



INFORME FINAL

**Proyecto FIP
2004-06**

**Evaluación
hidroacústica del
recurso jurel entre la V
y X Regiones, invierno
año 2004**

**ENERO
2005**



INFORME FINAL

FIP N° 2004-06

**Evaluación hidroacústica
del recurso jurel
entre la V y X Regiones,
invierno, año 2004**

• Enero, 2005 •



REQUIRENTE

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

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

JOSÉ CÓRDOVA MASANES

AUTORES

- *EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA*
JOSÉ CÓRDOVA
MARÍA ANGELA BARBIERI
MARCOS ESPEJO (Q.E.P.D.)
- *OCEANOGRAFÍA FÍSICA Y QUÍMICA*
SERGIO NÚÑEZ
JOSÉ ORTÍZ
PATRICIO TORRES
FLOR VEJAR
- *OCEANOGRAFÍA PESQUERA*
JOSÉ CÓRDOVA
MARÍA ANGELA BARBIERI
SERGIO NÚÑEZ
VÍCTOR CATASTI
- *PLANCTON*
VIVIAN VALENZUELA
- *BIOLOGÍA PESQUERA*
JOSÉ CÓRDOVA
MARCOS ESPEJO (Q.E.P.D.)

• Enero, 2005 •

IN MEMORIAM



Ing. Marcos Gonzalo Espejo Vidal

Oriundo de la hermosa ciudad de Quillota, donde realizó sus estudios secundarios. Ingeniero Electrónico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Ingresó al Instituto de Fomento Pesquero el 4 de mayo de 1996, a la División de Recursos en Valparaíso, desarrollando actividades como investigador en los Departamentos de Tecnología Pesquera, Operaciones Marinas y Evaluaciones Directas, donde se especializó en el manejo y aplicación de los equipos acústicos de buques científicos para la evaluación directa de recursos pesqueros. Su marcado espíritu de superación lo llevó a realizar diferentes cursos de especialización, Noruega entre otros, lo que dio como resultado la incorporación de nuevas tecnologías que han mejorado la calidad en los estimados de abundancia de los peces. Lo anterior queda de manifiesto en el trabajo desarrollado con científicos de diferentes Centros de Investigación Internacionales (Noruega-Simrad, EEUU- Biosonic y Francia-IRD/Orstom), donde se reflejó su alto nivel profesional, el que se vio materializado en más de 40 cruceros de investigación y un importante número de publicaciones relacionadas con la electrónica y la cuantificación hidroacústica de peces chilenos.

Sus colegas y colaboradores, al recordar a Marcos, queremos testimoniar nuestro homenaje póstumo al colega y amigo, quien fue un eslabón único del equipo acústico pesquero del IFOP y que, lamentablemente tomó otro rumbo -el Verdadero- al dejarnos en junio de 2004 al finalizar el crucero de Jurel 2004, en el Buque Científico "Abate Molina". Estamos seguros que para recorrer este nuevo camino tienes sobradas virtudes, especialmente fe y tranquilidad, características que a él le eran tan propias y espontáneas. Es en estos momentos, cuando descubrimos que "el colega más discreto y amable que teníamos, resulta ser también el más indispensable".

A ti Marcos y en tu destacada memoria, dedicamos los resultados de este estudio.



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 29 de mayo al 23 de junio del año 2003. La prospección abarcó el área desde el sur de San Antonio ($34^{\circ}10'LS$) a sur de puerto Saavedra ($39^{\circ}10' LS$), desde las 5 a 400 mn entre el norte de Corral ($39^{\circ}35'LS$) y bahía San Pedro ($40^{\circ}55'LS$), entre las 100 y 400 mn desde el sur de bahía San Pedro a Faro Corona ($41^{\circ}40'LS$) y desde 200 a 400 mn frente a Isla Chiloé ($42^{\circ}05' - 42^{\circ}30' LS$). Este estudio se llevó a cabo con tres embarcaciones: el B/C “Abate Molina” operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), y el PAM “Líder” y “Don Julio” operados por las Empresas Pesqueras “SouthPacific Korp S.A”. y “San José”, respectivamente.

En la zona de estudio se realizaron un total de 17 transectas, de las cuales 9 tuvieron como límite occidental las 200 millas; 4 transectas alcanzaron las 400 millas; dos se ubicaron entre las 200 a 400 mn y dos, con extensión de 200 mn, la que fue continuada para cubrir entre las 200 a 400 mn de la costa. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bio-oceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en las transectas cortas (hasta 200 mn) y en las largas, se adicionaron estaciones a las 230, 260, 300, 330, 360 y 400 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, se realizaron pesca de plancton con lances oblicuos, con redes Bongo. Asimismo, se estimó la densidad del agua (σ_t); la anomalía en las variables oceanográficas; la capa de mezcla y espesor; y, profundidad base de la termoclina.



La cuantificación del jurel se efectuó con los sistemas SIMRAD EK-500 (B/C “Abate Molina”) y EK-60 (PAM “Don Julio” y “Líder”), previamente calibrados, 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 eco-registros, 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.

La biomasa total estimada del jurel fue de 3.920.000 toneladas con un coeficiente de variación de 13,46% y una densidad de 58,83 t/mn². Al comparar las 540.000 t estimadas para las primeras 200 mn, con el resultado de la evaluación de la biomasa obtenido en el año 2001, 2002 y 2003, se observa un decremento de un 91, 73 y 39%, que mantiene el quiebre de la tendencia creciente registrada entre el año 1999 (4.100.000 t) y el 2001 (5.970.000 t). Dicha merma también se observa a través de un índice independiente del área (densidad) entre este año (17,61 t/mn²) y el 2001 (113,42 t/mn²), 2002 (37,20 t/mn²) y 2003 (29,99 t/mn²).

La abundancia numérica total fue de 10.494.361.904 ejemplares de jurel, con 1.695.492.014 ejemplares dentro de la ZEE, lo que es bastante menor a los 31.250.395.075, 8.245.047.222 y 3.073.021.619 registrados el 2001, 2002 y 2003. Esta reducida abundancia explica la baja magnitud de biomasa estimada en el 2004, aún cuando, en la zona se observa una disminución de ejemplares menores a 26 cm y un aumento de las tallas mayores.

En la zona de estudio se identificaron sectores de alta densidad, que a diferencia del año pasado se ubicaron más al sur. La mayor abundancia del recurso se ubicó entre Corral e isla Chiloé, concentrando el 93,75% de la biomasa total. En el



sentido longitudinal, el recurso se localizó de preferencia sobre las 200 mn, concentrando en este sector el 83% de la biomasa estimada en la zona de estudio, sugiriendo sus concentraciones que una fracción de las agregaciones no fue cubierta por la prospección.

Batimétricamente el jurel se ubicó entre los 10 a 210 m de profundidad, el 89,44% y 67,48% de las agregaciones reportaron entre 10 a 100 m, en la zona dentro y fuera de las ZEE, indicando una mayor profundidad de recurso en el sector oceánico, no registrando la tendencia a localizarse del recurso a mayor profundidad de norte a sur, observada entre 1999 y 2002.

La distribución de tallas registrada en el crucero presentó tamaños entre 18 a 58 cm de longitud horquilla, una moda principal de 29-30 cm que muestra un desplazamiento en la moda principal respecto al 2001 (moda 26 cm), 2002 (moda 27 cm) y 2003 (moda 27-28). También se observa un aumento de ejemplares de mayor tamaño, con un 98,87% de los individuos agrupados entre los 22 a 50 cm (3 a 6 años), respecto al 99,33% (20 a 35 cm), 99,87% (20 a 45 cm) y 98,37% (24 a 45 cm) registrado el 2001, 2002 y 2003, respectivamente, indicando para este año un crecimiento en la estructura de talla de jurel.

La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 14 grupos, siendo los principales el V, VI y VII que participan con un 18,93; 23,87 y 18,17%, respectivamente. Este año se mantiene el desplazamiento observado en los grupos predominantes IV (2002), V (2003) y VI (2004).

En la zona de estudio, de día como de noche no se aprecia diferencia en los grupos numéricamente más importantes, siendo copépodos los más dominantes con 72,70 y 70,30%, seguido por quetognatos, eufáusidos, salpas, ostrácodos y larvas de cifonautas, con valores radicalmente bajos que van desde 1,30 a 7,60%. El resto de los grupos sólo representan el 5,6 para el día y 5,9 % para la noche.



Diferencias estadísticamente significativas en la abundancia relativa media se registraron en los lances diurnos y nocturnos para copépodos, quetognatos, anfípodos, larvas de cifonautas y eufáusidos, prevaleciendo las mayores concentraciones en los períodos nocturnos, mientras que el mayor porcentaje de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos. Sin embargo, estos resultados no son categóricos por cuanto es necesario efectuar un estudio específico para establecer diferencias.

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 (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) y Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales (y sus anomalías para el período 1997-2003) para el área de estudio, evidenció la presencia de aguas más cálidas que las informadas en período invernal de 1999 y 2002, con una distribución espacial similar a lo reportado en el 2003. Las anomalías positivas de la temperatura superficial (máx: +2,5°C), revela la fase activa del evento El Niño 97-98, mientras las anomalías negativas registradas en 1999-2001 (máx:-1,5°C), refleja el decaimiento y el predominio de una condición ambiental fría, principalmente en 1999.

El jurel se encontró en temperaturas de 10 a 16°C y salinidades que van de 33,2 a 34,4 psu, con un rango preferencial de 12 a 15°C y 33, 7 a 34,2 psu, lo que concuerda con lo observado en años anteriores. Isotermas superficiales (13-14,5°C) acotan bastante bien la distribución espacial del recurso. Respecto al oxígeno, el jurel se agrupó en intervalo de 5 a 6 ml/L, al igual que lo registrado en los años 2000 a 2003. En general, el jurel se agrupó de preferencia en sectores de fuertes gradientes térmicos y de descenso de temperatura.



Para la zona de estudio, del total de variables analizadas sólo la temperatura, salinidad, oxígeno y densidad del agua de mar presentan una relación significativa con la densidad del jurel, determinando que existe una relación no lineal entre las variables conservativa (temperatura y salinidad) y la semi-conservativa (oxígeno), presentan una ventana ambiental, con un rango más amplio en el sector más costero (desde 5 a 130 mn de la costa) y más estrecho en los sectores más oceánicos.

En general, los resultados alcanzados este año 2004 indican un debilitamiento de las condiciones mejoradas que se registraron en el jurel desde 1999, al caer la biomasa y la densidad a niveles bajos en la ZEE, la presencia de sólo tres grupos de edad importantes y su desfase, así como una marcada reducción de ejemplares reclutas.

La mayor concentración del recurso (114%) detectada sobre la ZEE este año, respecto al 2003, es un aspecto que debe ser analizado en profundidad, para saber si estos cambios responden a una baja en la abundancia o a un cambio espacial en la distribución del jurel en la zona de estudio, aspectos relevantes tanto por su impacto en el ámbito comercial, como en la administración del recurso. Luego, una evaluación acústica adicional en marzo-abril 2005 es fundamental, para conocer si los altos volúmenes de biomasa evaluados dentro de la ZEE, se registran en otro momento. La magnitud de este estimado permitirá aceptar o rechazar las preguntas planteadas.

Se agradece a las Empresas Pesqueras “SouthPacific Korp” S.A. y “San José” S.A., por participar con el PAM “Líder” y “Don Julio”, así como por la actitud positiva de su personal de tierra y a bordo, que permitieron el desarrollo exitoso del presente estudio.



Finalmente, el equipo de trabajo que hace posible anualmente la ejecución de este proyecto, del IFOP; Tripulación B/C "A. Molina"; e, INPESCA-VIII Región; quieren estampar un merecido recuerdo en este Informe, por la anticipada e imprevista partida de nuestro colega y compañero de labores, Ingeniero Electrónico, Marcos Espejo Vidal, quién había participado, hasta este año 2004, en todos los cruceros del recurso jurel, destacando siempre por su entrega profesional, y humana, la cual ya extrañamos.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xxii
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	6
4.1 Aspectos generales del crucero	6
4.2 Distribuci3n espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio--	9
4.2.1 Diseño de muestreo	9
4.2.2 Calibraci3n electroacústica	10
4.2.3 Informaci3n acústica	12
4.2.4 Análisis de la informaci3n acústica	13
4.3 Biomasa total del recurso jurel en el área de estudio	15
4.3.1 Cálculo de la constante de ecointegraci3n (C_b)	15
4.3.2 Cálculo de la biomasa y su varianza	16
4.3.3 Clave Edad – talla	27
4.3.4 Medida de precisi3n del estimado	29
4.4 Distribuci3n del zooplancton en el área de estudio	30
4.4.1 Colecta de informaci3n	30
4.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas	32
4.4.3 Biomasa zooplanctónica total	38
4.5 Fauna acompañante	39
4.5.1 Pesca de identificaci3n	39
4.5.2 Reconocimiento y proporci3n fauna acompañante	41



4.6	Condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio -----	41
4.6.1	Dise1o general del muestreo.-----	42
4.6.2	An3lisis de las muestras y de la informaci3n -----	44
4.6.3	Informaci3n meteorol3gica-----	46
4.6.4	Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanogr3ficas y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio ----	46
5.	RESULTADOS -----	53
5.1	Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 3rea de estudio----	53
5.1.1	Calibraci3n electroac3stica -----	53
5.1.2	Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n ac3stica -	55
5.1.3	Distribuci3n geogr3fica del recurso-----	59
5.1.4	Distribuci3n batim3trica del recurso-----	61
5.2	Biomasa total del recurso jurel-----	63
5.2.1	Constante de ecointegraci3n ($t^*mn^{-2}Sa^{-1}$)-----	63
5.2.2	Biomasa total del jurel -----	63
5.3	Distribuci3n y composici3n del plancton -----	80
5.3.1	Composici3n y abundancia del zooplancton-----	80
5.3.2	Distribuci3n del zooplancton-----	89
5.3.3	Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos -----	92
5.3.4	Biomasa zooplanct3nica -----	96
5.4	Fauna acompa1ante y proporciones en pescas de identificaci3n -	97
5.4.1	Pesca Comparativa -----	97
5.4.2	Resultados de los lances de pesca-----	98
5.4.3	Proporci3n y composici3n fauna acompa1ante -----	102
5.5	Condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio -----	103
5.5.1	Batimetr3a de la zona de estudio -----	103
5.5.2	Condiciones meteorol3gicas -----	103
5.5.3	Muestreo regular-----	107
5.5.4	Relaciones espaciales de la distribuci3n y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanogr3ficas-----	146



6. DISCUSIÓN	162
7. CONCLUSIONES	174
7.1 Acústica	174
7.2 Pesca	177
7.3 Oceanografía	179
7.4 Plancton	181
7.5 Asociaciones	182
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183

FIGURAS

ANEXOS

- ANEXO I.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bio-oceanográficas.
- ANEXO II.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad.
- ANEXO III.** Talleres del proyecto.
- ANEXO IV.** CD con Base de Datos.
- ANEXO V.** Informe Final en PDF



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación de las transectas en la zona de estudio: a) propuesta técnica y b) crucero de evaluación.
- Figura 2. Distribución de abundancia de jurel Pesca Investigación otoño 2003.
- Figura 3. Embarcación y equipos acústicos utilizados en la evaluación.
- Figura 4. Distribución espacial de jurel en la zona de estudio.
- Figura 5. Ubicación de los lances de pesca y porcentajes bajo talla mínima.
- Figura 6. Comportamiento longitudinal de la densidad de jurel.
- Figura 7. Correlogramas por sectores y distancia a la costa.
- Figura 8. Variogramas para la zona de estudio. a) 5–200 mn y b) 200-400 mn.
- Figura 9. Distribución batimétrica de jurel por categorías y zonas: a) 5-200, b) 200–400 y c) 5-400 mn.
- Figura 10. Distribución de tallas de jurel: a) 2001, b) 2002, c) 2003 y d) 2004.
- Figura 11. Relación longitud-peso de jurel en la zona de estudio: a) machos, b) hembras y c) total.
- Figura 12. Distribución temporal de abundancia relativa media de los principales grupos zooplanctónicos 1997-2004 (zona 10/200mn).
- Figura 13. Distribución geográfica diurna y nocturna de copépodos. 2004.
- Figura 14. Distribución latitudinal (a) y longitudinal (b) de abundancia relativa media de los principales grupos zooplanctónicos diurna y nocturna:
- Figura 15. Distribución geográfica diurna y nocturna de quetognatos. 2004.
- Figura 16. Distribución geográfica diurna y nocturna de salpas. 2004.



- Figura 17. Distribución geográfica diurna y nocturna de eufáusidos. 2004.
- Figura 18. Distribución geográfica diurna y nocturna de ostrácodos. 2004.
- Figura 19. Distribución espacial de eufáusidos en el área de ubicación del jurel. 2004.
- Figura 20. Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño 2003.
- Figura 21. Distribución de la biomasa zooplanctónica durante el crucero de otoño de 2004.
- Figura 22. Batimetría global de la zona de estudio.
- Figura 23. Variabilidad de las condiciones meteorológicas por zona: a) presión atmosférica (mB), b), temperatura atmosférica (°C) y c) rapidez del viento (nudos).
- Figura 24. Variabilidad espacial de la velocidad del viento registrado a bordo de las embarcaciones participantes para el área y período de estudio.
- Figura 25. Variabilidad espacial de la velocidad y dirección del viento registrado a bordo de las embarcaciones participantes para el área y período de estudio.
- Figura 26. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 05 metros.
- Figura 27. Imágenes satelitales de TSM para los días 01,05 ,09 20 y 22 de junio del 2004.
- Figura 28. Distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) para semana entre 30 de mayo y 26 de junio 2004 (fuente:IGOSS).
- Figura 29. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 25 metros.

- Figura 30. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 50 metros.
- Figura 31. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 100 metros.
- Figura 32. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 200 metros.
- Figura 33. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 400 metros.
- Figura 34. Distribución horizontal de: (a) Clorofila-a (mg m^{-3}) en el estrato de 5 m de profundidad, (b) Clorofila-a Integrada (mg m^{-2}) estrato 0 a 100 metros y (c) Relación bivariada entre Clorofila-a Integrada (mg m^{-2}) estrato 0 a 100 metros y la Clorofila-a superficial (mg m^{-3}).
- Figura 35. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 1
- Figura 36. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 2.
- Figura 37. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 3.
- Figura 38. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 4.
- Figura 39. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 5.

- Figura 40. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 6.
- Figura 41. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 7.
- Figura 42. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 8.
- Figura 43. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 9.
- Figura 44. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 10.
- Figura 45. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 11.
- Figura 46. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 12.
- Figura 47. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 13.
- Figura 48. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 14.
- Figura 49. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 15.

- Figura 50. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 16.
- Figura 51. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 17.
- Figura 52. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta costera
- Figura 53. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta a 100 mn.
- Figura 54. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta a 200 mn.
- Figura 55. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta a 400 mn.
- Figura 56. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para el sector norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{s}$).
- Figura 57. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para el sector sur ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}2.7'\text{s}$).
- Figura 58. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para el sector sur oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{s}$).
- Figura 59. Perfiles promedios por transecta de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y (b) salinidad, para el área de estudio.



- Figura 60. Perfiles promedios por transecta de: (a) densidad (σ_t) y (b) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), para el área de estudio.
- Figura 61. Perfiles promedios por transecta de clorofila-a (mg m^{-3}), para el área de estudio.
- Figura 62. Distribuci3n espacial de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) espesor de la termoclina (m) y (d) temperatura base de la termoclina ($^{\circ}\text{C}$) en la regi3n de estudio.
- Figura 63. Diagramas TS para los sectores: (a) centro costa, (b) centro intermedio, (c) centro océano, (d) sur costa, (e) sur intermedio y (f) sur océano.
- Figura 64. Distribuci3n de porcentajes de mezcla para las diferentes masas de aguas presentes en el área de estudio, en los estratos de 100, 200 y 400m.
- Figura 65. Distribuci3n espacial de la biomasa de jurel (t/mn^2), por estrato de profundidad: a) capa 0-50 m, b) capa 51-100 m, c) capa 101-150 m y d) capa 151-200m.
- Figura 66. Distribuci3n espacial de las variables oceanográficas superficiales: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).
- Figura 67. Distribuci3n espacial de las variables oceanográficas a 50 m: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).
- Figura 68. Distribuci3n espacial de las variables oceanográficas a 100 m: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).
- Figura 69. Distribuci3n espacial de las variables oceanográficas a 150 m: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).
- Figura 70. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relaci3n a las variables ambientales. Estrato superficial



- Figura 71. Rangos de distribuci3n preferencial del jurel en relaci3n a las variables ambientales. Años 1997-2004, estrato superficial.
- Figura 72. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relaci3n a las variables ambientales. Estrato de 50 m. de profundidad.
- Figura 73. Rangos de distribuci3n preferencial del jurel en relaci3n a las variables ambientales. Años 1997-2004, estrato 50 m. de profundidad.
- Figura 74. Distribuci3n espacial de: a) clorofila integrada, b) capa de dispersi3n profunda, c) eufáusidos y d) copépodos.
- Figura 75. Señal latitudinal del jurel y su relaci3n con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101–200 mn.
- Figura 76. Señal latitudinal del jurel y su relaci3n con la temperatura y el gradiente térmico en la capa 50 m.: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101–200 mn.
- Figura 77. Señal latitudinal del jurel y su relaci3n con la salinidad y el gradiente salino en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101–200 mn.
- Figura 78. Señal latitudinal del jurel y su relaci3n con la salinidad y el gradiente salino en la capa 50 m.: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101–200 mn.
- Figura 79. Relaci3n entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), Oxígeno (Oxi) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 5 a 130 mn al oeste de la costa.
- Figura 80. Relaci3n entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), Oxígeno (Oxi) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 131 a 150 mn al oeste de la costa.



- Figura 81. Relación entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), Oxígeno (Oxi) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 231 a 320 mn al oeste de la costa.
- Figura 82. Relación entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), Oxígeno (Oxi) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 5 a 320 mn al oeste de la costa.
- Figura 83. Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio. Período 1991 a 1994.
- Figura 84. Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio. Período 1997 a 2004.
- Figura 85. Diagrama longitud-tiempo de la anomalía de la temperatura superficial del mar para el mes de junio entyre los años 1982 a 2004 (Fuente: IGOSS).
- Figura 86. Distribución espacial de la abundancia de jurel y temperatura superficial. Años 1997 -2004.
- Figura 87. Distribución de temperatura superficial del mar (TSM). Eco prospección de otoño 2004.
- Figura 88. Distribución de abundancia de jurel Pesca de Investigación invierno 2004.
- Figura 89. Distribución de temperatura superficial del mar (TSM). Eco prospección de invierno 2004.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Agregaciones de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 2. Información de los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”.
- Tabla 3. División operacional del área de estudio.
- Tabla 4. Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.
- Tabla 5. Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.
- Tabla 6. Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.
- Tabla 7. Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.
- Tabla 8. Frecuencia de presencia de cardúmenes (en %) por milla recorrida por crucero.
- Tabla 9. Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos.
- Tabla 10. Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 11. Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 200-400 mn.
- Tabla 12. Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el área total.
- Tabla 13. Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”.
- Tabla 14. Parámetros y estadística básica de la relación $w = a * L^b$ para zona de estudio.



- Tabla 15. Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn.
- Tabla 16. Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 200-400 mn.
- Tabla 17. Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el área total.
- Tabla 18. Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 19. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 20. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 200-400 mn.
- Tabla 21. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total.
- Tabla 22. Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurna y nocturna.
- Tabla 23. Número total de individuos capturados por zona en horario diurno y nocturno.
- Tabla 24. Abundancia relativa media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5 - 200 y 230 -400 mn (1997 – 2004).
- Tabla 25. Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (10 -200 mn).
- Tabla 26. Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico y zona.
- Tabla 27. Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona.
- 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/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”.
- Tabla 30. Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”.
- Tabla 31. Condiciones atmosféricas promedios en la zona de estudio.
- Tabla 32. Índices de ocupación de las cartografías de distribución de jurel (en porcentaje) por estrato de profundidad.
- Tabla 33. Coeficientes Cramer’s de las cartografías de distribución de jurel, respecto a variables ambientales en los estratos de 5, 50 y 100 m.
- Tabla 34. Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en los modelos biomasa, temperatura (temp), gradiente temperatura (grad temp), salinidad (sal), gradiente salinidad (grad sal), oxígeno (oxi) y densidad (dens).



ÍNDICE ANEXOS

- ANEXO I.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bio-oceanográficas.
- ANEXO II.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombres por actividad.
- ANEXO III.** Talleres del proyecto.
- ANEXO IV.** CD con Base de Datos.
- ANEXO V.** Informe Final en PDF.



1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar la biomasa estacional (invierno) del recurso jurel, entre las regiones V a X, mediante el método hidroacústico.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1** Determinar la distribución espacial y batimétrica del recurso jurel en el área y período de estudio.
- 2.2** Determinar la abundancia (en número) y biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área y período de estudio.
- 2.3** Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.
- 2.4** Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de identificación.
- 2.5** Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área y período de estudio.



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, habitando 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 por la flota cerquera industrial en los puertos de la Octava Región alcanzaron las 1.503.573 toneladas, lo que representó el 93,2% del total nacional para jurel (SERNAPESCA 1999), mientras que hasta junio del 2004 era de un 33,4%, lo cual es menor al 39,5% registrado en el 2003 (IFOP), producto de una menor disponibilidad del jurel en el sector costero para la zona centro-sur durante el 2004, donde altos volúmenes de captura fueron obtenidos por la flota sobre las 200 mn de la costa (Aranis *et al.*, 2003).

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 anual. 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).

Desde 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 de cerco 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 período 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 97-98. 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 la 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 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 las principales pesquerías nacionales y la regularización del registro artesanal. La aplicación de LMC implicó un nuevo enfoque de administración de pesquerías, los armadores deben orientar 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, hace que tomen especial relevancia 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%. Para el 2001 y 2002, así como el primer semestre del año 2003 se mantiene la moda en 27 cm, la estructura de edad de las capturas estuvo conformada por los grupos de edad IV, V y VI, sin embargo, se observa un mayor número de ejemplares de edades menores durante este año (< 26 cm LH), así como una mayor similitud en la participación de los grupos de edad más importantes (Aranis, *et al.*, 2003).

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 N° 97-05B y FIP N° 98-01), es necesario profundizar el conocimiento existente acerca de su distribución espacial, abundancia del recurso jurel 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

El área de estudio planteada inicialmente en los términos Técnicos de Referencia fue ajustada (**Figura 1a y b**), al planificar el Crucero de acuerdo a antecedentes obtenidos en una Pesca de Investigación realizada entre el 3 y 13 de mayo del 2004, desde el sur de Valparaíso (34°10'LS) a punta Tabiaruca (42°55'LS) y entre la costa y las 400 millas náuticas, que reveló la presencia de jurel por sobre la ZEE (**Figura 2**).

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y los PAM "Don Julio" y "Líder", de propiedad de Pesquera "San José" y "SouthPacific Korp", durante el período que va desde el 29 de mayo al 23 de junio del año 2004, en la zona comprendida entre las cinco y doscientas millas de la costa, desde el sur de San Antonio (34°10'LS) a sur de puerto Saavedra (39°10'LS), desde las 5 a 400 mn entre el norte de Corral (39°35'LS) y bahía San Pedro (40°55'LS), entre las 100 y 400 mn desde el sur de bahía San Pedro a Faro Corona (41°40'LS) y desde 200 a 400 mn frente a Isla Chiloé (42°05' - 42°30'LS). En la zona de estudio se realizaron un total de 17 transectas, de las cuales 9 tuvieron como límite occidental las 200 millas; 4 transectas alcanzaron las 400 millas; 2 se ubicaron entre las 200 a 400 mn y dos con extensión de 200 mn, fue continuada para cubrir entre las 200 a 400 mn de la costa. El sector norte fue cubierto por el PAM "Líder" (transecta 1 a 6), el centro lo cubrió el B/C "Abate Molina" (transectas 7 a 15 en las primeras 200 mn; transectas 10-11 sobre 200 mn) y el sector sur oceánico el PAM "Don Julio" (transecta 12 a 17) (**Figura 1b**).



La pesca comparativa entre el B/C “Abate Molina” y PAM “Don Julio” y “Líder” no se realizó, en atención a que esta actividad ya se efectuó en los estudios realizados el 2000 - 2001, y cuyos resultados analizados a través del estadístico de Chi cuadrado a un 95 % de confianza probaron 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 y 2001). Estos estudios fueron llevados a cabo bajo un protocolo de operación estándar, esto es condiciones de arrastre similares (hora del día, profundidad del recurso, tiempo de arrastre y velocidad), mientras que la no existencia de cambios que indiquen una variación en el poder de pesca de los PAM “Don Julio” y “Líder”, permite agrupar la información obtenida por estas embarcaciones al no existir diferencia entre ellas como herramienta o unidad de muestreo (estructura de tallas).

El no registro de modificaciones que alteren el poder de pesca de los PAM “Líder” y “Don Julio”, sustentado en el uso de redes que no han sido alteradas en su construcción y operación durante las evaluaciones realizadas desde el 2000, el uso de sistema de arrastre de preferencia solo en este estudio, y la no existencia de diferencias como unidad de muestreo de la estructura de talla de jurel, permiten afirmar que las diferencias entre las distribuciones de tallas de los distintos lances de pesca, representan los cambios en la estructura de tamaño del recurso que existe en cada lugar dentro del área de estudio

Luego, los días considerados para la pesca comparativa fueron reasignados a la ejecución de transectas acústicas adicionales en el sector entre las 200 y 400 millas de la costa.



Previo al crucero, en las embarcaciones se efectuó la calibración del sistema SIMRAD EK-500 y EK-60 (**Figura 3**), de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991). 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 en el centro del haz acústico.

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 20 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos. Para tal efecto, en las embarcaciones se utilizaron redes de arrastre a mediagua; una red Engel-Netze de arrastre pelágico con mallas 4,5- 5 cm en el túnel y copo para el B/I “Abate Molina”, en tanto para el PAM “Don Julio” y “Líder” se uso una red de arrastre pelágica Swan Net con malla de 4,5 -5 cm en el túnel y copo, utilizando todas un forro interior de 3,8 a 4,2 cm, con el objeto de asegurar la retención de ejemplares de tallas menores. La cantidad de 35 lances de pesca propuesto inicialmente no se alcanzó a ejecutar, dada la ausencia de jurel en un amplio sector, que va desde los 34°10 a 37°LS. (**Figuras 4 y 5**).

El B/C “Abate Molina” de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP, así como los PAM “Don Julio” y “Líder” con eslora 66 y 55,2 m y potencia de 3280 y 3000 KW, respectivamente, se habilitaron con equipos científicos para dejar en igualdad ambas plataformas de trabajo. Es así que, en los PAM “Don Julio” y “Líder” se embarcaron redes de plancton de 300 micras con sus respectivos flujómetros, cable oceanográfico, botellas Niskin y CTD Seabead con perfiliadores de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia.



La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bio-oceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en las transectas ubicadas en el sector de las primeras 200 mn, mientras que en las transectas realizadas por sobre las 200 mn se localizaron a 230, 260, 300, 330, 360 y 400 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 162 estaciones programadas el 69,75% (113) y 79,62% (129), respectivamente.

El resumen de los muestreos realizados a bordo de las embarcaciones se entrega en **Anexo I** (transectas y estaciones bio-oceanográficas) y en **Tablas 2, 29 y 30** (lances de pesca).

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 (**Figura 1**). Este diseño que fue propuesto para la evaluación del jurel por Barbieri *et al.*, 1996.

El 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 ecointegrador.



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 25 mn, dentro y fuera de las 200 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 requería efectuar 16 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 eointegración SIMRAD EK-500 y EK-60, 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 eointegración (S_a) 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 medici3n de TS y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegraci3n se realiza mediante las siguientes expresiones:

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

donde, G_1 es la nueva ganancia del transductor (dB), G_0 es la ganancia antigua del transductor (dB), TS_m intensidad de blanco medida (dB), y TS_t intensidad de blanco te3rico (dB).

El ajuste de ganancias de ecointegraci3n (S_a), se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_{a_m}}{S_{a_t}}}{2}$$

siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4\pi * r_0 * \Phi_{bs} * 1852^2}{\psi * r^2}$$

donde;

- Φ_{bs} = secci3n dispersante de la esfera (dB),
- r = profundidad de la esfera (m),
- r_0 = profundidad de la esfera (m),
- ψ = 3ngulo equivalente del haz acústico,
- S_{a_t} = S_a te3rico del blanco est3ndar,
- S_{a_m} = S_a medido del blanco est3ndar.



4.2.3 Información acústica

La identificación de especies en los eco-registros 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 (Sv), 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/mn²)	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,

$IBM^{(+)}$ = observaciones acústica con presencia de jurel,

$IBM^{(t)}$ = 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 ($t/mn^2/Sa$)

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:

$$R_0 = \frac{n_i * \sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)(Y_{j_{i+1}} - \bar{Y}_i)}{(n_i - k) \sum_{i=1}^{n_i} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)^2}$$

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 zona norte (Castillo *et al.*, 1995), y merluzas por 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 posici3n de la medici3n de la IBM
- y (h) = vector de magnitud h o distancia entre la posici3n de z (h) a z (h+1)

4.3 Biomasa total del recurso jurel en el 3rea de estudio

4.3.1 C3lculo de la constante de eointegraci3n (C_b)

La constante de eointegraci3n \hat{C}_b se estim3 mediante la ecuaci3n propuesta por Bodholt (1991):

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

donde:

- \hat{C}_b = constante de eointegraci3n (t*mn⁻²*Sa⁻¹)
- \bar{w} = peso promedio del jurel (kg)
- \overline{TS} = fuerza de blanco promedio del jurel (db)
- Sa = Unidades de eointegraci3n



La fuerza de blanco promedio (TS), fue calculada a partir del modelo de regresión $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$, 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 ($t * mn^{-2} * Sa^{-1}$)

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_b} , es la varianza de la constante de ecointegración (Miranda, 1999)

$$\hat{V}_{C_b} = \left[\frac{2,302585 * \bar{w}_k}{4 * \pi * 10^{\left(\frac{TS}{10} + 3\right)}} \right]^2 * \left[\frac{\hat{V}_{(\bar{w}_k)}}{\bar{w}_k^2} + \frac{\hat{V}\left(\frac{TS}{10}\right)}{10^2} \right]$$

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

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



- n_k = número de datos observados en la talla
 w_{ik} = peso observado a la talla (promedio o mediana)
 \bar{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

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

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

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

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

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

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

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

σ^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
- \widehat{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)**

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

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

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

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

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} ; \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

donde el intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

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

– **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:

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

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

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

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

– **Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

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

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

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, est1 dado por el percentil corregido (BC):

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

donde \hat{F}^{-1} es la funci3n inversa de la distribuci3n acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

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

– **Geoestadístico (Petitgas 1991)**

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondi3 al m3todo intrínseco propuesto por Petitgas (1991), quien aplica principios de geoestadística a la estimaci3n de varianza de datos pesqueros geogr1ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:

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

donde, los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas $(\gamma(h))$, y

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

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

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

siendo V el 1rea de distribuci3n del recurso en el 1rea de estudio, α y β los 1ndices de los intervalos b1sicos de muestreo y n el n3mero de muestras en V.



La varianza σ_e^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 que en general superó los 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 ponderada P_{hk} es 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
- i = indica el lance de pesca
- K = indica la clase de talla
- $S a_{hi}$ = densidad acústica de la IBM en el entorno del lance
- C_{hi} = captura en peso o número obtenidos en el lance de pesca "i"
- t_{hi} = tiempo de arrastre del lance "i"
- m_{hi} = 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:

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

– **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_h)**

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

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

donde,

B_h = 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:

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

donde,

M_h = número máximo de lances que se pueden ser realizados

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

y,

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

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

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

– 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 usó 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 usó 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:

$$N_t = \left(\frac{\sum_j^n f_j}{\sum_j^n W_j} \right) B$$

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 estimó como:

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



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:

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

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

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) Coeficiente de variación (Cv)

$$Cv = \frac{\sqrt{V\bar{x}}}{\bar{X}}$$



donde:

V_x = varianza de la media

X = media muestral

b) Porcentaje de error (E%)

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

donde,

$V(B)$ = varianza de la abundancia

B = biomasa

t = estadístico t de student

α = nivel de confianza a un 95 %

4.4 Distribuci3n del zooplancton en el 1rea de estudio

4.4.1 Colecta de informaci3n

Las estaciones planct3nicas se realizaron sobre el track de navegaci3n acústico a 10, 25, 50, 75, 100 130, 160 y 200 mn de la costa en la zona comprendida entre las 5 y 200 millas y a 230, 260, 300, 330, 360 y 400 mn para la zona de 200 a 400 millas náuticas.

En todas las embarcaciones, se realizaron pescas planct3nicas a trav3s de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300 μ 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, determinando las siguientes ecuaciones de calibración:

- **PAM “Líder” (TSK 6098):**

$$V = 0,1430383 * N + 0,0496870$$

- **B/C “Abate Molina” (TSK 4896):**

$$V = 0,1224407 * N + 0,2956496$$

- **PAM “Don Julio” (TSK 5271):**

$$V = 0,1126502 * N + 0,3656308$$

Donde V corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg, N al número de revoluciones por segundo registrada en el flujómetro y las constantes a y b son los coeficientes obtenidos del ajuste de una regresión lineal simple.

Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 200 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 los equipos Simrad EK-500 y EK-60.

Las pescas planctónicas se realizaron calando la red a una velocidad aproximada de 0,3 m/s e izándola a 0,8 m/s, después de mantener una estabilización de 40 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 microscopios 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^3 de agua de mar filtrada,



su representación gráfica se realizó en base a la escala métrica \log^2 que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980), así como el software *ad hoc* SURFER 6.0.

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

La separación de las muestras consideró el período entre 8:00 – 17:59 como diurno y entre las 18:00 – 7:59 como nocturno. La existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia relativa media de los grupos de mayor dominancia, capturados en lances diurnos y nocturnos, se probó mediante el análisis no-paramétrico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95%.

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) y Palma y Kaiser (1993).

La constancia numérica o frecuencia de ocurrencia medida como la relación porcentual entre el número de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, así como la dominancia numérica de los grupos que expresa la relación del número de ejemplares del grupo respecto al total de individuos.

En este estudio se entenderá como; Abundancia relativa al número total de individuos de un mismo grupo presentes en el total de estaciones; Abundancia relativa media, a la suma de todos los individuos de cada grupo y el número total de estaciones y Densidad, al número de individuos bajo una unidad de área o volumen.



En el análisis de las comunidades zooplanctónica se utilizaron índices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon), similitud (Winer) y además de un análisis multinomial para describir las distribuciones del zooplancton.

a) Índice de riqueza de Margalef (Margalef, 1977)

$$R1 = \frac{S - 1}{Ln(n)}$$

donde,

S = número total de especies presentes en la muestra.

n = número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

Este índice toma el valor de 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Su valor será máximo mientras mayor sea el número de especies totales de la muestra.

b) Índice diversidad Shannon & Weaver (Luwing & Reynolds, 1988)

$$H' = - \sum_{i=1}^{S^*} (pi * Ln(pi))$$

donde,

pi = abundancia proporcional

S^* = número de especies presentes en la muestra.



El índice es igual a 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Es máximo sólo cuando todas las especies están representadas con el mismo número de individuos en la muestra (distribución uniforme).

c) Índice diversidad de Hill (Luwing & Reynolds, 1988)

$$N1 = e^{H'}$$

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver.

El índice de Hill fluctúa entre 1 y un valor máximo, que depende del valor máximo del índice H' . En general, representa el número de especies en la comunidad y se interpreta como el número mínimo de especies de igual abundancia que entregan un valor similar del índice de diversidad H' .

d) Índice de uniformidad de Pielou (Ludwing & Reynolds, 1988)

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra

e) Índice de uniformidad Sheldon (Ludwing & Reynolds, 1988)

$$E2 = \frac{e^{H'}}{S}$$



donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra.

Estos índices se mueven en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

f) Índice similitud Winer (Saiz, 1980)

Este índice permite agrupar a los individuos de acuerdo a su coexistencia, trabaja con el grado de asociación entre las especies o grupos en el par de muestras (A, B) que se está analizando. Tiene un dominio entre 0 y 1, el valor 0 indica que el par de especies o grupos zooplanctónicos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

$$S_w = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

donde x e y son los valores de importancia de cada elemento en la condición A y B, respectivamente.

Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Winer, se elaboraron dendogramas de relaciones de similitud a través de un método de agrupamiento,

utilizando el método del promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973).

g) Comparación de estructuras zooplanctónicas

A objeto de comparar las distribuciones zooplactónicas asociadas a zonas y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre estas, se consideró la distribución multinomial para describir las distribuciones zooplactónicas en la población de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecológicos y/o biológico-pesqueros. Es así que, existen distintos procedimientos estadísticos diseñados para abordar la comparación de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribución bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teoría asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalización de la regresión logística para respuestas dicotómicas, denominada regresión logística nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categorías de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplactónicas. Una categoría se elige arbitrariamente como la categoría de referencia y las funciones de enlace están definidas por:

$$\log(\pi_j) = \log\left[\frac{\pi_j}{\pi_1}\right] = X_j^T \beta_j \quad \text{para } j=2, k, j$$

donde,

π_j = representa la proporción de la j-ésima especie

β_j = vector de parámetros asociado a la j-ésima especie

X_j = vector de covariables.



Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simultáneamente para estimar los parámetros β_j .

Esta generalización permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil para el contraste de hipótesis.

4.4.3 Biomasa zooplanctónica total

La medición de los bio-volúmenes 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 (Postel *et al.*, 2000). 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 m³
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red (m³)



4.5 Fauna acompañante

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

4.5.1 Pesca de identificación

La unidad de muestreo fue el lance de pesca con una red de arrastre a mediagua, efectuando un total de 20 lances de pesca en la zona de estudio, siendo el recurso jurel la principal especie capturada. En la **Tabla 2**, se indica por embarcación la fecha, hora, posición, duración del lance, velocidad de arrastre, profundidad de pesca, captura de jurel y fauna acompañante registrada por lance de pesca. En cada lance de pesca se estimó la captura en peso y número 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.



Tabla 2

Información de los lances de pesca realizados por el B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”.

Lance	Barco	Fecha	Hora		Posición calado		Posición virado		Tiempo	Velocidad	Prof.	Captura	
			Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud				Arrastre	Nudos
1	Líder	02-06-04	15:00	17:00	35 50 01	73 18 45	35 49 00	73 19 12	120	4,5	300		4.500
2	Líder	07-06-04	09:25	10:55	34 10 90	72 36 70	34 13 60	72 41 68	90	4,5	100		1.500
3	A. Molina	04-06-04	03:41	04:54	39 10 10	74 36 00	39 10 00	74 29 50	73	4,4	25	119,50	71
4	A. Molina	10-06-04	18:50	19:20	39 35 62	74 37 95	39 34 40	74 35 71	30	5,0	23	340,00	12
5	A. Molina	10-06-04	14:06	14:36	39 35 44	74 59 66	39 35 36	74 57 30	30	3,5	29		
6	A. Molina	10-06-04	07:58	08:37	39 35 42	75 39 61	39 33 68	75 37 50	39	4,1	216	2,12	55
7	A. Molina	06-06-04	04:54	05:28	39 35 84	80 07 98	39 35 82	80 05 58	34	3,6	50	242,00	
8	A. Molina	07-06-04	01:47	02:32	40 00 09	82 18 27	40 00 59	82 15 14	45	3,6	68	235,88	
9	A. Molina	07-06-04	11:31	12:10	39 59 63	80 05 03	40 00 58	81 02 39	39	3,6	110	5,20	
10	A. Molina	07-06-04	19:23	19:57	39 59 84	80 10 44	39 59 57	80 07 95	34	3,7	45	136,50	12,40
11	A. Molina	08-06-04	07:28	08:00	40 00 01	79 05 20	40 00 00	79 02 30	32	3,9	49		79,90
12	A. Molina	08-06-04	14:27	14:55	40 00 03	78 15 53	40 00 06	78 13 56	28	3,0	60		
13	A. Molina	12-06-04	16:48	17:27	40 00 00	77 48 01	40 01 31	77 45 02	39	4,0	48		
14	A. Molina	13-06-04	23:09	23:43	40 24 45	75 40 31	40 24 70	75 37 83	34	3,5	44	213,75	40,50
15	A. Molina	13-06-04	19:20	20:03	40 49 62	77 42 39	40 50 56	77 38 91	43	3,6	40	154,50	
16	Don Julio	31-05-04	18:49	19:26	40 52 26	78 31 47	40 50 28	78 30 45	37	3,4	61	480,00	330,01
17	Don Julio	06-06-04	12:44	13:44	41 15 58	81 24 71	41 16 45	81 19 57	60	4,5	54	0,30	
18	Don Julio	06-06-04	16:12	16:48	41 15 03	81 27 16	41 15 55	81 23 91	36	3,0	40	200.000,00	100,00
19	Don Julio	10-06-04	16:44	18:14	41 04 44	82 21 48	41 08 37	82 16 90	90	3,0	67	100.000,00	
20	Don Julio	11-06-04	20:28	21:56	42 23 72	81 01 00	42 27 42	80 56 82	88	3,5	45	1.400,00	615,00

Prof. R. Sup = Profundidad de la relinga superior



4.5.2 Reconocimiento y proporción fauna acompañante

Para determinar la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca 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 (Pequeño 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avilés 1987, Pequeño y D'Ottone 1987, Meléndez y Meneses 1989, Kong y Meléndez 1991, 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.

4.6 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



4.6.1 Diseño general de muestreo

Durante el crucero de investigación se realizaron 17 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 8 estaciones de muestreo situadas a las 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn (sector 5-200 mn), y 5 estaciones de muestreo oceanográfico ubicada a las 230, 260, 300, 330, 360 y 400 mn (sector 200- 400 mn).

En cada una de las estaciones oceanográficas correspondientes al sector prospectado por el B/C “Abate Molina” y los PAM “Líder” y “Don Julio” (sector norte y sur), se obtuvo registros continuos de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y fluorescencia, desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utilizó un CTDO Sea Bird y un perfilador de fluorescencia. En el caso del B/C “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.

En el sector norte donde opero el PAM “Líder”, perfiles continuos de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y fluorescencia (u.r.), se realizaron desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad mediante una unidad CTD SeaBird modelo SeaCast y un perfilador de fluorescencia. También se colectó muestras de agua de mar con botellas Niskin a profundidades discretas (superficie, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 y 600 m) a fin de cuantificar la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar.



Para el sector sur donde opero el PAM “Don Julio”, registros continuos de temperatura (°C) y salinidad (psu) se obtuvieron de la superficie a un máximo de 600 m con una sonda CTD Meereschtechnik Elektronik, modelo Memory Probe Multiparameter. Además, se colectó muestras de agua de mar con botellas Niskin a profundidades discretas (superficie, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 y 600 m) con el propósito de cuantificar la concentración de oxígeno disuelto y la clorofila-a.

La **Tabla 3** resume el número de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero.

Tabla 3

División operacional del área de estudio. Los números de estaciones oceanográficas por sector

Sector		Límite	Estaciones	Latitud
		Oeste (mn)	de muestreo	Sur
Norte		200	40	34°10'-37°55'
Centro-sur		200-400	50	37°55'-42°05'
Sur		400	32	39°35'-42°30'
Area Total		400	129	34°10'-42°30'

El 79,62% 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. Las estaciones de muestreo donde no se obtuvo información corresponden a aquellas donde el tiempo imperante y el estado del mar no permitió se realización por razones operativas y de seguridad. Situación que se registró sólo en 33 estaciones bio-oceanográficas.

Por último, la **Tabla 4** resume la posición de cada una de las 17 transectas realizadas durante el estudio y el número de estaciones de muestreo.

Tabla 4

Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular

Transectas	Latitud (°S)	N° Estaciones	Fecha
1	34°10'	8	07-08/06/04
2	35°00'	7	06-09/06/04
3	35°50'	8	04-05/06/04
4	36°40'	8	29-30/05/04
5	37°30'	8	30/05-03/06/04
6	37°55'	8	30/05-01/06/04
7	38°20'	8	31/05-01/06/04
8	38°45'	6	02-03/06/04
9	39°10'	5	03-05/06/04
10	39°35'	11	05-11/06/04
11	40°00'	11	06-12/06/04
12	40°25'	8	03-04/06/04
13	40°50'	11	31/05-01/06/04
14	41°15'	4	06-18/06/04
15	41°40'	9	07-18/06/04
16	42°05'	4	10-19/06/04
17	42°30'	5	11-12/06/04

4.6.2 Análisis de las muestras y de la información

La salinidad se determinó por medio de un salinómetro de inducción Beckman RS7C, utilizando estándar IAPSO en el Laboratorio de Oceanografía Química del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción. 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).



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 metros. 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 17 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.

Se calculó también, para cada una de las estaciones oceanográficas, 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). Esta metodología se basa en la determinación de gradientes térmicos y de densidad en el cálculo de la capa de mezcla, evitando las eventuales diferencias que surgen al estimar esta estructura vertical con valores de gradientes previamente establecidos.

En esta metodología se calcula la "profundidad del estrato isotermal (ILD)" a partir de perfiles verticales de temperatura la que es contrastada con la "profundidad de mezcla (MLD)" estimada a partir de perfiles individuales de densidad, para cada una de las estaciones oceanográficas realizadas.



4.6.3 Información meteorológica

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

4.6.4 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 a partir de la información generada en el crucero de prospección. La información comprende la prospección acústica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanográficas temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), oxígeno (ml/L), densidad (σ_t), clorofila integrada (mg/m^2), y eufáusidos (individuos/ 1000m^3), copépodos (individuos/ 1000m^3) y capa de dispersión profunda (Sa).

4.6.4.1 Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables oceanográficas

Procesamiento de la información

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Información Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripción espacial de las variables acústicas y bio-oceanográficas se configuraron imágenes 2D, en los diferentes planos horizontales indicados en la **Tabla 5**.

La generación de imágenes implicó realizar previamente la georeferenciación de la costa y de la zona de estudio. Luego se crearon los archivos de vectores bases en formato SIG, los que contemplaron, para cada variable, la georeferencia con sus respectivos datos. Posteriormente, se realizaron las interpolaciones, a través del método de Kriging, de dichos vectores.

Tabla 5

VARIABLES empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos

VARIABLES	TIPO DATOS	PLANOS HORIZONTALES POR RANGOS DE PROFUNDIDAD
Densidad del jurel (t/mn^2)	Integrado	en cuatro planos: 1 ^a : superficie a 50 m 2 ^a : 51 a 100 m 3 ^a : 101 a 150 m 4 ^a : 151 a 200 m
Temperatura (°C)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Salinidad (psu)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Oxígeno (ml/L)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Densidad (σ_t)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Clorofila (mg/m^2)	Integrado en la columna de agua	1 a 100 m
Eufáusidos (individuos./1000 m^3)	integrado en la columna de agua	
Copépodos (individuos./1000 m^3)	integrado en la columna de agua	
Capa de dispersión profunda (S_a)	Integrado	



Con el propósito de relacionar y superponer diferentes imágenes es necesario que éstas tengan la misma escala espacial, resolución y cobertura geográfica. Con el módulo RESAMPLE del SIG se generaron en rasters, imágenes que tenían la misma cantidad de filas y columnas. De esta manera se crearon cartografías en rasters de 210 columnas (en el sentido E-W) y 270 filas (en el sentido N-S).

Por último, para facilitar el análisis visual, las imágenes 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.

4.6.4.2 Análisis de las relaciones entre la distribución de jurel y las variables oceanográficas

a) 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, entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales, **b)** se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros, **c)** se estimó la señal latitudinal del jurel respecto de las variables bio-oceanográficas y **d)** se realizó un modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas.



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 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) Determinación de rangos de preferencial de la especie en relación a parámetros bio-oceanográficos

Para determinar los rangos de preferencia de la especie en relación a las variables oceanográficas, se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a dichas variables mediante tablas de crostabulación. Con lo anterior, también se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros ambientales.

c) Análisis de la señal latitudinal

Para contrastar la hipótesis de que la distribución y abundancia del jurel se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes térmicos), se estimó la señal latitudinal de las variables hidrográficas conservativas y la densidad del jurel expresados en Sa o IBM. Para tal efecto se utilizó la metodología propuesta por (Castillo *et al.*, 2000; Córdova *et al.*, 2001) creándose 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 mn, la segunda llamada intermedia posicionada entre los 51 y los 100



mn y una tercera situada al oeste de las 101 mn y se denomina oceánica. Asimismo, se estimaron los gradientes térmicos y salinos longitudinales, calculándose el diferencial entre píxeles vecinos mediante los comandos del SIG.

d) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas

En el caso del recurso jurel y el ambiente no se conoce *a priori* la forma de la relación entre la densidad de jurel (expresada en S_a) y las variables ambientales; se exploró el empleo de modelos aditivos generalizados (GAM). En este tipo de análisis el término no paramétrico considera la relación entre las variables predictoras (o explicativas) y las explicadas (respuesta) y el término del error donde el carácter paramétrico de la hipótesis de la distribución del errores de los GAM, permite el uso de los test de la estadística clásica. Por esta razón se escoge GAM para modelar las relaciones jurel-ambiente.

Los métodos GAM se apoyan en transformaciones empíricas de las variables explicativas por técnicas de suavización local. La formulación general de GAM es la siguiente:

$$S(Y_i) = \sum_i T_i(X_i(j)) + \varepsilon(j)$$

donde Y_j es la variable respuesta de la observación j , X_i es la variable predictora, S es una función de enlace paramétrica, T son las funciones no especificadas estimadas de manera no paramétrica por técnicas de suavización local y E es una variable aleatoria donde la ley de distribución debe ser escogida en la familia exponencial (que comprende la ley normal, la ley de Poisson, la ley binomial, la ley gama, ect. (Maury O. 1998).



Se aplica un método de suavización local *loees* (se ajusta mediante la regresión de los mínimos cuadrados a través de un peso local de la estimación de la suavización). En aplicación se efectúa un examen de las distribuciones, se hace una hipótesis sobre la distribución normal del error. En el caso de la función de enlace *S* es simplemente la función de identidad. La esperanza de la variable *Y* es expresada como la suma de las funciones de suavización de las variables explicativas:

$$E(Y / X_i) = \sum_i T_i(X_i)$$

A la densidad del jurel (*S_a*) se emplea una transformación logarítmica y se consideran sólo los valores positivos en el análisis.

Una transformación logarítmica se usa para hacer simétrica una distribución no simétrica de la frecuencia de la densidad del jurel y por otra parte en razón de la naturaleza *a priori* multiplicativa de los procesos considerados, la forma general de los GAM que se ajustó es la siguiente:

$$\ln(S_a + 1) = \sum_i T_i(X_i)$$

donde:

X_i son las variables explicativas (ambientales) relacionadas con la presencia de jurel expresado en *S_a*.

Para estimar las funciones *T*() se empleó el suavizador *loess* implementado en el software *S-plus* (©AT&T Bell Laboratories).



En la aplicación se probaron una gran cantidad de modelos para poner en evidencia el rol de las variables ambientales en las densidades locales del jurel.

Se empleó el test F permite probar la significancia de la contribución de cada variable (Hastie y Tibshirani, 1990). También se empleó el pseudo coeficiente R^2 , que se define como la fracción de la devianza total explicada por el modelo y calculada sistemáticamente por todos los modelos probados (Swartzman *et al.*, 1994), este coeficiente permite comparar a diferentes modelos que tiene la misma estructura. Además se realiza un análisis de desviación para tener conocer la parte de la inercia explicada por el modelo.

Los datos provienen de la evaluación hidroacústica realizada en otoño del año 2004, la información procede de los análisis efectuados previamente con el sistema de información geográfica. Se considera la posición espacial de los ecotrazos expresados en Sa, la latitud (lat), longitud (long) geográfica, la profundidad (prof). Las variables ambientales fueron temperatura (temp), salinidad (sal), oxígeno (oxi) y densidad del agua de mar (den). Considerando la tendencia longitudinal de la densidad del jurel en el área prospectada el área se divide en cuatro perfiles o estratos: 5 – 130 mn, 131 -230 mn, 231 – 320 mn y > 320 mn (**Figura 6**).

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/C “Abate Molina”, así como la correspondiente al PAM “Don Julio y Líder” se resumen en la **Tabla 6**.

Tabla 6

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
VALPARAÍSO	13/07/94	A. Molina	25,7	26,5	26,5	25,8	26,3	26,7
TALCAHUANO	21/08/94	A. Molina	26,0	26,7	26,7	25,9	26,7	
VALPARAÍSO	18/04/97	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 ¹	04/06/01	Líder		26,7			26,7	
VALPARAÍSO	24/04/02	A. Molina	26,6	27,8	28,2	26,9	27,6	27,9
TALCAHUANO ¹	26/05/02	Líder		26,8			26,8	
TALCAHUANO ¹	31/05/03	Don Julio		27,3			27,3	
VALPARAÍSO	07/05/03	A. Molina	26,1	27,6	28,1	26,8	27,5	28,0
LIRQUEN ¹	30/05/03	Líder		21,6			21,6	
CORONEL	31/05/04	Don Julio		26,5			26,5	
VALPARAÍSO	24/05/04	A. Molina	26,3	27,5		26,7	27,4	
LIRQUEN ¹	30/05/04	Líder		25,2			25,2	
VALOR PROMEDIO DESVIACIÓN			26,6	27,2	27,8	26,9	27,1	27,9
			0,35	1,22	0,56	0,41	1,18	0,42

¹ 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 (B/C “Abate Molina” y PAM “Don Julio”), 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 PAM Líder muestra una diferencia respecto a su valor nominal, lo cual no afecta la calidad de los datos ya que este valor de ganancia ajusta el equipo para obtener el valor de TS de la esfera de calibración (esfera de calibraciones de 60 mm de diámetro, TS = -33,6 dB).

En este sentido , 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 7**).

Tabla 7

Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38 KHz

VALOR STUDENTS	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
	Longitud de pulso (mseg)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
T (OBSERVADO)	0,27	0,13	0,29	0,41	1,29	0,34
T (CRÍTICO;95%)	2,07	2,05	2,08	2,07	2,05	2,09

Los resultados indican 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 Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n acústica

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectando las agregaciones de jurel principalmente desde Talcahuano al sur, mientras que hacia el norte su presencia fue muy escasa (**Figura 4**). Al comparar la distribuci3n de jurel con la reportada en ańos anteriores, se puede establecer que se mantiene la fuerte ausencia del recurso en el sector noreste del área de estudio, la cual este ańo, al igual que lo registrado en el 2003, se expandió considerablemente al no registrar concentraciones importantes de jurel en el sector costero como para el período 1997- 2002. Esta zona se caracterizó por ecogramas acústicos con agregaciones esporádicas y valores mínimos de integraci3n, así como registros imperceptibles de la capa de plancton superficial.

La distribuci3n espacial del recurso presentó zonas de alta concentraci3n principalmente entre la 200 a 400 mn, mientras que para las primeras 200 mn de la costa, su presencia fue escasa y muy focalizada, siendo en general comparable este tipo de distribuci3n con lo registrado durante el 2001 y 2003. Sin embargo, al comparar los valores de densidad registrados en las primeras 200 mn para los distintos ańos, se observa que la fuerte disminuci3n de las densidades medias del recurso desde 113,23 (2001) a 29,93 t/mn² (2003), se acentúa este ańo al registrar una densidad de 17,61 t/mn².

En este sentido, la zona de abundancia fue amplia y se ubicó de preferencia sobre las 200 mn, en el sector que va desde Corral (40°LS) a isla Chiloé (42°30'LS) (**Figura 4**). La distribuci3n espacial es semejante a lo registrado durante el 2003, donde al igual que ese ańo, se observó presencia del recurso en el sector oceánico. Asimismo, el incremento importante de los niveles de densidad acústica entre las 200 y 400 mn (93,98 t/mn²), muestra una distribuci3n espacial



alejada de la costa y una tendencia a prolongarse hacia el sector oceánico, lo cual sugiere que una fracción del recurso no estuvo en la zona de evaluación.

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

Para el área total el índice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 17,21% y 205,42 t/mn², los valores están influenciado por la abundancia y fuertemente por la extensión mayor de las áreas de concentración del recurso sobre la ZEE.

En el sector de las 200 mn, el índice presencia y densidad alcanzó a 6,88% y 124,83 t/mn², respectivamente. Estos valores comparados con los registrados entre 1999 y el año 2001, muestran de manera clara el cambio fuerte en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio. Es así que, entre 1999 y 2001, la distribución espacial de jurel mostró estabilidad en la cobertura espacial (29,73; 30,28 y 29,50%), mientras que el índice de densidad se incrementó desde 159,24, 151,99 y 263,18 t/mn², indicando un aumento en la biomasa disponible entre estos años.

En este sentido, la drástica disminución en el índice de presencia respecto a lo registrado sobre 200 mn (35,25%), sugieren un cambio en la distribución espacial de jurel más que un decremento en la abundancia, al encontrarse este año más alejado de la costa que lo registrado durante el 2003.

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 8**.

Tabla 8

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					
2002	93,1	6,9						
2003	87,6	12,4						
2004	85,0	15,0						

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 la temperatura a partir de 1998, con anomalías de temperaturas negativas hasta el 2002, predominando este año anomalías positivas que revelan la persistencia de una condición ambiental fría para el período 1999-2002 en el zona de estudio.

En este sentido el número máximo de cardúmenes por millas se mantuvo respecto al 2003, con una dominancia en la frecuencia de 1 cardumen por milla.



5.1.2.2 Correlogramas

El análisis de los correlogramas por transectas muestra rangos muy distintos para los tamaños de las macroestructuras dentro y fuera de las 200 mn de la costa; con un tamaño de 2 mn y 3.5 mn en el sector de las primeras 200 mn, y mayores a 9 y 11 mn hacia el océano (**Figura 7**). Diferencias que son explicadas por el tipo de distribución espacial presente en el área de estudio, al registrar el sector oceánico densidades de jurel bastante homogéneas que generaron extensas zonas de distribución, con macroestructuras de mayor tamaño respecto al sector comprendido entre la costa y las 200 mn en el área de estudio.

Situación que ha sido observada también en el 2003, y en menor escala en el sector centro del área de estudio durante 1997 (12) y 2000 (14), así como en el sur para 1998 (9), 1999 (9) y 2001 (8).

5.1.2.3 Variogramas

El análisis de la información mediante el uso de técnica de 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 (este-oeste) un modelo exponencial tanto para el sector que comprende las primeras 200 mn y el sector oceánico, estabilizándose la varianza en los $2,50E+05$ y $5,00E+06$ respectivamente (**Figura 8**), lo cual explica los niveles de precisión alcanzado para el estimado de biomasa en ambos sectores.



En el sector oceánico, el variograma muestra macroestructuras de gran tamaño que van desde 2 a 10 mn, ratificando la existencia de áreas amplias con presencia del recurso, lo cual fue observado en los respectivos correlogramas. Situación que cambia hacia la costa, al registrar estructuras menores a 2; 4 y 6 mn, lo cual indica una distribución más heterogénea al encontrarse el jurel separado en áreas más pequeñas (parches), estableciendo una marcada diferencia en el uso del espacio entre ambos sectores.

5.1.3 Distribución geográfica del recurso

El recurso mantiene su patrón de distribución característico observado en anteriores evaluaciones hidroacústicas realizadas en la zona, con agregaciones alargadas y distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa. El recurso jurel se detectó principalmente entre el sur de Talcahuano al extremo sur de la zona de estudio, hacia el norte su presencia fue bastante menor, con la absoluta ausencia de agregaciones sobre las 100 mn, al noroeste de Constitución.

En la zona se identifican sectores definidos de alta densidad (**Figura 4**), lo cual es similar a lo observado en el 2003, donde lo característico para ese año fue la alta concentración del recurso en el sector sur por sobre las 200 mn de la costa. En este sentido el recurso se localizó principalmente desde Talcahuano a isla Chiloé, concentrándose el 93,75 % de la biomasa total estimada para la zona de estudio, en un sector más restringido al extremo sur que lo registrado durante el crucero del 2003.

Las principales zonas de concentración de recurso se ubicaron en el sector de las 200 a 400 mn de la costa, las cuales tienen una gran extensión; y ellas se ubican entre las 240 a 300 mn frente a Bahía San Pedro y 340 a 380 mn desde Corral



hasta isla Chiloé ($42^{\circ}30'LS$). Hacia la costa, las zonas de alta densidad se reducen considerablemente, siendo posible destacar solo aquella ubicada entre 40 y 50 mn desde Lebú hasta el norte de Puerto Saavedra ($38^{\circ}45'LS$) y entre las 40 y 70 mn al norte y sur de Corral y donde se observó muy alta densidad de jurel (zona de pesca).

Hacia el sector sur del área de estudio y hacia las 400 millas de la costa, las concentraciones detectadas de jurel sugieren que una fracción de las agregaciones de jurel no fue cubierta por la prospección (**Figura 4**).

Las agregaciones detectadas en las primeras 200 mn de la costa, estuvieron asociadas a bajos niveles de densidad ($17,61 \text{ t/mn}^2$) si se compara con lo registrado el 2003 ($29,93 \text{ t/mn}^2$), 2002 ($37,19 \text{ t/mn}^2$) y 2001 ($113,23 \text{ t/mn}^2$), evidenciando una fuerte reducción de la abundancia en esta zona.

En este sentido, sólo las agregaciones de jurel presentes a la cuadra de Lebú y Corral constituyeron zona de pesca, al operar la flota entre el 1 al 07 de junio. El fuerte de las agregaciones se ubicó al sur por sobre las 200 mn de la costa, y su gran extensión y niveles de densidad, permitió al igual que el 2003, operar a la flota cerquera de la VIII Región con excelentes rendimientos de captura durante un período extenso que superó los dos meses (hasta agosto), a diferencia del 2002 donde se observó una operación más restringida en esta área, con algunas salidas durante el mes de junio.

El patrón de distribución espacial del jurel durante este año, se corresponde con lo observado desde 1997 al 2000, en cuanto a la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta recurrentemente la intrusión de aguas cálidas de procedente del área oceánica. En este sentido, la distribución espacial



de este año es similar a la registrada durante 1998, 2002 y 2003, al concentrarse en ambas sobre el 90% de la abundancia entre Talcahuano y Corral, con presencia esporádica hacia el sector norte, a la cuadra de Valparaíso. Lo anterior, difiere de los otros años, donde el recurso ha presentado una distribución más amplia en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 1997,1998, 1999, 2000, 2001 y 2002).

5.1.4 Distribución batimétrica del recurso

En la zona de estudio el jurel se ubicó entre los 10 a 210 m de profundidad, observando una tendencia a ubicarse sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste (**Figuras 9**). Entre la costa y las 200 mn, los primeros 100 m de profundidad se agruparon el 89,44% de las agregaciones de jurel, mientras que por sobre las 200 mn el porcentaje se reduce bruscamente a 67,48%, indicando un cambio fuerte en la distribución batimétrica del recurso entre ambos sectores (**Figuras 9a y b**).

Este alto porcentaje de agregaciones en los primeros 100 m de profundidad, indica una distribución menos profunda respecto al 2002, donde el 60,17% del recurso se ubico en este intervalo. Distribución superficial que es similar a la registrada durante los años 2000, 2001 y 2003, donde el 90,00%, 81,00% y 92,23% del recurso se ubicó en los primeros 100 m de profundidad. Por otra parte, dentro y sobre las 200 millas, la distribución del recurso no fue de carácter unimodal, a diferencia del año pasado donde el recurso presento este tipo de distribución (Córdova *et al.*, 2003).

En el sector de las 200 mn, la distribución batimétrica fue menos profunda al detectarse las agregaciones desde la superficie hasta los 170 m (**Figuras. 9b**).



Las abundancias sobre 300 t/mn^2 se ubicaron de preferencia entre los 30 a 50 m de profundidad, mientras que las bajas densidades ($< 75 \text{ t/mn}^2$) alcanzaron la máxima profundidad. En el sector oceánico se presentó una distribución batimétrica que alcanza los 210 m, con agregaciones situadas a una profundidad mayor y fuerte predominio de densidad altas entre 70 a 110 m, respecto a lo registrado hacia la costa (**Figura 9a y b**).

En general, de norte a sur no se observa la tendencia del recurso a profundizarse en el sector costero y oceánico, como ha sido recurrente en las prospecciones realizadas desde 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002, registrando este año, al igual que el 2003, una participación mayor hacia valores menores de profundidad en la ZEE, y valores mayores por sobre esta zona, con una marcada uni-modalidad en la distribución batimétrica del recurso dentro de la ZEE y de una bi-modalidad por fuera de esta zona.

Este tipo de distribución, indica que durante el día el 74,37% y 38,18% de las agregaciones de jurel, estuvieron accesibles al arte de pesca de cerco dentro y fuera la ZEE, al ubicarse entre la superficie y los 80 m de profundidad. Porcentaje que indica una tendencia a incrementarse las agregaciones en superficie dentro de las 200 mn, lo cual fue observado durante 1998 (42,30%), 1999 (69,81%), 2000 (73,33%) y 2003 (82,77%), e interrumpido el 2001 (59,50%) y 2002 (48,71%).



5.2 Biomasa total del recurso jurel

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

La constante de ecointegración fue determinada a partir de la aplicación de la relación $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$ (Córdova *et al.*, 1998), 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 – 38,51 dB y un peso a la talla de 321,550 gramos. A partir de estos resultados se calculó una constante de ecointegración de $0,1815 (t^*mn^{-2}Sa^{-1})$, la cual es mayor en un 9,3% respecto al valor determinado en el 2003 ($0,1660 t^*mn^{-2}Sa^{-1}$). Aumento que se explica por una mayor talla este año, producto de un mayor número de ejemplares de jurel entre 29 a 30 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 entrega en la **Tabla 9**.

Tabla 9

Biomasa y densidad de jurel estimada por sectores y dos distintos métodos

Método	Área (mn ²)			Biomasa (t)			Densidad (t/mn ²)		
	5- 200	201- 400	TOTAL	5 - 200	201 - 400	TOTAL	5-200	201-400	TOTAL
Agrupado (1985)	35.249	37.945	73.194	550.000	3.350.000	3.900.000	15,60	88,29	53,28
Petitgas (1991)	30.672	35.964	66.636	540.0 00	3.380.000	3.920.000	17,61	93,98	58,83

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

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 por sectores y para la zona de estudio en las **Tablas 10 ,11 y 12.**

El cálculo de la biomasa a la talla para la zona de estudio, se sustenta en la aplicación de la prueba estadística de Chi cuadrado a las distribuciones de talla de los sectores dentro y fuera de las 200 mn, y cuyo resultado indica que no es posible aceptar la existencia de diferencia entre las distribuciones de talla, al no exceder el Chi cuadrado calculado (0,1) del Chi de tabla (43,8) a un 95% de confianza, razón por lo cual es posible refundir la información de ambos sectores.

Tabla 10

Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5 a 200 mn

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Abundancia en toneladas
22	17	106,52	1,03	17.509.915	1.865
23	20	121,69	2,52	42.735.234	5.200
24	21	138,23	1,21	20.553.972	2.841
25	28	156,21	2,00	33.894.845	5.295
26	32	175,67	1,21	20.568.490	3.613
27	76	196,69	5,99	101.486.281	19.962
28	97	219,33	10,47	177.542.716	38.940
29	107	243,63	8,33	141.304.675	34.426
30	86	269,66	10,51	178.202.022	48.054
31	90	297,48	9,59	162.629.355	48.380
32	92	327,16	12,78	216.752.923	70.912
33	77	358,74	12,07	204.669.723	73.423
34	43	392,29	5,99	101.564.638	39.842
35	47	427,86	5,62	95.263.656	40.760
36	27	465,52	3,72	63.077.564	29.364
37	14	505,33	1,79	30.400.483	15.362
38	7	547,34	1,28	21.733.925	11.896
39	6	591,62	0,65	10.943.155	6.474
40	3	638,22	0,73	12.352.628	7.884
41	2	687,21	0,71	12.087.375	8.307
43	1	792,56	0,36	6.043.688	4.4790
44	2	849,04	0,71	12.087.375	10.263
45	1	908,15	0,36	6.043.688	5.489
48	1	1101,78	0,36	6.043.688	6.659
Total	897		1,0	1.695.492.014	540.000



Tabla 11

Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 201 a 400 mn

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Abundancia en toneladas
18	3	58,41	0,00	24.554	1
19	9	68,67	0,00	73.661	5
20	5	80,07	0,00	40.923	3
21	11	92,67	0,00	111.629	10
22	39	106,52	0,00	280.836	30
23	48	121,69	0,31	28.458.94	3.463
24	38	138,23	0,94	85.011.469	11.751
25	56	156,21	1,74	157.154.007	24.548
26	105	175,67	3,18	287.734.490	50.547
27	149	196,69	4,29	388.055.746	76.328
28	185	219,33	8,25	745.911.732	163.597
29	197	243,63	10,80	976.556.933	237.917
30	165	269,66	8,97	811.265.820	218.767
31	121	297,48	7,92	716.541.433	213.160
32	100	327,16	5,94	537.341.603	175.795
33	76	358,74	6,27	567.568.013	203.608
34	84	392,29	7,90	714.215109	280.177
35	59	427,86	5,34	482.954.104	206.638
36	51	465,52	3,91	353.728.391	164.669
37	57	505,33	6,16	557.194.038	281.568
38	53	547,34	4,37	395.402.129	216.421
39	47	591,62	2,95	266.728.856	157.803
40	42	638,22	4,53	410.033.215	261.692
41	33	687,21	3,39	306.781.742	210.822
42	16	738,63	0,82	74.027.629	54.679
43	21	792,56	0,83	74.767.778	59.258
44	16	849,04	0,50	45.374.116	38.525
45	7	908,15	0,01	782.858	711
46	11	969,94	0,18	15.959.106	15.479
47	6	1034,46	0,01	848.269	877
48	9	1101,78	0,32	29.018.138	31.972
49	11	1171,96	0,17	15.428.027	18.081
50	2	1245,05	0,00	282.756	352
54	1	1567,76	0,00	141.378	222
56	1	1748,15	0,00	141.378	247
58	1	1941,86	0,00	141.378	275
Total	1.835		1,0	9.046.082.190	3.380.000



Tabla 12

Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el área total

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Abundancia en toneladas
18	3	58,41	0,00	28.429	2
19	9	68,67	0,00	85.286	6
20	5	80,07	0,00	47.381	4
21	11	92,67	0,00	129.246	12
22	56	106,52	0,01	538.392	57
23	68	121,69	0,32	33.470.697	4.073
24	59	138,23	0,94	98.678.090	13.640
25	84	156,21	1,74	182.368.464	28.487
26	137	175,67	3,18	333.394.575	58.569
27	225	196,69	4,29	450.533.715	88.617
28	282	219,33	8,25	865.791.929	189.890
29	304	243,63	10,79	1.132.395.727	275.884
30	251	269,66	8,97	941.468.079	253.878
31	211	297,48	7,92	831.604.862	247.390
32	192	327,16	5,95	624.783.235	204.402
33	153	358,74	6,29	659.632.760	236.635
34	127	392,29	7,89	828.167.762	324.879
35	106	427,86	5,34	560.332.937	239.745
36	78	465,52	3,91	410.321.156	191.014
37	71	505,33	6,15	645.499.350	326.191
38	60	547,34	4,36	458.068.269	250.721
39	53	591,62	2,94	308.956.663	182.785
40	45	638,22	4,53	474.894.155	303.088
41	35	687,21	3,39	355.344.538	244.195
42	16	738,63	0,82	85.710.501	63.308
43	22	792,56	0,83	86.641.058	68.668
44	18	849,04	0,50	52.682.155	44.729
45	8	908,15	0,01	980.006	890
46	11	969,94	0,18	18.477.736	17.922
47	6	1034,46	0,01	982.141	1.016
48	10	1101,78	0,32	33.671.314	37.098
49	11	1171,96	0,17	17.862.844	20.934
50	2	1245,05	0,00	327.380	408
54	1	1567,76	0,00	163.690	257
56	1	1748,15	0,00	163.690	286
58	1	1941,86	0,00	163.690	318
Total	2.732		1,0	10.494.361.904	3.920.000



Los resultados alcanzados indican para este año una disminución importante en la biomasa y número total de ejemplares en la zona de las 200 mn, respecto a las 5.950.000 t (3,10E+10 individuos), 1.990.000 t (8,24E+09 individuos) y 881.000 t (3,07E+09 individuos) evaluados durante similar período en el 2001 al 2003. Asimismo, el porcentaje bajo la talla mínima legal (26 cm) de 6,76% en número y 2,82% en peso indica una reducción de ejemplares bajo la talla mínima respecto al 8,13% y 14,1% del 2002 así como el 7,59% y 4,06% del 2003. Esto sugiere que nuevamente reaparece 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.

Esta baja en el número de ejemplares bajo la talla mínima se fortalece en el sector oceánico y total, donde alcanzan el 1,18% en número y 3,00% en peso.

Este año, el número total de individuos (1,69+09) representa un fuerte decremento respecto al 2001, donde la abundancia numérica total fue de 3,10E+10, y marca una tendencia negativa en las primeras 200 mn respecto a los 8,24E+09 del 2002 y 3,07E+09 del 2003. Decremento numérico de un 94,55%, 79,49% y 44,95% que explica en gran parte el estimado de biomasa (540.000 t) alcanzado en ese sector durante la evaluación del 2004.

5.2.2.1 Composición por tamaño

El análisis estadístico de Chi cuadrado aplicado a las distribuciones de talla presentes entre las 5-200 y 201-400 mn, indican que no es posible rechazar la hipótesis nula de igualdad a un 95% de confianza, al determinar un valor χ_c de



calculado (36,4) inferior al χ_c de tabla (43,8) a un 95% de confianza, razón por lo cual se válida la estructura única de talla determinada en el estudio.

