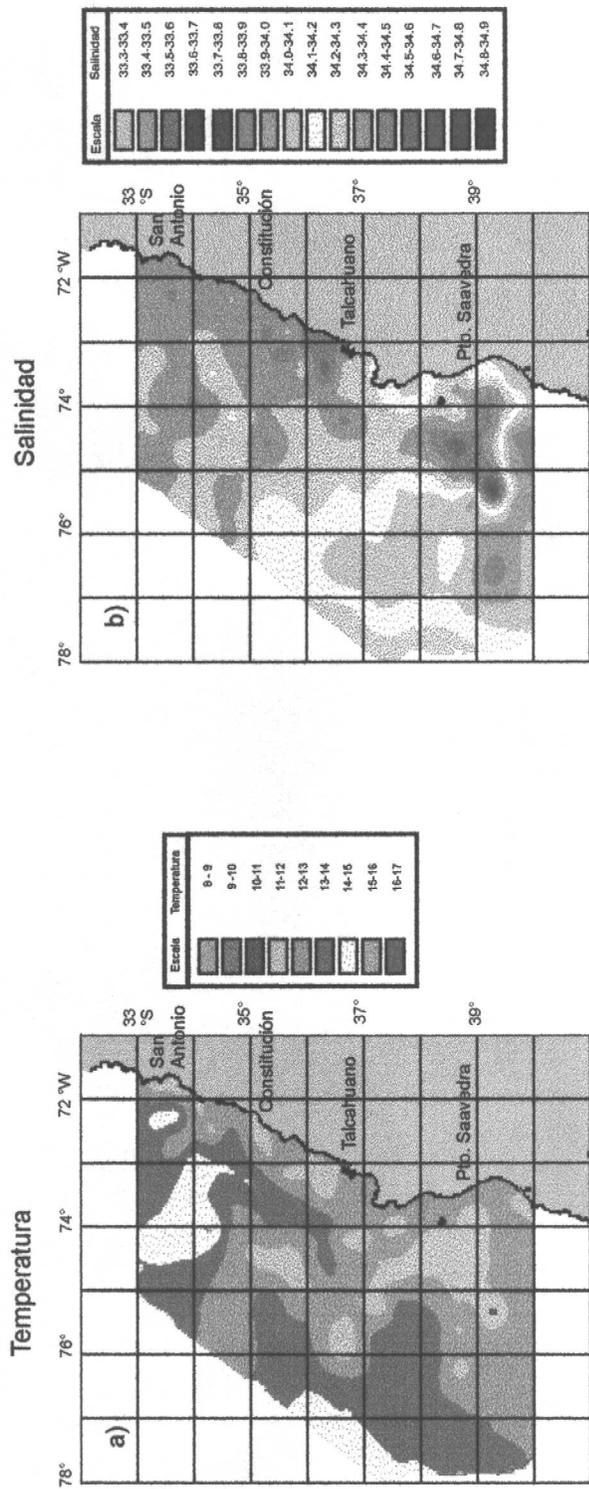


Figura 64. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 50 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (m/L) y d) densidad (Sigma-t).

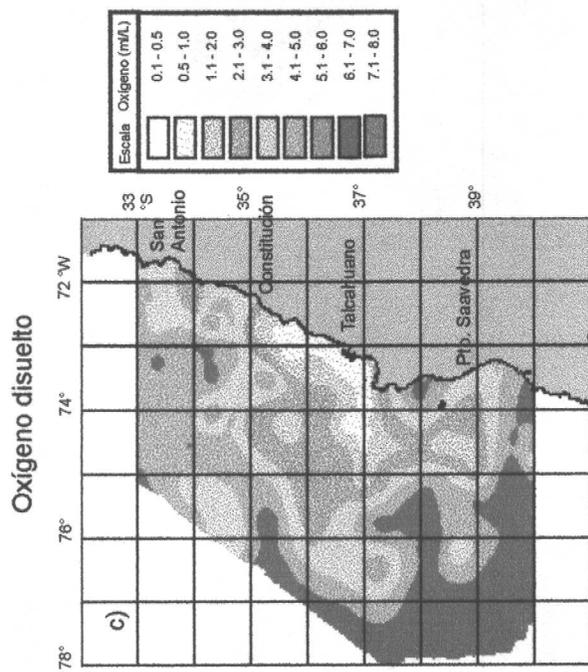
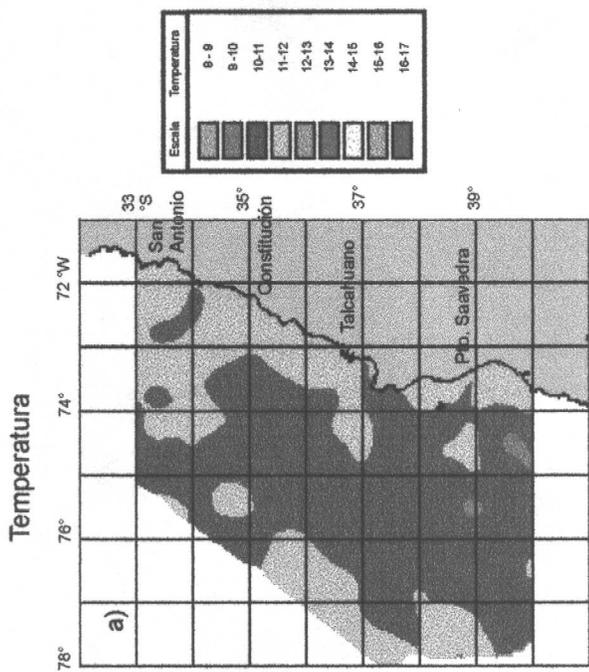
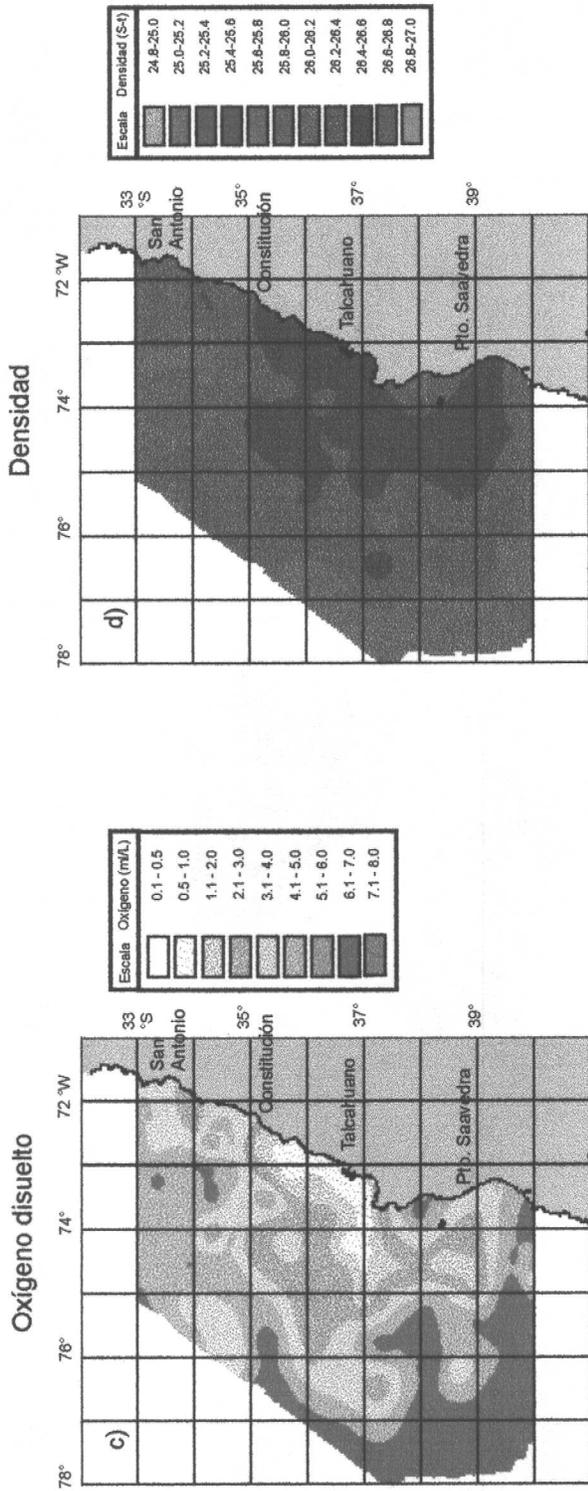
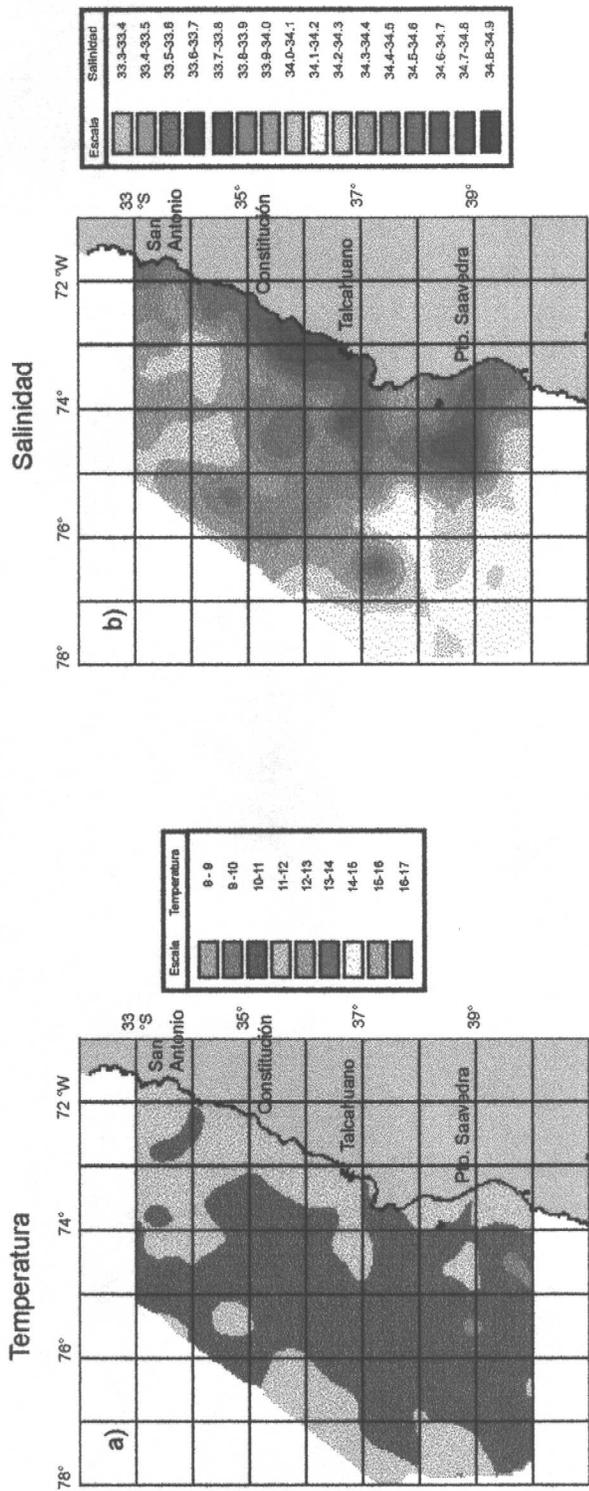


Figura 65. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 100 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).

