



# INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA  
FIP N° 2003-02

## Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2003



Marzo

2004



---

## **INFORME FINAL**

---

**FIP N° 2003-02**

**Evaluación hidroacústica del  
recurso jurel entre la  
V y X Regiones,  
año 2003**

• Marzo, 2004 •



## **REQUIRENTE**

---

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

## **EJECUTOR**

---

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

• Marzo, 2004 •



## **JEFE DE PROYECTO**

---

JOSÉ CORDOVA MASANES

## **AUTORES**

---

- *EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA*  
JOSÉ CORDOVA  
MARÍA ANGELA BARBIERI  
MARCOS ESPEJO
- *OCEANOGRAFIA FÍSICA Y QUÍMICA*  
SERGIO NÚÑEZ  
JOSÉ ORTÍZ  
PATRICIO TORRES  
LUIS BUSTOS  
FLOR VEJAR
- *OCEANOGRAFÍA PESQUERA*  
JOSÉ CORDOVA  
MARÍA ANGELA BARBIERI  
SERGIO NÚÑEZ  
VICTOR CATASTI
- *PLANCTON*  
VIVIAN VALENZUELA
- *BIOLOGÍA PESQUERA*  
JOSÉ CORDOVA  
MARCOS ESPEJO

• Marzo, 2004 •



## 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 30 de mayo al 21 de junio del año 2003. La prospección abarcó el área entre San Antonio ( $33^{\circ} 45'LS$ ) a isla Mocha ( $38^{\circ} 20'LS$ ), desde las 5 millas de la costa hasta las 200 millas, alcanzando las 400 mn desde puerto Saavedra ( $38^{\circ} 45'LS$ ) a bahía San Pedro ( $40^{\circ} 55'LS$ ). 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" operado por la Pesquera "El Quillay" S.A y Pesquera "San José".

En la zona de estudio se efectuaron un total de 16 transectas, de las cuales 10 transectas tuvieron como límite occidental las 200 millas, 5 transectas alcanzaron las 400 millas y una con extensión de 200 mn, fue continuada para cubrir entre las 200 a 400 mn de la costa. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, 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 ( $\sigma_t$ ); 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 ecorregistros, 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 2.640.000 toneladas con un coeficiente de variación de 11,39% y una densidad de 49,69 t/mn<sup>2</sup>. Al comparar las 881.000 t estimadas para las primeras 200 mn, con el resultado de la evaluación de la biomasa obtenido en el año 2001 y 2002, se observa un decremento de un 85 y 56%, 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 (29,99 t/mn<sup>2</sup>) y el 2001 (113,42 t/mn<sup>2</sup>) y 2002 (37,20 t/mn<sup>2</sup>).

La abundancia numérica total fue de 9.140.279.491 ejemplares de jurel, con 3.073.021.619 ejemplares dentro de la ZEE, lo que es bastante menor a los 31.250.395.075 y 8.245.047.222 registrados el 2001 y 2002. Esta reducida abundancia explica la baja magnitud de biomasa estimada en el 2003, 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, a diferencia del año pasado donde las densidades fueron homogéneas. La mayor abundancia del



recurso se ubicó entre Talcahuano y sur de Corral, concentrando el 99,85% de la biomasa total. En el sentido longitudinal, el recurso se localizó de preferencia sobre las 200 mn, concentrando en este sector dos tercios 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 170 m de profundidad, el 92,23% y 76,39% 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, rompiendo 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 19 a 57 cm de longitud horquilla, una moda principal de 27-28 cm que muestra un desplazamiento en la moda principal respecto al 2001 (moda 26 cm) y 2002 (moda 27 cm). También se observa un aumento de ejemplares de mayor tamaño, con un 98,37% de los individuos agrupados entre los 24 a 45 cm (3 a 6 años), respecto al 99,33% (20 a 35 cm) y 99,87% (20 a 45 cm) registrado el 2001 y 2002, 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 13 grupos, siendo los principales el IV, V y VI que participan con un 23,46; 33,99 y 25,78%, respectivamente. La edad IV se mantiene como grupo principal para el período 2000-2003, sin embargo, este año su aporte disminuye (23,46%) respecto del 2000 (44,71%); 2001 (42,23%); y, 2002 (35,62%).

En la zona de estudio, el plancton estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 69,84%, seguido por eufáusidos (11,95%), quetognatos



(7,66%), larvas de cifonautas (1,61%), sin3foros (1,56%), salpas (1,43%) y ostr3cidos (1,34%). Los tres mayores grupos aportan en conjunto un 89,25% del total de zooplancteres cuantificados, lo cual es concordante con lo registrado durante el per3odo de oto3o entre 1997 y 2002, donde estos grupos representaron el 84,07; 85,88; 87,66; 83,27; 85,59 y 77,73%; respectivamente en cada a3o.

El an3lisis de los diagramas TS revel3, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanogr3ficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; Aguas Subant3rtica (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Ant3rticas (AIA).

En general, la distribuci3n de las variables y estructuras oceanogr3ficas verticales (y sus anomal3as para el per3odo 1997-2003) para el 3rea de estudio, evidenci3 la presencia de aguas m3s c3lidas que las informadas en el per3odo invernal de 1999 y 2001, similares al a3o 2000 Y 2001 (N3ñez *et al.* 2001, 2003) y significativamente menores a los a3os 1997 y 1998 (Nuñez *et al.*, 2000 y Arcos *et al.* 2001). Las anomal3as positivas de la temperatura superficial (m3x: +2,5°C), revela la fase activa del evento El Ni3o 97-98, mientras las anomal3as negativas registradas en 1999-2001 (m3x:-1,5°C), refleja decaimiento y el predominio de una condici3n ambiental fr3a, principalmente en 1999.

El jurel se encontr3 en temperaturas de 10 a 16 °C y salinidades que van de 33,6 a 34,3 psu, con un rango preferencial de 13 a 15 °C y 33, 9 a 34,0 psu, lo que concuerda con lo observado en a3os anteriores. Isotermas superficiales (13-14,5°C) acotan bastante bien la distribuci3n espacial del recurso. Respecto al ox3geno, el jurel se agrup3 en intervalo de 5 a 6 ml/L, al igual que lo registrado en los a3os 2000 a 2002. En general, el jurel se agrup3 de preferencia en sectores de fuertes gradientes t3rmicos y de descenso de temperatura.



Un modelo funcional para conocer la densidad de jurel se estableció con  $\alpha = 0,10$ , a partir de variables tróficas clorofila-a y eufáusidos, indicando que altas densidades de jurel están relacionadas con mayor abundancia de eufáusidos y baja clorofila. El análisis puntal de estas variables para los lugares donde se concentra el jurel, ratifica estas relaciones, sin embargo, estos resultados indican que la información se registró al inicio del encuentro predador presa, por cuanto el proceso de alimentación lleva a una relación inversa.

En general, los resultados alcanzados este año 2003 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 baja disponibilidad del recurso en el sector donde se desarrolla principalmente la pesquería, también coincide con los bajos desembarques en Perú, donde el máximo histórico de 545.308 t registrado el 2001, cuando en la zona centro-sur chilena se evalúa el mayor estimado de biomasa de jurel (5.990.000 t), disminuye durante el primer semestre de 2003 a tan sólo 80.000 toneladas.

Finalmente, se agradece a la Empresa Pesquera “El Quillay” 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.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## INDICE GENERAL

|   | P3gina       |
|---|--------------|
| <b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....  | <b>i</b>     |
| <b>INDICE GENERAL</b> .....   | <b>vii</b>   |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b> .....  | <b>xi</b>    |
| <b>INDICE DE TABLAS</b> .....   | <b>xix</b>   |
| <b>INDICE DE ANEXOS</b> .....   | <b>xxiii</b> |
| <br>  |              |
| <b>1. OBJETIVO GENERAL</b> .....  | <b>1</b>     |
| <b>2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....   | <b>1</b>     |
| <b>3. ANTECEDENTES</b> .....  | <b>3</b>     |
| <b>4. METODOLOGIA DE TRABAJO</b> .....  | <b>7</b>     |
| 4.1 Aspectos generales del crucero .....                                      | 7            |
| 4.2 Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 3rea de estudio ..... | 10           |
| 4.2.1 Diseo de muestreo .....   | 10           |
| 4.2.2 Calibraci3n electroac3stica .....                                       | 11           |
| 4.2.3 Informaci3n ac3stica .....  | 12           |
| 4.2.4 An3lisis de la informaci3n ac3stica .....                               | 13           |
| 4.3 Biomasa total del recurso jurel en el 3rea de estudio .....               | 15           |
| 4.3.1 C3lculo de la constante de ecointegraci3n ( $C_b$ ) .....               | 15           |
| 4.3.2 C3lculo de la biomasa y su varianza .....                               | 16           |
| 4.3.3 Clave Edad – talla .....  | 28           |
| 4.3.4 Medida de precisi3n del estimado .....                                  | 30           |
| 4.4 Distribuci3n del zooplancton en el 3rea de estudio .....                  | 31           |
| 4.4.1 Colecta de informaci3n .....  | 31           |
| 4.4.2 Procesamiento y an3lisis de las muestras zooplanct3nicas .....          | 33           |
| 4.4.3 Biomasa zooplanct3nica total .....                                      | 35           |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.5       | Fauna acompañante-----  | 36        |
| 4.5.1     | Pesca de identificaci3n -----   | 36        |
| 4.5.2     | Reconocimiento y proporci3n fauna acompañante -----   | 38        |
| 4.6       | Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del<br>zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área<br>de estudio ----- | 38        |
| 4.6.1     | Diseño general del muestreo. -----  | 39        |
| 4.6.2     | Análisis de las muestras y de la informaci3n -----  | 41        |
| 4.6.3     | Informaci3n meteorol3gica -----   | 43        |
| 4.6.4     | Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanográficas<br>y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio ----                         | 43        |
| <b>5.</b> | <b>RESULTADOS</b> -----   | <b>49</b> |
| 5.1       | Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el área de estudio-----  | 49        |
| 5.1.1     | Calibraci3n electroacústica-----  | 49        |
| 5.1.2     | Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n<br>acústica-----  | 51        |
| 5.1.3     | Distribuci3n geográfica del recurso -----   | 55        |
| 5.1.4     | Distribuci3n batim3trica del recurso-----   | 57        |
| 5.2       | Biomasa total del recurso jurel -----   | 58        |
| 5.2.1     | Constante de ecointegraci3n ( $t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$ )-----  | 58        |
| 5.2.2     | Biomasa total del jurel-----  | 59        |
| 5.3       | Distribuci3n y composici3n del plancton-----  | 75        |
| 5.3.1     | Composici3n y abundancia del zooplancton -----  | 75        |
| 5.3.2     | Distribuci3n del zooplancton -----  | 81        |
| 5.3.3     | Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos -----  | 85        |
| 5.3.4     | Biomasa zooplanct3nica -----  | 86        |
| 5.4       | Fauna acompañante y proporciones en pescas de identificaci3n -----  | 87        |
| 5.4.1     | Pesca Comparativa -----   | 87        |
| 5.4.2     | Resultados de los lances de pesca -----   | 88        |
| 5.4.3     | Proporci3n y composici3n fauna acompañante -----  | 92        |
| 5.5       | Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del<br>zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área<br>de estudio-----  | 93        |
| 5.5.1     | Batimetría de la zona de estudio-----   | 93        |