La distribución de talla registrada en el Crucero se presenta en la **Figura 10d**. Se muestreó ejemplares de jurel entre 18 a 58 cm de longitud horquilla, concentrando el 98,87% de los individuos entre los 22 a 50 cm (3 a 6 años). A diferencia de lo registrado en el 2001, 2002 y 2003, donde el 99,33%, 99,87% y 98,37% de los individuos se ubicó entre los 20 a 35, 20 a 42 y 24 a 45 cm, este año se evidencia una estructura de talla más amplia con aumento de ejemplares mayores.

La estructura de talla presenta una moda principal en 29 - 30 cm, observando un desplazamiento de la segunda de ella respecto a la registrada durante el 2001 (26 cm), 2002 (27 cm) y 2003 (28 cm), lo cual sugiere un crecimiento en la estructura del stock en la zona de estudio.

Esta distribución difiere de lo observado en el 2001, donde los ejemplares entre 25 a 30 cm sustentaron el alto volumen de biomasa estimada. Este año, no se observa la fuerte merma de ejemplares pequeños (20 a 24 cm) del 2003, pero si fortalece el incremento de las tallas 28 a 44 cm como se observo a partir del 2002, lo que indica un desplazamiento de la amplitud del intervalo de tallas del stock de jurel disponible en la zona de estudio, hacia ejemplares de mayor tamaño (**Figura 10**).

El número de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm (10,79%) y de individuos bajo los 32 cm (62,41%), disminuyó respecto al 2001 y 2002, donde se registran valores de 41,23 - 26,66% para la talla mínima y de 96,88 - 83,66% para talla de primera madurez, indicando un crecimiento somático en el jurel (**Figura 10**).

5.2.2.2 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 13**), aplicando una dócima de comparación para varias relaciones lineales simultáneas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre sí, al obtener un F calculado (0,02) 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 13

Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para B/C "Abate Molina" y PAM "Don Julio"

	ABATE MOLINA	DON JULIO
Nº de observaciones	391	292
LOG (K)	-2,00296	-1,97950
A	0,00993	0,01048
B	3,00173	2,98575
ERROR EST. (LOGK)	0,04640	0,04179
ERROR EST. B	0,03151	0,02680
R²	0,96	0,98

En este sentido, en la **Tabla 14** 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 10** grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

Tabla 14

 Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para la zona de estudio

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
Nª de observaciones	323	360	683
LOG (K)	-1,93867	-2,01798	-1,99127
A	0,01151	0,00959	0,01020
B	2,96023	3,01147	2,99373
ERROR EST. (LOGK)	0,04641	0,04614	0,03039
ERROR EST. B	0,02992	0,03132	0,02012
R²	0,97	0,96	0,97

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 2,14 y de tabla de 3,69.

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

5.2.2.3 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” (0,0952) superior al “d” (0,0259) de tabla o crítico a un 95% de confianza. Luego se determinó la clave talla - edad para el crucero (**Tablas 15, 16 y 17**), a partir de la lectura de 273 otolitos seleccionados desde un total de 595 otolitos recolectados en 14 lances de pesca con captura de jurel.



La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 14 grupos dentro y fuera de las 200 mn, amplitud que es levemente superior a años anteriores (edades II a XIII). Para la zona total de estudio (5 a 400 mn), los principales grupos fueron el V, VI y VII que participan con un 18,93; 23,87 y 18,17%, respectivamente, sin embargo, este año se mantiene el desplazamiento observado en los grupos predominantes IV (2002), V (2003) y VI (2004).

En la zona más oceánica (200 a 400 mn) se destaca la participación de grupos de edades mayores (VII al X) que la observada el 2003. En el sector costero (5 a 200 mn) prevalecen los grupos de edades intermedias (V al VII) (**Tabla 15**).

El número de ejemplares juveniles representados por el grupo de edad III y menores, se presentan disminuido con un 3,1% para el 2003 y un 1,6% para el 2004 en la zona de estudio.

En general se observa un leve aumento del número de ejemplares respecto al 2003, cercano al 10,4%, producto de una mayor biomasa en el área que va desde la costa y las 400 millas náuticas.



Tabla 15

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mm

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD															
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
10.0																	
11.0																	
12.0																	
13.0																	
14.0																	
15.0																	
16.0																	
17.0																	
18.0																	
19.0																	
20.0																	
21.0																	
22.0	17,509,915			10,505,949	7,003,966												
23.0	42,735,234			29,914,664	12,820,570												
24.0	20,553,972			6,166,192	14,387,780												
25.0	33,894,845			7,532,188	22,596,563												
26.0	20,568,490			2,056,849	14,397,943	3,766,094											
27.0	101,486,281				40,594,512	60,891,759											
28.0	177,542,716				17,754,272	142,034,173											
29.0	141,304,675					56,521,870											
30.0	178,202,022					71,280,809	17,820,202										
31.0	162,629,355					113,840,549	48,788,807										
32.0	216,752,923					21,675,292	108,376,462	86,701,169									
33.0	204,669,723						61,400,917	143,268,806									
34.0	101,564,638						10,156,464	60,938,783	20,312,928	10,156,464							
35.0	95,293,656							19,052,731	66,684,560	9,526,366							
36.0	63,077,564							12,615,513	37,846,538	12,615,513							
37.0	30,400,483							3,040,048	12,160,193	9,120,145	6,080,097						
38.0	21,733,925								2,173,393	10,866,963	8,693,570						
39.0	10,943,155								1,094,316	2,188,631	5,471,578	2,188,631					
40.0	12,352,628								1,235,263	4,941,051	4,941,051	1,235,263					
41.0	12,087,375									1,208,738	6,043,688	4,834,950					
42.0																	
43.0	6,043,688									671,521	3,357,604	1,343,042		671,521			
44.0	12,087,375									2,014,563	4,029,125	4,029,125	2,014,563				
45.0	6,043,688									1,007,281	2,014,563	2,014,563	1,007,281				
46.0																	
47.0																	
48.0	6,043,688																
49.0																	
50.0																	
51.0																	
52.0																	
53.0																	
54.0																	
55.0																	
56.0																	
57.0																	
58.0																	
59.0																	
60.0																	
TOTAL	1,695,492,014			56,175,841	129,555,607	360,283,704	485,412,478	392,226,059	141,507,189	64,317,234	42,142,197	17,156,495	4,532,766	2,182,443			
%	100.00			3.31	7.64	21.25	28.63	23.13	8.35	3.79	2.49	1.01	0.27	0.13			
L.PR.(cm)	31.2			23.3	25.7	28.6	30.9	32.8	35.4	37.0	40.3	42.6	45.6	46.5			
VARIANZA	15,778			1.072	3.132	1.895	2.12	1.84	1.062	6.420	8.034	6.578	3.136	5.325			
PESO PR.(g)	319.2			127.683	172.207	235.361	297.450	354.390	445.870	513.450	665.276	782.714	949.512	1010.067			
PESO (ton)	541,757			7,173	22,310	84,797	144,386	139,001	63,094	33,024	28,036	13,429	4,304	2,204			
%	100.00			1.32	4.12	15.65	26.65	25.66	11.65	6.10	5.18	2.48	0.79	0.41			

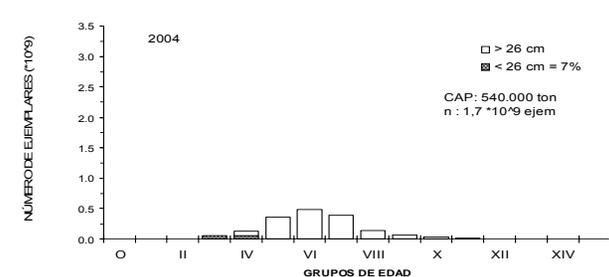




Tabla 16

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 200-400 mn

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD															
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
10.0																	
11.0																	
12.0																	
13.0																	
14.0																	
15.0																	
16.0																	
17.0																	
18.0	24,554		24,554														
19.0	73,661		12,277	61,384													
20.0	40,923			34,102	6,820												
21.0	111,629			99,226	12,403												
22.0	280,836			168,502	112,335												
23.0	28,458,944			19,921,261	8,537,683												
24.0	85,011,469			25,503,441	59,508,028												
25.0	157,154,007			34,923,113	104,769,338	17,461,556											
26.0	287,734,490			28,773,449	201,414,143	57,546,898											
27.0	388,055,746				155,222,299	232,833,448											
28.0	745,911,732				74,591,173	596,729,386	74,591,173										
29.0	975,556,933					390,622,773	585,934,160										
30.0	811,265,820					324,506,328	405,632,910	81,126,582									
31.0	716,541,433					501,579,003	501,579,003	214,962,430									
32.0	537,341,603					268,670,802	268,670,802	214,936,641									
33.0	567,568,013					170,270,404	170,270,404	397,297,609									
34.0	714,215,109					71,421,511	71,421,511	428,529,066	142,843,022	71,421,511							
35.0	482,954,104						96,590,821	338,067,872	48,295,410								
36.0	353,729,391						70,745,678	212,237,035	70,745,678								
37.0	557,194,038							222,877,615	167,158,211	111,438,808							
38.0	395,402,129							39,540,213	197,701,065	158,160,852							
39.0	266,728,856							26,672,886	53,345,771	133,364,428	53,345,771						
40.0	410,033,215							41,003,321	164,013,286	164,013,286	41,003,321						
41.0	306,781,742								30,678,174	153,390,871	122,712,697						
42.0	74,027,629								7,402,763	29,611,052	22,208,289	7,402,763					
43.0	74,767,778								8,307,531	41,537,654	16,615,062	8,307,531					
44.0	45,374,116								7,562,353	15,124,705	15,124,705	7,562,353					
45.0	782,858								130,476	260,953	260,953	130,476					
46.0	15,959,106								3,989,777	7,979,553	7,979,553	3,989,777					
47.0	848,269									424,135	424,135						
48.0	29,018,138									7,254,534	7,254,534	7,254,534	7,254,534				
49.0	15,428,027									3,085,605	3,085,605	3,085,605	3,085,605				
50.0	282,756																
51.0																	
52.0																	
53.0																	
54.0	141,378																
55.0																	
56.0	141,378																
57.0																	
58.0	141,378																
59.0																	
60.0																	
TOTAL	9,046,082,190		36,831	109,484,478	604,174,222	1,673,434,549	2,078,099,962	1,559,908,231	1,030,644,727	830,752,006	814,581,277	290,014,625	31,819,010	15,703,444	3,439,051	3,989,777	
%	100.00		0.00	1.21	6.68	18.50	22.97	17.24	11.39	9.18	9.00	3.21	0.35	0.17	0.04	0.04	
L.PR.(cm)	32.8		18.3	24.7	26.1	28.5	30.5	33.1	36.0	37.9	39.6	41.2	46.0	45.4	49.8	46.0	
VARIANZA	22.016		0.222	1.159	1.441	1.633	2.19	2.65	2.379	4.643	3.707	4.252	8.419	6.360	5.27972	0.000	
PESO PR.(g)	374.5		62.029	151.149	179.216	233.677	287.108	366.088	468.363	548.371	625.842	707.310	981.821	942.577	1239.175	973.113	
PESO (ton)	3,390,968		2	16,548	108,278	391,044	596,640	571,064	482,716	455,560	509,799	205,130	31,241	14,802	4,262	3,883	
%	100.00		0.00	0.49	3.19	11.53	17.59	16.84	14.24	13.43	15.03	6.05	0.92	0.44	0.13	0.11	

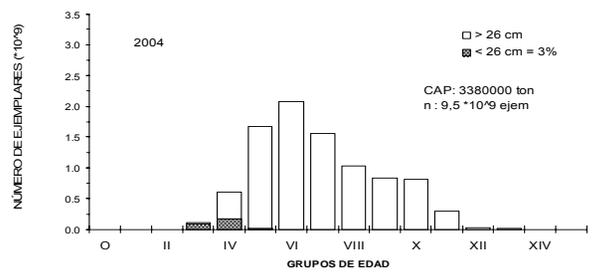
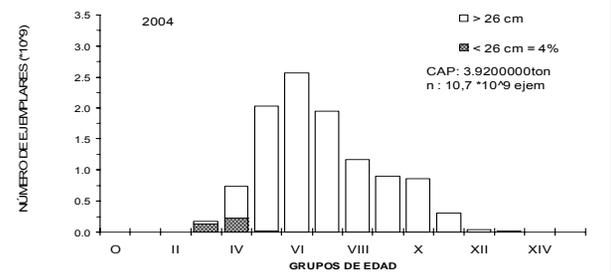




Tabla 17

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada área total

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD																		
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV			
10.0																				
11.0																				
12.0																				
13.0																				
14.0																				
15.0																				
16.0																				
17.0																				
18.0	24,554		24,554																	
19.0	73,661		12,277	61,384																
20.0	40,923			34,102	6,820															
21.0	111,629			99,226	12,403															
22.0	17,790,752			10,674,451	7,116,301															
23.0	71,194,178			49,835,924	21,358,253															
24.0	105,565,441			31,669,632	73,895,809															
25.0	191,048,852			42,455,300	127,365,901	21,227,650														
26.0	308,302,980			30,830,298	215,812,086	61,660,596														
27.0	489,542,027				195,816,811	293,725,216														
28.0	923,454,448				92,345,445	738,763,559	92,345,445													
29.0	1,117,861,607				447,144,643	670,716,964	670,716,964													
30.0	989,467,942				395,787,137	494,733,921	494,733,921	98,946,784												
31.0	879,170,788					615,419,552	263,751,236	263,751,236												
32.0	754,094,527					377,047,263	301,637,811	301,637,811												
33.0	772,237,736					75,409,453	231,671,321	540,566,415												
34.0	815,779,747						81,577,975	489,467,848	163,155,949	81,577,975										
35.0	578,217,760							115,643,552	404,752,432	57,821,776										
36.0	416,805,955							83,361,191	250,083,573	83,361,191										
37.0	587,594,521							58,759,452	235,037,808	176,278,356	117,518,904									
38.0	417,136,055								41,713,605	208,568,027	166,854,422									
39.0	277,672,011								27,767,201	55,534,402	138,836,006	55,534,402								
40.0	422,385,843								42,238,584	168,954,337	168,954,337	42,238,584								
41.0	318,869,117									31,886,912	159,434,559	#####								
42.0	74,027,629									7,402,763	29,611,052	22,208,289	7,402,763							
43.0	80,811,465									8,979,052	44,895,258	17,958,103	8,979,052							
44.0	57,461,491									9,576,915	19,153,830	19,153,830	9,576,915							
45.0	6,826,545									1,137,758	2,275,515	2,275,515	1,137,758							
46.0	15,959,106									3,989,777	7,979,553	7,979,553	3,989,777							
47.0	848,269										424,135	424,135							3,989,777	
48.0	35,061,625										8,765,456	8,765,456	8,765,456	8,765,456						
49.0	15,428,027											3,085,605	3,085,605	9,256,816						
50.0	282,756													141,378	141,378					
51.0																				
52.0																				
53.0																				
54.0	141,378																			
55.0																				
56.0	141,378																			
57.0																				
58.0	141,378																			
59.0																				
60.0																				
TOTAL	10,741,574,204																			
%	100.00																			
L.PR.(cm)	32.5																			
VARIANZA	21,361																			
PESO PR.(g)	364.0																			
PESO (ton)	3,930,371																			
%	100.00																			



5.2.2.4 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 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 18**.

Tabla 18

Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel

Método	Varianza			Coeficiente de variación (%)		
	5 - 200	201- 400	TOTAL	5 - 200	201- 400	TOTAL
Conglomerado	$5,28170 \cdot 10^{10}$	$1,69593 \cdot 10^{12}$	$1,75733 \cdot 10^{12}$	41,78	38,87	33,99
Estrato	$1,16609 \cdot 10^{10}$	$5,69544 \cdot 10^{11}$	$5,89794 \cdot 10^{11}$	19,63	22,52	19,69
Bootstrap	$1,04736 \cdot 10^{10}$	$5,25248 \cdot 10^{11}$	$5,44378 \cdot 10^{11}$	18,60	21,63	18,92
Geoestadístico	$8,24629 \cdot 10^{09}$	$2,61840 \cdot 10^{11}$	$2,78670 \cdot 10^{11}$	16,81	15,14	13,46

El método geoestadístico presenta el coeficiente de variación más bajo (16,81, 15,14 y 13,46%), indicando con ello una mayor precisión para el estimado de abundancia en la zona de estudio.

5.2.2.5 Varianza de la biomasa a la talla

En las **Tablas 19, 20 y 21** se resume las varianzas y coeficiente de variación de la abundancia en número y peso por talla de jurel, por sectores y para el área total de estudio.

Los resultados entregados en las tablas, muestran coeficientes de variación entre 0,18 a 1,00, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (26 a 35 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 19

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5 a 200 mn

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variación
22	17	2,8563E+13	0,31	331.963	0,31
23	20	2,6668E+14	0,38	3.966.675	0,38
24	21	8,8196E+13	0,46	1.701.048	0,46
25	28	1,8002E+14	0,40	4.399.873	0,40
26	32	5,7082E+13	0,37	1.764.426	0,37
27	76	6,9248E+14	0,26	26.835.216	0,26
28	97	1,7110E+15	0,23	83.295.211	0,23
29	107	1,1034E+15	0,24	65.608.466	0,24
30	86	1,7037E+15	0,23	124.927.197	0,23
31	90	1,4331E+15	0,23	127.046.289	0,23
32	92	2,3064E+15	0,22	253.405.550	0,22
33	77	2,1381E+15	0,23	275.649.296	0,23
34	43	7,2910E+14	0,27	112.615.573	0,27
35	47	6,5683E+14	0,27	120.545.325	0,27
36	27	4,1204E+14	0,32	89.368.124	0,32
37	14	1,7403E+14	0,43	44.453.068	0,43
38	7	1,2368E+14	0,51	37.063.362	0,51
39	6	4,4581E+13	0,61	15.605.563	0,61
40	3	7,5241E+13	0,70	30.660.347	0,70
41	2	7,4969E+13	0,72	35.406.722	0,72
43	1	3,6526E+13	1,00	22.943.753	1,00
44	2	7,4969E+13	0,72	54.068.811	0,72
45	1	3,6526E+13	1,00	30.124.443	1,00
48	1	3,6526E+13	1,00	44.339.782	1,00
Total	897				

Tabla 20

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 200 a 400 mn

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variación
18	3	2,0900E+08	0,59	1	0,59
19	9	7,0400E+08	0,36	3	0,36
20	5	3,3600E+08	0,47	2	0,47
21	11	2,2600E+09	0,43	20	0,43
22	39	3,8800E+09	0,22	46	0,22
23	48	4,0127E+14	0,70	5.946.832	0,70
24	38	1,3272E+15	0,43	25.639.087	0,43
25	56	2,7432E+15	0,33	67.104.133	0,33
26	105	5,9241E+15	0,27	183.416.136	0,27
27	149	8,8431E+15	0,24	342.783.455	0,24
28	185	2,3149E+16	0,20	1.131.314.449	0,20
29	197	3,5427E+16	0,19	2.108.510.865	0,19
30	165	2,6583E+16	0,20	1.954.867.865	0,20
31	121	2,1669E+16	0,21	1.922.064.993	0,21
32	100	1,4244E+16	0,22	1.564.831.360	0,22
33	76	1,5441E+16	0,22	1.990.988.191	0,22
34	84	2,1818E+16	0,21	3.378.775.939	0,21
35	59	1,2172E+16	0,23	2.236.276.174	0,23
36	51	7,8364E+15	0,25	1.700.6687.848	0,25
37	57	1,4952E+16	0,22	3.823.384.937	0,22
38	53	9,1681E+15	0,24	2.751.680.175	0,24
39	47	5,3675E+15	0,27	1.880.092.513	0,27
40	42	9,6461E+15	0,24	3.955.381.765	0,24
41	33	6,4980E+15	0,26	3.071.592.071	0,26
42	16	1,1580E+15	0,46	631.979.538	0,46
43	21	1,1608E+15	0,46	729.690.741	0,46
44	16	6,7581E+14	0,57	487.670.965	0,57
45	7	1,1405E+11	0,43	94.175	0,43
46	11	2,1547E+14	0,92	202.979.994	0,92
47	6	1,3271E+11	0,43	142.704	0,43
48	9	4,0219E+14	0,69	488.452.786	0,69
49	11	1,9761E+14	0,91	271.453.480	0,91
50	2	4,0827E+10	0,71	63.309	0,71
54	1	1,9988E+10	1,00	49.128	1,00
56	1	1,9988E+10	1,00		1,00
58	1	1,9988E+10	1,00	75.371	1,00
Total	1.835				

Tabla 21

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variación
18	3	2,7810E+08	0,59	1	0,59
19	9	9,1269E+08	0,35	4	0,35
20	5	4,7802E+08	0,46	3	0,46
21	11	2,9582E+09	0,42	26	0,42
22	56	1,1212E+10	0,20	135	0,20
23	68	5,3596E+14	0,69	7.943.275	0,69
24	59	1,7413E+15	0,42	33.652.494	0,42
25	84	3,5361E+15	0,33	86.511.119	0,33
26	137	7,4396E+15	0,26	230.394.511	0,26
27	225	1,0945E+16	0,23	424.342.924	0,23
28	282	2,7603E+16	0,19	1.351.819.622	0,19
29	304	4,1534E+16	0,18	2.473.021.561	0,18
30	251	3,1566E+16	0,19	2.324.946.463	0,19
31	211	2,5882E+16	0,19	2.296.452.831	0,19
32	192	1,7357E+16	0,21	1.912.398.895	0,21
33	153	1,8749E+16	0,21	2.418.094.353	0,21
34	127	2,6080E+16	0,20	4.042.056.350	0,20
35	106	1,4890E+16	0,22	2.736.682.493	0,22
36	78	9,7467E+15	0,24	2.115.549.721	0,24
37	71	1,8111E+16	0,21	4.631.936.273	0,21
38	60	1,1327E+16	0,23	3.400.459.201	0,23
39	53	6,7647E+15	0,27	2.369.619.677	0,27
40	45	1,1892E+16	0,23	4.879.458.421	0,23
41	35	8,1371E+15	0,25	3.846.672.250	0,25
42	16	1,5240E+15	0,46	831.699.177	0,46
43	22	1,5273E+15	0,45	960.062.903	0,45
44	18	8,9719E+14	0,57	647.429.622	0,57
45	8	1,5769E+11	0,41	130.229	0,41
46	11	2,8896E+14	0,92	271.862.456	0,92
47	6	1,7404E+11	0,42	187.178	0,42
48	10	5,3637E+14	0,69	651.412.150	0,69
49	11	2,6464E+14	0,91	363.530.215	0,91
50	2	5,4474E+10	0,71	84.470	0,71
54	1	2,6794E+10	1,00	65.858	1,00
56	1	2,6794E+10	1,00		1,00
58	1	2,6794E+10	1,00	101.037	1,00
Total	2.732				



5.3 Distribución y composición del plancton

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, a solicitud del evaluador del proyecto quien afirmó que existían fuertes diferencias entre la abundancia del zooplancton colectado de día y noche.

5.3.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 19 grupos zooplanctónicos en el día y 20 grupos zooplanctónicos durante la noche (**Tabla 22**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 2.452.528 individuos en el día y de 2.981.074 individuos en la noche (**Tabla 23**).

En la zona de estudio, el plancton diurno y nocturno estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 72,70 y 70,30%, seguido por quetognatos, eufáusidos, salpas, ostrácodos y larvas de cifonautas, con valores radicalmente bajos que van desde 1,30 a 7,60%. Los grupos anfípodos, poliquetos, doliólidos, ctenóforos, estomatópodos y isópodos, presentan los valores más bajos de dominancia (< 0.4 %) (**Tabla 22**).

El resto de los grupos que representan solo el 5,6 para el día y 5,9% para la noche, registran densidades que fluctuaron entre 6 a 11.486 individuos/1000 m³ (día) y 3 a 10.249 individuos/1000 m³ (noche).

Tabla 22

Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas diurnas y nocturnas (10/400 mn). (t):
 totales; (+): positivas; DE: desviación estándar

Diurno	N° Est. (t)	N° Est. (+)	Media (+)	Media (t)	Min	Max	DE	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	61	61	29227	29227	944	686604	87850,0	72,7	100,0
Quetognatos	61	61	2616	2616	90	7965	1949,0	6,5	100,0
Salpas	61	13	10809	2304	18	41309	8165,1	5,7	21,3
Eufáusidos	61	54	1877	1662	21	42842	5847,9	4,1	88,5
L.cifonautas	61	54	1377	1219	18	4850	1335,1	3,0	88,5
Ostrácodos	61	58	995	946	19	3515	888,8	2,4	95,1
Lar.Decápodos	61	32	775	407	18	6081	1194,2	1,0	52,5
Sifonóforos	61	54	338	299	6	2527	390,2	0,7	88,5
Apendicularias	61	27	636	281	15	11486	1468,7	0,7	44,3
Foraminíferos	61	24	599	236	10	10720	1369,3	0,6	39,3
Pterópodos	61	43	318	224	9	1982	369,8	0,6	70,5
Radiolarios	61	39	263	168	15	1640	300,9	0,4	63,9
Estomatópodos	61	16	628	165	2	5811	882,5	0,4	26,2
Medusas	61	38	236	147	20	1054	211,3	0,4	62,3
Anfípodos	61	42	187	129	12	2116	338,4	0,3	68,9
Poliquetos	61	47	128	98	19	316	89,3	0,2	77,0
Doliólidos	61	12	197	39	36	654	113,2	0,1	19,7
Ctenóforos	61	20	118	39	21	502	88,7	0,1	32,8
Isópodo	61	4	27	2	19	39	7,0	0,0	6,6
Cladóceros	61	0							
Nocturno	N° Est. (t)	N° Est. (+)	Prom (+)	Prom (t)	Min	Max	DE	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	52	52	40300	40300	2403	334064	48695,6	70,3	100,0
Quetognatos	52	52	4370	4370	130	11219	3021,3	7,6	100,0
Eufáusidos	52	51	3963	3887	134	30794	6909,4	6,8	98,1
Salpas	52	12	16199	3738	43	62944	12062,1	6,5	23,1
Ostrácodos	52	50	942	905	68	7299	1184,7	1,6	96,2
L.cifonautas	52	33	1158	735	61	5468	1066,7	1,3	63,5
Sifonóforos	52	46	774	685	43	2422	610,3	1,2	88,5
Pterópodos	52	35	841	566	45	4949	936,2	1,0	67,3
Lar.Decápodos	52	26	998	499	21	10249	1527,1	0,9	50,0
Apendicularias	52	25	987	475	99	10130	1521,2	0,8	48,1
Medusas	52	30	531	306	45	2100	516,3	0,5	57,7
Radiolarios	52	28	538	289	65	4016	643,2	0,5	53,8
Anfípodos	52	37	243	173	6	1667	272,1	0,3	71,2
Poliquetos	52	40	220	169	45	709	176,2	0,3	76,9
Foraminíferos	52	16	307	94	68	792	190,8	0,2	30,8
Ctenóforos	52	23	137	61	35	330	87,5	0,1	44,2
Estomatópodos	52	16	103	32	3	589	95,7	0,1	30,8
Doliólidos	52	6	226	26	84	450	85,3	0,0	11,5
Isópodo	52	8	71	11	35	94	27,0	0,0	15,4
Cladóceros	52	4	85	7	25	223	32,1	0,0	7,7

Tabla 23

Número total de los individuos capturados por zona y horario de muestreo

DIA	N° total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	721.660	29,4%
Centro	1.504.656	61,4%
Sur	226.212	9,2%
Total	2.452.528	100%

NOCHE	N° total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	951.811	31,9%
Centro	1.644.946	55,2%
Sur	384.317	12,9%
Total	2.981.074	100%

El mayor porcentaje dominancia y abundancia se registro en la zona centro, tanto para los lances realizados en el período diurno como nocturno, con un 61,4 y 55,2% respectivamente (**Tabla 23**).

Tanto de día como de noche se mantiene los grupos numéricamente más importantes, no apreciando diferencias entre ambos períodos. El número de individuos total y por sectores, colectados en horas diurnas y nocturnas fue similar. (**Tabla 22 y 23**).

Copéodos

A fin de comparar la composición y abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos más importantes en número desde 1997 al 2004, se considero la información comprendida entre las 10 a 200 mn de la costa (**Tabla 24**).



Los copépodos se valoran como grupo dominante en términos de su constancia y dominancia numérica.

Este grupo presento una predominancia durante la noche, con una densidad media de 41.953 individuos/1000 m³ y valores mínimos de 2.403 individuos/1000 m³ y máximo de 334.064 individuos/1000 m³. Si bien es cierto, en el día su dominancia fue mayor (72,7%), esto se sustenta solo en un alto valor de densidad de 686.604 individuos/1000 m³ frente Punta Nigue (39°10'LS).

Al comparar los distintos años, los copépodos muestran una paulatina disminución en sus niveles de abundancia entre 1997 al 2004, registrando este año una disminución del 16,7% respecto al 2003, verificando para 1997 al 2004, un número mayor de individuos durante el período nocturno (**Figura 12**).

El análisis no paramétrico Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el día y la noche para este grupo (valor $p = 0,0033$) (**Figura 12, Tabla 25**), verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentró densidades mayores cuando las capturas fueron nocturnas.

Tabla 24

Abundancia relativa media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5 - 200 y 230 -400 mn (1997 – 2004)

Copépodos	Diurno 5/200mn		Nocturno 5/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn	
	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)
1997	145690	11	202699	11				
1998	64954	11	122357	7				
1999	85307	14	94780	12				
2000	44222	10	102861	11				
2001	83848	12	95217	12				
2002	19541	10	42539	13				
2003	27928	16	49161	10	45791	19	77133	17
2004	34236	43	41953	22	13865	14	36221	15

Quetognatos	Diurno 5/200mn		Nocturno 5/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn	
	Abundancia relativa (t)	CV(%)	Abundancia relativa (t)	CV(%)	Abundancia relativa (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)
1997	18238	12	18254	8				
1998	6298	8	12489	7				
1999	8494	12	8084	13				
2000	6981	17	16313	7				
2001	7957	10	7448	12				
2002	3821	12	7239	12				
2003	3776	15	6440	13	2131	12	4640	16
2004	2255	11	4306	13	3721	16	4527	10

Salpas	Diurno 5/200mn		Nocturno 5/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn	
	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)
1997	3216	19	3602	12				
1998	136	17	332	18				
1999	269	22	437	25				
2000	758	25	2122	13				
2001	5288	72	2490	52				
2002	1	1	2	1				
2003	496	47	1737	81				
2004	3053	45	5253	44	7	1	3	1

Eufáusidos	Diurno 5/200mn		Nocturno 5/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn	
	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)
1997	3910	15	8004	15				
1998	1060	40	4239	23				
1999	7864	32	10623	25				
2000	664	29	4356	23				
2001	4501	33	4035	28				
2002	593	30	1788	20				
2003	5108	62	11059	53	1667	96	5871	44
2004	2194	45	5296	24	28	21	411	16

Ostrácodos	Diurno 5/200mn		Nocturno 5/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn	
	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)	Abund.rel. media (t)	CV(%)
1997	4469	14	4352	9				
1998	3003	7	4091	9				
1999	2595	17	2098	14				
2000	1649	10	2692	13				
2001	3155	14	2784	15				
2002	1237	10	1325	10				
2003	934	17	955	14	454	20	308	19
2004	1133	12	1121	20	372	24	375	24

Tabla 25

Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (10 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$)

Grupos zooplanctónico	Abundancia relativa media		Valor p
	Diurno	Nocturno	
Copépodos	34236	41953	0.0033
Eufáusidos	2194	5296	0.001
Quetognatos	2255	4306	0.0137
Ostrácodos	1133	1121	0.5546
Salpas	3053	5253	0.6423
Larvas cifonautas	1550	885	0.0144
Larvas decápodos	525	645	0.5995
Apendicularias	331	513	0.7057
Medusas	185	351	0.9627
Anfípodos	169	223	0.0138
Poliquetos	119	205	0.0644
Radiolarios	223	404	0.4613
Foraminíferos	312	129	0.759

Quetognatos

Los quetognatos se constituyeron en el segundo grupo de relevancia cuantitativa a pesar de exhibir una dominancia baja (6,5% día y 7,6% noche). Igual que copépodos este grupo presenta una frecuencia constante que determino su incidencia en el 100% de las estaciones planctónicas (**Tabla 22**).

La densidad media nocturna fue de 4.306 individuos/1000 m³ y fluctuó entre 130 y 11.219 individuos/1000 m³, mientras que durante el día se registro una densidad



promedio de 2.225 individuos/1000 m³ que varió entre 90 y 7.965 individuos/1000 m³ (**Tabla 22 y 24**).

Este grupo mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,0137$ (**Tabla 25**). Diferencia que se sustenta en los fuertes cambios de la abundancia media en ambos períodos para los años 1998, 2000 y 2001 (**Figura 12**), los que son estadísticamente altamente significativos al determinar valores de “p” iguales a cero.

Este grupo ampliamente dominante por su abundancia en el zooplancton ha experimentado un marcado descenso, registrando los dos últimos años las más bajas abundancias para el período 1997 a 2004, representando este año una merma de un 89,0% respecto al 2003.

Salpas

Este grupo sigue en importancia numérica a los quetognatos con una dominancia diurna de 5,7% y nocturna de 6,5%. Su incidencia es de solo un 21,3% y 23,1% para las estaciones diurnas y nocturnas, con una densidad media de 3.503 individuos/1000 m³ y 5.253 individuos/1000 m³ respectivamente.

Este grupo no presentó diferencias significativas entre el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,62423$ (**Tabla 25**), aun cuando las mayores concentraciones se detectaron durante los lances nocturnos.

La aplicación de este estadístico mostró la existencia de diferencias significantes con “p” = 0, para a las densidades diurnas y nocturnas en los años 1998, 2000, 2001, y 2003 (**Figura 12**).



Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítem principal en la dieta de jurel, ocuparon el cuarto y tercer lugar en importancia numérica en las muestras diurnas y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue de 4,1% y 6,8%, con una densidad media de 2.196 individuos/1000 m³ y 5.296 individuos/1000 m³.

Durante el presente estudio los eufausidos se registraron en el 88,5% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 98,0%. Durante la noche las estaciones registran un mayor número de individuos, en tanto en el día, estas son menores y no superan las 367 individuos/1000 m³.

La abundancia relativa consignada durante este período se inserta dentro de las cuatro mas bajas de la serie 1997-2004, representado este período anual respecto a la estimada el 2003 una baja de 92,7 y 91,7% para las capturas diurnas y nocturnas. Verificándose las abundancias relativas medias más altas durante los años 1999, 1997 y 2003 (**Figura 12, Tabla 24**).

Los resultados de tres pruebas estadísticas aplicadas a la información de los lances planctónicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos períodos, al obtener para Test de students, un valor $p < 0,01$, Anova paramétrico con transformación log un valor $p < 0,01$ y prueba de Kruskal-Wallis un valor $p = 0,001$.

Este resultado se explica por diferencias notables y significativas detectadas en los años 1997, 1998, 2000, 2002, 2003 y 2004, donde los valores de Kruskal-Wallis fueron cercanos a cero. Exceptuando 2001 donde la abundancia diurna es mayor pero se rechaza la existencia de diferencias entre ambos períodos con $p = 0,95$.



Ostrácodos

Los ostrácodos que son un grupo importante en la dieta de jurel, se distribuyeron en toda la zona de estudio con una densidad media diurna de 1.133 individuos/1000 m³ y 1.121 individuos/m³ nocturna. La constancia fue de 95,1% y 96,2%, con lo cual mantiene la característica de valores superiores al 95% observado a través de los distintos años, sin embargo, la baja dominancia (<2,4%) de este grupo lo sitúa en el quinto lugar de importancia (**Tabla 22**).

En generales el mayor número de individuos estuvieron asociadas a los períodos diurnos, congregándose durante el día el 56% de todos los ostrácodos identificados en la zona de estudio, sin embargo, las diferencias en la abundancia relativa entre ambos períodos de muestreo no son estadísticamente significativas (valor p = 0.5546) (**Tabla 25, Figura 12**). Es así que, de los ocho períodos otoñales analizados en términos generales, durante los años 1997, 1999, 2001 y 2004 se registraron las mayores abundancias relativas medias para los ostrácodos durante los períodos diurnos (**Tabla 24, Figura 12**).

Este grupo muestra un paulatino descenso en su abundancia relativa llegando a un mínimo durante este último período otoñal, revelando bajos valores durante el 2003 y 2004.



5.3.2 Distribución del zooplancton

Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, con una distribución de categorías de densidad relativamente homogénea, aumentando sus concentraciones durante el período nocturno.

En el día, las mayores concentraciones se ubicaron en la zona norte y centro, con un predominio de densidades entre 4.244 – 27.733 individuos/1.000 m³., en tanto, en la noche, las densidades aumentan a un rango de 27.734 – 62.949 individuos/1000 m³, con incremento de copépodos en la zona centro y sur de estudio (**Figura 13**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas de este grupo presentan una tendencia descendente hacia el océano, con valores máximos a 10 mn y valores medios a 260 y 330 mn de la costa. De noche, se invierte con un ascenso de las densidades promedios de copépodos hacia el sector oceánico, especialmente entre las 3300 y 360 mn de la costa (**Figura 14b**).

Se verifica las máximas densidades desde Puerto Saavedra hasta el extremo sur de área de estudio, con estaciones más costeras respecto a lo observado en el 2003.

Quetognatos

La distribución espacial de las densidades fue bastante homogénea tanto de día como de noche, registrando abundancias mayores durante el período nocturno. Para ambos períodos el número de copépodos se incrementa hacia el sector oceánico, a partir de as 230 mn de la costa (**Figura 15 y 14b**).



En el día, la abundancia de quetognato fue baja desde Topocalma ($34^{\circ}10'LS$) a punta Rocura ($39^{\circ}40'LS$), siendo lo frecuente registros entre 368–4.243 individuos/1.000 m³. De Puerto Saavedra al sur, las densidades medias de copépodos aumentan hacia el sur y en el sentido este – oeste (**Figura 15**).

En la noche, las mayores capturas de copépodo se efectuaron desde Talcahuano al sur, siendo más constantes y frecuentes desde punta Condor ($40^{\circ}50'LS$), concentrando los niveles máximos y medio de densidad entre los $38^{\circ}45'$ y $40^{\circ}LS$ (**Figura 15 y 14a**).

Salpas

La distribución de salpa estuvo restringida principalmente a la zona norte, con el 99% de la abundancia total, registrando este grupo las más altas densidades en un número reducido de estaciones (13 diurna y 12 nocturnas). Sus máximos valores estuvieron a 200 mn frente a Topocalma ($34^{\circ}10'LS$) y desde 75 a 200 mn frente a rada Curarupu ($35^{\circ}50'LS$), mientras que registros no superiores a 367 individuos/1.000 m³ se ubicaron en punta Nena ($38^{\circ}20'LS$), punta Córdor ($40^{\circ}50'LS$) y en los paralelos $41^{\circ}40'S$ y $42^{\circ}30'S$ (**Figura 16 y 14b**).

Este grupo presenta un fuerte aumento de densidad respecto al 2003, coincidiendo su distribución espacial con lo registrado en 2002 y 2003, denotando una persistencia espacial de salpa a través del tiempo en el sector norte de la zona de estudio. Lo anterior difiere respecto a 1997- 2001, donde las salpas se distribuyeron en toda el área de estudio, determinando un fuerte incremento en la abundancia relativa media de sur a norte, registrando mayores agregaciones en el sector entre punta Nugurne y norte de puerto Lebu (1997), entre puerto Lebu y punta Rocura (1998), al norte de Constitución y los alrededores de rada Lico (1999) y entre las latitudes $34^{\circ}30'LS$ y el sur de Constitución (2000 y 2001).



Eufaúsidos

En ambos períodos de muestreo predominaron densidades entre 368–1.386 individuos/1.000 m³, registrando estos valores en el día principalmente en la zona centro, mientras que durante la noche las densidades fueron más constantes alejadas de la costa y se registraron en toda la zona de estudio (**Figura 17**).

Las mayores abundancias diurnas estuvieron en los alrededores de punta Morquilla (37°55'LS) y punta Nigue (39°10'LS), a 10 y 50 mn de la costa, mientras que durante la noche, estas se agruparon entre caleta Queule (35°00'LS) y punta Condor (40°50'LS) (**Figura 17**).

En sentido latitudinal, los máximos valores de abundancia media se registran entre los 35°50'LS y 39°10'LS, con un notorio decremento hacia el sector sur del área de estudio. Longitudinalmente están asociado a la costa, con altas concentraciones en las primeras 10 mn, para luego decrecer y hacerse constante a partir de las 100 mn (día) y 260 mn (noche) (**Figura 14**).

En el sector sur, donde se concentró principalmente las 3.380.000 t de jurel, la densidad de eufaúsidos fue mínima, tanto para las estaciones diurnas (66–367 individuos/1.000 m³) como nocturnas (368-1.386 individuos/1.000 m³), con rangos que representan los niveles más bajos registrado en ambos períodos en la zona de estudio (**Figura 17 y 19**). Asimismo, en el sector central donde la abundancia de jurel fue baja las densidades de eufaúsidos son mayores. Lo anterior es similar a lo observado el 2003, donde se presentaron las densidades más bajas y la menor frecuencia de ocurrencia en el sector sur, donde predominaron altas densidades de jurel, sugiriendo una relación de alimentación al ser los eufaúsidos la principal presa de jurel.



Octrácodos

En general, este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, con densidades diurnas entre 66 – 367 individuos/1.000 m³ presentes en toda la extensión latitudinal y longitudinal estudiada, con valores máximos en 25 y 50 mn frente a punta Rocura (39°35'LS) y sur punta Cóndor 41°15'LS). En la noche, las densidades medias por transecta denotaron un incremento en sentido sur a norte, y desde la costa hacia la alta mar se observó un descenso progresivo de este parámetro (**Figura 14**).

Luego, las mayores concentraciones de individuos se detectaron durante el día en la zona norte, mientras que durante la noche se congregaron mayoritariamente en el sector centro. Los focos de menor relevancia cuantitativa se hacen más frecuentes y constantes en las estaciones más oceánicas (**Figura 18**).

5.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

El índice de Margalef varió de 0,374 a 1,654, correspondiendo el valor menor a la estación nocturna ubicada a 300 mn frente a punta Cóndor, donde se registro el número menor (5) de grupos zooplanctónico, concentrándose 17 estaciones consecutivas con índices de Margalef bajo (6 a 11) en sector sur de área de estudio.

El mayor índice se localizo a 160 mn frente a Puerto Saavedra con el registro de 17 taxas zoplanctónicas.

El índice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,222 a 2,001, y de 1,249 a 7,395, indicando que la menor diversidad de grupos



zooplanctónicos se registro en la estación diurna localizada a 10 mn de punta Nigue ($39^{\circ}10'LS$). En tanto, la mayor diversidad se situó en el sector norte a 200 mn de Topocalma ($34^{\circ}10'LS$), durante la noche.

La uniformidad presente durante la prospección mostró que el 78,0% (Pieliou) y 98% (Sheldon) de las estaciones tuvo valores bajo 0,5, determinando una baja uniformidad entre los grupos analizados, indicando que determinados grupos destacan notoriamente en un alto porcentaje de las estaciones. Las mayores dominancias se observaron en las estaciones ubicadas desde punta Nena ($38^{\circ}20'LS$) a Corral ($40^{\circ}LS$) y entre punta Condor ($40^{\circ}50'LS$) y el paralelo $42^{\circ}02'LS$, alcanzando una distribución longitudinal de 10, 100, 260 y 300 mn., sector donde se concentra el recurso jurel.

El índice de similitud de Winer indicó para el período de otoño del 2004, que no existe porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanctónicos, es decir, que su presencia en forma simultánea en las estaciones fue escasa. El mayor índice solo se obtuvo a nivel del 73,0% entre ostrácodos y poliquetos; 86% entre copépodos, apendicularias y estomatópodos y 96% entre copépodos y apendicularias (**Figura 20**).

Comparación de estructuras por distancia a la costa.

El número de ejemplares por grupos zooplanctónicos fue clasificado de acuerdo a la distancia a la costa, en; zona 1 (10 a 25 mn); zona 2 (50 a 100 mn); zona 3 (130 a 200 mn) y zona 4 (230 a 400 mn). Las zonas 1 y 2 concentraron la mayor cantidad de ejemplares con un 38% y 30% respectivamente.

En la **Tabla 26**, se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por zona y área total, los copépodos representan la mayor proporción de ejemplares por zona, con valores que fluctúan entre un 61,73% y un 80,47%, seguido por los quetognatos y las salpas que representan cada uno alrededor del 7% del total de ejemplares. En este sentido, sólo los copépodos, quetognatos, salpas y eufáusidos representan más del 90% del total de ejemplares observados para las 20 taxas.

Dado que el número de grupos observados por zona difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiese influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar doce grupos zooplanctónicos, los cuales representan más del 98% del total de individuos observados en las cuatro zonas (**Tabla 26**).

Tabla 26

Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico y zona

Taxas	Zona				Total
	Z1	Z2	Z3	Z4	
Anfípodos	0,20	0,44	0,58	0,09	0,31
Apendicularias	1,39	0,27	0,16	0,82	0,77
Cladoceros				0,04	0,01
Copépodos	80,47	61,73	56,91	81,13	71,39
Ctenoforos	0,06	0,14	0,13	0,10	0,10
Doliolidos		0,10	0,13	0,12	0,07
Estomatópodos	0,53	0,03	0,02	0,02	0,22
Eufausidos	9,04	5,28	3,03	0,71	5,58
Foraminíferos	0,59	0,31	0,22	0,02	0,35
Isópodo	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
L.cifonautas	0,86	3,11	4,34	0,92	2,07
Lar.decápodos	1,05	1,57	0,06	0,30	0,93
Medusas	0,19	0,73	0,69	0,37	0,46
Ostracodos	1,04	3,15	2,51	1,21	1,93
Poliquetos	0,15	0,39	0,45	0,19	0,27
Pteropodos	0,34	1,44	1,30	0,19	0,79
Quetognatos	2,89	7,38	10,15	13,36	7,12
Radiolarios	0,51	0,70	0,39	0,01	0,47
Salpas	0,10	11,59	17,49	0,02	6,16
Sifonóforos	0,59	1,62	1,42	0,39	0,99

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad entre zonas para la estructura zooplactónica ($p\text{-value} < 0.05$ a un 95% de confianza, **Tabla 27**), así como también son rechazadas las hipótesis respecto a la igualdad entre pares de zonas (**Tabla 27**).

A modo de verificar la sensibilidad al tamaño de muestra del estadístico utilizado, se consideró la misma estructura obtenida con una muestra menor de ejemplares (19.090), esto es, se obtuvo un número esperado de ejemplares por taxa. Los resultados permiten concluir que existen diferencias estadísticamente significativas independientes del tamaño de muestra utilizado (**Tabla 27**).

Tabla 27

Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona

Tamaño muestra	Hipótesis	Wald	p.value
a) 5360218	Ho: Igualdad de zonas	407316	> 0,05
a) 5360218	Ho: Igualdad de especies	5595108	> 0,05
a) 5360218	Ho: Z3=Z2	105809	> 0,05
a) 5360218	Ho: Z4=Z2	91922	> 0,05
a) 5360218	Ho: Z1=Z2	215196	> 0,05
a) 5360218	Ho: Z3=Z4	74248	> 0,05
a) 5360218	Ho: Z3=Z1	233929	> 0,05
a) 5360218	Ho: Z4=Z1	141114	> 0,05
b) 19090	Ho: Igualdad de zonas	1469	> 0,05
b) 19090	Ho: Igualdad de especie	20334	> 0,05
b) 19090	Ho: Z3=Z2	435	> 0,05
b) 19090	Ho: Z4=Z2	337	> 0,05
b) 19090	Ho: Z1=Z2	778	> 0,05
b) 19090	Ho: Z3=Z4	288	> 0,05
b) 19090	Ho: Z3=Z1	836	> 0,05
b) 19090	Ho: Z4=Z1	500	> 0,05

5.3.4 Biomasa zooplanctónica

En otoño del 2004 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^3 de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensión individual muestran un amplio rango de variación, que fluctúa entre 3 y 735 $\text{ml}/1000\text{m}^3$ con un valor promedio de 76, predominando los biovolúmenes categorizados dentro de los intervalos 0-33, el que representa un 43,2% de la biomasa total (**Figura 21**).

La distribución espacial de la biomasa señaló que las mayores abundancias se localizaron principalmente en las estaciones más alejadas de la costa desde punta Topocalma ($34^{\circ}10'LS$) hasta el sur de punta Cóndor ($40^{\circ}50'LS$), con una mayor intrusión hacia la costa desde el sector de punta Nena ($38^{\circ}20'S$) hacia el sur, que en el sector colindante costero exhibieron incremento de biomasa ($34-100 \text{ ml}/1000\text{m}^3$) que representaron el 40,5% de biomasa en el sector. En la franja costera estas categorías de densidad son interrumpidas por biomazas de mayores concentraciones, donde destacan valores máximos entre $301-900 \text{ ml}/1.000 \text{ m}^3$ entre Topocalma y punta Nena (**Figura 21**), que alcanzan a un 5,5% de la biomasa zooplanctónica del área.

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante 1997 al 2004, se determina que bajas biomazas zooplanctónicas promedio se registra a partir del otoño del 2002, con valores que van de 76 a $109 \text{ ml}/1000\text{m}^3$, a diferencia de las altas biomazas registradas entre 1997 y 1999 (152 y $161 \text{ ml}/1000\text{m}^3$). En este sentido, la biomasa media para otoño del 2004, muestra una tasa de cambio



negativa igual a un 26% respecto a lo observado para similar período del 2003 (103 ml/1000m³).

5.4 Fauna acompañante y proporciones en las pesca de identificación

5.4.1 Pesca Comparativa

La evaluación hidroacústica se realizó con tres embarcaciones B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”, de propiedad de “Pesquera San José S.A.” y “El Quillay S.A.”.

La pesca comparativa entre las embarcaciones no se llevó a cabo, en atención a que estos estudios se realizaron durante el año 2000 y 2001. Al participar el PAM “Don Julio” y “Líder” en la prospección de evaluación hidroacústica realizada entre mayo y junio del 2000 y 2001, en la zona centro-sur del país. A la fecha, ambas embarcaciones no han registrado modificaciones que puedan alterar su poder de pesca como unidad de muestreo de la estructura de tallas de jurel.

El estudio consideró que 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. En atención a la ausencia de recurso en el sector cubierto por el PAM “Líder”, a continuación se entregará los resultados del estudio de pesca comparativa realizada entre B/C “Abate Molina” y PAM “Don Julio”.

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.

Los resultados de la prueba de Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG), aplicada a las distintas estructuras de tallas registradas en los lances de arrastre comparativo se presentan en la **Tabla 28**.

Tabla 28

Chi cuadrado de la prueba estadística DHG para ambas embarcaciones

Lances	B/C "Abate Molina" $\chi_{\text{calculado}}$	PAM "Don Julio" $\chi_{\text{calculado}}$	Valor de Chi $\chi_{\text{crítico}} (\alpha=0,05)$
1	12,39	8,39	18
2	15,53	11,50	18
3	17,76	11,09	23
4	7,77	4,42	22
5	15,49	16,95	21
6	1,49	23,04	24
8	6,63	16,96	21
9	2,97	9,93	24
10	11,92	26,05	30

Los resultados indican que no existe 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/C "Abate Molina" y PAM "Don Julio".

5.4.2 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se efectuaron 20 lances de pesca, cuya posición geográfica se muestra en la **Figura 5**. En el B/C "Abate Molina" la red de arrastre registró alturas en el centro de la relinga superior de 20 a 30 m, en tanto para el PAM "Don Julio" ésta fluctuó entre 48 a 75 metros. Los lances de pesca cubrieron



profundidades que van desde los 23 a 350 m, con tiempos de arrastres que oscilaron entre 23 a 120 minutos, a velocidades de arrastre entre 3,0 a 5,0 nudos.

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

La captura total fue de 310.645,65 kg en 20 lances de pesca, de las cuales 303.329,79 kg corresponde a jurel y 7.315,90 kg a fauna asociada compuestas por otras especies. El esfuerzo aplicado con las dos embarcaciones fue de 17 horas y 01 minutos de arrastre, con un rendimiento estandarizado promedio de 4.580,45 kg/hora para la pesca total y de 4.486,55 kg/hora de pesca para jurel.



Tabla 29

Informaci3n de captura en peso de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM Don Julio y L3der

Lance	Barco	Fecha	CAPTURAS (kg)						Captura Total	Contribuci3n Fauna	
			Jurel	Caballa	Jibia	Sierra	Reineta	Captura Fauna			
1	L3der	02-06-04			4.500,00				4.500,00	4.500,00	100,00
2	L3der	07-06-04			1.500,00				1.500,00	1.500,00	100,00
3	A. Molina	04-06-04	119,50		71,00				71,00	190,50	37,27
4	A. Molina	10-06-04	340,00	12,00					12,00	352,00	3,41
5	A. Molina	10-06-04									
6	A. Molina	10-06-04	2,12		55,00				55,00	57,12	96,29
7	A. Molina	06-06-04	242,00							242,00	
8	A. Molina	07-06-04	235,88							235,88	
9	A. Molina	07-06-04	5,20							5,20	
10	A. Molina	07-06-04	136,50	12,40					12,40	148,90	8,33
11	A. Molina	08-06-04		0,40	6,00		73,50		79,90	79,90	100,00
12	A. Molina	08-06-04									
13	A. Molina	12-06-04									
14	A. Molina	13-06-04	213,75	36,00			4,50		40,50	254,25	15,93
15	A. Molina	13-06-04	154,50							154,50	
16	Don Julio	31-05-04	480,00	0,10	10,00		320,00		330,10	810,10	40,75
17	Don Julio	06-06-04	0,30							0,30	
18	Don Julio	06-06-04	200.000,00	100,00					100,00	200.100,00	0,05
19	Don Julio	10-06-04	100.000,00							100.000,00	
20	Don Julio	11-06-04	1.400,00	10,00		600,00	5,00		615,00	2.015,00	30,52
TOTAL			303.329,75	170,90	6.142,00	600,00	403,00		7.315,90	310.645,65	

Jibia *Dosidicus gigas* (1,97%), sierra *Thyrsites atun* (0,19%), reineta *Brama australis* (0,13%) y caballa *Scomber japonicus* (0,05%).



Tabla 30

Informaci3n de captura en n3mero de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM Don Julio y L3der

Lance	Barco	Fecha	CAPTURAS (N3mero)							Contribuci3n Fauna
			Jurel	Caballa	Jibia	Sierra	Reineta	Captura Fauna	Captura Total	
1	L3der	02-06-04			179,00				179,00	100,00
2	L3der	07-06-04			60,00				60,00	100,00
3	A. Molina	04-06-04	338,00		3,00			2,00	341,00	0,88
4	A. Molina	10-06-04	715,00	25,00				4,00	740,00	3,38
5	A. Molina	10-06-04						60,00		
6	A. Molina	10-06-04	13,00		2,00			1.026,00	15,00	13,31
7	A. Molina	06-06-04	1.112,00					1,00	1.112,00	
8	A. Molina	07-06-04	2.335,00					177,00	2.335,00	
9	A. Molina	07-06-04	28,00					300,00	28,00	
10	A. Molina	07-06-04	319,00	37,00				2,00	356,00	10,38
11	A. Molina	08-06-04		1,00	1,00		117,00	259,00	119,00	100,00
12	A. Molina	08-06-04								
13	A. Molina	12-06-04								
14	A. Molina	13-06-04	995,00	95,00			1,00		1.090,00	8,78
15	A. Molina	13-06-04	257,00						257,00	
16	Don Julio	31-05-04	2.330,00	1,00	1,00		380,00	376,00	2.712,00	14,09
17	Don Julio	06-06-04	3,00						3,00	
18	Don Julio	06-06-04	1.124.193,00	258,00					1.124.451,00	0,02
19	Don Julio	10-06-04	313.959,00						313.959,00	
20	Don Julio	11-06-04	2.835,00	26,00		247,00	7,00		3.115,00	8,98
TOTAL			1.449.432,00	442,00	245,00	247,00	506,00	1.439,00	1.450.872,00	

Reineta *Brama australis* (0,034%), caballa *Scomber japonicus* (,030%), sierra *Thyrsites atun* (0,017%), y Jibia *Dosidicus gigas* (0,017%), y



5.4.3 Proporción y composición fauna acompañante

El 97,64% de lo capturado correspondió a jurel en 14 lances de pesca, con pesca, mientras que en 11 lances hubo fauna acompañante que representó el 2,36% de la captura total. Las especies presentes fueron: Jibia *Dosidicus gigas* (1,97%), sierra *Thyrsites atun* (0,19%), reineta *Brama australis* (0,13%) y caballa *Scomber japonicus* (0,05%).

El alto volumen de jibia registrado en el estudio, se explica principalmente por la captura de sólo dos lance de pesca (1 y 2), el cual con su aporte dan cuenta del 1,97% alcanzado por la fauna acompañante. Respecto a las otras especies, la caballa estuvo presente en gran parte de los lances de pesca realizados en la zona evaluada, sin embargo sus bajos volúmenes en las capturas la ubican en cuarto lugar de importancia, y cuyo aporte es del orden de lo registrado el 2002, donde alcanzó el 0,23% de la fauna acompañante de jurel.

En este sentido para la especie más recurrente en la fauna asociada de jurel, la estructura de talla registra tamaños que van desde 24 a 36 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 28 cm y una secundaria en 31 centímetros. Esta distribución bimodal difiere de lo observado durante el 2002 y 2003, donde la distribución en esta especie presentó moda en 22 y 20 cm con ejemplares de tallas que fluctuaron entre 17 a 34 centímetros. Al comparar con el 2001, se observa similitud en los límites superior e inferior de la distribución, pero este año, al igual que año pasado, destaca el predominio de ejemplares pequeños al no repetirse la moda de 38 cm observada el año 2001.

Respecto a las otras especies, la Jibia registró una longitud de manto entre 30 a 102 cm, sin identificar una moda, mientras que para reineta y sierra sus tallas variaron entre 26 a 47 cm y 66 a 86 cm, con modas en los 35 y 78 cm respectivamente.



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

5.5.1 Batimetría de la zona de estudio

A partir de los datos de profundidad del ecosonda registrados en las tres naves participantes del crucero, se graficó la batimetría de la zona de estudio (**Figura 22**). La figura evidencia una batimetría global regular, con más de un 95% de las estaciones de muestreo situadas sobre una columna de agua mayor a 1.000 m de profundidad, destacando el carácter oceánico del crucero de prospección.

5.5.2 Condiciones meteorológicas

Las mediciones de las variables meteorológicas medidas en este estudio, *i.e.*, dirección e intensidad del viento, temperatura del aire y presión atmosférica, fueron registradas en las embarcaciones y están resumidas en la **Tabla 31**.

La presión atmosférica en la zona norte del área de estudio (**Figura 23a**) presentó un valor promedio de $1024,1 \pm 2,5$ (mbar), fluctuando estrechamente entre los 1020,2 y 1029,5 mbar. La serie de tiempo para esta variable evidenció un comportamiento estable, con escasa variación diaria y un muy leve ascenso asociado al día 5 de junio. Por su parte, la temperatura del aire (**Figura 23d**) evidenció un promedio diario de $14,9 \pm 1,4$ (°C) con un amplio rango de variación entre los 12,7 y los 17,3°C. Valores máximos de temperatura atmosférica fueron reportados para los días 1, 3 y 8 de junio de 2004.

Por su parte, la rapidez del viento (**Figura 23g**) presentó un promedio de $11,9 \pm 6,5$ nudos. A partir del día 1º de junio se aprecia un claro incremento en la rapidez del viento, que alcanzó su máximo el día 6 de junio (23,3 nudos). En esta zona, se apreció el claro predominio de los vientos provenientes de los cuadrantes NE (21,3%) y NNE (14,9%), destaca además vientos provenientes del SSE (14,9%) vinculados principalmente a las estaciones realizadas en el extremo norte del área de estudio las que fueron evaluadas entre los días 04 al 09 de junio de 2004 (**Figura 24a y Figura 25**).

La presión atmosférica en la zona centro-sur costera (**Figura 23b**) presentó un valor promedio de $1016,4 \pm 8,1$ (mbar) y, a diferencia de lo reportado para la zona norte, mostró un amplio rango de variación que osciló entre los 1003,0 y 1028,7 mbar. La evolución temporal de esta variable evidenció marcados descensos en los días 8, 13 y 19 de Junio revelando períodos de mal tiempo atmosférico. Por su parte, la temperatura del aire (**Figura 23e**) mostró valores comparativamente más bajos, con un promedio diario de $12,0 \pm 1,3$ (°C) y un amplio rango de variación entre los 9,4 y 14,0°C. Se verificó además, un constante descenso en la temperatura del aire hasta llegar a un mínimo el día 11 de Junio, para posteriormente incrementar levemente hasta el final del crucero.

La rapidez del viento (**Figura 23h**) presentó un promedio de $17,0 \pm 5,8$ nudos. La evolución temporal se caracterizó por una marcada variabilidad con un mínimo asociado al día 10 de junio (5,6 nudos) y máximos (> 25 nudos) vinculados a los días 13, 17 y 19 de junio. El análisis de la dirección del viento (**Figura 25b**) indica la predominancia de los vientos asociados a los cuadrantes NNE y NE con un 67,2 y un 24,1%, respectivamente.



La presión atmosférica en la zona sur oceánica (**Figura 23c**) presentó un valor promedio de $1018,2 \pm 6,8$ (mbar), evidenciando un amplio rango de variación que fluctuó entre los 1006,8 y 1029,0 mbar. La serie temporal de esta variable evidenció máximos asociados a los días 5 y 10 de junio (> 1025 mbar) y al igual que lo reseñado anteriormente, marcados descensos asociados a los días 8 y 12 de junio vinculados a períodos de mal tiempo. La temperatura del aire (**Figura 23f**) evidenció un promedio diario de $13,0 \pm 1,1$ ($^{\circ}\text{C}$) con un rango de variación menor (10,7 y $14,5^{\circ}\text{C}$). A partir del día 1 de junio se apreció un descenso en la temperatura hasta llegar a un mínimo el día 10 de junio, para posteriormente incrementar y estabilizarse hasta el final del crucero.

La rapidez del viento (**Figura 23i**) presentó un promedio de $16,1 \pm 6,3$ nudos. Al igual que lo reportado anteriormente, la evolución temporal de la rapidez del viento se caracterizó por una marcada variabilidad, con un mínimo asociado al día 31 de mayo (3,0 nudos) y máximos (> 20 nudos) vinculados a los días 4 y 6 de junio. La dirección del viento (**Figura 24c**) mostró alta variabilidad, siendo los cuadrantes NNE (16,7%), NW (12,5%) y ENE (12,5%) los que presentaron un mayor predominio. La **Figura 25** muestra la variación espacial de la magnitud y dirección del viento considerando toda el área de estudio, confirmando el comportamiento reseñado anteriormente, con un incremento en la intensidad de los vientos hacia el sector sur del área de estudio, y un claro predominio de los vientos provenientes de los cuadrantes norte y noreste los que se encuentran asociados a períodos de mal tiempo.

Tabla 31

Condiciones atmosféricas promedio diarias en la zona de estudio

Fecha	Dirección del Viento(grados)	Rapidez del viento (nudos)	Temperatura del aire (°C)	Presión atm. (mB)
Zona norte				
29/05/2004	81,0	4,8	13,7	1026,0
30/05/2004	127,5	7,3	16,3	1022,0
31/05/2004	71,3	7,7	15,8	1023,0
01/06/2004	90,0	2,0	15,0	1023,1
02/06/2004	58,5	7,6	13,7	1021,6
03/06/2004	90,0	13,5	17,3	1020,2
04/06/2004	101,3	10,0	15,8	1024,0
05/06/2004	168,8	15,8	13,9	1029,5
06/06/2004	97,5	23,3	12,7	1026,6
07/06/2004	153,0	16,6	13,2	1024,2
08/06/2004	97,5	13,7	16,2	1024,7
09/06/2004	163,1	21,0	14,9	1024,4
Zona centro-sur				
31/05/2004	45,0	15,2	14,0	1019,4
01/06/2004	15,0	12,3	13,7	1017,7
02/06/2004	39,4	21,85	13,5	1014,0
03/06/2004	22,5	12,4	13,2	1015,6
04/06/2004	22,5	17,5	13,3	1016,3
05/06/2004	22,5	17,5	11,8	1028,0
06/06/2004	22,5	17,0	12,5	1028,3
07/06/2004	22,5	21,0	12,5	1020,3
08/06/2004	11,3	11,5	12,0	1013,0
09/06/2004	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
10/06/2004	22,5	10,0	10,3	1028,7
11/06/2004	27,0	5,6	9,4	1028,3
12/06/2004	37,5	11,7	10,5	1023,5
13/06/2004	22,5	25,3	12,7	1005,3
14/06/2004	0,0	20,0	11,5	1010,0
15/06/2004	27,0	15,6	12,4	1008,5
16/06/2004	28,1	13,8	11,8	1014,5
17/06/2004	45,0	28,0	12,0	1012,0
18/06/2004	15,0	21,0	11,5	1006,2
19/06/2004	0,0	25,0	10,0	1003,0
Zona sur oceánica				
31/05/2004	45,0	3,0	14,0	1019,0
01/06/2004	112,5	12,0	14,5	1017,0
02/06/2004	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
03/06/2004	157,5	21,0	14,0	1011,0
04/06/2004	213,8	23,5	12,0	1015,3
05/06/2004	101,3	15,5	13,5	1028,0
06/06/2004	67,5	22,5	13,5	1023,5
07/06/2004	163,1	16,5	12,6	1016,7
08/06/2004	33,8	16,5	12,0	1006,8
09/06/2004	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
10/06/2004	157,5	11,5	11,0	1028,7
11/06/2004	315,0	20,0	13,0	1020,9



5.5.3 Muestreo Regular

5.5.3.1 Distribución horizontal de las variables oceanográficas

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, *i.e.*, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}). 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 horizontal superficial e integrada en una columna de agua que abarcó desde los 100 m a la superficie.

a) Estrato de 5 m de profundidad

Temperatura: En este estrato la temperatura superficial del mar (TSM) presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los $11,2$ y los $16,0^{\circ}\text{C}$ con un valor promedio de $13,88 \pm 1,122^{\circ}\text{C}$ ($n=120$ datos). La distribución espacial de la TSM (**Figura 8a**) muestra la presencia costera (< 50 mn) de aguas comparativamente más frías ($<13,5^{\circ}\text{C}$) entre Constitución y el extremo austral del área de estudio. Al norte de los $37^{\circ}00'\text{S}$ y al sur de los $38^{\circ}30'\text{S}$ las aguas costeras frías generan un gradiente lateral de temperatura debido al encuentro con aguas comparativamente más cálidas ($>15^{\circ}\text{C}$ y $>14^{\circ}\text{C}$). En el área de estudio, en general, dominó la isoterma de 14°C y el sector oceánico austral (entre 200 y 400 mn) se caracterizó por un gradiente meridional de aproximadamente $1,5^{\circ}\text{C}$ positivos al norte (**Figura 26a**).

Los resultados de TSM del crucero fueron consistentes con la distribución superficial de TSM proveniente de imágenes satelitales, donde ellas indicaron la presencia de una estrecha banda costeras de aguas frías ($11-13^{\circ}\text{C}$) a lo largo de



toda el área de prospección y un núcleo de aguas comparativamente más cálidas (14 - 15°C), situado en forma casi permanente en la región oceánica al norte de los 38° de latitud Sur. Al sur de los 39°LS la región estuvo dominada por las isotermas de 12 y 13°C (**Figura 27**).

La distribución de la TSM promedio satelital por semana para el período de evaluación, mostró isotermas perpendicular a la costa, además de un desplazamiento hacia el norte de las isotermas, reflejado principalmente en la isoterma de 15°C, que durante la primera semana (30 mayo-05 junio) se encontró al sur de los 38°LS, mientras que hacia el final del periodo de prospección (20 junio-26 junio) se encontró al sur de los 36°LS (**Figura 28**).

Salinidad: En este estrato, la salinidad presentó un rango de variación entre 32,997 y 34,266 psu considerando toda el área prospectada, con un valor promedio de $33,896 \pm 0,223$ psu (n=119 datos). La distribución espacial de la salinidad superficial (**Figura 26b**) al norte de los 36°LS, evidenció un gradiente norte-sur con aguas comparativamente más salinas ($> 34,0$ psu). El sector ubicado al sur de los 36°LS, en cambio, estuvo dominado por aguas con salinidades menores a 34,0 psu con gradientes laterales debido a la presencia de aguas comparativamente menos salinas ($< 33,6$ psu) en la región costera donde destaca el efecto local de dilución debido al aporte de los ríos Toltén y al estuario del río Valdivia, con salinidades menores a 33,4 psu, y aguas más salinas en el extremo occidental de los transectos. El sector más austral y oceánico del área de prospección estuvo dominado por la isohalina de 34,0 psu.

Densidad: La densidad superficial del agua de mar presentó una fluctuación entre 24,936 y 25,909 σ_t , con un valor promedio de $25,528 \pm 0,258$ σ_t (n =119 datos). El campo horizontal superficial (**Figura 26c**) presentó una distribución muy



similar a la reseñada para la temperatura, con la presencia de un núcleo costero de aguas más densas ($>25,4 \sigma_t$) entre Constitución y Talcahuano, que genera un intenso gradiente lateral debido al encuentro con aguas de menor densidad ($<25,0 \sigma_t$) que dominaron el sector noroccidental del área de prospección. Al sur de los 38°LS, por el contrario, no se verificó la presencia de gradientes costa-oceano, sino más bien un leve gradiente latitudinal positivo hacia el sector austral del área prospectada, quedando bien caracterizado por las isopicnas de 25,4 y 25,5 σ_t .

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto superficial presentó aguas bien oxigenadas, con un rango de variación entre los 4,82 ml l⁻¹ y los 6,57 ml l⁻¹ ($5,86 \pm 0,247$ ml l⁻¹, n =120 datos). La **Figura 26d** muestra la distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio, evidenciando una distribución homogénea bien caracterizada por la isolínea de concentración de 6 ml l⁻¹, sin la presencia de gradientes longitudinales ni latitudinales.

b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: La temperatura del agua de mar en los 25 m de profundidad, profundidad representativa del estrato situado sobre la termoclina, evidenció un rango de variación entre los 10,6 y los 16,0°C, con un valor promedio de $13,75 \pm 1,206$ °C (n =129 datos). La distribución horizontal de la temperatura en este estrato (**Figura 29a**) mostró una situación similar a lo reseñado para la superficie, destacando la presencia de aguas más frías (<13 °C) en el sector costero, lo que contrasta con el dominio de aguas comparativamente más cálidas al norte de los 38°30'LS, generando un leve gradiente lateral de temperatura entre las 50 y 75 mn desde la costa. Al sur de los 39°LS no se observó gradientes laterales de

importancia, dominando en gran parte de este sector la isoterma de 13°C y 14°C. En el sector oceánico austral se observa, al igual que en el estrato superficial, un marcado gradiente latitudinal.

Salinidad y Densidad: En este estrato, la salinidad presentó valores entre 33,227 y 34,269 psu, con un valor promedio de $33,934 \pm 0,193$ psu ($n = 128$ datos). Al igual que lo reseñado para el estrato superficial, se muestra un leve gradiente latitudinal con aguas comparativamente menos salinas ($< 33,8$ psu) en la región al sur de los 36°LS y aguas más salinas al norte de los 36°LS y en el extremo occidental de la prospección (400 mn desde la costa) (**Figura 29b**).

La densidad del agua de mar mostró un valor promedio de $25,409 \pm 0,272 \sigma_t$ (rango entre 24,960 y 26,234 σ_t) ($n = 128$ datos). La distribución horizontal de la densidad (**Figura 29c**) en este estrato evidenció un gradiente lateral entre los 34°LS y los 37°40'LS, con aguas menos densas vinculadas con el extremo oceánico de los transectos y aguas más densas asociadas al sector costero (al interior de las 50 mn desde la costa). En cambio, al sur de los 39°LS la distribución de la densidad evidenció gradientes laterales asociados sólo al sector costero y vinculado al aporte del sistema del río Valdivia. El sector más oceánico (> 50 mn) presentó densidades mayores representadas las isopicnas de 25,4 y 25,6 σ_t . En el área austral oceánica, en tanto, se observó un gradiente latitudinal positivo hacia el sur (entre 25,4 y 25,6 σ_t).

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto presentó un rango de variación levemente mayor al descrito para el estrato superficial, fluctuando entre los 4,14 y los 6,15 ml l^{-1} ; no obstante el valor promedio ($5,719 \pm 0,280 \text{ ml l}^{-1}$, $n = 120$ datos) fue muy similar al reseñado para dicho estrato. La distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto (**Figura 29d**) fue similar a la



reportada para el estrato superficial, con aguas bien oxigenadas en toda el área prospectada caracterizadas por valores menores a 5 ml l^{-1} .

c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: En este estrato, la temperatura presentó un rango de variación levemente menor al reseñado para los estratos superiores, fluctuando entre los $10,4$ y los $15,9^{\circ}\text{C}$, con un valor promedio de $13,45 \pm 1,398^{\circ}\text{C}$ ($n = 127$ datos). La distribución horizontal de la temperatura en este estrato (**Figura 30a**) reveló un claro gradiente lateral entre los $34^{\circ}20'\text{LS}$ y $39^{\circ}00'\text{LS}$, situado entre las 50 y las 130 mn desde la costa, debido al encuentro entre aguas frías ($<12,5^{\circ}\text{C}$) que dominan el sector costero y aguas comparativamente más cálidas ($>15^{\circ}\text{C}$) presentes en el sector oceánico. Estas aguas cálidas no se verificaron al sur de los 39°LS lo que hace que los gradientes laterales sean menos intensos y más costeros en este sector.

Salinidad y Densidad: A los 50 m de profundidad la salinidad presentó un rango de variación de entre los 33,652 y 34,568 psu con un valor promedio de $34,019 \pm 0,173$ psu para los registros verticales efectuados en el área prospectada ($n = 126$ datos). El campo horizontal de salinidad en este estrato (**Figura 30b**) evidenció un gradiente lateral entre los $34^{\circ}20'\text{LS}$ y los $38^{\circ}00'\text{LS}$, caracterizado por la presencia en el sector costero de aguas con salinidades mayores a 34,1 psu y, valores levemente inferiores ($<34,0$ psu) hacia el extremo occidental de las transectas.

Por su parte, la densidad del agua de mar fluctuó entre los 24,969 y los 26,287 σ_t con un valor promedio de $25,534 \pm 0,345$ σ_t , considerando la totalidad del área de estudio ($n = 126$ datos). El campo horizontal de densidad (**Figura 30c**) evidenció una distribución similar a la reseñada para la temperatura, caracterizado por la

presencia de una banda de aguas comparativamente más densas (y frías) en el sector costero (al interior de las 100 mn, $> 25,7 \sigma_t$), generando un gradiente lateral positivo a la costa, especialmente al norte de los 39°40'LS.

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 1,91 y los 6,13 ml l⁻¹ ($5,330 \pm 0,863$ ml l⁻¹, n =117 datos). En general, este estrato se presentó bien oxigenado (> 5 ml l⁻¹) en prácticamente toda el área de estudio, a excepción del sector costero situado entre los 34°40'LS y los 39°40'LS, donde se verificaron concentraciones menores a 4 ml l⁻¹ (**Figura 30d**).

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. El campo térmico horizontal presentó una distribución homogénea, bien caracterizada por las isotermas de 11,0 y 11,5°C, a excepción del sector oceánico situado entre los 40 y 41°S que evidenció aguas comparativamente más cálidas (entre 11,5 y 12°C) (**Figura 31a**). El rango de fluctuación de la variable al considerar las estaciones realizadas en los sectores central y sur del área de estudio (n =120) fue de 9,4 a 12,9°C con un valor promedio de $11,12 \pm 0,699$ °C.

Salinidad y Densidad: En este estrato se detectó una banda costera (al interior de las 75 mn desde la costa) de aguas más salinas ($> 34,3$ psu) que domina todo el sector central y sur del área prospectada, en tanto que el sector oceánico situado entre las 100 y 400 mn desde la costa quedó bien caracterizado por las isohalinas de 34,0 y 34,1 psu (**Figura 31b**). El rango de fluctuación de la salinidad



al considerar todas las estaciones realizadas en el 3rea de estudio ($n = 119$ datos) fue de 33,899 a 34,736 psu, con un valor promedio de $34,135 \pm 0,194$ psu.

La distribuci3n espacial de la densidad del agua de mar en este estrato (**Figura 31c**) se caracteriz3 por la presencia de aguas m3s densas ($> 26,3 \sigma_t$) que coinciden espacialmente con aguas m3s fr3as, conformando una banda costera, entre la costa y las 50 mn, lo que gener3 un gradiente de densidad moderado situado entre las 75 y las 130 mn, debido al encuentro con aguas comparativamente menos densas ($< 25,9 \sigma_t$) que dominaron el sector m3s oce3nico entre los 37°LS y los 39°LS. El rango de fluctuaci3n de la densidad al considerar todas las estaciones realizadas ($n = 119$) fue entre 25,651 y 26,467 σ_t , con un valor promedio de $26,064 \pm 0,219 \sigma_t$.