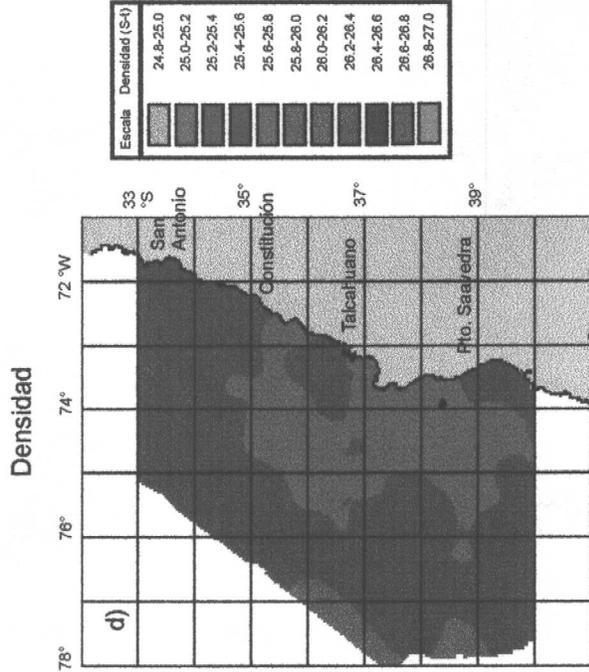
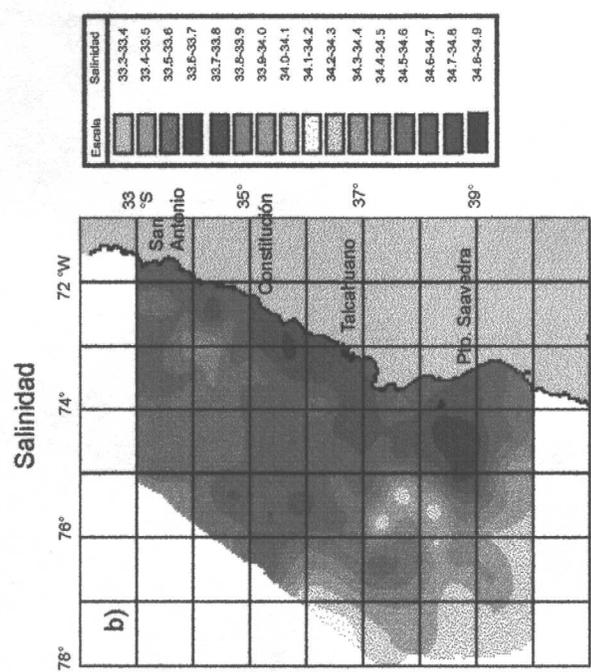
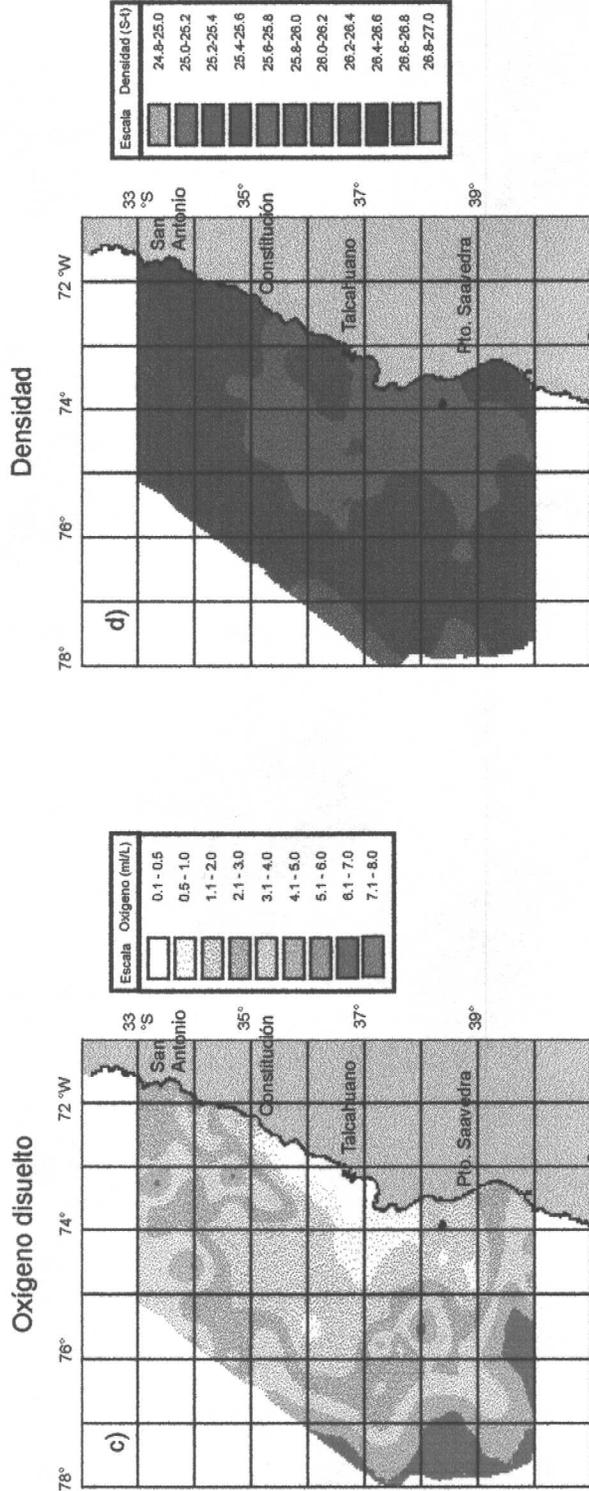
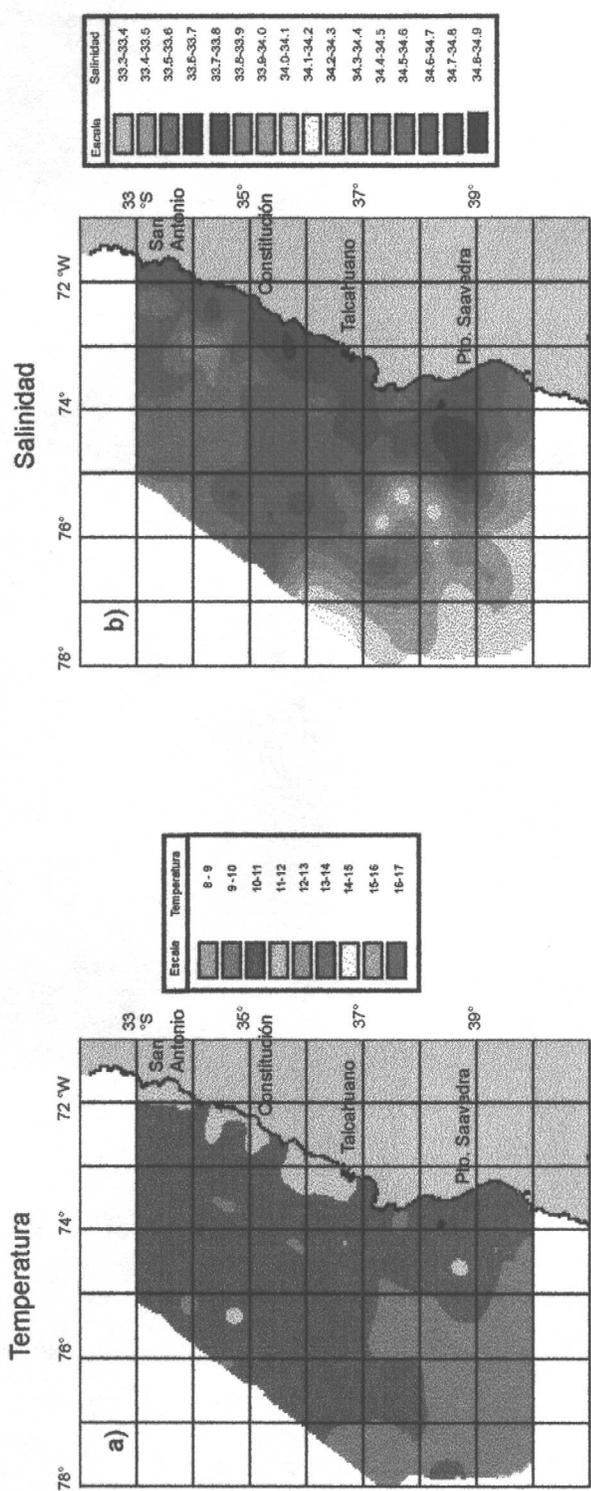


Figura 66. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 150 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).

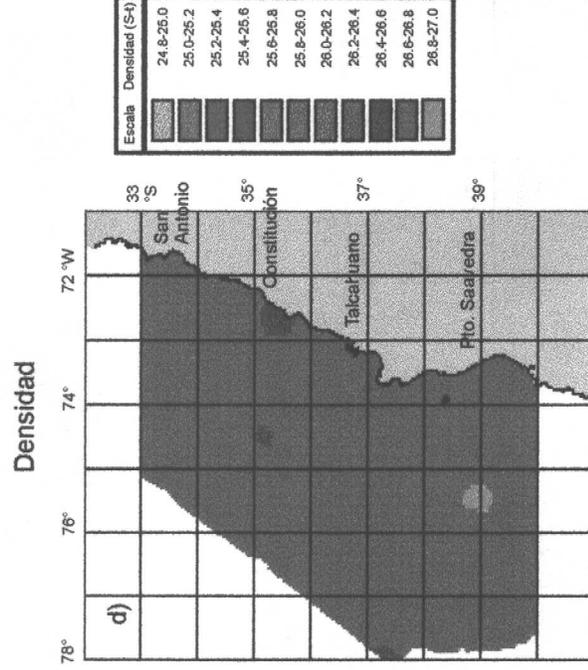
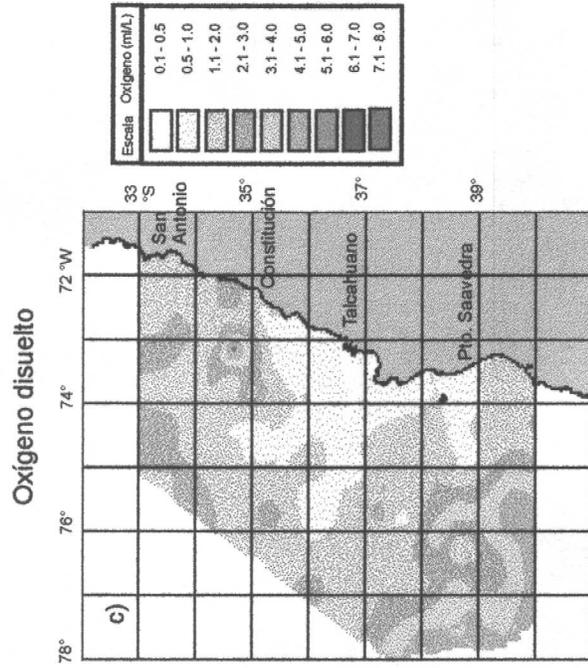
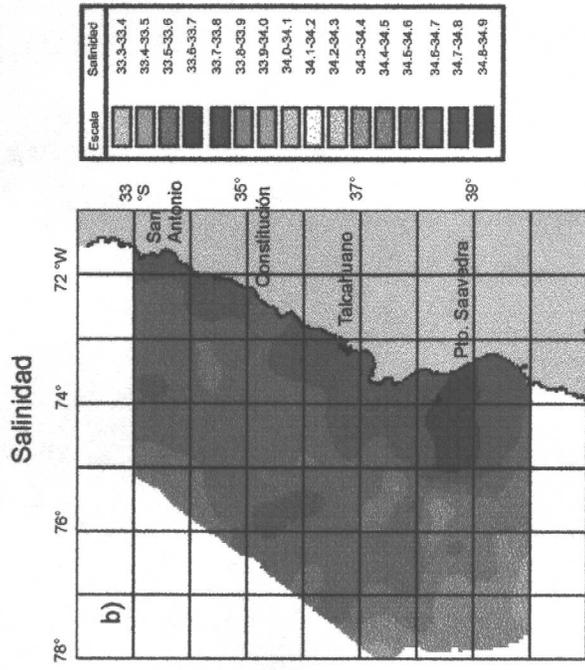
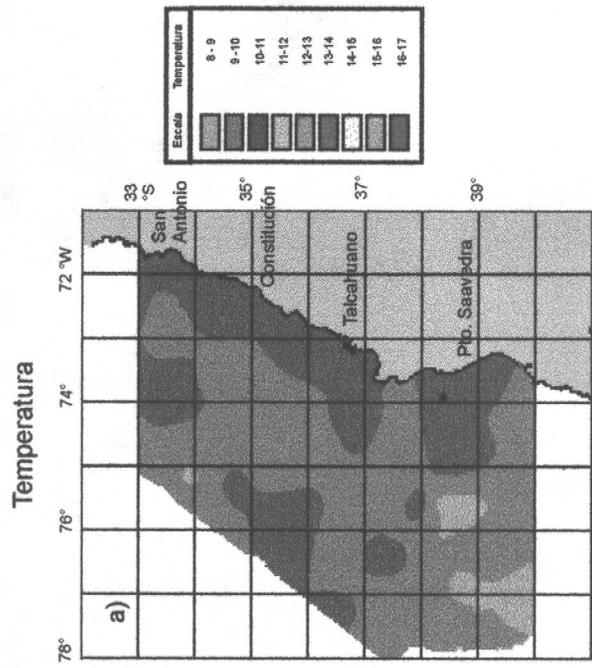


Figura 67. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 200 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).