|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 5.5.2     | Condiciones meteorol3gicas-----  | 93         |
| 5.5.3     | Muestreo regular-----  | 96         |
| 5.5.4     | Relaciones espaciales de la distribuci3n y abundancia de jurel<br>respecto a las variables bio-oceanogr3ficas----- | 132        |
| <b>6.</b> | <b>DISCUSI3N -----</b>   | <b>151</b> |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSIONES -----</b>  | <b>165</b> |
| 7.1       | Acústica -----   | 165        |
| 7.2       | Pesca -----  | 167        |
| 7.3       | Secci3n oceanografía -----   | 169        |
| 7.4       | Plancton-----  | 172        |
| 7.5       | Asociaciones-----  | 174        |
| <b>8.</b> | <b>REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS -----</b>  | <b>177</b> |

## **FIGURAS**

## **ANEXOS**

**ANEXO I.** Posici3n y fecha de transectas acústicas y estaciones biooceanogr3ficas.

**ANEXO II.** Plan detallado de asignaci3n de personal profesional y t3cnico en horas/hombre por actividad.

**ANEXO III.** CD con Informe Final en PDF.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## INDICE DE FIGURAS

---

- Figura 1 Ubicaci3n de las transectas en la zona de estudio: a) propuesta t3cnica y b) crucero de evaluaci3n.
- Figura 2 Distribuci3n de abundancia de jurel Pesca Investigaci3n otoño 2003.
- Figura 3 Embarcaci3n y equipos acústicos utilizados en la evaluaci3n.
- Figura 4 Distribuci3n espacial de jurel en la zona de estudio.
- Figura 5 Ubicaci3n de los lances de pesca y porcentajes bajo talla m3nima.
- Figura 6 Correlogramas por sectores y distancia a la costa.
- Figura 7 Variogramas para la zona de estudio. a) 5–200 mn y b) 200–400 mn.
- Figura 8 Distribuci3n batim3trica de jurel por categor3as y zonas: a) 200–300, b) 5–100, c) 300–400, d) 100–200 e) 200–400 y f) 5–200 mn.
- Figura 9 Distribuci3n de tallas de jurel: a) 2001, b) 2002 y c) 2003.
- Figura 10 Relaci3n longitud-peso de jurel en la zona de estudio: a) machos, b) hembras y c) total.
- Figura 11 Distribuci3n y abundancia de; a) copépodos, b) eufáusidos y c) quetognatos.
- Figura 12 Distribuci3n y abundancia de: a) sifonóforos, b) salpas y c) ostrácodos.
- Figura 13 Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanct3nicos analizados en otoño 2003.



- Figura 14 Distribución de la biomasa zooplanctónica durante el crucero de otoño de 2002.
- Figura 15 Batimetría global de la zona de estudio.
- Figura 16 Variabilidad de las condiciones meteorológicas por sectores: a) temperatura aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) presión atmosférica (mB), c) rapidez del viento (nudos), y (d) rosa de dirección de vientos.
- Figura 17 Variabilidad espacial de la velocidad del viento registrado a bordo de las embarcaciones participantes para el área y período de estudio.
- Figura 18 Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 05 metros.
- Figura 19 Imágenes satelitales de TSM para los días 01,02 ,05 y 20 de junio del 2003.
- Figura 20 Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 25 metros.
- Figura 21 Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 50 metros.
- Figura 22 Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 100 metros.
- Figura 23 Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 200 metros.
- Figura 24 Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 400 metros.



- Figura 25 Distribuci3n horizontal de (a) Clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en el estrato de 5 m de profundidad, (b) Clorofila-a Integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) estrato 0 a 100 metros y (c) Relaci3n bivariada entre Clorofila-a Integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) estrato 0 a 100 metros y la Clorofila-a superficial ( $\text{mg m}^{-3}$ ).
- Figura 26 Secciones verticales de ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para las transectas 1, 2 y 3.
- Figura 27 Secciones verticales de ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para las transectas 4, 5 y 6.
- Figura 28 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 7.
- Figura 29 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 8.
- Figura 30 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 9.
- Figura 31 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 10.
- Figura 32 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 11.
- Figura 33 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 12.



- Figura 34 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 13.
- Figura 35 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 14.
- Figura 36 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 15.
- Figura 37 Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 16.
- Figura 38 Distribución latitudinal de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), para el área centro-sur, considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).
- Figura 39 Distribución latitudinal de salinidad (psu), para el área centro-sur, considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).
- Figura 40 Distribución latitudinal de densidad ( $\sigma_t$ ), para el área centro-sur, considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).
- Figura 41 Distribución latitudinal de oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).
- Figura 42 Distribución latitudinal de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).
- Figura 43 Perfiles individuales de oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para el sector norte ( $33^{\circ}45' - 36^{\circ}40'S$ ).



- Figura 44 Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para el sector centro ( $37^{\circ}00' - 39^{\circ}05'\text{S}$ ).
- Figura 45 Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para el sector sur ( $39^{\circ}35' - 40^{\circ}45'\text{S}$ ).
- Figura 46 Perfiles promedios por transecta de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) para el sector centro-sur (transectas 7-16).
- Figura 47 Perfiles promedios de ox3geno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) por transecta para el 3rea de estudio.
- Figura 48 Perfiles promedios de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) por transecta para el 3rea de estudio.
- Figura 49 Distribuci3n horizontal de: a) profundidad de capa de mezcla (m), b) profundidad de la base de la termoclina (m), c) temperatura en la profundidad base de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}$ ) y d) ancho de la termoclina (m).
- Figura 50 Distribuci3n horizontal de la anomal3a del nivel medio del mar y campo de velocidades geotr3ficas, para el 3rea y per3odo de estudio (1 al 18 de junio).
- Figura 51 Carta horizontal del gradiente t3rmico superficial para los d3as 5 de junio y 13 de junio de 2003 ( $^{\circ}\text{C } 10 \text{ km}^{-1}$ ). La figura del panel derecho muestra la distribuci3n horizontal para los gradientes t3rmicos superficiales para el per3odo invernal en Chile centro-sur 1998-2000.
- Figura 52 Diagramas TS para los sectores: (a) centro costa, (b) centro intermedio, (c) centro oc3ano, (d) sur costa, (e) sur intermedio y (f) sur oc3ano.



- Figura 53 Distribución espacial de la biomasa de jurel (t/mn<sup>2</sup>) por estrato de profundidad
- Figura 54 Distribución espacial de las variables oceanográficas superficial: a) temperatura (°C), salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/l) y d) densidad (sigma-t).
- Figura 55 Distribución espacial de las variables oceanográficas a 50 m: a) temperatura (°C), salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/l) y d) densidad (sigma-t).
- Figura 56 Distribución espacial de las variables oceanográficas a 100 m: a) temperatura (°C), salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/l) y d) densidad (sigma-t).
- Figura 57 Distribución espacial de las variables oceanográficas a 150 m: a) temperatura (°C), salinidad (psu), c) oxígeno disuelto (ml/l) y d) densidad (sigma-t).
- Figura 58 Rango preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Crucero 2003. Estrato superficial.
- Figura 59 Rangos de distribución preferencial de jurel en relación a las variables ambientales (1997 al 2003). Estrato superficial.
- Figura 60 Rango preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Crucero 2003. Estrato de 50 m de profundidad.
- Figura 61 Rangos de distribución preferencial de jurel en relación a las variables ambientales (1997 al 2003). Estrato de 50 m de profundidad.
- Figura 62 Rango preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Crucero 2003. Estrato de 100 m de profundidad.
- Figura 63 Distribución espacial de: a) clorofila superficial, b) eufáusidos y c) capa dispersión profunda.