Ox3geno disuelto: La **Figura 31d** muestra la distribuci3n horizontal de la concentraci3n de ox3geno disuelto para el estrato de 100 m de profundidad. Es claro el dominio de aguas pobres en ox3geno ($< 2 \text{ ml l}^{-1}$) en el sector costero (al interior de las 50 mn), entre San Antonio y bah3a San Pedro, de igual forma se aprecian aguas con concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) muy cerca de la costa, vinculadas con un foco local de surgencia costera que se verific3 durante el desarrollo del crucero. El resto del 3rea de estudio evidenci3 un estrato bien oxigenado, con concentraciones superiores a los 4 ml l^{-1} , que incrementan particularmente hacia el sector m3s oce3nico (entre las 200 y 400 mn) del sector sur del 3rea prospectada. La concentraci3n de ox3geno disuelto en este estrato evidenci3 un muy amplio rango de variaci3n, con valores entre los 0,69 y los $6,18 \text{ ml l}^{-1}$, y un valor promedio de $4,61 \pm 1,476 \text{ ml l}^{-1}$, considerando toda el 3rea de distribuci3n.



e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: El rango de fluctuaci3n de la temperatura al considerar las estaciones realizadas en el 3rea de prospecci3n ($n = 115$) fue de 7,1 y 10,7°C con un valor promedio de $9,26 \pm 0,804^\circ\text{C}$. En general, la distribuci3n horizontal de la temperatura en este estrato evidenci3 un comportamiento homog3neo sin gradientes laterales ni longitudinales de importancia, verific3ndose aguas levemente m3s c3lidas ($> 10^\circ\text{C}$) en el sector costero situado entre los 35°LS y los 37°20'LS, en contraste con aguas levemente m3s fr3as (8,5-9,5°C) que dominaron el sector sur y el sector oce3nico (**Figura 32a**).

Salinidad y Densidad: El rango de fluctuaci3n de la salinidad en este estrato se report3 entre los 34,150 y los 34,693 psu ($n = 114$), con un valor promedio de $34,397 \pm 0,145$ psu. En este estrato (**Figura 32b**) se verific3 una banda costera que domin3 todo el sector central y sur, situada entre la costa y las 50 mn con salinidades superiores a los 34,6 psu, caracter3sticas de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES), lo que gener3 un d3bil gradiente lateral (positivo a la costa) debido al encuentro con aguas comparativamente menos salinas ($< 34,3$ psu) situadas hacia el oce3no interior (m3s all3 de las 130 mn). Gran parte del sector situado al sur de los 40°LS, evidenci3 una distribuci3n homog3nea de la salinidad, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales, dominado por las isohalinas de 34,3 y 34,4 psu.

Para el caso de la densidad (**Figura 32c**), se evidenci3 una distribuci3n espacial relativamente homog3nea, bien caracterizada por la distribuci3n de las isopicnas de 26,5 y 26,6 σ_t . No se observaron gradientes zonales ni meridionales de importancia. El rango de fluctuaci3n de la densidad al considerar todas las



estaciones de muestreo realizadas ($n = 114$) fue de $26,385 \sigma_t - 26,8525 \sigma_t$, con un valor promedio de $26,603 \pm 0,083 \sigma_t$.

Oxígeno disuelto: El rango de fluctuaci3n de la concentraci3n de oxígeno disuelto en el agua de mar, al considerar todas las estaciones de muestreo ($n = 101$) se encontr3 entre los $0,66 \text{ ml l}^{-1}$ y los $6,10 \text{ ml l}^{-1}$, con un valor promedio de $2,99 \pm 1,653 \text{ ml l}^{-1}$. La distribuci3n espacial de la concentraci3n de oxígeno disuelto en este estrato de profundidad (**Figura 32d**) evidenci3 una ancha banda costera (entre la costa y las 100 mn), la que se estrecha hacia el extremo sur del 3rea de prospecci3n, de aguas con concentraciones m3nimas de oxígeno disuelto ($<1 \text{ ml l}^{-1}$), corroborando la presencia de AESS en este sector. Por el contrario, el sector oce3nico present3 aguas con mayor concentraci3n de oxígeno disuelto, lo que fue particularmente v3lido en la regi3n m3s oce3nica del sector sur (m3s all3 de las 200 mn) donde se report3 concentraciones superiores a los 5 ml l^{-1} en este estrato de profundidad. Esta situaci3n gener3 la presencia de un claro gradiente lateral en esta variable, situado en general entre las 100 y las 200 mn, que se debilita al sur de Lebu.

f) Estrato de 400 m de profundidad

Temperatura: El rango de fluctuaci3n de la temperatura en los 400 m de profundidad fue de $5,8$ y $8,2^\circ\text{C}$ para los registros verticales realizados en el 3rea de estudio ($n = 103$), evidenciando un valor promedio de $6,66 \pm 0,609^\circ\text{C}$, promedio inferior en m3s de $2,5^\circ\text{C}$ a la temperatura del estrato de 200 m. La distribuci3n horizontal de la temperatura del mar en este estrato (**Figura 33a**) revel3 un comportamiento espacial homog3neo, centrado en las isotermas de $6,5$ y $7,0^\circ\text{C}$. El extremo SW del 3rea de estudio present3 temperaturas levemente m3s bajas (isoterma de 6°C).

Salinidad y Densidad: El rango de fluctuaci3n de la salinidad en este estrato, considerando todas las estaciones ($n = 102$) fue de 34,307 y 34,512 psu, con un valor promedio de $34,401 \pm 0,004$ psu. La distribuci3n horizontal de la salinidad (**Figura 33b**), revel3 una distribuci3n homog3nea, bien caracterizada por las isohalinas de 34,4 psu. En tanto, la densidad (**Figura 33c**) present3 tambi3n una distribuci3n espacial homog3nea caracterizada por la isopicna de $27,0 \sigma_t$. El rango de fluctuaci3n de la densidad fue muy estrecho, entre los 26,862 y los 27,113 σ_t , ($n = 102$) con un valor promedio de $26,994 \pm 0,006 \sigma_t$.

Ox3geno disuelto: El rango de fluctuaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto en este estrato, al considerar todas las estaciones realizadas ($n = 91$) fue muy amplio variando entre los $1,52 \text{ ml l}^{-1}$ y los $5,83 \text{ ml l}^{-1}$, con un valor promedio de $3,69 \pm 1,058 \text{ ml l}^{-1}$, muy superior al rese3ado para el estrato de 200 m de profundidad, confirmando la menor participaci3n de las AESS y la incipiente presencia de las AIA en este estrato. La distribuci3n horizontal de ox3geno disuelto (**Figura 33d**). Destaca la presencia de un gradiente longitudinal en todo el sector, caracterizado por aguas pobres en ox3geno asociadas al sector costero (al interior de las 50 mn), y valores superiores a los 4 ml l^{-1} en gran parte del sector evaluado.

g) Distribuci3n horizontal de la clorofila-a superficial

La biomasa fitoplanct3nica (estimada como clorofila-a) evidenci3 valores superficiales que fluctuaron entre los $0,01$ y los $1,55 \text{ mg m}^{-3}$, con un promedio de $0,42 \pm 0,296 \text{ mg m}^{-3}$, valor que fue consistente con el per3odo invernal y la regi3n oce3nica evaluada en este estudio. La distribuci3n espacial de esta variable (**Figura 34a**) mostr3 valores muy bajos en pr3cticamente toda la regi3n de estudio, centrados en los $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ y en ausencia de gradientes latitudinales ni longitudinales. Esta distribuci3n



homogénea sólo se vio alterada por un núcleo de concentraciones comparativamente más altas situado en el sector sur del área de estudio, entre Lebu y Puerto Saavedra, que alcanzó valores superiores a 1 mg m^{-3} .

La biomasa fitoplanctónica también se ha expresado como clorofila-a integrada en los primeros 100 m de la columna de agua (**Figura 34b**). La distribución de la clorofila-a integrada reveló también una distribución homogénea en prácticamente toda la región prospectada, quedando bien caracterizada por las isolíneas de concentración de 20 y 30 mg m^{-2} , con la excepción del mismo núcleo de concentraciones reseñado para la clorofila superficial, que evidenció concentraciones integradas superiores a los 40 mg m^{-2} .

La relación bivariada entre la clorofila superficial y la clorofila integrada en la columna de agua (0-100 m) evidenció un coeficiente de determinación de 0,64, considerando un total de 86 observaciones (**Figura 34c**), evidenciando también la presencia de máximos subsuperficiales de clorofila-a en el área de muestreo.

5.5.3.2 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas

A continuación, se entrega un análisis de la distribución vertical de cada una de las variables registradas durante la prospección, para cada una de las transectas realizadas en la zona de estudio, incluyendo además el análisis de cuatro transectas virtuales dispuestos en forma paralela a la línea de costa, ubicados a 10, 100, 200 y 400 millas náuticas.

Transectas 1 y 2 (**Figuras 35 y 36**). Estas transectas situadas en el extremo norte del área de estudio ($34^{\circ}10' \text{LS}$ y $35^{\circ}00' \text{LS}$), tuvieron un patrón de distribución térmico vertical similar caracterizado por: a) la presencia de aguas



comparativamente más cálidas ($>15^{\circ}\text{C}$) en el sector oceánico, con un ascenso de las isotermas de 14 y 13°C hacia el sector costero (entre 100 y 50 mn), generando diferencias costa-océano positivas al oeste; b) una estratificación térmica vertical (termoclina) bien desarrollada presente principalmente en las estaciones más oceánicas (> 100 mn), situada entre los 60 y 100 m; y c) un descenso térmico a una tasa relativamente constante con la profundidad, desde temperaturas de 10°C registradas a los 200 m a valores menores a 6°C hacia el estrato más profundo de muestreo.

La distribución vertical de la salinidad se caracterizó por la presencia de haloclinas entre los 30 y 70 m de profundidad en la costa, siendo más extensa y profunda hacia el sector oceánico ($120 - 180$ m). Gradientes débiles costa-océano se observaron, así como la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS, isohalina de $34,6$ psu), la que se extendió entre la costa y las 75 mn, abarcando el estrato comprendido entre los 80 y los 300 m de profundidad (máximo salino subsuperficial).

El campo vertical de la densidad en estas transectas presentó un patrón similar a la temperatura, caracterizado por diferencias laterales en el estrato superficial ($0-100$ m) dado el ascenso hacia la región costera de las isopicnas entre $25,4$ a $25,8$ σ_t . Se observó una picnoclina bien desarrollada a lo largo de los transectos situada entre los 60 y 140 m; que se intensifica hacia el sector oceánico, así como una capa de mezcla que no supero los 20 m en el sector costero. Se observó el incremento monótono de esta variable con la profundidad, desde aproximadamente los 200 m hasta la máxima profundidad de muestreo (500 m), donde se registró densidades superiores a los $27,0$ σ_t .



La concentración de oxígeno disuelto reveló un estrato superficial (0-60 m) bien oxigenado, con valores superiores a 5 ml l^{-1} , una oxiclina costera entre los 40 y 100 m de profundidad, que tienden a desaparecer hacia el sector oceánico, y aguas pobres en oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) ligada al talud continental entre los 80 y 320 m de profundidad (presencia AESS) Luego de este núcleo de concentraciones baja, los valores de oxígeno se incrementan con la profundidad alcanzando valores superiores a los 3 ml l^{-1} caracterizado por las Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

La distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica estimada como clorofila-a, reveló bajos valores en todas las transectas, con núcleos subsuperficiales y/o superficiales que no superaron los $0,6 \text{ mg m}^{-3}$, a excepción de la transecta 1 que muestra un máximo de $0,80 \text{ mg m}^{-3}$. Bajo los 80 m de profundidad, todas las transectas evidenciaron muy bajas concentraciones (menor a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$).

Transecta 3 (Figura 19). La transecta 3, situada frente al norte de punta Nugurne ($35^{\circ}50' \text{LS}$), estuvo caracterizada por la presencia de gradientes laterales (costa-oceano) en el estrato superficial, dominando principalmente la isoterma mayor de 15°C , y una termoclina bien desarrollada a partir de las 75 mn, que se intensifica levemente hacia el sector oceánico entre los 40 y 100 m de profundidad. Se observó un descenso térmico a una tasa relativamente constante con la profundidad, desde los 150 m de profundidad hacia la máxima profundidad de muestreo, alcanzando valores menores a 6°C bajo los 500 m de profundidad.

La salinidad mostró una extensa haloclina situada entre los 40 y 180 m de profundidad en el sector oceánico, la que se debilita hacia el sector costero, donde se registran gradientes laterales positivos en el estrato superficial. La



presencia subsuperficial de las AESS (isohalinas 34,6 psu) se verificó restringida a la costa (25 mn) y verticalmente entre los 180 y 300 m de profundidad.

La distribución vertical de la densidad del agua de mar en esta transecta reveló diferencias costa-océano en superficie, debido al ascenso de las isopícnas de 25,2, 25,4 y 25,6 σ_t entre las 25 y 75 mn desde la costa. Se observó una pínoclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto situada entre los 40 y 140 m de profundidad que no se profundiza hacia el sector oceánico, mostrando un incremento monótono con la profundidad hasta la máxima profundidad de muestreo donde se registró valores centrados en 27,0 σ_t .

La distribución de oxígeno disuelto reveló un estrato superficial bien oxigenado, con valores superiores a los 5 ml l⁻¹. La oxiclina estuvo presente en las estaciones más costeras (100 mn) y hacia el sector oceánico se extiende y debilita. Aguas con concentraciones mínimas de oxígeno (< 1 ml l⁻¹) estuvieron restringidas a la estación de 25 mn, entre los 140 y 300 m., mientras que bajo los 350 m de profundidad, se detectó un incremento en la concentración de oxígeno disuelto (>3 ml l⁻¹), caracterizando la presencia de AIA en este estrato de profundidad.

La distribución vertical de la clorofila-a reveló valores muy bajos a lo largo de la transecta, con valores superficiales de esta variable que no superan los 0,6 mg m⁻³. Solo un núcleo subsuperficial de mayor concentración asociado a la estación más costera (Estación 17) registró valores superiores a 1,1 mg m⁻³ a 10 m de profundidad.

Transecta 4 a la 6 (**Figuras 38 a la 40**). Las transectas 4 a la 6 se situaron entre los 36°40'LS y los 37°55'LS; entre la Península de Tumbes y al norte de Punta Nena. El patrón térmico de distribución vertical indicó la presencia de de aguas



cálidas ($>15^{\circ}\text{C}$) en el estrato superficial, a partir de las 100 mn a las 400 mn, generando un gradiente lateral positivo al océano. El sector costero presentó aguas más frías ($<13^{\circ}\text{C}$) debido al ascenso de las isotermas de 12 y 13°C hacia la costa frente a punta Lavapié. La termoclina estuvo bien desarrollada hacia el sector oceánico, situándose entre los 40 y 100 m de profundidad. Se observó un descenso térmico, a una tasa relativamente constante con la profundidad, desde los 200 m hacia la máxima profundidad de muestreo, alcanzando valores menores a 6°C en el estrato de 500 metros.

El campo vertical salino, se caracterizó por el aporte de aguas de origen continental en el sector costero de todas las transectas y una haloclina más intensa que la indicada en los sectores anteriormente reseñados, que se profundiza hacia el sector oceánico y se sitúa en los 140 y los 200 m de profundidad. La presencia subsuperficial de AESS se verificó verticalmente entre los 80 y los 250 m de profundidad, siendo más extensas en las transectas 4 y 5.

Por su parte, la distribución vertical de densidad reveló diferencias laterales en el estrato superficial, con aguas menos densas en el extremo occidental de las secciones debido al ascenso hacia la costa de las isopicnas de $25,2$ a $25,6 \sigma_t$, algunas de las cuales rompen en superficie entre las 50 y 100 mn. Se verificó picnoclinas desarrolladas en todos los transectos profundizándose claramente hacia el sector oceánico y situándose entre los 20 y 180 m de profundidad.

La capa de mezcla también evidenció diferencias laterales (costa-océano) en todos los transectos, siendo menores a 10 m en el sector costero y mayores a 60 m en el extremo oceánico de las transectas. Al igual que lo indicado para las transectas anteriores, un incremento monótonico se evidencio con la profundidad,



desde aproximadamente los 250 m hasta la m3xima profundidad de muestreo, donde se registr3 valores superiores a $27,0 \sigma_t$.

La distribuci3n vertical de ox3geno disuelto muestra un estrato superficial altamente oxigenado ($>5 \text{ ml l}^{-1}$), con una marcada profundizaci3n hacia el sector oce3nico (entre 100 y 200 mn) donde llega a ubicarse a 200 metros. Hacia el sector costero se observa el ascenso hacia la costa de las isol3neas de concentraci3n de 2, 3 y 4 ml l^{-1} , corroborando el probable evento de surgencia local en este sector. Se observ3 una oxiclina m3s desarrollada en el sector costero. En estas secciones se evidencia con claridad la presencia de aguas con concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto ($<1 \text{ ml l}^{-1}$) situadas verticalmente entre los 80 y 280 m y cuya extensi3n longitudinal abarc3 entre las 50 y los 25 mn desde la costa. Bajo los 400 m de profundidad, se detect3 un incremento en la concentraci3n de ox3geno disuelto ($>4 \text{ ml l}^{-1}$), caracterizando la presencia AIA en este estrato de profundidad.

La distribuci3n vertical de la clorofila-a muestra que el grupo de transectas descritas presentan n3cleos superficiales y subsuperficiales de mayor concentraci3n ($>1,4 \text{ mg m}^{-3}$), en las estaciones de 50 y 75 mn, lo cual origin3 marcados gradientes laterales. En el resto de las transectas, los valores de esta variable no superaron los $0,6 \text{ mg m}^{-3}$. Bajo los 70 m de profundidad, todas las secciones evidenciaron valores inferiores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$.

Transecta 7 y 8 (**Figuras 41 y 42**). Las secciones oceanogr3ficas 7 a 8, se localizaron entre los $38^{\circ}20' \text{LS}$ (isla Mocha) y los $38^{\circ}45' \text{LS}$ (Puerto Saavedra). La distribuci3n vertical de la temperatura present3 gradientes laterales en el estrato de superficie debido al ascenso de las isoterma de 13 y 14°C hacia el sector costero. La termoclina estuvo bien desarrollada a lo largo de ambos transectos,



particularmente hacia el sector oceánico, donde se ubicó entre los 60 y 120 m de profundidad.

Por su parte, el campo salino también presentó gradientes laterales (costa-oceano) en el estrato superficial debido a la dilución costera por la mezcla con aguas continentales. Se observó una fuerte haloclina especialmente en el sector costero, la que se profundizó y debilitó hacia el extremo occidental del transecto. El campo vertical de la densidad evidenció, por su parte, la ausencia de gradientes longitudinales en el estrato superficial. Se verificó picnoclinas bien desarrolladas en ambos transectos, con una leve profundización hacia el océano y la profundidad de la capa de mezcla fue relativamente uniforme (40 m).

Este sector presentó un estrato superficial bien oxigenado ($>5 \text{ ml l}^{-1}$), con escasa estratificación vertical y oxiclinas débiles presentes sólo en las estaciones más costeras. Destacó una profundización de la isolínea de 5 ml l^{-1} hacia el sector oceánico, generando una columna de agua bien oxigenada entre la superficie y los 280 m de profundidad. En estas secciones no fue posible identificar aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto ($<1 \text{ ml l}^{-1}$). Bajo los 400 m de profundidad, se detectó un incremento en la concentración de oxígeno disuelto ($>5 \text{ ml l}^{-1}$), caracterizando la presencia AIA en este estrato de profundidad.

La distribución vertical de la clorofila-a muestra en la transecta 7 un núcleo subsuperficial de concentraciones mayores a $1,6 \text{ mg m}^{-3}$, ubicado en la estación de 25 mn desde la costa entre los 20 y 40 metros. En la transecta 8, en tanto, la estación de 10 mn en su estrato superficial presentó un núcleo de concentraciones de $1,0 \text{ mg m}^{-3}$. El resto de las transectas presentaron valores que no superaron los $0,6 \text{ mg m}^{-3}$, en tanto que, bajo los 60 m de profundidad, se encontró valores inferiores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$.



Transecta 9 (**Figura 43**). Esta transecta estuvo situada frente a la desembocadura del río Toltén ($39^{\circ}10'LS$). El patrón térmico vertical presentó un estrato superficial con escasa variación lateral. La termoclina aparece muy debilitada y, de manera similar a lo observado en otros sectores, se verificó un descenso térmico a una tasa constante con la profundidad a partir de los 200 m hacia la máxima profundidad de muestreo, alcanzando valores menores a $6^{\circ}C$ en el estrato de 500 metros.

El campo vertical de salinidad presentó la ausencia de gradientes laterales en el estrato superficial, así como también una haloclina muy amplia e intensa, con una leve profundización hacia el sector oceánico (**Figuras 56b**). La presencia de las AESS estuvo muy debilitada en las estaciones más costeras de la transecta. Por su parte, el campo vertical de densidad evidenció gradientes longitudinales en el estrato superficial debido al levantamiento de las isopícnas de 25,2, 25,4 y 25,6 σ_t hacia el sector costero (10 mn). Se verificó picnoclinas bien desarrolladas, verificando una leve profundización hacia el sector oceánico. A partir de los 200 m de profundidad, se evidenció un incremento monotónico con la profundidad hasta los 500 m de profundidad, donde se registró valores superiores a 27,0 σ_t .

En este sector se verificó un estrato superficial bien oxigenado ($>5 \text{ ml l}^{-1}$) y una oxiclina amplia y débil, ubicada verticalmente entre los 60 y 100 m de profundidad. En esta sección no se identificó la presencia de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto ($<1 \text{ ml l}^{-1}$). Bajo los 400 m de profundidad, se detectó un incremento en la concentración de oxígeno disuelto ($>4 \text{ ml l}^{-1}$), caracterizando la presencia AIA en este estrato de profundidad.



La distribuci3n vertical de la concentraci3n de clorofila-a mostr3, en general, bajas concentraciones. En el estrato superficial (sobre 40 m) se registraron los valores m1s altos ($>0,7 \text{ mg m}^{-3}$) del transecto, evidenciando un marcado gradiente vertical hasta alcanzar valores inferiores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ bajo los 60 m de profundidad.

Transecta 10 a la 13 (**Figuras 44 a la 47**). Las transectas 10 a la 13 estuvieron localizadas espacialmente entre los $39^{\circ}35'S$ y los $40^{\circ}50'S$, abarcando una amplia zona longitudinal entre la costa y las 400 millas n1uticas. El patr3n t3rmico de distribuci3n vertical evidenci3 aguas superficiales comparativamente m1s fr1as ($< 14^{\circ}\text{C}$) y con d3biles gradientes laterales (costa-oc3ano). En estos transectos s3lo fue posible identificar una termoclina d3bil la cual se profundiza y presenta mayor intensidad hacia el sector oce1nico. Bajo los 200 m se evidencia un descenso t3rmico a una tasa relativamente constante con la profundidad hacia la m1xima profundidad de muestreo, alcanzando valores menores a 6°C en el estrato de 400 metros.

La distribuci3n vertical de salinidad, en tanto, present3 una diferenciaci3n longitudinal marcada en la estratificaci3n, observ1ndose la presencia de una intensa haloclina presente en las estaciones m1s costeras que estuvo asociada a la diluci3n por el aporte de aguas continentales, lo que gener3 marcadas diferencias laterales en el estrato superficial (0-50 m). Hacia el sector occidental ($> 200 \text{ mn}$) la estratificaci3n fue menor, con ausencia de haloclinas y con gradientes verticales menores. En estos transectos no se detect3 salinidades mayores a 34,6 psu; denotando la ausencia de AESS en el estrato subsuperficial a estas latitudes (**Figuras 44b a 47b**).

El campo vertical de densidad, y de manera similar a la distribuci3n de temperatura, evidenci3 gradientes laterales d3biles en el estrato superficial. Se verific3 picnoclinas m1s marcadas e intensas hacia el sector costero, en tanto que



hacia el sector occidental la estratificaci3n fue m1s profunda y amplia en todos los transectos. La capa de mezcla mostr3 una mayor extensi3n vertical vinculada con el extremo oce1nico de los transectos, donde alcanz3 los 80 metros.

La concentraci3n de ox3geno disuelto en estos transectos evidenci3 mayor estratificaci3n vertical asociada a las estaciones entre las 0 y 200 mn desde la costa, donde se registr3 un estrato superficial bien oxigenado ($>5 \text{ ml l}^{-1}$), la presencia de oxiclinas que estuvo ubicada entre los 40 y 180 m, y un estrato en profundidad (bajo los 400 m) donde se detect3 un incremento en la concentraci3n de ox3geno disuelto ($>5 \text{ ml l}^{-1}$), caracterizando la presencia de AIA. Hacia el extremo occidental de las transectas, por su parte, se verific3 una distribuci3n vertical de ox3geno disuelto m1s homog3nea en toda la columna de agua, con valores centrados en los $4\text{-}5 \text{ ml l}^{-1}$, estableciendo escasos gradientes verticales y horizontales. En estas transectas tampoco fue posible identificar aguas con concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto, caracter3sticas de la presencia de AESS a nivel subsuperficial.

La distribuci3n vertical de la biomasa fitoplanct3nica, evaluada como la concentraci3n de clorofila-a present3 bajos valores de clorofila-a (menores a $0,6 \text{ mg m}^{-3}$), donde s3lo destaca un n3cleo de concentraciones m1s altas ($> 0,8 \text{ mg m}^{-3}$) registrado en la estaci3n m1s costera (Estaci3n 86) de la transecta 10. Por otro lado, la transecta 13 destac3 por presentar valores muy bajos de clorofila-a, no superando los $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ a lo largo de pr1cticamente todo el transecto.

Transecta 14 (**Figura 48**). La transecta 14 se ubic3 en los $41^{\circ}15' \text{LS}$, correspondiendo a una evaluaci3n del sector oce1nico entre las 200 y las 400 mn. El patr3n t3rmico de distribuci3n vertical evidenci3 aguas superficiales m1s fr3as ($< 13^{\circ}\text{C}$) y ausencia de gradientes laterales (costa-oc3ano) evidenciando una

extensa capa de mezcla (60 m). La termoclina se ubicó entre los 80 y 140 m sin evidenciar una profundización hacia el sector occidental. Bajo los 300 m, la columna de agua estuvo bien caracterizada por la isoterma de 6°C.

La distribución vertical de salinidad, en tanto, no reveló gradientes laterales de importancia en el estrato superficial, así como tampoco se advierte haloclinas desarrolladas si no más bien un aumento uniforme de los valores de salinidad hacia los estratos más profundos (**Figura 48b**). En el sector occidental la estratificación es menor, con ausencia de termoclinas y gradientes verticales menores. En esta transecta no se detectó AESS en el estrato subsuperficial. El campo vertical de densidad, y de manera similar a la distribución de temperatura, evidenció gradientes laterales débiles en el estrato superficial, verificando una amplia capa de mezcla. La pycnoclina fue profunda y extensa (80 y 200 m), no presentando una profundización lateral. Bajo del 250 m la distribución fue homogénea, con valores mayores a los 27 σ_t .

La concentración de oxígeno disuelto en este transecto evidenció una distribución homogénea, donde toda la columna de agua estuvo bien oxigenada ($>5 \text{ ml l}^{-1}$) con ausencia de una estratificación vertical y horizontal. La concentración de clorofila-a, mostró una distribución vertical altamente homogénea y donde se presentaron valores menores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ a lo largo de todo el transecto.

Transecta 15 (**Figura 49**). La transecta 15 estuvo localizada en el sector oceánico a la cuadra de los 41°40'S, abarcando desde las 100 mn hasta las 400 mn de la costa. El patrón térmico de distribución vertical muestra aguas superficiales más frías ($< 13^\circ\text{C}$) y sin variaciones laterales (costa-océano) de importancia. En estos transectos sólo fue posible identificar una termoclina débil a lo largo de todo el transecto con una profundización hacia la estación más costera (130 mn). Bajo los



200 m la distribución de la temperatura fue más homogénea con valores centrados entre 6-7°C.

La distribución vertical de salinidad presentó escasa variación horizontal, así como ausencia de haloclinas bien definidas y gradientes verticales menores. Bajo los 300 m la columna de agua estuvo bien representada por salinidades mayores a 34,4 psu. El campo vertical de densidad no muestra gradientes laterales en el estrato superficial (0-100 m), estableciéndose una capa de mezcla con una extensión vertical entre 70 m y 100 metros. Se verificó picnoclinas en toda la transecta profundizándose hacia las 130 millas náuticas.

La concentración de oxígeno disuelto en esta transecta evidenció valores altos ($>5 \text{ ml l}^{-1}$) en toda la columna de agua, donde no se verificó estratificación vertical ni la presencia de oxiclinas. La distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica, presentó bajos valores de clorofila-a en toda la columna de agua con concentraciones menores a $0,3 \text{ mg m}^{-3}$.

Transecta 16 y 17 (**Figuras 50 y 51**). Estas transectas estuvieron ubicadas en los $42^{\circ}05' \text{LS}$ y $42^{\circ}30' \text{LS}$, correspondiendo a una evaluación del sector oceánico entre las 200 y las 400 millas náuticas. El patrón térmico de distribución vertical evidenció aguas superficiales comparativamente más frías ($> 12^{\circ}\text{C}$) y ausencia de gradientes zonales. La termoclina se ubicó entre los 80 y 160 m revelando una profundización hacia el sector oriental. Bajo los 300 m la columna de agua presentó valores homogéneos de temperatura, quedando bien caracterizada por la isoterma de 6°C.



La distribución vertical de salinidad, en tanto, no presentó gradientes laterales de importancia en el estrato superficial, así como tampoco se advirtió de haloclinas desarrolladas, si no más bien un aumento uniforme de los valores de salinidad hacia los estratos más profundos. El campo vertical de densidad muestra gradientes laterales débiles en el estrato superficial, con una amplia capa de mezcla que fluctuó entre los 80 y 120 m de profundidad. La pycnoclina fue profunda y extensa (100 y 180 m) y no presentó una profundización lateral. Bajo del 300 m la distribución fue homogénea, con valores centrados en los $27\sigma_t$.

La concentración de oxígeno disuelto en esta transecta evidenció una distribución homogénea, con una columna de agua bien oxigenada ($>5 \text{ ml l}^{-1}$) y donde no se estableció la presencia de estratificación vertical ni horizontal. La concentración de clorofila-a, mostró una distribución vertical altamente homogénea caracterizada por presentar valores menores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ a lo largo de ambas transectas.

Transectas latitudinales: Las fluctuaciones latitudinales en las variables medidas también fueron analizadas a través de transectas paralelas a la línea de costa, utilizando estaciones representativas del sector más costero (sobre la plataforma continental) del área de estudio, estaciones a 100 mn, estaciones a 200 mn y sector oceánico a 400 mn desde la costa. La transecta costera comprendió las estaciones 1, 16, 17, 32, 33, 48, 49, 64, 86, 87, 114 y 115; en tanto que la transecta de 100 mn incluyó las estaciones 5, 12, 21, 28, 37, 44, 53, 60, 69, 82, 91, 110 y 119. Por su parte, la transecta de 200 mn incluyó, de norte a sur, a las estaciones 8, 9, 24, 25, 40, 41, 56, 57, 78, 95, 108, 122, 140, 153 y 155; en tanto que la transecta de 400 mn consideró las estaciones 73, 100, 130, 146, 148 y 159.



Transecta longitudinal costera: La transecta “costera”, incluy3 las estaciones 1, 16, 17, 32, 33, 48, 49, 64, 86, 87, 114 y 115, ubicadas a 10 milla y paralelas a la lnea de la costa.

La temperatura en esta transecta evidenci3 aguas frías ($> 12^{\circ}\text{C}$) a lo largo de todo el sector costero, sin gradientes latitudinales (norte-sur) de importancia. De igual manera, las variaciones verticales fueron débiles, no siendo posible identificar una termoclina bien definida (**Figura 52**).

La salinidad, por su parte, mostr3 la diluci3n superficial desde los $36^{\circ}30'S$ y hasta el extremo austral del área de estudio, la que estuvo asociada a la mezcla de aguas con la proveniente de aguas continentales, particularmente al sistema Itata-Bíobío (37°LS) y al estuario de los rí Valdivia y Tornagaleones ($39^{\circ}40'\text{LS}$). Por otra parte, en la zona norte del área de estudio (al norte de los 38°S), se detect3 salinidades mayores a 34,6 psu, situadas bajo los 60 m que demarcan la presencia de las AESS en el sector costero del área de prospecci3n (**Figura 52**).

La densidad evidenci3 tambi3n el proceso de mezcla con el aporte fluvial a partir de los $36^{\circ}30'S$, generando un marcado gradiente latitudinal positivo hacia el norte. Se identific3 una piconclina definida en pr3cticamente todo el transecto, situándose entre los 20 y 100 m de profundidad, la cual se profundiza levemente hacia el extremo sur del área de prospecci3n. En las estaciones que presentaron profundidades mayores (estaciones 49 y 33) se observ3 que bajo los 100 m la densidad fue homogénea, quedando bien caracterizado por valores de 26,4.

La distribuci3n latitudinal superficial de la concentraci3n de oxígeno disuelto (**Figura 52**) estuvo caracterizada por un estrato superficial (sobre los 20 m) bien oxigenado, con valores mayores a 5 ml l^{-1} en todo el transecto. Se identific3 una



oxiclina definida, aproximadamente entre los 20 y 100 m estando presente en toda el área de estudio. Las AESS, caracterizadas por la presencia de concentraciones de oxígeno menores a 1 ml l^{-1} , estuvieron presentes al norte de los $38^{\circ}00'S$ bajo los 100 m de profundidad.

La distribución longitudinal de la clorofila-a mostró, en general, bajos valores superficiales a lo largo de toda la transecta, donde se detectaron; sin embargo, dos núcleos superficiales de concentraciones mayores a $1,1 \text{ mg m}^{-3}$, situados en $38^{\circ}20'$ y $35^{\circ}50'LS$ (**Figura 52**). En el resto del transecto no se detectó concentraciones mayores de $0,5 \text{ mg m}^{-3}$, en tanto que bajo los 50 m de profundidad la clorofila-a presentó valores menores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$.

Transecta latitudinal a 100 mn: La transecta “a 100 mn”, incluyó las estaciones 5, 12, 21, 28, 37, 44, 53, 60, 69, 82, 91, 110 y 119, ubicadas a 100 milla y paralelas a la línea de la costa.

La distribución de temperatura en el estrato superficial en la transecta de 100 mn estuvo caracterizada por el dominio de la isoterma de $15^{\circ}C$ desde el extremo norte del área de estudio hasta los $39^{\circ}S$, observándose un gradiente latitudinal de $2^{\circ}C$ entre los extremos del transecto. La temoclina estuvo presente entre los 60 y 100 m de profundidad, mientras que bajo los 200 m de profundidad, la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante desde los $9^{\circ}C$ hasta valores menores a $6^{\circ}C$ bajo los 400 m (**Figura 53**).

La distribución de salinidad presentó un gradiente norte-sur en el estrato superficial (0-100 m), con la presencia de aguas comparativamente más salinas ($> 34,1$) asociadas a la región norte ($34^{\circ}LS$) y aguas de salinidades menores a 33,9 en el extremo sur del área de estudio (**Figura 53**). La haloclina estuvo situada entre los 60



y 160 m de profundidad, apareciendo más amplia y superficial en el sector sur. Las AESS estuvieron debilitadas en este sector, quedando restringidas sólo al extremo norte de la transecta con aguas de salinidades superiores a 34,5 psu.

La densidad presentó un patrón de distribución similar al descrito para la temperatura, con una capa de mezcla de espesor de 60 m a lo largo de la transecta y una amplia pycnoclina situada entre los 60 y 160 m de profundidad. Bajo los 300 m la columna de agua estuvo bien caracterizada por la isopícnica de $27\sigma_t$.

La distribución de la concentración de oxígeno disuelto sobre los 100 m de profundidad mostró, en general, valores mayores a 5 ml l^{-1} . Se detectó la presencia de una oxiclina más fuerte asociada al sector norte, en tanto que hacia el sur de los 39°LS existió una variación vertical más amplia. Las concentraciones mínimas de oxígeno ($<1,0 \text{ ml l}^{-1}$) sólo estuvieron presentes en la estación del extremo norte del área de estudio (34°LS) y a una profundidad entre 220 y 300 m. (**Figura 53**). Se evidencia un incremento de las concentraciones de oxígeno a partir de los 340 m hasta alcanzar valores superiores a los $4\text{-}5 \text{ ml l}^{-1}$, indicando la presencia de AIA en este estrato de profundidad.

La distribución oceánica de la concentración de clorofila-a reveló un gradiente en profundidad, donde los valores mayores ($<0,5 \text{ mg m}^{-3}$) se ubicaron en el estrato superficial (sobre los 40 m), a excepción de las estaciones del extremo austral del área de estudio donde no superaron los $0,2 \text{ mg m}^{-3}$. Bajo los 70 m de profundidad se detectó valores menores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$. En esta transecta no se detectó la presencia de núcleos de altas concentraciones.



Transecta latitudinal a 200 mn: La transecta “a 200 mn”, incluy3 las estaciones 8, 9, 24, 25, 40, 41, 56, 57, 78, 95, 108, 122, 140, 153 y 155, ubicadas a 200 milla y paralelas a la l3nea de la costa.

Al igual que en la transecta de 100 mn desde la costa, la temperatura del mar en esta transecta muestra un estrato superficial (0-50 m) con un gradiente latitudinal de 3°C, presentando aguas m3s c3lidas (> 15°C) en el sector norte del 3rea de estudio (34°S) y aguas m3s fr3as en el extremo sur (< 13°C). La termoclina estuvo presente en pr3cticamente todo el transecto, ubic3ndose entre los 60 y 100 m de profundidad, siendo m3s desarrollada en el sector norte y haci3ndose m3s amplia y profunda hacia el extremo sur. Por su parte, la distribuci3n vertical de la salinidad no evidenci3 variaciones latitudinales en superficie, quedando el estrato sobre 100 m bien caracterizado por salinidades de 34 psu (**Figura 54**). En esta transecta, las AESS aparecen m3s debilitadas y s3lo estuvieron representadas por un n3cleo de salinidades superiores a 34,5 psu, el cual se ubic3 entre los 200 y 300 m de profundidad en la regi3n norte del 3rea de estudio (34°LS). La haloclina estuvo presente en todo el transecto, ubic3ndose entre los 60 y los 180 m, siendo m3s d3bil hacia el sector sur.

La densidad del agua de mar mostr3 un comportamiento similar a lo descrito para la temperatura, con marcada estratificaci3n latitudinal, presentando densidades mayores hacia el sector sur del 3rea de estudio (**Figura 54**). Se identific3 una pinoquina entre los 60 y 120 m en el sector norte, la cual se debilita y se extiende hacia el extremo sur, a partir de los 40°LS. Bajo los 200 m de profundidad, todo el transecto present3 un incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad, alcanzando los 27,0 σ_t entre los 400 y 450 metros.



La distribución de la concentración de oxígeno disuelto en el estrato superficial se caracterizó por la profundización de la isolínea de 5 ml l^{-1} desde los 60 m en el extremo norte hasta los 200 m en el sector sur del área de estudio. En esta transecta no fue posible identificar concentraciones mínimas de oxígeno ($<1,0 \text{ ml l}^{-1}$) (**Figura 54**). A partir de los 300 m se evidenció un incremento de los valores de oxígeno (hasta alcanzar 5 ml l^{-1}), indicando la presencia de AIA en este estrato de profundidad.

La distribución oceánica de la concentración de clorofila-a estuvo caracterizada por concentraciones muy bajas ($<0,2 \text{ mg m}^{-3}$) en gran parte de la transecta, destacando un núcleo de concentraciones superiores a $0,6 \text{ mg m}^{-3}$ en el estrato superficial de la estación 25 ($36^{\circ}40' \text{LS}$). Bajo los 90 m, las concentraciones fueron aún menores, con valores de clorofila-a inferiores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ (**Figura 54**).

Transecta latitudinal 400 mn: La transecta “a 200 mn”, incluyó las estaciones 73, 100, 130, 146, 148 y 159, ubicadas a 400 milla y paralelas a la línea de la costa.

La temperatura del mar en la transecta ubicada a 400 mn desde la costa, evidenció un estrato superficial (0-80 m) caracterizado por una leve variación latitudinal de aproximadamente 2°C positivo hacia el sector norte. La termoclina estuvo presente en toda el área de estudio siendo débil y profunda, ubicándose entre los 80 y los 200 m y sin presentar variaciones latitudinales. Se observó que bajo los 250 m de profundidad la temperatura estuvo bien representada por la isoterma de 6°C .

Por su parte, la distribución vertical de la salinidad mostró escasa variación latitudinal superficial, a excepción de las estaciones en el extremo sur del área de estudio que mostraron salinidades menores a 34 psu (**Figura 55**). Los gradientes



verticales fueron débiles a lo largo de todo el transecto. La densidad del agua de mar mostr3 un comportamiento similar a lo descrito para la temperatura, con marcada estratificaci3n latitudinal, presentando densidades mayores hacia el sector sur del 3rea de estudio (**Figura 55**). Se identific3 una piconclina entre los 80 y 200 m sin variaciones latitudinales. Bajo los 250 m de profundidad, todo el transecto estuvo bien caracterizado por la isopicna de $27,0 \sigma_t$.

La distribuci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto evidenci3 que todo el transecto present3 valores mayores a los 5 ml l^{-1} sin la presencia de gradientes latitudinales ni verticales. La distribuci3n oce3nica de la concentraci3n de clorofila-a estuvo caracterizada a trav3s de todo el transecto por concentraciones muy bajas, las que no superaron los $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ (**Figura 55**).

5.5.3.3 Perfiles verticales individuales

La distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas medidas en el 3rea de estudio se presenta a la forma de: a) perfiles verticales individuales por estaci3n de muestreo, agrupando las estaciones en tres sectores, una zona norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55' \text{LS}$), una zona centro-sur ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05' \text{LS}$) y una zona sur ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30' \text{LS}$) y, b) perfiles verticales promedio para cada una de las 17 transectas realizadas durante la prospecci3n, privilegiando las diferencias longitudinales al interior de cada transecta.



Sector Norte (34°10'-37°55'LS)

La distribución vertical de temperatura muestra una termoclina bien definida en todas las estaciones, ubicada entre los 40 y 120 m de profundidad, con una clara profundización hacia el sector oceánico (**Figura 56**). Los máximos gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre $-0,32$ y $-3,29^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$. Bajo los 150 m existe un descenso monótonico de la temperatura con la profundidad, hasta la máxima profundidad donde se alcanzó los valores mínimos ($\pm 5^{\circ}\text{C}$). La salinidad mostró una capa superficial con una variación que osciló entre los 33,4 y los 34,4 psu y la presencia de amplias haloclinas especialmente asociadas al sector costero. Los máximos gradientes salinos registrados en este sector variaron entre $0,06$ y $0,56 \text{ psu } 10 \text{ m}^{-1}$. Las AESS estuvieron caracterizadas por salinidades superiores a 34,6 psu se ubicaron en el estrato comprendido entre los 50 y 350 m de profundidad, lo que fue especialmente válido en las estaciones ubicadas en los primeros 50 mn desde la costa. Bajo los 400 m se registran salinidades similares en todas las estaciones evidenciando disminución constante de la salinidad hasta la máxima profundidad de muestreo (**Figura 56**).

Por su parte, la distribución vertical de la densidad mostró una capa de mezcla que se profundizó hacia las estaciones más oceánicas fluctuando entre los 40 y los 70 m de profundidad. Se observaron pycnoclinas bien desarrolladas, con gradientes de densidad fluctuando entre $0,20$ y $0,69 \sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$. La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto, reveló un estrato superficial (entre la superficie y los 25 m) bien oxigenado, con concentraciones de oxígeno disuelto entre $4,5$ y $6,4 \text{ ml l}^{-1}$. Entre los 80 y los 360 m de profundidad se registró valores mínimos de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) caracterizando de la presencia de las AESS en este estrato. Bajo los 400 m de profundidad se registró un aumento



progresivo en la concentración de oxígeno disuelto, alcanzando valores entre 4 y 5 ml l⁻¹ hacia las profundidades mayores profundidades de muestreo (**Figura 56**).

La distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica, estimada como clorofila-a evidenció concentraciones de clorofila-a que no superaron los 2,5 mg m⁻³ en todas las estaciones evaluadas (**Figura 56**). Destaca la presencia de máximos subsuperficiales >1,5 mg m⁻³ asociados a las estaciones costeras 17, 32, 47 y 48.

Sector Centro-Sur (38°20'-42°05'LS)

La temperatura evidenció una termoclina bien desarrollada en todas las estaciones de muestreo, la que se ubicó entre los 20 y 120 m de profundidad, con una profundización hacia el sector oceánico. Gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre los -0,01 y -2,59°C 10 m⁻¹. Al igual que lo descrito para el sector norte, bajo los 150 m se aprecia un descenso monotónico de esta variable con la profundidad, alcanzando valores mínimos centrados en los 5°C hacia las máximas profundidades de muestreo (**Figura 57**).

La distribución vertical de la salinidad presentó una capa superficial con salinidades menores que las reportadas para el sector norte (33,3-34,1 psu), evidenciando procesos de mezcla con agua de origen continental (**Figura 57**). Se registró haloclinas marcadas asociadas a las estaciones situadas en sector costero. Los máximos gradientes salinos registrados en este sector fueron mayores que los descritos para la zona norte, variando entre 0,01 y 0,78 psu 10 m⁻¹. Las AESS estuvieron caracterizadas por salinidades >34,6 psu y se ubicaron entre los 150 y 2500 m de profundidad. Bajo los 450 m se registran salinidades similares en todas las estaciones de muestreo alcanzando valores centrados en los 34,3 psu en la máxima profundidad de muestreo. La distribución de la



densidad, por su parte, mostr3 una capa de mezcla que fluctu3 entre los 20 y los 95 m, profundiz3ndose hacia las estaciones situadas en el sector oce3nico. Los perfiles evidenciaron picnoclinas bien desarrolladas, con gradientes m3ximos de densidad que fluctuaron entre 0,01 y 0,74 σ_t 10 m⁻¹.

Por su parte, la distribuci3n vertical del ox3geno disuelto present3 un estrato superficial bien oxigenado, con valores cercanos a 6 ml l⁻¹. Aguas con concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto (<1,0 ml l⁻¹) se situaron entre los 150 y los 210 m de profundidad (**Figura 57**). Al igual que lo reportado anteriormente, bajo los 400 m se apreci3 un aumento progresivo de esta variable hacia la m3xima profundidad de muestreo, alcanzando valores que fluctuaron entre los 4,5 y los 5,5 ml l⁻¹. La distribuci3n vertical de clorofila-a present3 concentraciones inferiores a 2 mg m⁻³, con m3ximos subsuperficiales asociados a las estaciones 49, 85 y 86.

Sector Sur Oce3nico (39°35'-42°30'LS)

La temperatura superficial evidenci3 la presencia de aguas con temperaturas m3ximas menores a las descritas anteriormente, con valores que oscilaron entre los 11,9 y los 14,9°C. Una extensa y marcada termoclina se encontr3 situada entre los 80 y 160 m de profundidad; mientras que los m3ximos gradientes t3rmicos oscilaron entre los -0,80 y los -2,21°C 10 m⁻¹ (**Figura 58**). La salinidad, en tanto, present3 un estrecho rango de fluctuaci3n en el estrato superficial, con valores superficiales entre 33,9 y 34,15 psu. Los m3ximos gradientes de salinidad para este sector fluctuaron entre 0,04 y 0,11 psu 10 m⁻¹. No se identific3 en este sector la presencia de las AESS, encontr3ndose los m3ximos salinos centrados en los 34,3 psu situados bajo los 200 metros. Bajo los 300 m se registraron



salinidades similares en todas las estaciones, con una tendencia a disminuir hasta la máxima profundidad de muestreo (**Figura 58**).

Por su parte, la distribución de la densidad del agua de mar presentó una estructura similar a la descrita para la temperatura, esto es, una capa de mezcla bien desarrollada que fluctuó entre los 20 y los 95 m de profundidad, una marcada pycnoclina situada bajo los 100 m y gradientes máximos de densidad que oscilaron entre los 0,15 y 0,44 σ_t 10 m⁻¹ (**Figura 58**).

La distribución vertical del oxígeno disuelto mostró una columna de agua caracterizada por valores cercanos a 6 ml l⁻¹ en los primeros 100 m de profundidad. En este sector, si bien se registró un descenso de las concentraciones de oxígeno disuelto en el estrato entre los 200 y 350 m, no se reportó la presencia de concentraciones mínimas de oxígeno (< 1,0 ml l⁻¹) alcanzando sólo a valores menores a 2,5 ml l⁻¹. Al igual que lo reportado en el resto del área de prospección, bajo los 400 m se registró un aumento progresivo en la concentración de oxígeno hasta la máxima profundidad, alcanzando valores de oxígeno disuelto entre los 5 y 6 ml l⁻¹. (**Figura 58**).

Por su parte, la distribución de clorofila-a en este sector presentó las concentraciones más bajas de toda el área de estudio, no sobrepasando en ninguna estación de muestreo los 0,5 mg m⁻³. (**Figura 58**).

5.5.3.4 Perfiles verticales promedios

Las **Figuras 59, 60 y 61** presentan los perfiles verticales promedio para cada una de las transectas realizadas, considerando todas las variables medidas en este



estudio, con el propósito de evaluar tanto las variaciones verticales latitudinales (entre transectas) como las longitudinales (entre estaciones de muestreo).

La distribución vertical promedio de la temperatura presentó un estrato superficial homotermo en los primeros 20 m de la columna de agua, el que se profundiza al sur de los 40°25'S. Una termoclina bien definida y que se profundiza levemente hacia las transectas del sector sur del área de estudio encontrándose situada entre los 60 y 150 metros de profundidad (**Figura 59**). En todas las transectas se advierte un descenso relativamente constante de esta variable a partir de los 200 m de profundidad hasta la máxima profundidad de muestreo, alcanzando valores centrados en los 5°C.

La salinidad muestra un estrato superficial caracterizado por aguas con salinidades centradas en los 34 psu (**Figura 59**). Se observó una débil haloclina en gran parte del área de estudio situada entre los 40 y 220 m de profundidad, a excepción de las transectas 9 y 10 (39°10'LS y 39°35'LS, respectivamente) donde se aprecia la marcada acción de las aguas continentales en el estrato superficial. Hacia el extremo sur del área de prospección (transectas 14 a la 17), la haloclina evidencia un marcado debilitamiento hasta estar prácticamente ausente. Las AESS se situaron entre los 130 y los 280 m de profundidad. Hacia las transectas situadas en el extremo sur del área de estudio se aprecian valores máximos de salinidad inferiores a lo observado en las transectas anteriores, debido a la influencia de las estaciones más oceánicas (al oeste de las 200 mn), en donde las AESS estuvo prácticamente ausente. Bajo los 300 m la salinidad comienza a disminuir levemente hacia la máxima profundidad de muestreo en todas las transectas, denotando la presencia incipiente de las AIA en ese estrato.



La distribuci3n vertical promedio de la densidad en cada una de las transectas realizadas (**Figura 60**) evidencia un patr3n de distribuci3n con una capa de mezcla que aumenta progresivamente hacia el sector sur, donde alcanza los 100 m de profundidad (transectas 14, 15, 16 y 17) y picnoclinas identificables en todas las transectas, situadas entre los 40 y los 120 m de profundidad. Bajo los 150 m de profundidad, la distribuci3n promedio de la densidad evidenci3 un incremento uniforme con la profundidad hasta la m3xima profundidad de muestreo.

Por su parte, la distribuci3n vertical promedio de la concentraci3n de ox3geno disuelto en la columna de agua (**Figura 60**) mostr3 un estrato superficial bien oxigenado ($> 5 \text{ ml l}^{-1}$), con una oxiclina extensa en la mayor3a de las transectas. Las AESS caracterizadas por presentar concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) se encontraron asociadas al estrato entre los 120 y los 340 m de profundidad en las transectas del sector norte del 3rea de estudio (transectas 1 a la 5). Hacia el sector sur, la presencia de las AESS aparece muy debilitada o ausente. Bajo los 400 m de profundidad y hasta la m3xima profundidad de muestreo se verifica un aumento progresivo en la concentraci3n de ox3geno disuelto con la profundidad, denotando la presencia incipiente de las AIA en toda el 3rea de estudio asociada a los estratos m3s profundos de muestreo.

La distribuci3n vertical promedio de la biomasa fitoplanct3nica (**Figura 61**) evidenci3, en general, un sector norte dominado por valores de clorofila-a inferiores a 1 mg m^{-3} en toda la columna de agua (transectas 1 a la 3), hacia el sur de los $35^{\circ}50' \text{LS}$ se aprecian m3ximos superficiales y subsuperficiales $> 1 \text{ mg m}^{-3}$ de las estaciones costeras de las transectas 4 a la 7. Hacia el sector sur del 3rea de prospecci3n (al sur de los $38^{\circ}45' \text{S}$), todas las transectas evidenciaron concentraciones bajas de clorofila-a alcanzando valores m3nimos ($< 0,4 \text{ mg m}^{-3}$)



en las transectas del extremo sur del área de estudio, las que se encuentran compuestas en su totalidad por estaciones del sector oceánico.

5.5.3.5 Profundidad capa mezcla, base de la termoclina, espesor de la termoclina y temperatura base de la termoclina

La distribución horizontal de la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT), el espesor de la termoclina (ET) y la temperatura en la profundidad base de la termoclina (TBT) se presentan en la **Figura 62**.

La PCM presentó un valor promedio de $65,7 \pm 24,9$ m, con una fluctuación entre los 12 m (estación 32) y los 118 m de profundidad (estación 150), considerando un total de 126 estaciones de muestreo. La distribución horizontal de la PCM mostró un gradiente lateral positivo hacia el sector oceánico, con valores menores a los 60 m de profundidad al interior de las 50 mn desde la costa, alcanzando valores mínimos < 20 m en el sector costero frente a Lebu. Por su parte, el extremo sur oceánico del área de prospección (al oeste de las 200 mn) está caracterizado por un leve gradiente latitudinal y PCM < 90 m al norte de los $40^{\circ}50'S$ y valores máximos de PCM (> 100 m) hacia el sur de los $42^{\circ}05'S$ (**Figura 62a**).

La PBT evidenció un amplio rango de fluctuación, entre los 25 m (estación 48) y los 164 m de profundidad (estación 55), con un valor promedio de $111,2 \pm 32,2$ m, considerando 125 estaciones de muestreo evaluadas en el área de estudio. Al igual que lo reportado para la PCM, esta estructura evidenció a lo largo de toda la región de estudio un claro gradiente costa-océano (**Figura 62b**), con valores de PBT comparativamente menores (< 100 m) asociados a los primeros 50 mn desde la costa y una marcada profundización hacia el sector más oceánico, donde la PBT excedió los 120 m de profundidad.

Por su parte, el ET mostró un valor promedio de $45,2 \pm 19,0$ m, con un rango de variación entre los 4 m (estación 17) y los 94 m (estación 40), para el total de 125 observaciones realizadas. La distribución horizontal del ET evidenció un gradiente longitudinal en una estrecha banda costera (primeras 50 mn desde la costa), quedando este sector caracterizado por valores menores a 30 m. Hacia el sector oceánico, entre los $36^{\circ}10'LS$ y los $38^{\circ}45'LS$, el ET fue en progresivo aumento alcanzando los máximos valores (> 70 m) reportados para el área de estudio. El extremo sur oceánico del área de prospección, quedó caracterizado por valores centrados entre los 40 y 50 m (**Figura 62c**).

La temperatura registrada en la profundidad base de la termoclina (**Figura 62d**) presentó un valor promedio de $10,46 \pm 0,700$ °C, con una fluctuación entre los $8,78^{\circ}C$ (estación 159) y los $11,91^{\circ}C$ (estación 37). La distribución horizontal mostró leves variaciones espaciales, con un sector situado al norte de los $39^{\circ}35'S$ dominado por aguas comparativamente más cálidas (isotermas de $10,5$ y $11,0$ °C), un sector sur caracterizado por la isoterma de $10^{\circ}C$ y un sector sur oceánico que evidenció las menores temperaturas del sector de estudio, quedando caracterizado por las isolíneas de $10,0$ y $9,5$ °C.

5.5.3.6 Diagrama TS

El análisis de las masas de aguas se realizó a través e interpretación de diagramas TS (**Figura 63**). Para esto, las estaciones de muestreo fueron agrupadas en tres sectores; costera norte (10 y 200 mn, al norte de $38^{\circ}LS$), costera sur (10 y 200 mn, al sur de $38^{\circ}LS$) y oceánica sur (200 y 400 mn, al sur de $38^{\circ}LS$).



Durante el presente estudio y de manera similar a lo presentado en estudios hidroacústicos anteriores, se detectó la presencia de tres tipos de agua, a saber: Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Intermedia Antártica (AIAA). El análisis para cada una de los sectores muestreadas arrojó los siguientes resultados:

Costera-norte

Las ASAA presentaron un rango de temperatura entre 9 y 15°C, mientras que la salinidad fluctuó entre 33,40 y 34,20 psu. Bajo los 150 m de profundidad la presencia de AESS fue importante con un rango de salinidad entre 34,4 y 34,75 psu y una variación térmica entre 8 y 12°C. Las AIAA variaron entre 5,0 y 6,5°C. y presentaron salinidades entre los 34,25 y 34,42 psu. (**Figura 63a**).

Costera sur

La presencia de ASAA se caracterizó por salinidades entre 33,00 y 34,10 psu y de temperatura que van de 11 a 15°C. La influencia de AESS hacia el sur de este sector aparece muy debilitada, presentando en general índices termosalinos comprendidos entre 34,40 y 34,65 psu y entre 8 y 11°C. En tanto, las AIAA se reportan en un estrato más profundo, con temperaturas entre 5,1 y los 6,5°C y salinidad entre 34,32 y 34,42 psu (**Figura 63**).

Oceánica-sur

Este sector se caracterizó por la virtual ausencia de AESS. Las ASAA presentaron un rango de temperaturas entre 9,5 y 14,5°C y salinidad entre 33,95 y 34,15 psu.



El rango salino correspondiente a las AIAA en este sector fue entre 34,30 y 34,46 psu, con una variaci3n t3rmica entre 5,0 y 6.5°C.

La **Figura 64** presenta la distribuci3n de los porcentajes de mezcla de las tres masas de agua identificadas en el 3rea de estudio, para los estratos de 100, 200 y 400 m. En el estrato de 100 m se observa un amplio predominio de las ASAA en el sector oce3nico (>75 mn), mientras que hacia la costa los mayores porcentajes corresponden a AEES. Las AIA aportan con un porcentaje de presencia muy bajo en este nivel.

En el estrato de 200 m las AEES presentaron un amplio predominio en el sector costero, con un porcentaje de presencia cercano al 70%. En tanto que hacia el sector oce3nico las tres masas de agua identificadas en la zona de prospecci3n (ASAA, AEES y AIA) evidenciaron porcentajes de presencia similares (30%). Por su parte, el estrato de 400 m estuvo caracterizado por la presencia de AEES y AIA en porcentajes de presencia similares (40 y 50%, respectivamente) y por el escaso aporte de las ASAA (< 2%) a este nivel de profundidad.

Los 3ndices termohalinos invernales reportados durante la presente prospecci3n, son similares a los descritos anteriormente para cruceros de igual naturaleza y efectuados en la misma zona hist3ricamente (Figuroa *et al.*, 1995; N3ñez & Ortiz, 1999; N3ñez *et al.*, 2001, 2002, 2003). Adem3s, los resultados se enmarcan con lo descrito en numerosos estudios hidrogr3ficos y din3micos realizados en la regi3n Centro-Sur de Chile (Brandhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Robles, 1976; Silva & Sievers, 1981; Silva, 1982; Rojas & Silva, 1996; Strub *et al.*, 1998).



5.5.4 Relaciones espaciales de la distribución y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanográficas

5.5.4.1 Distribución geográfica del recurso

El recurso presentó una distribución bastante similar al año pasado, al estar concentrado el recurso este año principalmente en el sector sur y en zonas bastante alejadas de la costa. Los resultados señalan que el recurso se localizó en la columna de agua desde la superficie hasta 200 m de profundidad, con una clara preferencia por los primeros 150 m de la columna de agua donde se reportó la mayor cantidad de las celdas positivas. (Córdova *et al.*, 2003 y 2002).

En este sentido y con el fin de explorar asociaciones entre la especie y las variables ambientales, se analizó específicamente los sectores donde se concentró la mayor abundancia separadas por tres estratos o capas de profundidad que van desde la superficie a 50 m, 51 a 100 m y 101 a 150 m de profundidad.

En la capa que abarca desde la superficie hasta los 50 m, la especie presentó una distribución espacial mayormente costera y con agregaciones muy definidas (**Figura 65a**), la repartición geográfica del recurso indica que éste se concentró en dos áreas: la primera localizada entre Talcahuano y Corral, en las primeras 80 mn de la costa, y abarca un área app de 11.000 mn² y que se destaca por sus altas concentraciones de densidad, por tener de altas concentraciones de eufáusidos y estar en una zona de gradientes térmicos moderados; el segundo foco se ubica al oeste de Corral, a unas 400 mn de la costa, exhibe bajas densidades y cubre un área geográfica de unas 2.000 mn², este núcleo se caracteriza por localizarse en un sector de baja densidad de eufáusidos. El jurel



alcanzó un área que abarca app. 15.000 mn², donde la mayor cantidad de las celdas es de baja densidad. En cuanto al índice de ocupación (Nº de pixeles positivas/Nº de pixeles totales), solamente las cuadrículas positivas, el 84% correspondió a pixeles de baja densidad, el 10% a celdas de mediana densidad y el 6% a concentraciones altas (**Tabla 32**).

En la capa de 51 a 100 m de profundidad, el jurel exhibió una distribución espacial más oceánica con una distribución que se centra al SW de Corral (**Figura 65b**), la repartición geográfica del recurso indica que éste se concentró mayoritariamente sobre las 300 mn de la costa, en este plano se distribuye la mayor biomasa de la especie, lo que es absolutamente coincidente con lo mencionado para años anteriores. Por otra parte, si se toman en cuenta solamente las cuadrículas positivas, el 79% correspondió a pixeles de baja densidad, el 12% a mediana densidad y el 9% a pixeles con altas concentraciones (**Tabla 32**).

En el plano 101-150 metros, la especie se distribuyó en un total aproximado de 16.000 mn², con una gran mayoría de pixeles que registraron una baja densidad y solamente el 10% de las cuadrículas exhiben densidades medias y altas (**Figura 1c y Tabla 2**). En esta capa se aprecia un importante núcleo de altas densidades de la especie, localizado a unas 150 mn al oeste de Corral, en un sector que muestra bajas temperaturas y salinidades y concentraciones de eufáusidos pequeñas.

Tabla 32

Índices de ocupación de las cartografías de distribución de jurel (en porcentaje) capas de 5, 50 y 100 m

DENSIDAD	Superficie-50 m.		Capa 51-100 m.		Capa 101-150 m.	
	+	t.	+	t.	+	t.
Densidad Baja	84	17	79	20	90	15
Densidad Media	10	02	12	03	08	02
Densidad Alta	06	01	09	02	02	0,5

+ : cuadrículas positivas.

t. : cuadrículas totales.

5.5.4.2 Análisis integrado

a) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas

Se realizó un análisis visual de los distintos planos y cartografías y además se establecieron tabulaciones cruzadas (crostabulación) con el objeto de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie en relación los parámetros ambientales y además calcular los coeficientes Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 metros.

En relación con la temperatura

Las cartografías de temperatura se observan en las **Figuras 66a, 67a, 68a y 69a**. En la capa superficial se observa que las TSM fluctuaron entre los 11 y 16°C; con un valor promedio de 13,88. La distribución espacial de la TSM presentó, en las primeras 50-60 mn, aguas comparativamente más frías (color verde claro) entre Constitución y el extremo austral del área de estudio probablemente debido a eventos de surgencias durante el período de estudio. Al norte de la latitud 37°LS, y al sur de los 38°30'LS las aguas costeras frías generaron un fuerte gradiente



térmico debido al encuentro con aguas comparativamente más cálidas. En la zona de estudio dominan en general las isotermas de 13° y 14°C hasta las 400 mn desde la costa (**Figura 66a**). Con respecto al jurel, el mayor foco del recurso está localizado entre Talcahuano y Corral, en las primeras 80 mn de la costa, y se caracteriza por situarse en un sector de gradientes térmicos moderados. La relación entre los pixeles con presencia de jurel y la TSM, muestra que el recurso se presentó en un rango de TSM desde los 12°C hasta los 15°C, con una clara preferencia por los 13°C (**Figura 70a**). Lo anterior es similar a lo acontecido al año 2003 en el cual la distribución de jurel presentó un patrón similar con un amplio dominio de las aguas de 13-14°C como preferidas por la especie (**Figura 71a**). El índice de Cramer entre las variables es de 0,27, indicando una regular asociación entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 33**).

En el estrato de 50 m, la temperatura presentó un rango de variación levemente menor al descrito para el estrato anterior con una temperatura que varía los 10,38 y los 15,94°C, con un valor promedio de 13,447. La distribución horizontal exhibió un fuerte gradiente lateral, entre las 50 y las 130 mn desde la costa, debido al encuentro entre aguas frías del sector costero y aguas más cálidas presentes en el área oceánica. En cuanto al recurso, éste muestra una repartición más oceánica con una distribución que se centra al SW de Corral y se relaciona con gradientes térmicos relevantes (**Figuras 65b y 67a**). La **Figura 72a** muestra que el recurso se reporta principalmente en temperaturas de 11-14°C, con una acentuada preferencia por la temperatura de 13°C, lo que es concordante con años anteriores (**Figura 73a**). La asociación entre el recurso jurel y la temperatura vuelve a ser moderada con un índice Cramer de 0,25 (**Tabla 33**).

En el plano de 100 m, la distribución horizontal de la temperatura cambia radicalmente respecto a lo descrito anteriormente. La estructura térmica presenta una distribución homogénea, bien caracterizada por las isotermas de 11 y 12°C (**Figura 68a**). La repartición espacial de la especie indica que ésta se reportó mayoritariamente en aguas de 11 y 12°C.

Tabla 33

Coeficientes de Cramer 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)	0,27	0,25	0,23
Salinidad (psu)	0,29	0,28	0,26
Oxígeno (ml/L)	0,39	0,33	0,30
Densidad (σ_t)	0,29	0,26	0,23
Clo-a integrada (mg/m ³)	0,27	0,11	0,17
Eufáusidos (ind/1000m ³)	0,27	0,26	0,22
Copépodos (ind/1000m ³)	0,20	0,10	0,08
Capa dispersión profunda	0,21	0,22	-----

En relación con la salinidad

En el plano superficial, la salinidad presentó un rango de variación entre 32,99 y 34,26 psu, con un valor promedio de 33,89. La repartición geográfica de la salinidad mostró un fuerte diferencial en el sentido norte-sur (**Figura 66b**), con aguas comparativamente más salinas en el sector norte, en cambio el área situada al sur de los 36°LS estuvo dominada por aguas con salinidades menores a 33,8 psu. Por otro lado el mayor foco del recurso se caracteriza por situarse en un sector de fuertes gradientes salinos. La relación entre los pixeles con presencia de jurel y la salinidad indica que la especie se ubicó en un rango desde los 33,3 a 34,0 psu,



con una clara preferencia por los 33,6-33,7 psu (**Figuras 70b y 71b**). El índice de Cramer entre las variables es de 0,29 indicado una buena asociación ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 33**).

En la capa de 50 m, las salinidades se incrementan y se reportan entre los 33,65 y 34,56 psu, con una leve predominancia de los registros mayores a 34,0 psu. La repartición espacial evidenció un fuerte gradiente lateral entre las latitudes 34°S y 39°S, caracterizado por la presencia en el sector costero de aguas con salinidades mayores a 34,1 psu y, valores levemente inferiores hacia el extremo oceánico de las transectas (**Figura 67b**). Por otra parte, se destaca que los principales focos de la especie se sitúan en sectores de moderados diferenciales salinos con una preferencia del recurso por salinidades 33,9-34,0 psu, lo que es similar a lo descrito para años anteriores (**Figura 73b**). El índice de Cramer es de 0,28 por lo que la relación es significativa.

En el estrato de 100 m, los valores de la salinidad son relativamente altos con un rango de fluctuación entre los 33,9 y 34,73 psu, apreciándose un dominio del estrato 34,0-34,4 psu, destacándose los centros de altas salinidades ubicados frente a Constitución y Talcahuano detectándose una banda costera (en las primeras 70-80 mn) de aguas más salinas ($> 34,3$ psu) que dominan todo el sector central y sur del área de estudio (**Figura 68b**). En relación al recurso jurel, éste se sitúa principalmente al oeste de Corral, con un núcleo muy denso que está restringido por la isohalina de 34,0 psu. El índice de Cramer entre las variables es de 0,26, indicado una moderada asociación ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 33**).



En relación con el oxígeno disuelto

En el plano superficial, el oxígeno presentó aguas oxigenadas con una distribución homogénea en un rango de 4,8 y 6,5 ml/L, con una participación de más del 80% de la categoría 5,0-6,0 ml/L, lo anterior implica que no se forman gradientes longitudinales relevantes (**Figura 66c**). En esta capa, el 100% del recurso se presenta en el rango 5,0-6,0 ml/L, con una marcada moda en 5,0 ml/L, lo anterior es coincidente con lo reportado para los años 2002 y 2003 (**Figuras 70c y 71c**). Finalmente, se señala que la asociación entre las variables es significativa registrando un índice de Cramer de 0,39 (**Tabla 33**).

En la capa de 50 m, el oxígeno presentó un rango más amplio (entre los 1,9 y los 6,12 ml/L), que en el estrato anterior aunque se mantiene se mantiene la marcada moda de los 5,0-6,0 ml/L, asimismo desde San Antonio hasta Talcahuano se observa una franja costera con concentraciones de oxígeno más bajas especialmente en las proximidades de Constitución vinculadas al efecto local de surgencias en este sector. En relación al jurel, éste vuelve a presentar una clara preferencia por aguas entre los 5,0 ml/L, lo que similar a lo descrito en los últimos años (**Figuras 72c y 73c**). Por otra parte, el índice de Cramer verifica una asociación significativa con un valor de 0,33 (**Tabla 33**).

En el estrato de 100 m, siguiendo con el tradicional comportamiento del oxígeno disuelto, los niveles de oxígeno decrecen significativamente y se localizan entre los 0,7 y los 6,18 ml/L con un valor promedio de 4,61 ml/L, aunque continúa el dominio de aguas con registros mayores a los 5,0 ml/L, también se destaca el nítido dominio de aguas pobres en oxígeno (< 2 ml/L) en el sector costero y también se observan aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (color amarillo) muy cerca de la costa vinculadas con un núcleo de surgencia costera. En cuanto al



jurel, se destaca que el foco de altas concentraciones de jurel –al oeste de Corral– se restringe a valores de oxígeno de 5,0 ml/L. A su vez, el índice Cr vuelve a reportar una alta asociación alcanzando los 0,30.

En relación con la densidad

La densidad superficial del agua de mar presentó una variación entre 24,93 y 25,90 σ_t , con un predominio de aguas de densidad menor a 25,6 (σ_t) (**Figura 66d**). La distribución horizontal de la densidad del agua mostró aguas más densas en el sector costero entre Constitución y Talcahuano relacionadas con aguas surgentes en dicho sector, lo que implicó la presencia de un fuerte gradiente lateral. En este plano el recurso se presenta entre los 24,8 y 25,6 σ_t con una clara preferencia por el rango 25,0-25,2 (σ_t) (**Figura 70d**) lo que concuerda con lo reportado en los años 2002 y 2003 (**Figura 71d**). En cuanto a la asociación de las variables, ésta es significativa ($\alpha= 0,05$) registrando un índice de Cramer de 0,29 (**Tabla 33**).

En la capa de 50 m, las densidades se incrementan y se reportan desde los 25,0 hasta los 26,28 (σ_t), con un leve predominio de niveles mayores a los 25,4 (σ_t); asimismo, se destaca la presencia de una franja costera de aguas comparativamente más densas ($> 25,7 \sigma_t$), lo que genera un diferencial lateral en la dirección costa-océano. La repartición del jurel, en este plano, indica que las mayores concentraciones se sitúan al SW de Corral asociadas a un sector de densidades intermedias y en las proximidades de gradientes laterales. En este estrato, el jurel se presentó entre los 25,0 y 26,0 (σ_t), con una predilección por los 25,4 y 25,6. El índice de Cramer da cuenta de una regular asociación con un valor de 0,26.



En la profundidad de los 100 m, los registros de la densidad del agua aumentan notablemente y no se reportan densidades del agua inferiores a 25,6 (σ_t), destacándose lenguas de aguas muy densas que van desde la costa hacia el sector oceánico, también se destaca una banda costera de aguas más densas ($> 26,3 \sigma_t$) que recorre toda la zona de estudio. Por su parte, el recurso se concentró mayoritariamente al oeste de Corral, con un núcleo muy denso que está restringido a las aguas de 25,8 (σ_t). Por último, el índice de Cramer indica una relación débil con un registro de 0,23 (**Tabla 33**).

En relación con la clorofila-a integrada

La distribución espacial de la clorofila-a integrada evidenció valores que fluctuaron entre los 1,0 y los 54,8 mg/m³ (**Figura 74a**). La repartición de esta variable exhibió valores muy bajos en prácticamente toda la zona de estudio, con una distribución homogénea que sólo se vio alterada por un núcleo de concentraciones comparativamente más altas localizado a unas 100 mn frente a Lebu, también se destaca un notable gradiente latitudinal al SW de Corral. Respecto al jurel, éste se reporta en concentraciones de clorofila a integrada entre 1 y 50 mg/m³, con una preferencia por el rango de 20 mg/m³, (**Figuras 70e y 72e**). Por último, el índice de Cramer indica relaciones moderadas y bajas que fluctúan entre 0,11 y 0,27, dependiendo de la capa de jurel analizada (**Tabla 33**).

En relación con los eufáusidos y copépodos

Como se mencionó anteriormente, los eufáusidos y copépodos se constituyeron en grupos de relevancia cuantitativa registrando una gran abundancia en ambos casos.



En el caso de los eufáusidos, las mayores concentraciones se ubicaron en las zonas costeras y especialmente entre el Golfo de Arauco y Corral (**Figura 74c**), estas zonas de concentraciones de eufáusidos no se corresponden con los mayores focos de concentración del jurel (a excepción de la capa superficial). No obstante lo anterior, el índice de Cramer señala que la relación entre las variables es significativa (**Tabla 33**).

Con respecto a los copépodos, las mayores concentraciones se localizaron al NW de la bahía de Corral en las primeras millas de la (**Figura 74d**). Al igual que los eufáusidos, los sectores de mayor densidad de copépodos no se superponen con zonas de alta concentración de jurel, lo que implica que no existe una buena asociación entre ambas variables, lo cual es corroborado con los índices de Cramer, que dan cuenta de magras asociaciones entre las variables (**Tabla 33**).

En relación con la capa de dispersión profunda (CDP)

La distribución geográfica de la CDP mostró dos núcleos principales: el primero se sitúa al oeste de Constitución región donde se aprecian altos registros y que posee una gran extensión espacial, el segundo foco también se localiza frente a Constitución a unas 150-200 mn de la costa y se caracteriza por abarcar una menor área (**Figura 74b**). Lo anterior indica una relación inversa entre la densidad de jurel y la CDP ya que la mayoría de las lecturas acústicas se registraron en lugares donde la CDP presentaba bajas densidades.

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

Las señales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en S_a y variables hidrológicas temperatura y salinidad se muestran en las **Figuras 75, 76**,



77 y 78. Estas 3ltimas, en general, presentan una marcada disminuci3n en el sentido norte-sur lo que es consecuente con la climatolog3a local.

En relaci3n con la temperatura

Capa superficial

En la franja costera (que se extiende desde la costa hasta 50 mn), se puede observar que la mayor concentraci3n de jurel se concentr3 entre Talcahuano y Corral, en las primeras millas n3uticas de la costa, y que se destaca por sus altas concentraciones, adem3s se present3 un segundo n3cleo frente a Corral, que evidenci3 menores densidades (**Figura 75a**). Por su parte, las temperaturas fluctuaron entre los 11 y 16°C, con una distribuci3n espacial que present3 aguas comparativamente m3s fr3as al sur de la latitud 39°LS y un fuerte gradiente latitudinal en los alrededores de Corral. En este sector, la mayor densidad de jurel (entre Talcahuano y Corral) esta asociada a una zona de aguas fr3as y de gradientes moderados, en cambio el segundo foco (W de Corral) est3 vinculado con un sector de gradientes t3rmicos relevantes.

En la franja intermedia (entre 50 y 100 mn de la costa), se aprecia que las mayores concentraciones de jurel contin3an observ3ndose entre Talcahuano y Corral y est3n asociadas a bruscos descensos de la temperatura y a fuertes diferenciales t3rmicos (**Figura 75b**). Cabe destacar que las mayores agregaciones de la especie se corresponden con grandes cambios latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un continuo descenso en la direcci3n norte-sur.



En la banda oceánica (desde 100 mn hacia el oeste) se observa que la señal de densidad del jurel indica una gran disminución en la abundancia, en esta banda el jurel presenta dos grandes picos, el primero se centra en frente a Talcahuano en un sector de gradientes térmicos moderados, en tanto que el segundo núcleo se ubica al SW de Corral en una región de grandes diferencial térmicos, destacándose que el mayor foco del recurso se localiza en zonas de fuertes cambios negativos de la temperatura y de notables gradientes térmicos (**Figura 75c**).

Capa 50 metros

En la capa de 50 metros de profundidad se advierte la escasa presencia del recurso en el sector costero de la zona de estudio, también cabe destacar la escasa aparición del recurso al norte de la latitud 38°30'S (Río Imperial). En este sector se aprecia que las concentraciones más altas se sitúan al SW de Corral (aunque dichos registros son muy pequeños) y se caracterizan por estar relacionados con una zona de gradientes térmicos importantes y estar restringidas por los bordes de las aguas de 13-14°C (**Figura 76a**).