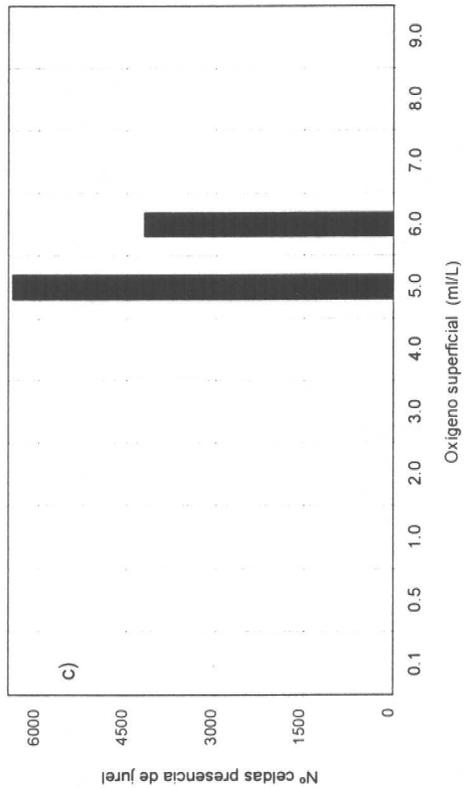
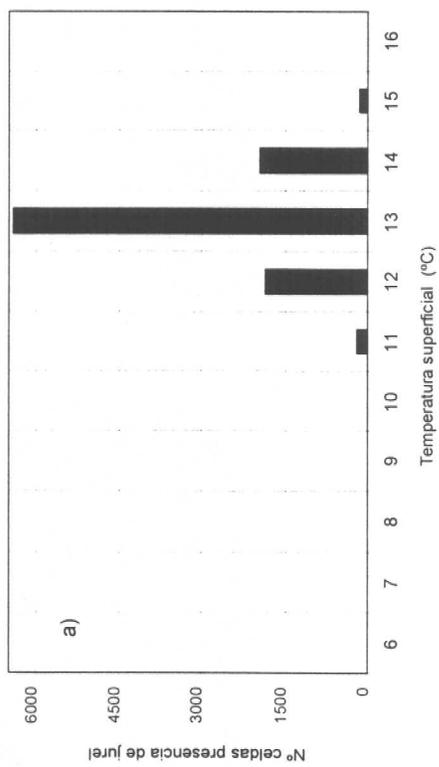
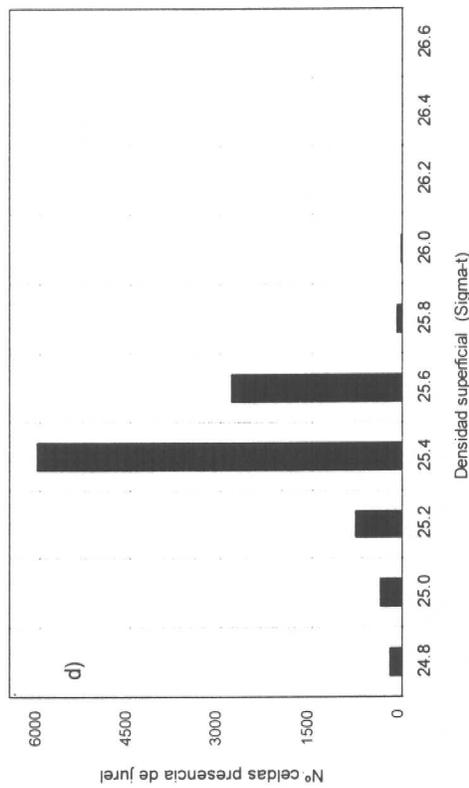
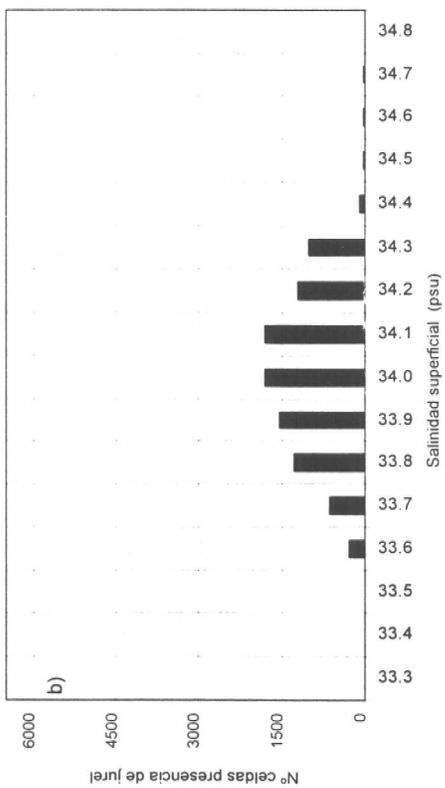


Figura 68. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales, en el estrato superficial.

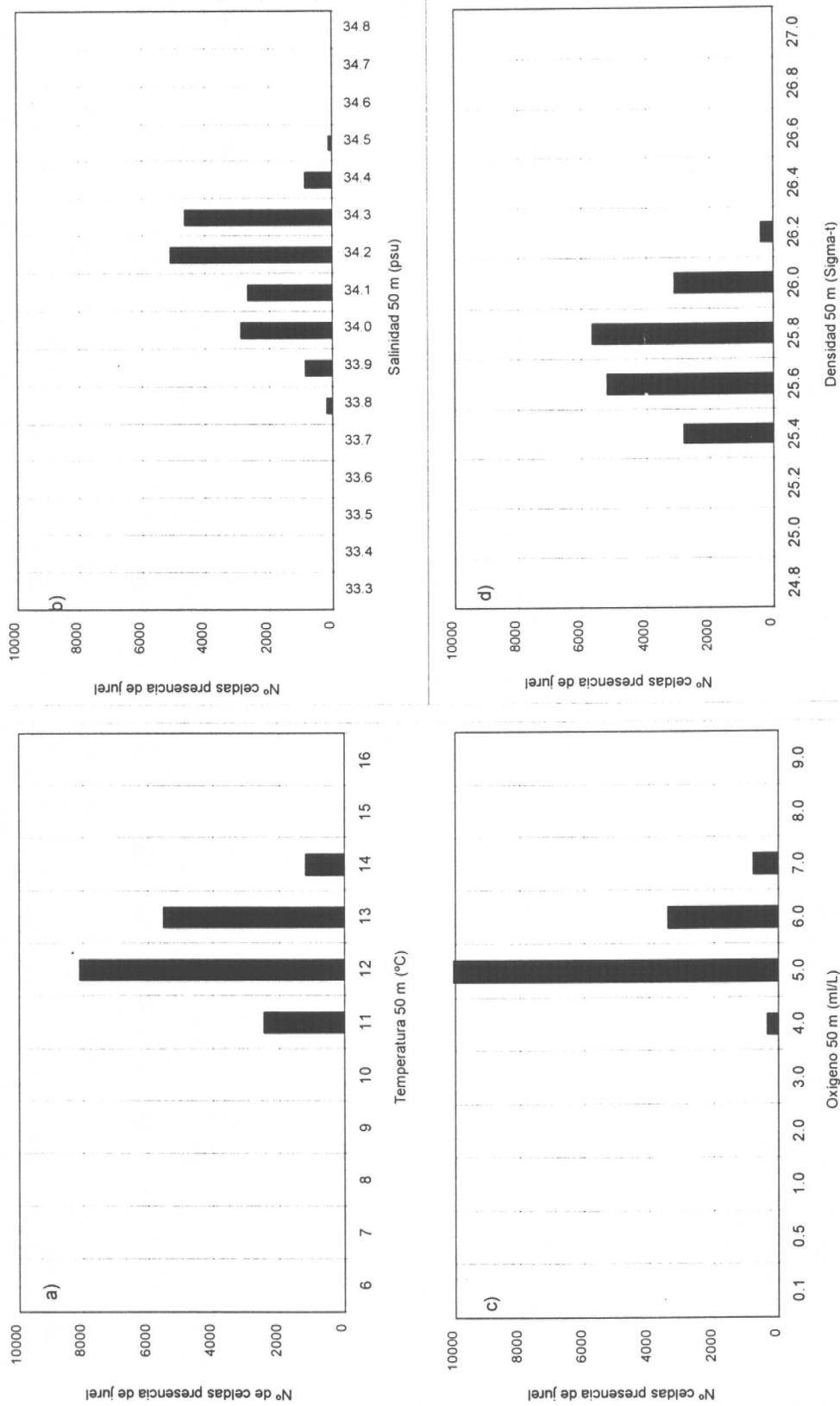


Figura 69. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales, en el estrato de 50 metros.

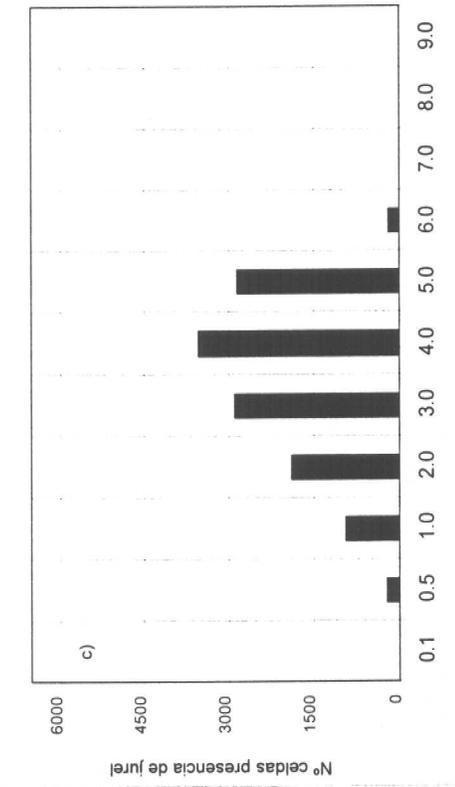
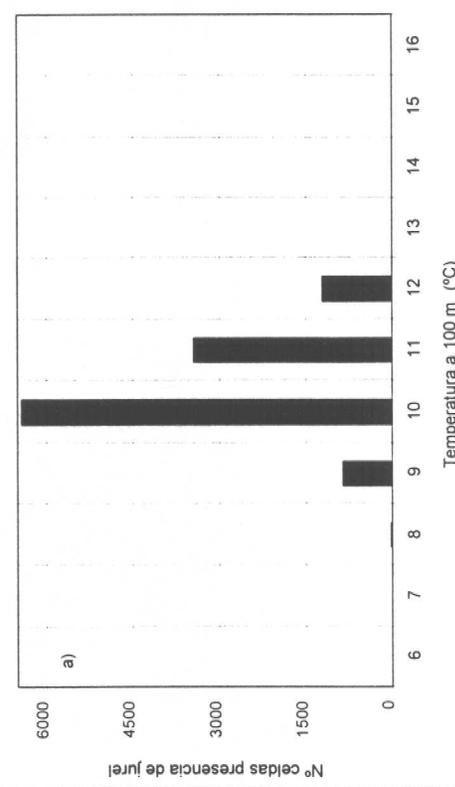
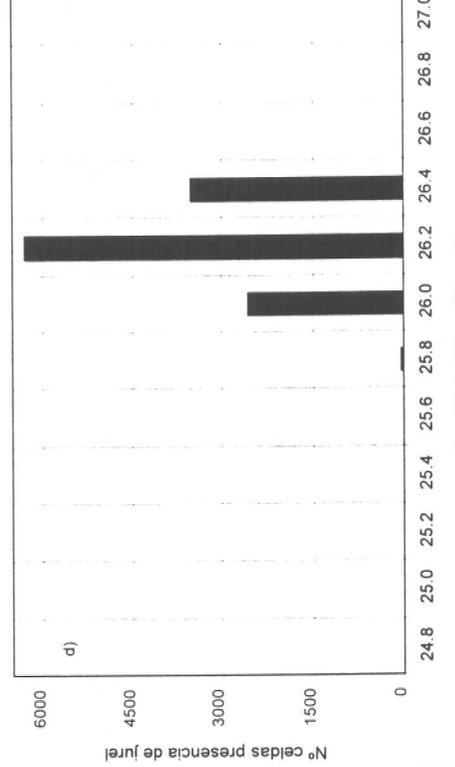
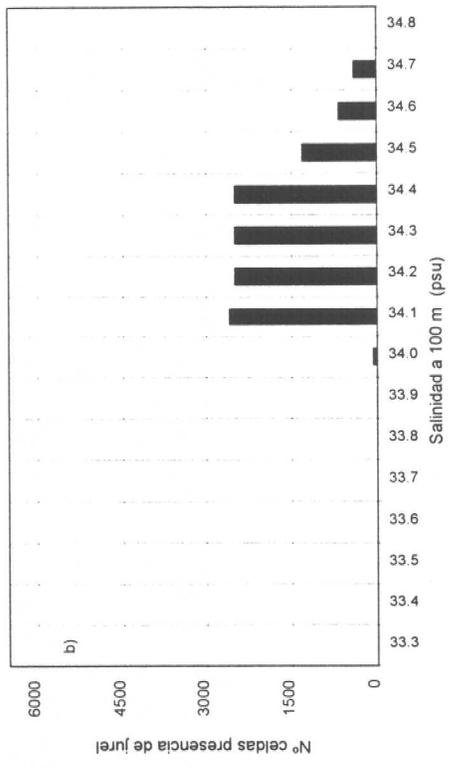