- Figura 64      Se1al latitudinal del jurel y su relaci3n con la temperatura y el gradiente t3rmico en la capa superficial: a) costa- 50mn, b) 50 – 100 mn y c) 100 – 200 mn, y en la capa 50m.d) costa- 50mn, e) 50 – 100 mn y f) 100 – 200 mn.
- Figura 65      Se1al latitudinal del jurel y su relaci3n con la salinidad y el gradiente salino en la capa superficial: a) costa- 50mn, b) 50 – 100 mn y c) 100 – 200 mn, y en la capa 50m.d) costa- 50mn, e) 50 – 100 mn y f) 100 – 200 mn.
- Figura 66      Anomal1as t3rmicas superficial en la zona de estudio. Per1odo 1991 a 1994.
- Figura 67      Anomal1as t3rmicas superficial en la zona de estudio. Per1odo 1997 a 2003.
- Figura 68      Distribuci3n espacial de la abundancia de jurel e temperatura superficial. A1os 1997 -2003.
- Figura 69      Distribuci3n de temperatura superficial del mar (TSM) Ecoprospecci3n de oto1o 2003.
- Figura 70      Distribuci3n de temperatura superficial del mar (TSM) Ecoprospecci3n de invierno 2003.
- Figura 71      Valores estandarizados por la media de Clorofila-a y abundancia de euf1usidos, en zonas de alta (2) y baja (1) densidad de jurel.
- Figura 72      Distribuci3n de abundancia de jurel Pesca Investigaci3n invierno 2003.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## INDICE DE TABLAS

---

|       |    |   |
|-------|----|---|
| Tabla | 1  | Agregaciones de jurel por categorías de densidad.   |
| Tabla | 2  | Clasificaci3n de grupos zooplanct3nicos, Bodenheimer 1955.  |
| Tabla | 3  | Informaci3n de los lances de pesca realizados por B/C "Abate Molina" y los PAM "Don Julio" y "Líder".                                   |
| Tabla | 4  | Divisi3n operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas realizadas en cada sector. |
| Tabla | 5  | Posici3n de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.  |
| Tabla | 6  | Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.  |
| Tabla | 7  | Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersi3n volumétrica) 38 Khz.                         |
| Tabla | 8  | Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.   |
| Tabla | 9  | Frecuencia de presencia de cardúmenes (en %) por milla recorrida por crucero.   |
| Tabla | 10 | Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos.   |
| Tabla | 11 | Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.   |
| Tabla | 12 | Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para l el sector 200-400 mn.   |
| Tabla | 13 | Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el área total.  |



|          |   |
|----------|---|
| Tabla 14 | Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”.   |
| Tabla 15 | Parámetros y estadística básica de la relación $w = a * L^b$ para zona de estudio.  |
| Tabla 16 | Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn.   |
| Tabla 17 | Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 200-400 mn.   |
| Tabla 18 | Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el área total.  |
| Tabla 19 | Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel.  |
| Tabla 20 | Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.   |
| Tabla 21 | Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 200-400 mn.   |
| Tabla 22 | Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total.  |
| Tabla 23 | Cuadro comparativo reabundancia y frecuencias de ocurrencia y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos determinados en los cruceros de otoño de 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003. |
| Tabla 24 | Chi cuadrado de prueba estadística DHG para ambas embarcaciones.  |
| Tabla 25 | 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 26 | 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 27 | Condiciones atmosféricas promedios en la zona de estudio.   |
| Tabla 28 | Indices de ocupación de las cartografías de distribución de jurel (en porcentaje) por estrato de profundidad.   |
| Tabla 29 | Estadísticos de las variables biológicas y oceanográficas en los principales sectores de jurel.   |
| Tabla 30 | Coefficientes Cramer’s de las cartografías de distribución de jurel, respecto a variables ambientales en los estratos de 5, 50 y 100 m.   |
| Tabla 31 | Por longitud y estratos profundidad, valores medios de densidad de jurel ( $S_a$ ), temperatura TEMPRO ( $^{\circ}\text{C}$ ), gradiente de temperatura (TEMGR, $^{\circ}\text{C}/2\text{mn}^2$ ), salinidad (SALPR, psu), gradiente de salinidad (SALGR, $\text{psu}/2\text{mn}^2$ ), oxígeno (OXI, ml/L), densidad (DENS, sigma -t), clorofila a superficial (CLOA, $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y eufáusidos (EUFTOT, $\text{ind}/\text{m}^3$ ). |
| Tabla 32 | Probabilidades del Newman-Keuls entre las macrozonas para las variables densidad media de jurel ( $S_a$ ), temperatura media superficial (TSM), gradiente de temperatura (TEMGR), salinidad (SAL), gradiente salino (SALGR), oxígeno (OXI), densidad (DENS) y clorofila a superficial (CLOA).   |
| Tabla 33 | Valor propio del análisis de componentes principales.   |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## INDICE ANEXOS

---

- ANEXO I.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bioceano-  
gráficas.
- ANEXO II.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en  
horas/hombres por actividad.
- ANEXO III.** CD con Informe Final en PDF.



## **1. OBJETIVO GENERAL**

---

Cuantificar a través del método hidroacústico la biomasa del recurso jurel, existente entre las regiones V a X.

## **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

---

- 2.1** Determinar la distribución espacial y batimétrica del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.2** Determinar la abundancia (número) y biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.3** Determinar la distribución del zooplancton en el área de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.
- 2.4** Determinar la 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 de estudio.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



### 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 mayo del 2003 era de un 31,7 %, lo cual es menor al 42,1% registrado en el 2002 (IFOP), producto de la baja disponibilidad del jurel en el sector costero para la zona centro-sur durante el 2003, 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 situaci3n incide directamente en el an3lisis 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 elaboraci3n de productos de consumo humano directo y la otra, que est3 afectada a una cuota en el per3odo se3alado o no oper3 en todo el per3odo de veda (Aranis, *et al.*, 2001a).

Durante el a3o 2000 se produjo un control indirecto del esfuerzo de captura sobre el jurel, a trav3s de pesca de investigaci3n y vedas. En el a3o 2001, por segundo a3o, se fij3 una cuota global de captura, asignando un monto por unidad de pesquer3a (industrial y artesanal), por flota, para investigaci3n y como fauna acompa3ante.

En enero del a3o 2001 se public3 la Ley 19.713 que establece el L3mite M3ximo de Captura (LMC) por armador de las principales pesquer3as nacionales y la regularizaci3n del registro artesanal. La aplicaci3n de LMC implic3 un nuevo enfoque de administraci3n de pesquer3as, los armadores deben orientar el esquema de operaci3n utilizado, lo que conlleva un importante cambio en la din3mica operacional de la flota.

Los cambios se3alados inciden en los indicadores empleados para caracterizar el desempe3o pesquero de la flota, los biol3gicos del recurso y de su comportamiento (Aranis, *et al.*, 2001b). Asimismo, el empleo de 3stos, en los modelos de evaluaci3n indirecta del stock del recurso jurel, hace que tomen especial relevancia la evaluaci3n directa de los recursos pesqueros.

Entre 1998 y 2001, la composici3n de tama3os de jurel extra3do por la flota industrial en la zona centro – sur, se distribuy3 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.*, 2002).

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 2 y 8 de mayo del 2003, desde Los Vilos (32° LS) a punta Estanquillas (41° 25'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 “El Quillay”, durante el período que va desde el 30 de mayo al 21 de junio del año 2003, en la zona comprendida entre las cinco y doscientas millas de la costa, desde San Antonio (33° 45'LS) a isla Mocha (38°20'LS) y entre las 5 a 400 mn entre puerto Saavedra (38° 45'LS) y bahía San Pedro (40° 55'LS). En la zona de estudio se realizaron un total de 16 transectas, de las cuales 10 tuvieron como límite occidental las 200 millas; 5 transectas alcanzaron las 400 millas; y una 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 “Don Julio” (transecta 1 a 6), el centro lo cubrió el B/C “Abate Molina” (transectas 7 a 12) y el sector sur el PAM “Líder” (transecta 13 a 16) (**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 cr3ticos (C3rdova *et al.*, 2000 y 2001). Estos estudios fueron llevados a cabo bajo un protocolo de operaci3n est3ndar, esto es condiciones de arrastre similares (hora del d3a, profundidad del recurso, tiempo de arrastre y velocidad), mientras que la no existencia de cambios que indiquen una variaci3n en el poder de pesca de los PAM “Don Julio” y “L3der”, permite agrupar la informaci3n obtenida por estas embarcaciones al no existir diferencia entre ellas como herramienta o unidad de muestreo (estructura de tallas).

Luego, los d3as considerados para la pesca comparativa fueron reasignados a la ejecuci3n de transectas ac3sticas adicionales en el sector entre las 200 y 400 millas de la costa.

Previo al crucero, en las embarcaciones se efectu3 la calibraci3n del sistema SIMRAD EK-500 y EK-60 (**Figura 3**), de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991). Calibraci3n que consiste en un proceso iterativo que mide la se3al de intensidad de blanco (TS) y eointegraci3n (Sa) provenientes de un blanco est3ndar (esfera de cobre de 60 mm de di3metro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz ac3stico.

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 17 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biol3gicos b3sicos. Para tal efecto, en las embarcaciones se utilizaron redes de arrastre a mediagua con un forro interior de 3,8 a 4,2 cm, con el objeto de asegurar la retenci3n de ejemplares de tallas menores. La cantidad de 35 lances de pesca propuesto inicialmente no se alcanz3 a ejecutar, dada la ausencia de jurel en un amplio sector, que va desde los 33° 45 a 37° 55 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 perfiladores de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia.

La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 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 156 estaciones programadas el 78,84% (123) y 80,12 % (125), respectivamente.

El resumen de los muestreos realizados a bordo de las embarcaciones se entrega en anexo I (transectas y estaciones bioceanográficas) y en **Tablas 3, 25 y 26** (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 prospecci3n fue de tipo adaptativa, en el espacio y tiempo (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, por una parte el 1rea de estudio se ajust3 latitudinalmente al sector donde operaba la flota previo al crucero, y en segundo lugar el per3odo de prospecci3n correspondi3 a los meses cuando se registran los m1ximos valores de captura por unidad de esfuerzo (cpue) en la flota cerquera de la zona centro-sur.