La franja intermedia nos muestra que altas concentraciones de la especie, las que se concentran entre Talcahuano y Corral, dichas agregaciones están restringidas a un sector de bajas temperaturas y a diferenciales térmicos pequeños (**Figura 76b**).

En la región oceánica, el jurel virtualmente desaparece desde la latitud 29°LS hacia el norte y las mayores concentraciones se restringen a la zona ubicada al SW de Corral, en esta banda las mayores concentraciones de la especie se presentan en sectores donde se aprecia un sostenido descenso de las temperaturas en la dirección norte-sur y de bruscos diferenciales térmicos (**Figura 76c**). Es importante señalar que en las regiones oceánicas la relación entre las



agregaciones de jurel y sectores de gradientes térmicos es más significativa que en las bandas más costeras.

En relación con la salinidad

Capa superficial

En la franja costera, la señal de salinidad muestra variaciones drásticas que se deben a la presencia de desembocaduras de ríos. Por su lado, el jurel presentó un foco principal entre Talcahuano y Corral, y un núcleo secundario al oeste de Corral, destacándose que el segundo foco se posiciona en un área donde se producen fuertes gradientes salinos, no obstante el foco de jurel se encuentra en los bordes internos de dichos diferenciales, a su vez estos sectores también se asocian a sectores donde la temperatura presenta continuos decrecimientos (**Figura 77a**).

En la zona intermedia, la distribución del jurel indica que las agregaciones mas importantes continúan localizándose entre Talcahuano y Corral y están asociadas a fuertes variaciones en la salinidad y a notables gradientes salinos (**Figura 77b**). No obstante lo anterior, cabe destacar que la salinidad presenta un comportamiento más uniforme con mayores valores en la zona norte y menores en el sector sur, sin embargo, de igual manera se producen diferenciales salinos substanciales.

En el sector oceánico, la repartición espacial de la especie indica una gran disminución en la abundancia, en esta banda el recurso presenta dos zonas principales, la primera se sitúa en frente a Talcahuano en un sector de bajas salinidades y diferenciales salinos moderados, en contraste el segundo se ubica al SW de Corral en un área de bajas salinidades pero de gradientes laterales relevantes.



Capa 50 metros

En esta capa, la serie latitudinal de la banda costera muestra una escasa presencia de jurel, con un foco principal emplazado al SW de Corral, que se ubica en un sector que presenta una gran disminución de la salinidad en el sentido norte-sur y notables gradientes salinos asociados al estuario de la bahía de Corral (**Figura 78a**).

En la franja intermedia, las mayores concentraciones de jurel se registran entre Talcahuano e isla Mocha están asociadas a zonas que presentan fluctuaciones de la salinidad con un brusco descenso debido a la influencia de la desembocadura de ríos. En este sentido se señala que la principal concentración de jurel se ubica en una zona con grandes cambios latitudinales negativos de la salinidad y fuertes gradientes salinos.

En el sector oceánico, las mayores concentraciones del recurso están directamente relacionadas con fluctuaciones en la señal de la salinidad y esta restringida por las aguas de 34,0 psu en una zona de diferenciales salinos moderados (**Figura 78c**).

c) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas

La densidad acústica del jurel fue transformada aplicando logaritmo se distribuye normalmente sin considerar los valores cero. Se analizaron las relaciones entre la densidad del jurel y las variables ambientales, en cuatro perfiles longitudinales. El análisis se considera la asociación no paramétrica usando suavizadores “loess”.



Con el test F la significancia estadística de la variable incorporada a los modelos se evaluó con. De las variables analizadas, cuatro, la temperatura, salinidad, oxígeno y densidad del agua de mar presentan una relación significativa con la densidad del jurel, mientras que las variables gradiente de temperatura la relación con la densidad del jurel no es significativa (con $p = 0,05$) en los perfiles longitudinales de 131 a 230 mn y de 231 a 320 mn, en el caso del gradiente de salinidad esta no es significativa es en el perfil mas costero (**Tabla 34**).

Para la temperatura se presenta una relación lineal parabólica, en el sector longitudinal de 5 a 130 mn se observan dos máximos, uno a 12,7 y el otro a 13,6°C (**Figura 79**) avanzando longitudinalmente hacia el sector oceánico los máximos se presentan a 12,7, 13,0 y 13,1°C (**Figuras 80, 81 y 82**). Para el gradiente de temperatura la relación se presenta en los sectores más costeros y más oceánico, mientras que en los intermediarios estas no son significativas (**Figura 79, 80, 81 y 82**).

Para la salinidad en el sector mas costero (5 a 130 mn) se presenta una relación no lineal tipo rampa lineal positiva hasta los 33,65 psu y negativa hasta los 33,9 psu para incrementarse posteriormente. Avanzando longitudinalmente hacia el sector oceánico hasta las 400mn la relación entre la densidad del jurel y la salinidad en no lineal presentándose un máximo en 34.1psu. El gradiente de salinidad presenta una relación no significativa en el sector más costero y débiles hacia los más oceánicos (**Figura 79, 80, 81 y 82; Tabla 34**).

Para el oxígeno en el sector mas costero se presenta en un amplio rango, a partir de losas se observa una relación tipo rampa con un máximo en 5,8 ml/L, en los sectores intermedios presentan una relación ascendente hasta los 5.6 ml/L ascendente y un máximo a 5,8 ml/l (**Figura 79, 80, 81 y 82; Tabla 34**).

Tabla 34

Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en los modelos biomasa, temperatura (temp), gradiente temperatura (grad temp), salinidad (sal), gradiente salinidad (grad sal), oxígeno (oxi) y densidad (dens)

Perfil longitudinal	MODELO			Devianza				
	v. explicada	suavizador	v. explicativa	Devianza	Df	Residual	F-value	Pr(F)
5 - 130 mn	biomasa	loess	temp	478	522	583	42,67	0,0000
	biomasa	loess	grad temp	478	522	554	2,95	0,0224
	biomasa	loess	sal	478	522	453	6,3	0,0000
	biomasa	loess	grad sal	478	522	471	1,85	0,1268
	biomasa	loess	oxi	478	522	452	6,93	0,0000
	biomasa	loess	dens	478	522	456	6,46	0,0002
131-230 mn	biomasa	loess	temp	671	815	583	42,67	0,0000
	biomasa	loess	grad temp	671	815	663	1,90	0,1213
	biomasa	loess	sal	671	815	634	5,10	0,0002
	biomasa	loess	grad sal	671	815	637	5,84	0,0002
	biomasa	loess	dens	671	815	591	38,96	0,0000
231-320 mn	biomasa	loess	temp	646	883	551	28,57	0,0000
	biomasa	loess	grad temp	646	883	642	1,29	0,2737
	biomasa	loess	sal	646	883	563	21,44	0,0000
	biomasa	loess	grad sal	646	883	633	4,20	0,0034
	biomasa	loess	oxi	646	883	589	4,45	0,0014
	biomasa	loess	dens	646	883	528	45,91	0,0002
> 320 mn	biomasa	loess	temp	745	1.100	639	29,83	0,0000
	biomasa	loess	grad temp	745	1.100	738	2,83	0,0269
	biomasa	loess	sal	745	1.100	657	40,92	0,0000
	biomasa	loess	grad sal	745	1.100	720	7,04	0,0000
	biomasa	loess	oxi	745	1.100	632	21,57	0,0000
	biomasa	loess	dens	745	1.100	660	6,43	0,0002

Para la densidad de agua de mar en el sector más costero presenta una relación tipo rampa descendente con dos máximos uno a 25,2 (σ_t) y el otro a 25,6 (σ_i) en los sectores intermedio y hasta las 400 mn las relaciones son no paramétricas con ascendentes para las densidades más bajas, que alcanzan su máximo en los 25,6 sigmat (**Figura 79, 80, 81 y 82**).

Los resultados muestran que existe una relación no lineal entre las variables conservativas (temperatura y salinidad) y la semiconservativa (oxígeno), presentan una ventana ambiental, con un rango más amplio en el sector más costera (desde 5 a 130 mn de la costa) y más estrecho en los sectores más oceánicos.



6. DISCUSION

La biomasa de jurel estimada en invierno del año 2004 alcanzó a 3.920.000 toneladas en la zona de estudio. Volumen que está sustentado por un aumento moderado en el número de ejemplares de jurel y un crecimiento de carácter somático en el stock, dado el desplazamiento de la moda principal de 29 a 30 cm y la mayor presencia de ejemplares mayores respecto al año 2003.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección (CV =29,73) al alcanzar un 13,46, lo que se explica por una mayor homogeneidad de las densidades acústicas de jurel que determinaron, al igual que el 2003, una amplia zona de concentración por sobre las 200 mn durante este año. 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.

En la zona de estudio, la biomasa de jurel estimada se distribuyó en 540.000 t y 3.380.000 t dentro y fuera de la ZEE (200 mn) respectivamente, evidenciando una mayor disponibilidad del recurso hacia el sector oceánico. En este sentido, dentro de las primeras 200 mn se mantiene el quiebre a la tendencia alcista observada en las biomazas, con volúmenes que crecieron desde 3.200.000 t (1998), 4.100.000 t (1999), 5.600.000 t (2000) y 5.970.000 (2001) (Córdova *et al.*, 1997, 1998, 1999, 2000, y 2001). Esta menor disponibilidad de jurel representó una baja de un 90,95; 72,86 y 38,70 % respecto al año 2001, 2002 y 2003.

En el sentido batimétrico, el recurso presentó una distribución entre los 10 a 210 m en la zona de estudio, con una importante reducción de las agregaciones presentes en los primeros 100 m, dentro (89,44 %) y fuera (67,48%) de las 200 mn, indicando



un fuerte cambio en la distribución en profundidad del jurel entre ambas zonas, al ubicarse sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste. Este año, al igual que el 2003, se pierde la tendencia recurrente a profundizarse el recurso hacia el sur en el sector costero y oceánico, como fue registrado desde 1999 al 2002.

El alto número de ejemplares menores a 26 cm registrado el 2001, que aportaron un 35,97% en número y 24,88% en peso, no se mantuvo durante el estudio, disminuyendo progresivamente en el sector de las primeras 200 mn a; 8,13% y 14,11% el 2002, 7,60 y 4,06% el 2003 y 6,76% y 2,82% en el 2004. Sin embargo, a diferencia de registrado en el 2001, 2002 y 2003, donde la mayor cantidad de los individuos se ubicó entre los 20 a 35, 20 a 42 y 24 a 45 cm, este año se evidencia una estructura de talla más amplia (22 a 50 cm) que se asemeja a la presente ante de El Niño 97 98, en las capturas comerciales de la pesquerías de jurel en la VIII Región.

En la zona de estudio, al igual que el año pasado en el área comprendida al noreste de Talcahuano por sobre las 100 mn de la costa no se detectó peces, restringiéndose la distribución de jurel a las primeras 80 millas. Sin embargo, este año se identificaron sectores definidos de alta densidad más al sur, lo cual difiere de lo observado el 2003, donde sus mayores valores de densidad estuvieron entre a Puerto Lebú y Corral. En este sentido la mayor abundancia del recurso se localizó entre Corral a isla Chiloé y en ella se concentró más del 93,75% de la biomasa estimada, coincidiendo el área donde se ubica la distribución del jurel con la registrada en 1998, 2002 Y 2003 (>90% de la biomasa).

Las evaluaciones realizadas en la zona de estudio, muestran cambios interanuales en el uso del espacio por parte del jurel, al variar la posición de las áreas donde se concentra la mayor parte del recurso año a año, lo cual se hace



evidente en los IC y ID registrado desde 1997, al fluctuar entre 30,28 a 6,88% y de 130,74 a 124,83 t/mn² desde 1997 al 2004. Del mismo modo, cambios en la participaci3n porcentual de las distintas agregaciones se registran en la zona de estudio desde 1997, al disminuir sistem3ticamente la participaci3n porcentual del tipo cardumen desde un 59,09% a 4,8% en el 2002, y aumentando el tipo disperso a partir de 1999, con porcentajes que van desde un 37,02 a 66,88% (C3rdova *et al.* 2001), para luego estas tendencias revertirse durante el 2003 y 2004.

En este sentido, el an3lisis de la frecuencia de ocurrencia de las agregaciones tipo cardumen para una distancia recorrida de 1 milla, indica variaciones importantes entre 1991 y 2001, con un valor m3ximo de 8 card6menes por millas en 1997, a3o de evento El Ni3o con anomal3as de +2,5°C, para posteriormente disminuir progresivamente conjuntamente con la presencia de aguas fr3as en la zona de estudio. Los resultados alcanzados este a3o refuerzan esta relaci3n, al registrar un leve aumento la frecuencia de registro con 2 card6menes por milla recorrida y la presencia de aguas comparativamente m3s calidas que el 2003, caracterizada por el dominio de la isoterma de 14°C y gradientes meridionales de aproximadamente 1,5°C positivos al norte, que revelan la existencia de una condici3n ambiental fr3a entre 1999-2002 en la zona de estudio (Nu3ez *et al.* 2004).

En relaci3n al ambiente, el an3lisis de las anomal3as de temperatura superficial del mar (TSM) de los cruceros entre 1991 y 2003 (**Figuras 1 y 2**), evidencia anomal3as positivas especialmente en los a3os 1992 (+0,6°C) y 1997 (+2,5°C) reflejando el efecto de eventos c3lidos en el 3rea de estudio, por el contrario, anomal3as negativas fueron detectadas principalmente en los a3os 1994, 1999, 2001, 2002 y 2003, registrando el 6ltimo a3o aguas comparativamente m3s c3lidas que el 2003. Per3odos c3lidos a fr3os que tambi3n se observan en la



información satelital mensual de TSM y Anomalías, detectando alternancia interanual entre períodos de aproximadamente 4 a 5 años, así como la presencia de anomalías positivas en el 2003 y su permanencia e incremento durante el 2004, con características distintas a lo registrado entre 1997 y 1998, donde altas anomalías en la costa evidencian la fuerte penetración de aguas cálidas desde el sector norte y oeste en la zona de estudio (**Figura 3**).

Es así que, antecedentes históricos de estructura de tallas anual en la zona centro sur del país, indican en forma marcada la presencia de ejemplares de jurel de menor tamaño en los años donde se ha desarrollado un evento El Niño, sugiriendo como hipótesis, el desplazamiento de masas de aguas oceánicas que incluyen el transporte de ejemplares pequeños que habitualmente permanecen en el sector oceánico (pre-reclutas) (Aranis com. pers.) En este sentido, durante el desarrollo de un evento EL Niño, ocurren cambios importantes en la distribución espacial de los diferentes grupos de tamaño de jurel, como se observó en las capturas de la flota soviética fuera de las 200 mn frente a Perú entre 1987 y 1988, donde prácticamente no se capturaron ejemplares mayores a 29 cm de longitud a la horquilla.

Luego, tras el evento intenso El Niño 97-98 cambios importantes se han registrado en la zona centro-sur del país, con una fuerte modificación en la estructura de tallas de jurel que expertos han definido como una juvenalización del stock. Asimismo, la densidad global de los principales grupos zooplanctónicos ha disminuido gradualmente con una caída drástica en el 2002 y que se mantiene en el 2004, además de una reducción de las tasas presentes u oferta de alimento en el medio de 34 (1991 al 1994) a 18 (1997 al 2004). Al respecto, es importante indicar que cambios en la disponibilidad de zooplancton (presas) también se han registrado de manera habitual en la zona norte del país, durante la ocurrencia del



fenómeno del El Niño. Luego, para este año la densidad diurna y nocturna alcanzada por los principales grupos zooplanctónicos (95% del total), indica que se mantiene la tendencia decreciente registrada desde 1997 en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 1997 al 2002).

El análisis de la distribución espacial de jurel y la TSM, para los distintos cruceros realizados desde 1997 en la zona de estudio, evidencia una asociación entre las áreas donde se localiza el jurel y las isotermas de 14,5 a 13,0°C, al acotar la posición de estas isotermas superficiales las distribuciones espaciales de jurel (**Figura 4**). Esta relación se rompe durante 1997 y 1998, años donde se desarrollo el evento El Niño de carácter intenso en la zona de estudio, siendo estable a partir de 1999 (La Niña), cuando se inicia el predominio de condición ambiental fría en la zona de estudio.

En este sentido, antecedentes de *Trachurus picturatus murphy* en Perú, señalan que el hábitat preferido es el frente oceánico forma por las Aguas Costeras Frías (ACF) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), y su distribución y abundancia guarda cierta relación con la variación e interacción de estas masas de aguas frente al litoral peruano, las que varían desde años normales a anormal. En verano o años cálidos (El Niño) el recurso se acercó a la costa, mientras que en invierno o años fríos se aleja (La Niña). Es así que, en años de El Niño el jurel presenta una distribución marcadamente juvenil, con tallas inferiores a 30 cm y modas entre 17 a 20 cm, como consecuencia del acercamiento de las ASS a la costa, generando en mayor o menor escala una expansión de la subpoblación en el año, o después de uno o dos años, lo cual se ve reflejado claramente en el incremento en las capturas de peces de edad 1 a 3 (reclutas). (T. Dioses y M. Gutiérrez, IMARPE com pers.).



Este desplazamiento espacial del recurso asociado a isothermas superficiales, también es observado a través de los resultados obtenidos en las Pescas de Investigación de jurel realizadas durante otoño e invierno en la zona de estudio. Es así que, al igual que en el 2003, para otoño de este año se observó una intrusión de aguas cálidas frente la costa desde Valparaíso a Talcahuano que alcanzaron las 60 mn de la costa, y donde no se detectó presencia del recurso, ubicándose de preferencia el recurso hacia el sur y sector oceánico, constituyendo esta zona, las principales áreas de operación de la flota cerquera durante y con posterioridad al crucero de evaluación (**Figuras 2 y 5**). En tanto, durante la prospección de invierno se registraron en toda la zona de estudio, valores bajos de temperatura superficial que no superaron los 13°C (**Figura 6 y 7**), conjuntamente con un desplazamiento de las zonas de pesca hacia el sector oceánico por sobre las 400 mn, coincidiendo este patrón con lo observado durante el 2003 en la zona de estudio.

El análisis histórico de la distribución espacial de la biomasa de jurel para el período 1997-2002 revela la ausencia recurrente de recurso en el sector noroccidental del área de prospección (**Figura 4**), lo cual coincide espacialmente con la intrusión superficial por el NW de aguas comparativamente más cálidas ($> 15^{\circ}\text{C}$) y más salinas ($>34,2$), situación que es corroborada también por información satelital para los distintos período en el área de estudio. Al igual que el 2003, en la presente campaña (junio 2004) se observa una clara penetración oceánica en el sentido NW-SE, de aguas comparativamente más cálidas ($>15^{\circ}\text{C}$), en tanto en la costa y hacia al sur se manifiesta la fuerte presencia de aguas más frías ($<13,0^{\circ}\text{C}$), generando un fuerte gradiente térmico en sentido longitudinal (costa- océano) y donde se concentró mayoritariamente el jurel (94,85% de la biomasa). La zona estuvo bajo el dominio de temperaturas superficiales que variaron de 11,20 a 16,00°C ($13,88 \pm 1,122^{\circ}\text{C}$) y salinidades en superficie entre los 32,997 y 34,266 ($33,896 \pm 0,223$ psu).



En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales (y sus anomalías para el período 1997-2003) para el área de estudio, evidenció la presencia de aguas más cálidas que las informadas en período invernal de 1999 y 2002, con una distribución espacial similar a lo reportado en el 2003. Las anomalías positivas de la temperatura superficial (máx: +2,5°C), revela la fase activa del evento El Niño 97-98, mientras las anomalías negativas registradas en 1999-2001 (máx:-1,5°C), refleja el decaimiento y el predominio de una condición ambiental fría, principalmente en 1999.

En las evaluaciones hidroacústicas efectuadas hacia fines del otoño entre 1997 a 2003, en la zona central de Chile, cambios en la distribución espacial del recurso jurel se han presentado, así como también una fluctuación intranual en las variables bio-oceanográficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área. Sin embargo, frente a estas variaciones ambientales el jurel presentó rangos preferenciales en las variables hidrológicas, que van desde los 12 a 15 C y 33,7 a 34,2 psu, los cuales coinciden con los de años anteriores, asimismo, al igual que en el 2000, 2001, 2002 y 2003, el jurel se ubicó de preferencia en el estrato con valores de oxígeno entre 5 a 6 ml/L, destacando este año la presencia altos valores oxígeno en la columna de agua.

En este contexto, el análisis de asociación entre las variables bio-oceanográficas y el recurso, muestra que el jurel en su medio ambiente no se ubica en cualquier lugar, si no más bien en sectores donde es posible encontrar rangos preferenciales, clasificando el recurso en el grupo de especies definidas como ambiente georreferenciado.

Las altas densidades de eufáusidos estuvieron asociadas a la costa, disminuyendo a valores mínimo en las 50 mn, registrando las máximas



densidades diurnas en el sector centro (puerto Lebú a Corral) mientras que de noche se situaron al norte (Topocalma a Talcahuano). En este sentido, aunque la mayor abundancia de jurel estuvo en el sector oceánico y los eufáusidos se concentraron en la costa, entre los 34°10'LS a 40°LS, la baja presencia del recurso en este sector y la escasa presencia diurna-nocturna de eufausidos donde se registran las mayores concentraciones de jurel, podría explicar una relación de predación del recurso sobre este grupo, al ser los eufáusidos un ítem relevante en la dieta de jurel en la zona de estudio.

En este sentido, este tipo de relaciones han sido descritos y analizados para el jurel por Bertrand *et al.*, 2003 en la zona de estudio, quienes a partir de lo señalado por Levin (1992) y Rose and Legget (1990), establecen a través del análisis de la relación predador-presa a una escala mayor, que las densidades de predador-presa están positivamente correlacionadas, mientras que al disminuir aproximándose a la escala de la agregación, la linealidad de la correlación decrece y llega a ser no significativa. Finalmente, a escalas menores que la agregación, las densidades de predador-presa son correlacionadas en forma negativa.

Estos esquemas se ajustan bastante bien con la información diurna para 1998 y en menor grado para 1997, mientras que para la información nocturna se observan patrones diferentes. Esto es, correlación positiva a escalas espaciales pequeñas, no correlación a escalas medias y nuevamente correlación positiva a mayor escala. Para 1999, estos patrones no aparecen claramente debido probablemente a la alta disponibilidad de presas, al encontrarse la zona bajo un régimen oceanográfico La Niña. Resultados que deben ser interpretados a través del conocimiento de el comportamiento de la comunidad de predador (jurel) y presas (oferta alimentaria) (Bertrand *et al.*, 2003; Hancock *et al.*, 1995; Fréon *et al.*, 1993 y 1995; Barbieri *et al.*, 1996).



Para la zona de estudio, del total de variables analizadas solo la temperatura, salinidad, ox3geno y densidad del agua de mar presentan una relaci3n significativa con la densidad del jurel, determinando que existe una relaci3n no lineal entre las variables conservativa (temperatura y salinidad) y la semi-conservativa (ox3geno), presentan una ventana ambiental, con un rango mas amplio en el sector mas costera (desde 5 a 130 mn de la costa) y mas estrecho en los sectores mas oce3nicos.

Por otra parte, la biomasa observada en la zona de estudio, se explica en su mayor3a por un fuerte aporte en el n3mero de ejemplares presentes sobre las 200 mn (9,04 E+09) y un incremento en peso al desplazarse la moda de 27-28 (2003) a 29-30 cm (2004). Este importante aporte en peso y n3mero tambi3n se expresa a trav3s de un 3ndice independiente del 3rea de distribuci3n, con una importante disminuci3n en la densidad ac3stica desde 74,25 a 29,93 t/mn² en la ZEE. Valor de densidad ac3stica que muestra una reducci3n en la disponibilidad del recurso en la zona donde se desarrolla principalmente la pesquer3a, manteniendo la tendencia a la baja observada a partir del 2001 (113,23 t/mn²).

En este sentido, el aumento de ejemplares de mayor tama3o y el desplazamiento de la moda principal desde 29 a 30 cm, determinaron una constante de transformaci3n (0,1815 t/mn²) superior en un 9,3% a la registrada el 2003, que fue relevante. Luego, estos resultados y la prolongada operaci3n de la flota industrial de la VIII Regi3n fuera de la ZEE en el transcurso del presente a3o, indican una baja disponibilidad del recurso dentro del sector donde se desarrolla principalmente la pesquer3a de jurel en el pa3s.

De los 14 grupos que conforman la estructura de edad en esta campaa, los grupos **V, VI y VII** son los m3s importantes y sostienen la pesquer3a de jurel, desapareciendo el grupo IV que disminuy3 desde 44,7 35,62 y 23,46% entre el



2000 y 2003. Estructura de edad que difiere de la alta presencia de ejemplares menores registrada desde 1997, tendiendo este año a una estructura semejante a la registrada ante de El Niño 97 98, donde la pesquería estuvo sustentada principalmente por las edades **V, VI, VII y VII.**

Luego, al considerar el valor absoluto de biomasa estimado, la fuerte caída de la densidad acústica dentro de la primeras 200 mn en la zona de estudio, la presencia de sólo tres grupos de edad importantes y su desfase, la baja disponibilidad del recurso en la pesquería y el reducido número de ejemplares pre-reclutas en la estructura de talla, no es posible señalar la continuidad de la tendencia creciente y mejorada de la estructura del stock observada hasta el 2001, sino más bien por lo contrario, se mantiene el debilitamiento de las condiciones en el recurso.

La mayor concentración del recurso detectada en la alta mar por sobre la ZEE durante este año, es un aspecto que debe ser analizado en profundidad, por cuanto este año la biomasa muestra un importante incremento (114%) respecto al 2003. Esta intensificación de la abundancia sobre la ZEE entre el 2003 y 2004, conjuntamente con la baja sostenida de biomasa dentro de las 200 mn, indica un cambio fuerte en la estacionalidad de la disponibilidad histórica de jurel en la zona de estudio.

En este sentido, la reducción sostenida de la abundancia en las primeras 200 mn, también se aprecia en el índice de utilización de bodega mensual para la flota cerquera industrial, al aumentar los meses con altos índices (marzo-junio) desde el 2002 al 2004, respecto del 2000 y 2001, donde estos máximos valores solo se registraron en mayo y junio, lo que muestra una mayor disponibilidad del recurso hacia el primer semestre en la zona de estudio.



Ante tal variación de la biomasa dentro y fuera de ZEE, es importante establecer si estos cambios espaciales del recurso responden a una baja en la abundancia o corresponden a un cambio espacial en la distribución del jurel en la zona de estudio, respuestas que son relevantes por su impacto en el ámbito comercial y de la administración del recurso. En este sentido, es de vital importancia contar con una evaluación acústica adicional en los meses de marzo-abril, que permita conocer si los altos volúmenes de biomasa evaluados dentro de la ZEE, se registran en otro momento dentro del período de pesca anual del jurel, y así establecer si la estacionalidad de la mayor disponibilidad en este sector ha variado temporalmente (alta biomasa) o si ha disminuido (baja biomasa), lo que sugiere un eventual desplazamiento de la distribución general del jurel hacia el sector oceánico.

Luego, el incremento de evaluaciones acústicas permitirá contar con estimados de biomasa en diferentes períodos, fortaleciendo este índice de calibración en las evaluaciones indirecta del stock, aumentando el conocimiento de patrones de comportamiento del recurso y reduciendo la probabilidad de evaluar el recurso cuando no se encuentra presente en la zona de estudio.

En este contexto, el monitoreo mediante la flota de este patrón de comportamiento estacional es necesario, por cuanto es vital desarrollar cruceros de evaluación acústica cuando el recurso se encuentra presente en la zona de estudio. Luego, es necesario contar con información complementaria a la evaluación a través de prospecciones exploratorias extensas bajo un régimen de Pesca de Investigación, antes y durante el desarrollo del crucero de cuantificación acústica. Lo anterior, permitirá conocer con anticipación la distribución espacial del jurel, y por tanto ajustar el área de estudio a fin de contener en ella los sectores de mayor concentración del recurso, aplicando una estrategia adaptativa. Asimismo, una prospección efectuada



durante el per3odo del crucero de evaluaci3n, brindar3 informaci3n anexa para evaluar la efectividad de cobertura del 3rea de cuantificaci3n, y por ende proyectar la importancia relativa de la abundancia por fuera del 3rea de estudio.

Este procedimiento fue aplicado parcialmente durante el desarrollo del estudio en el 2004, logrando aumentar significativamente la eficiencia del dise1o de muestreo, al incorporar a la zona de estudio el sector 200 - 400 mn, donde se evaluaron 5/6 de la biomasa total. Luego, al considerar los resultados alcanzados durante el 2004, es necesario mantener este protocolo para la evaluaci3n hidroac3stica y aumentar el n3mero de prospecci3n durante el per3odo de mayor concentraci3n del recurso en el sector costero.



7. CONCLUSIONES

7.1 Acústica

- 7.1.1** La biomasa de jurel para la zona comprendida desde el sur de San Antonio (34°10'LS) a isla Chiloé (42°30'LS) y desde 5 y 400 millas de la costa fue de 3.920.000 t, con un coeficiente de variación (CV) de 13,46. Dentro y fuera de la ZEE, la biomasa se distribuyó en 540.000 y 3.380.000 t con una precisión de CV=16,81 y CV=15,14, respectivamente.
- 7.1.2** 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).
- 7.1.3** La abundancia numérica total alcanzó a 10.494.361.904 individuos y 1.695.492.014 individuos se ubicaron en las primeras 200 mn, lo que es inferior al 2003 (3,07E+09), 2002 (8,24E+09) y 2001 (3,10E+10) en un 44,95%, 79,49% y 94,55%, indicando una reducción importante de la disponibilidad de jurel en la ZEE. El número de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) disminuye este año, desde 8,13 (2002) a 6,76% en número y de 14,10% a 2,82% en peso. Manteniéndose la tendencia de reducción de ejemplares menores, observada de manera intensa entre 2001 y 2002, con porcentajes que van desde 35,94% a 14,11% en número y 24,88% a 8.13% en peso.
- 7.1.4** El patrón de distribución espacial del jurel durante este año corresponde con lo observado desde 1997 al 2000, en cuanto a la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta de manera



recurrente la intrusión de aguas cálidas procedentes del área oceánica. Este año, la ausencia de recurso se expandió considerablemente al registrar recurso más restringido al sector sur de lo observado durante el año 2003.

- 7.1.5** Amplias zonas de concentración de jurel se detectaron principalmente sobre 200 mn, entre las 240 a 300 mn frente a bahía San Pedro y 340 a 380 mn desde Corral hasta isla Chiloé (42°30'LS). Hacia la costa, las zonas de alta densidad se reducen considerablemente, siendo posible destacar solo aquella ubicada entre 40 y 50 mn desde Lebu hasta el norte de Puerto Saavedra (38°45'LS) y entre las 40 y 70 mn al norte y sur de Corral y donde se observó muy alta densidad de jurel (zona de pesca). En este sentido, el recurso se ubicó principalmente desde Talcahuano a sur de Corral, concentrándose en esta área el 93,75% de la biomasa total estimada y su amplia distribución por sobre el límite de la ZEE sugiere la extensión hacia el sector oceánico al sur del área de estudio.
- 7.1.6** Esta distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con la de 1998, 2002 y 2003, donde más del 90% de la biomasa se localizó entre Talcahuano y Corral.
- 7.1.7** La densidad acústica media para este crucero fue de 58,83 t/mn² y se sustenta por la alta densidad (93,98 t/mn²) registrada sobre las 200 mn, donde se concentra el 86% de la biomasa estimada en la zona de estudio. Hacia la costa la densidad se reduce a 17,61 t/mn², producto de la baja presencia de jurel que indica la continuidad de la importante disminución observada entre el 2001 (113,42 t/mn²), 2002 (37,20 t/mn²) y 2003 (29,93 t/mn²) en la ZEE. Este valor menor sugiere que la disminución de la



abundancia es producto de un cambio en el uso del espacio del recurso, más que por una merma importante en la disponibilidad o presencia de jurel.

- 7.1.8** El número de cardúmenes máximo por milla recorrida fue de 2, manteniendo la tendencia a disminuir entre 1997 al año 2002 (8 a 2 cardúmenes) y conserva la relación entre la reducción del número de cardumen – presencia de aguas frías.
- 7.1.9** El índice de presencia y densidad fueron de 17,21% y 205,42 t/mn² para la zona de estudio. Dentro y fuera de la ZEE estos fluctuaron entre 6,88 a 35,25% y 124,83 a 232,92 t/mn², indicando una distribución espacial de jurel más alejada de la costa respecto al 2002, donde la mayor concentración de jurel estuvo dentro de la 200 mn. Lo anterior, sugiere un cambio en la distribución espacial de jurel más que un decremento en la abundancia en la zona de estudio.
- 7.1.10** El jurel se localizó entre los 10 a 210 m en la zona de estudio, con una importante reducción de las agregaciones presentes en los primeros 100 m, de 89,44% (< 200 mn) a 67,48% (> 200 mn), indicando un fuerte cambio en la distribución batimétrica del recurso entre ambos sectores, al ubicarse sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste.



7.2 Pesca

- 7.2.1** El 97,64% de la captura correspondi3 a jurel, en tanto el 2,36% lo constituy3 la fauna acompa1ante.
- 7.2.2** El mayor aporte en la fauna acompa1ante correspondi3 a las especies; Jibia *Dosidicus gigas* (1,97%), sierra *Thyrsites atun* (0,19%), reineta *Brama australis* (0,13%) y caballa *Scomber japonicus* (0,05%).
- 7.2.3** El alto volumen de jibia registrado se explica principalmente por la captura de s3lo dos lances de pesca (1 y 2), el cual con su aporte da cuenta del 100% alcanzado por esta especie.
- 7.2.4** Se capturaron ejemplares de jurel entre 18 a 58 cm, donde un 10,79% estuvo bajo la talla m3nima legal (26 cm), lo cual representa una fuerte disminuci3n en el n3mero de individuos peque1os respecto a los a1os 2002 (26,66%) y 2001 (41,23%). Esta merma junto a un aumento paulatino de la moda desde el 2001 (26 cm) al 2003 (27-28 cm), indica un crecimiento som3tico en el jurel.
- 7.2.5** El intervalo de talla 22 a 50 cm concentr3 el 98,87% de los ejemplares, lo que difiere respecto al 2001, 2002 y 2003, donde un 99,33% 99,87% y 98,37% se ubic3 entre 20 a 35, 20 a 42 y 24 a 45 cm, indicando una estructura de talla m3s amplia y un aumento de ejemplares mayores en el estudio.



- 7.2.6** La especie más recurrente en la captura fue caballa, con tallas que van desde 24 a 36 cm de longitud horquilla y una moda principal en 28 cm y una secundaria en 31 cm. Esta distribución bimodal con límite inferior y superior no similar al 2002 y 2003 pero si hay un predominio de ejemplares pequeños, que no se observó el año 2001, donde los tamaños fueron mayores (27 a 36 cm) con sólo con una moda en 38 centímetros.
- 7.2.7** No existen diferencias significativas entre las distribuciones de tallas en los sectores dentro y fuera de las ZEE, razón por lo cual se determinó una distribución general para la zona de estudio. Este año se mantiene el desplazamiento observado en los grupos predominantes IV (2002), V (2003) y VI (2004). El número de ejemplares juveniles representados por el grupo de edad III y menores, disminuye de 3.1% el 2003 a 1,6% el 2004 en la zona de estudio.
- 7.2.8** La composición por grupo de edad fue de 14 grupos en y fuera de la ZEE, siendo los principales el V, VI y VII que participan en el área total con un 18,93%, 23,87 y 18,17, respectivamente.
- 7.2.9** Al igual que desde 1997 al 2002, 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 Oceanografía

- 7.3.1** La distribución de la temperatura superficial del mar evidenció aguas similares a las reportadas para 2003 y más cálidas que las informadas para el invierno de 2002. Destacó la presencia de un gradiente zonal por el dominio de aguas comparativamente más cálidas en el sector oceánico ($>15^{\circ}\text{C}$).
- 7.3.2** La salinidad superficial mostró el predominio de las isohalinas de 33,8 – 34,0 psu, destacando gradientes zonales debido a la presencia de aguas menos salinas en la región costera por la mezcla con aguas de origen continental, principalmente vinculadas a las desembocaduras del río Bío Bio y al estuario del río Valdivia, condición similar a la reportada para los años 1998, 2001 y 2002.
- 7.3.3** La concentración de oxígeno disuelto en el estrato superficial presentó una distribución homogénea y un ambiente bien oxigenado, dominado por la isolínea de 5 y 6 ml l⁻¹, similar al período histórico contrastado, a excepción del período invernal de los años 1997 y 1998 donde se reportó levemente valores menores.
- 7.3.4** La biomasa fitoplanctónica mostró valores superficiales bajos, que no sobrepasaron los 1,5 mg m⁻³, dominando en gran parte del área de estudio las isolíneas de 0,4 y 0,5 mg m⁻³, advirtiéndose la ausencia de gradientes zonales y/o meridionales, resultados consistentes con años anteriores y con el sistema oceánico y el período invernal bajo estudio.



- 7.3.5** La distribución vertical de las variables medidas reveló: a) la presencia de termoclinas y picnoclinas bien desarrolladas situadas entre los 40 y 180 m, profundizándose hacia el extremo occidental de las transectas; b) haloclinas débiles y más extensas (40 – 230 m), quedando virtualmente ausentes en las transectas del extremo sur. Un máximo salino (>34,6 psu; presencia de las AESS) presente principalmente al norte de los 38° y hasta las 100 mn y situado entre 160 y 300 m; c) oxiclinas extensas en la mayoría de las transectas, con aguas pobres en oxígeno disuelto situadas verticalmente entre 140 y 300 m, coincidentes con altas salinidades que caracterizan la presencia de AESS principalmente en el sector norte, disminuyendo su influencia hacia el sector sur y estando ausentes hacia el sector occidental.
- 7.3.6** La Profundidad de la capa de mezcla fluctuó ampliamente, entre 20 y 120 m de profundidad, evidenciando en general un gradiente zonal con valores de 50 m al interior de las 50 mn, y profundidades mayores hacia el sector oceánico. La profundidad base de la termoclina tuvo un amplio rango de fluctuación (25 - 164 m), mostrando un claro gradiente costa-oceano, con valores menores al interior de las 50 mn y una marcada profundización hacia el sector más oceánico (140 m).
- 7.3.7** En este estudio y de manera similar a lo reportado para el período invernal de 1997-2003, el análisis de los diagramas T-S reveló la presencia de tres masas de agua en el área de prospección: las Aguas Subantárticas (ASAA), las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIA), caracterización coincidente con lo descrito en numerosos estudios hidrográficos de características descriptivas y dinámicas realizados en la región central y centro-sur de Chile.



7.4 Plancton

- 7.4.1** La composición zooplanctónica este año permanece estable respecto a años anteriores, manteniéndose los grupos dominantes en abundancia relativa y en frecuencia de ocurrencia tales como copépodos, quetognatos, eufáusidos y ostrácodos a través del tiempo.
- 7.4.2** Las abundancias relativas de cada taxa muestran en general una tendencia decreciente a través del tiempo, registrando este año uno de los números más bajos de individuos de los ocho períodos analizados, lo que explica los bajos valores registrados para la biomasa zooplanctónica total del área de estudio.
- 7.4.3** Altas concentraciones de eufáusidos se registran y se mantienen en el tiempo en las localidades de Talcahuano y puerto Saavedra, lo que se verifica desde 1997.
- 7.4.4** Los mayores valores de la biomasa zooplanctónica se registraron a lo largo de todo el borde costero de la zona explorada, lo que se traduce en las mayores concentraciones exhibidas por cada grupo planctónico.
- 7.4.5** Diferencias estadísticamente significativas en los niveles de abundancia relativa media fueron registradas entre los lances diurnos y nocturnos en los copépodos, quetognatos, anfípodos, larvas de cifonautas y eufáusidos, prevaleciendo las mayores concentraciones durante los períodos nocturnos, mientras que el mayor porcentaje de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos. Sin embargo, estas diferencias no pueden considerarse categóricas, ya que



los diferentes grupos, presentan ciclos anuales donde prevalecen las m3ximas abundancias medias en el d3a o en la noche, siendo necesario dise1nar un estudio especifico orientado a establecer diferencia diurna-nocturna en las muestras de plancton.

7.5 Asociaciones

7.5.1 En la zona de estudio se han reportados cambios ambientales interanuales, por otro lado el jurel presenta una distribuci3n espacial asociada a una ventana ambiental, report3ndose en determinados rangos de variables como la temperatura, salinidad, densidad del agua de mar y ox3geno, al fluctuar las condiciones ambientales el jurel se desplaza, lo que permite indicar que el jurel es un recurso "ambiente referenciado".



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aranis, A y J. C. Mendieta, 1986. Manual de muestreo biológico. Documento técnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.

Aranis A., 2001. Informe Biológico Pesquero N° 7. Pesquería Pelágica Zona Centro-sur. Enero a Octubre 2001. Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile.

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. 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.+.

Aranis A., G. Böhm, R. Gili, V. Bocic, H. Hidalgo, P. Barría, L. Caballero, M. Nilo, E. Palta, H. Miranda, R. Serra, S. Mora, y G. Muñoz. 2003. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2002. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales .Informe de final. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 68 p.+.



Aranis A., L. Caballero, G. Böhm, V. Bocic, H. Hidalgo, L. Muñoz, E. Palta y S. Mora, 2003. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2003. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales .Informe de avance. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 130 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.

Bertrand, A. M. A. Barbieri, J. Córdova, C. Hernández, F. Gómez y F. Leiva 2003. Diel vertical behaviour, predator-prey relationships and occupation of fish in space: the case of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) off Chile. ICES Symposium of fish behavior in exploited Ecosystems. Bergen 2003. En prensa.

Barbieri, M. A. 1981. Variabilité des données acoustiques utilisées dans l'evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 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. Bohm, 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 de final al FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- 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.
- Brandhorst, W. 1971.** Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 14(3):45-84.



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 Hidroacústica 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 Hidroacústica 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 Hidroacústica 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 Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE, marzo 2001. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (204 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2001. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (207 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2002. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (198 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2003. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2003. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (190 p)+ anexo figs.

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



- Dobson, A. 2002.** “An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition”
Chapman and Hall, London.
- Eastman, J.R. 1995.** IDRISI for Windows. User’s Guide Version 1.0. Clark
University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis.
239p.
- 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 dat on
= group herring in Fjord. IVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.
- Fréon, P., Soria, M., Mullon, C. and Gerlotto, F. 1993.** Diurnal variation in fish
density estimate during acoustic surveys in relation to spatial distribution
and avoidance reaction. Aquatic Living Resources, 6: 221-234.
- Fréon, P., Gerlotto, F. and Soria, M. Diel 1995** variability of school structure with
special reference to transition periods ICES Journal of Marine Science,
53: 459–464.



Frontier, S. 1980. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltes et techniques d'etude. 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.

Hancock, J., Hart, J. B. and Antezana, T. 1995. Searching behaviour and catch of horse mackerel (*Trachurus murphyi*) by industrial purse-seiners off south-central Chile. ICES Journal of Marine Science 52: 991-1004.

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.

Hastie T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.335p

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
- 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 Zealand Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214.
- Kong, I. y R. Meléndez. 1991.** Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°30' Lat., S). Estudios Oceanológicos 10:1-81.
- Krefst, G. 1984.** Nodosudidae. Pag 421-425.
- Lamilla, J. 1986.** *Bathyraja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (*Chondrichthyes, Rajidae*). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile. Tomo 57:177-182.
- Levin, S. A. 1992.** The problem of pattern and scale in ecology. Ecology, 73: 1943-1967.



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.

Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley & Sons. NY. 329 p.

Margalef, R. 1977. Ecología. Ed. Omega SA. España. 951 p.

MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.

Maury O. 1998. Modelisation spatiale en halietique. Approche par simulateur sous SIG. Application à la modélisations hiérarchique de la population de thons albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique tropical. Tesis n°de origen:98 -17, n° de serie: H41. 353p

Meléndez, R. y D. Meneses. 1989. Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 17:3-73.

Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Microimages. 1997. TNTmips- The map & Imagen Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.



- Miranda, H. 1999.** Derivación del estimador de la varianza para el factor de eointegración. 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.
- NODC. 1991.** National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S. & J. Ortiz. 1999.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. *En:* Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. 200 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 & P. Torres. 2001.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2000-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2000.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2002.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2001-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2001.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2003.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2002-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2002.



- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2004.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2004-06 Evaluación hidroacústica del jurel del recurso entre la V y X Regiones, Año 2004.
- Ojeda, P. y S. Avilés. 1987.** Peces oceánicos chilenos. Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile:247-270.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984.** A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 32: 269-298.
- Pequeño, G. y E. D'Ottone. 1987.** Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (Osteichthyes, Bothidae). Revista de Biología Marina, Valparaíso, 23(1):107-137.
- 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.
- Petitgas, P. 1994.** Spatial strategies of the fish populations ICES/CIEM. C. M. 1994/D: 14.
- Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000.** Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana (Zoología), Nº 44, 110 págs.
- Robles, F. 1976.** Descripción general de las condiciones oceanográficas en aguas chilenas. Instituto de Fomento Pesquero, 103 p.
- Robotham, H y J.Castillo. 1990.** The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hidroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Rojas, R. & N. Silva. 1996.** Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.
- Rose, G. A. and Leggett, W. C. 1990.** The importance of scale to predator-prey spatial correlation: an example of Atlantic Fishes. Ecology, 71: 33-43.



- Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003.** “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Saiz, F. 1980.** Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.
- SERNAPESCA 1999.** Anuario estadístico de pesca de Chile.
- 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.
- SIMRAD, 1991.** SIMRAD EK-500 Scientific echosounder. Operation. P217E.0. 15p. manual.
- Silva, N. & H. Konow. 1975.** Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-Agosto, 1974. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar 3:63-75.
- Silva, N. & H. Sievers. 1981.** Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt. Latitudes 18°S y 33°S (operación oceanográfica Mar Chile X – ERFEN I). Cienc. Y Tec. Del Mar. CONA, 5:5-50.



Silva, N. 1982. Masas de agua y circulación en la región norte de Chile, Latitudes 18-32°S (operación oceanográfica Mar Chile XI – ERFEN II). Cienc. y Tec. del Mar, CONA 7:47-84.

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.

Strub, P.T., J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutland & S.Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: The Sea A.R. Robinson & K.H. Brink (eds). Vol. 11, p: 273-313.

Swartzman G., W. Stuelzle, K. Kulman y M. Powojowski. 1994. Relating the distribution of pollock schools in the Bering Sea to environmental factors. ICES J: Mar. Sci., 51, 481-492.

Tomczak, M. 2000. Shelf and Coastal Zone Lecture Notes, Chapter 4. Internet: <http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/ShelfCoast/chapter04.html>

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.



Vidal, J. 1968. Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.

Volter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.

FIGURAS

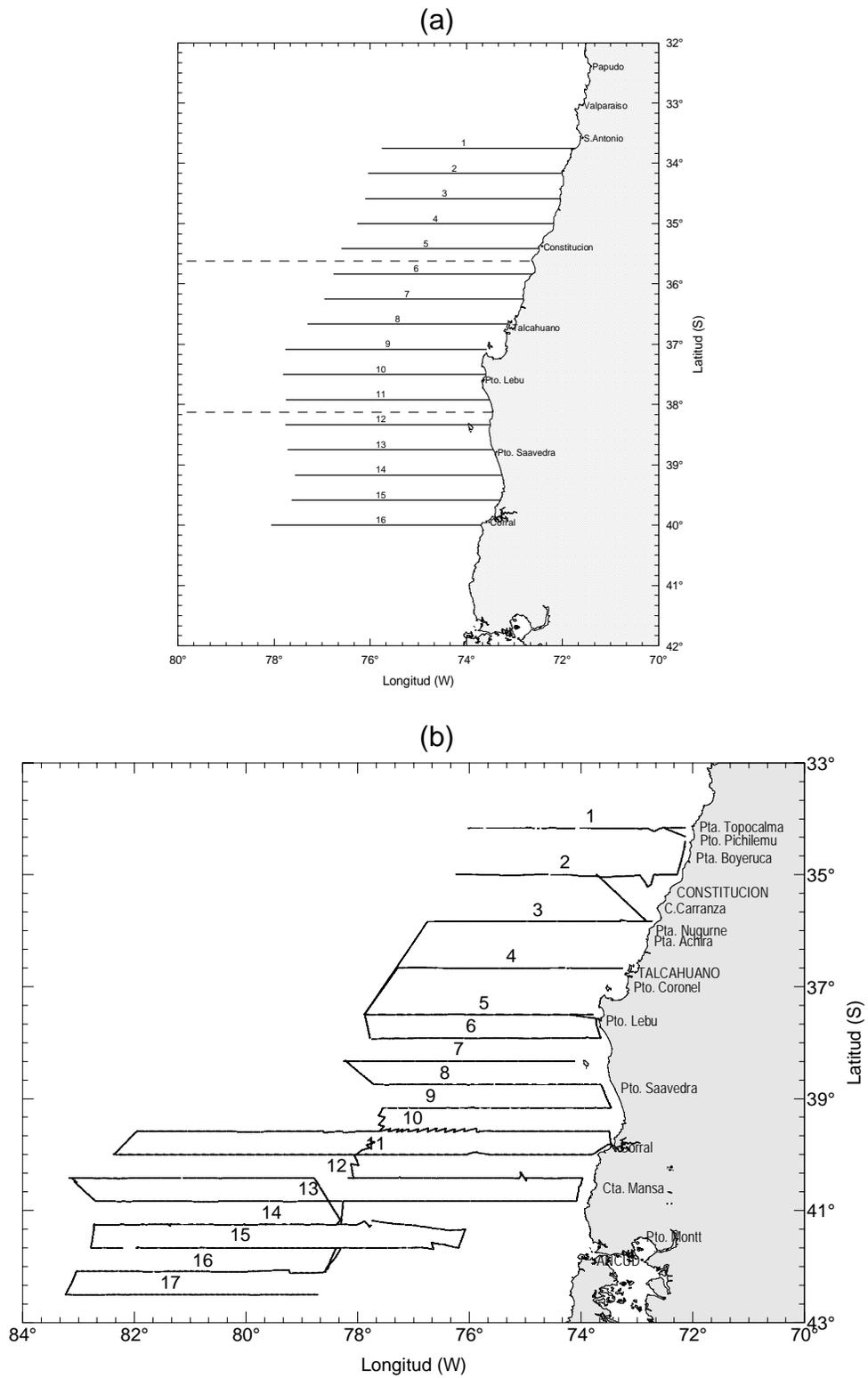


Figura 1. Ubicación de las transectas en la zona de estudio: a) Propuesta técnica y b) Crucero de evaluación.

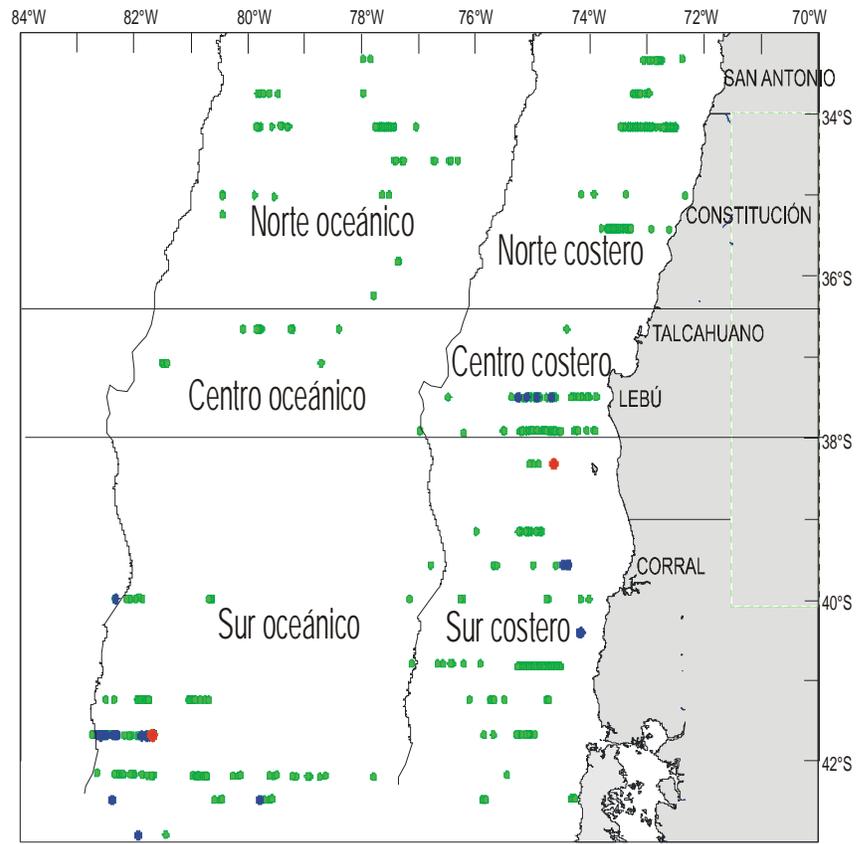


Figura 2 Distribución de abundancia de jurel Pesca de Investigación otoño 2004

B/C "Abate Molina



Pesqueros Industriales



Figura 3. Embarcaciones y equipos acústicos usados en la evaluación.

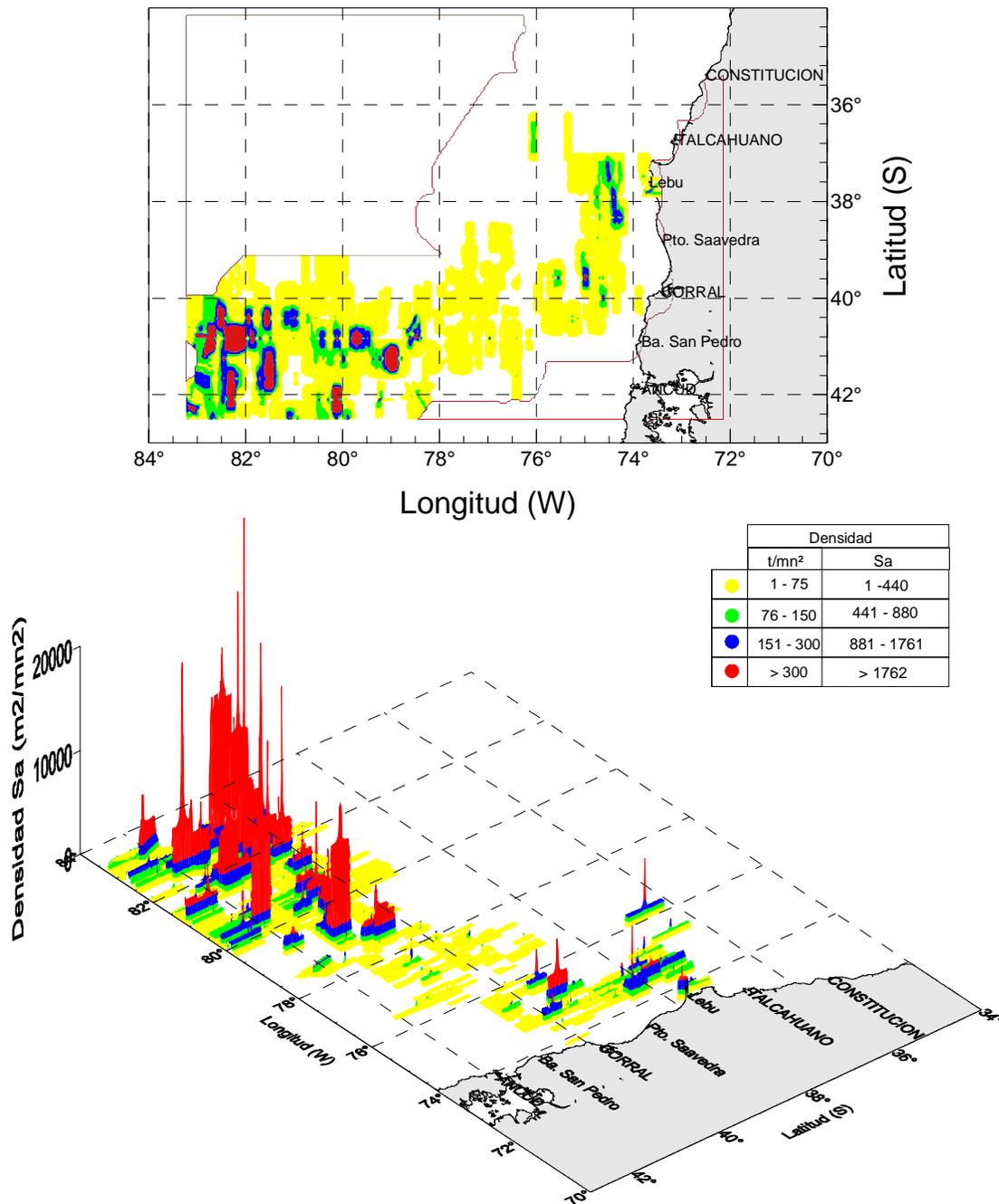


Figura 4. Distribución espacial de jurel en la zona de estudio.

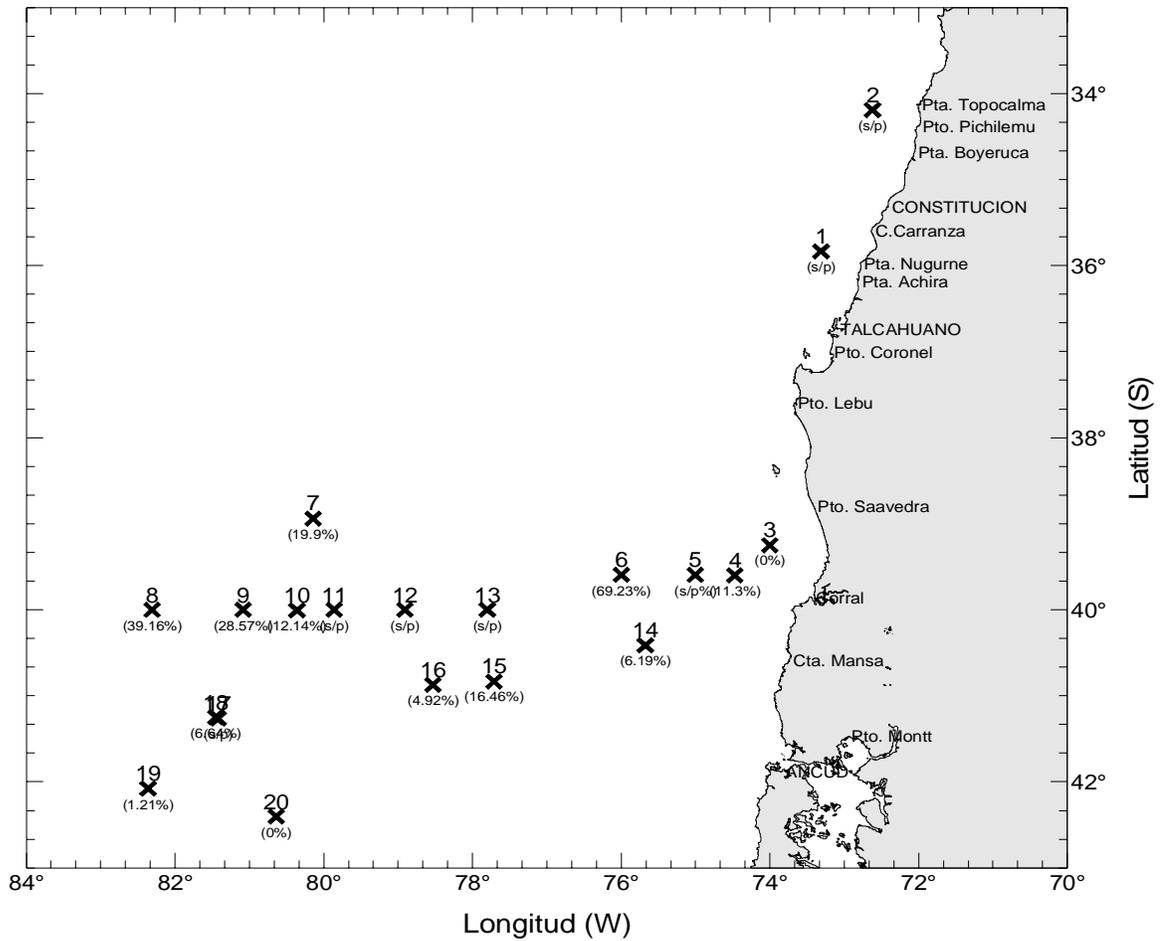


Figura 5. Ubicación de los lances de pesca y porcentajes bajo la talla mínima

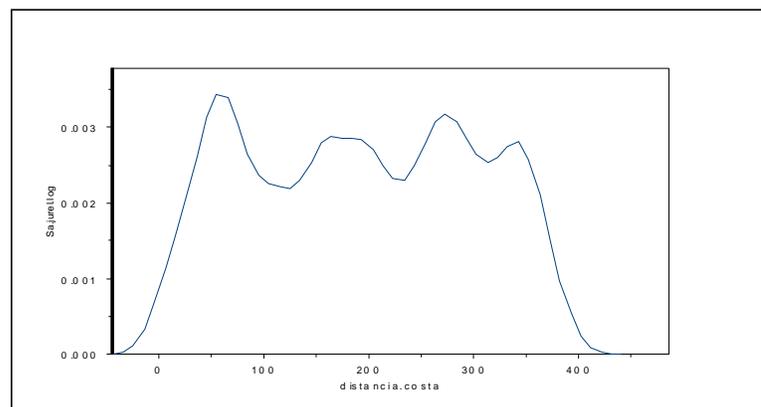


Figura 6. Comportamiento longitudinal de la densidad de jurel.

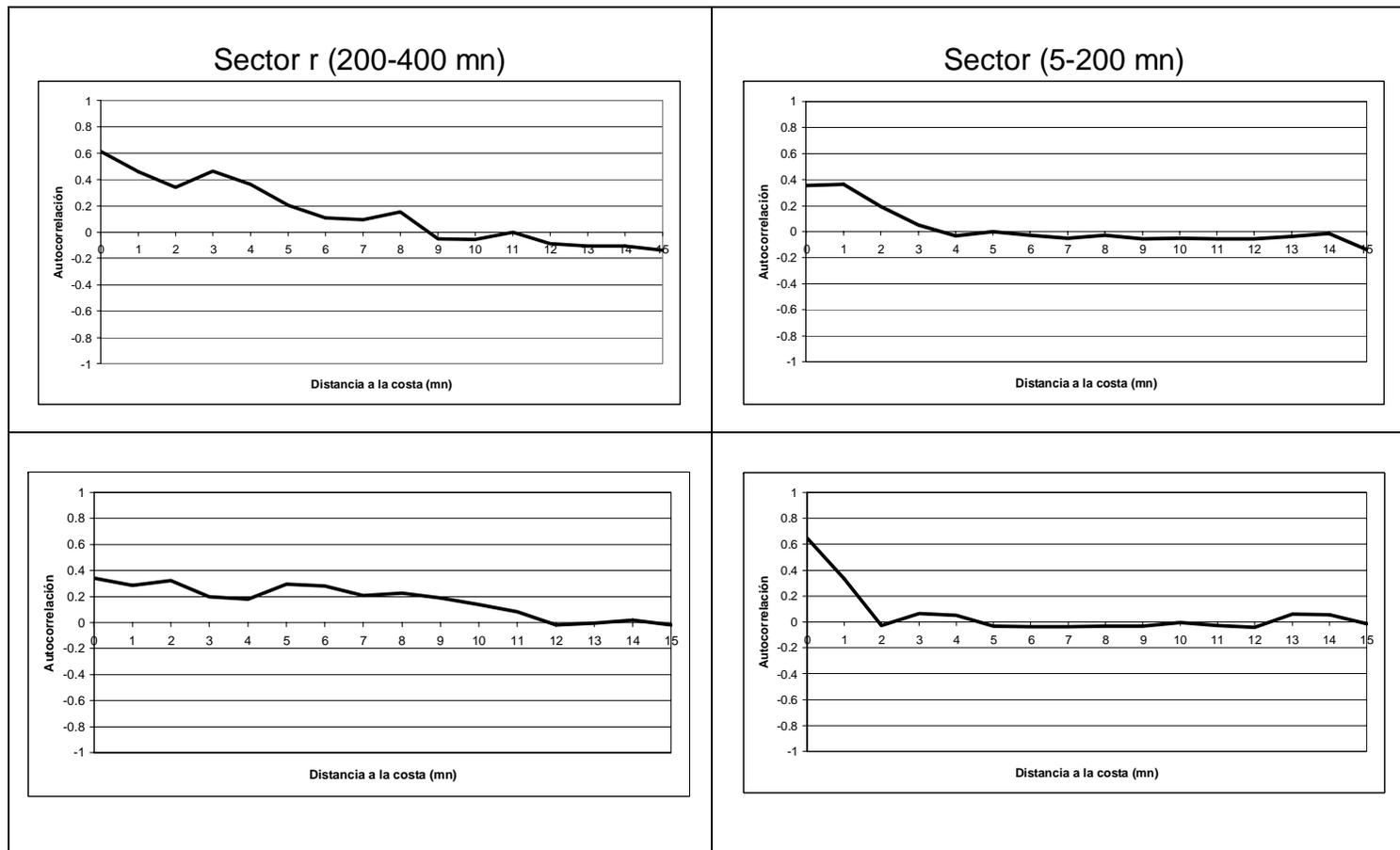
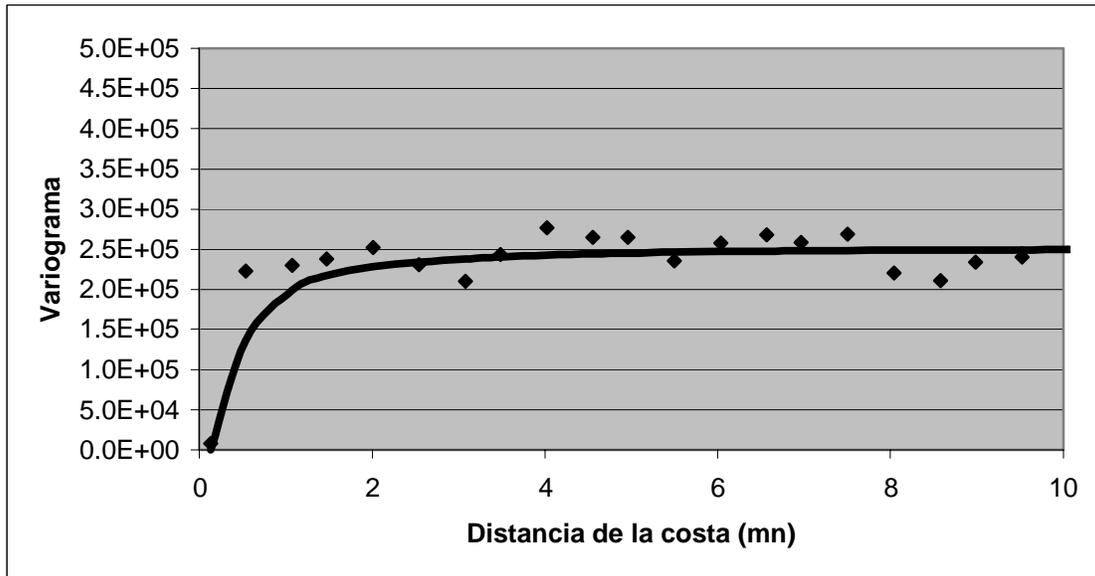


Figura 7. Correlogramas por sectores y distancia de la costa

a) zona 5 a 200 mn



b) Zona 200 a 400 mn

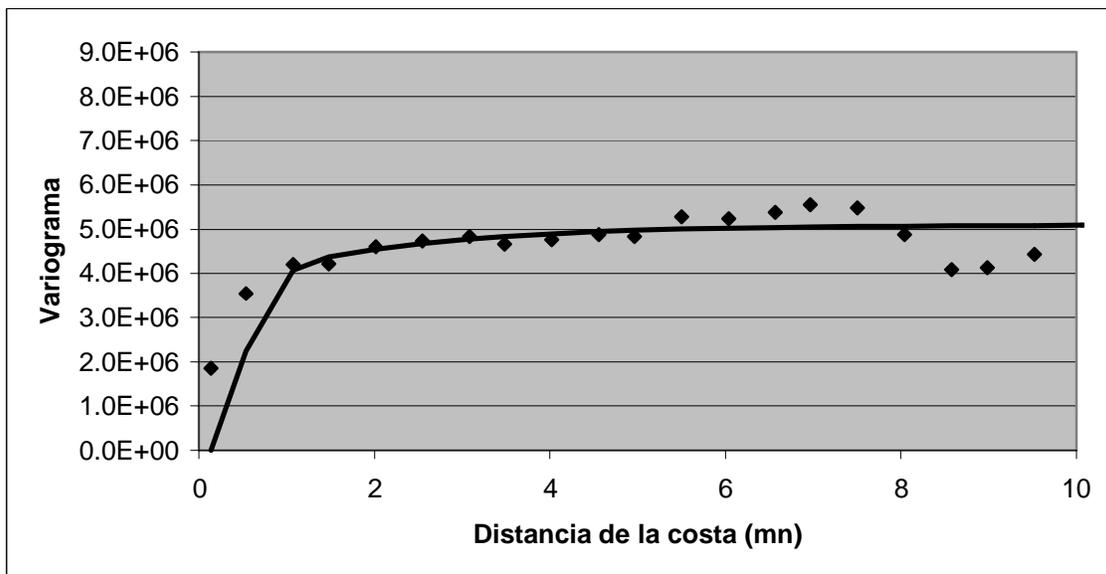
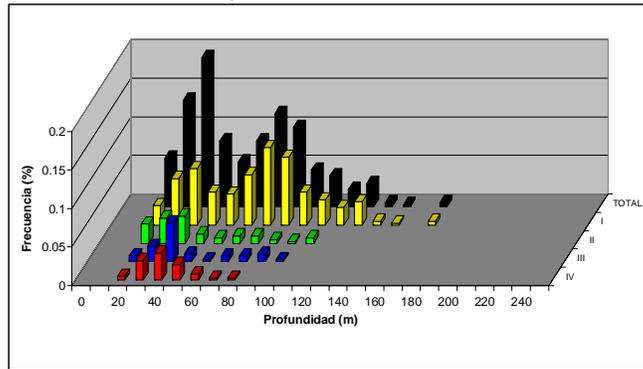
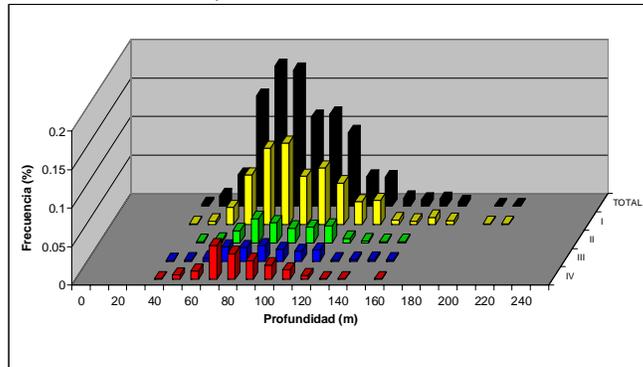


Figura 8. Variogramas para la zona de estudio: a) 5 – 200 mn y b) 200-400 mn.

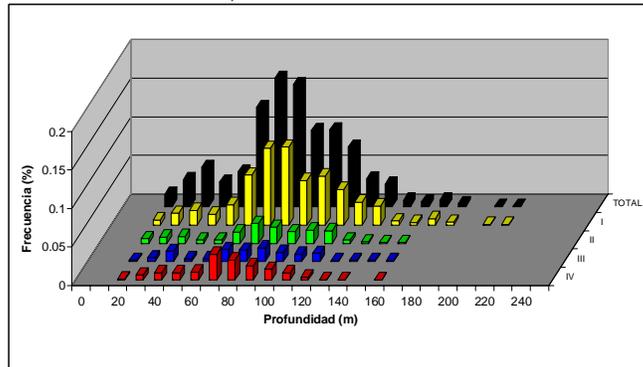
a) Zona 5 a 200 mn



c) Zona 201 a 400 mn



e) Zona 5 a 400 mn



Categorías

I = 0 - 75 t/mn²
 II = 76 - 150 t/mn²

III = 151 - 300 t/mn²
 IV = > a 301 t/mn²

Figura 9. Distribución batimétrica de jurel por categorías y zonas: a) 5 – 200 mn, b) 200 – 400 mn y c) 5-400 mn.

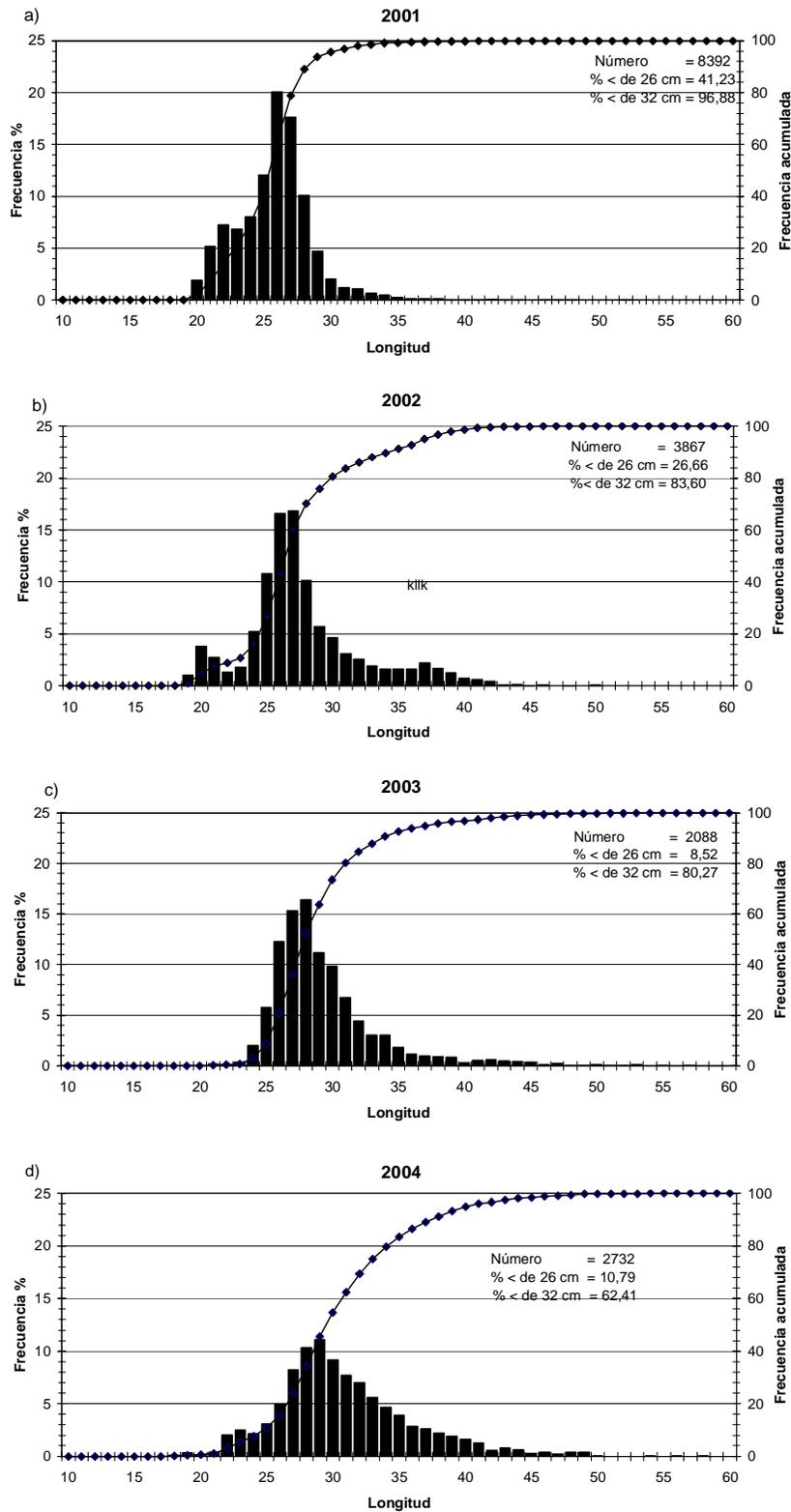


Figura 10. Distribución de tallas de jurel: a) 2001; b) 2002; c) 2003 y d) 2004.