Figura 70. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales, en el estrato de 100 metros.

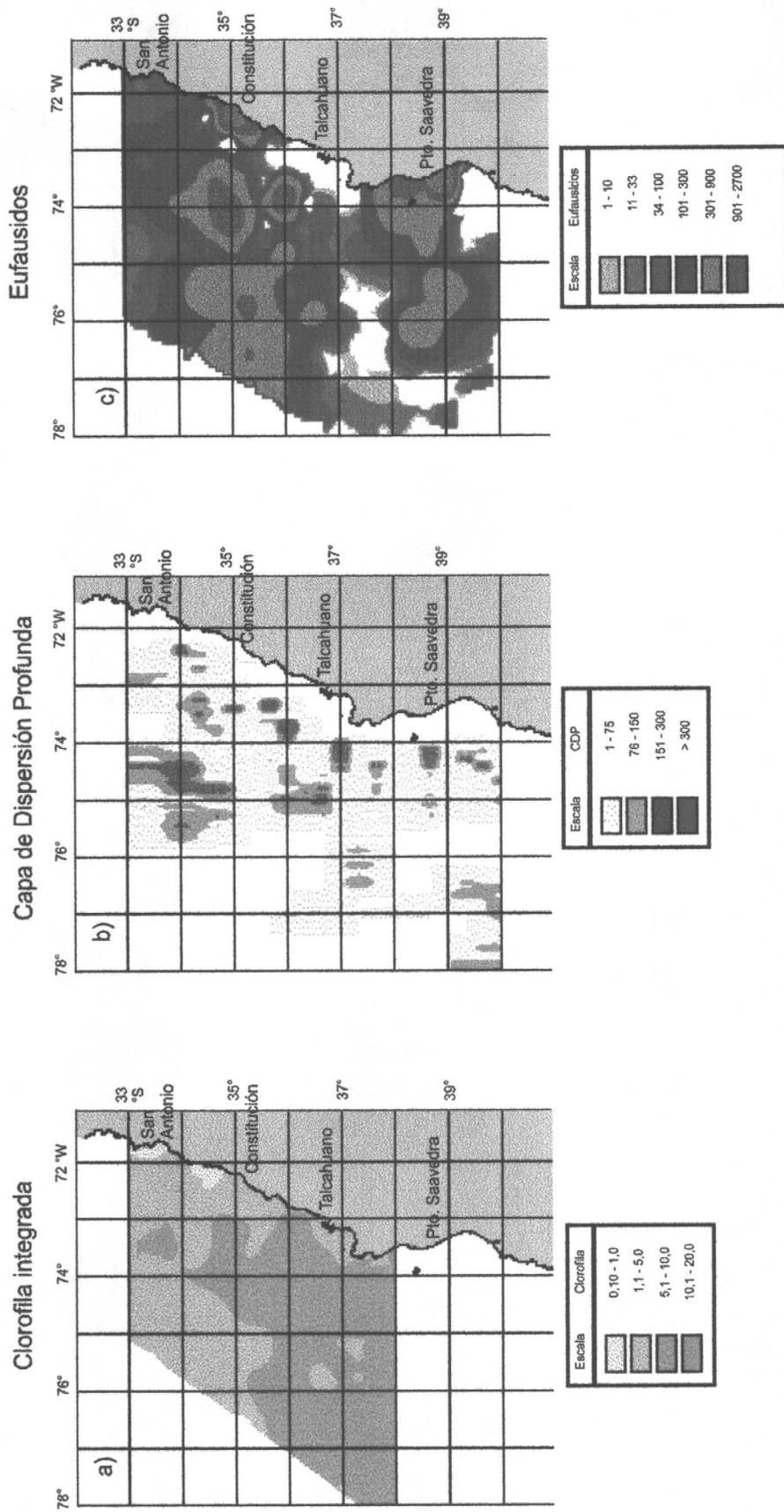


Figura 71. Distribución espacial de: a) clorofila integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), b) capa de dispersión profunda (Sa) y c) eufáusidos ( $\text{ind}/1000\text{m}^3$ ).

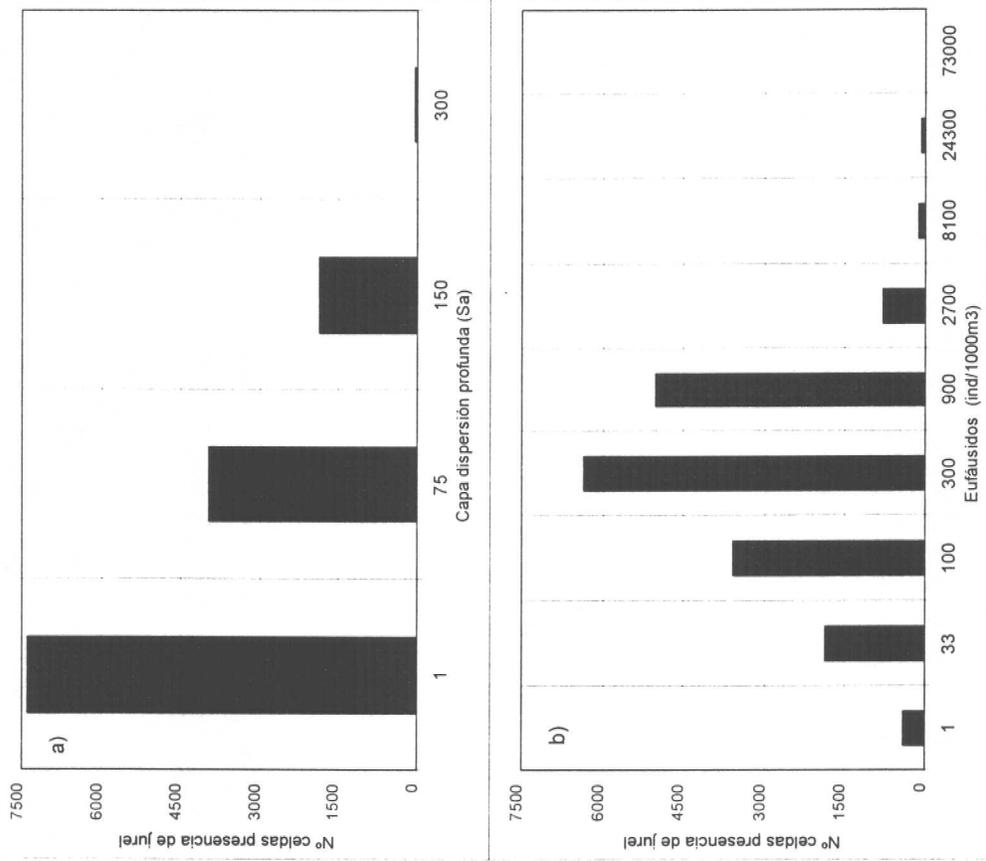


Figura 72. Número de celdas de jurel respecto a: a) capa de dispersión profunda (Sa) y b) eufáusidos (ind/1000m³).

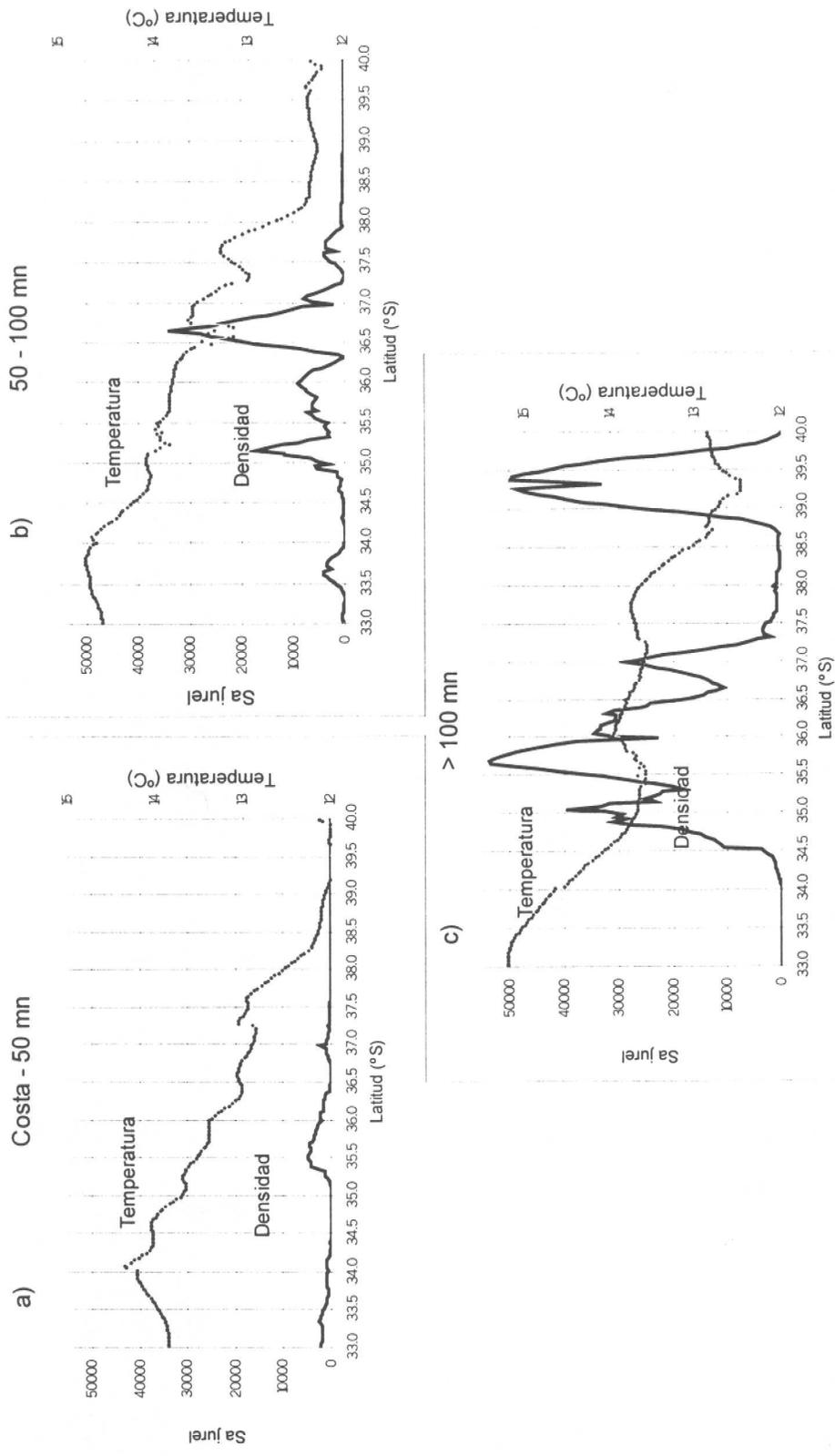


Figura 73. Señal latitudinal de jurel y su relación con la temperatura: a) costa-50 mn., b) 50-100 mn., y c) > 100 mn.