#### 4.2.2 Calibraci3n electroac3stica

La calibraci3n del sistema de ecointegraci3n SIMRAD EK-500 y EK-60, se realiz3 mediante el procedimiento establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991), consistente en un proceso iterativo donde se mide las se1ales de intensidad de blanco (TS) y ecointegraci3n (Sa) provenientes de un blanco est1ndar (esfera de cobre de 60 mm de di1metro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz ac3stico. 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 (Sa), se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:

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



siendo:

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

donde;

- $\Phi_{bs}$  = secci3n dispersante de la esfera (dB),
- $r$  = profundidad de la esfera (m),
- $r_0$  = profundidad de la esfera (m),
- $\psi$  = 3ngulo equivalente del haz ac3stico,
- $Sa_t$  =  $Sa$  te3rico del blanco est3ndar,
- $Sa_m$  =  $Sa$  medido del blanco est3ndar.

#### 4.2.3 Informaci3n ac3stica

La identificaci3n de especies en los ecoregistros ac3sticos de jurel se realiz3 mediante dos m3todos. El primero consiste en el an3lisis de los ecoregistros, 3ste consider3 el comportamiento de los peces y el coeficiente volum3trico de dispersi3n ( $S_v$ ), aplicado de acuerdo a la formulaci3n dada por SIMRAD y la metodolog3a desarrollada por la Unidad de Ac3stica del IFOP (Guzm3n *et al.*, 1983). El segundo corresponde a la interpretaci3n de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediatagua. Esta informaci3n es complementada adem3s con las capturas de la flota de la VIII Regi3n, cuando coinciden en el espacio y tiempo con el desarrollo del crucero.

La informaci3n ac3stica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energ3a retrodispersada referida a una milla n3utica cuadrada ( $S_a$ ), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los l3mites de integraci3n del intervalo b3sico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la informaci3n ac3stica.



La distribuci3n espacial del jurel en el 1rea prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde 3stos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las 1reas de mayor concentraci3n de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribuci3n espacial de jurel, se confeccion3 mediante el uso del m3dulo TOPO y SURF del programa SURFER, aplicando la escala de categor3as descritas en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Agregaci3n de jurel por categor3as de densidad

| <b>Categor3as</b> | <b>Intervalos (t/mn<sup>2</sup>)</b> | <b>Calificaci3n de densidad</b> |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| <b>I</b>          | 1-75                                 | Muy baja                        |
| <b>II</b>         | 76-150                               | Baja                            |
| <b>III</b>        | 151-300                              | Regular                         |
| <b>IV</b>         | 301-mayor                            | Muy densa                       |

#### **4.2.4 An1lisis de la informaci3n ac3stica**

A fin de determinar y describir las estructuras espaciales existentes en la informaci3n ac3stica, se calcul3 el 3ndice de dispersi3n y se aplicaron t3cnicas de an1lisis espacial.

##### **a) 3ndice de presencia (IC) y de abundancia relativa (ID)**

El 3ndice de presencia (IC) muestra el porcentaje del 1rea ocupada en forma efectiva por la especie, brindando el grado de concentraci3n presente en el recurso, calcul1ndose como:

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



donde,

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

La abundancia relativa (ID) es determinada por el índice de densidad, e indica la concentraci3n de jurel en las IBM's con presencia de jurel. Su estimaci3n es:

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

donde,

- Sa = es la densidad promedio por IBM,
- C = constante de transformaci3n (t/mn<sup>2</sup>/Sa)

## b) Descripci3n de estructuras espaciales

Las características de las agregaciones de jurel, se determinaron mediante la construcci3n de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de macroestructuras en datos acústicos (Barbieri, 1981; Barbieri y C3rdova, 1986, C3rdova **et al.**, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresi3n:

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

donde,

- k = orden de autocorrelaci3n
- Y<sub>ij</sub> = densidad j-ésima de la transecta i-ésima
- Y<sub>i</sub> = densidad media de la transecta i-ésima



- $n_i$  = n3mero de IBM en la transecta  $i$ -3sima  
 $n$  = n3mero total de observaciones

### c) Estructura espacial de la distribuci3n

La estructura espacial de la distribuci3n del jurel se analiz3 a trav3s del estudio de los semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirar (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento actualmente aplicado en las evaluaciones hidroac3sticas de recursos pel3gicos zona norte (Castillo *et al.*, 1995), y merluzas por Lillo *et al.*, 1995.

El variograma est3 dado por:

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

donde,

- $z$  = densidad de peces en unidad de  $S_a$ ,  
 $x$  = 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 ecointegraci3n ( $C_b$ )

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

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



donde:

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| $\hat{C}_b$ | = | constante de ecointegraci3n ( $t^*mn^{-2}*Sa^{-1}$ ) |
| $\bar{w}$   | = | peso promedio del jurel (kg)                         |
| TS          | = | fuerza de blanco promedio del jurel (db)             |
| Sa          | = | Unidades de ecointegraci3n                           |

La fuerza de blanco promedio (TS), fue calculada a partir del modelo de regresi3n  $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$ , determinado por C3rdova *et al.*, 1998. Modelo que considera la proporcionalidad entre el cuadrado de la longitud y la fuerza de blanco (Foote, 1986).

#### 4.3.2 C3lculo de la biomasa y su varianza

##### a) Biomasa en peso total

La biomasa ( $\hat{B}$ ), se estim3 segun:

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

donde:

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| $\hat{A}$   | = | 3rea de estudio en millas n3uticas cuadradas           |
| $\hat{R}$   | = | estimador de raz3n de la densidad media                |
| $\hat{C}_b$ | = | coeficiente de ecointegraci3n ( $t^*mn^{-2}*Sa^{-1}$ ) |



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,

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

donde,

- $\bar{L}$  = longitud promedio o mediana
- $L_i$  = longitud observada
- $\hat{TS}_i$  = fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud
- $TS_i$  = fuerza de blanco observada
- $n$  = n3mero de datos observados

Los estimadores de la varianza de la raz3n  $\hat{V}_i(\hat{R})$  utilizados fueron:

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

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



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

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

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

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

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:

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

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

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

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



– **M3todo bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

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

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

donde  $\hat{R}_i$  es un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama1o n seleccionada con reposici3n 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, est3 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 geogr3ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:



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

donde, los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ( $\gamma(h)$ ), 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 área de distribución del recurso en el área de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.

La varianza  $\sigma_e^2$  depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para  $\bar{\gamma}(V, V)$ ; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para  $\bar{\gamma}(S, S)$  y de la posición de la red de muestreo en el campo para  $\bar{\gamma}(S, V)$  (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,  $k=1,2,3,\dots,K$



– **Estimaci3n de la abundancia en la zona de pesca "h" ( $X_h$ )**

La abundancia en la zona de pesca "h" fue estimada mediante expresi3n:

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

donde,

$B_h$  = corresponde a la biomasa estimada para el 1rea de pesca "h" o zona de estudio

– **Estimaci3n de la abundancia por clase de talla  $X_{hk}$**

El par1metro  $H_{hk}$  fue estimado mediante la siguiente f3rmula:

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

– **Estimaci3n de la biomasa por clase de talla  $B_{hk}$**

La biomasa por clase de talla  $B_{hk}$  fue estimada por la siguiente expresi3n:

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

**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 expresi3n:



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

donde,

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

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

y,

$$Ct_{hi} = C_{hi} t_{hi}$$

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

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

#### – 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 us3 una fecha arbitraria de nacimiento que en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, facilitando la identificaci3n de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado, restando al a3o de la captura del grupo de edad (GE) asignado (Holden y Raitt, 1975)

La clave edad-talla, cuenta con la clasificaci3n de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad seg3n:

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

donde,

- i = grupo de edad
- J = longitud total del pez
- q<sub>ij</sub> = Probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE
- n<sub>ij</sub> = n3mero de individuos de edad "i" con longitud "j"
- n<sub>j</sub> = n3mero total de individuos de longitud "j"

### Estimaci3n de la abundancia en n3mero de jurel

Se utiliz3 el estimado de biomasa determinado por el m3todo hidroac3stico. Luego se us3 la frecuencia observada en cada marca de clase junto a la relaci3n peso-longitud. El peso total de la muestra se estim3 en base a la adici3n de los pesos de los estratos de cada intervalo de longitud obtenido mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$



y,

$W_j$  = peso del intervalo de la clase "j" en la muestra

$F_j$  = número de individuos de la muestra perteneciente al intervalo "j"

$L_j$  = marca de clase

a y b = coeficiente de la relación peso-longitud

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

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

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:

$Vx$  = 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
- $\infty$  = nivel de confianza a un 95 %

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

##### **4.4.1 Colecta de información**

Las estaciones planctónicas se realizaron sobre el track de navegación acústico a 10, 25, 50, 75, 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 planctónicas a través de lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300  $\mu$ m de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.

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



- **PAM “Don Julio” (TSK 6098):**

$$V = 0,13643146 * N + 0,117319922$$

- **B/C “Abate Molina” (TSK 4896):**

$$V = 0,15198126 * N + 0,001454692$$

- **PAM “Líder” (TSK 5271):**

$$V = 0,16599696 * N + 0,014366978$$

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 210 m o 15 m sobre el fondo, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la posición vertical de la capa de plancton que proporciona los equipos Simrad EK-500 y EK-60.

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



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

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

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

Las muestras obtenidas en cada estación fueron fijadas inmediatamente después de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una solución de formalina al 5% en agua de mar, tamponada con disodio tetraborato, para mantener así una óptima preservación de los ejemplares. En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscópios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, principalmente cuando se trató de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentación de jurel en la zona de estudio. En la cuantificación de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

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



En el an3lisis se determinaron los organismos zooplanct3nicos m3s abundantes en t3rminos num3ricos, dando especial 3nfasis al grupo de los euf3usidos.

Los grupos zooplanct3nicos se clasificaron en base al ordenamiento sistem3tico formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para la determinaci3n de los grupos los trabajos de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981), Hirakawa (1984), C3rdenas (1986), Palma y Kaiser (1993), Palma y Rosales (1995) y Aravena (1999) entre otros.