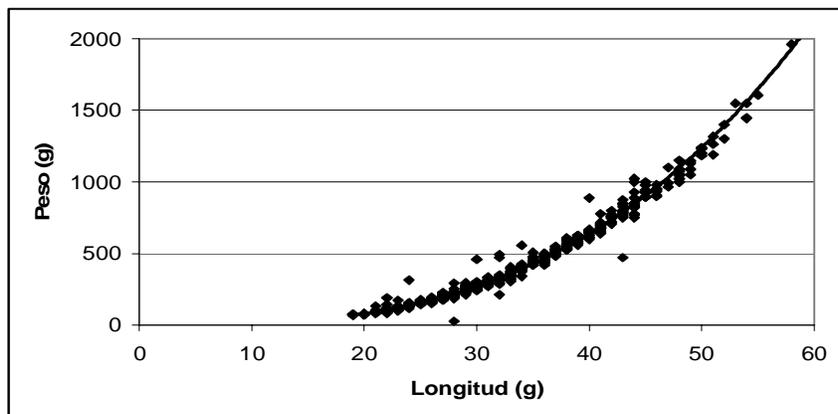
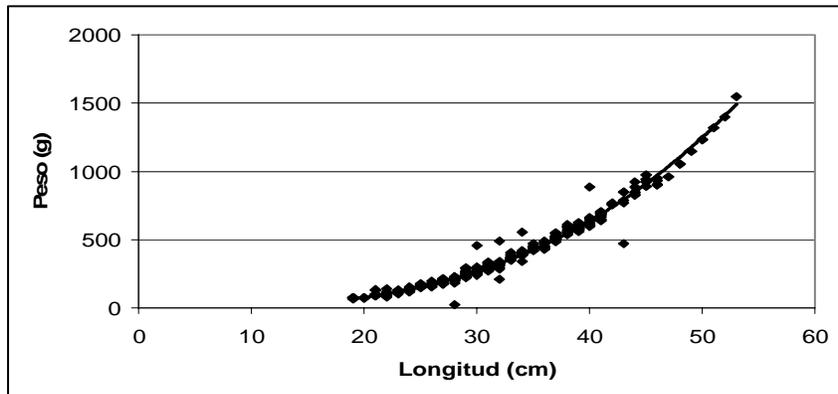
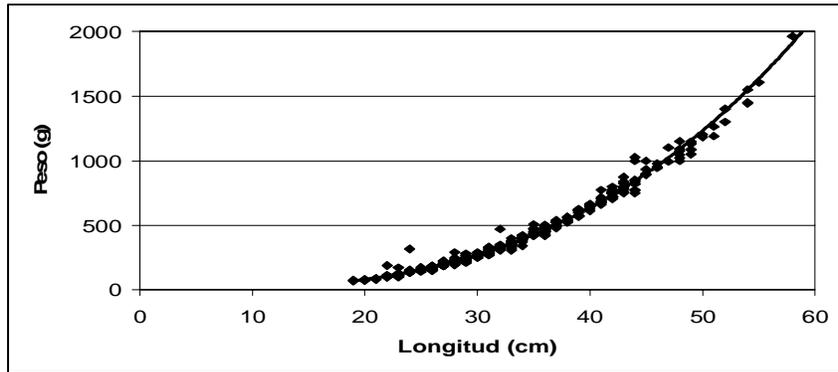


Figura 11. Relación longitud-peso de jurel en la zona de estudio: a) machos, b) hembras y c) total.

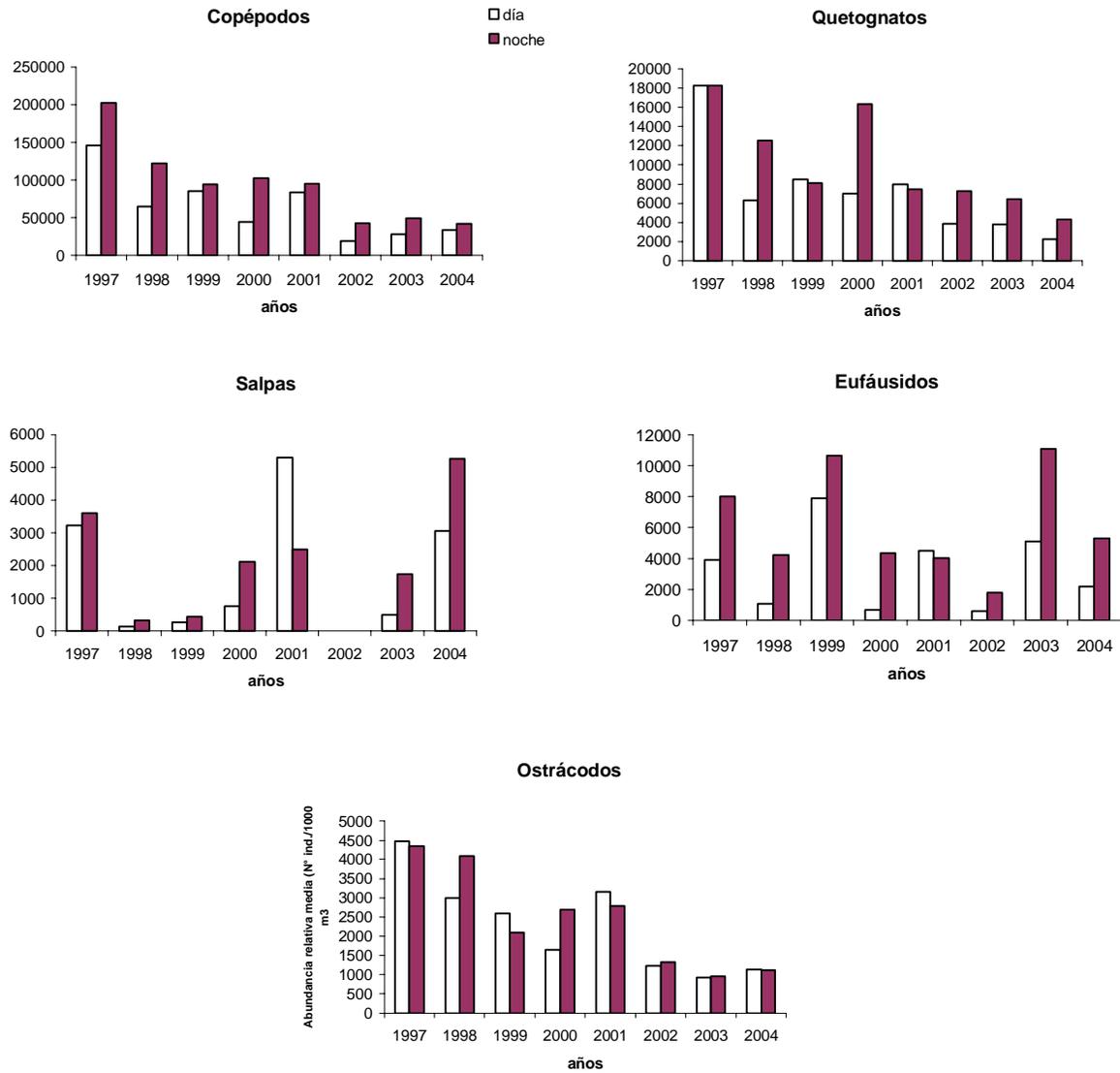


Figura 12. Distribución temporal de la abundancia relativa media de los principales grupos zooplanctónicos durante otoño de los años 1997 - 2004 (zona 10/ 200 mn).

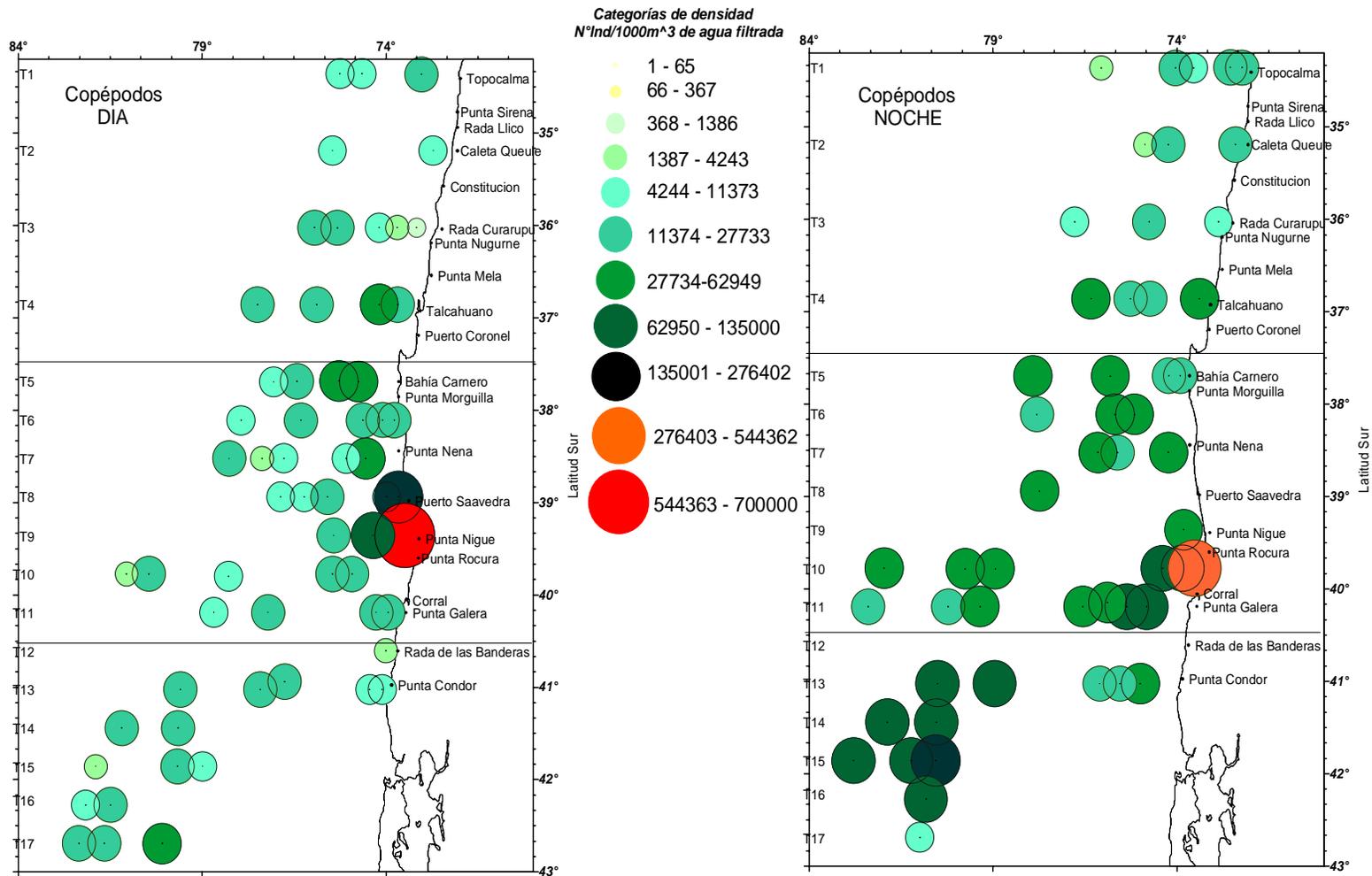


Figura 13. Distribución geográfica diurna y nocturna de los copéodos durante otoño del 2004.

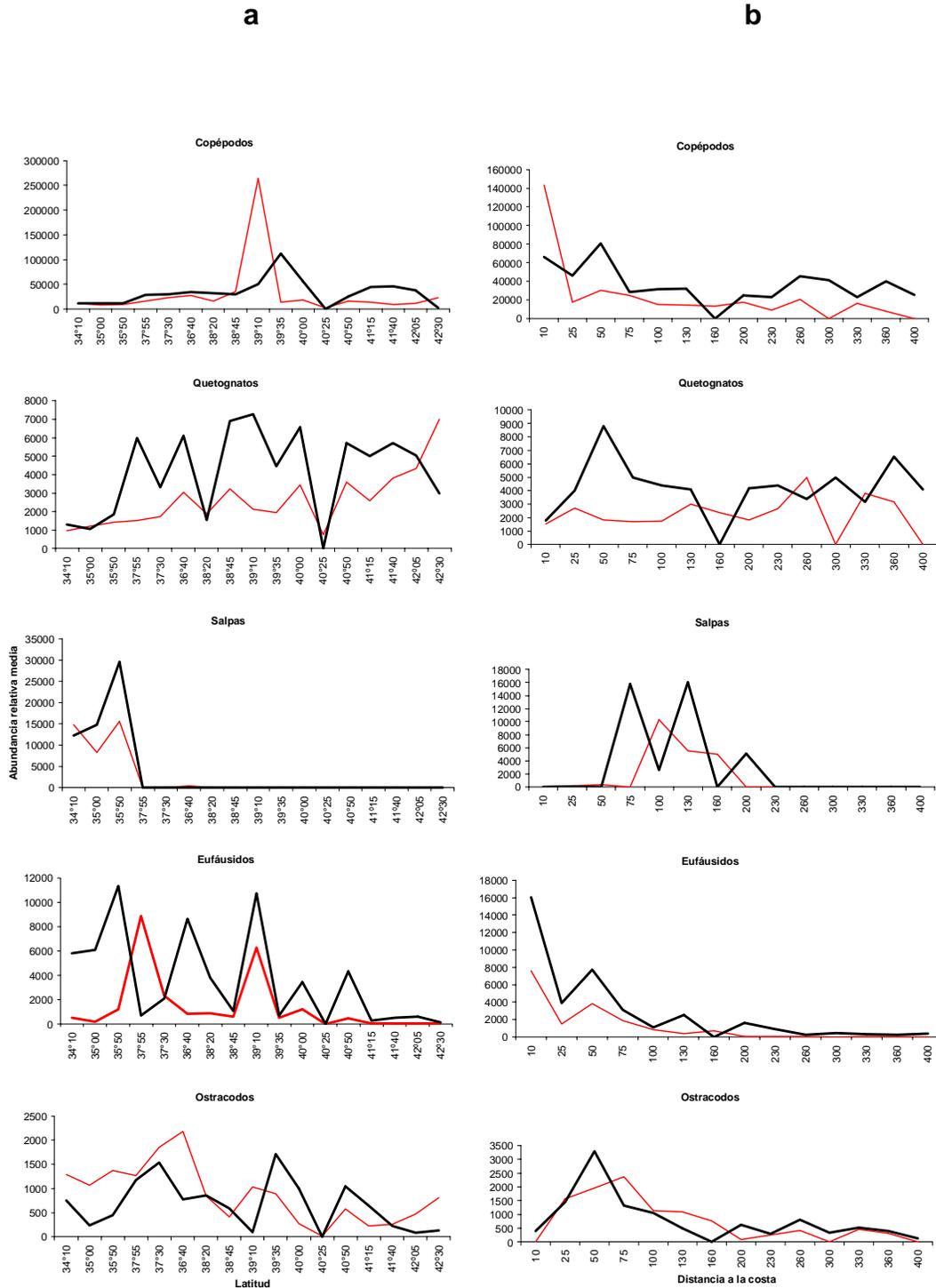


Figura 14. Distribución latitudinal (a) y longitudinal (b) de la abundancia relativa media de los principales grupos zooplanctónicos capturados durante los períodos diurnos (línea roja) y nocturnos (línea negra).

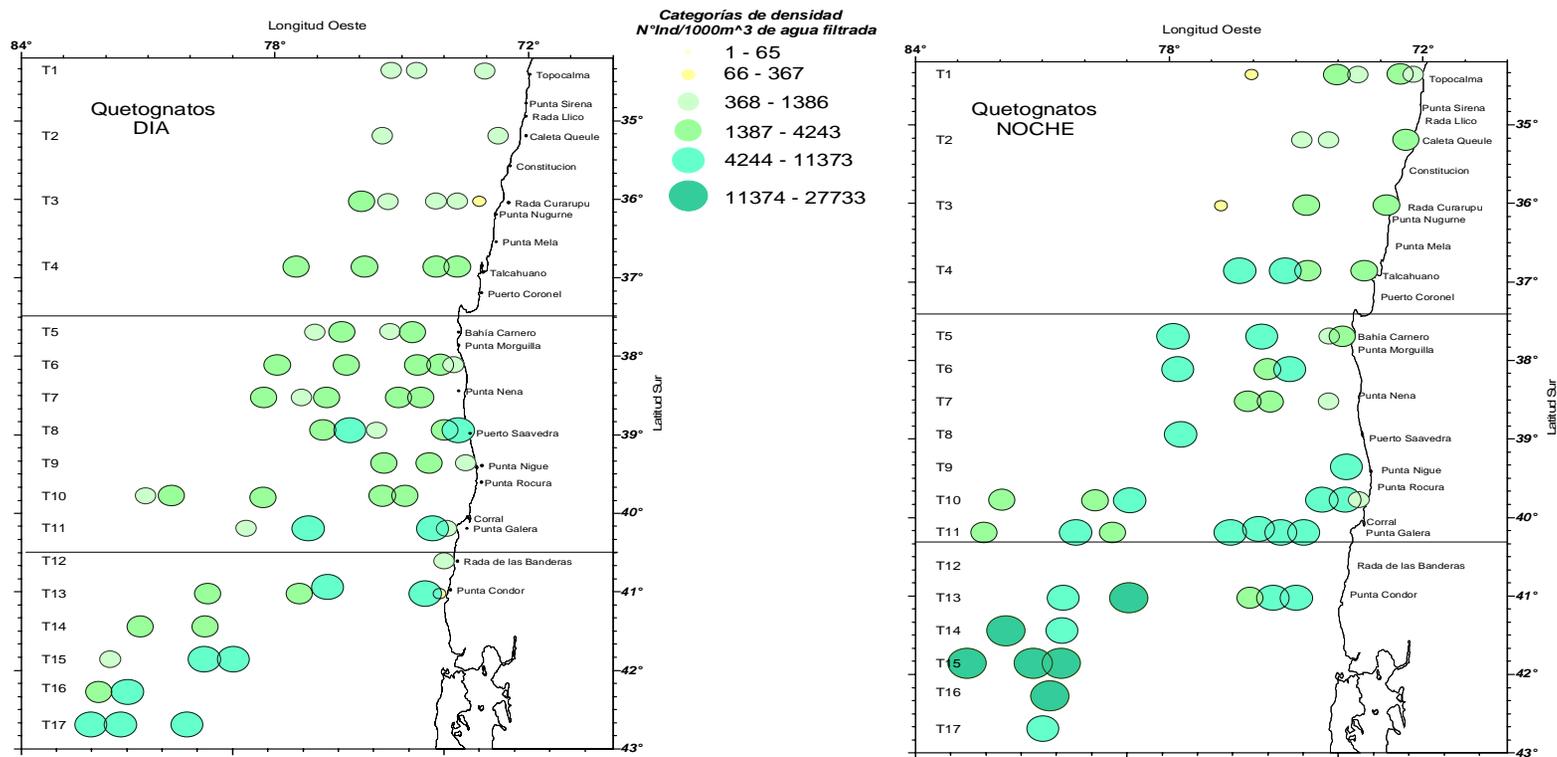


Figura 15. Distribución geográfica diurna y nocturna de los Quetognatos durante otoño del 2004.

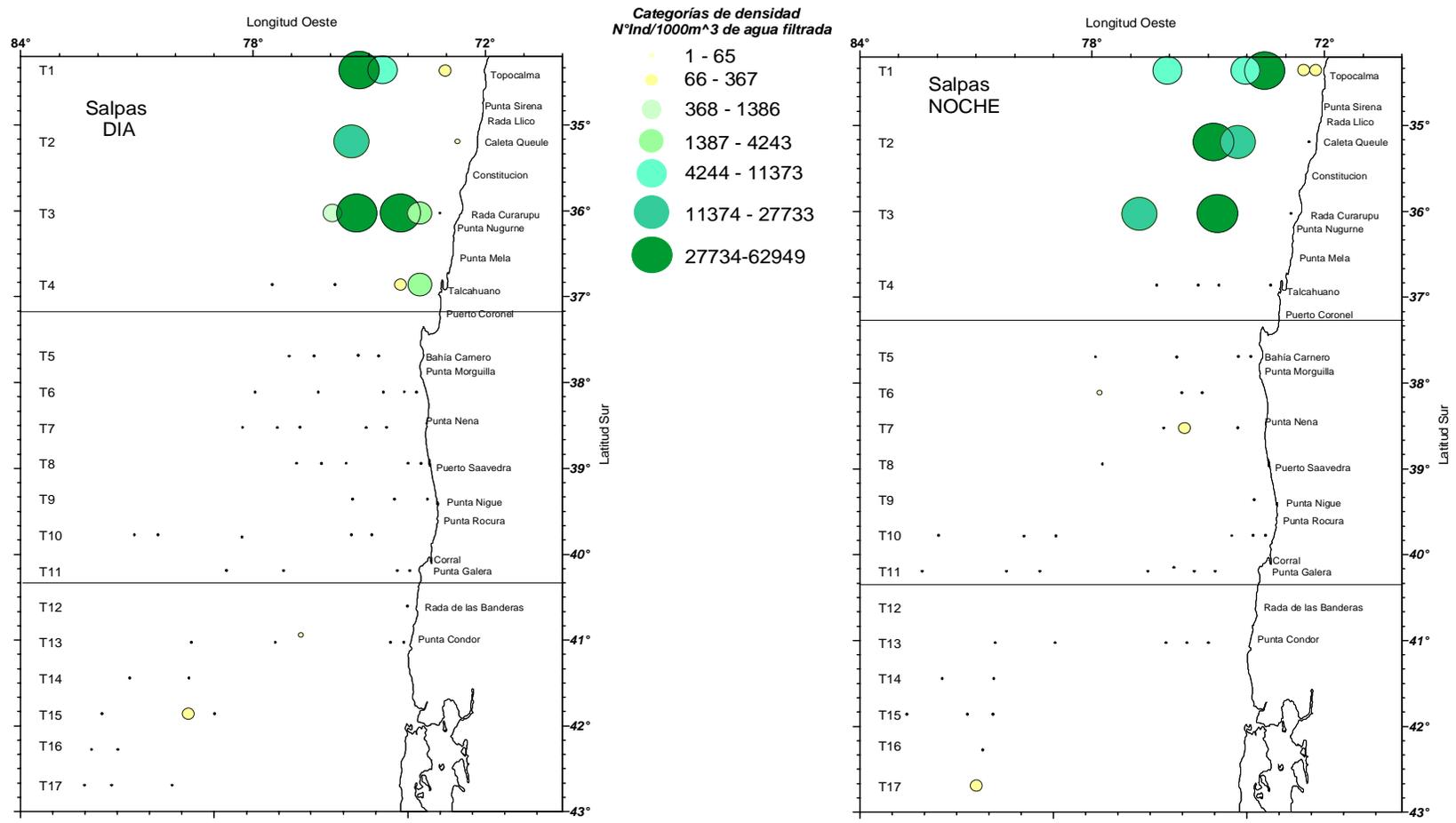


Figura 16. Distribución geográfica diurna y nocturna de los Salpas durante otoño del 2004.

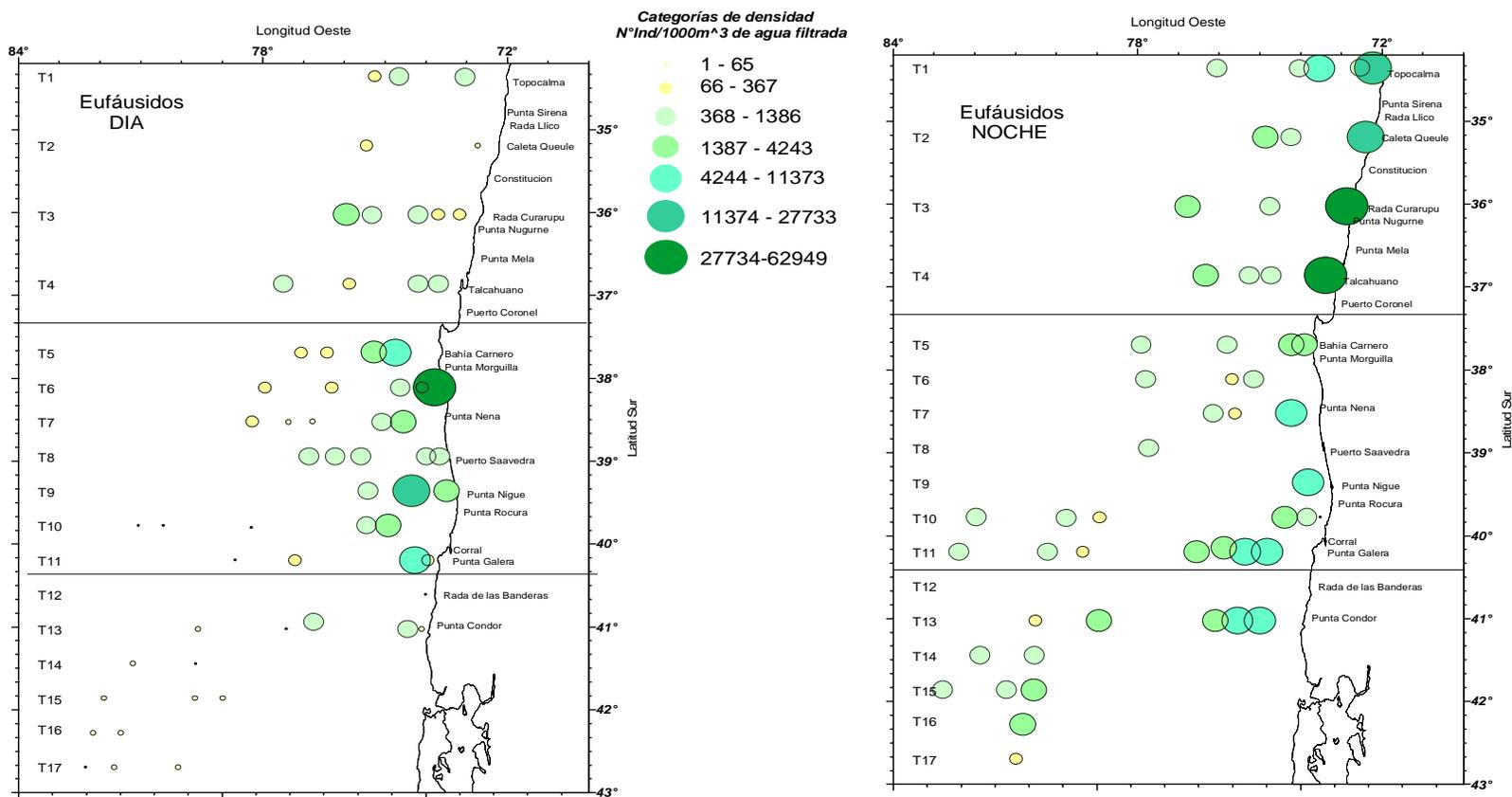


Figura 17. Distribución geográfica diurna y nocturna de los Eufáusidos durante otoño del 2004.

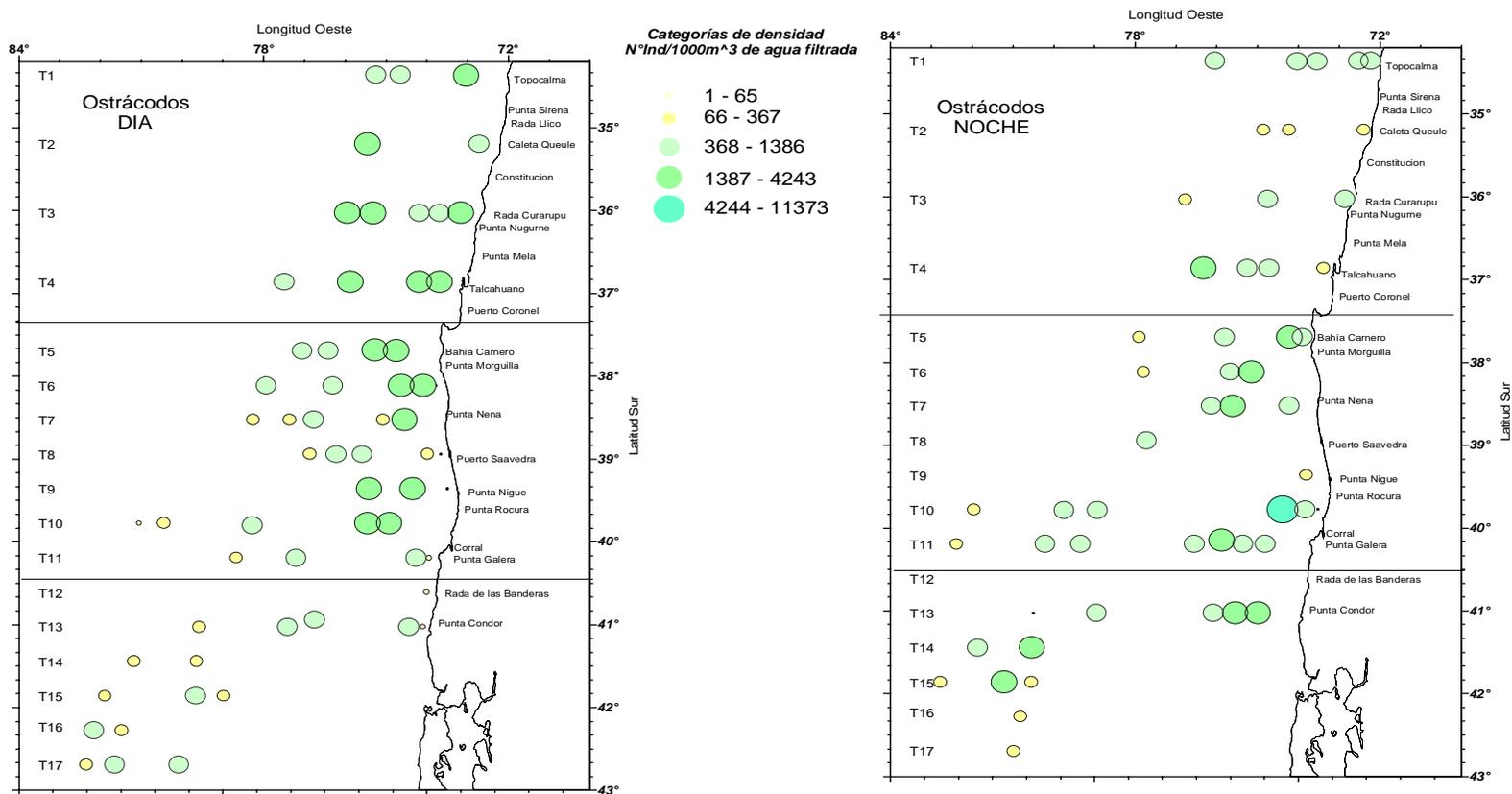


Figura 18. Distribución geográfica diurna y nocturna de los Ostrácodos durante otoño de 2004.

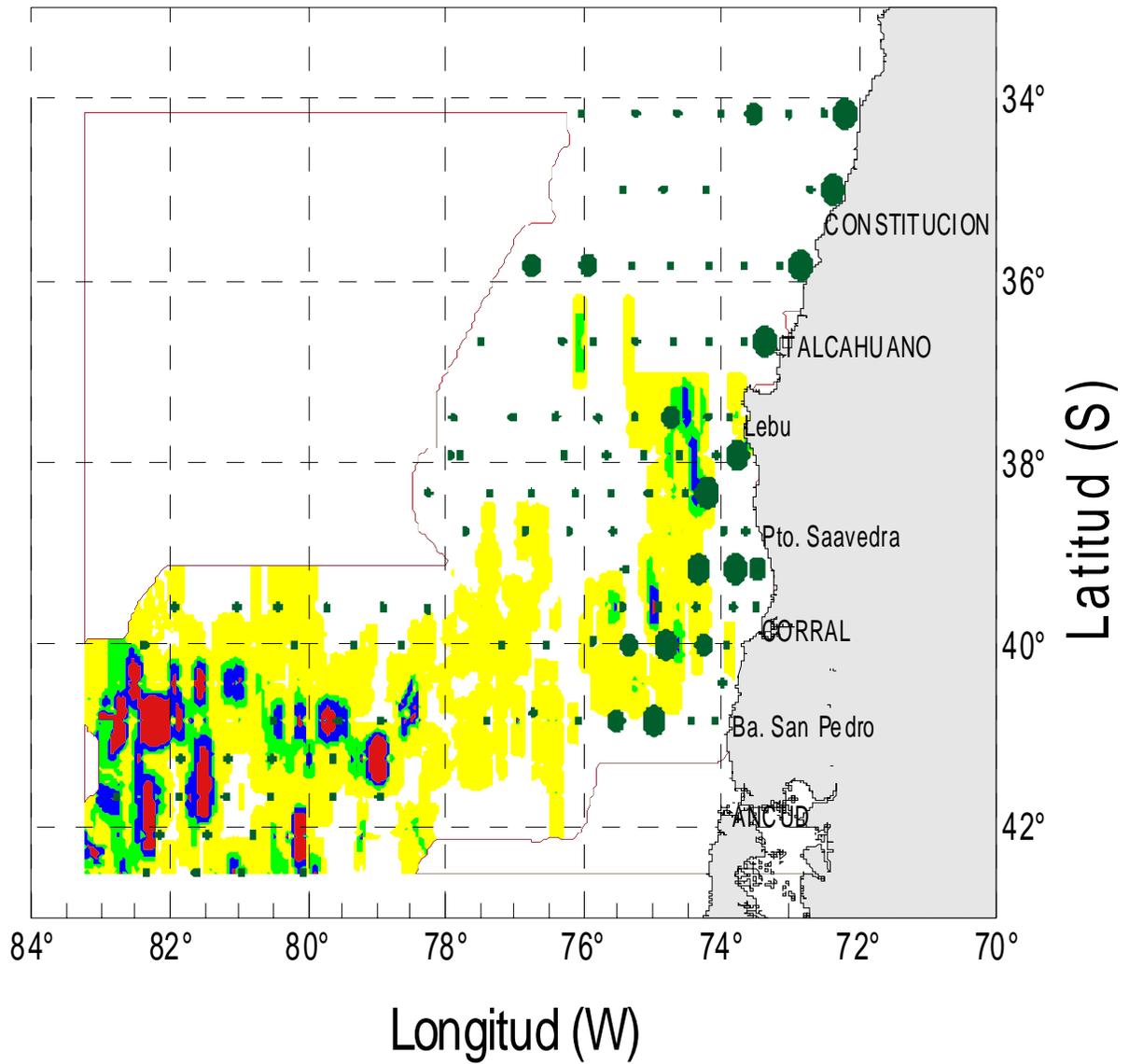


Figura 19. Distribución espacial de los euphausiidos en el área de ubicación de jurel, año 2004.

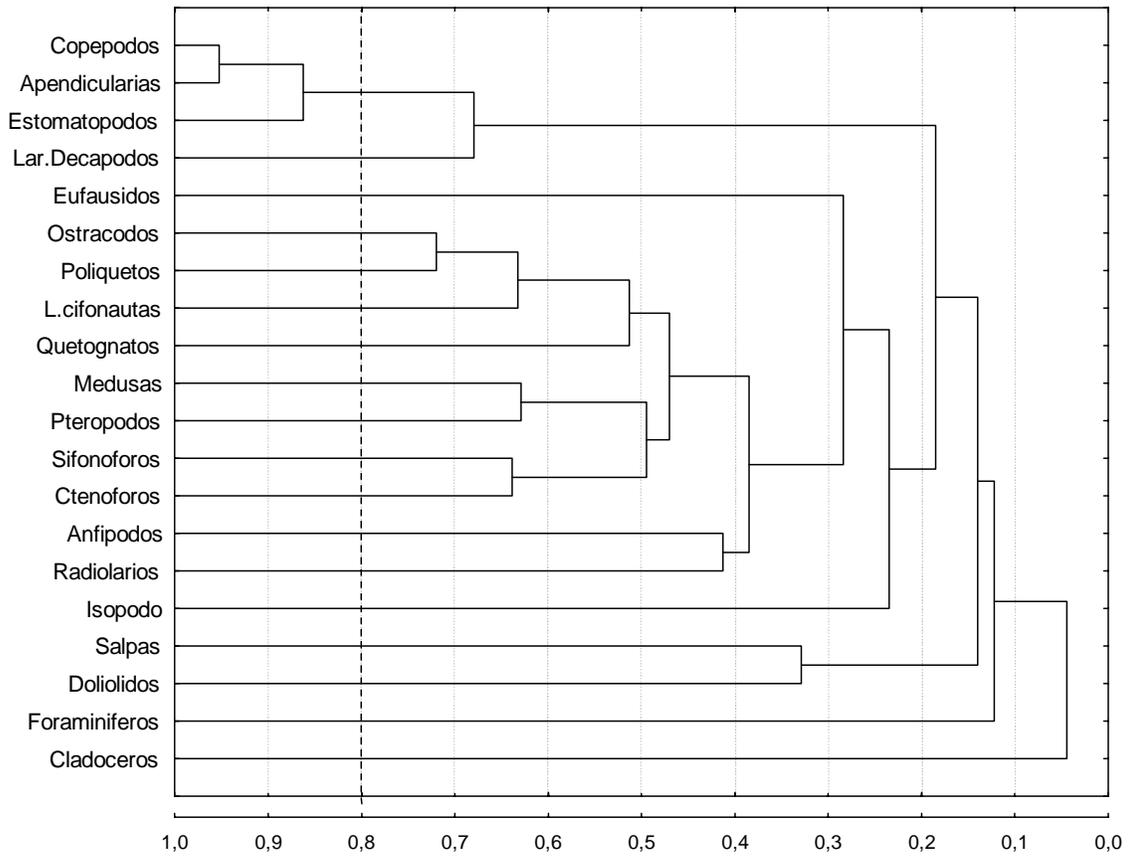


Figura 20. Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño 2003.

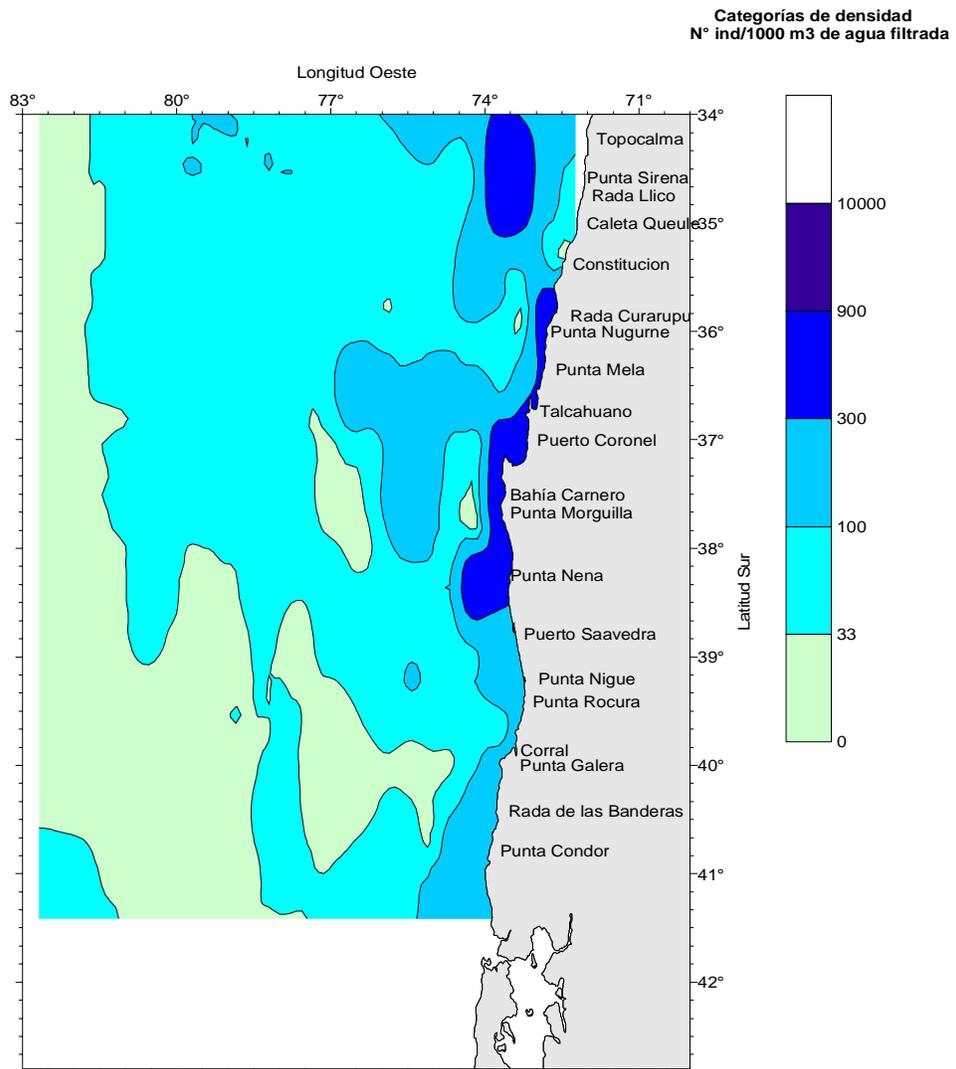


Figura 21. Distribución de la biomasa zooplanctónica durante el período de otoño 2004.

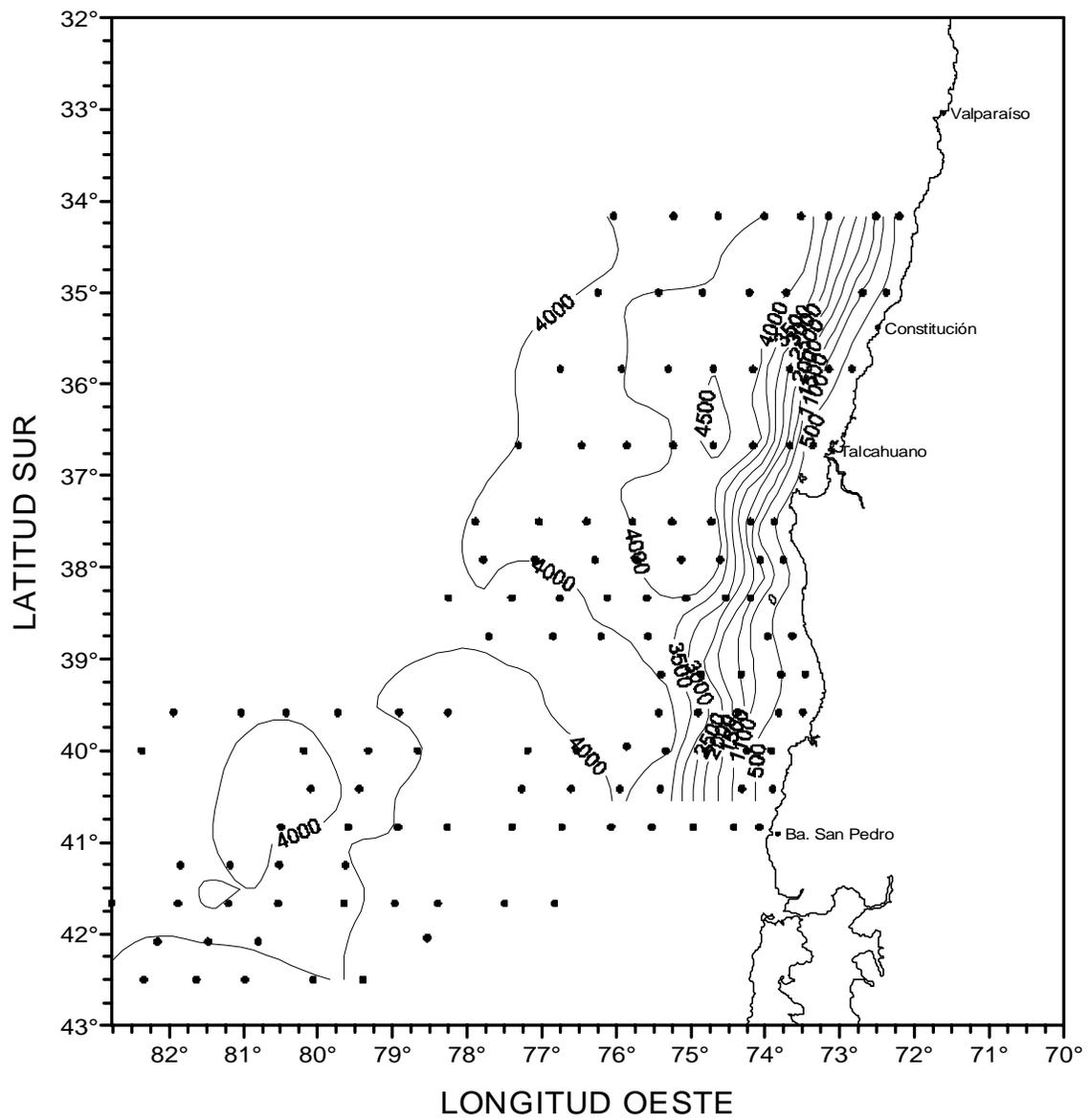


Figura 22. Batimetría global del área de estudio.

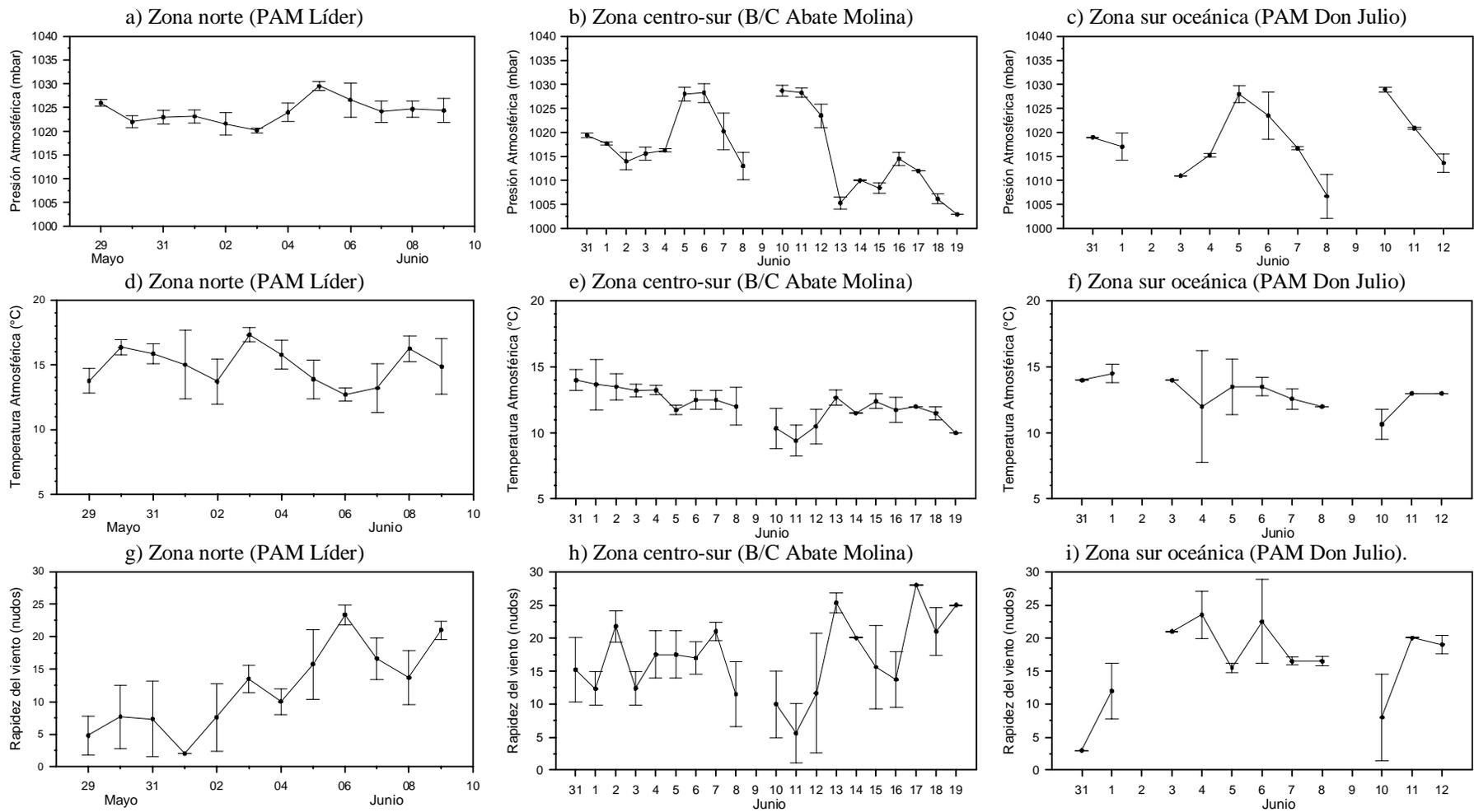


Figura 23. Variabilidad de las condiciones meteorológicas por zona. a) presión atmosférica (mbar) b) temperatura atmosférica (°C) y c) rapidez del viento (nudos).

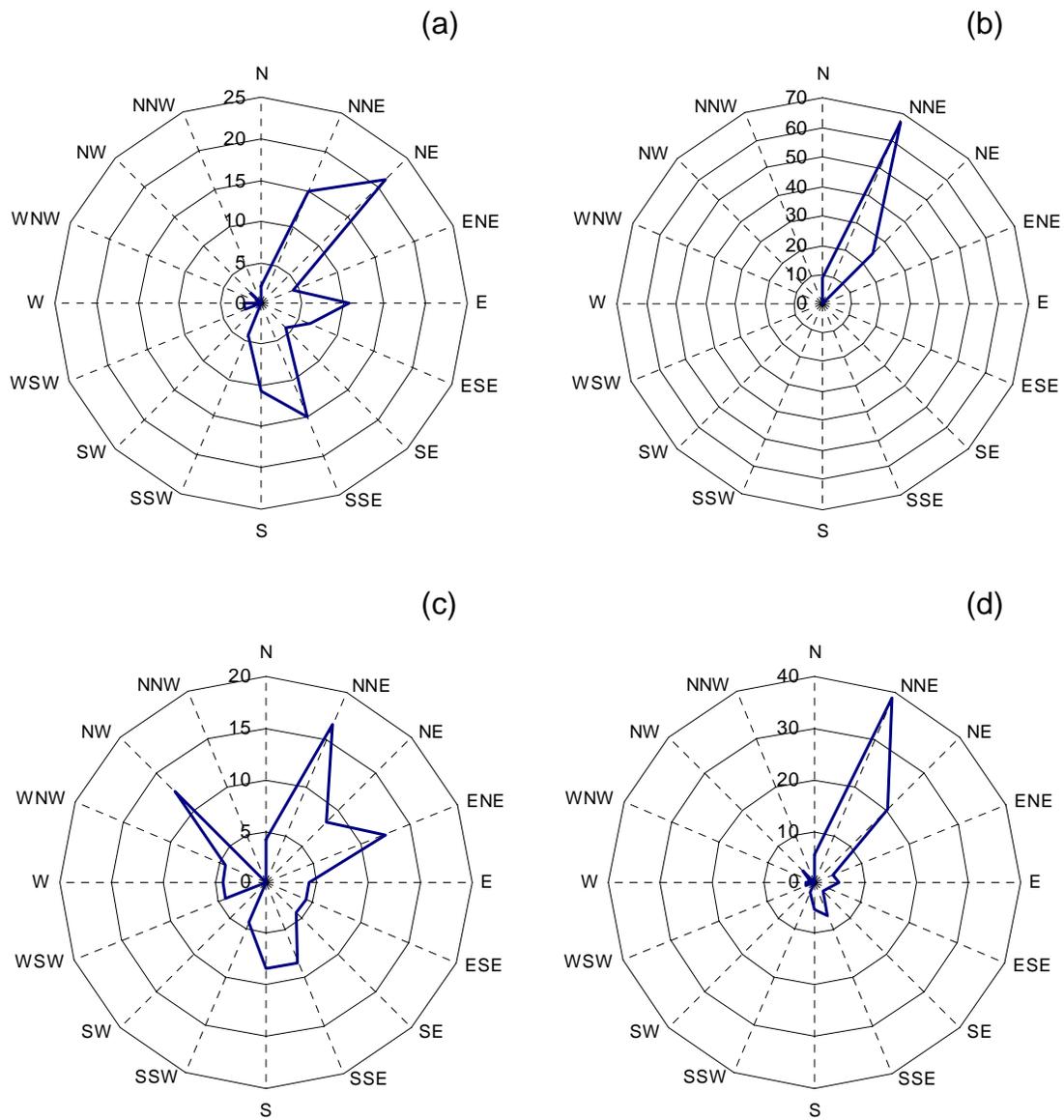


Figura 24. Variabilidad de la dirección del viento durante el período de estudio: (a) zona norte ($34^{\circ}10'S-37^{\circ}55'S$; PAM Líder), (b) zona sur ($38^{\circ}20'S-42^{\circ}2.7'S$; B/C Abate Molina), (c) zona sur oceánica ($39^{\circ}35'S-42^{\circ}30'S$; PAM Don Julio) y (d) área total ($34^{\circ}10'S-42^{\circ}30'S$).

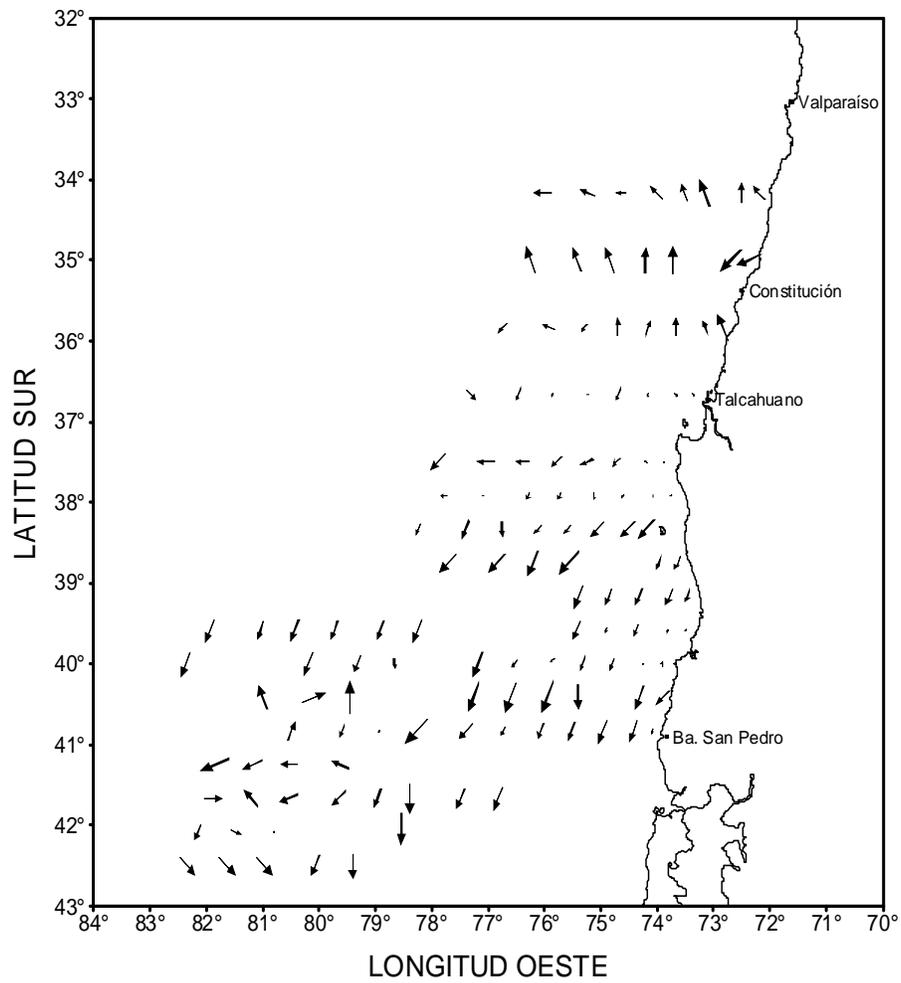


Figura 25. Variabilidad espacial de la velocidad y dirección del viento registrada a bordo de las embarcaciones participantes para el área y periodo de estudio.

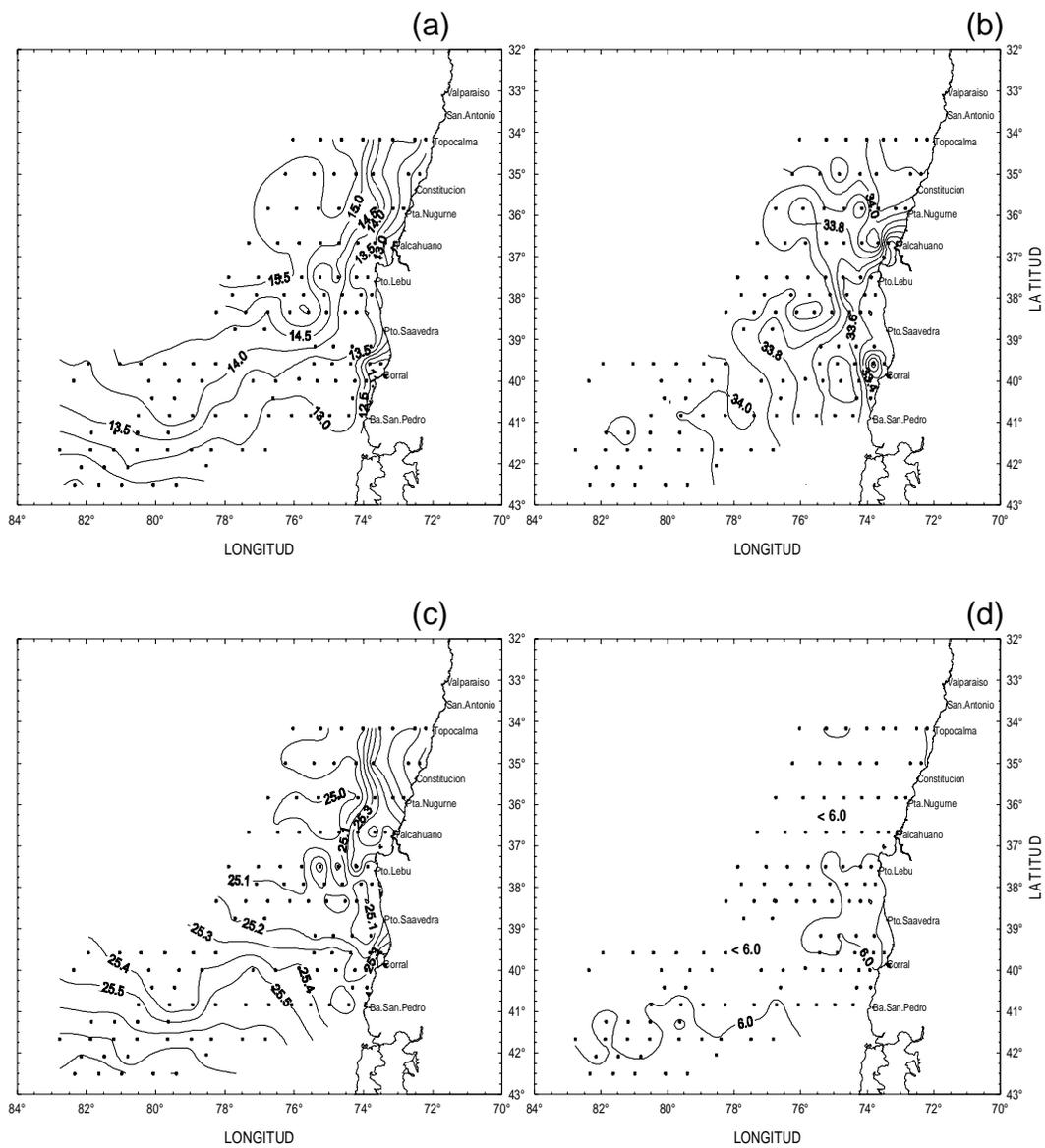


Figura 26. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 05 metros.

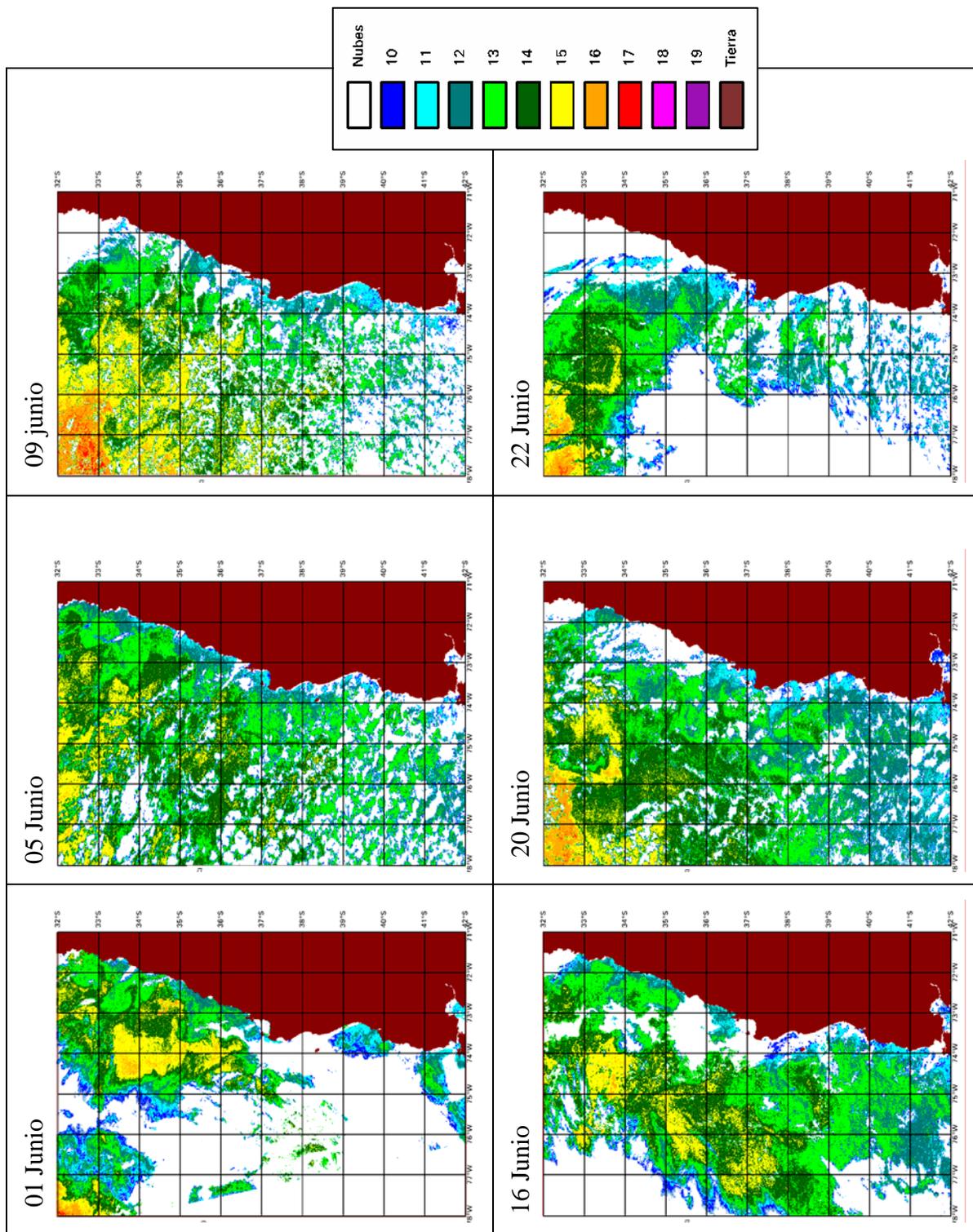


Figura 27. Imágenes satelitales de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) para los días 01, 05, 09, 16, 20 y 22 de junio del 2004.

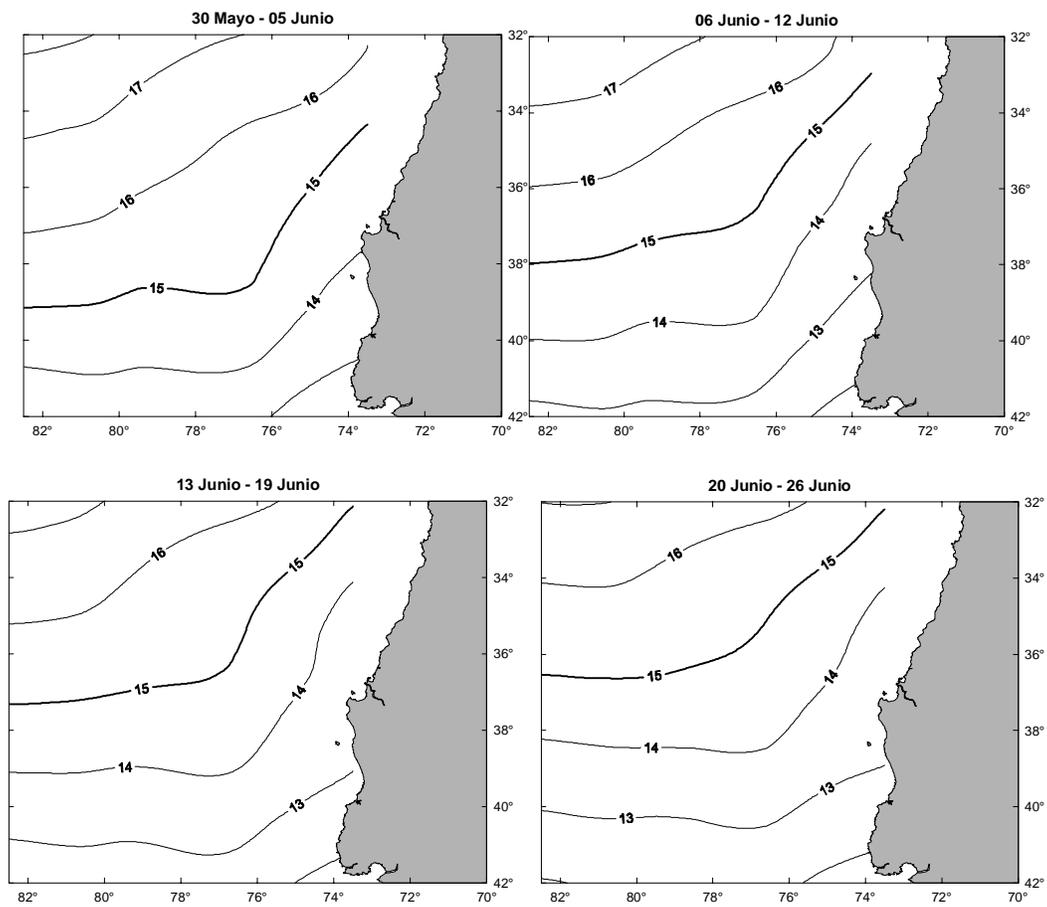


Figura 28. Distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) para las semanas comprendidas entre el 30 de mayo y el 26 de junio del 2004 (fuente: IGOSS).

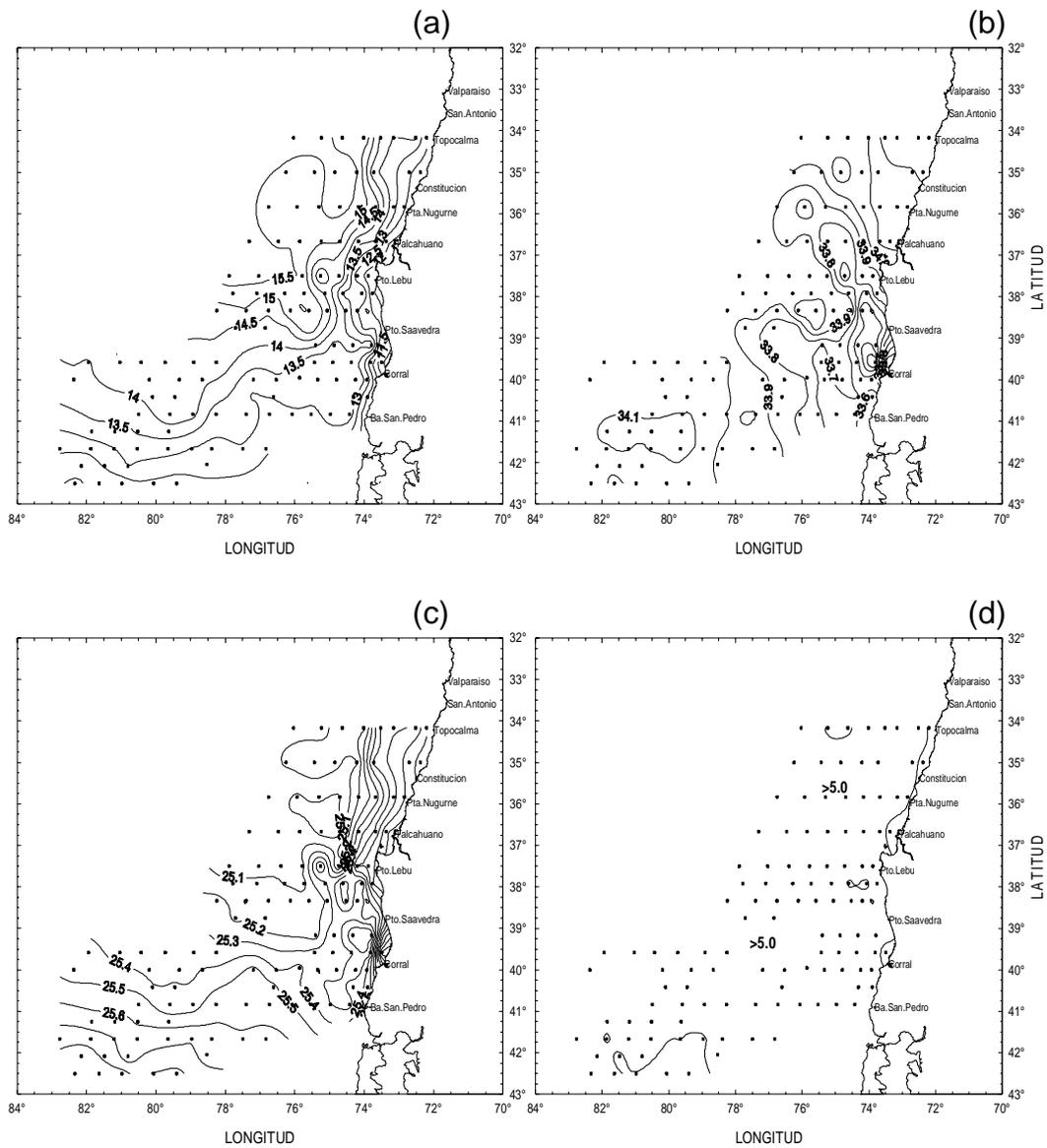


Figura 29. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 25 metros.

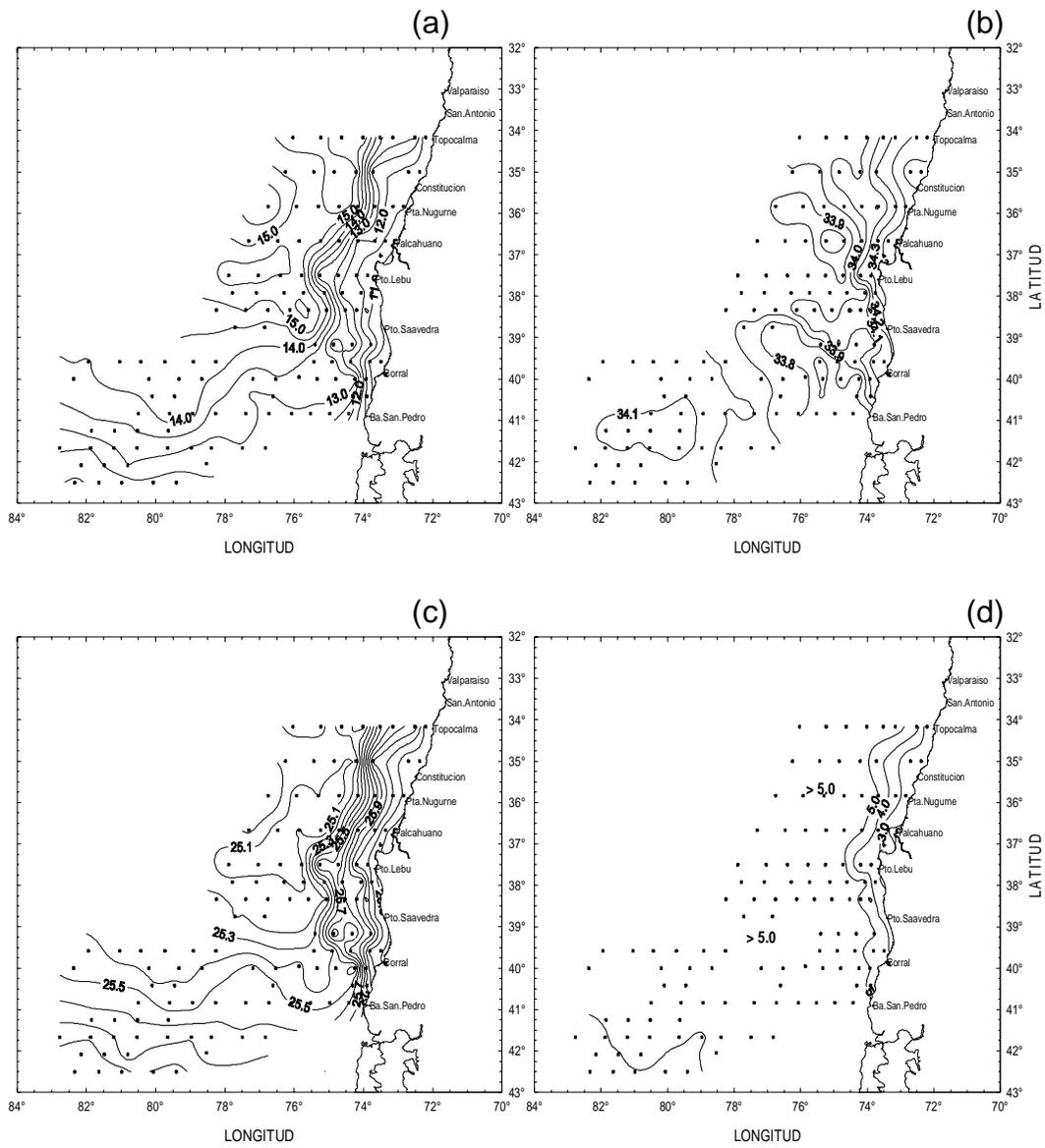


Figura 30. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 50 metros.

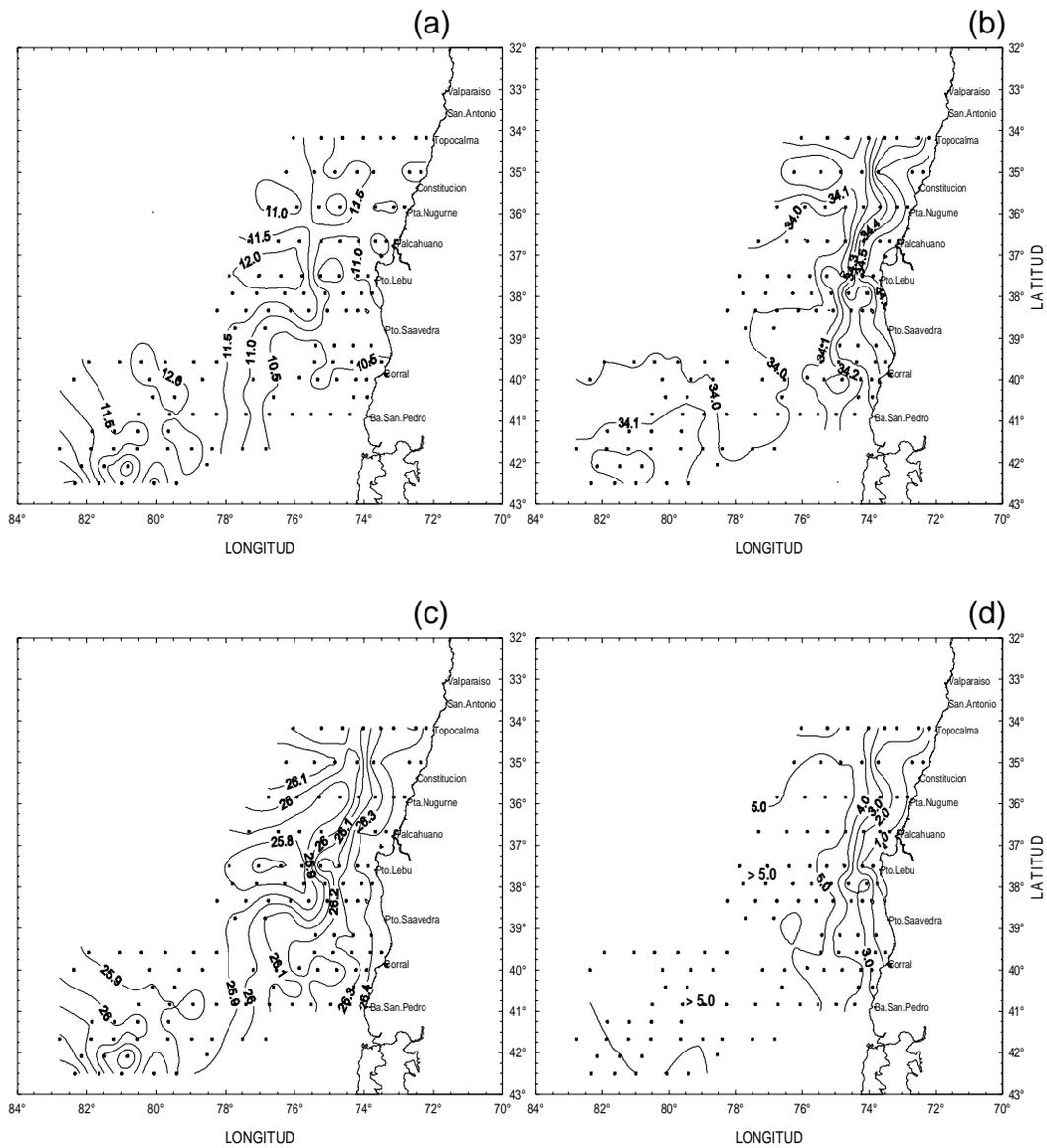


Figura 31. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 100 metros.