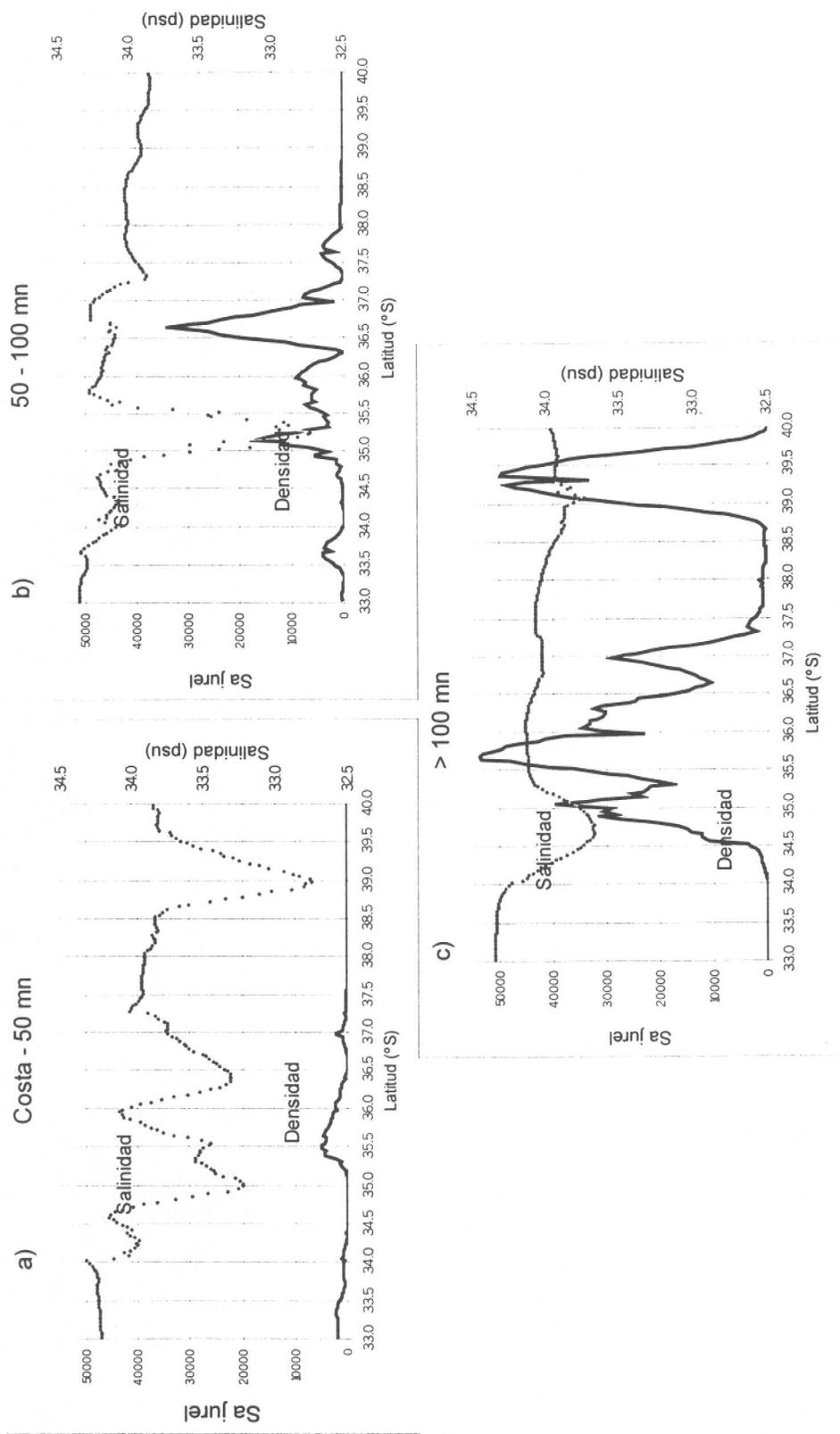


Figura 74. Señal latitudinal de jurel y su relación con la salinidad: a) costa-50 mn., b) 50-100 mn., y c) > 100 mn.

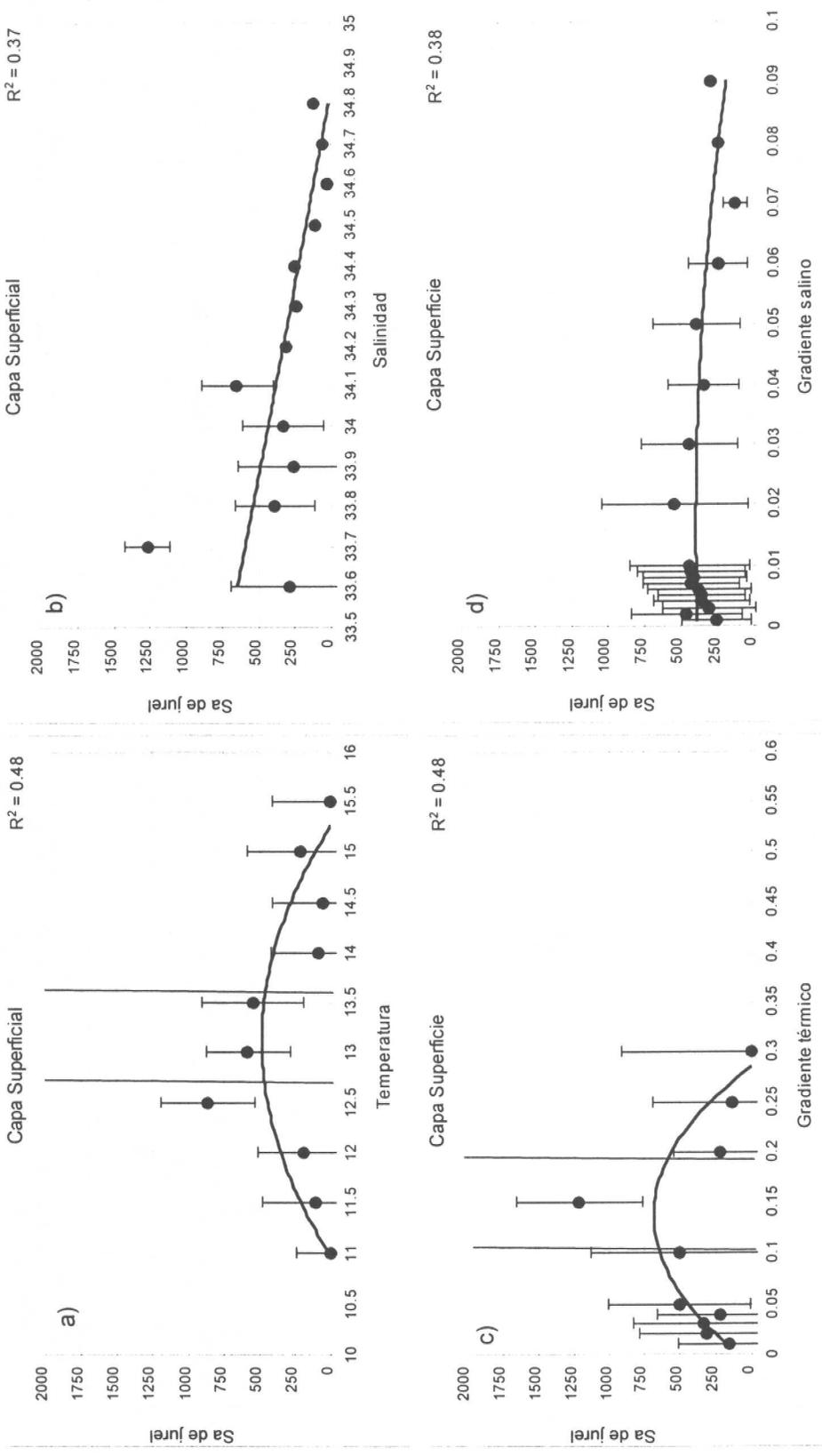


Figura 75. Modelo de regresión para jurel: a) temperatura, b) gradiente térmico, c) salinidad y d) gradiente salino. Capa superficial.

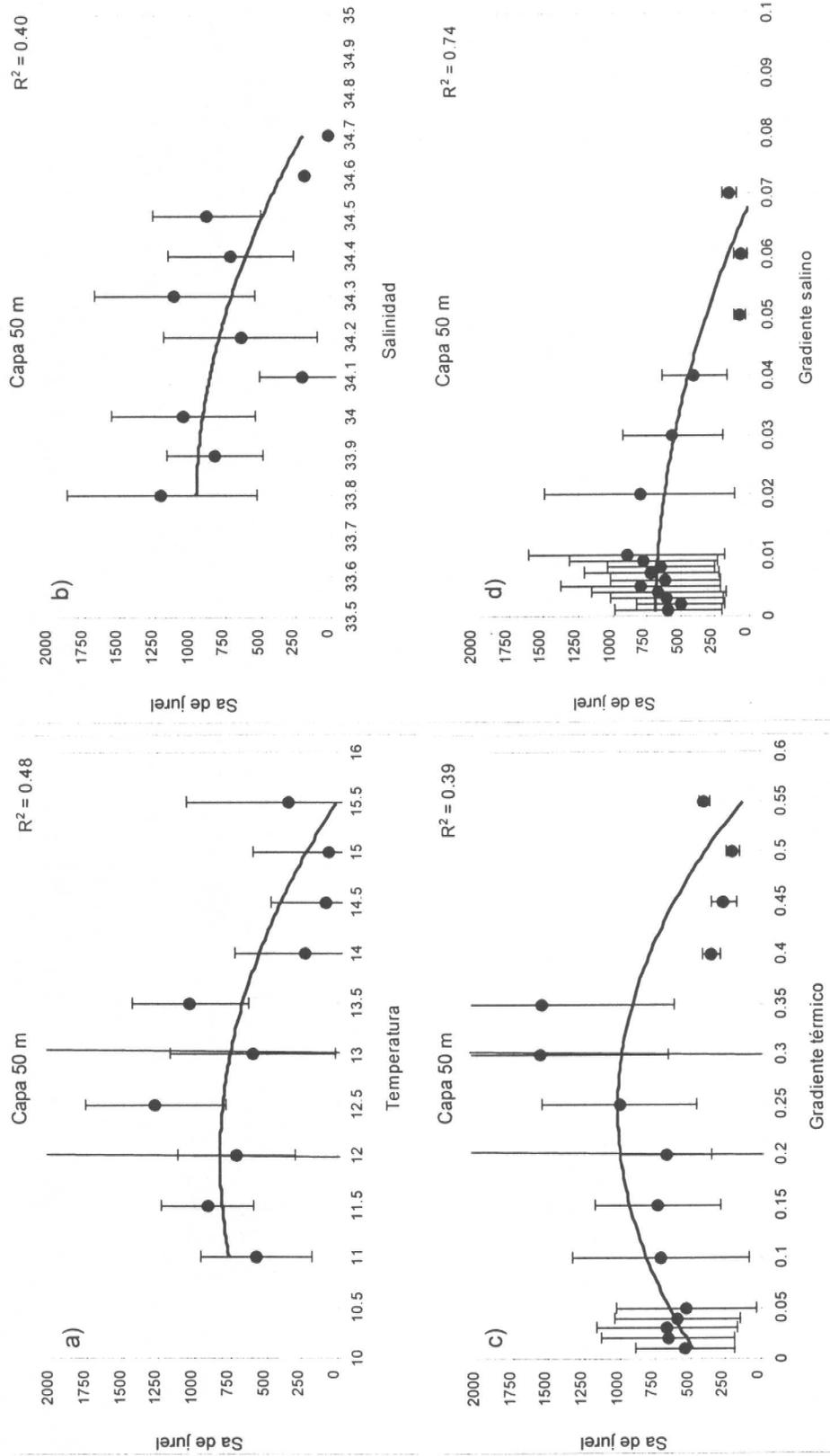


Figura 76. Modelo de regresión para jurel: a) temperatura, b) gradiente térmico, c) salinidad y d) gradiente salino. Capa 50 metros.