La constancia medida como la relaci3n porcentual entre el n3mero de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, as3 como la dominancia que expresa la relaci3n del n3mero de ejemplares del grupo respecto al total de individuos, fue agrupada de acuerdo a la escala propuesta por Bodenheimer (1955), tal como se muestra en la **Tabla 2**.

**Tabla 2** Clasificaci3n de grupo zooplanct3nicos Bodenheimer 1955.

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

Para agrupar a los individuos de acuerdo a su co-ocurrencia se utiliz3 el 3ndice de similitud de Winer, el cual trabaja con el grado de asociaci3n existente entre las especies o de los grupos zooplanct3nicos en el par de muestras que se est3 analizando. Este 3ndice tiene un dominio entre 0 y 1, en el cual el valor 0, indica que el



par de grupos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

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

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

#### 4.4.3 Biomasa zooplanctónica total

La medición de los 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 descrito por Yashnov (1959) y modificado por Robertson (1979). El volumen zooplanctónico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medición de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medición los organismos cuyo volumen superó los 5 ml.

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

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

donde:

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



## 4.5 Fauna acompañante

Para la determinaci3n de la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificaci3n, se aplic3 la siguiente metodología.

### 4.5.1 Pesca de identificaci3n

La unidad de muestreo fue el lance de pesca con una red de arrastre a mediagua, efectuando un total de 17 lances de pesca en la zona de estudio, siendo el recurso jurel la principal especie capturada. En la **tabla 3**, se indica por embarcaci3n la fecha, hora, posici3n, duraci3n 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 estim3 la captura en peso y número obtenida para el total y por especie (**Tabla 25y 26**). Para ello, se utiliz3 una relaci3n volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible.



**Tabla 3.** Información de los lances de pesca realizados por el B/I “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     | A. Molina | 02-06-03 | 09:42  | 10:30  | 37 06 67        | 75 56 05 | 37 04 33        | 75 58 13 | 48     | 3,4       | 40    |          |        |
| 2     | A. Molina | 06-06-03 | 08:50  | 09:35  | 37 55 80        | 75 47 90 | 37 52 86        | 75 49 48 | 45     | 4,0       | 30    |          |        |
| 3     | A. Molina | 07-06-03 | 04:03  | 04:26  | 38 26 43        | 75 58 93 | 38 25 30        | 75 58 40 | 23     | 4,0       | 25    | 39,41    | 0,59   |
| 4     | A. Molina | 07-05-03 | 04:57  | 05:43  | 38 25 90        | 75 59 30 | 38 23 32        | 76 00 18 | 46     | 3,9       | 25    | 61,36    | 1,64   |
| 5     | A. Molina | 08-06-03 | 19:36  | 20:10  | 38 19 78        | 74 08 20 | 38 19 66        | 74 11 00 | 34     | 4,0       | 30    |          | 720,00 |
| 6     | A. Molina | 17-05-03 | 19:06  | 19:30  | 38 44 81        | 75 49 23 | 38 45 30        | 75 47 00 | 24     | 4,0       | 54    | 7583,50  | 416,50 |
| 7     | A. Molina | 12-06-03 | 17:10  | 17:40  | 39 09 49        | 75 52 58 | 39 10 30        | 75 50 29 | 30     | 3,8       | 46    | 0,50     | 3,50   |
| 8     | A. Molina | 12-06-03 | 23:10  | 00:00  | 39 10 26        | 76 21 83 | 39 11 94        | 76 18 48 | 50     | 4,0       | 42    | 301,00   | 45,60  |
| 9     | A. Molina | 13-06-03 | 22:14  | 22:34  | 39 09 30        | 78 32 93 | 39 10 16        | 78 31 98 | 20     | 3,9       | 86    | 2920,00  | 105,00 |
| 10    | A. Molina | 14-06-03 | 08:50  | 09:40  | 39 09 78        | 79 41 46 | 39 10 11        | 79 38 18 | 50     | 3,9       | 84    | 69,00    | 0,80   |
| 11    | A. Molina | 14-06-03 | 21:03  | 21:40  | 39 09 73        | 80 40 96 | 39 09 34        | 80 38 29 | 37     | 3,9       | 72    | 1555,50  | 90,75  |
| 12    | A. Molina | 16-06-03 | 01:42  | 03:15  | 39 34 95        | 80 08 21 | 39 34 67        | 80 01 54 | 93     | 4,0       | 63    | 320,00   | 0,00   |
| 13    | Líder     | 10-06-03 | 14:42  | 16:19  | 39 59 88        | 81 46 35 | 40 00 97        | 81 39 48 | 97     | 3,9       | 70    | 200,00   | 0,00   |
| 14    | Líder     | 06-06-03 | 09:21  | 10:30  | 40 25 38        | 76 20 62 | 40 25 22        | 76 26 52 | 49     | 3,6       | 49    |          |        |
| 15    | Líder     | 07-06-03 | 12:15  | 12:40  | 40 45 00        | 79 07 55 | 40 49 98        | 79 09 96 | 25     | 3,3       | 120   |          |        |
| 16    | Líder     | 08-06-03 | 09:40  | 11:14  | 40 49 18        | 80 43 95 | 40 49 51        | 80 52 72 | 84     | 4,4       | 70    | 18,00    | 500,00 |
| 17    | Líder     | 08-06-03 | 17:23  | 18:10  | 40 50 00        | 81 42 46 | 40 51 08        | 81 30 40 | 47     | 4,4       | 80    |          |        |

Prof. R. Sup = Profundidad de la relinga superior



#### **4.5.2 Reconocimiento y proporci3n fauna acompa1ante**

Para determinar la fauna acompa1ante y sus proporciones en la pesca de identificaci3n, se procedi3 a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance. Se registr3 en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla seg1n fue el caso y la longitud cefalotor1xica en el caso de crust1ceos.

La identificaci3n se efectu3 a trav1s de uso de antecedentes bibliogr1ficos (Peque1o 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avil1s 1987, Peque1o y D'Ottone 1987, M1lendez y Meneses 1989, Kong y M1lendez 1991, Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificaci3n no fue posible a bordo, se tomaron fotograf1as y el esp1cimen se conserv3 en formalina al 10 % con la informaci3n correspondiente para su posterior identificaci3n en tierra.

La estimaci3n de la captura de cada especie en peso, se obtuvo mediante la aplicaci3n del cuociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

#### **4.6 Condiciones oceanogr1ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 1rea de estudio**

A fin de determinar las condiciones oceanogr1ficas y su relaci3n con la distribuci3n y abundancia del jurel en el 1rea de estudio se aplic3 la siguiente metodolog1a



#### 4.6.1 Dise1o general de muestreo

Durante el crucero de investigaci3n se realizaron 16 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 oceanogr1fico ubicada a las 230, 260, 300, 330, 360 y 400 mn (sector 200-400 mn).

En cada una de las estaciones oceanogr1ficas correspondientes al sector prospectado por el B/C "Abate Molina" y el PAM "L3der" (sector centro y sur), se obtuvo registros continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y fluorescencia, desde la superficie hasta un m1ximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utiliz3 un CTDO Sea Bird y un perfilador de fluorescencia. En el caso del B/C "Abate Molina" se obtuvo registros continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y fluorescencia, hasta un m1ximo de 600 m de profundidad con la ayuda de un CTD NEIL BROWN, modelo Mark III y un fluor3metro SEA TECH, ambos conectados a un sistema de muestreo autom1tico tipo roseta GENERAL OCEANICS, con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad.

En el sector norte donde opero el PAM "Don Julio", fallas importantes en la unidad de CTD (CTD Meereschtechnik Elektronik, modelo Memory Probe Multiparameter), no permitieron evaluar la distribuci3n vertical continua de la temperatura y la salinidad superficial. Luego, la temperatura se registr3 *in situ* mediante term3metros digitales Checktemp Hanna Instruments de 0,1  $^{\circ}\text{C}$  de sensibilidad, y se colect3 muestras de agua de mar para el an1lisis de conductividad en un salin3metro de inducci3n.

Para la determinaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto en el agua de mar, se colect3 muestras de agua de mar a profundidades discretas que corresponden a



superficie, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 y 600 m. En el PAM “L3der” se utilizaron botellas Nansen de 1,5 L de capacidad, mientras que en el B/C “Abate Molina” y PAM “Don Julio” las muestras de agua se obtuvieron con botellas Niskin. En estaciones seleccionadas se colectaron muestras de agua de mar; para el an3lisis de la concentraci3n de clorofila-a por el m3todo extractivo seg3n lo reseado en Parsons *et al.* (1984), y an3lisis de salinidad para verificar el buen funcionamiento de las sondas oceanogr3ficas utilizadas.

La **Tabla 4** resume el n3mero de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero.

**Tabla 4.** Divisi3n operacional del 3rea de estudio. Los n3meros entre par3ntesis indican el n3mero total de transectas realizadas en cada sector.

| Sector     | Transectas     | L3mite     | Estaciones  | Latitud       |
|------------|----------------|------------|-------------|---------------|
|            |                | Oeste (mn) | de muestreo | Sur           |
| Norte      | 1 a la 6 (6)   | 200        | 40          | 33°45’-36°40’ |
| Centro     | 7 a la 12 (6)  | 400        | 42          | 37°05’-39°10’ |
| Sur        | 13 a la 16 (4) | 400        | 43          | 39°35’-40°50’ |
| Area Total | 16             | 400        | 125         | 33°45’-40°50’ |

El 80,12% de las estaciones oceanogr3ficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrogr3ficas. Las estaciones de muestreo donde no se obtuvo informaci3n corresponden a aquellas donde el tiempo imperante y el estado del mar no permiti3 se realizaci3n por razones operativas y de seguridad. Situaci3n que se registr3 s3lo en 31 estaciones bioceanogr3ficas.

Por 3ltimo, la **Tabla 5** resume la posici3n de cada una de las 16 transectas realizadas durante el estudio y el n3mero de estaciones de muestreo.