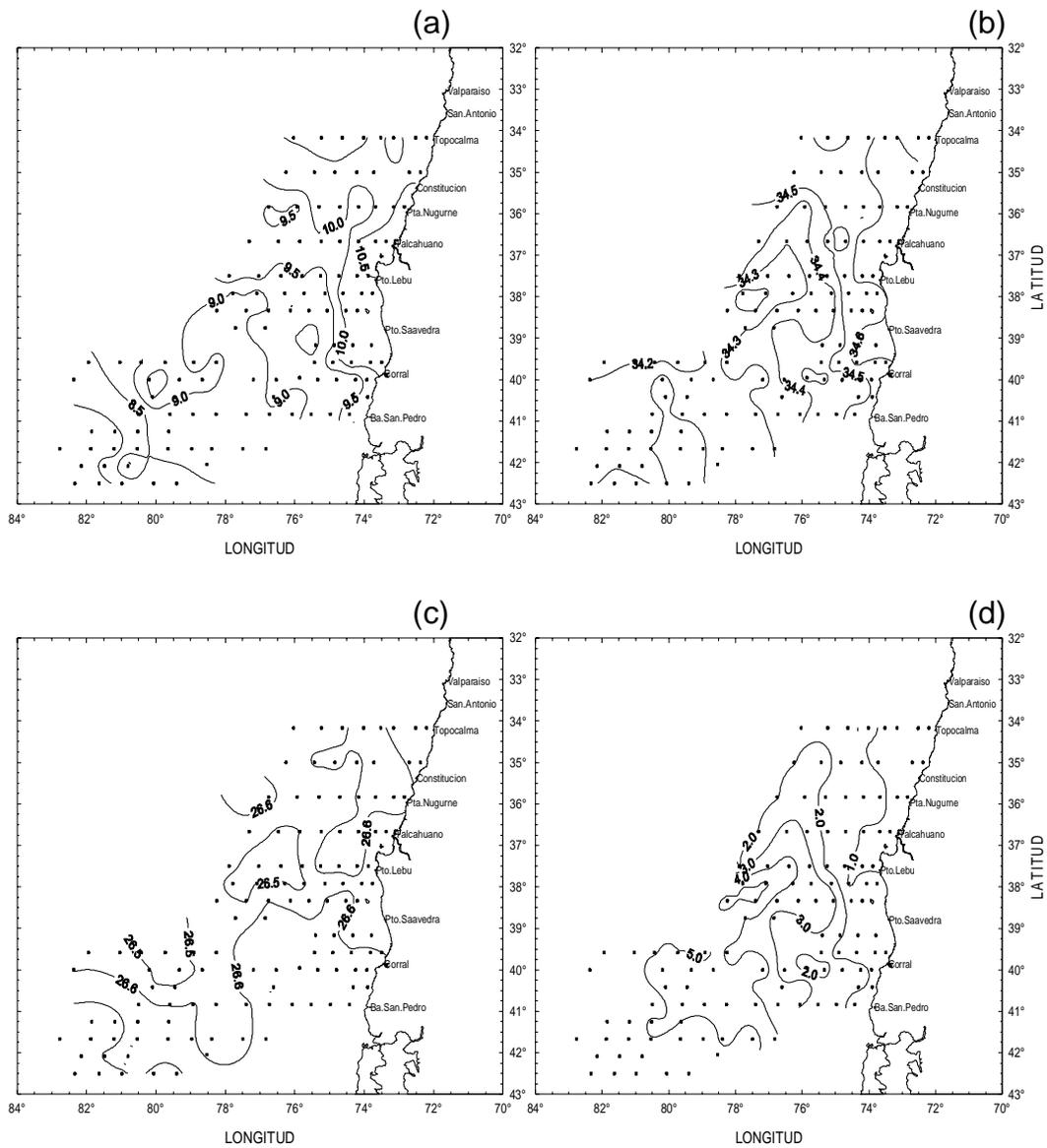


Figura 32. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad σ_t y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 200 metros.

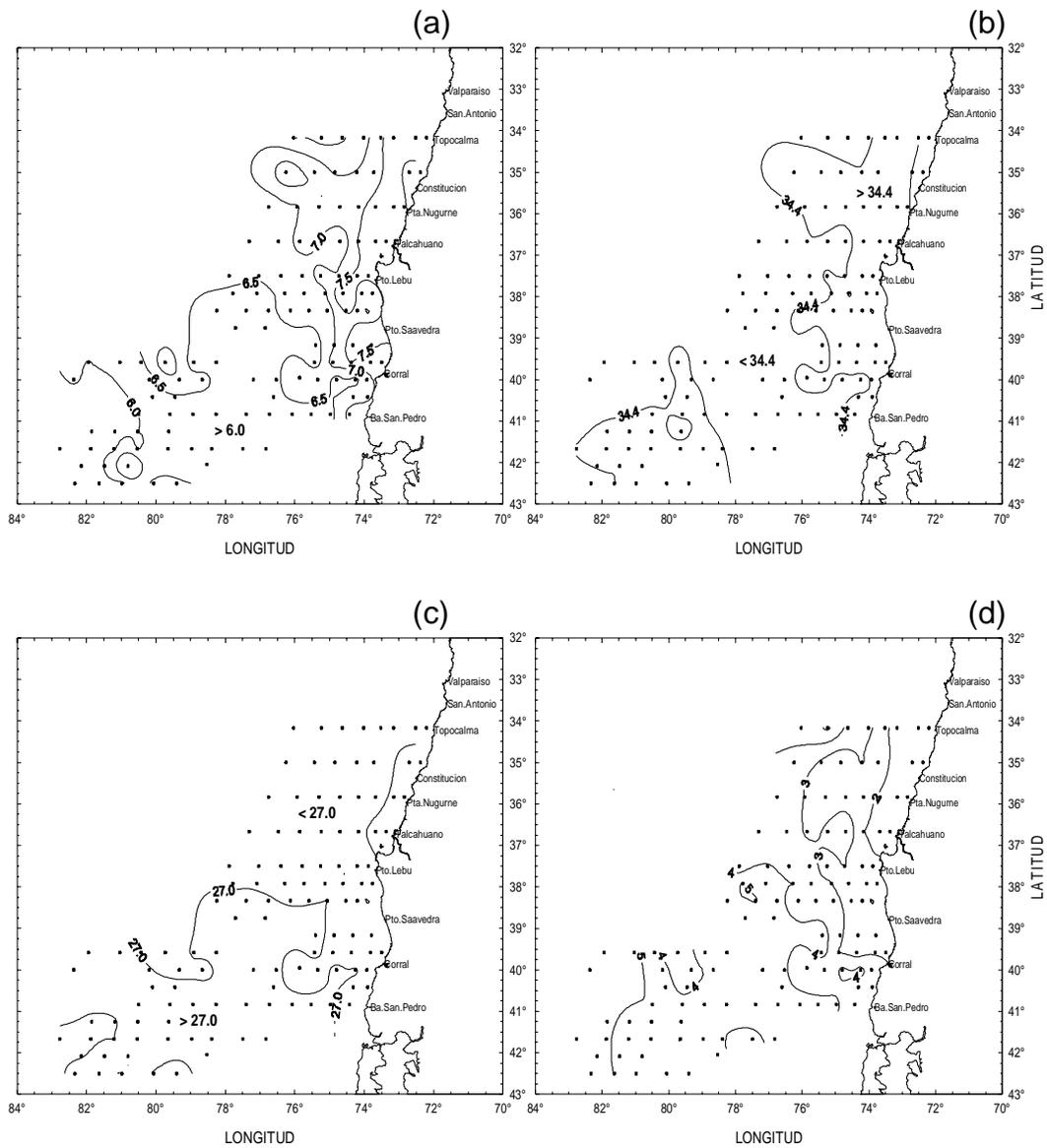


Figura 33. Distribución horizontal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 400 metros.

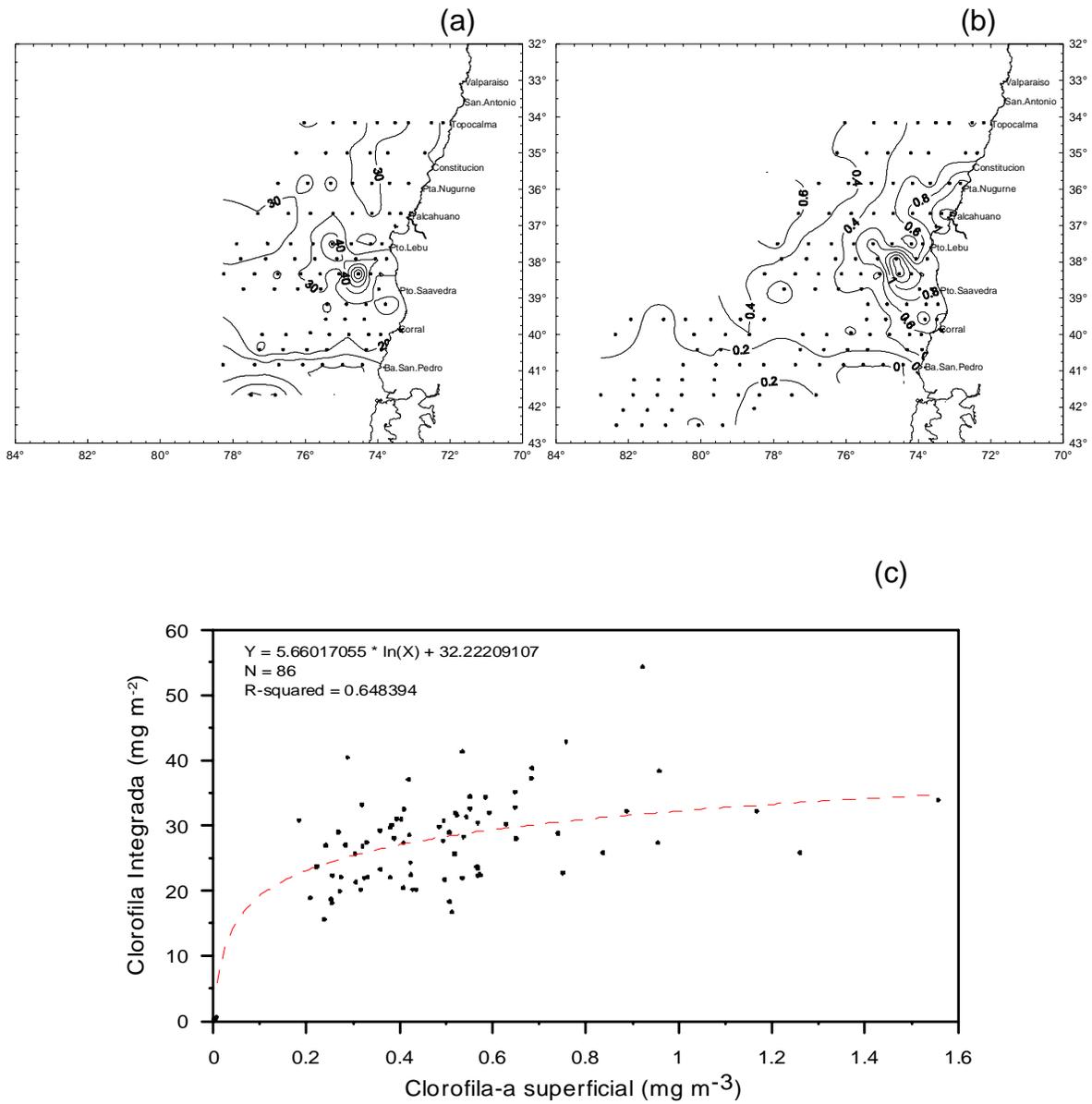


Figura 34. Distribución horizontal de: (a) clorofila-a (mg m^{-3}) en el estrato de 5 m de profundidad, (b) clorofila-a (mg m^{-2}) estrato 0 a 100 m y (c) relación bivariada entre clorofila-a integrada (mg m^{-2}) estrato 0 a 100 m y clorofila-a superficial (mg m^{-3}).

Figura 35. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) de densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 1.

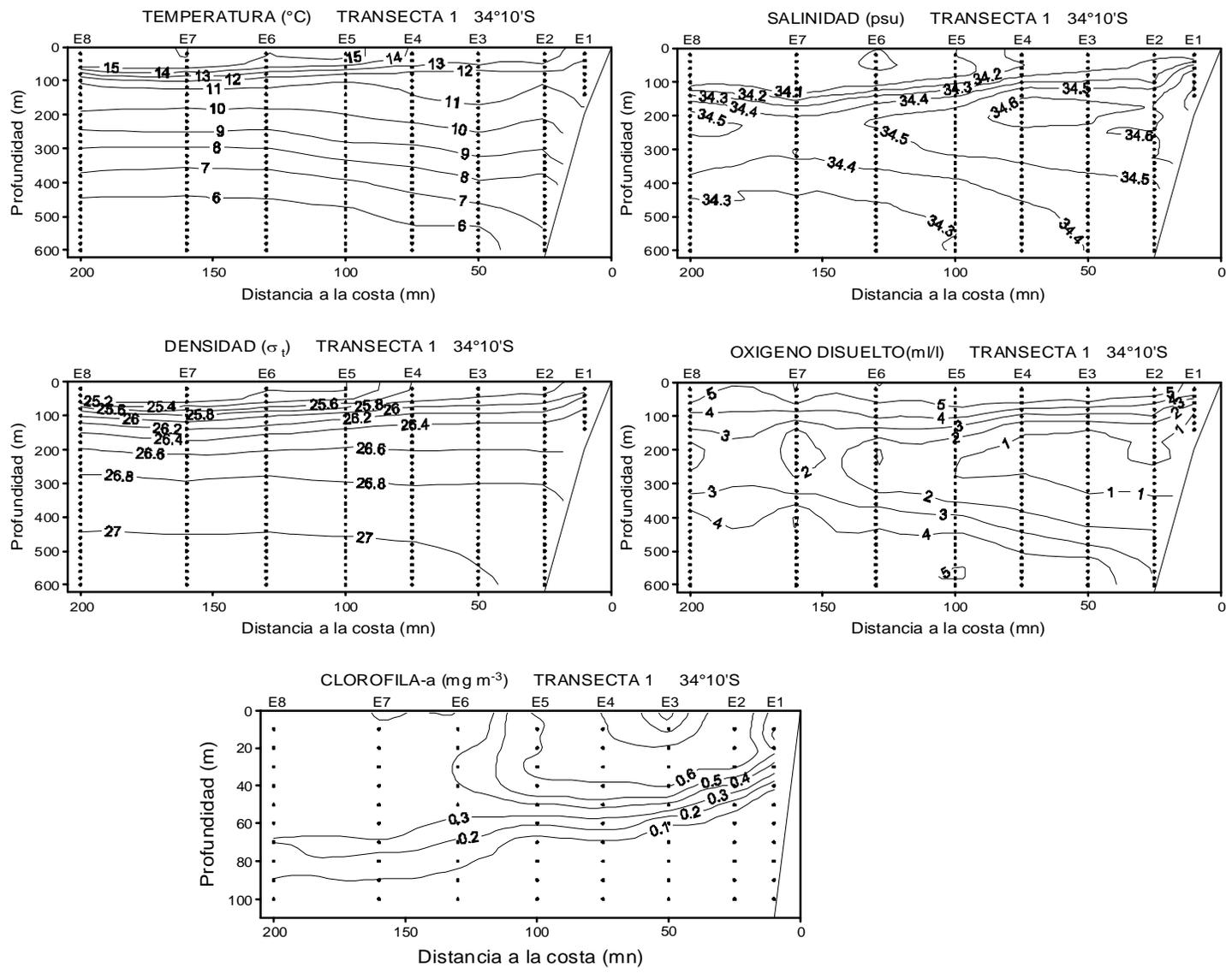


Figura 36. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 2.

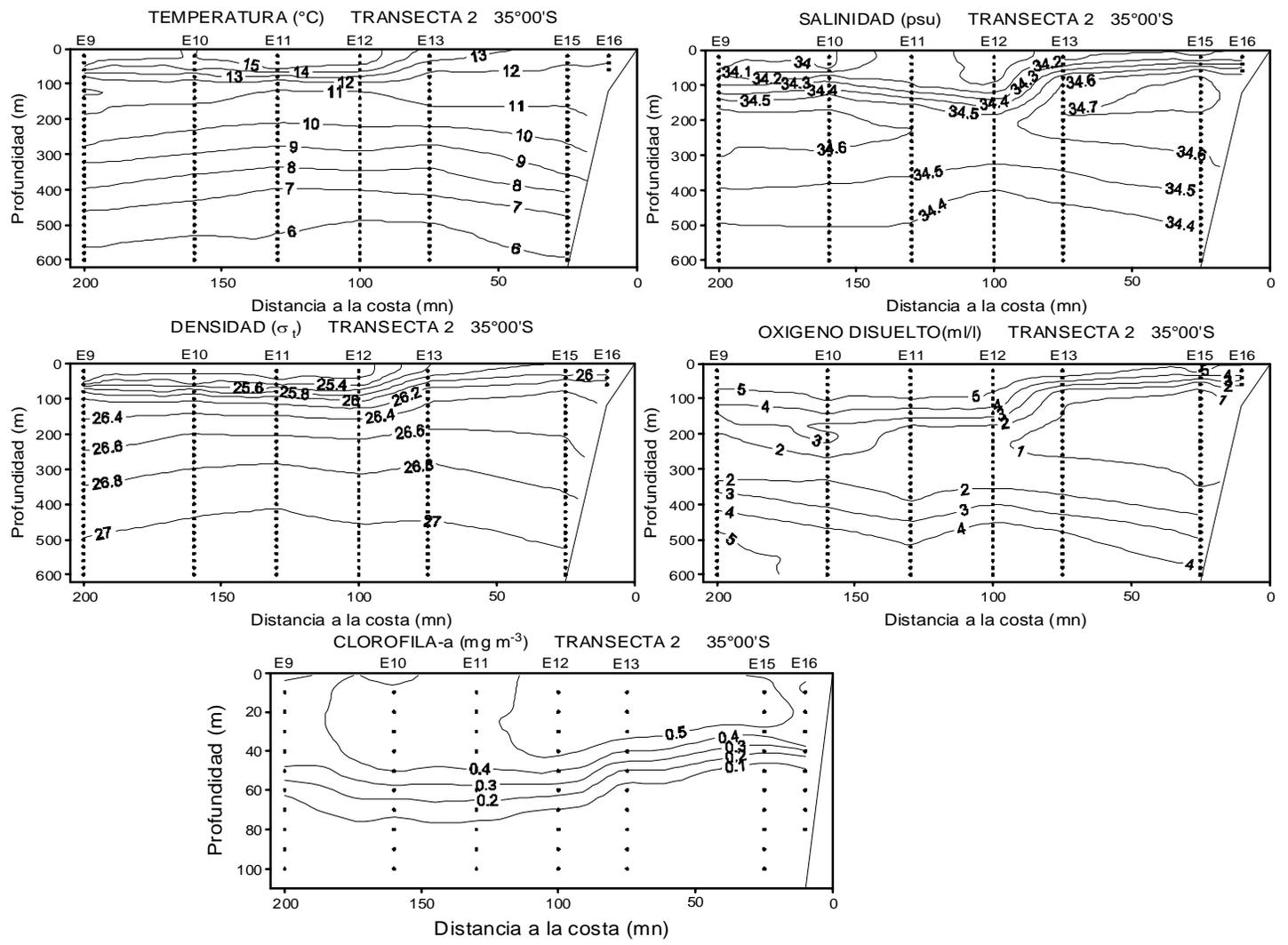


Figura 37. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 3.

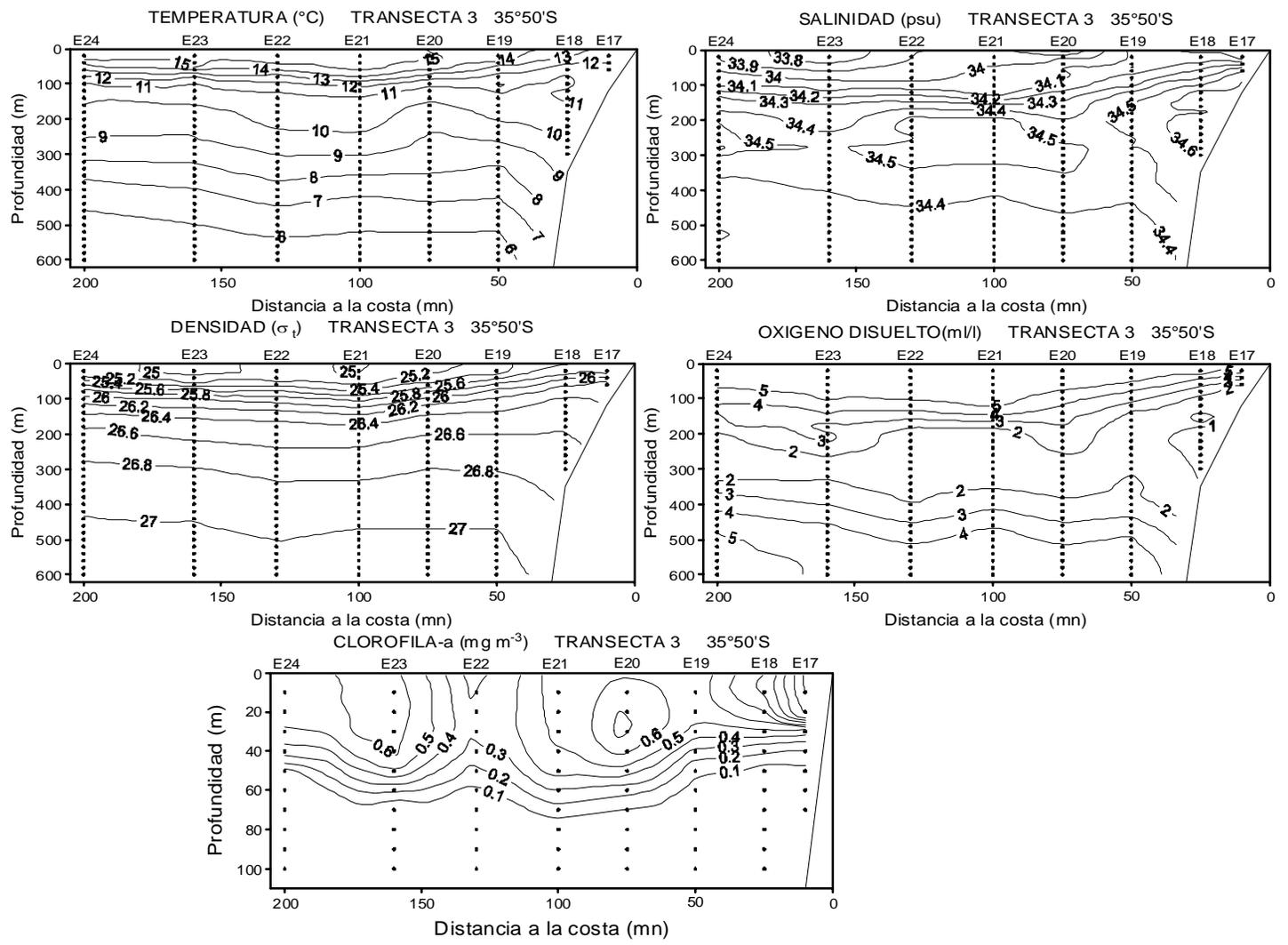


Figura 38. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 4.

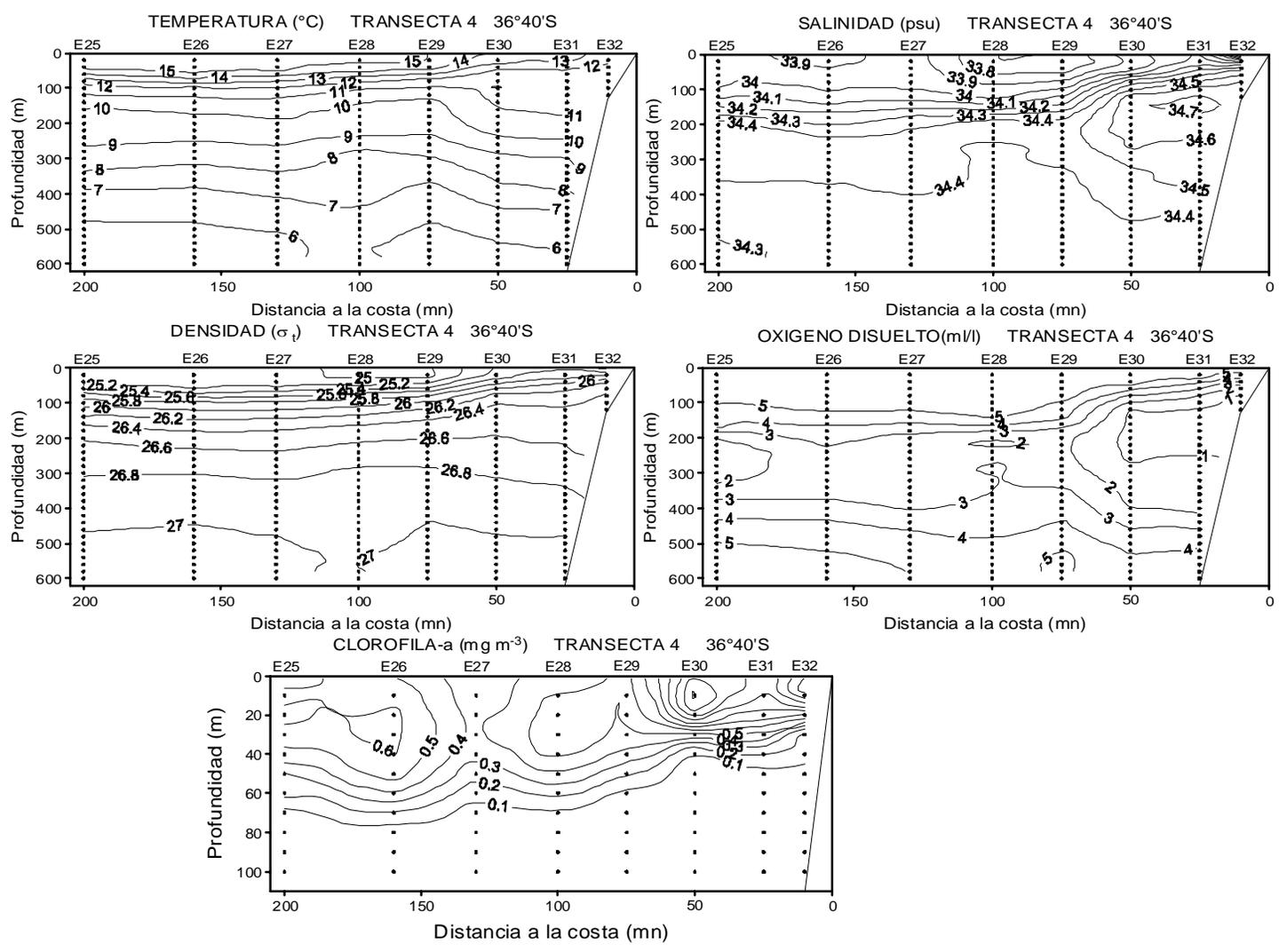
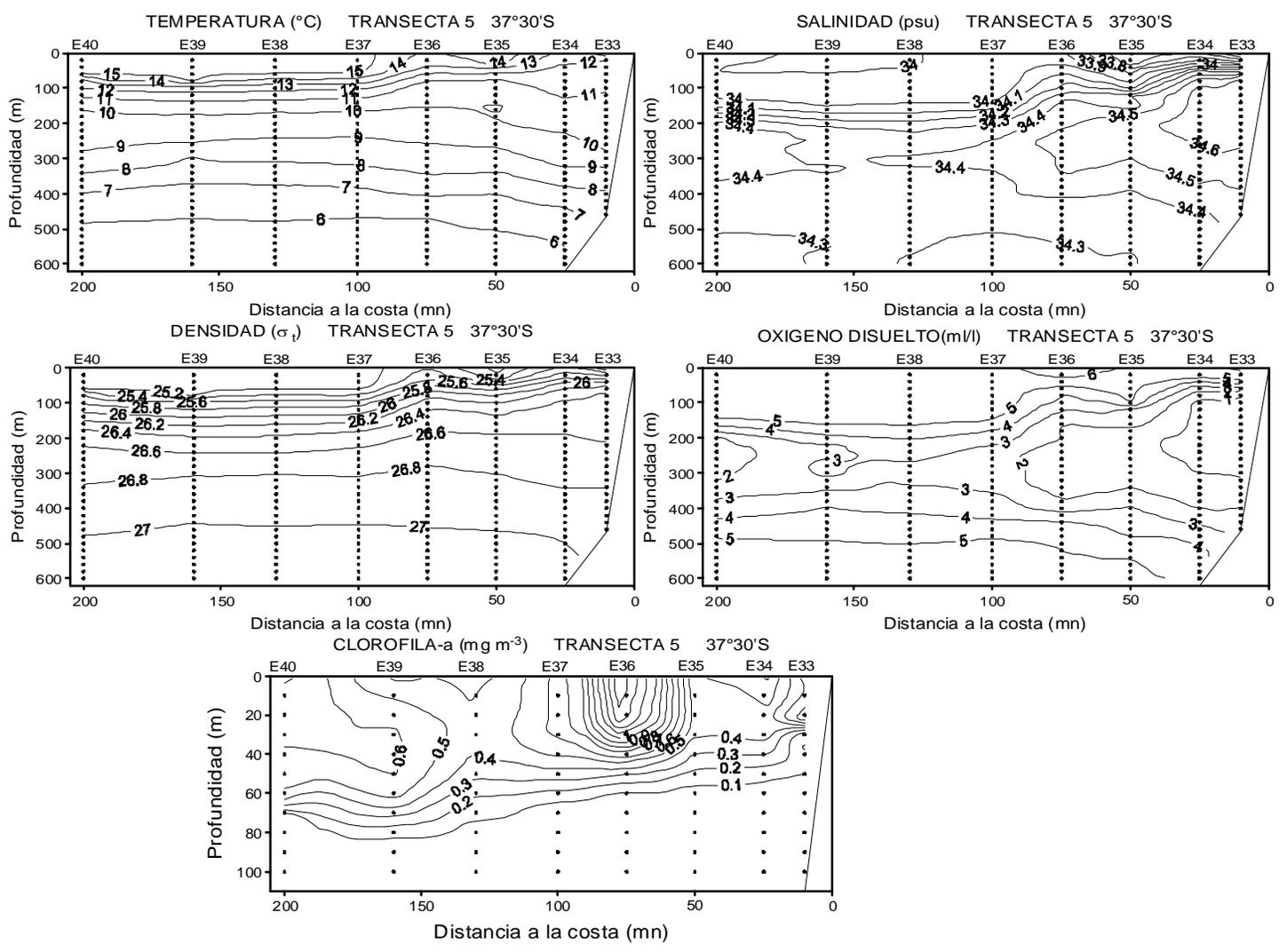


Figura 39. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 5.



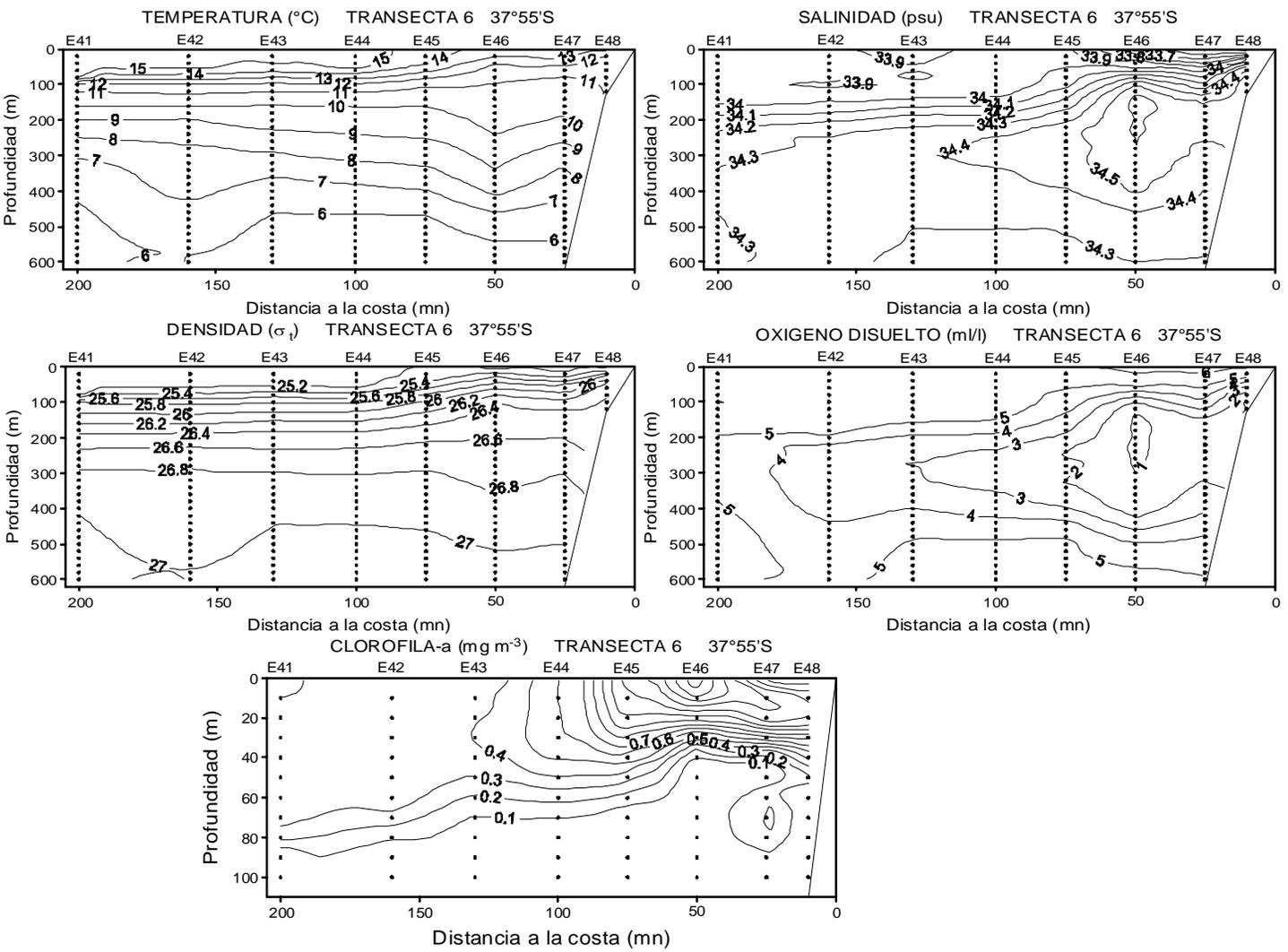
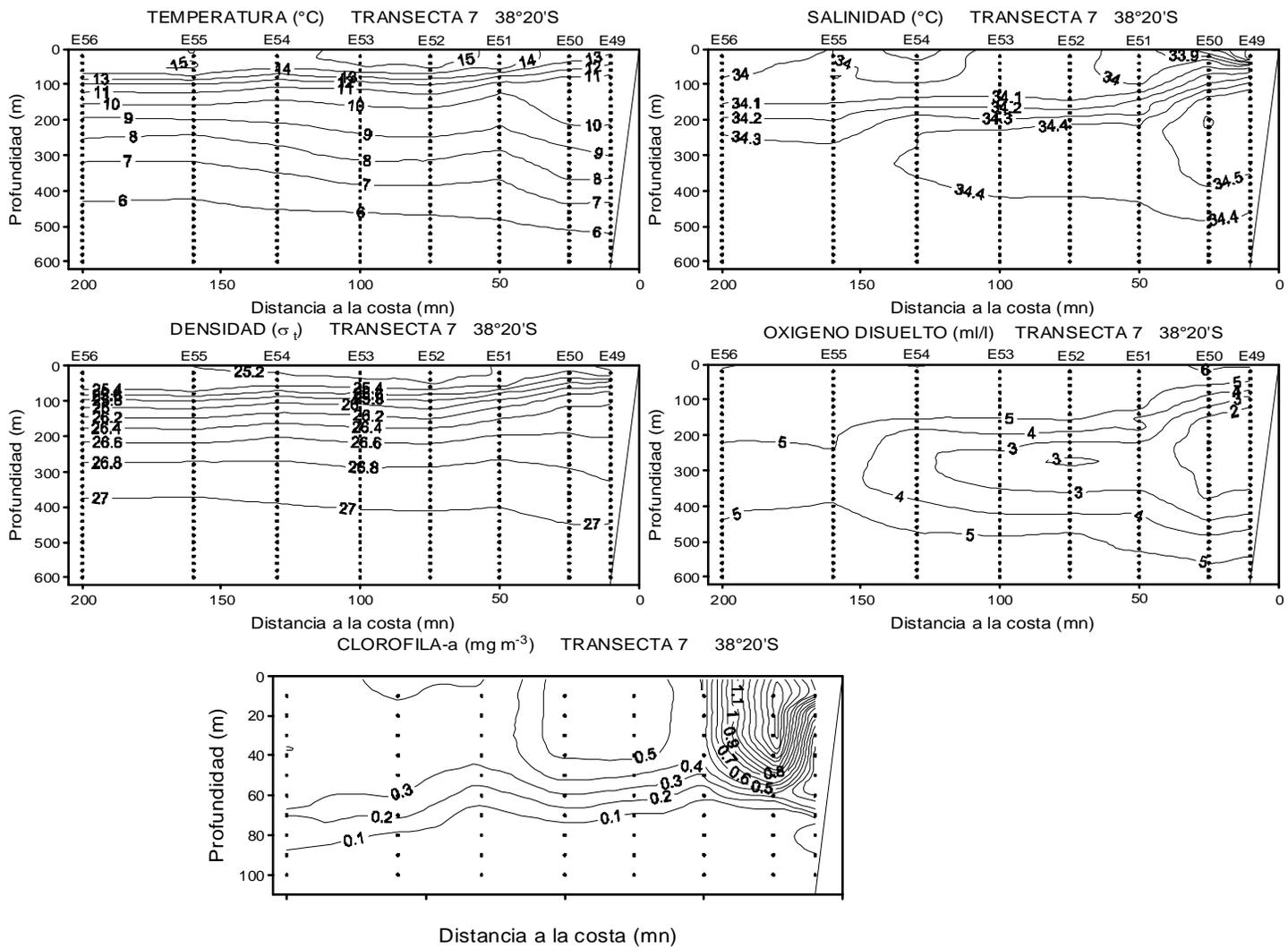


Figura 40. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 6.

Figura 41. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 7.



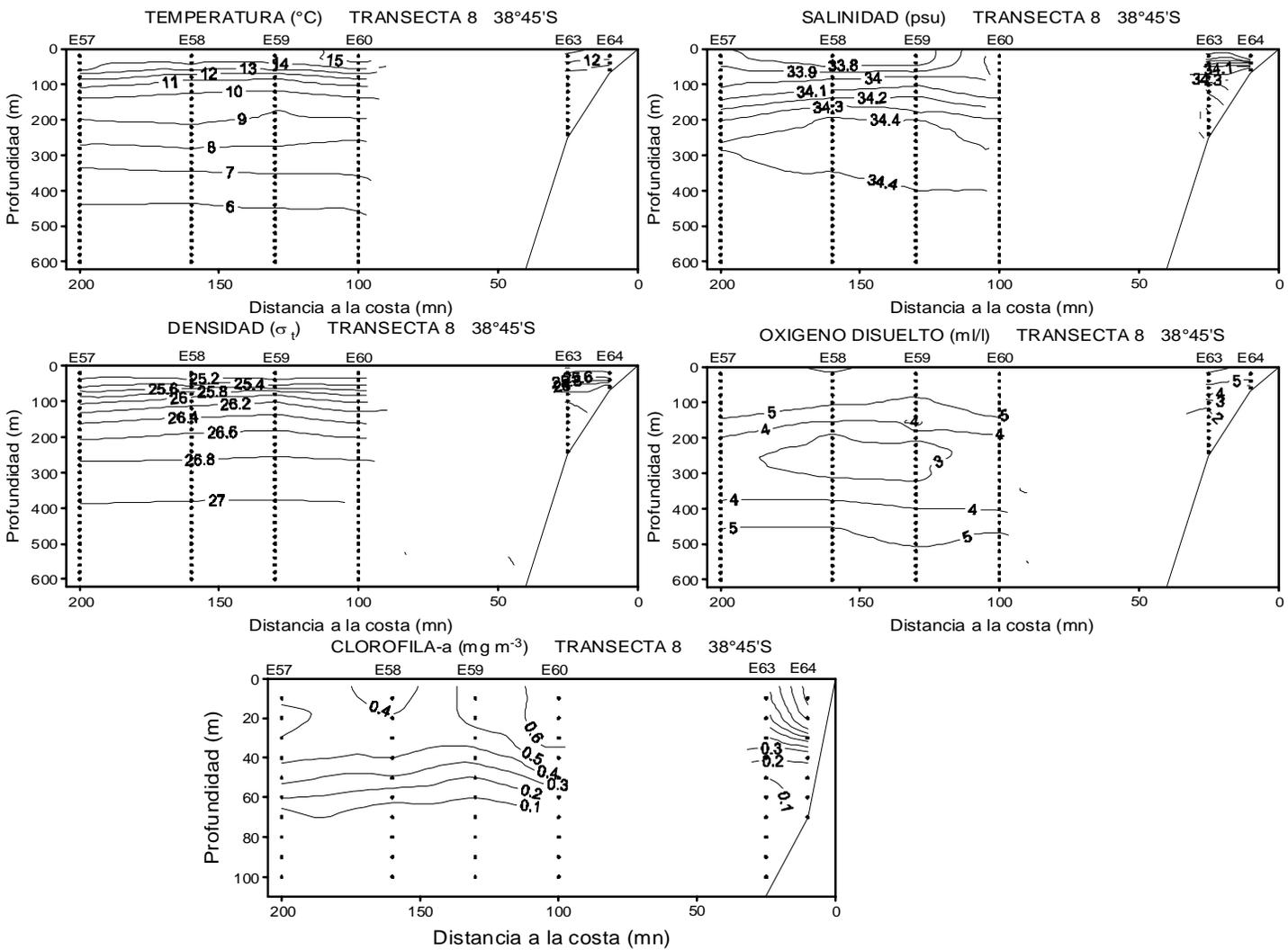


Figura 42. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 8.

Figura 43. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 9.

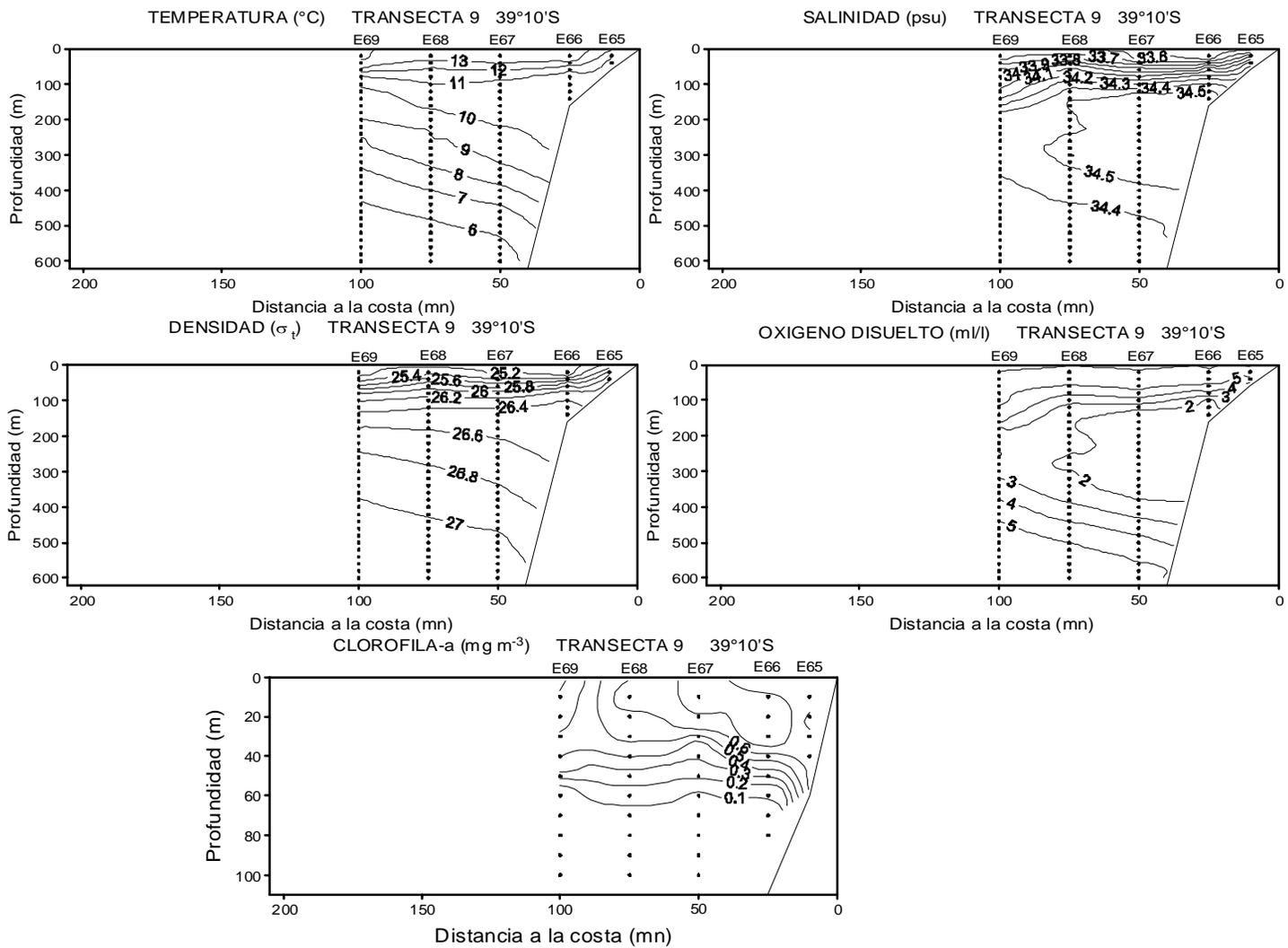


Figura 44. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 10.

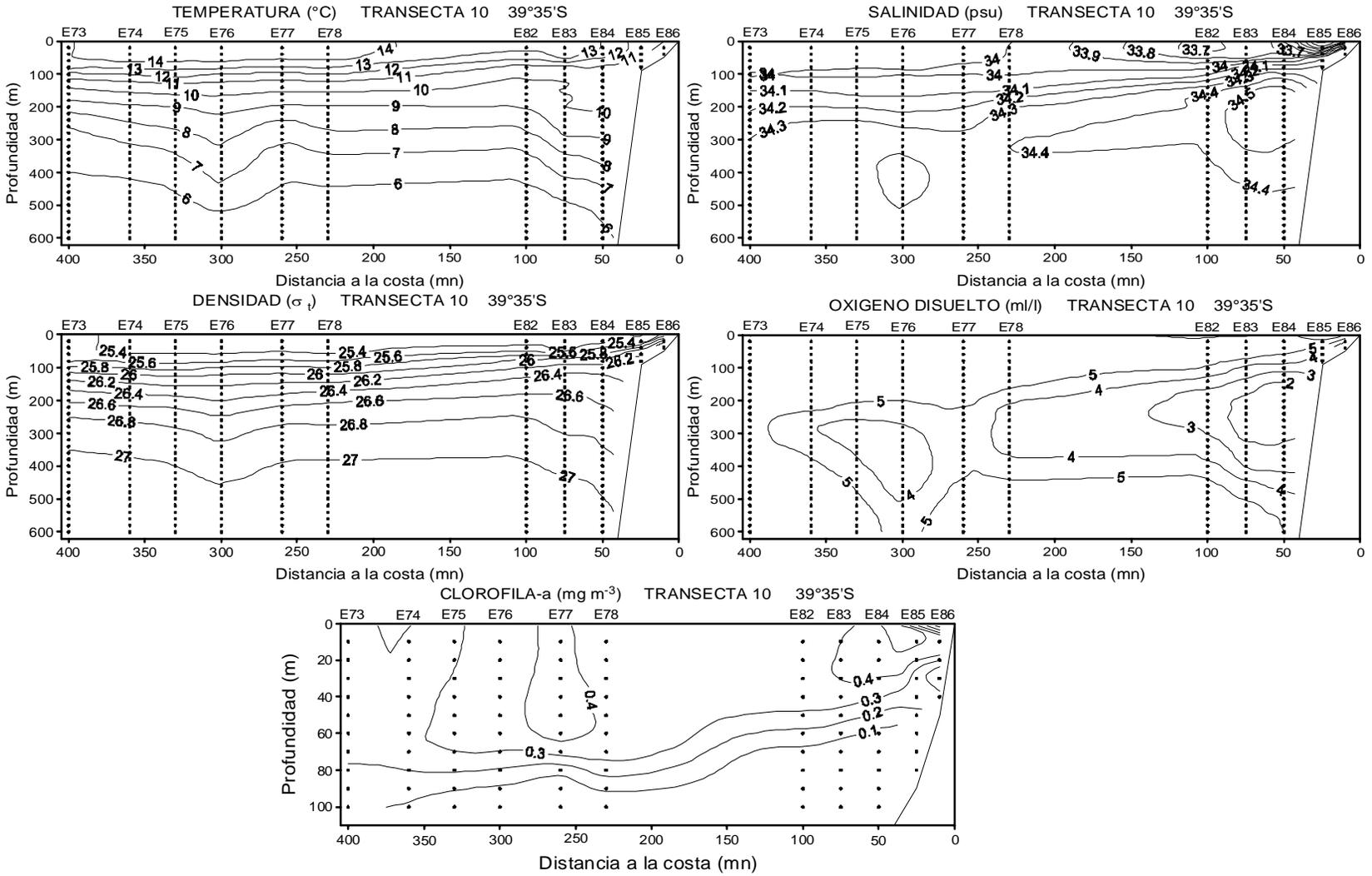


Figura 45. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 11.

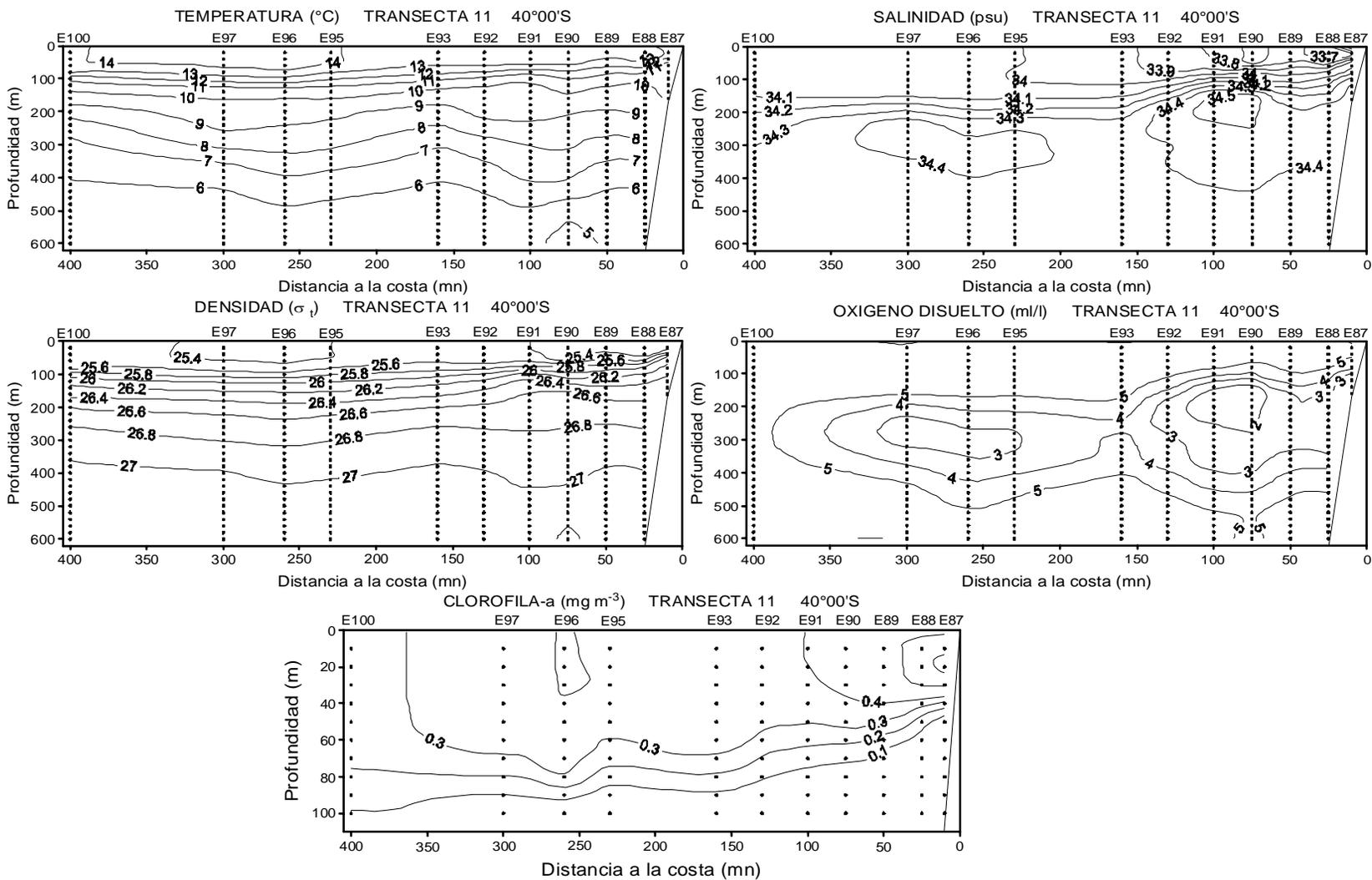


Figura 46. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 12.

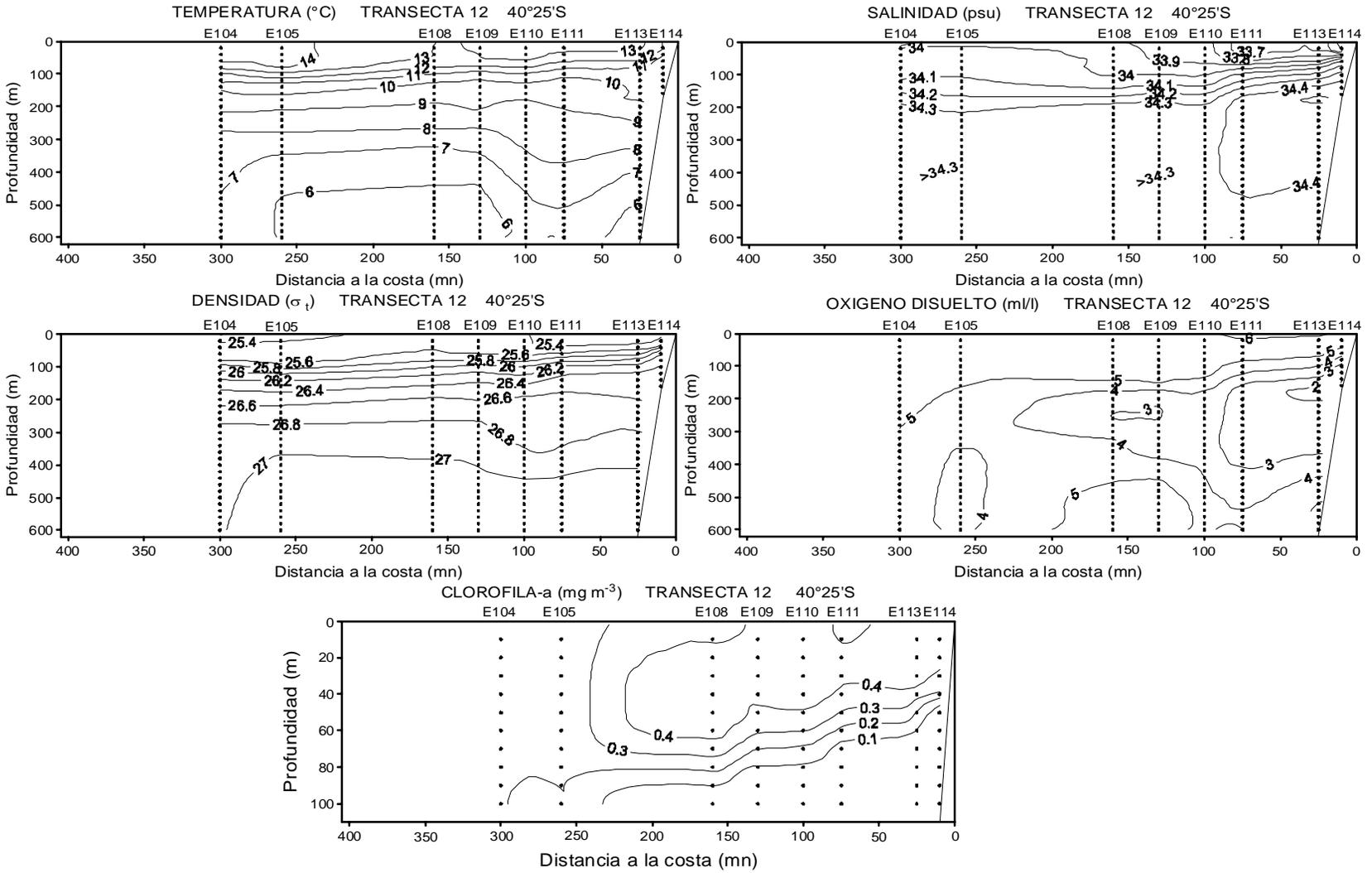


Figura 47. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 13.

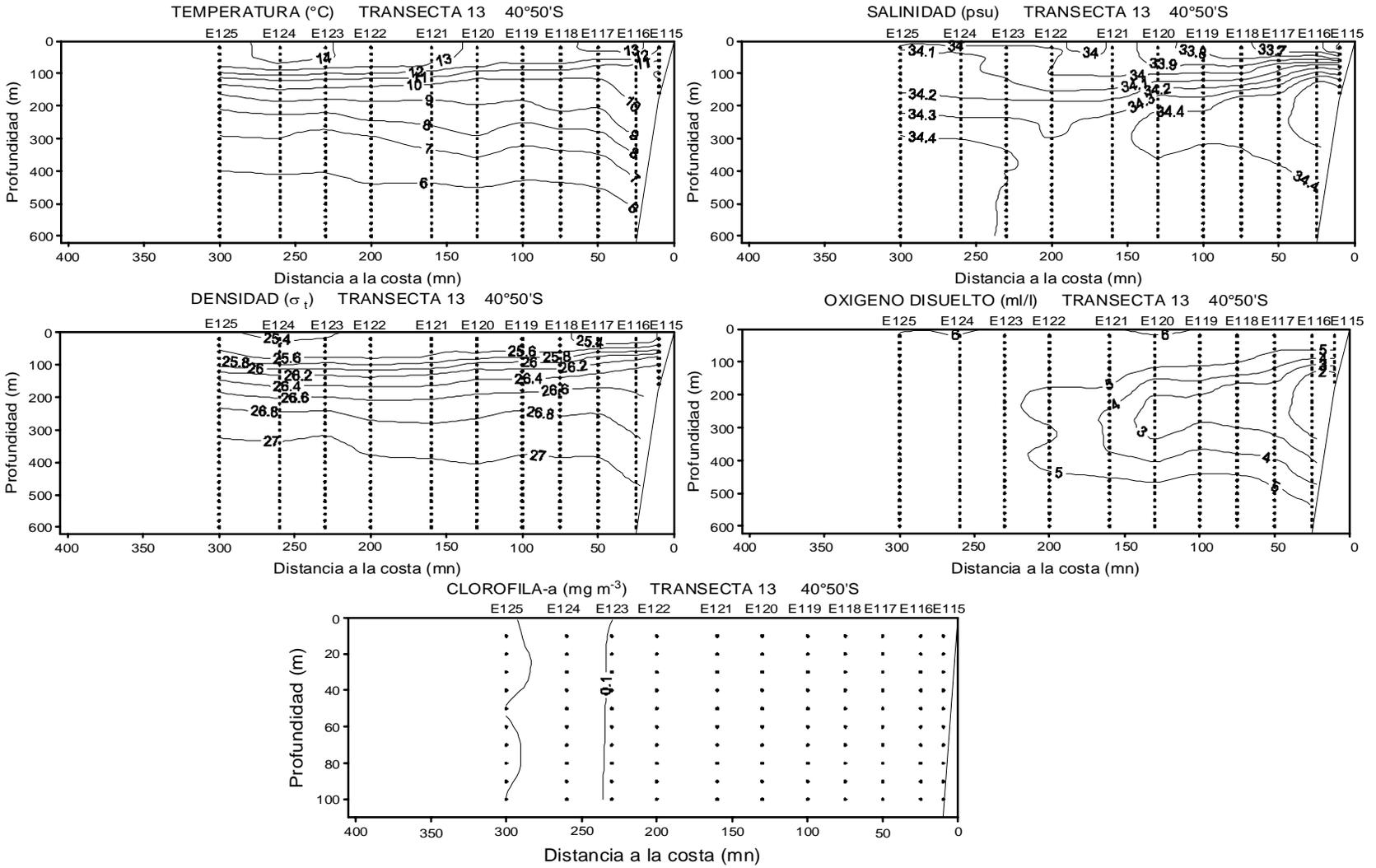
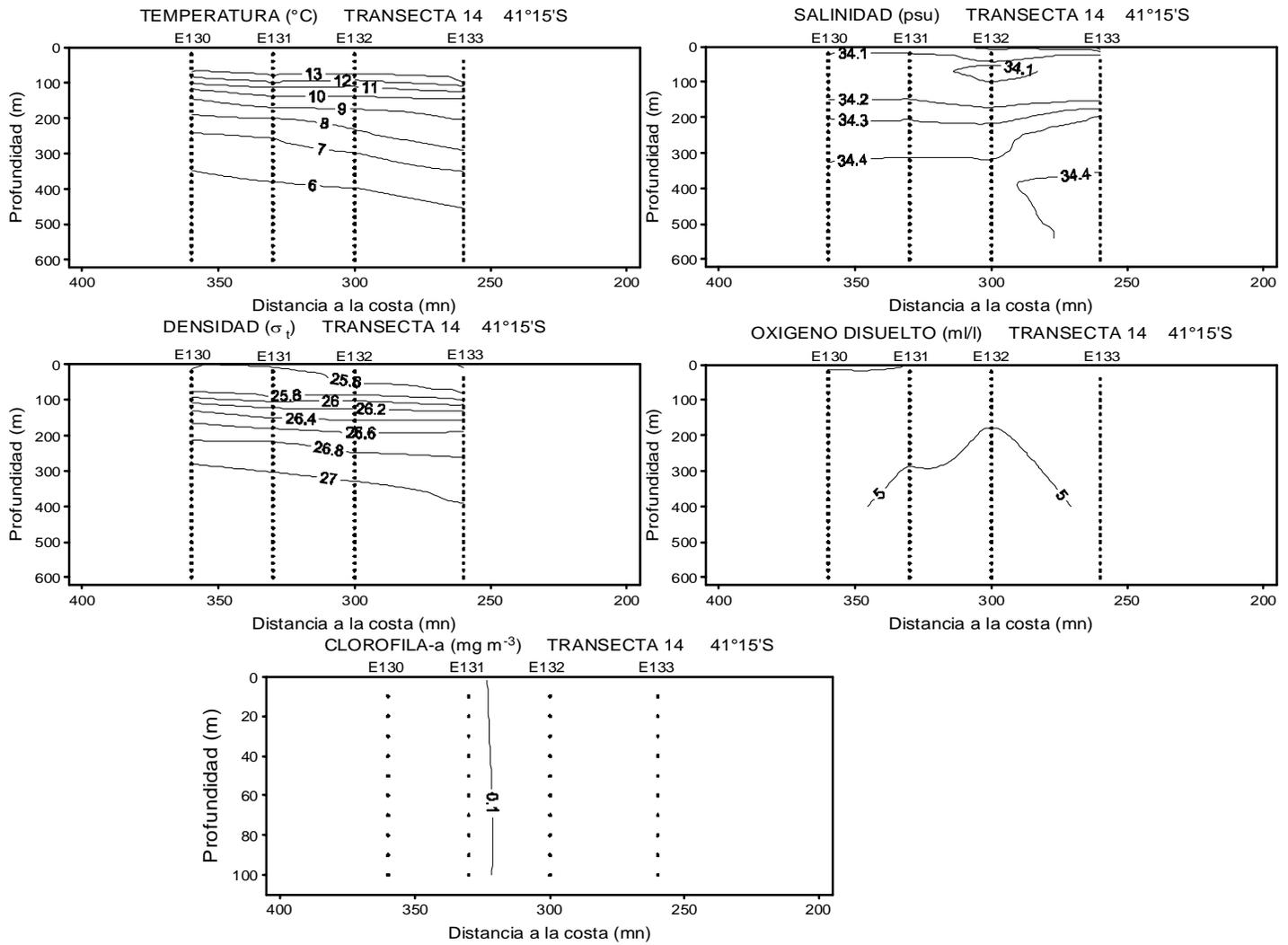


Figura 48. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 14.



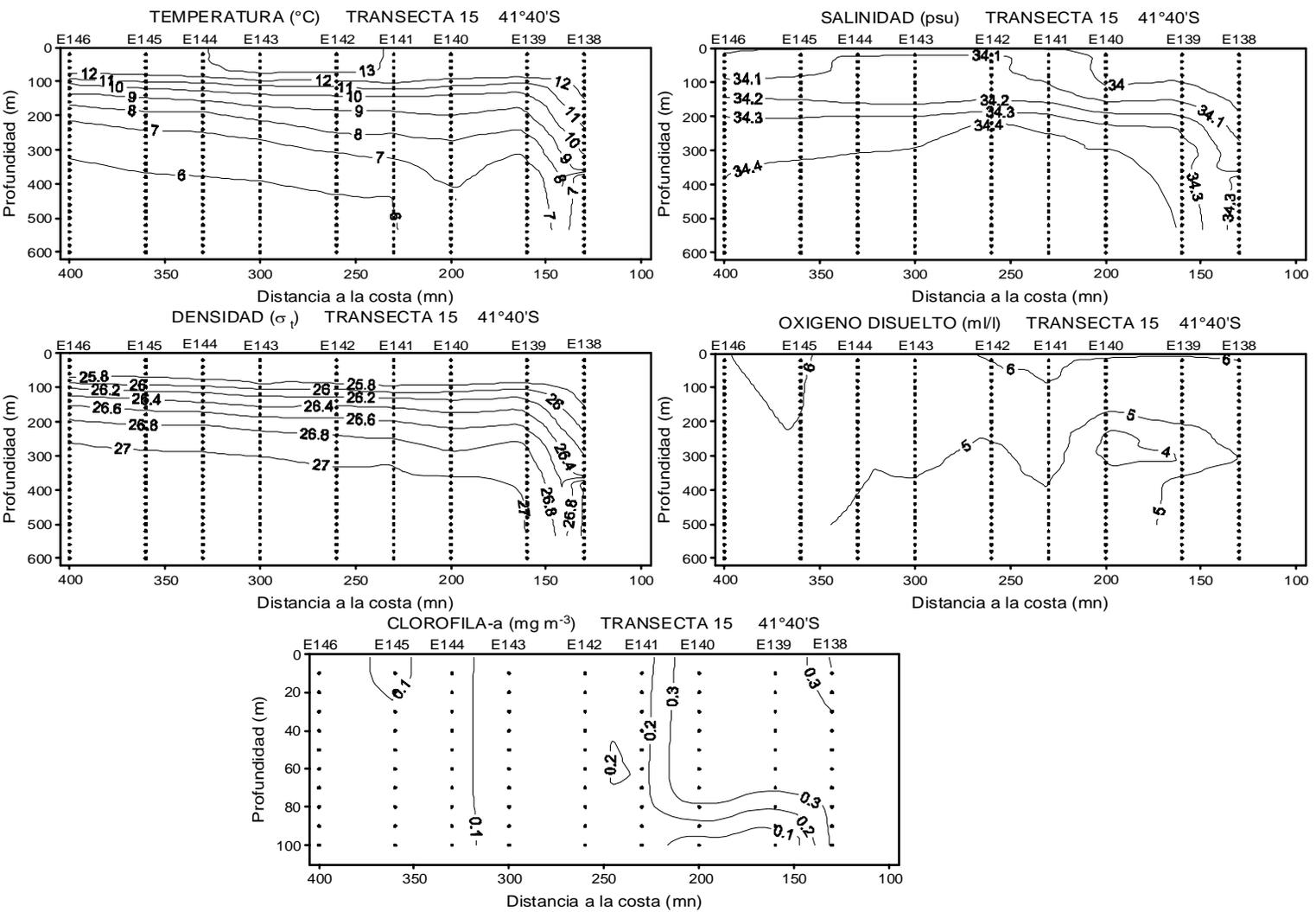


Figura 49. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 15.

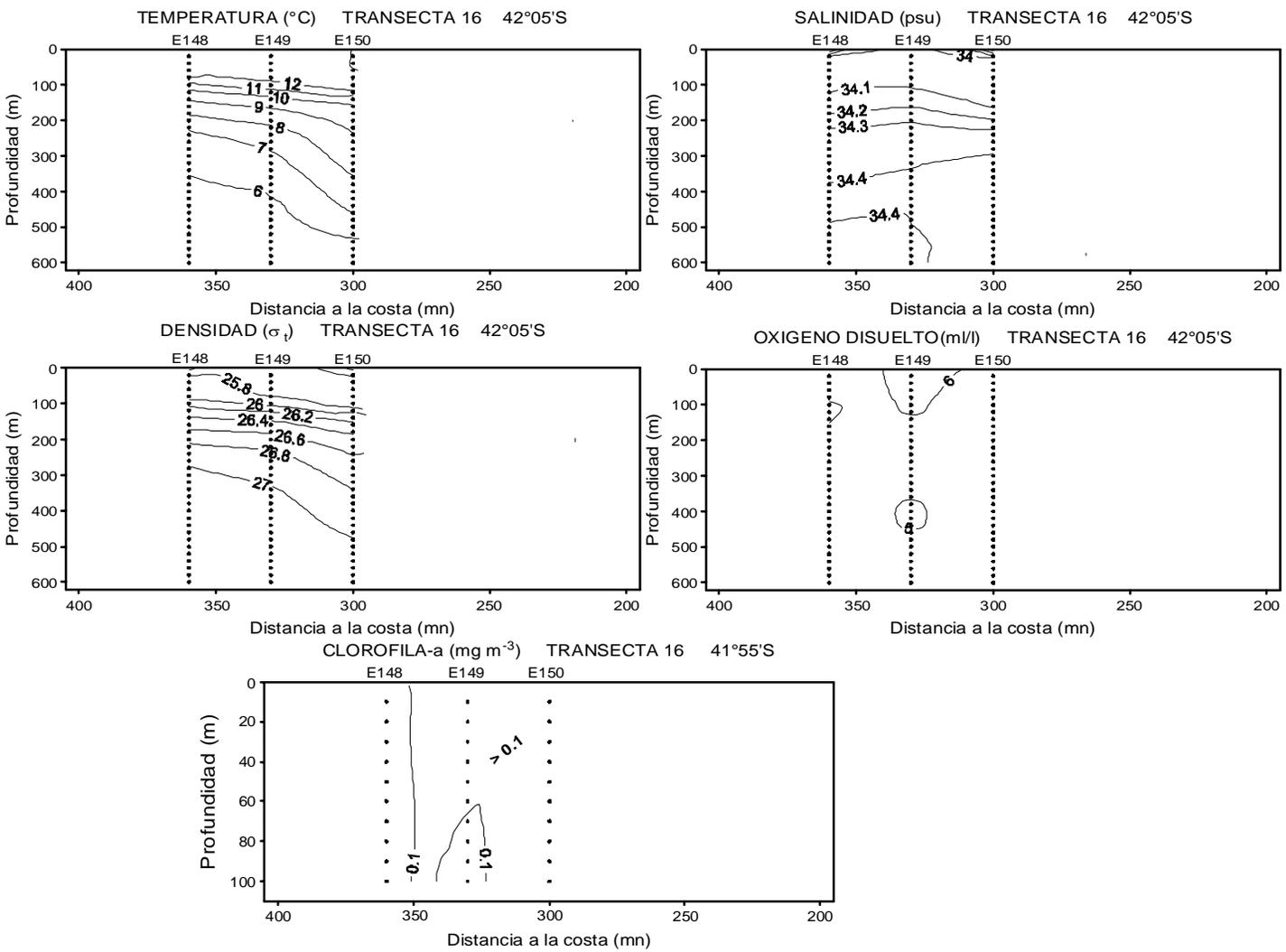
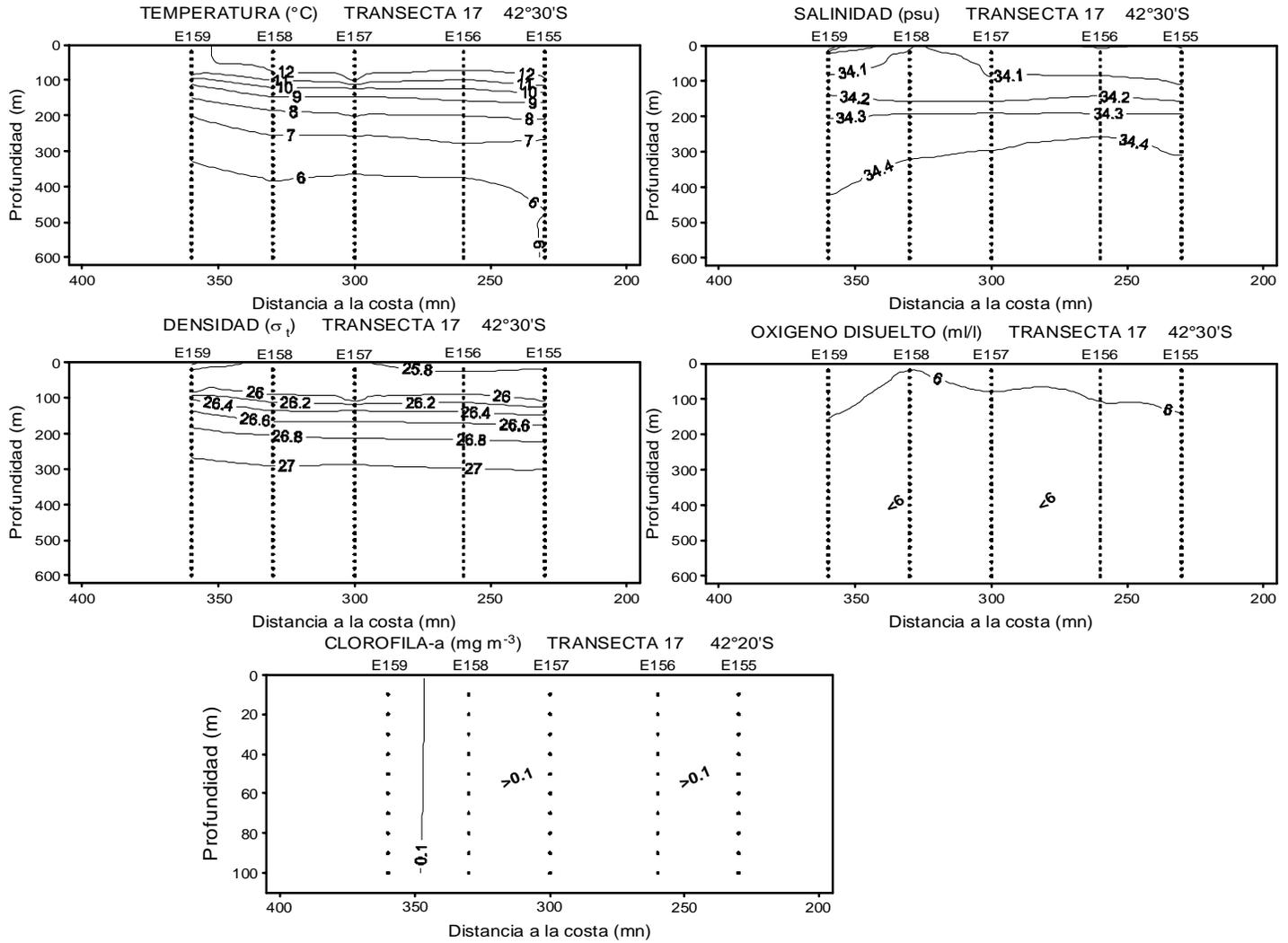


Figura 50. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 16.

Figura 51. Secciones verticales de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para la transecta 17.



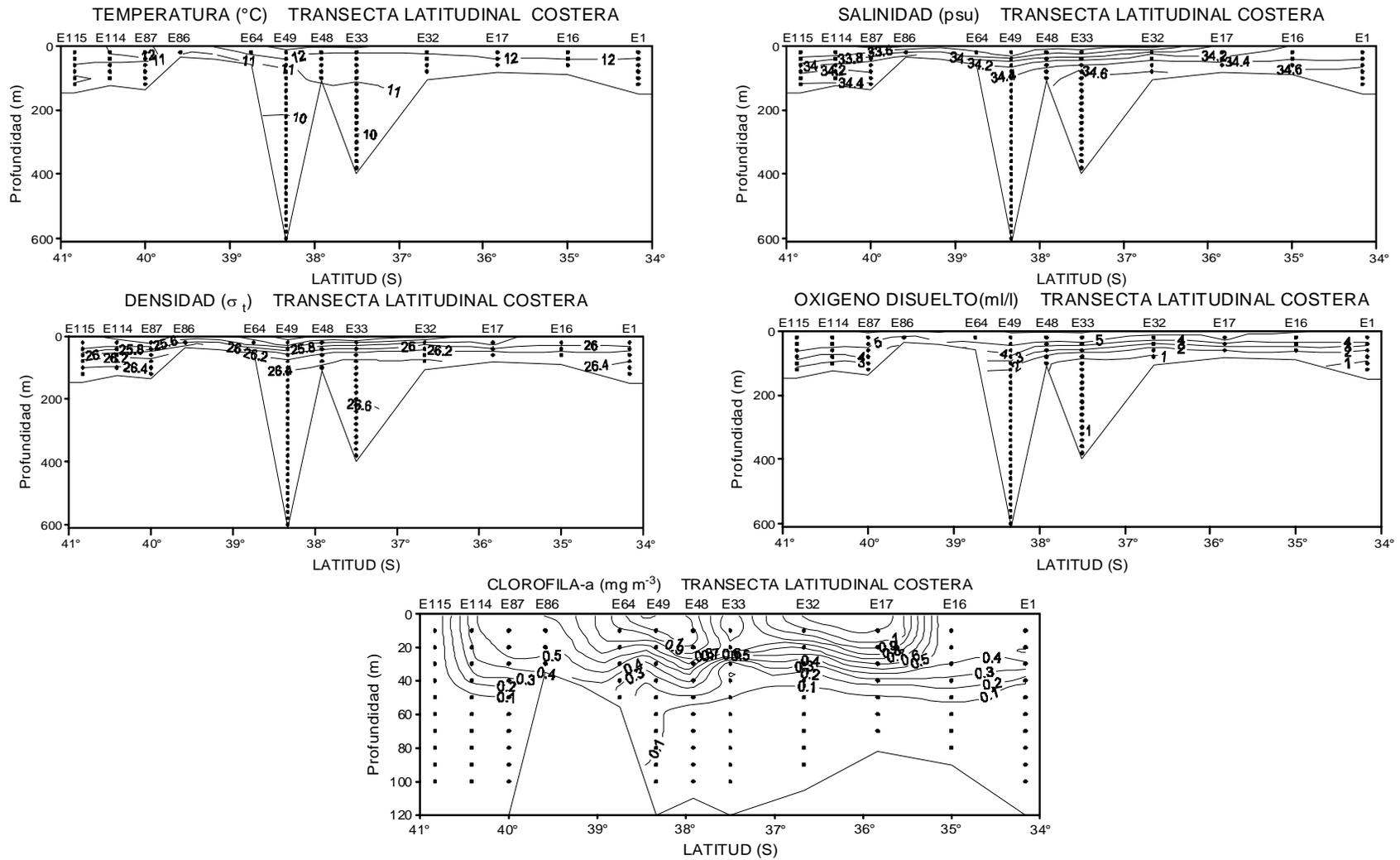


Figura 52. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta costera.