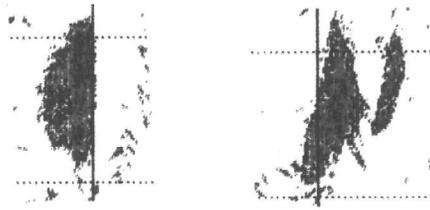
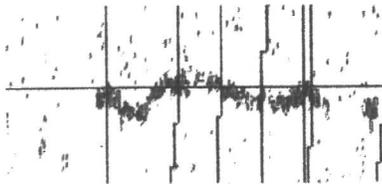
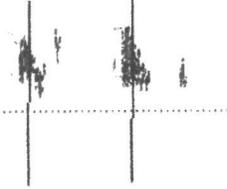
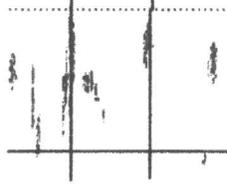
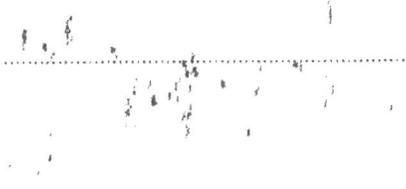
1) Cardumen	
2) Estrato denso	
3) Estrato medio	
4) Estrato disperso	
5) Disperso	
6) Individual	

Figura 77. Clasificación de ecotrazos de jurel.

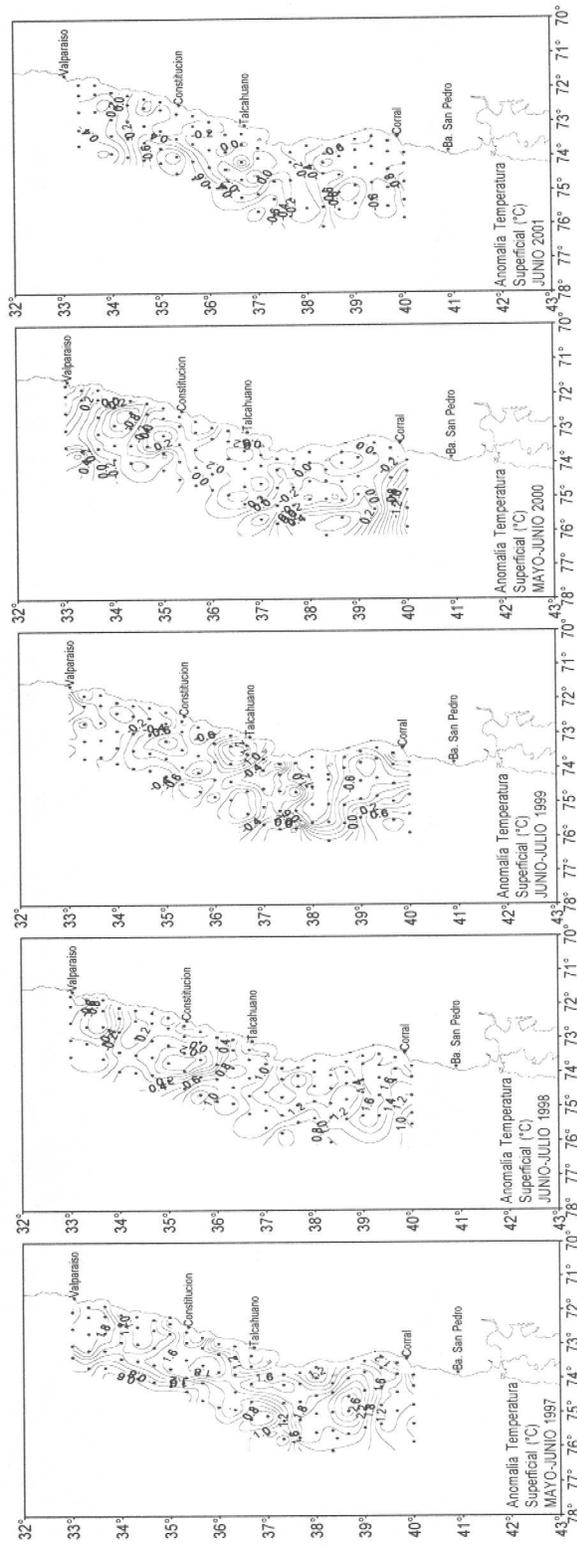
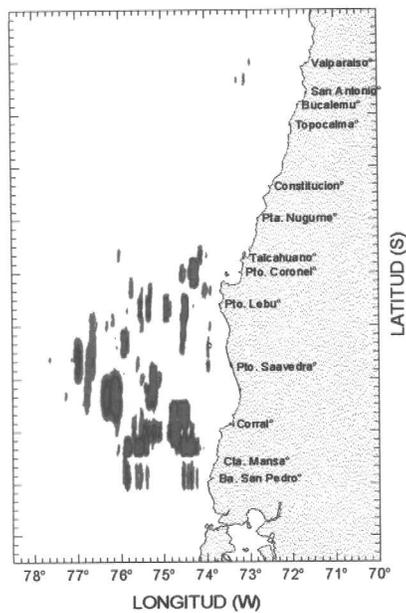
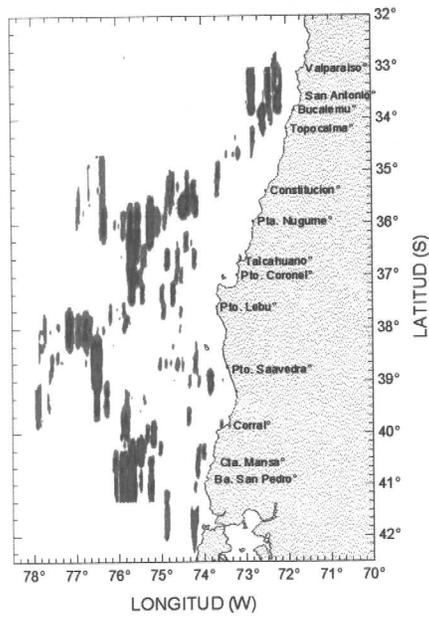


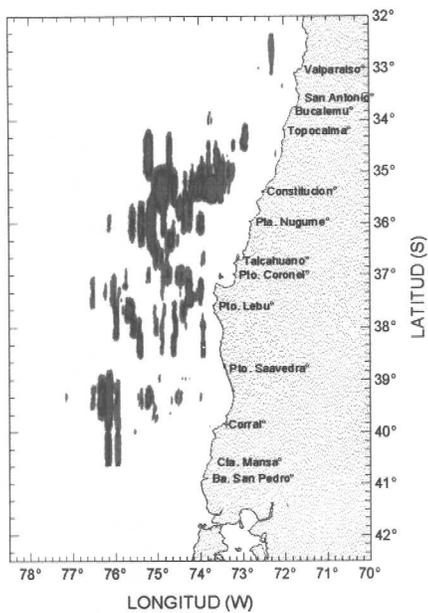
FIGURA 78. Distribución de la anomalía de temperatura superficial del mar (°C) para los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001 en la región de estudio.



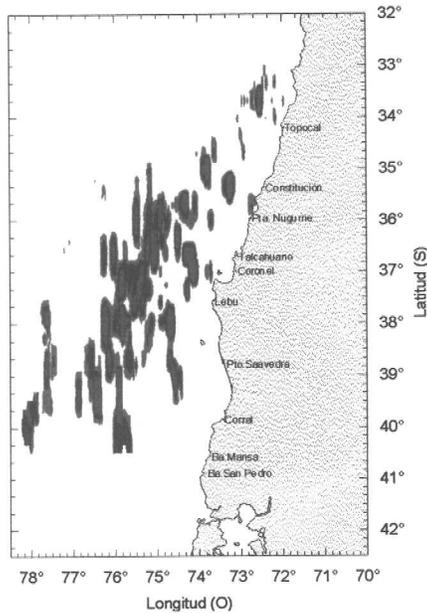
(1998)



(1999)



(2000)



(2001)

□ 1 - 75 t/mn<sup>2</sup>  
 ■ 76 - 150 t/mn<sup>2</sup>

■ 151 - 300 t/mn<sup>2</sup>  
 ■ más de 300 t/mn<sup>2</sup>

Figura 79. Distribución de la biomasa de jurel en la zona de estudio (1998 al 2001).

# Imagen satelital día 04/junio/2001

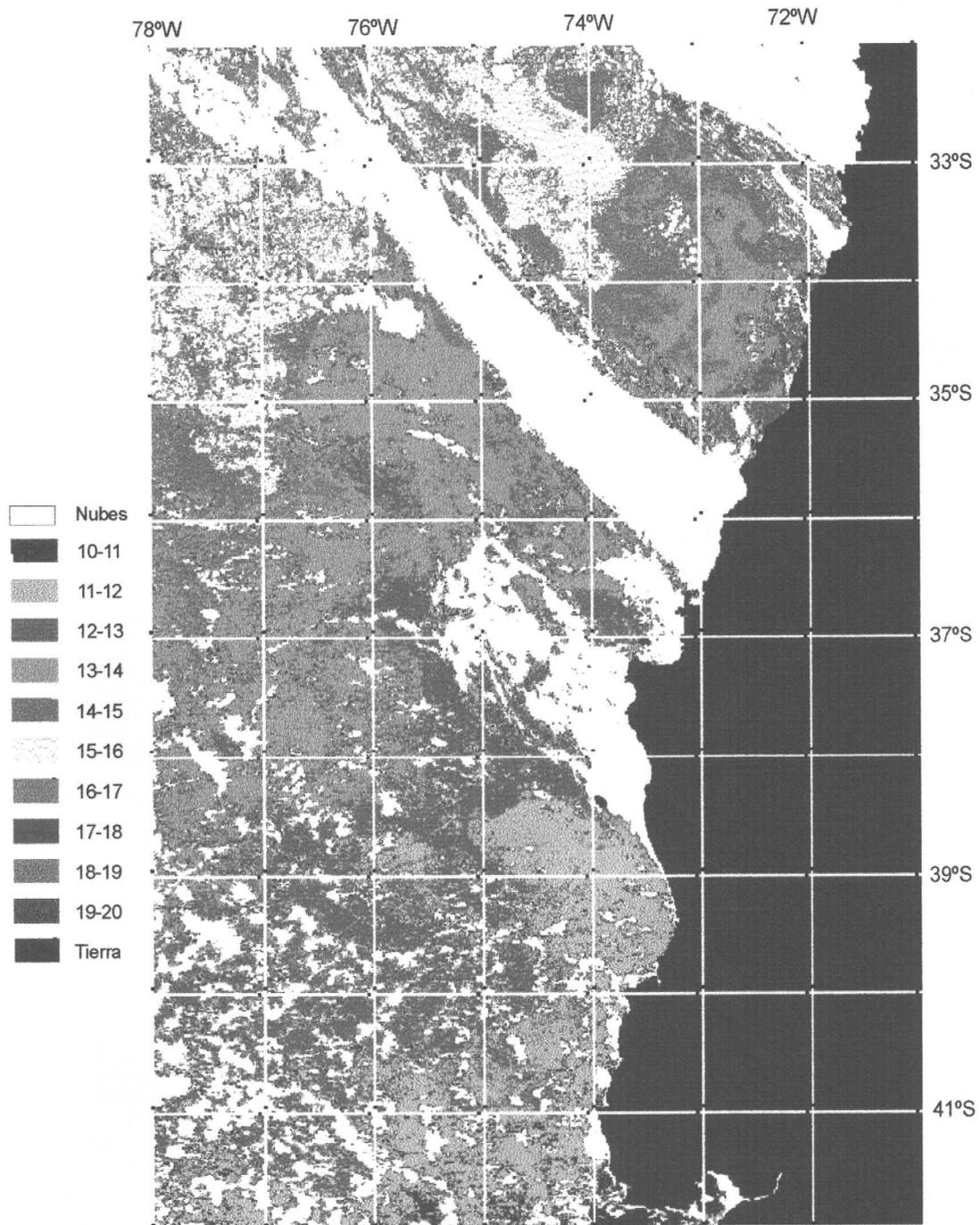


Figura80. Distribución de temperatura superficial satelital en la zona de estudio.