**Tabla 5.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.

| Transectas         | Latitud (°S) | N°Estaciones | Fecha       |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Zona norte</b>  |              |              |             |
| 1                  | 33°45'       | 6            | 10-11/06/03 |
| 2                  | 34°35'       | 8            | 11-13/06/03 |
| 3                  | 35°25'       | 8            | 07-09/06/03 |
| 4                  | 35°50'       | 5            | 05-07/06/03 |
| 5                  | 36°15'       | 5            | 05-07/06/03 |
| 6                  | 36°40'       | 8            | 02-03/06/03 |
| <b>Zona centro</b> |              |              |             |
| 7                  | 37°05'       | 8            | 01-02/06/03 |
| 8                  | 37°30'       | 4            | 03/06/03    |
| 9                  | 37°55'       | 6            | 05-07/06/03 |
| 10                 | 38°20'       | 6            | 07-08/06/03 |
| 11                 | 38°45'       | 11           | 09-18/06/03 |
| 12                 | 39°10'       | 7            | 11-14/06/03 |
| <b>Zona sur</b>    |              |              |             |
| 13                 | 39°35'       | 10           | 01-04/06/03 |
| 14                 | 40°00'       | 14           | 04-12/06/03 |
| 15                 | 40°25'       | 12           | 05-11/06/03 |
| 16                 | 40°50'       | 7            | 07-09/06/03 |

#### 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 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a (superficial e integrada en una columna de agua de 100 m. de profundidad).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las 16 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 Informaci3n meteorol3gica**

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se registraron los siguientes datos meteorol3gicos: temperatura del aire, presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

### **4.6.4 Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanogr3ficas y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio**

Se efectu3 un an3lisis espacial de la distribuci3n y abundancia de jurel y las variables oceanogr3ficas registradas a partir de la informaci3n generada en el cruce de prospecci3n. La informaci3n comprende la prospecci3n ac3stica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanogr3ficas temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), ox3geno (ml/L), densidad ( $\sigma_t$ ), clorofila superficial ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), y euf3usidos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) y capa de dispersi3n profunda ( $S_a$ ).

#### **4.6.4.1 An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n del jurel y las variables oceanogr3ficas**

#### **Procesamiento de la informaci3n**

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Informaci3n Geogr3fico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripci3n espacial de las variables ac3sticas y bio-oceanogr3ficas se configuraron im3genes 2D, en los diferentes planos horizontales indicados en la **Tabla 6**.



La generaci3n de im3genes implic3 realizar previamente la georreferenciaci3n 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 georreferencia con sus respectivos datos. Posteriormente, se realizaron las interpolaciones, a trav3s del m3todo de Kriging.

**Tabla 6.** Variables empleadas en el an3lisis cartogr3fico y tipo de datos

| VARIABLES                               | TIPO DATOS                      | PLANOS HORIZONTALES POR RANGOS DE PROFUNDIDAD  |
|---|---------------------------------|--|
| Densidad del jurel (t/mn <sup>2</sup> ) | integrado                       | en cuatro planos:<br>1 <sup>a</sup> : superficie a 50 m<br>2 <sup>a</sup> : 51 a 100 m<br>3 <sup>a</sup> : 101 a 150 m<br>4 <sup>a</sup> : 151 a 200 m |
| Temperatura (°C)                        | puntual                         | en cuatro planos:<br>1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial)<br>2 <sup>a</sup> : 50 m<br>3 <sup>a</sup> : 100 m<br>4 <sup>a</sup> : 150 m                   |
| Salinidad (psu)                         | puntual                         | en cuatro planos:<br>1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial)<br>2 <sup>a</sup> : 50 m<br>3 <sup>a</sup> : 100 m<br>4 <sup>a</sup> : 150 m                   |
| Ox3geno (ml/L)                          | puntual                         | en cuatro planos:<br>1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial)<br>2 <sup>a</sup> : 50 m<br>3 <sup>a</sup> : 100 m<br>4 <sup>a</sup> : 150 m                   |
| Densidad ( $\sigma_t$ )                 | puntual                         | en cuatro planos:<br>1 <sup>a</sup> : 5 m (superficial)<br>2 <sup>a</sup> : 50 m<br>3 <sup>a</sup> : 100 m<br>4 <sup>a</sup> : 150 m                   |
| Clorofila (mg/m <sup>2</sup> )          | Puntual                         | Superficie   |
| Euf3usidos (ind./1000 <sup>3</sup> )    | integrado en la columna de agua | 1 a 100 m  |
| Capa de dispersi3n profunda             | Integrado                       |  |



Con el prop3sito de relacionar y superponer diferentes im3genes es necesario que 3stas tengan la misma escala espacial, resoluci3n y cobertura geogr3fica. Con el m3dulo RESAMPLE del SIG se generaron en rasters, im3genes que ten3an la misma cantidad de filas y columnas. De esta manera se crearon cartograf3as en rasters de 210 columnas (en el sentido E-W) y 270 filas (en el sentido N-S).

Por 3ltimo, para facilitar el an3lisis visual, las im3genes fueron reclasificadas en clases de valores, los cuales se asociaron a diferentes colores. Para ello se utilizaron dos m3dulos: **a)** m3dulo HISTOGRAM, que permiti3 conocer y analizar la distribuci3n de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y **b)** m3dulo RECLASS, que permiti3 reclasificar los valores de las celdas de una imagen.

#### **4.6.4.2 An3lisis de las relaciones entre la distribuci3n de jurel y las variables oceanogr3ficas**

##### **a) An3lisis integrado**

Con el SIG mencionado y para detectar la posible asociaci3n entre la distribuci3n del jurel y las variables bio-oceanogr3ficas, se emplearon los siguientes enfoques: **a)** se efectu3 un an3lisis espacial y visual de la informaci3n realizando la cartograf3a de las variables y explorando las asociaciones a trav3s de tablas de crostabulaci3n, entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales, **b)** se determinaron rangos 3ptimos de preferencia de la especie en relaci3n dichos par3metros y **c)** se estim3 la se3al latitudinal del jurel respecto de las variables bio-oceanogr3ficas.



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

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## 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 7**.

**Tabla 7.** 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 <sup>1</sup> | 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 <sup>1</sup> | 26/05/02 | Líder       |                          | 26,8 |      |                   | 26,8 |      |
| TALCAHUANO <sup>1</sup> | 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 <sup>1</sup>    | 30/05/03 | Líder       |                          | 21,6 |      |                   | 21,6 |      |
| <b>VALOR PROMEDIO</b>   |          |             | 26,6                     | 27,3 | 27,8 | 26,9              | 27,2 | 27,9 |
| <b>DESVIACIÓN</b>       |          |             | 0,36                     | 1,22 | 0,56 | 0,42              | 1,18 | 0,42 |

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



La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 KHz), tanto para TS y Sv, indica estabilidad en los valores a lo largo del tiempo en los distintos equipos utilizados en la evaluación (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 8**).

**Tabla 8.** 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)   | 0,28                     | 0,11  | 0,29  | 0,39              | 1,17  | 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 Descripción de estructuras espaciales en la información 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 3). Al comparar la distribución de jurel con la reportada en años anteriores, se puede establecer que se mantiene la fuerte ausencia del recurso en el sector noreste del área de estudio, la cual este año 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 integración, así como registros imperceptibles de la capa de plancton superficial.

La distribución espacial del recurso presentó zonas de alta concentración 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 distribución con lo registrado durante el 2001. Sin embargo, al comparar los valores de densidad registrados en las primeras 200 mn para los distintos años, se observa que la fuerte disminución de las densidades medias del recurso desde 113,23 (2001) a 37,20 t/mn<sup>2</sup> (2002), se acentúa este año al registrar una densidad de 29,93 t/mn<sup>2</sup>.

En este sentido, la zona de abundancia fue amplia y se ubicó de preferencia sobre las 200 mn, en el sector que va desde la isla Mocha (38° 20'LS) a bahía San Pedro (41° 25'LS) (**Fig. 3**). La distribución espacial es semejante a lo registrado durante la primera de semana de junio del 2002, donde al igual que ese año, 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 (74,24 t/mn<sup>2</sup>), muestra una



distribuci3n espacial alejada de la costa y una tendencia a prolongarse hacia el sector oce3nico, lo cual sugiere que una fracci3n del recurso no estuvo en la zona de evaluaci3n.

#### **5.1.2.1 3ndice de presencia (IC) y densidad (ID)**

Para el 3rea total el 3ndice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 11,63 % y 248,11 t/mn<sup>2</sup>, los valores est3n influenciado por la abundancia y fuertemente por la extensi3n mayor de las 3reas de concentraci3n del recurso sobre la ZEE.

En el sector de las 200 mn, el 3ndice presencia y densidad alcanz3 a 5,13% y 290,53 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. Estos valores comparados con los registrados entre 1999 y el a3o 2001, muestran de manera clara el cambio fuerte en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio. Es as3 que, entre 1999 y 2001, la distribuci3n espacial de jurel mostr3 estabilidad en la cobertura espacial (29,73; 30,28 y 29,50%), mientras que el 3ndice de densidad se increment3 desde 159,24, 151,99 y 263,18 t/mn<sup>2</sup>, indicando un aumento en la biomasa disponible entre estos a3os.

En este sentido, la dr3stica disminuci3n en el 3ndice de presencia respecto a lo registrado sobre 200 mn (27,20%), sugieren un cambio en la distribuci3n espacial de jurel m3s que un decremento en la abundancia, al encontrarse este a3o m3s alejado de la costa que lo registrado durante el 2002.

#### **N3mero de card3menes por milla recorrida**

El n3mero de card3menes 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 9**.