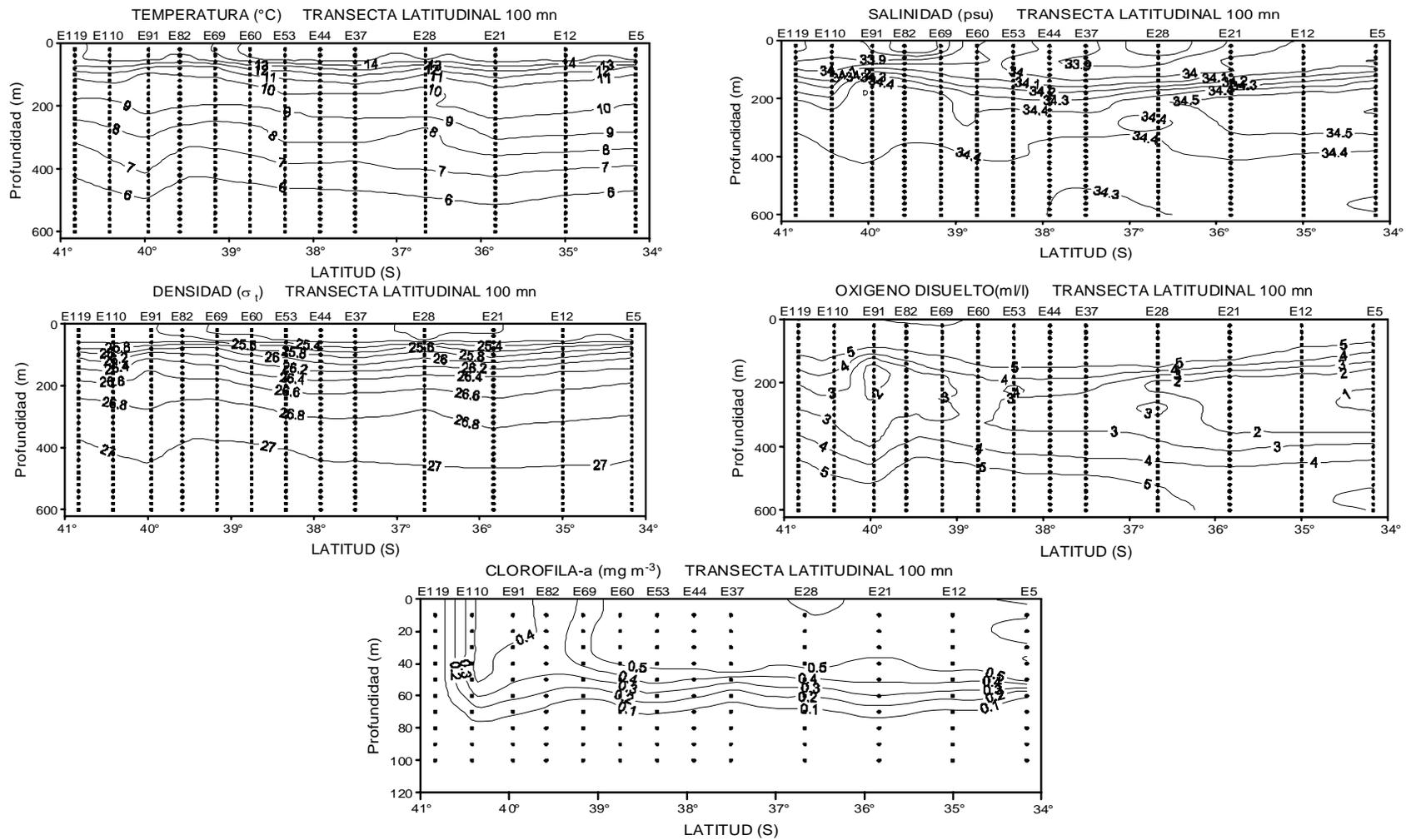


Figura 53. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta a 100 mn.

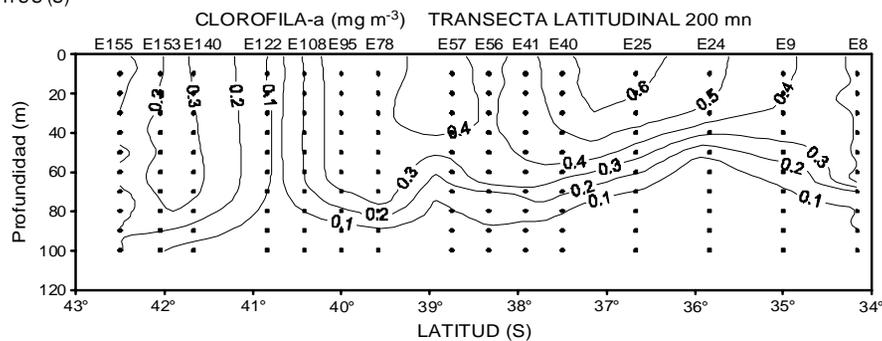
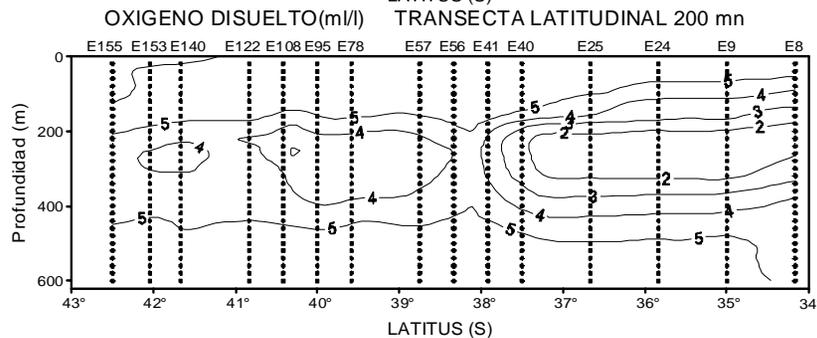
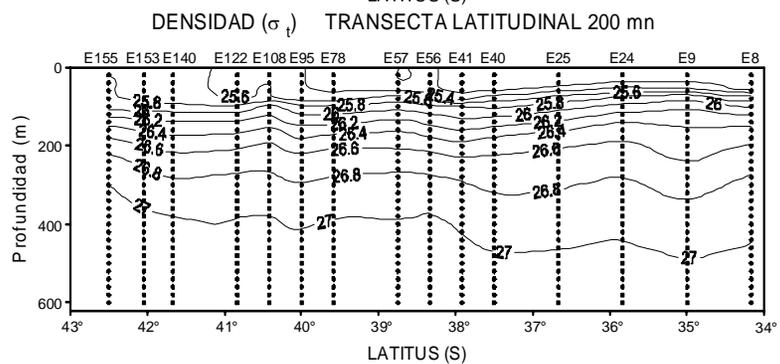
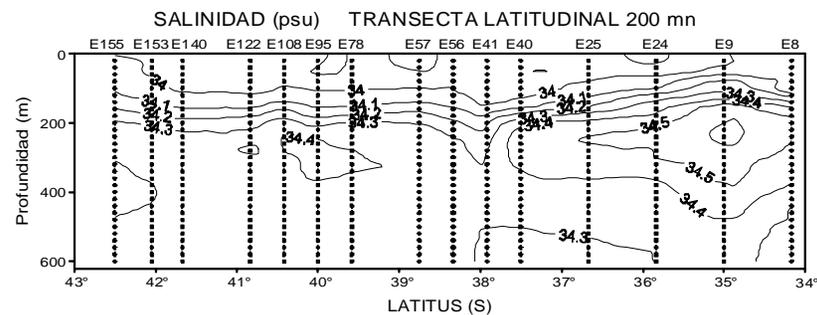
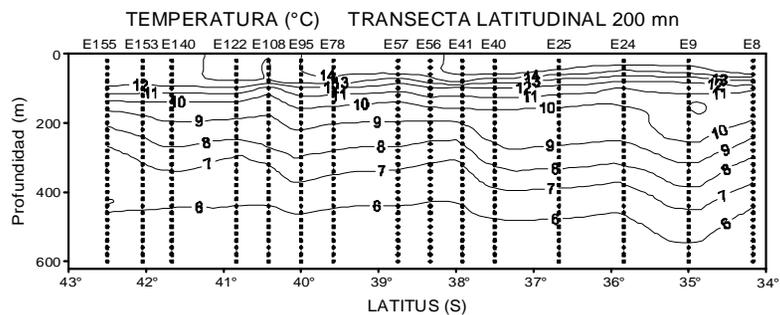


Figura 54. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta a 200 mn.

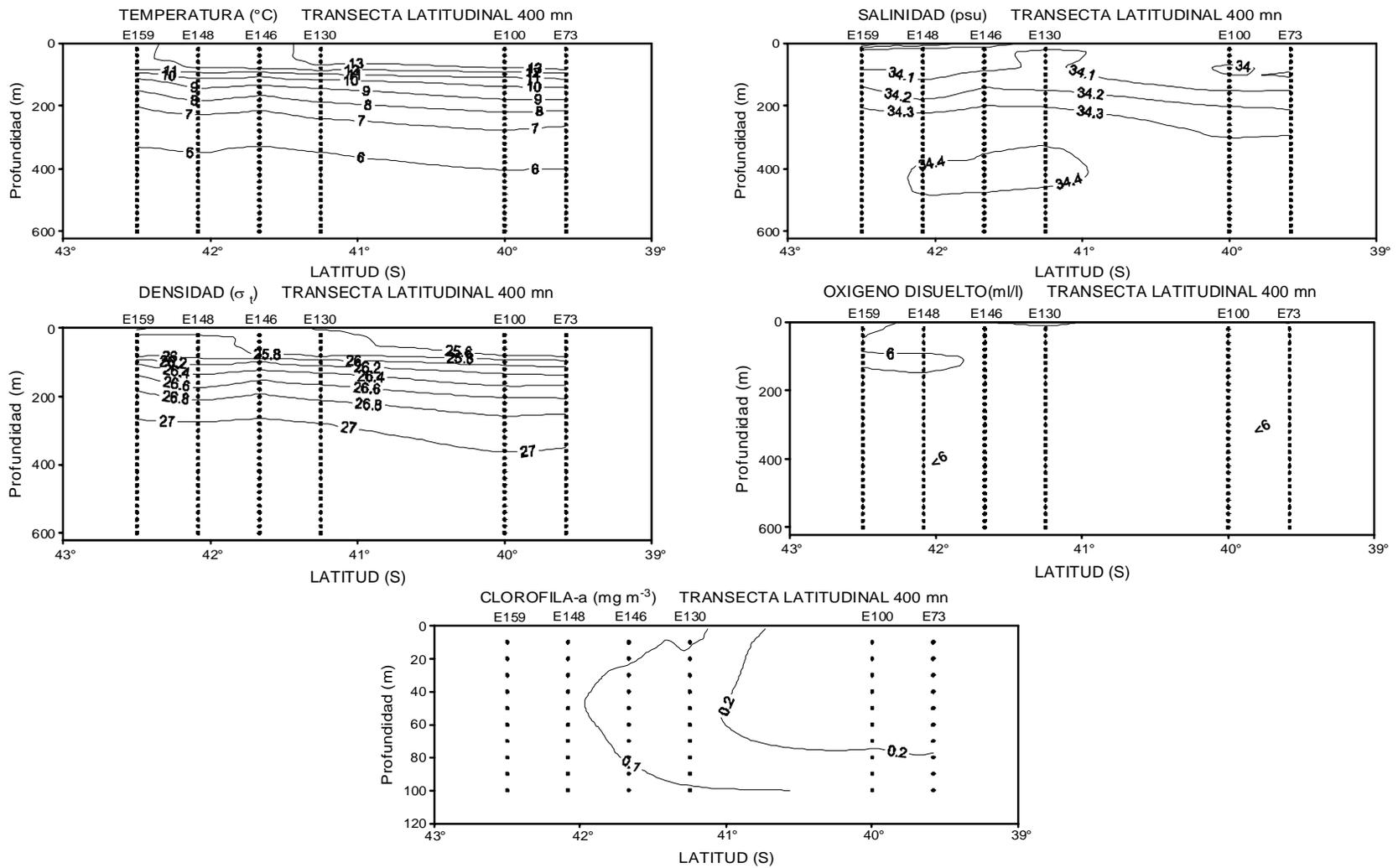


Figura 55. Distribución latitudinal de: (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m^{-3}) en la transecta a 400 mn.

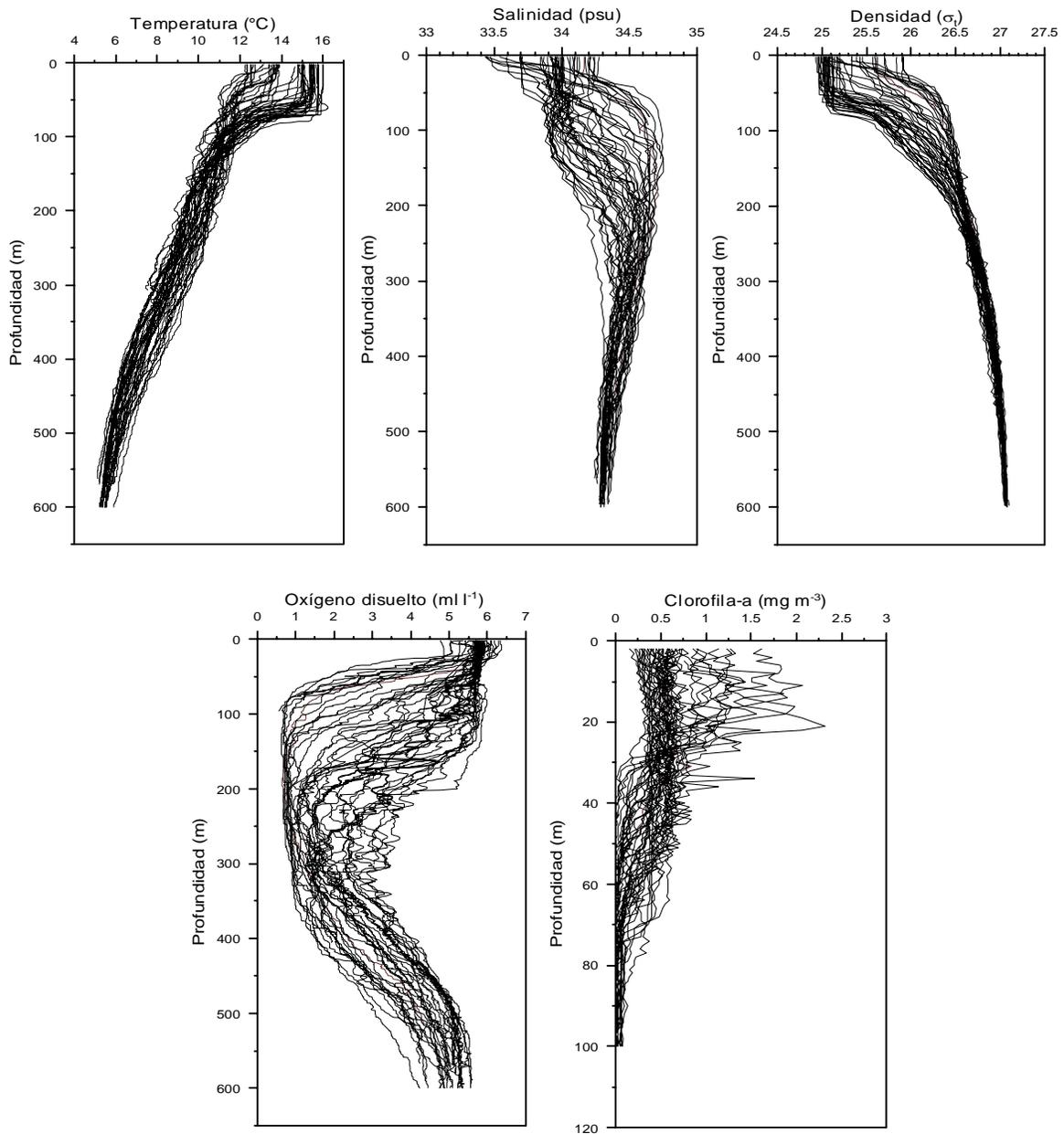


Figura 56. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para el sector norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55's$).

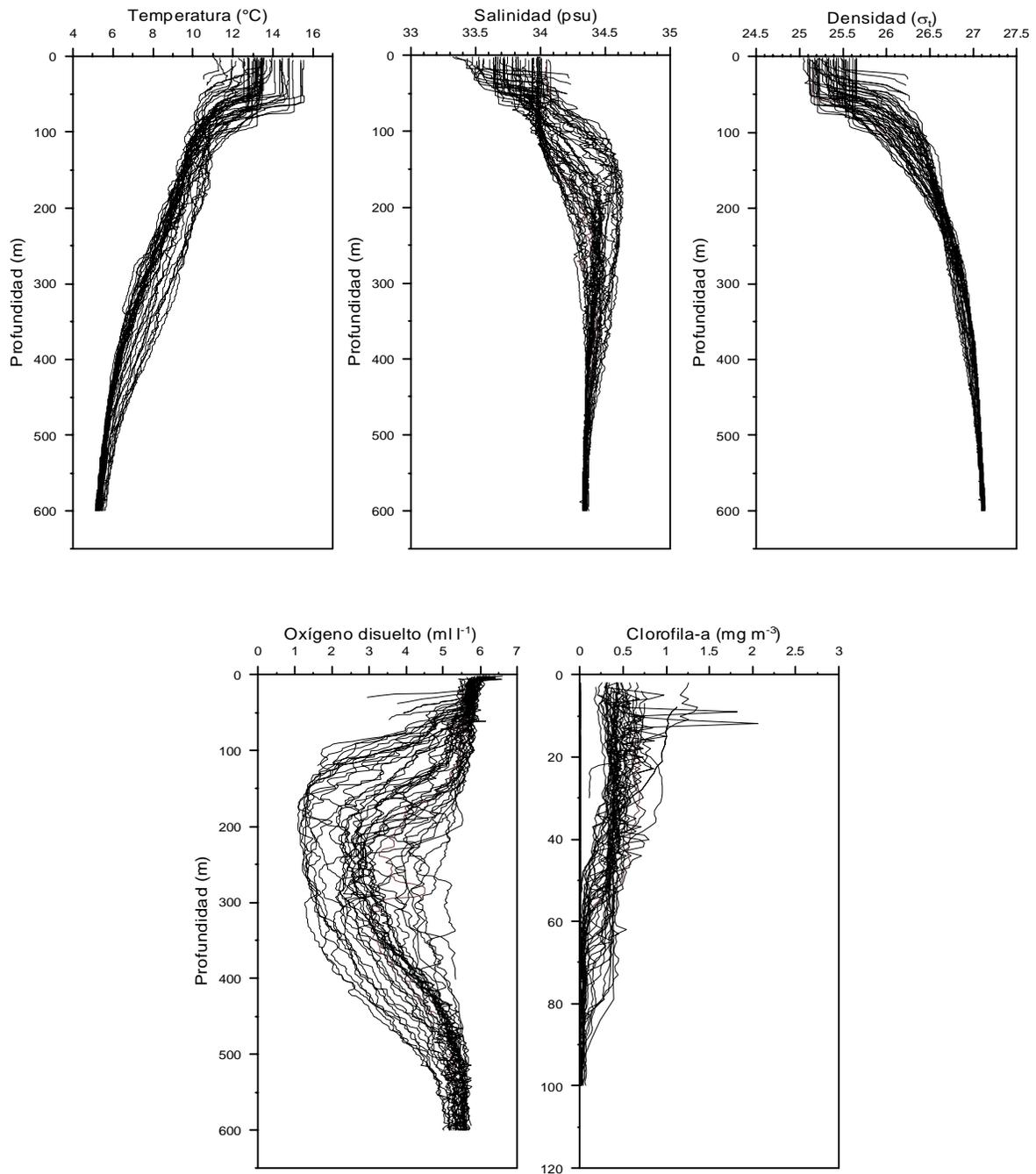


Figura 57. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para el sector sur ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}2.7's$).

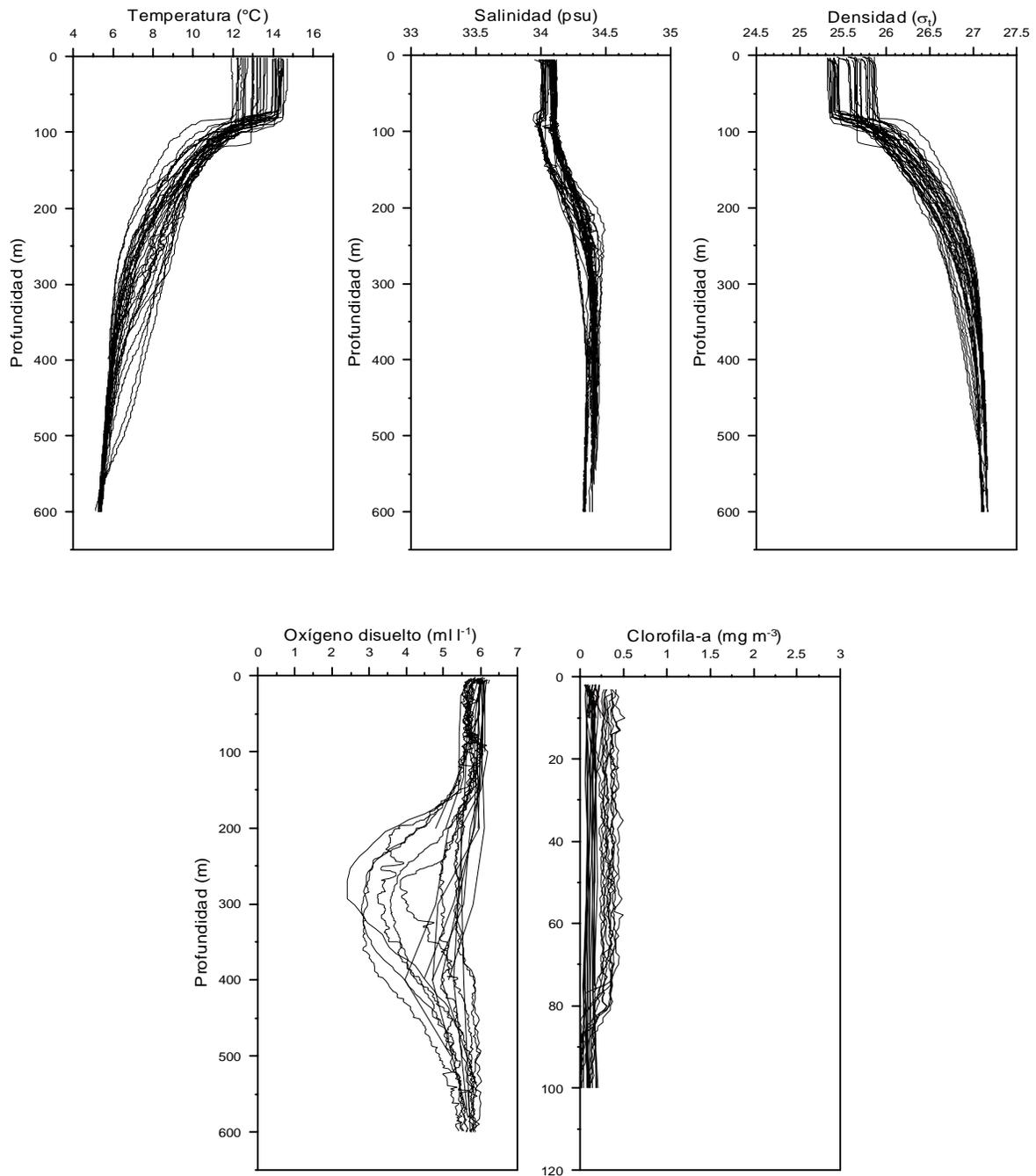


Figura 58. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) para el sector sur oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30's$).

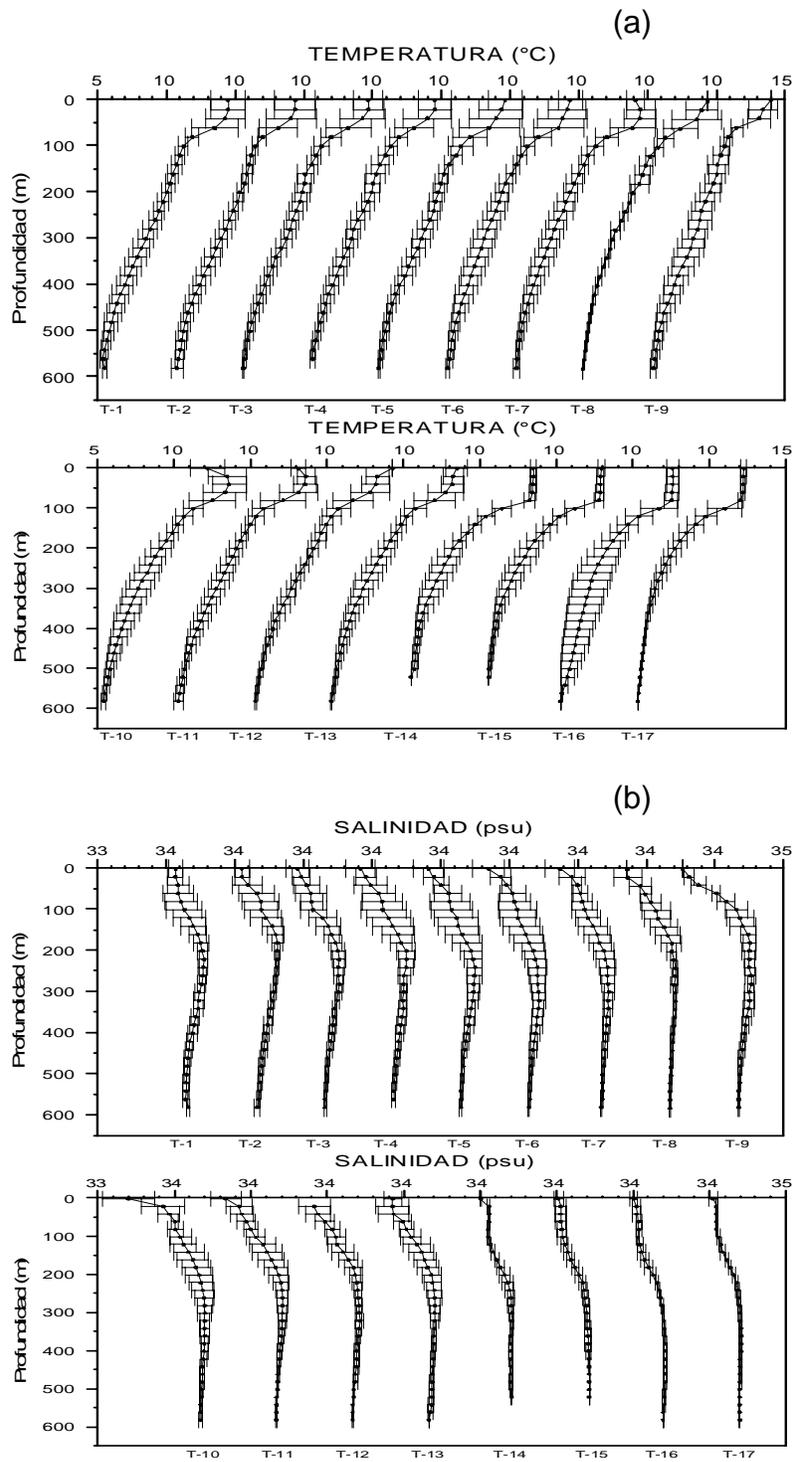


Figura 59. Perfiles promedio por transecta de: (a) temperatura (°C) y (b) salinidad, para el área de estudio.

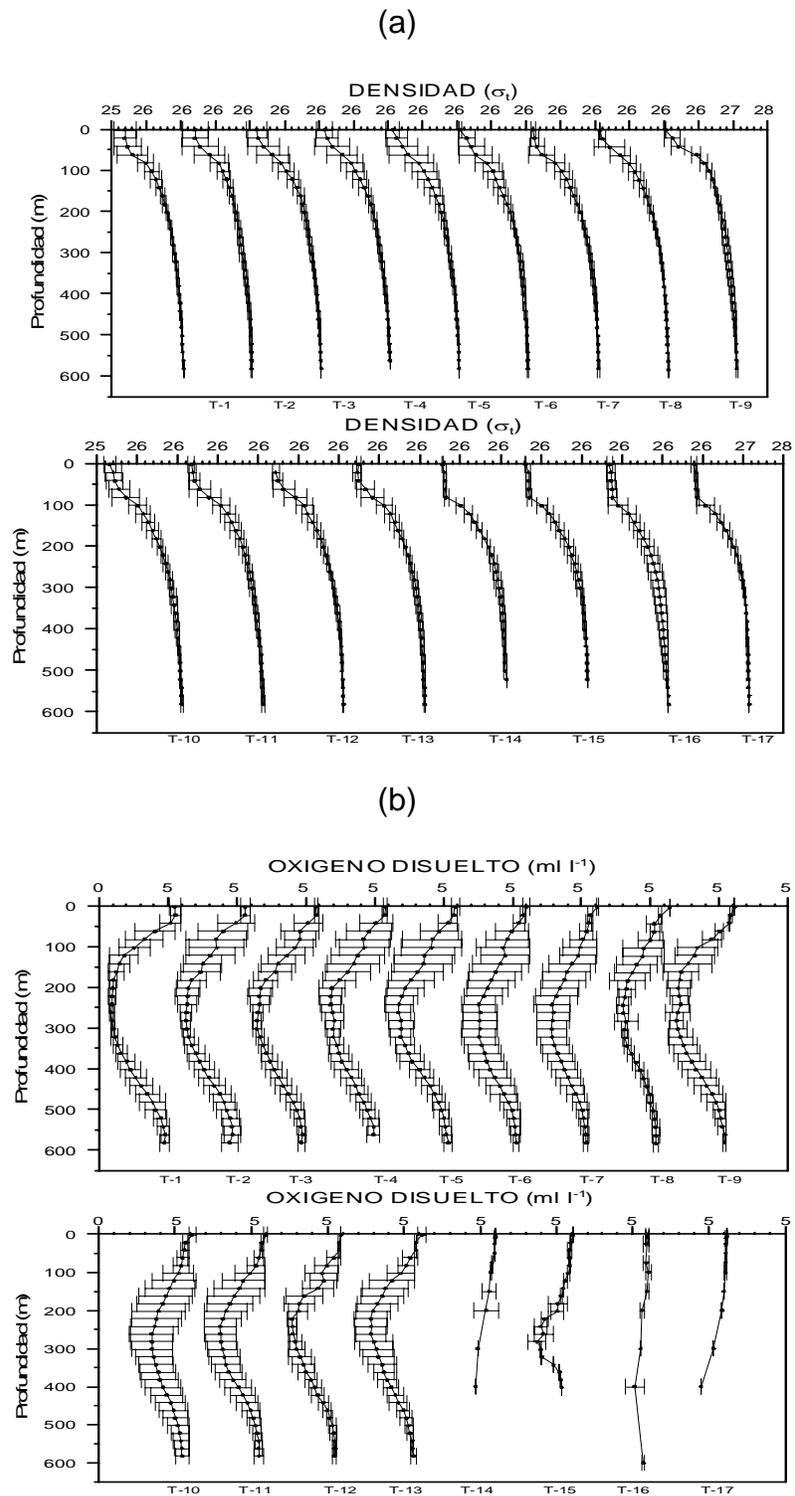


Figura 60. Perfiles promedio por transecta de: (a) densidad (σ_t) y (b) oxígeno disuelto (ml l^{-1}), para el área de estudio.

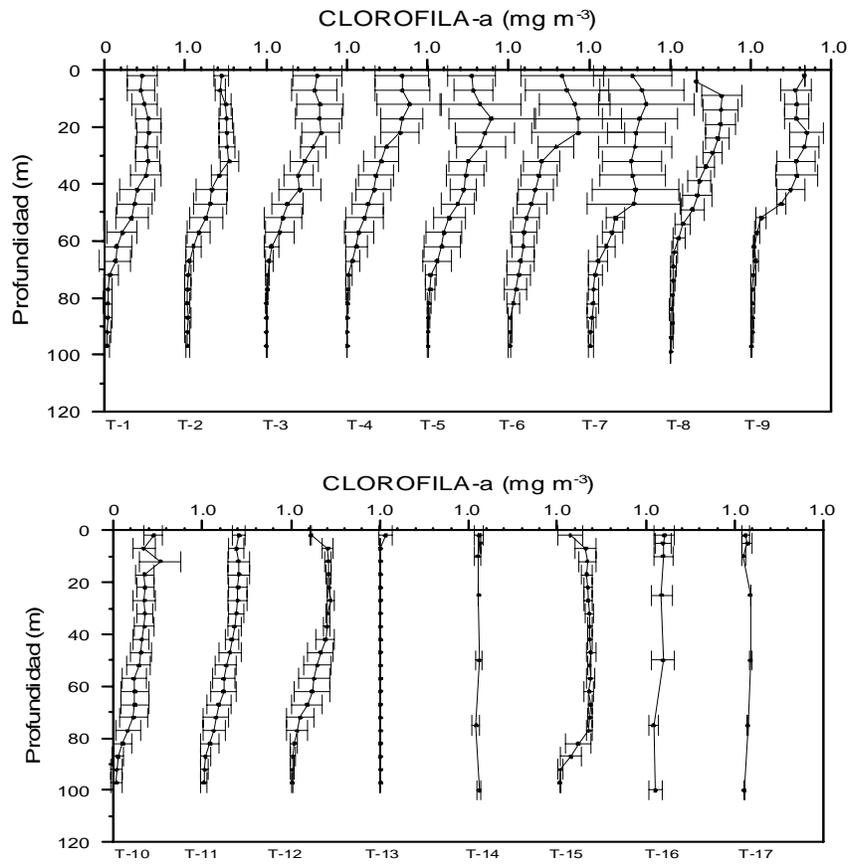


Figura 61. Perfiles promedio por transecta de clorofila-a (mg m^{-3}), para el área de estudio.

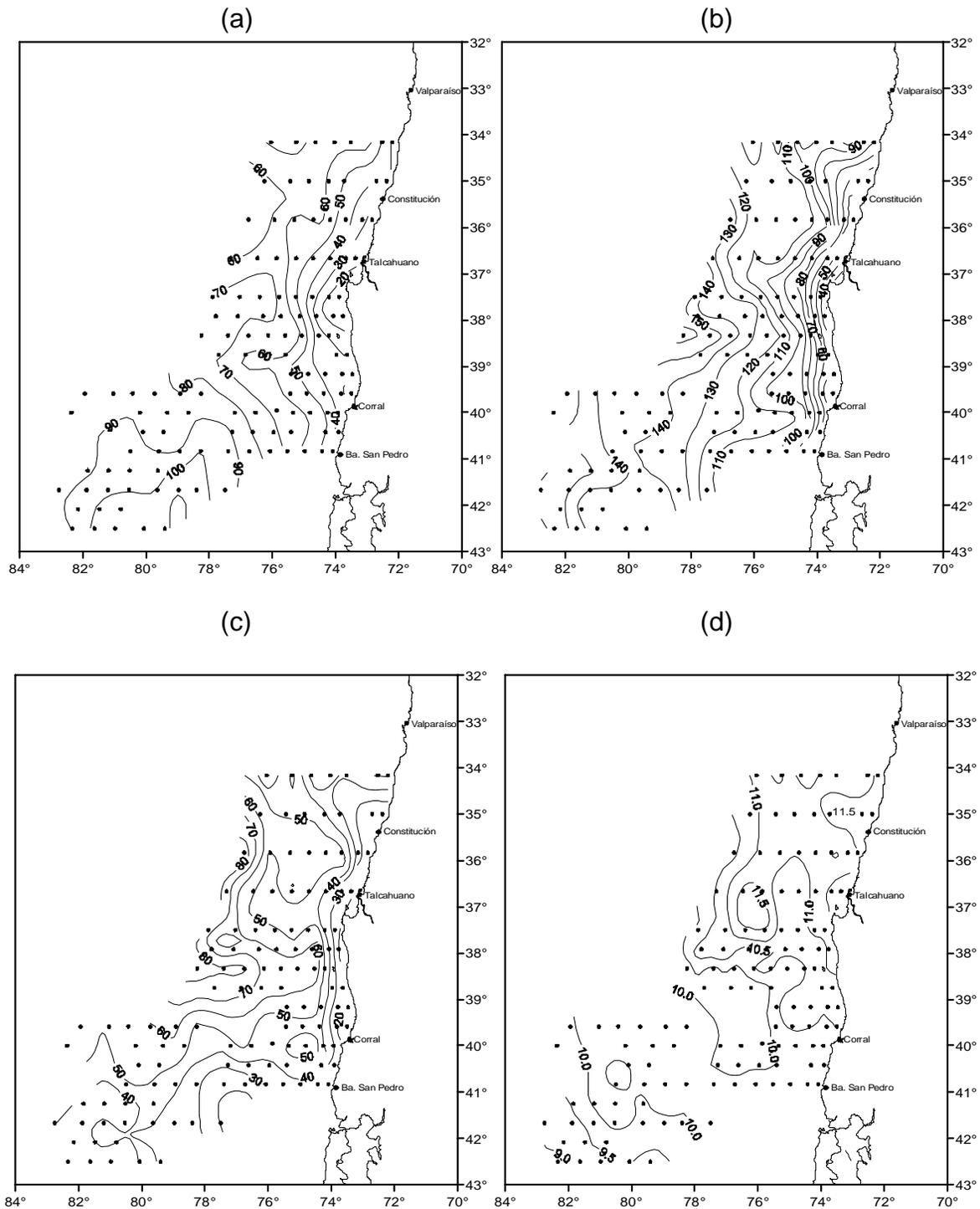


Figura 62. Distribución espacial de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termocline (m), (c) espesor de la termocline (m) y (d) temperatura base de la termocline ($^{\circ}$ C) en la región de estudio.

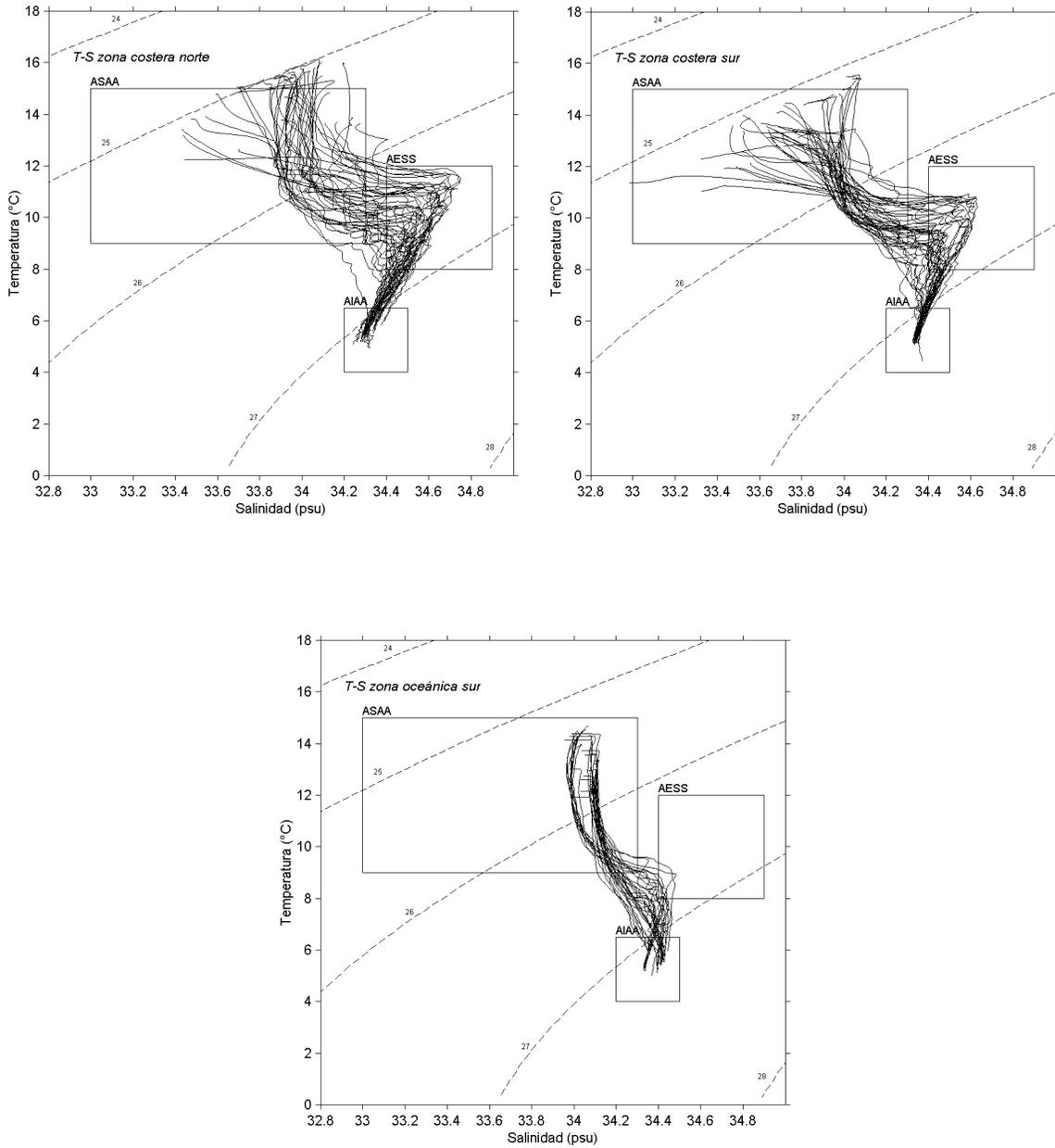


Figura 63. Diagramas ts para los sectores: (a) centro costa, (b) centro intermedio, (c) centro océano, (d) sur costa, (e) sur intermedio y (f) sur océano.

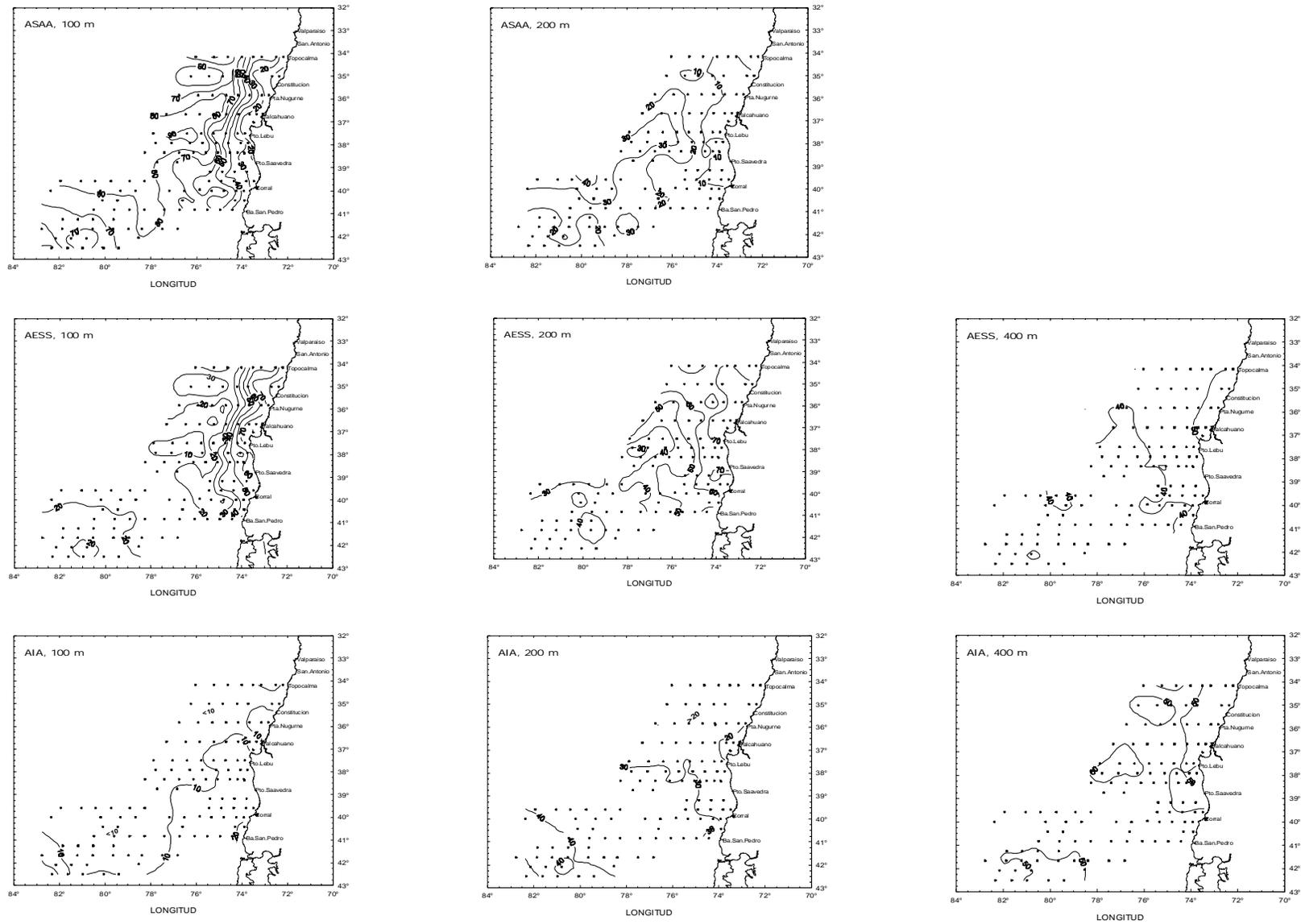


Figura 64. Distribución de porcentajes de mezcla para las diferentes masas de aguas presentes en el área de estudio, en los estratos de 100, 200 y 400 m.

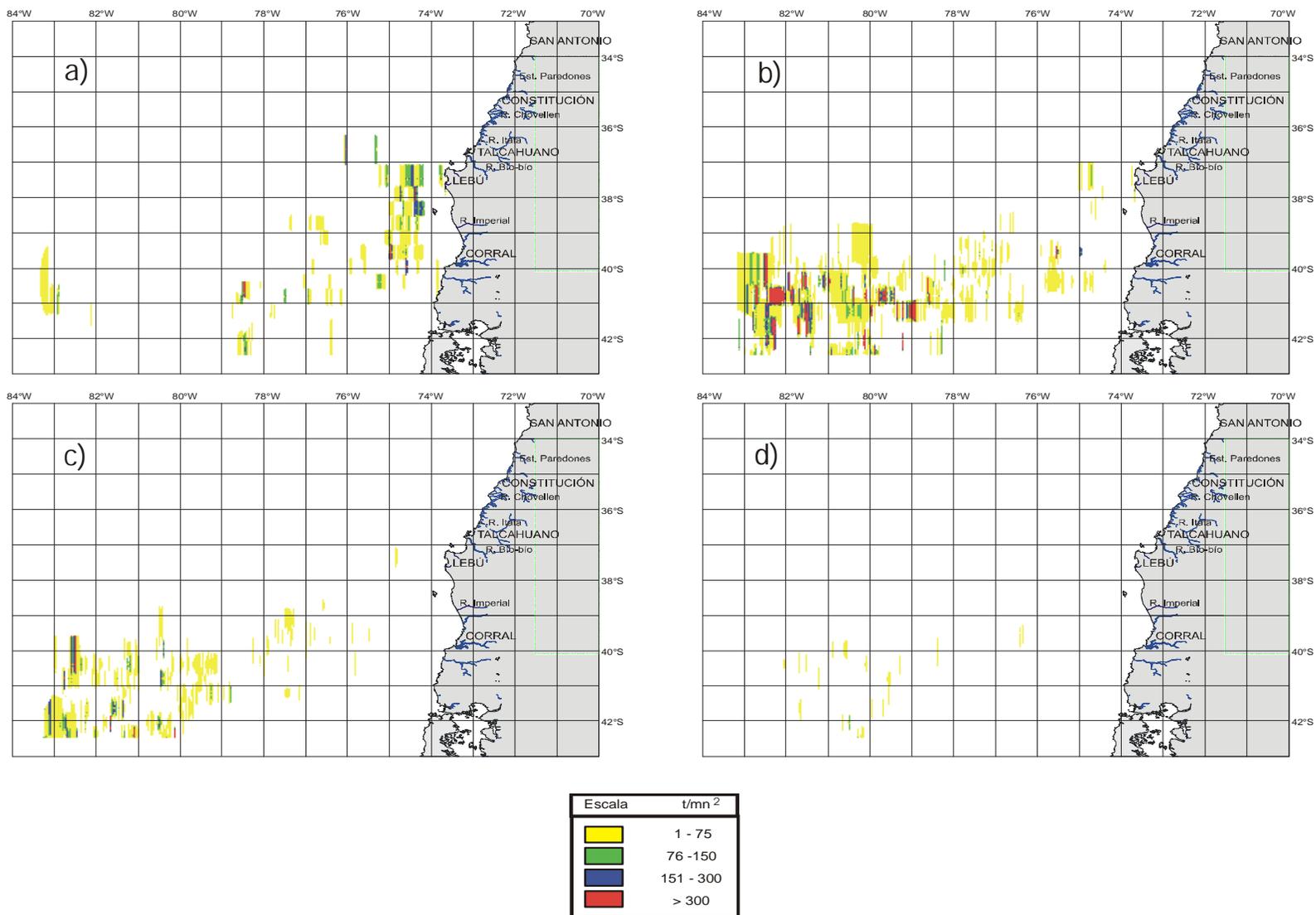


Figura 65. Distribución espacial de la biomasa de jurel (t/mn²), por estrato de profundidad: a) capa 0-50 m, b) capa 51-100 m, c) capa 101-150 m y d) capa 151-200m.

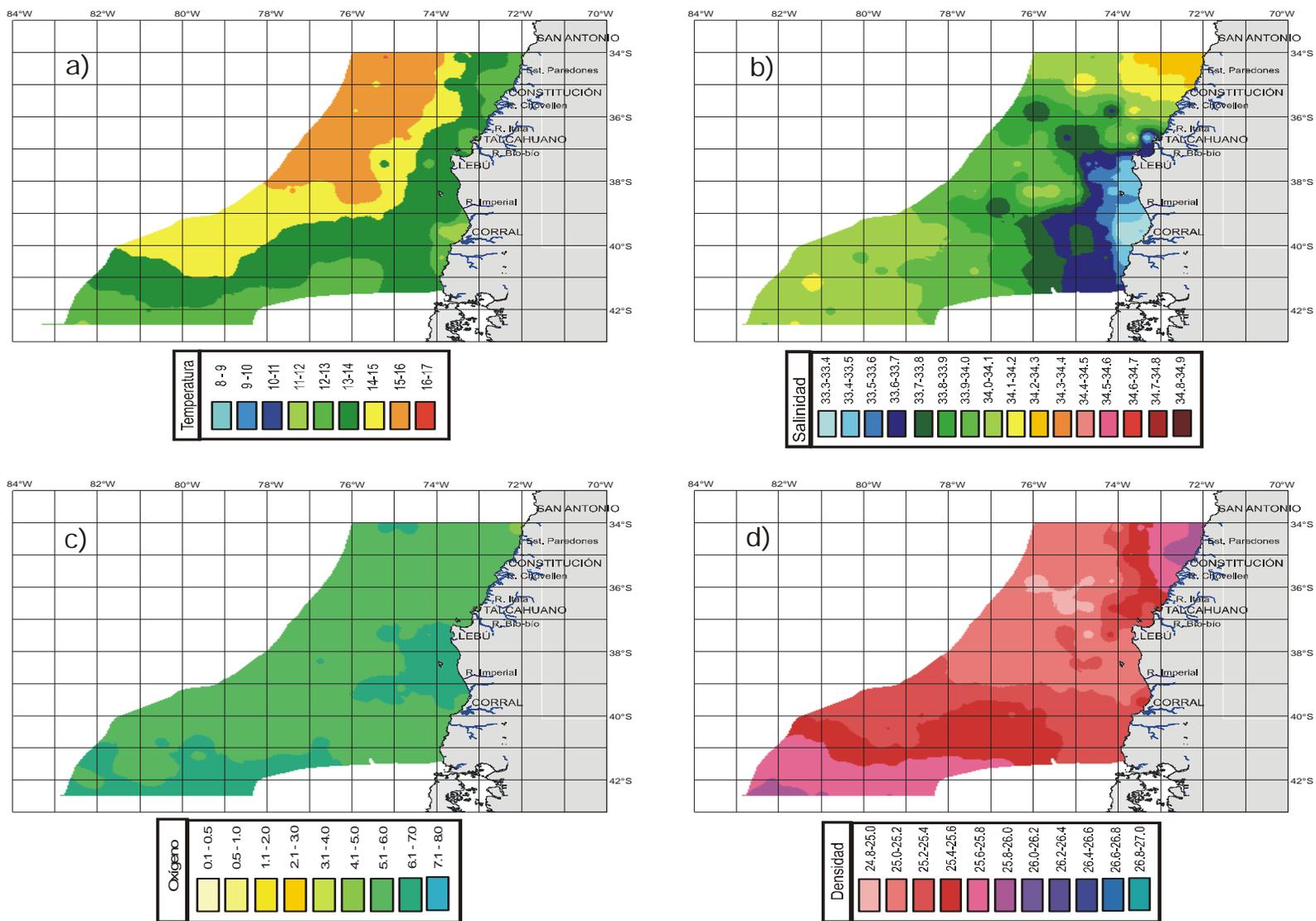


Figura 66. Distribución espacial de las variables oceanográficas superficiales: a) temperatura (°C), salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).

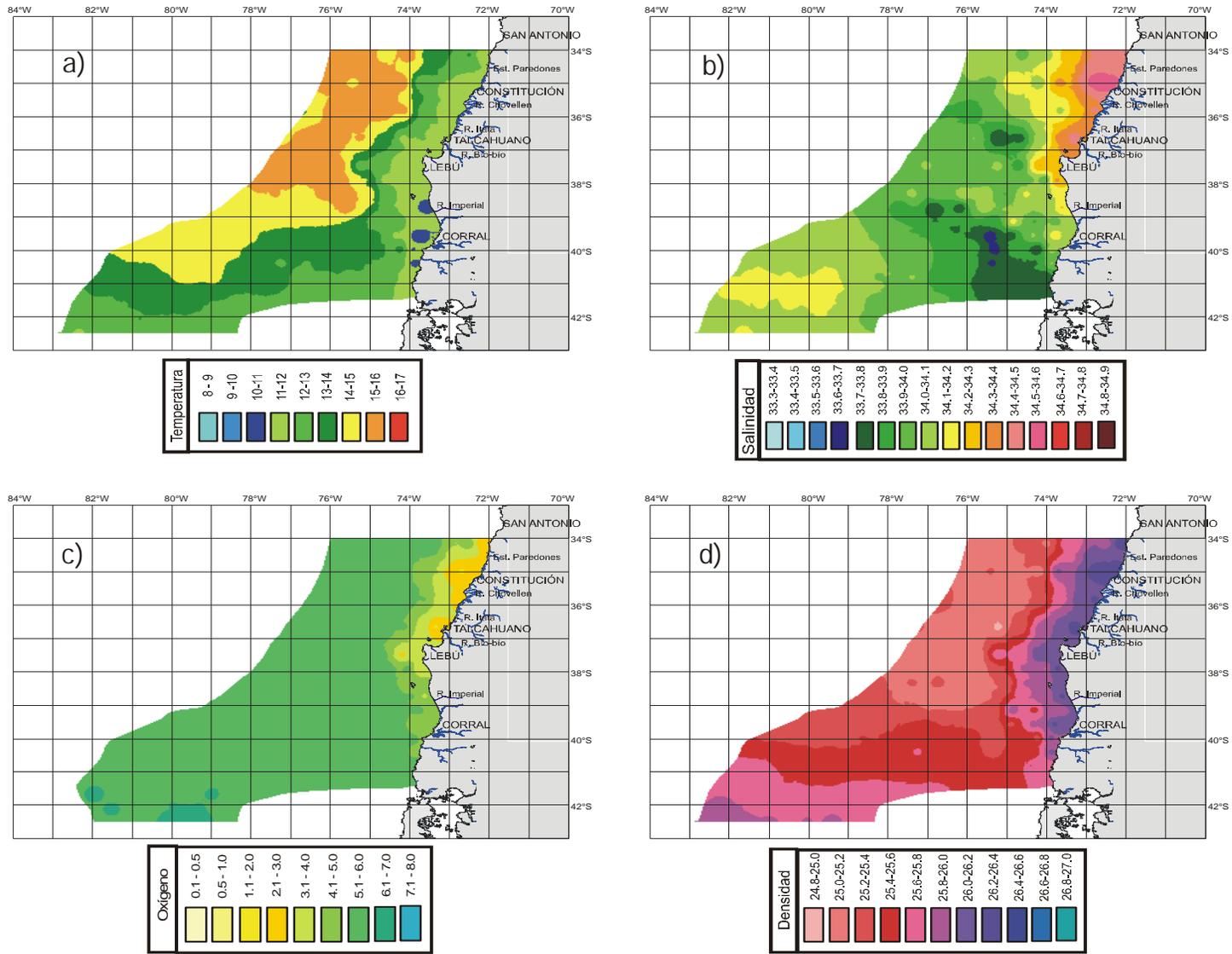


Figura 67. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 50 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).

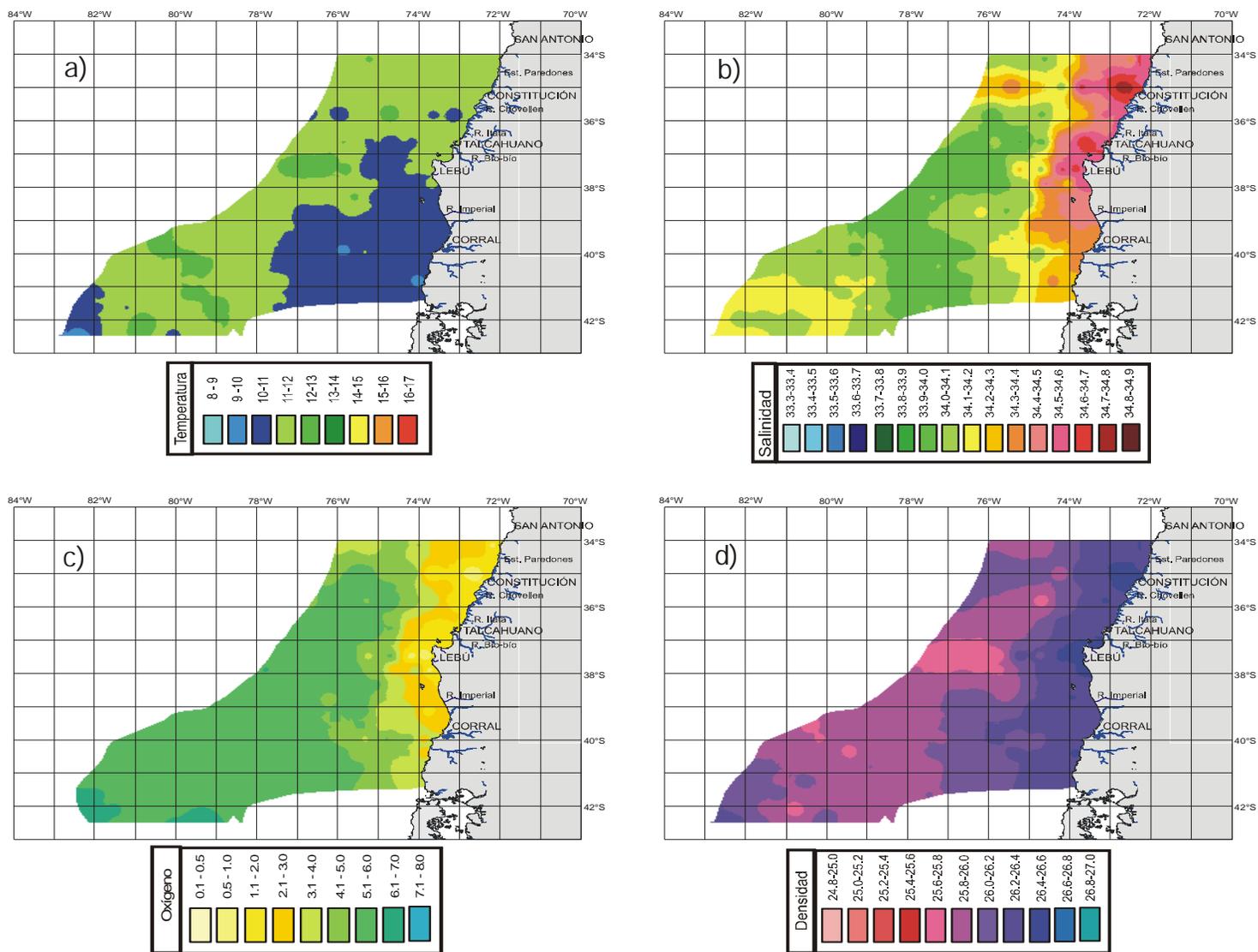


Figura 68. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 100 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).

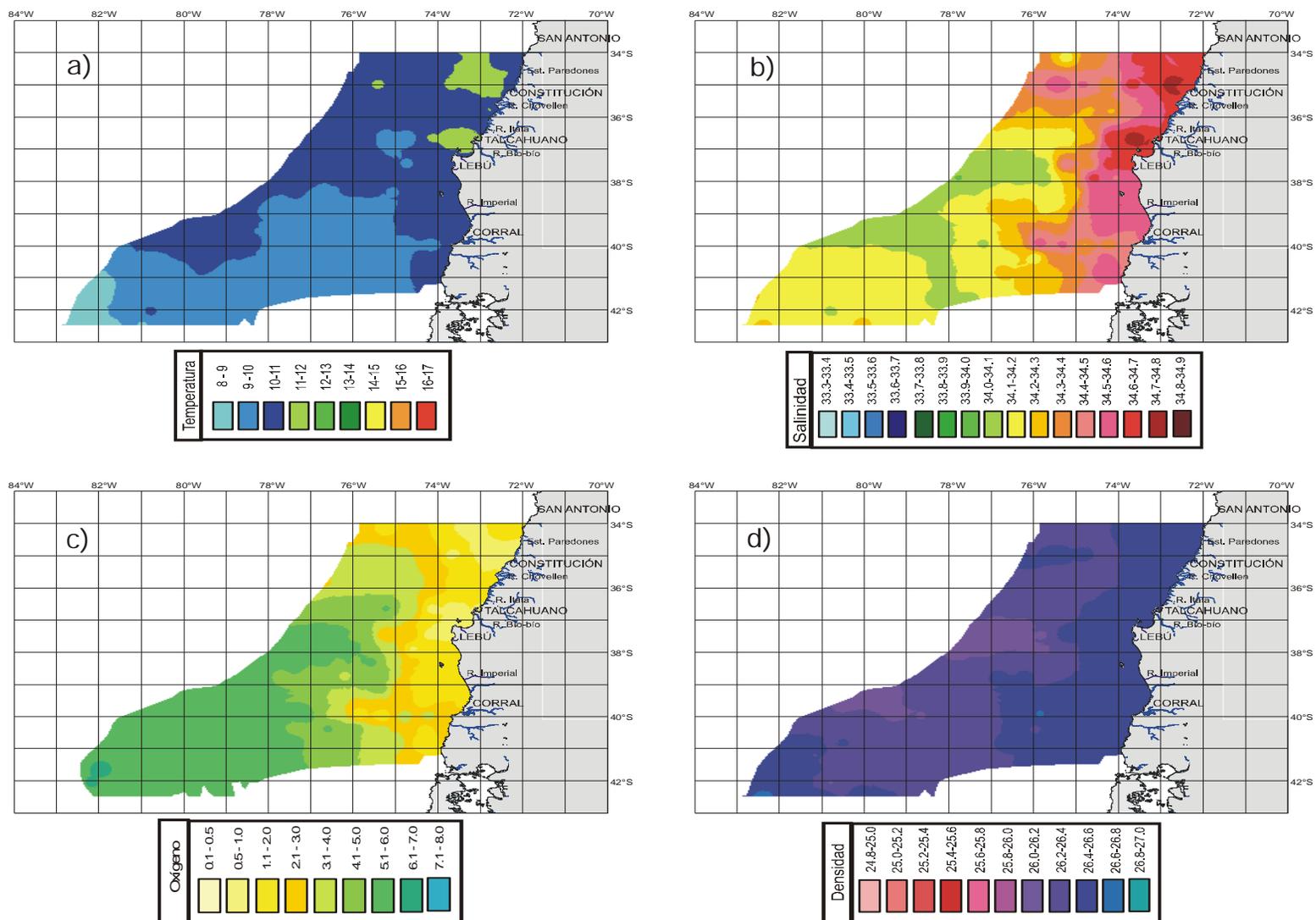


Figura 69. Distribución espacial de las variables oceanográficas a 150 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (σ_t).

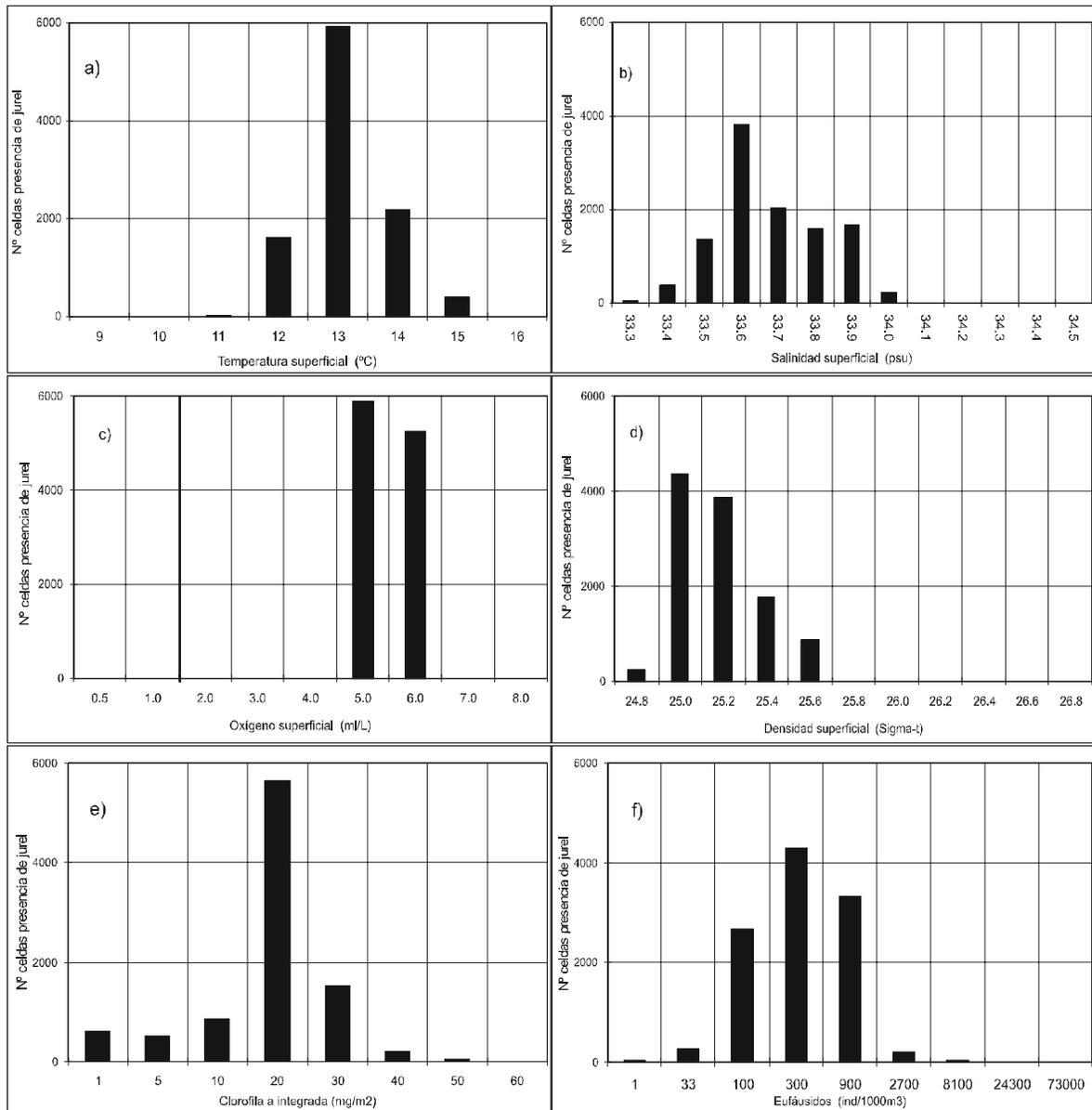


Figura 70. Histograma de los rangos de preferencia del Jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.

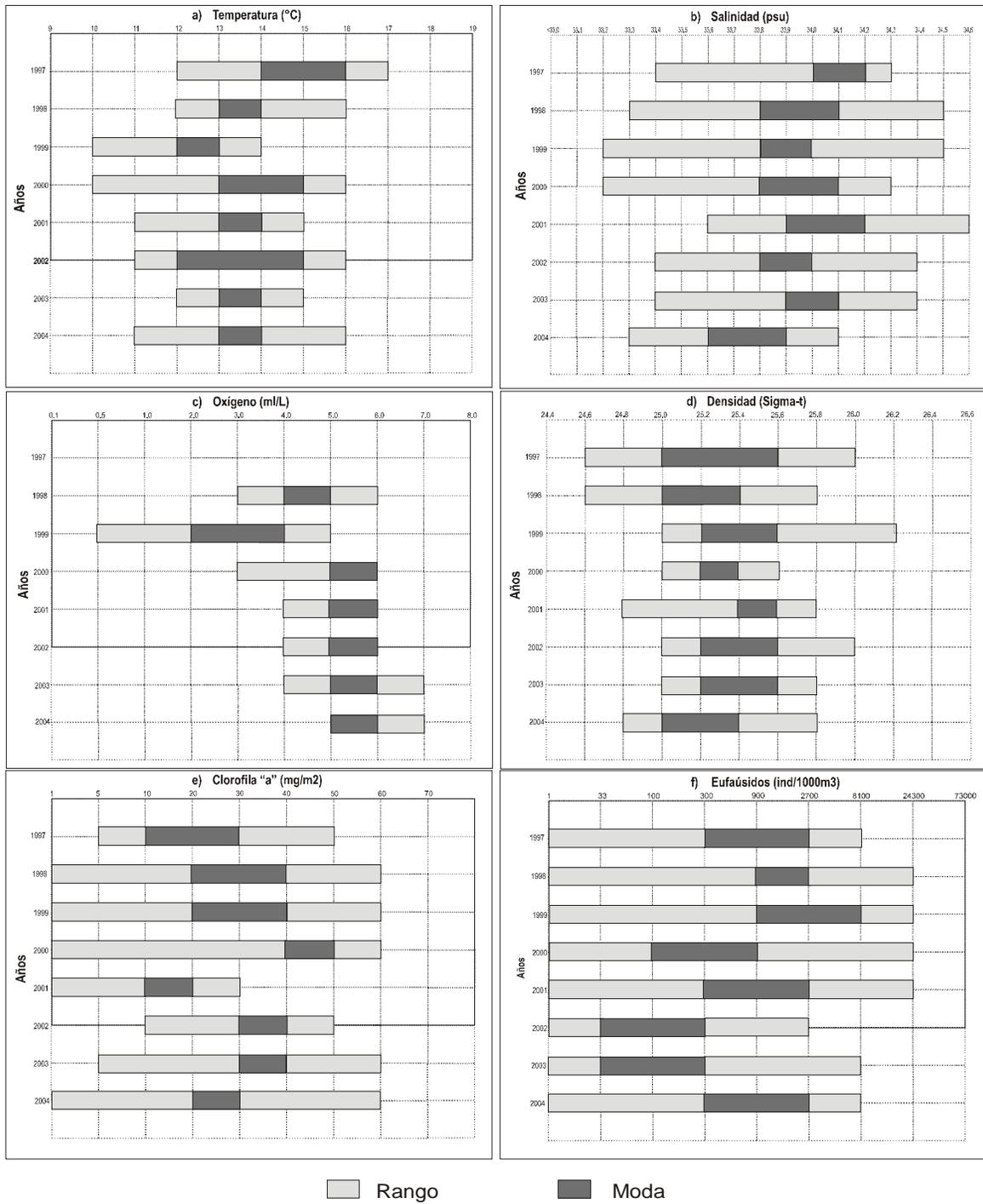


Figura 71. Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2004, estrato superficial.

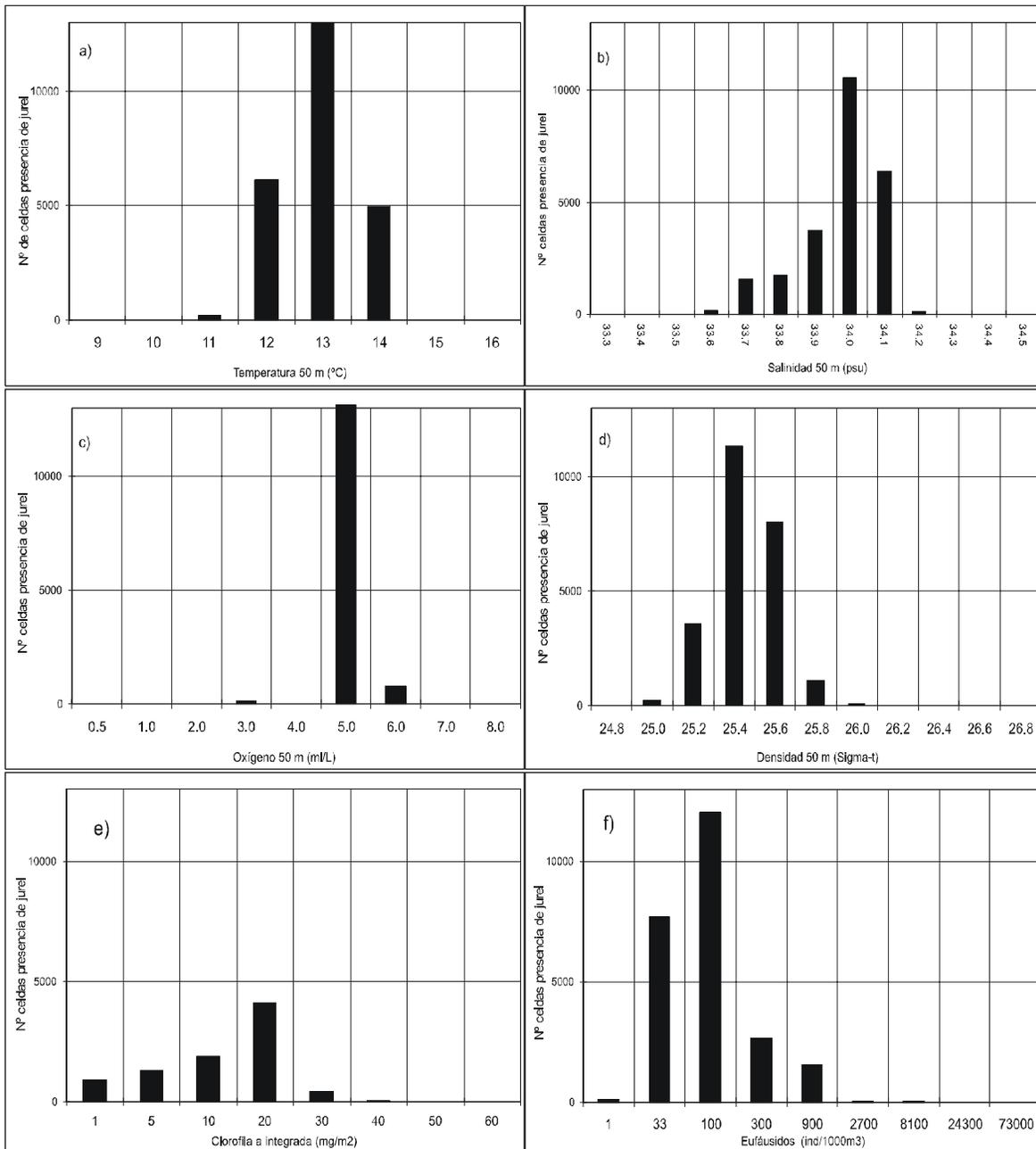


Figura 72. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 50 m. de profundidad.