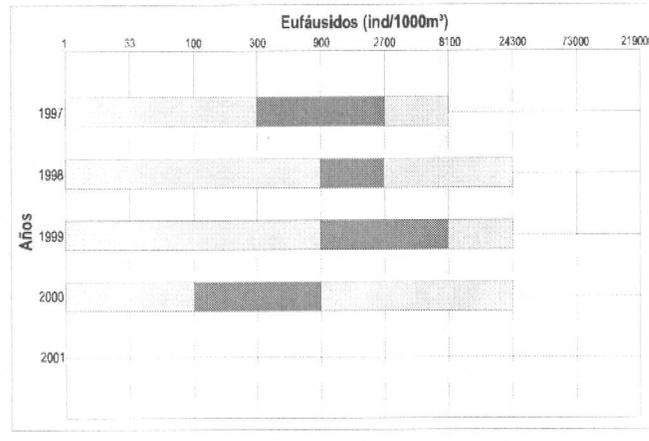
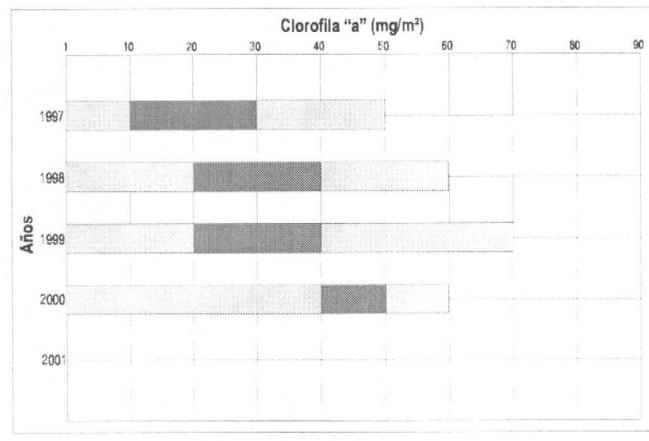
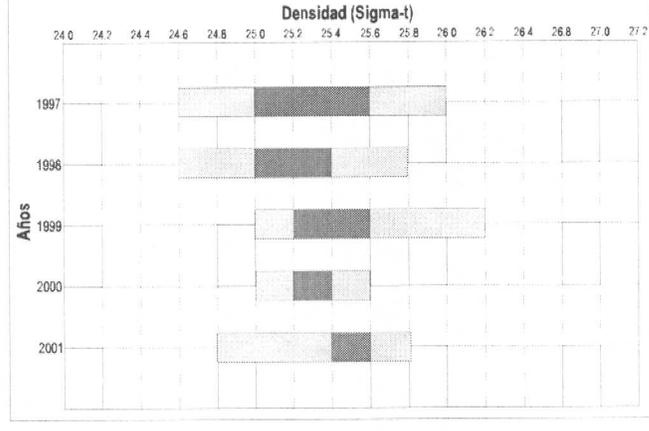
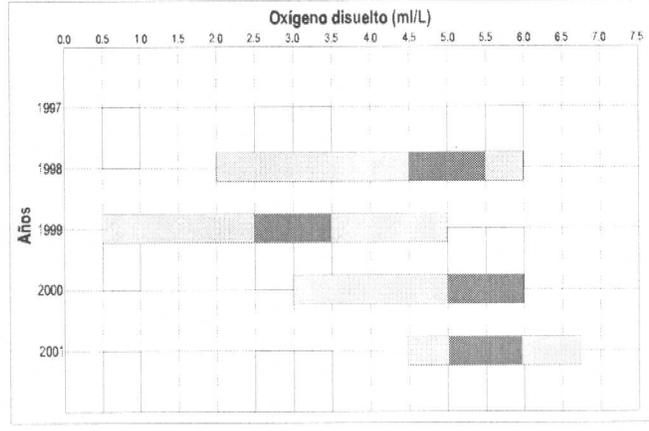
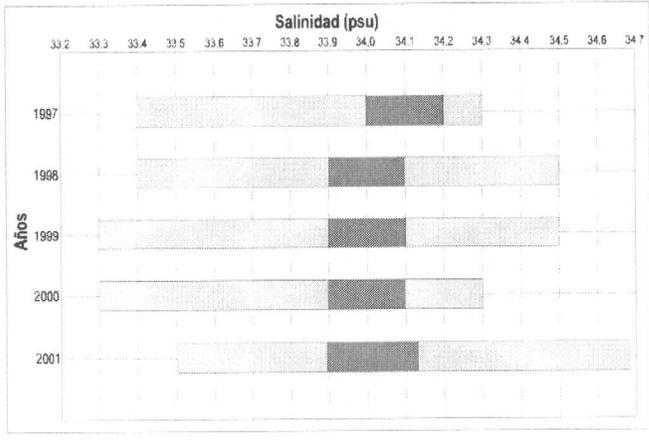
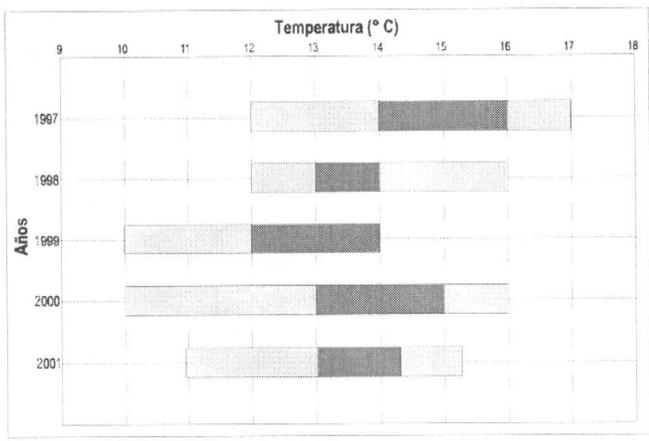


Figura 81. Rango de distribución preferencial del jurel respecto de: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad (sigma-t). Capa superficial.

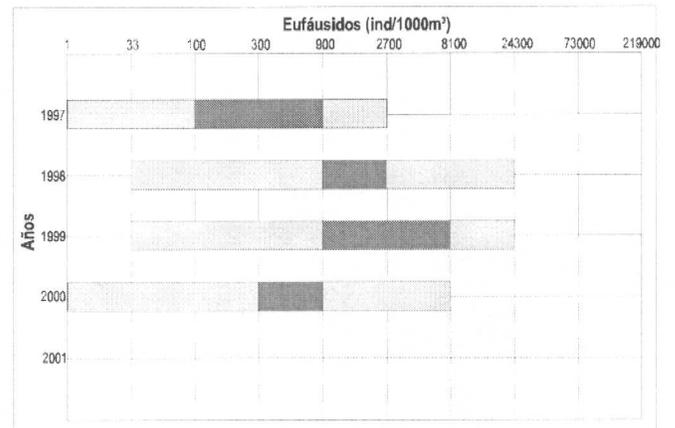
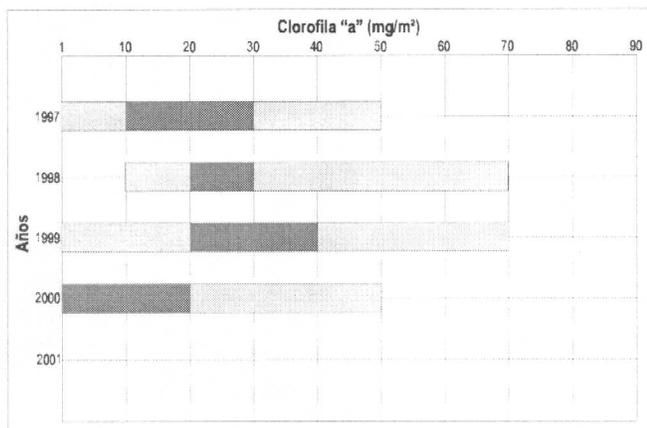
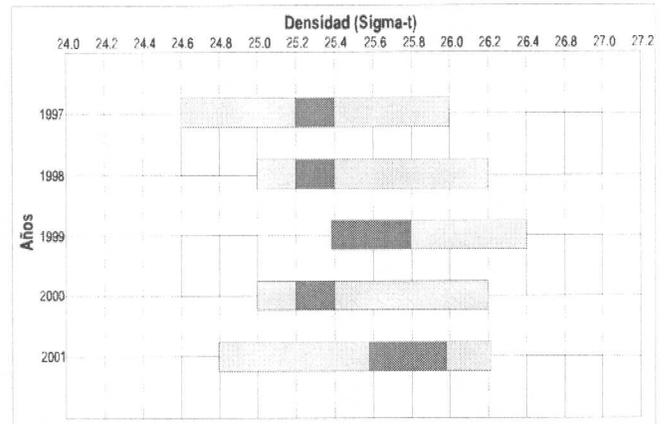
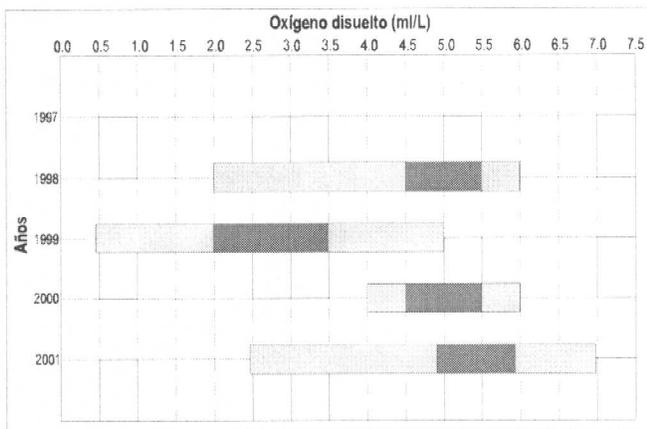
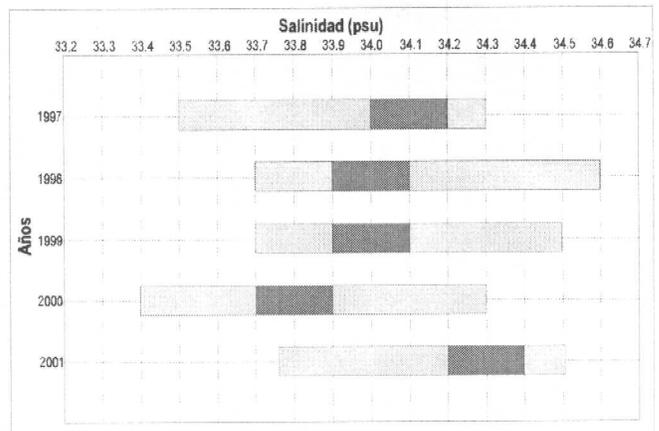
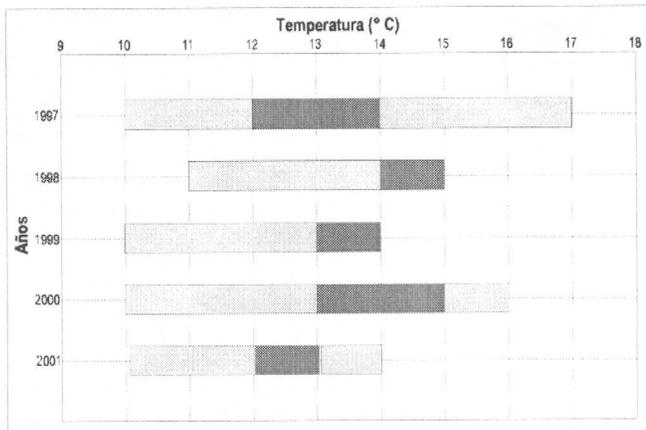


Figura 82. Rango de distribución preferencial del jurel respecto de: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad (sigma-t). Capa 50 metros.