**Tabla 9.** 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  |      |      |     |     |     |     |

El comportamiento de este índice a través de los años, muestra un importante cambio en el nivel de agregaci3n 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 disminuci3n de la temperatura a partir de 1998, con anomalías de temperaturas negativas hasta el 2002, predominando este año anomalías negativas que revelan la persistencia de una condici3n ambiental fría para el período 1999-2003 en el zona de estudio.

En este sentido el número máximo de cardúmenes por millas se mantuvo respecto al 2002, con una fuerte 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 2,5 y 2 mn en el sector centro y sur para las primeras 200 mn, y mayores a 15 y 5,5 mn hacia el océano (**Figura 6**). Diferencias que son explicadas por el tipo de distribución espacial presente en el área de estudio, al registrar el sector centro-sur en el área oceánica 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 en menor escala en los sectores centro 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  $4,00E+06$  y  $2,00E+06$  respectivamente (**Figura 7**), 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 1,5 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 1,5; 2,5 y 4,5 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 difiere de lo observado en el 2002, donde lo característico para ese año fue valores relativamente similares en toda la zona prospectada. En este sentido el recurso se localizó principalmente desde Talcahuano a sur de Corral, concentrándose en esta área el 99,85 % de la biomasa total estimada para la zona de estudio.

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 200 a 300 mn frente a Puerto Saavedra y 325 a 385 mn a la cuadra de bahía San Pedro. Hacia la costa, las zonas de alta densidad se reducen considerablemente, siendo posible destacar solo aquella ubicada entre 90 y 100 mn frente a isla Mocha 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 ( $29,93 \text{ t/mn}^2$ ) si se compara con lo registrado el 2002 ( $37,19 \text{ t/mn}^2$ ) y 2003 ( $113,23 \text{ t/mn}^2$ ), evidenciando una fuerte reducción de la abundancia en esta zona.

En este sentido, sólo las agregaciones de jurel presentes a la cuadra de isla Mocha constituyeron zona de pesca, al operar la flota entre el 07 al 10 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 a la flota cerquera de la VIII Región operar con excelentes rendimientos de captura durante un período extenso que superó los dos meses, 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 y 2002, 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 Distribuci3n batim3trica del recurso

En la zona de estudio el jurel se ubic3 entre los 10 a 170 m de profundidad, observando una tendencia a ubicarse sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste (**Figuras 8**). Entre la costa y las 200 mn, los primeros 100 m de profundidad se agruparon el 92,23 % de las agregaciones de jurel, mientras que por sobre las 200 mn el porcentaje se reduce bruscamente a 76,39%, indicando un cambio fuerte en la distribuci3n batim3trica del recurso entre ambos sectores (**Figuras 8e y f**).

Este alto porcentaje de agregaciones en los primeros 100 m de profundidad, indica una distribuci3n menos profunda respecto al 2002, donde el 60,17 % del recurso se ubico en este intervalo. Distribuci3n superficial que es similar a la registrada durante los a1os 2000 y 2001, donde el 90,00 y 81,00% % del recurso se ubic3 en los primeros 100 m de profundidad. Por otra parte, dentro y sobre las 200 millas, la distribuci3n del recurso fue de car3cter unimodal, a diferencia del a1o pasado donde el recurso presento una distribuci3n bimodal (C3rdova **et al.** 2002).

En el sector de las 200 mn, la distribuci3n batim3trica fue m3s amplia al detectarse las agregaciones desde la superficie hasta los 170 m, valor m3ximo que se registro en las primeras 100 mn (**Figuras. 6b y f**). Las abundancias sobre 300 t/mn<sup>2</sup> fueron m3s importantes en el sector que va desde las 100 a 200 mn, ubic3ndose entre los 20 a 50 m de profundidad, mientras que hacia la costa predominan las bajas densidades (< 75 t/mn<sup>2</sup>). En tanto, el sector oce3nico presento una distribuci3n batim3trica que alcanza los 150 m, con agregaciones situadas a una profundidad mayor y fuerte predominio de densidad altas, respecto a lo registrado hacia la costa (**Figura 6e y f**).



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 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 y fuera de la ZEE.

Este tipo de distribución, indica que durante el día el 82,77% y 47,20% 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%) y 2000 (73,33%), 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  $-39,33$  dB y un peso a la talla de 243,317 gramos. A partir de estos resultados se calculó una constante de ecointegración de  $0,1660 (t^*mn^{-2}Sa^{-1})$ , la cual es mayor en un 7,3% respecto al valor determinado en el 2002 ( $0,1547 t^*mn^{-2}Sa^{-1}$ ). Aumento que se



explica por una mayor talla este año, producto de un mayor número de ejemplares de jurel entre 27 a 28 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 10**.

**Tabla 10** Biomasa y densidad de jurel estimada por sectores y dos distintos métodos.

| Método          | Área (mn <sup>2</sup> ) |           |        | Biomasa (t) |           |          | Densidad (t/mn <sup>2</sup> ) |           |        |
|-----------------|-------------------------|-----------|--------|-------------|-----------|----------|-------------------------------|-----------|--------|
|                 | 5 - 200                 | 201 - 400 | TOTA L | 5 - 200     | 201 - 400 | TOTAL    | 5 - 200                       | 201 - 400 | TOTA L |
| Agrupado (1985) | 32.564                  | 24.625    | 57.189 | 846.00      | 1.774.00  | 2.620.00 | 25,9                          | 72,0      | 45,81  |
| Petitgas (1991) | 29.438                  | 23.691    | 53.129 | 881.00      | 1.759.00  | 2.640.00 | 29,9                          | 74,2      | 49,69  |

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 11, 12 y 13**.



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 11.** 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 |
|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 21           | 2                   | 96,89     | 0,24                  | 7.256.668            | 703                     |
| 22           | 1                   | 111,04    | 0,29                  | 9.061.077            | 1.006                   |
| 23           | 2                   | 126,48    | 0,13                  | 4.141.550            | 524                     |
| 24           | 8                   | 143,28    | 1,55                  | 47.642.528           | 6.826                   |
| 25           | 39                  | 161,47    | 5,38                  | 165.441.351          | 26.715                  |
| 26           | 47                  | 181,13    | 4,96                  | 152.488.785          | 27.620                  |
| 27           | 119                 | 202,30    | 12,82                 | 394.053.512          | 79.718                  |
| 28           | 103                 | 225,04    | 14,87                 | 456.679.011          | 102.839                 |
| 29           | 80                  | 249,40    | 12,26                 | 377.003.493          | 94.026                  |
| 30           | 72                  | 275,44    | 11,89                 | 365.621.265          | 100.707                 |
| 31           | 54                  | 303,21    | 8,95                  | 275.028.716          | 83.390                  |
| 32           | 40                  | 332,75    | 6,71                  | 206.376.248          | 68.672                  |
| 33           | 30                  | 364,14    | 5,53                  | 170.130.333          | 61.951                  |
| 34           | 28                  | 397,41    | 4,82                  | 148.132.994          | 58.870                  |
| 35           | 15                  | 432,63    | 2,27                  | 69.925.749           | 30.252                  |
| 36           | 8                   | 469,84    | 1,60                  | 49.200.087           | 23.116                  |
| 37           | 8                   | 509,09    | 1,09                  | 33.661.923           | 17.137                  |
| 38           | 7                   | 550,46    | 1,12                  | 34.706.266           | 19.104                  |
| 39           | 2                   | 593,97    | 0,59                  | 18.122.154           | 10.764                  |
| 40           | 4                   | 639,69    | 0,77                  | 23.821.264           | 15.238                  |
| 41           | 3                   | 687,67    | 0,53                  | 16.317.745           | 11.221                  |
| 42           | 4                   | 737,96    | 0,83                  | 25.378.823           | 18.728                  |
| 43           | 2                   | 790,62    | 0,41                  | 12.689.411           | 10.032                  |
| 45           | 1                   | 903,23    | 0,12                  | 3.628.334            | 3.277                   |
| 47           | 1                   | 1025,92   | 0,07                  | 2.070.775            | 2.124                   |
| 51           | 1                   | 1303,20   | 0,07                  | 2.070.775            | 2.699                   |
| 57           | 1                   | 1805,08   | 0,07                  | 2.070.775            | 3.738                   |
| <b>Total</b> | <b>682</b>          |           | <b>1,0</b>            | <b>3.073.021.619</b> | <b>881.000</b>          |