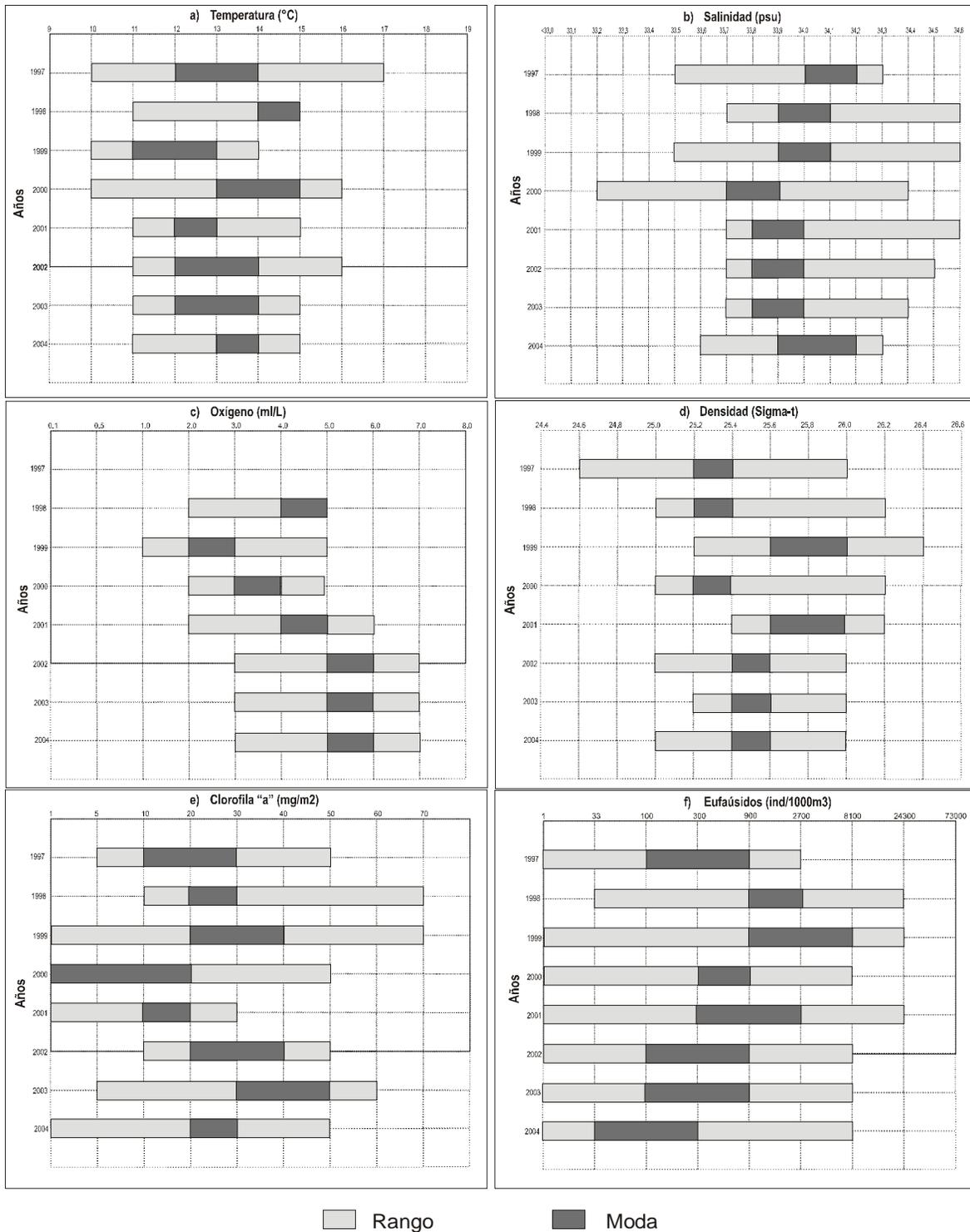


Figura 73. Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2004, estrato 50 m. de profundidad.

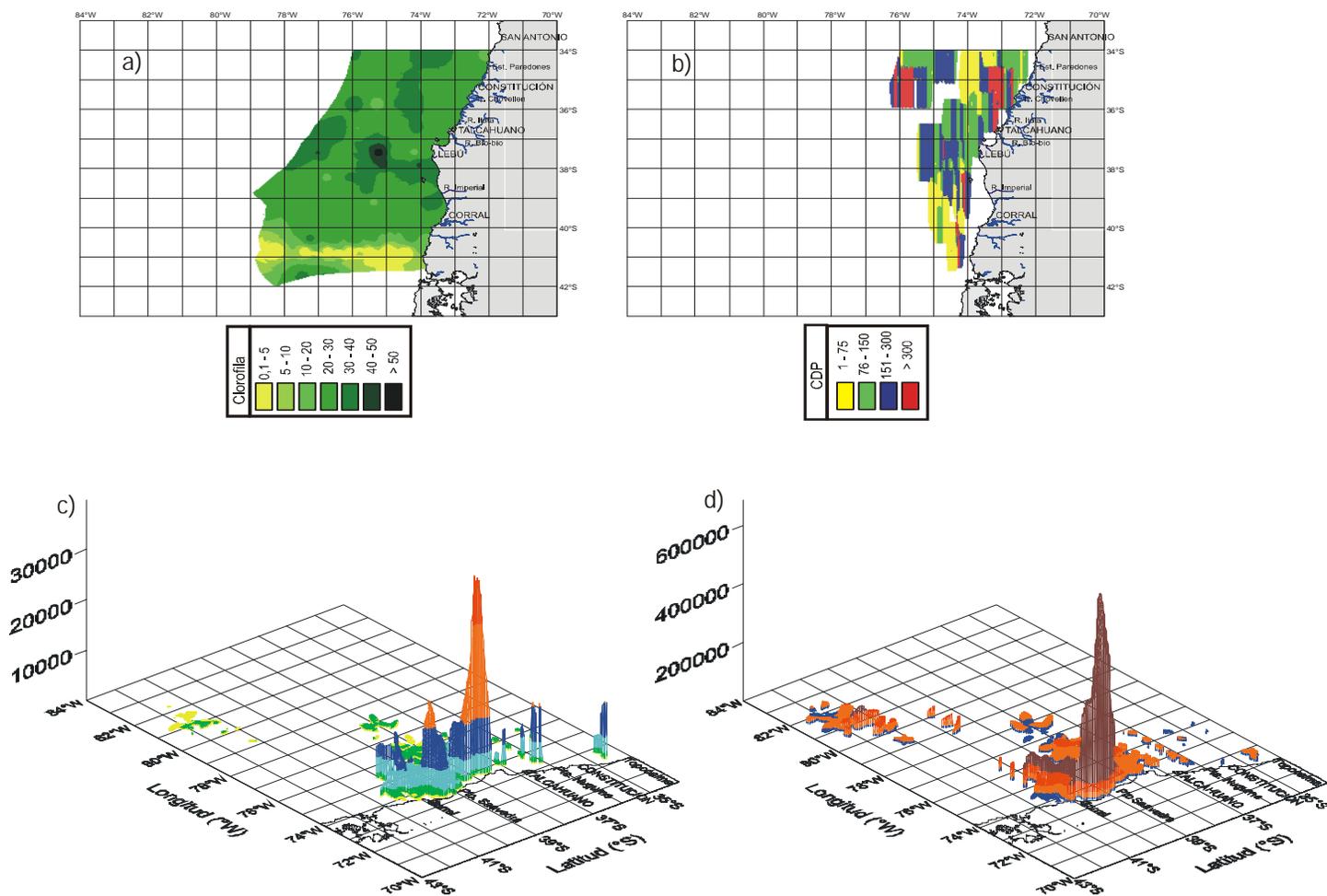


Figura 74. Distribución espacial de: a) clorofila integrada, b) capa de dispersión profunda, c) eufáusidos y d) copépodos.

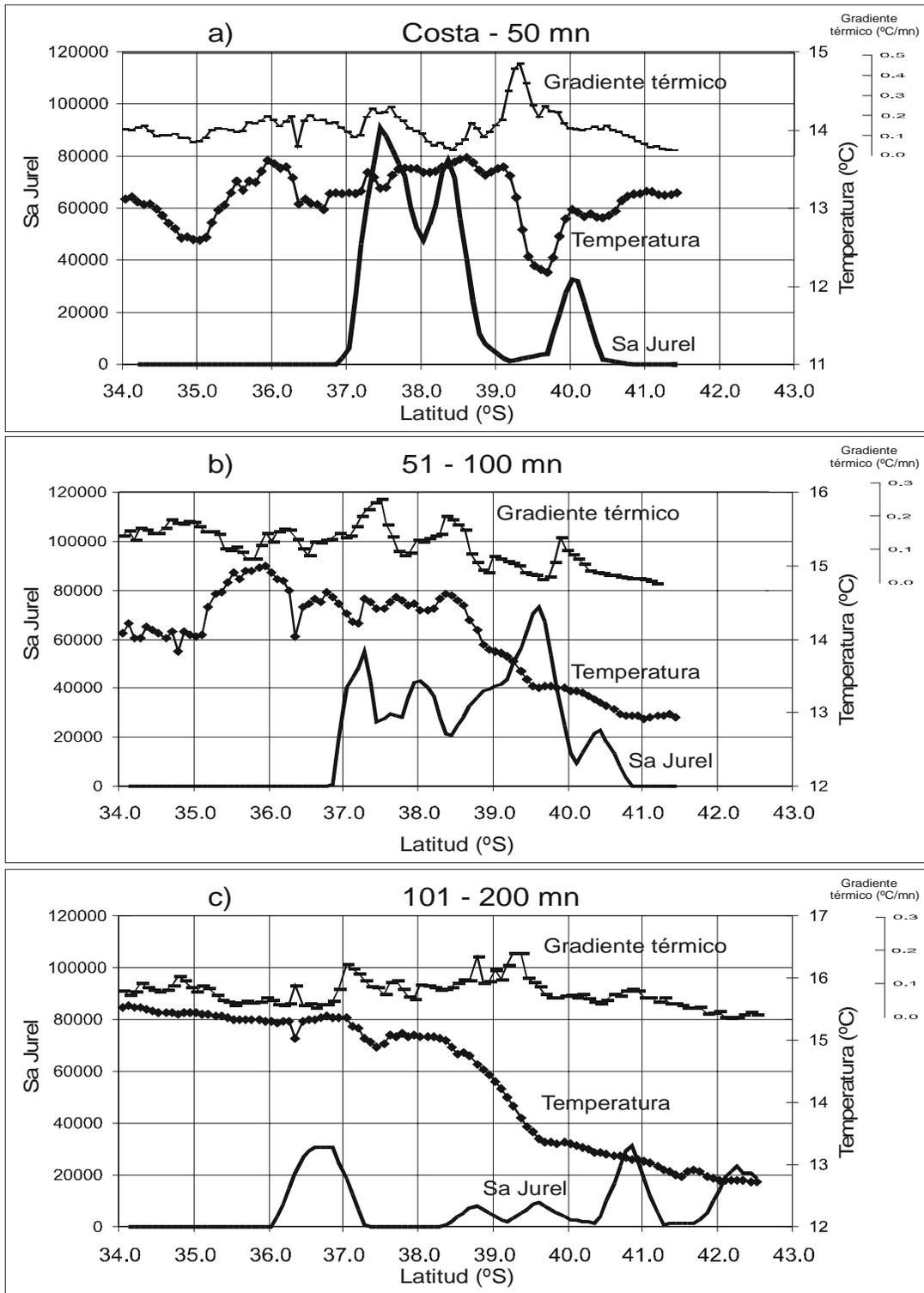


Figura 75. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101-200 mn.

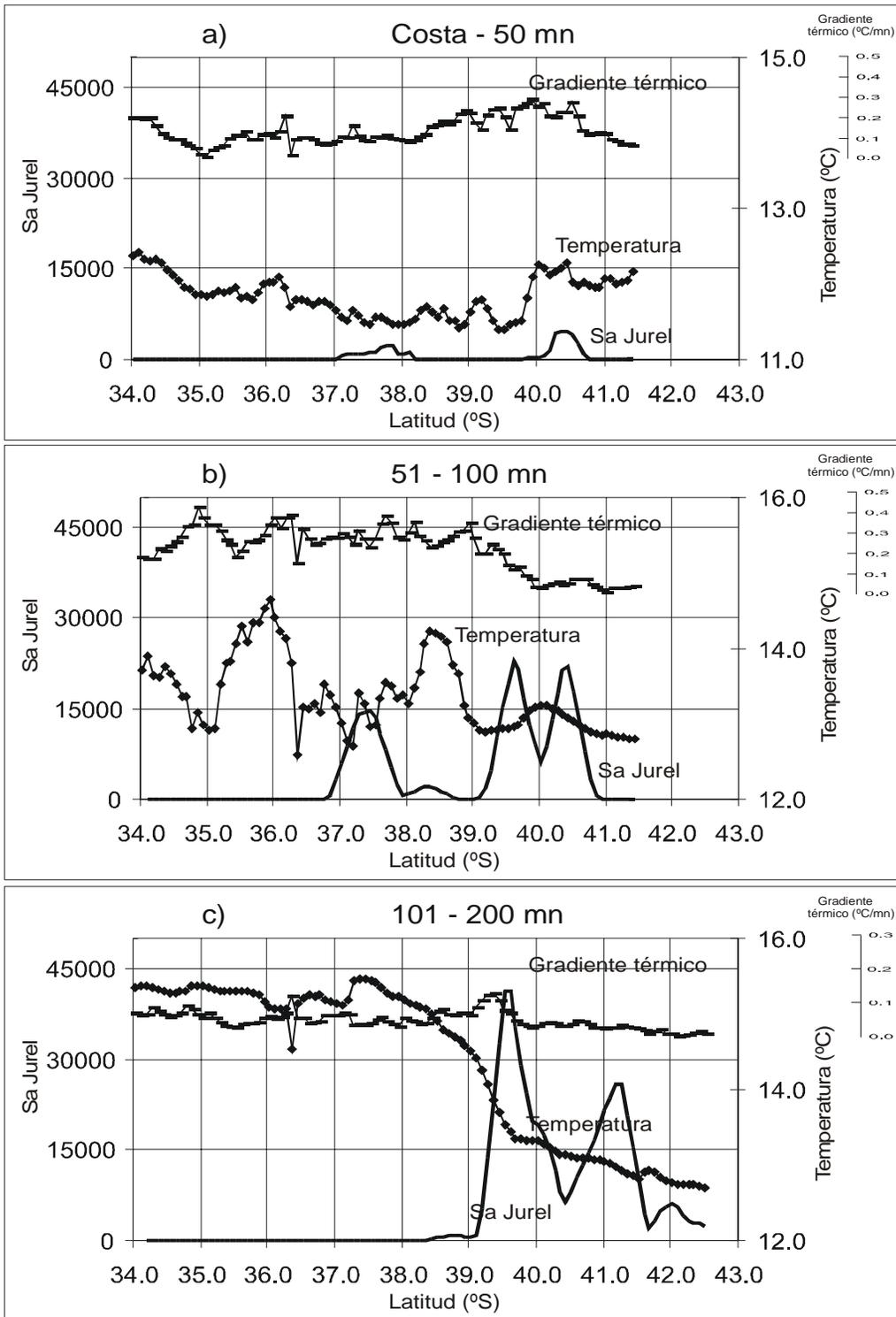


Figura 76. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa 50 m.: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101-200 mn.

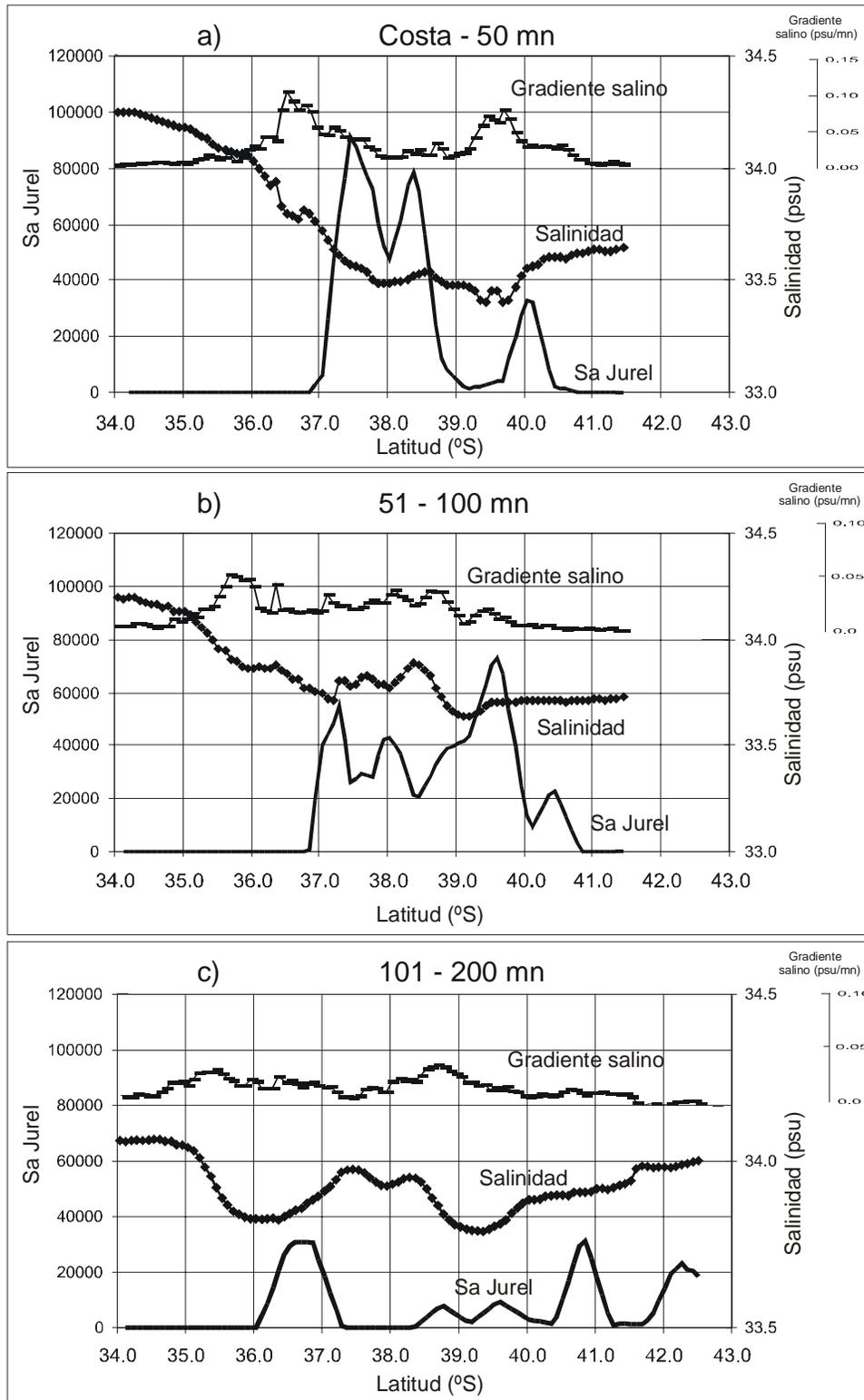


Figura 77. Señal latitudinal del jurel y su relación con la salinidad y el gradiente salino en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101–200 mn.

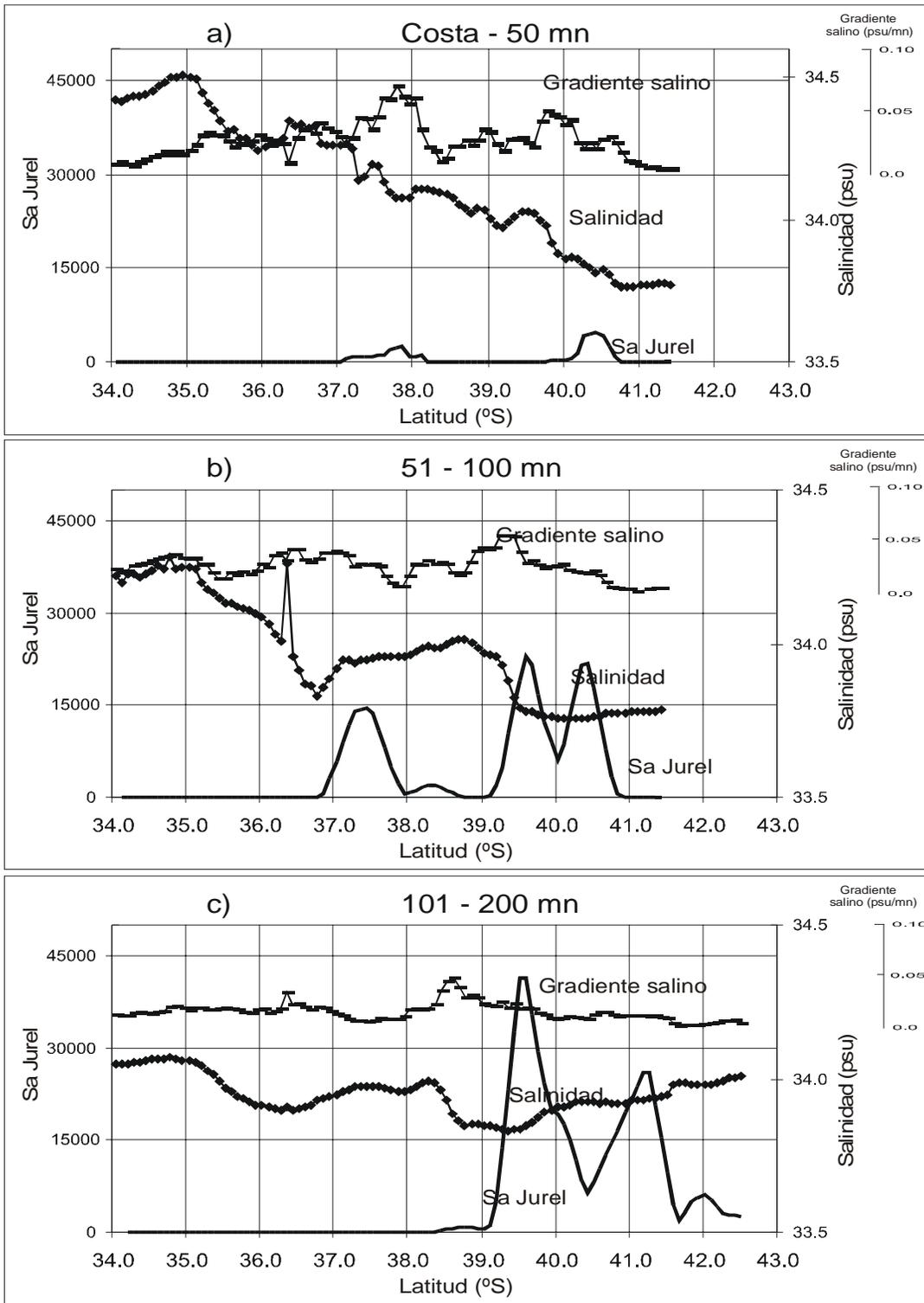


Figura 78. Señal latitudinal del jurel y su relación con la salinidad y el gradiente salino en la capa 50 m.: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101-200 mn.

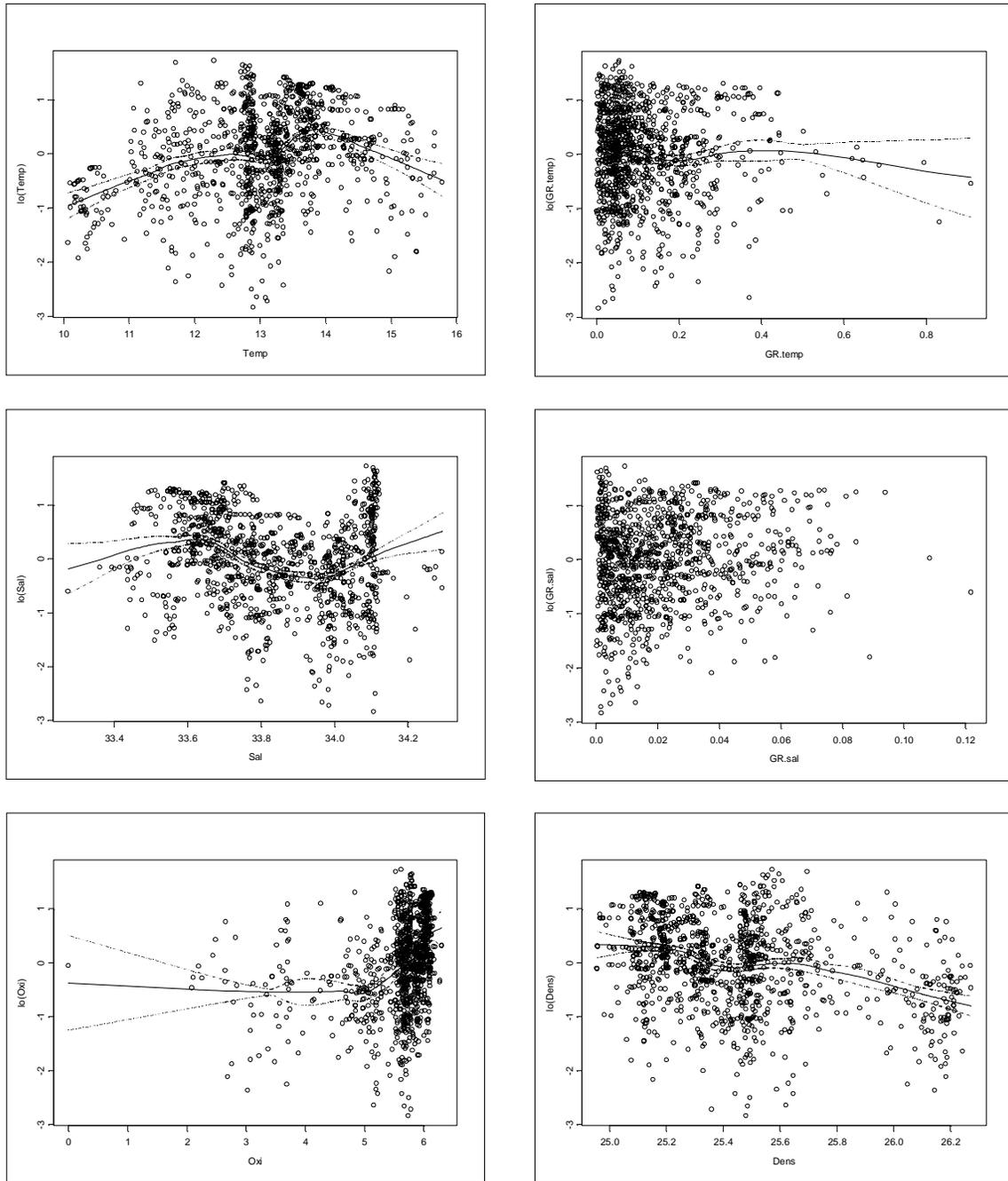


Figura 79. Relación entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), Oxígeno (Oxi) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 5 a 130 mn al oeste de la costa.

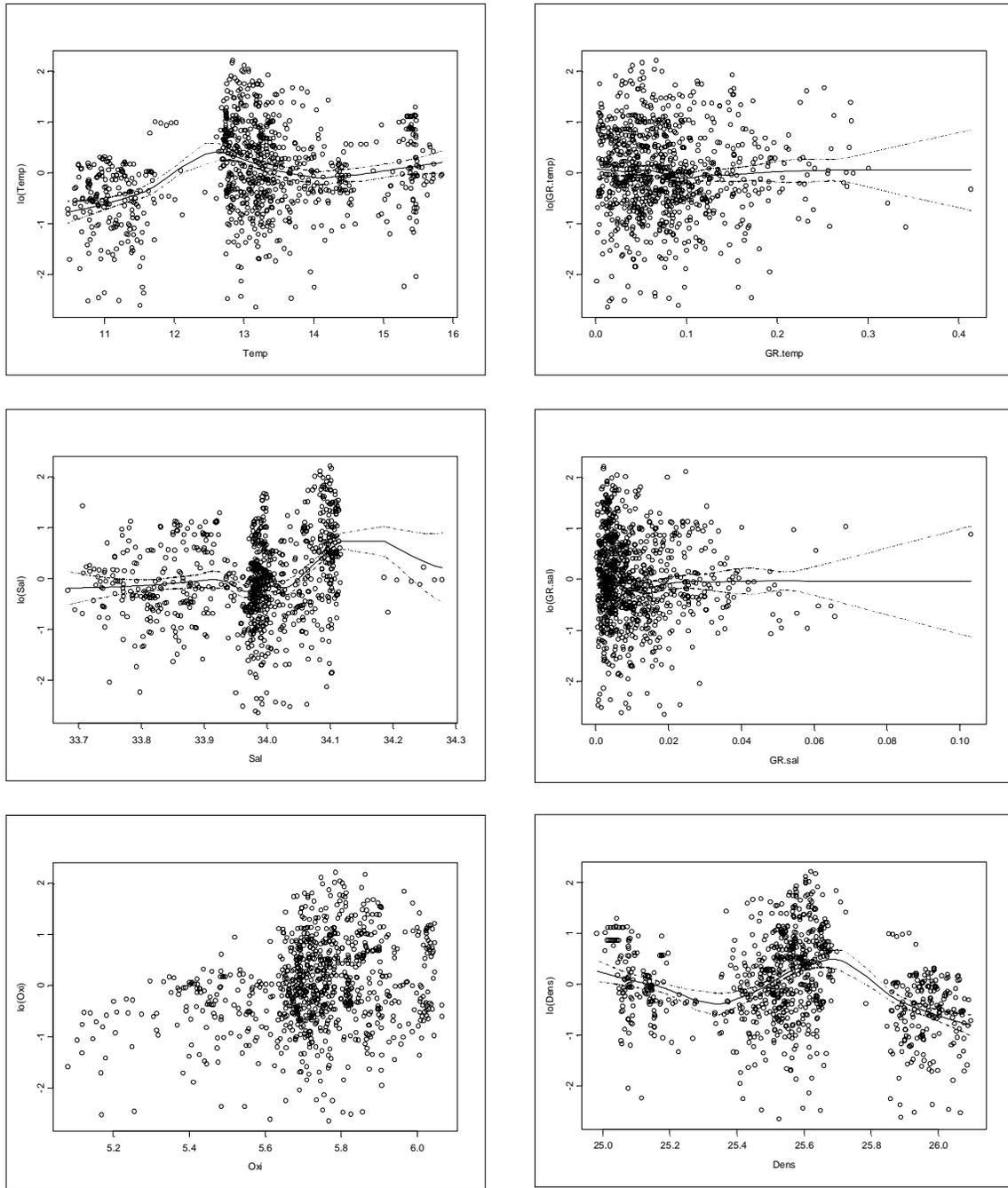


Figura 80. Relación entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), Oxígeno (Oxi) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 131 a 150 mn al oeste de la costa.

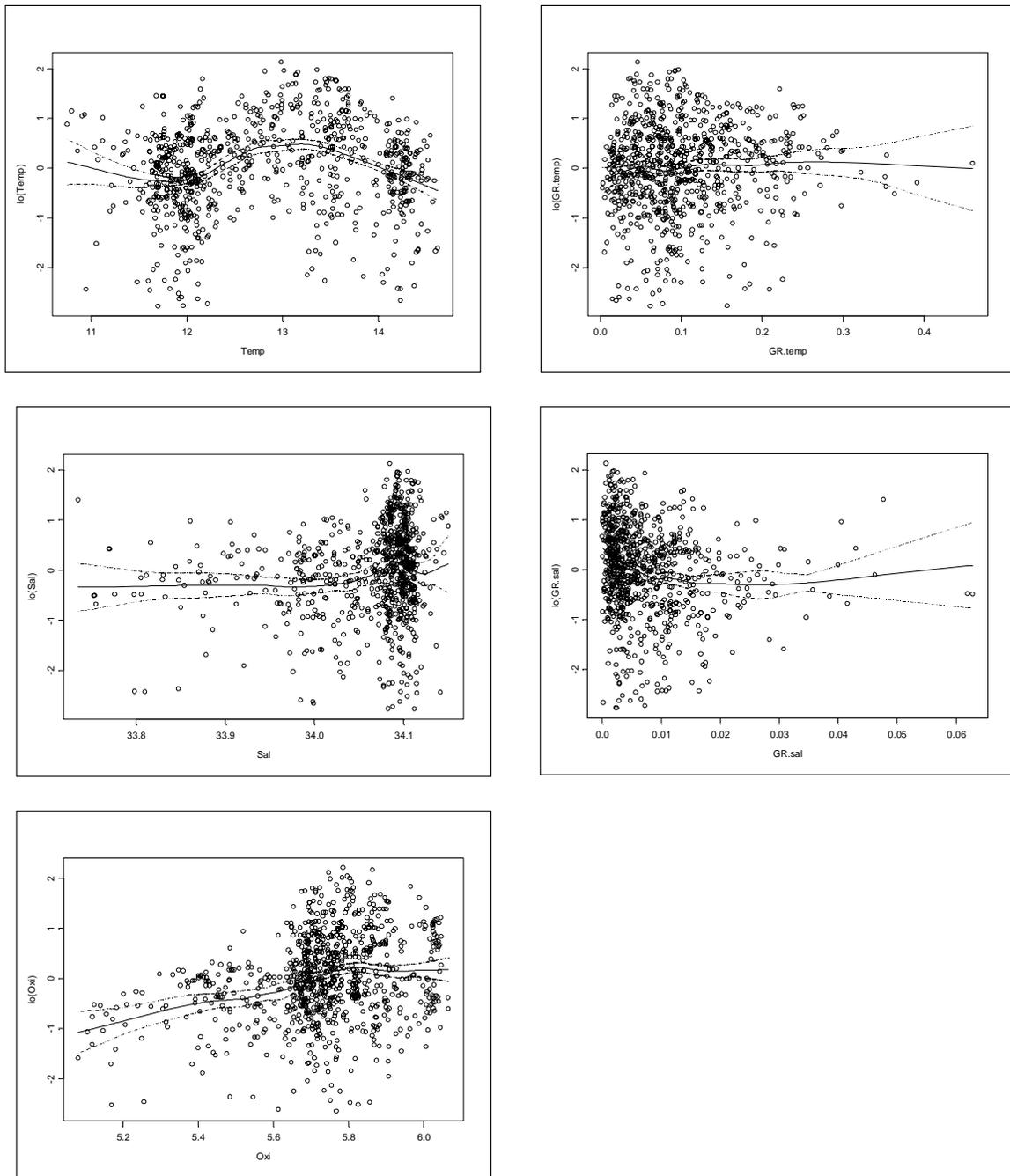


Figura 81. Relación entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal), y Oxígeno (Oxi) en el perfil de 231 a 320 mn al oeste de la costa.

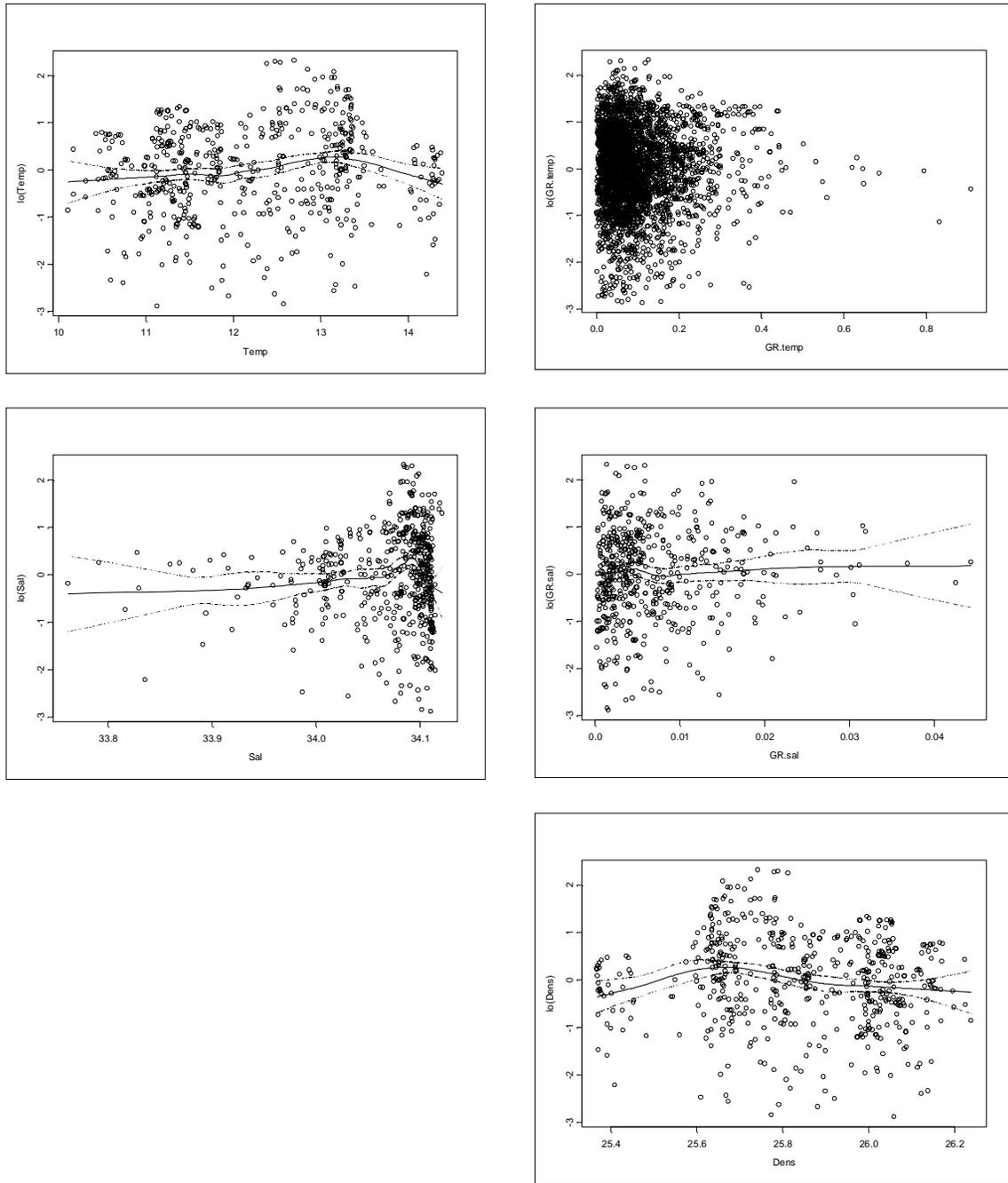


Figura 82. Relación entre densidad de jurel y las variables temperatura (TEMP) gradiente de temperatura (GRtemp), salinidad (Sal), gradiente de salinidad (Grsal) y densidad de agua de mar (Dens) en el perfil de 5 a 320 mn al oeste de la costa.

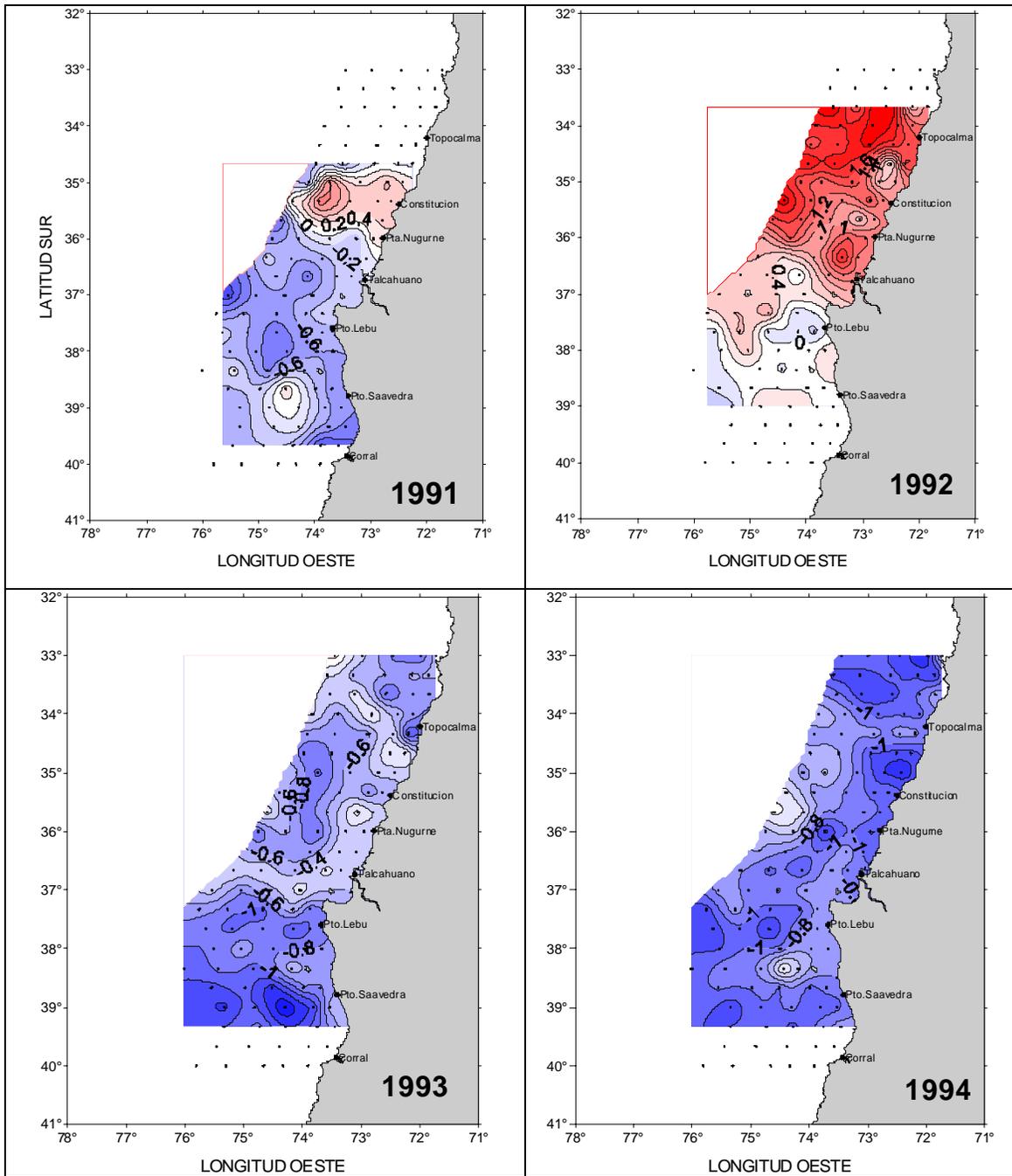


Figura 83. Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio. Período 1991 a 1994.

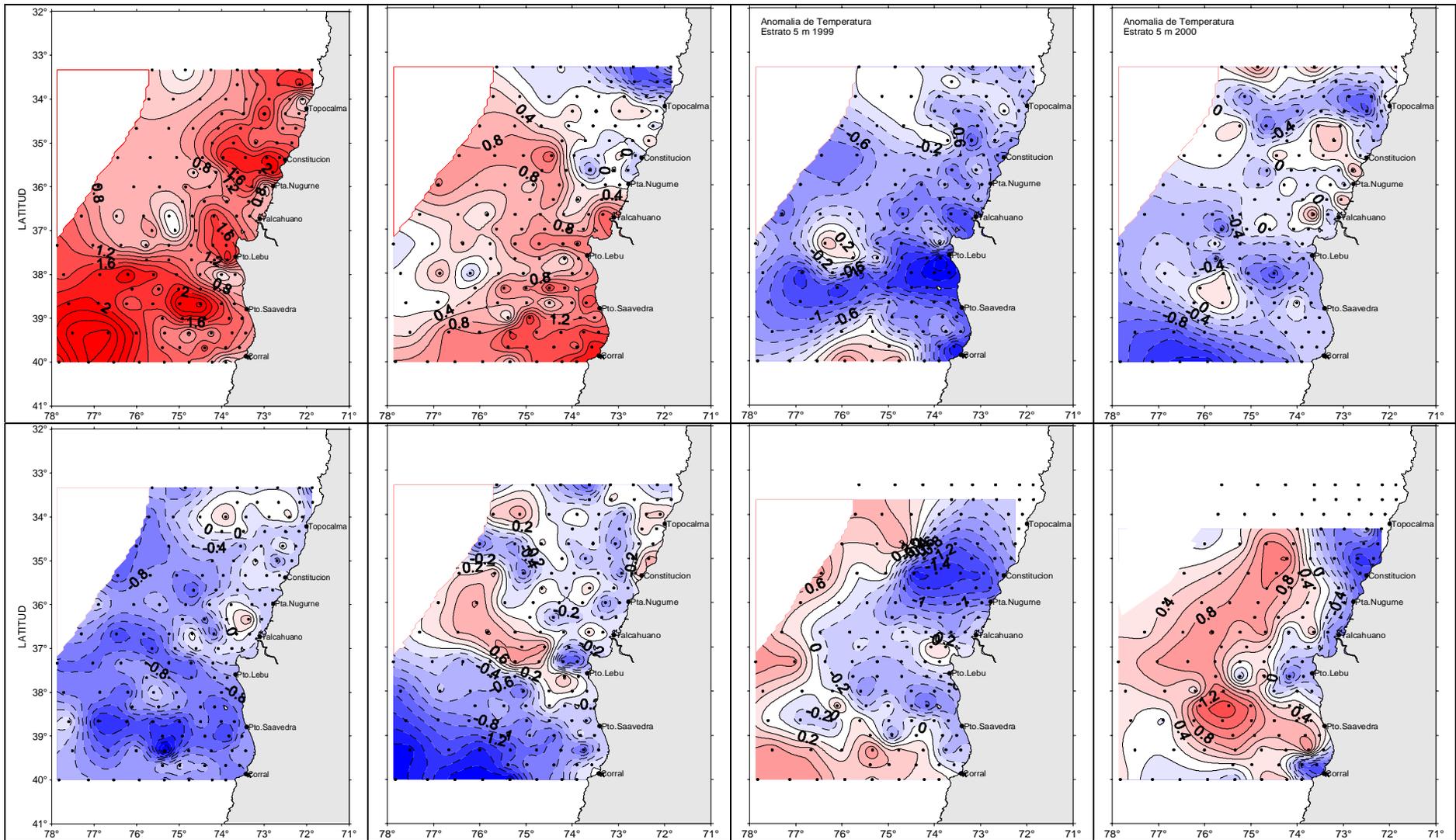


Figura 84. Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio. Período 1997 a 2004.

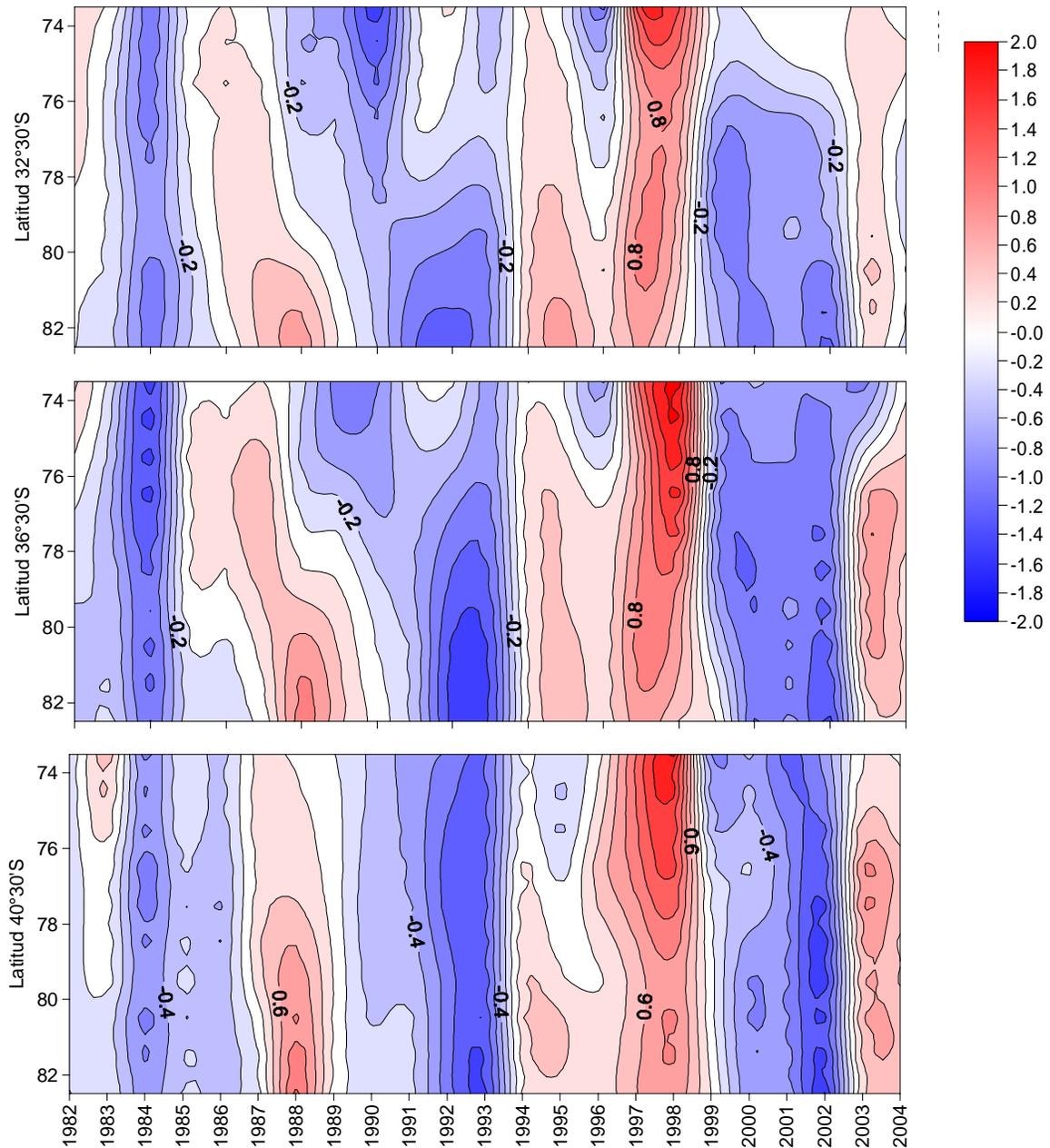


Figura 85. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía de la temperatura superficial del mar para el mes de junio entre los años 1982 a 2004 (Fuente: IGOSS).

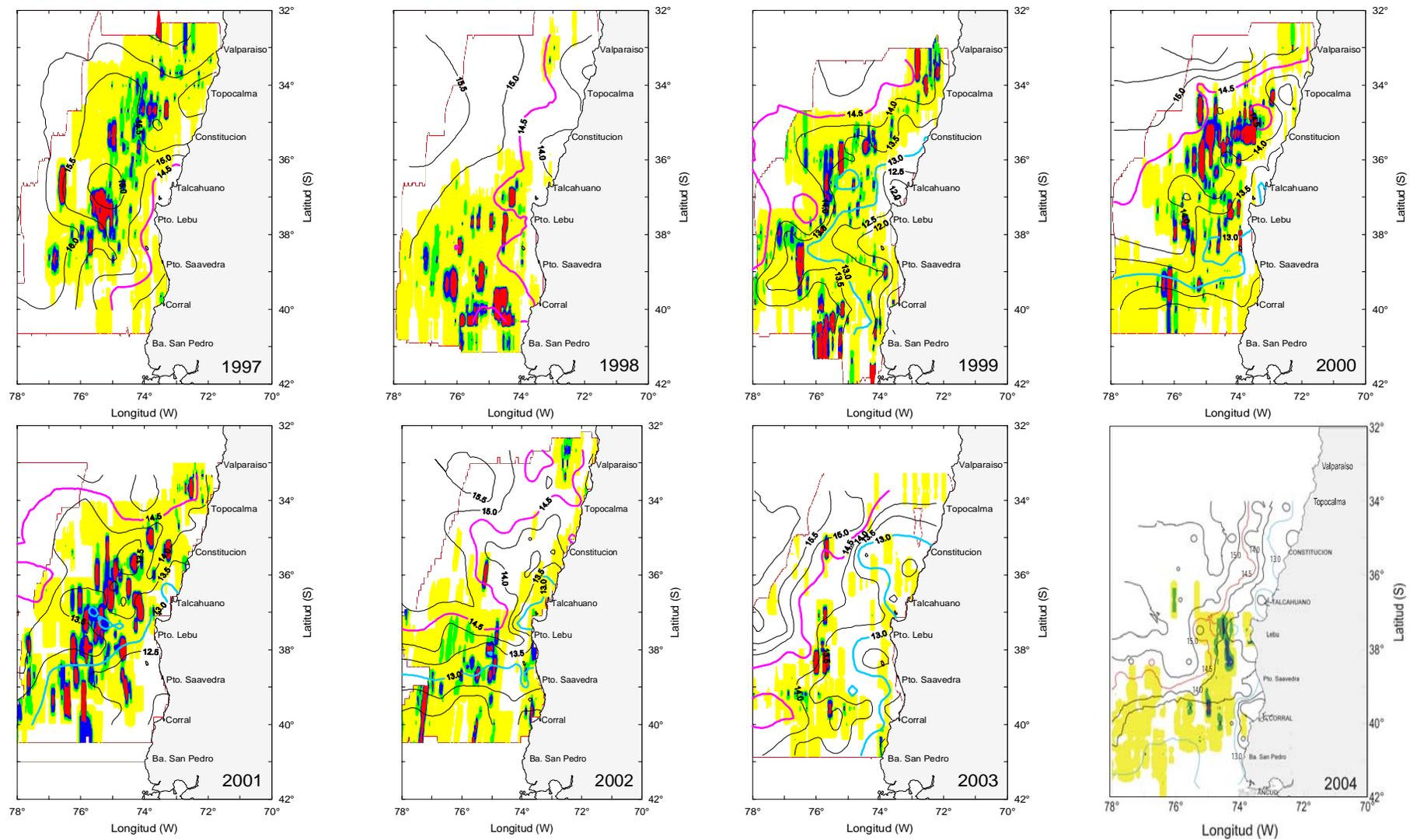


Figura 86. Distribución espacial de la abundancia de jurel y temperatura superficial. Años 1997 -2004.

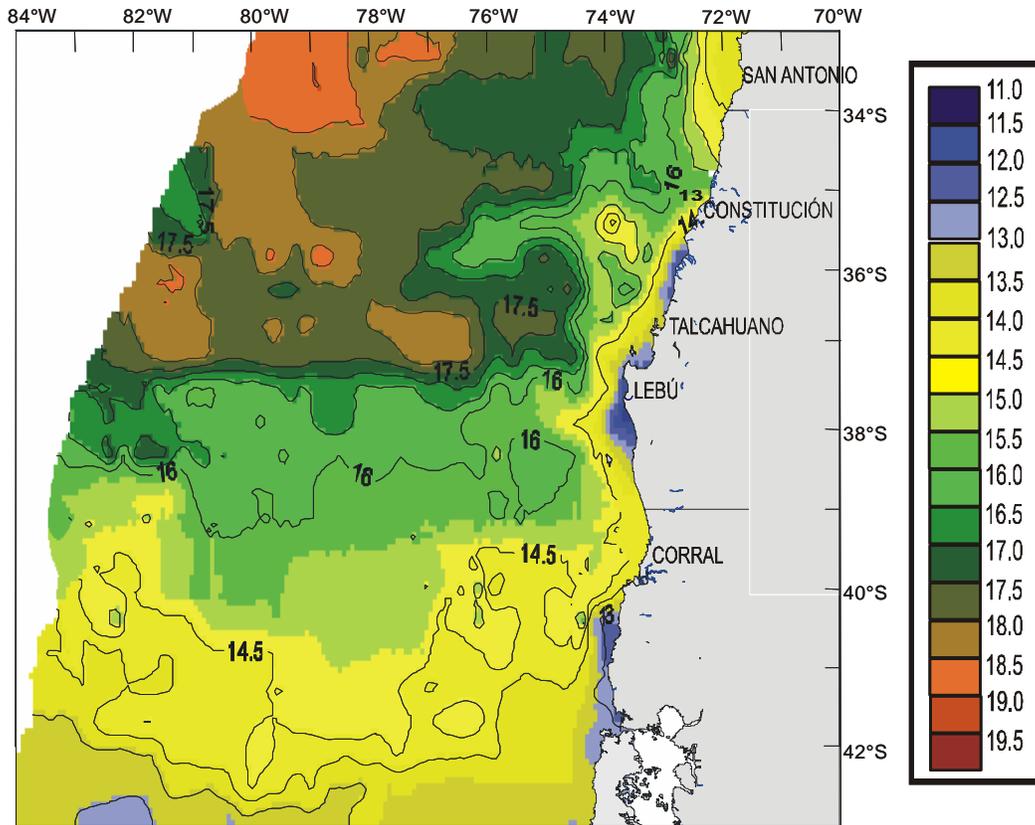


Figura 87. Distribución de temperatura superficial del mar (TSM). Ecoprospección de otoño 2004.

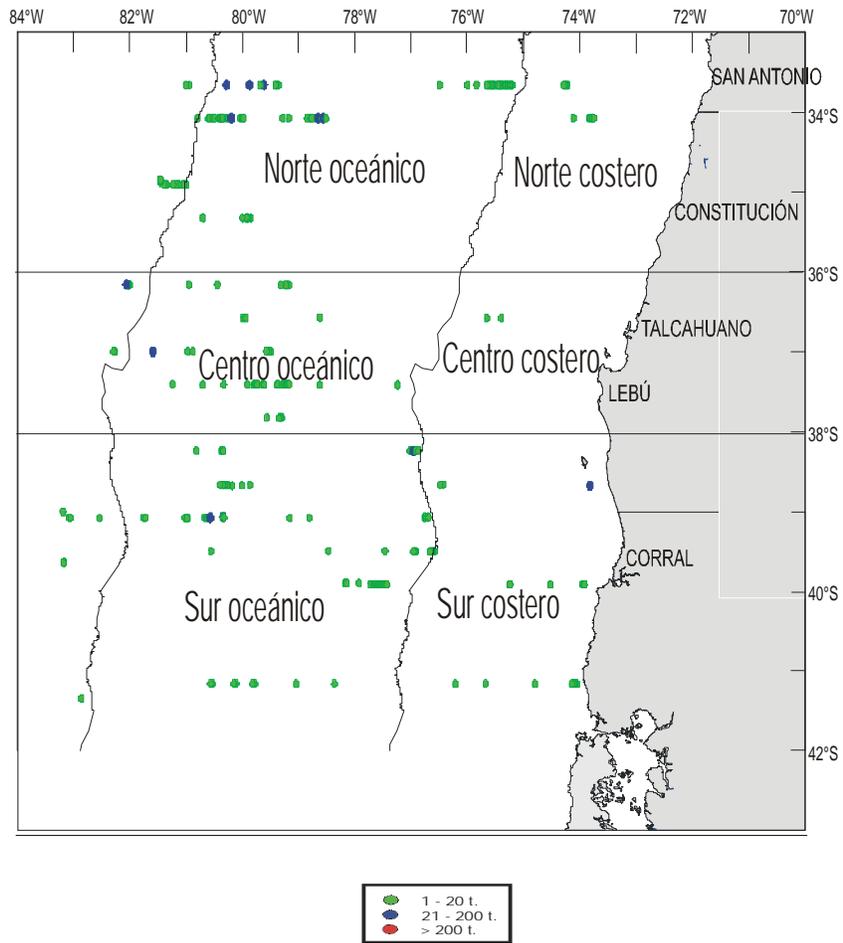


Figura 88. Distribución de abundancia de jurel Pesca de Investigación invierno 2004.

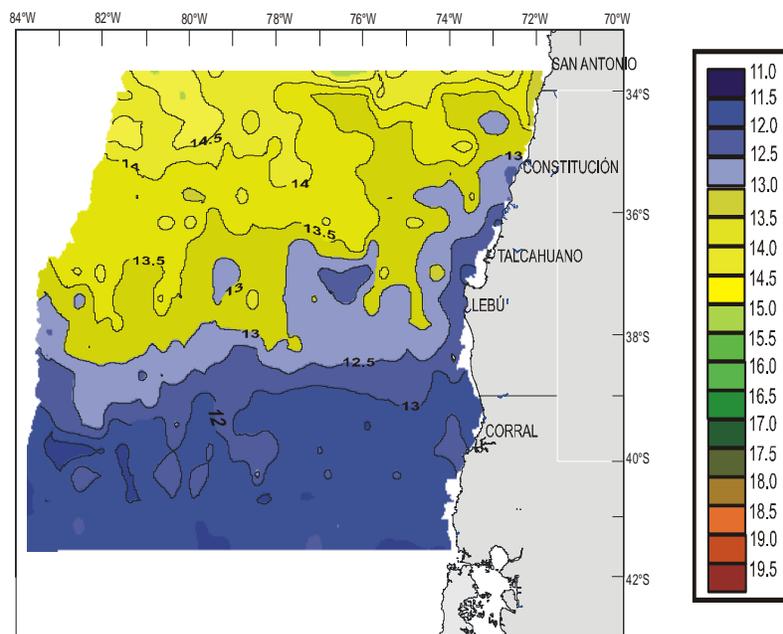


Figura 89. Distribución de temperatura superficial del mar (TSM).
 Ecoprospección de invierno 2004.

ANEXOS

A N E X O I

Posición y fecha de transectas
acústicas y estaciones bio-
oceanográficas



POSICIÓN Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

Transecta	Embarcación	Latitud (LS)	Fechas			
			5-100 mn	100-200mn	200-300mn	300-400mn
1	Líder	34° 10'	07/06/04	08/06/04		
2	Líder	35° 00'	06/06/04	09/06/04		
3	Líder	35° 50'	05/06/04	04/06/04		
4	Líder	36° 40'	29/05/04	30/05/04		
5	Líder	37° 30'	02/06/04	03/06/04		
6	Líder	37° 55'	01/06/04	31/05/04		
7	Abate Molina	37° 05'	31/05/04	01/06/04		
8	Abate Molina	37° 30'	03/06/04	02/06/04		
9	Abate Molina	37° 55'	03/06/04	04/06/04		
10	Abate Molina	38° 20'	10/06/04	09/06/04	05/06/04	06/06/04
11	Abate Molina	38° 45'	11/06/04	12/06/04	08/06/04	07/06/04
12	Don Julio Abate Molina	39° 10'	14/06/04	13/06/04	04/06/04	03/06/04
13	Don Julio Abate Molina	39° 35'	15/06/04	16/06/04	01/06/04	02/06/04
14	Don Julio Abate Molina	40° 00'		17/06/04	05/06/04	06/06/04
15	Don Julio Abate Molina	40° 25'		18/06/04	08/06/04	07/06/04
16	Don Julio	40° 55'			09/06/04	10/06/04
17	Don Julio				12/06/04	11/06/04

Transectas 12 y 13 Abate Molina cubrió 200 a 400 mn

Transectas 14 y 15 Abate Molina cubrió 200 a 100 mn

**POSICI3N Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS**

Estaci3n	Lat. Grad. (°)	Lat. Min. (')	Long. Grad. (°)	Long. Min. (')	Año	Mes	Día
1	34	10	72	12,2	2004	6	7
2	34	10	72	31,0	2004	6	7
3	34	10	73	9,4	2004	6	7
4	34	10	73	31,35	2004	6	7
5	34	10	74	1,04	2004	6	7
6	34	10	74	38,0	2004	6	8
7	34	10	75	14,0	2004	6	8
8	34	10	76	2,0	2004	6	8
9	35	0	72	22,87	2004	6	6
10	35	0	72	42,07	2004	6	6
11	35	0	73	43,4	2004	6	6
12	35	0	74	12,8	2004	6	9
13	35	0	74	50,56	2004	6	9
14	35	0	75	26,0	2004	6	9
15	35	0	76	15,0	2004	6	9
16	35	50	72	50,5	2004	6	5
17	35	50	73	8,9	2004	6	5
18	35	50	73	40,36	2004	6	5
19	35	50	74	10,08	2004	6	4
20	35	50	74	42,0	2004	6	5
21	35	50	75	18,06	2004	6	4
22	35	50	75	55,7	2004	6	4
23	35	50	76	45,17	2004	6	4
24	36	40	73	22,0	2004	5	29
25	36	40	73	40,33	2004	5	29
26	36	40	74	10,0	2004	5	29
27	36	40	74	42,1	2004	5	29
28	36	40	75	14,3	2004	5	29
29	36	40	75	51,5	2004	5	30
30	36	40	76	28,1	2004	5	30
31	36	40	77	18,6	2004	5	30
32	37	30	73	53,0	2004	6	2
33	37	30	74	12,0	2004	6	2
34	37	30	74	43,7	2004	6	2



Continuaci3n...

Estaci3n	Lat. Grad. (°)	Lat. Min. (')	Long. Grad. (°)	Long. Min. (')	Año	Mes	Día
36	37	30	75	47,26	2004	6	2
37	37	30	76	24,0	2004	6	3
38	37	30	77	2,2	2004	6	3
39	37	30	77	53,5	2004	5	31
40	37	55	73	45,6	2004	6	1
41	37	55	74	4,2	2004	6	1
42	37	55	74	36,5	2004	6	1
43	37	55	75	7,7	2004	5	31
44	37	55	75	43,95	2004	5	31
45	37	55	76	17,33	2004	5	31
46	37	55	77	5,5	2004	5	31
47	37	55	77	47,1	2004	5	31
48	38	20	74	12,0	2004	5	31
49	38	20	74	31,8	2004	5	31
50	38	20	75	3,9	2004	5	31
51	38	20	75	35,4	2004	5	31
52	38	20	76	7,4	2004	5	31
53	38	20	76	45,5	2004	6	1
54	38	20	77	24,1	2004	6	1
55	38	20	78	14,9	2004	6	1
56	38	45	73	38,6	2004	6	3
57	38	45	73	58,2	2004	6	3
58	38	45	75	34,5	2004	6	2
59	38	45	76	12,4	2004	6	2
60	38	45	76	51,0	2004	6	2
61	38	45	77	42,6	2004	6	2
62	39	10	73	28,0	2004	6	3
63	39	10	73	47,5	2004	6	3
64	39	10	74	19,7	2004	6	3
65	39	10	74	52,0	2004	6	4
66	39	10	75	24,0	2004	6	4
67	39	35	73	29,9	2004	6	11
68	39	35	73	49,1	2004	6	11
69	39	35	74	22,2	2004	6	10
70	39	35	74	54,2	2004	6	10
71	39	35	75	26,0	2004	6	10



Continuación...

Estación	Lat. Grad. (°)	Lat. Min. (')	Long. Grad. (°)	Long. Min. (')	Año	Mes	Día
73	39	35	78	54,8	2004	6	5
74	39	35	79	44,0	2004	6	6
75	39	35	80	25,8	2004	6	6
76	39	35	81	2,2	2004	6	6
77	39	35	81	56,4	2004	6	6
78	39	57,3	75	51,7	2004	6	12
79	40	0	73	55,4	2004	6	11
80	40	0	74	15,0	2004	6	11
81	40	0	74	48,0	2004	6	11
82	40	0	75	20,3	2004	6	11
83	40	0	76	32,0	2004	6	12
84	40	0	77	11,4	2004	6	12
85	40	0	78	40,0	2004	6	8
86	40	0	79	19,6	2004	6	8
87	40	0	80	11,6	2004	6	7
88	40	0	82	22,0	2004	6	7
89	40	25	73	54,1	2004	6	15
90	40	25	74	19,0	2004	6	15
91	40	25	75	24,4	2004	6	14
92	40	25	75	57,3	2004	6	13
93	40	25	76	36,6	2004	6	13
94	40	25	77	16,0	2004	6	13
95	40	25	79	27,13	2004	6	4
96	40	25	80	6,0	2004	6	4
97	40	25	80	59,9	2004	6	3
98	40	50	74	5,1	2004	6	15
99	40	50	74	25,5	2004	6	15
100	40	50	74	58,3	2004	6	15
101	40	50	75	31,5	2004	6	16
102	40	50	76	4,3	2004	6	16
103	40	50	76	43,9	2004	6	16
104	40	50	77	24,0	2004	6	16
105	40	50	78	16,2	2004	6	17
106	40	50	78	56,0	2004	5	31
107	40	50	79	35,7	2004	6	1
108	40	50	80	29,8	2004	6	1



Continuación...

Estación	Lat. Grad. (°)	Lat. Min. (')	Long. Grad. (°)	Long. Min. (')	Año	Mes	Día
110	41	15	80	31,23	2004	6	5
111	41	15	81	11,0	2004	6	6
112	41	15	81	51,0	2004	6	6
113	41	40	76	49,7	2004	6	18
114	41	40	77	29,8	2004	6	18
115	41	40	78	23,6	2004	6	18
116	41	40	78	58,2	2004	6	8
117	41	40	79	39,1	2004	6	8
118	41	40	80	32,2	2004	6	7
119	41	40	81	12,31	2004	6	7
120	41	40	81	52,6	2004	6	7
121	41	40	82	46,22	2004	6	7
122	42	2,7	78	32,2	2004	6	19
123	42	5	80	48,22	2004	6	10
124	42	5	81	28,75	2004	6	10
125	42	5	82	9,14	2004	6	10
126	42	30	79	24,25	2004	6	12
127	42	30	80	4,0	2004	6	12
128	42	30	80	58,78	2004	6	11
129	42	30	81	38,0	2004	6	11
130	42	30	82	20,2	2004	6	11

A N E X O II

Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombres por actividad

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD**

Participantes	Preparaci3n	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José C3rdova	61	135	235	204	118	753
M. A. Barbieri	16		72	50	17	155
Jorge Castillo		90	88	16	16	210
Marcos Espejo	61	135				198
Hernán Miranda	16		40	40		96
Mauricio Braun				16	4	20
Vivian Valenzuela	32		399	160	32	623
Víctor Bocic	8		124			132
Hernán Reyes			96	76	40	212
Alvaro Saavedra		135	20			155
Bernardo Leiva		135	128	32	8	303
Víctor Catasti			106	96	30	238
Guillermo Galindo	16	90	481			587
Patricio Gálvez		135	103	80	16	334
Manuel Rojas	48	135	135	78	28	424
François Gerlotto*			180			180
Pascal Cotel*	45	90	90			225
Víctor Correa		90	189	56	26	361
Gonzalo Muñoz			237			237
Rodrigo Muñoz		90				90
Carlos Concha		90				90
Esteban Molina		135				135
Rene Riffo		90				90
Alicia Gallardo		135				135
Crístian Barraza		135				135
Sergio Núñez	28		98	100	75	301
José Ortiz	20	135	80	90	70	395
Patricio Torres		135	60	70	30	295
Flor Véjar		135	60	35	30	260
Luis Bustos		135				135
Hernán Rebolledo		135				135
Claudio Pino		135				135
TOTAL HORAS	359	2.655	3.019	1.199	540	7.772

* Aporte de expertos bajo el marco del convenio IFOP - IRD (Francia)



Objetivo específico N°1

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova	45	135	165	94	30	469
Jorga Castillo		90	88	16	16	210
Marcos Espejo	45	135	112	32	8	180
Alvaro Saavedra		135	20			155
Bernardo Leiva		135	128	32	8	303
Guillermo Galindo		90				90
Manuel Rojas	40	135	95	62	28	360
Patricio Gálvez		135				135
François Gerlotto*			160	20		180
Pascal Cotel*	45	90	90			225
Víctor Correa		90	72	32	10	204
Crístian Barraza			47			47
Rodrigo Muñoz		90				90
Carlos Concha		90				90
Esteban Molina		135				135
Rene Riffo		90				90
Alicia Gallardo		135				135
Cristian Barraza		135				135
Sub Total	175	1.845	865	256	92	3.231

* Aporte de expertos bajo el marco del convenio IFOP – IRD (Francia)



Objetivo específico N°2

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			32	32	32	96
Hernán Miranda			24	40		64
Víctor Bocic			116			116
Manuel Rojas			32	16		48
Víctor Correa			37			37
Sub Total			241	88	32	361

Objetivo específico N°3

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				28	24	52
Mauricio Braun				16	4	20
Vivian Valenzuela	16		383	160	32	591
Guillermo Galindo	16		481			497
Sub Total	32		864	204	60	1.160

Objetivo específico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				18	16	34
Víctor Correa			80	24	16	120
Sub Total			80	42	32	154



Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			22	32	16	70
M. A. Barbieri			56	50	17	123
Hernán Reyes			96	76	40	212
Víctor Catasti			96	96	30	222
Patricio Gálvez			103	80	16	199
Sergio Núñez	20		90	100	75	285
José Ortiz	20	135	80	90	70	395
Patricio Torres		135	60	70	30	295
Flor Véjar		135	60	35	30	260
Luis Bustos		135				72
Hernán Rebolledo		135				72
Claudio Toro		135				72
Gonzalo Muñoz			190			190
Sub Total	40	810	853	629	324	2.656



Talleres

Participante	Taller I	Taller II	Sub Total
José Córdova	16	16	32
M. A. Barbieri	16	16	32
Vivian Valenzuela	16	16	32
Hernán Miranda	16	16	32
Sergio Núñez	8	8	16
Víctor Catasti	8	8	16
Víctor Bocic	8	8	16
Marcos Espejo	16		16
Manuel Rojas	8	8	16
Sub Total	112	97	224

A N E X O III

Talleres de Difusión
Resultados del Proyecto
FIP 2004-06



TALLERES

Proyecto FIP 2004-06 “Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno año 2004”

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno año 2004”: FIP 2004-06, durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consideró la presentación de la metodología y las principales actividades a desarrollar durante la prospección acústica, mientras que el segundo, tuvo como objetivo la discusión metodológica y difusión de los resultados alcanzados en el estudio, con la participación ampliada, en ambos casos de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería del jurel.

Estos eventos tuvieron lugar en la sala Auditorium del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), los días 18 de mayo (Taller I) y 7 de octubre de 2004 (Taller II).

En el primer Taller se analizó la metodología a aplicar durante la evaluación acústica del jurel en la zona centro-sur de país, considerando aspectos tales como la separación de las muestras de plancton diurnas y nocturnas sugeridas por el evaluador, quien a pesar de ser convocado no asistió, perdiendo una importante instancia de enriquecimiento del análisis. En este sentido, dada la cobertura bastante al sur, aspectos operacionales y de requerimientos del muestreo fueron analizados, estableciendo la necesidad de acotar la toma de muestras nocturnas a una profundidad de 100 m, dada la concentración del plantón en superficie, mientras que de día lo determinará la profundidad de la capa de dispersión profunda. No hubo observaciones y alcances a la metodología presentada.

Los resultados presentados en el segundo taller, muestran una fuerte baja de biomasa en la ZEE y un aumento considerable por sobre las 200 mn, situación que también se vio el año 2003, pero de un orden menor. La zona muestra cambios interanuales en las condiciones ambientales, que de alguna manera están afectando al jurel, sin embargo, esta especie presenta rango preferenciales en la variables analizadas (ambiente georeferenciado). Luego, esta baja en la biomasa sugiere que las próximas evaluaciones se realizaran más alejadas de la costa.



En este sentido, es necesario efectuar una evaluaci3n en marzo-abril pr3ximo, que permita conocer la biomasa disponible en la ZEE, a fin de establecer si los altos valores registrados hist3ricamente siguen presentes, lo que llevaría a pensar en un cambio en la distribuci3n del recurso; mientras que, si los valores son menores, sugiere una baja en la disponibilidad del recurso con un importante impacto en el ámbito comercial y de manejo del recurso.

Ante tales resultados, en forma unánime la asamblea sanciona la necesidad urgente de contar para el pr3ximo ańo con una evaluaci3n adicional, que permita conocer estos cambios y entregar en forma oportuna informaci3n relevante.

A continuaci3n se detallan los Programas del **Taller I** y **Taller II**, respectivamente:



TALLER I

PROYECTO FIP N° 2004-06 “EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL ENTRE LA V Y X REGIONES, INVIERNO AÑO 2004”

- 10:30.- Presentación del Taller
Sra. M. Angela Barbieri B.
Jefa Departamento Evaluaciones Directas IFOP
- 10:40.- Presentación General del Proyecto.
Sr. José Córdova M.- Jefe del Proyecto
- 10:50.- Presentación Plan de crucero
Sr. José Córdova M.
- 11:00.- Determinación de abundancia (en número), biomasa total (en peso),
distribución espacial y batimétrica en el área y período de estudio.
Sr. José Córdova M.
- 10:15.- Determinar la distribución del zooplancton , con énfasis en los eufaúsidos
en el área y período de estudio
Sra. Vivian Valenzuela C.- Encargada Plancton - IFOP
- 11:30.- Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución
del zooplancton y distribución y abundancia del jurel en el área y período
de estudio
Sra. M. Angela Barbieri B.- Encargada Asociaciones - IFOP
- 11:45.- Café**
- 12:00.- Discusión
- 12:30.- Clausura.
-



TALLER II

PROYECTO FIP N° 2004-06 “EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL ENTRE LA V Y X REGIONES, INVIERNO AÑO 2004”

- 10:30.- Inaguración del Taller II
Sra. M. Angela Barbieri B.
Jefa Depto Evaluación Directa - IFOP
- 10:40.- Presentación General del Proyecto.
Sr. José Córdova M. – Jefe del Proyecto - IFOP
- 10:50.- Presentación Plan de Crucero
Sr. José Córdova M.
- 11:00.- Determinación de abundancia (en número), biomasa total (en peso),
distribución espacial y batimétrica en el área y período de estudio.
Sr. José Córdova M.
- 10:15.- Determinar la distribución del zooplancton, con énfasis en los eufáusidos
en el área y período de estudio
Sra Vivian Valenzuela – Encargada de Plancton - IFOP
- 11:30.- Determinar las condiciones oceanográficas en el área y período de estudio
Sr. Sergio Núñez P. – Encargado de Oceanografía – IIP VIII Región.
- 11:45.- Relación de las condiciones oceanográficas y su relación con la
distribución del zooplancton y distribución y abundancia del jurel en el área
y período de estudio
Sra. M. Angela Barbieri B – Encargada de Asociaciones - IFOP
- 11:45.- Café**
- 12:00.- Discusión
- 12:30.- Clausura.
-

A N E X O I V

CD con Base de datos

2004-06

FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2004



INFORME FINAL

ANEXO 4

**Evaluación hidroacústica
del recurso jurel entre la V
y X Regiones, invierno año
2004**

Enero, 2005

A N E X O V

Informe Final en PDF

2004-06

FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2004



INFORME FINAL

ANEXO 5

**Evaluación hidroacústica
del recurso jurel entre la V
y X Regiones, invierno año
2004**

Enero, 2005



**Sección Documentación,
Difusión y Bibliotecas**

**IFOP
Valparaíso
Chile**