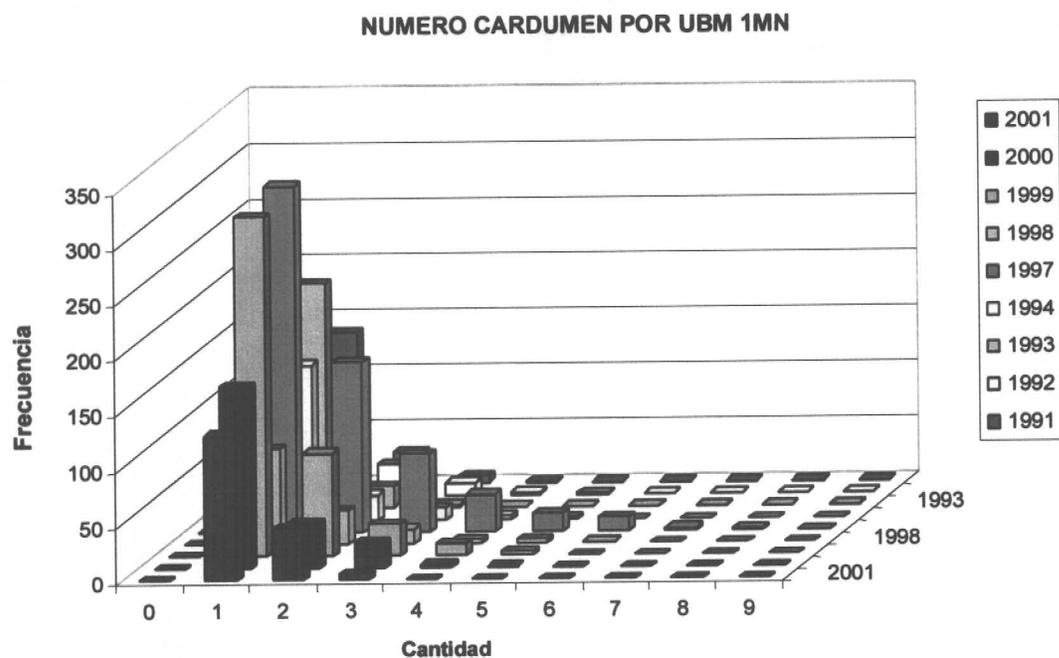


Figura 83. Número de cardúmenes por milla náutica cuadrada

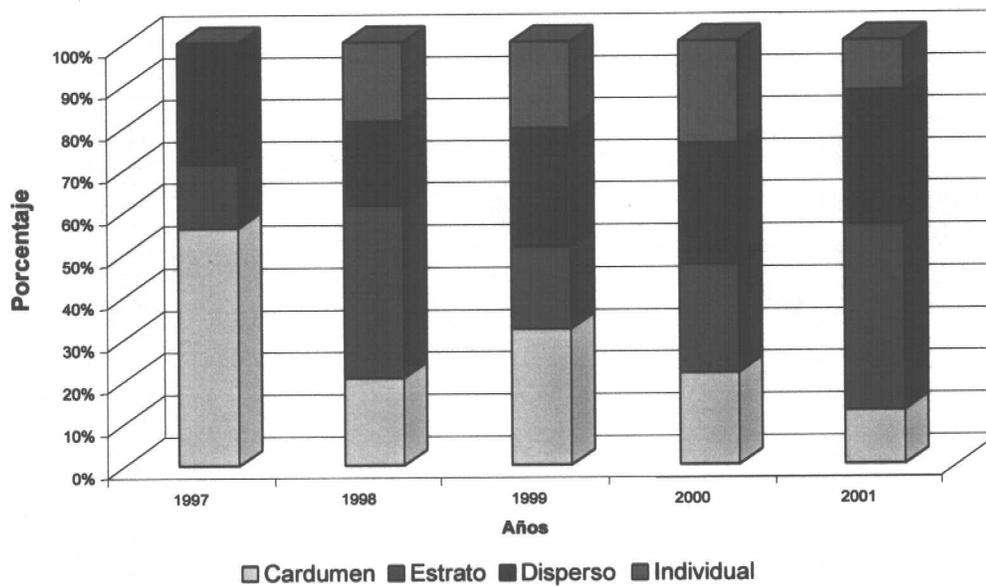


Figura 84. Contribución porcentual de cada agregaciones para los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001.

**ANEXO 1**

---

**Personal participante  
por actividad**

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

## PERSONAL PARTICIPANTE

### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Personal	Título	Función
José Córdova	Ingeniero Pesquero	Jefe de proyecto. Coordinación general del proyecto, participación en el crucero, proceso y análisis
M. A. Barbieri	Ingeniero Pesquero	Participación en proceso y análisis
Sergio Lillo	Ingeniero Pesquero	Participación en el crucero, toma de datos, proceso y análisis
Marcos Espejos	Ingeniero Electrónico	Participación en crucero, toma de datos, proceso y análisis
Hernán Miranda	Estadística	Participación en análisis
Mauricio Braun	Biólogo	Participación en análisis e informe
Víctor Bocic	Biólogo	Participación en proceso
Hernán Reyes	Oceanógrafo	Participación en proceso, análisis e informe
Alvaro Saavedra	Ingeniero Pesquero	Participación en crucero y proceso
Victor Correa	Ingeniero Pesquero	Participación en crucero
Víctor Catasti	Ingeniero Pesquero	Participación en proceso, análisis e informe
Guillermo Galindo	Biólogo	Participación en crucero
Patricio Galvez	Biólogo	Participación en el crucero, toma de datos, proceso y análisis
Hernán Miles	Técnico	Participación en proceso
Manuel Rojas	Técnico en Pesca	Participación en crucero, toma de datos, proceso y análisis
Gonzalo Muñoz	Técnico en Pesca	Participación en crucero, toma de datos, proceso y análisis
Daniel Cerda	Ingeniero Pesquero	Participación en crucero y toma de datos y proceso
Marcela Gallardo	Biólogo Marino	Participación en crucero y toma de datos
Alicia Gallardo	Ingeniero en Pesca	Participación en crucero y toma de datos
Cesar Ortiz	Técnico Acuicultura	Participación en crucero y toma de datos
Cristian Venega	Biólogo Marino	Participación en crucero y toma de datos
Rene Rizzo	Técnico	Participación en crucero y toma de datos
Veronica Ortiz	Técnico	Participación en proceso



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

## INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS VIII REGION

Personal	Título	Función
Sergio Nuñez	Biólogo Marino	Coordinación, procesamiento y análisis de la información oceanográfica. Análisis de relaciones entre variables físicas y biológicas. Elaboración de informes.
José Ortiz	Biólogo Marino	Recolección, procesamiento y análisis de datos oceanográficos.
Patricio Torres	Biólogo Marino	Recolección, procesamiento y análisis de datos oceanográficos
Claudio Toro	Biólogo Marino	Recolección de datos oceanográficos
Hernán Rebolledo	Ing Ejec. Pesca	Recolección, procesamiento e informe de trófica.
Marcelo Canales	Lic. Biología	Recolección, procesamiento y análisis de información trófica.
Carlos González	Técnico Marino	Recolección, procesamiento y análisis de información trófica.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

### PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Participantes	Preparación	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José Córdova	47	142	163	208	144	704
M. A. Barbieri			56	40	32	128
Sergio Lillo		95	32	16	16	159
Marcos Espejos	47	142	112	32	8	341
Hernán Miranda			24	40		64
Mauricio Braun				96	40	136
Victor Bocicti			96			96
Hernán Reyes			96	96	40	232
Alvaro Saavedra		142				142
Víctor Correa		142				142
Víctor Catasti			96	96	40	232
Guillermo Galindo		142				142
Patricio Galvez		142	96	80	16	334
Hernán Miles	8		476			484
Manuel Rojas	40	95	127	78	28	368
Gonzalo Muñoz		142	184	56	32	414
Daniel Cerda		95	96			191
Marcela Gallardo		95				95
Alicia Gallardo		142				142
Cesar Ortiz		142				142
Cristián Venega		95				95
Rene Rizzo		142				142
Veronica Ortiz			383			383
Sergio Nuñez	48		100	130	95	373
José Ortiz		95	125	130	95	445
Patricio Torres		95	125			220
Claudio Toro		95				95
Hernán Rebolledo	48	95	190	130	95	558
Marcelo Canales		95	190	130		415
Carlos González		95	190			285
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>238</b>	<b>2656</b>	<b>2861</b>	<b>1358</b>	<b>681</b>	<b>7794</b>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

## PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO

### Objetivo específico N°1

Participante	Pre.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova	47	142	109	98	48	444
Sergio Lillo		95	32	16	16	159
Marcos Espejos	47	142	112	32	8	341
Alvaro Saavedra		142				142
Bernardo Leiva		142				142
Guillermo Galindo		142				142
Manuel Rojas	40	95	95	62	28	320
Gonzalo Muñoz		142	72	32	16	262
Daniel Cerda		95				95
Marcela Gallardo		95				95
Alicia Gallardo		142				142
Cesar Ortiz		142				142
Cristian Venega		95				95
Rene Riffo		142				142
<b>Sub Total</b>	<b>134</b>	<b>1895</b>	<b>420</b>	<b>240</b>	<b>116</b>	<b>2805</b>

### Objetivo específico N°2

Participante	Pre.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			32	32	32	96
Hernán Miranda			24	40		64
Víctor Bocic			96			96
Manuel Rojas			32	16		48
Gonzalo Muñoz			32			32
<b>Sub Total</b>			<b>216</b>	<b>88</b>	<b>32</b>	<b>336</b>

**Objetivo específico N°3**

Participante	Pre.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				28	32	60
Mauricio Braun				96	40	136
Veronica Ortiz			383			383
Hernán Miles	8		476			484
<b>Sub Total</b>	<b>8</b>		<b>859</b>	<b>124</b>	<b>72</b>	<b>1.063</b>

**Objetivo específico N°4 OK**

Participante	Pre.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
Marcelo Canalesr		95	190	130		415
Hernán Rebolledo	48	95	190		95	428
Carlos González		95	190	130		415
<b>Sub Total</b>	<b>48</b>	<b>285</b>	<b>570</b>	<b>260</b>	<b>95</b>	<b>1258</b>

**Objetivo específico N°5**

Participante	Pre.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				18	16	34
Gonzalo Muñoz			80	24	16	120
<b>Sub Total</b>			<b>80</b>	<b>42</b>	<b>32</b>	<b>154</b>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

### Objetivo específico N°6

Participante	Pre.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			22	32	16	70
M. A. Barbieri			56	40	32	128
Hernán Reyes			96	96	40	232
Victor Catasti			96	96	40	232
Daniel Cerda			96			96
Patricio Galvez			96	80	16	192
Sergio Núñez	48		100	130	95	373
José Ortiz		95	125	130	95	445
Claudio Toro		95				95
Patricio Torres		95	125			220
<b>Sub Total</b>	<b>48</b>	<b>380</b>	<b>812</b>	<b>604</b>	<b>334</b>	<b>2178</b>