**Tabla 12.** 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 |
|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 19           | 1                   | 72,28     | 0,00                  | 75.350               | 5                       |
| 20           | 1                   | 83,99     | 0,00                  | 75.350               | 6                       |
| 21           | 2                   | 96,89     | 0,01                  | 368.626              | 36                      |
| 22           | 1                   | 111,04    | 0,00                  | 293.277              | 33                      |
| 23           | 6                   | 126,48    | 0,01                  | 711.116              | 90                      |
| 24           | 34                  | 143,28    | 0,77                  | 46.919.619           | 6.723                   |
| 25           | 81                  | 161,47    | 3,62                  | 220.597.555          | 35.621                  |
| 26           | 209                 | 181,13    | 7,88                  | 479.688.242          | 86.887                  |
| 27           | 201                 | 202,30    | 9,68                  | 589.050.738          | 119.167                 |
| 28           | 239                 | 225,04    | 19,62                 | 1.194.444.648        | 268.800                 |
| 29           | 154                 | 249,40    | 11,42                 | 695.220.084          | 173.390                 |
| 30           | 133                 | 275,44    | 13,47                 | 819.760.804          | 225.795                 |
| 31           | 87                  | 303,21    | 8,84                  | 538.231.576          | 163.195                 |
| 32           | 53                  | 332,75    | 5,52                  | 336.060.371          | 111.825                 |
| 33           | 34                  | 364,14    | 3,48                  | 211.795.969          | 77.123                  |
| 34           | 35                  | 397,41    | 6,06                  | 369.069.770          | 146.672                 |
| 35           | 23                  | 432,63    | 2,34                  | 142.410.745          | 61.611                  |
| 36           | 16                  | 469,84    | 1,61                  | 97.725.224           | 45.915                  |
| 37           | 12                  | 509,09    | 0,82                  | 50.185.415           | 25.549                  |
| 38           | 12                  | 550,46    | 1,12                  | 68.289.597           | 37.591                  |
| 39           | 16                  | 593,97    | 1,22                  | 74.107.650           | 44.018                  |
| 40           | 2                   | 639,69    | 0,07                  | 4.039.738            | 2.584                   |
| 41           | 8                   | 687,67    | 0,46                  | 27.952.412           | 19.222                  |
| 42           | 8                   | 737,96    | 0,45                  | 27.113.660           | 20.009                  |
| 43           | 8                   | 790,62    | 0,14                  | 8.357.089            | 6.607                   |
| 44           | 9                   | 845,69    | 0,86                  | 52.474.230           | 44.377                  |
| 45           | 6                   | 903,23    | 0,17                  | 10.100.429           | 9.123                   |
| 46           | 3                   | 963,28    | 0,03                  | 2.022.036            | 1.948                   |
| 47           | 4                   | 1025,92   | 0,13                  | 8.079.476            | 8.289                   |
| 48           | 1                   | 1091,17   | 0,00                  | 1.083                | 1                       |
| 49           | 1                   | 1159,10   | 0,03                  | 2.019.869            | 2.341                   |
| 50           | 2                   | 1229,76   | 0,03                  | 2.020.952            | 2.485                   |
| 52           | 1                   | 1379,47   | 0,03                  | 2.019.869            | 2.786                   |
| 53           | 2                   | 1458,62   | 0,07                  | 4.039.738            | 5.892                   |
| 55           | 1                   | 1625,78   | 0,03                  | 2.019.869            | 3.284                   |
| <b>Total</b> | <b>1.406</b>        |           | <b>1,0</b>            | <b>6.087.342.177</b> | <b>1.759.000</b>        |



**Tabla 13.** Abundancia en n3mero y en peso a la talla de jurel para el 3rea total.

| Talla (cm)   | Frecuencia Num3rica | Peso (gr) | Frecuencia porcentual | Abundancia num3rica  | Abundancia en toneladas |
|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 19           | 1                   | 72,28     | 0,00                  | 106.723              | 8                       |
| 20           | 1                   | 83,99     | 0,00                  | 106.723              | 9                       |
| 21           | 4                   | 96,89     | 0,02                  | 1.746.158            | 169                     |
| 22           | 2                   | 111,04    | 0,02                  | 1.943.801            | 216                     |
| 23           | 8                   | 126,48    | 0,02                  | 1.705.795            | 216                     |
| 24           | 42                  | 143,28    | 0,81                  | 74.491.808           | 10.673                  |
| 25           | 120                 | 161,47    | 3,72                  | 340.354.110          | 54.959                  |
| 26           | 256                 | 181,13    | 7,71                  | 705.137.414          | 127.723                 |
| 27           | 320                 | 202,30    | 9,86                  | 900.781.998          | 182.231                 |
| 28           | 342                 | 225,04    | 19,35                 | 1.768.857.636        | 398.068                 |
| 29           | 234                 | 249,40    | 11,47                 | 1.048.281.034        | 261.444                 |
| 30           | 205                 | 275,44    | 13,38                 | 1.222.756.762        | 336.796                 |
| 31           | 141                 | 303,21    | 8,85                  | 808.726.311          | 245.210                 |
| 32           | 93                  | 332,75    | 5,59                  | 510.796.969          | 169.969                 |
| 33           | 64                  | 364,14    | 3,60                  | 328.678.745          | 119.684                 |
| 34           | 63                  | 397,41    | 5,99                  | 547.726.061          | 217.672                 |
| 35           | 38                  | 432,63    | 2,34                  | 213.501.229          | 92.366                  |
| 36           | 24                  | 469,84    | 1,61                  | 146.714.040          | 68.932                  |
| 37           | 20                  | 509,09    | 0,84                  | 76.759.146           | 39.078                  |
| 38           | 19                  | 550,46    | 1,12                  | 102.577.515          | 56.465                  |
| 39           | 18                  | 593,97    | 1,18                  | 108.020.637          | 64.161                  |
| 40           | 6                   | 639,69    | 0,11                  | 9.739.908            | 6.231                   |
| 41           | 11                  | 687,67    | 0,46                  | 42.343.402           | 29.118                  |
| 42           | 12                  | 737,96    | 0,47                  | 42.683.833           | 31.499                  |
| 43           | 10                  | 790,62    | 0,15                  | 13.977.162           | 11.051                  |
| 44           | 9                   | 845,69    | 0,81                  | 74.322.896           | 62.854                  |
| 45           | 7                   | 903,23    | 0,16                  | 14.917.962           | 13.474                  |
| 46           | 3                   | 963,28    | 0,03                  | 2.863.949            | 2.759                   |
| 47           | 5                   | 1025,92   | 0,13                  | 11.792.820           | 12.098                  |
| 48           | 1                   | 1091,17   | 0,00                  | 1.534                | 2                       |
| 49           | 1                   | 1159,10   | 0,03                  | 2.860.881            | 3.316                   |
| 50           | 2                   | 1229,76   | 0,03                  | 2.862.415            | 3.520                   |
| 51           | 1                   | 1303,20   | 0,00                  | 349.296              | 455                     |
| 52           | 1                   | 1379,47   | 0,03                  | 2.860.881            | 3.946                   |
| 53           | 2                   | 1458,62   | 0,06                  | 5.721.762            | 8.346                   |
| 55           | 1                   | 1625,78   | 0,03                  | 2.860.881            | 4.651                   |
| 57           | 1                   | 1805,08   | 0,00                  | 349.296              | 631                     |
| <b>Total</b> | <b>2.088</b>        |           | <b>1,0</b>            | <b>9.140.279.491</b> | <b>2.640.000</b>        |

Los resultados alcanzados indican para este a3o una disminuci3n importante en la biomasa y n3mero total de ejemplares en la zona de las 200 mn, respecto a las 5.950.000 t (3,10E+10 individuos) y 1.990.000 t (8,24E+09 individuos) evaluados durante similar per3odo en el 2001 y 2002. Asimismo, el porcentaje bajo la talla m3nima legal (26 cm) de 7,59 % en n3mero y 4,06 % en peso indica una reducci3n de



ejemplares bajo la talla m3nima respecto al 14,1 % y 8,13 % registrado en el 2002. Esto sugiere que nuevamente reaparece la tendencia a disminuir los ejemplares bajo la talla m3nima observada desde 1998 al 2000, donde el porcentaje para la abundancia num3rica fue de 79,54, 63,13 y 16,44%, en tanto para el peso, esta reducci3n es mayor con valores de 68,09, 43,41 y 11,47% para el mismo per3odo.

Esta baja en el n3mero de ejemplares bajo la talla m3nima se fortalece en el sector oce3nico, donde alcanzan el 4,42 % en n3mero y 2,42 % en peso. Porcentajes que para el 3rea total son de un 4,60 % y 2,51 %, respectivamente.

Este a3o, el n3mero total de individuos (3,07E+09) representa un fuerte decremento respecto al 2001, donde la abundancia num3rica total fue de 3,10E+10, y marca una tendencia negativa en las primeras 200 mn respecto a los 8,24E+09 del 2002. Decremento num3rico de un 90,16% y 62,73 % que explica en gran parte el estimado de biomasa (881.000 t) alcanzado en ese sector durante la evaluaci3n del 2003.

Al igual que en el crucero del 2002 se registra una presencia de ejemplares sobre 37 cm en ambos sectores, siendo s3lo comparable con lo registrado en 1999. A3o en cual la zona de estudio estuvo bajo un r3gimen oceanogr3fico "La Ni3a".

### **5.2.2.1 Composici3n por tama3o**

El an3lisis estad3stico 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 hip3tesis nula de igualdad a un 95% de confianza, al determinar un valor  $\chi_c$  de calculado (36,4) inferior al  $\chi_c$  de tabla (43,8) a un 95 % de confianza, raz3n por lo cual se v3lida la estructura 3nica de talla determinada en el estudio.



La distribución de talla registrada en el Crucero se presenta en la **Figura 9c**. Se muestreó ejemplares de jurel entre 19 a 57 cm de longitud horquilla, concentrando el 98,37% de los individuos entre los 24 a 45 cm (3 a 6 años). A diferencia de lo registrado en el 2001 y 2002, donde el 99,33% y 99,87% de los individuos se ubicó entre los 20 a 35 y 20 a 45 cm, este año se evidencia un claro desfase.

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

Esta distribución se asemeja a lo observado en el 2001, donde los ejemplares entre 25 a 30 cm sustentaron el alto volumen de biomasa estimada, sin embargo la estructura de talla presenta una fuerte merma de ejemplares pequeños (20 a 24 cm), conjuntamente con un 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 9**).

El número de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm (8,52%) y de individuos bajo los 32 cm (80,26%), 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 9**).



### 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 14**), aplicando una décima de comparación para varias relaciones lineales simultáneas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre sí, al obtener un F calculado (1,86) inferior al F crítico de tabla (3,69) con un 95% de confianza. Resultado que permite refundir la información en una sola base de datos para la zona prospectada.

**Tabla 14.** Parámetros y estadística básica de la relación  $w=a*L^b$  para B/C "Abate Molina" y PAM "Líder"

|                            | LÍDER    | ABATE MOLINA |
|----------------------------|----------|--------------|
| <b>N  de observaciones</b> | 76       | 678          |
| <b>LOG (K)</b>             | -1,94272 | -1,81837     |
| <b>A</b>                   | 0,01141  | 0,01519      |
| <b>B</b>                   | 2,94283  | 2,88743      |
| <b>ERROR EST. (LOGK)</b>   | 0,14321  | 0,02042      |
| <b>ERROR EST. B</b>        | 0,09841  | 0,01319      |
| <b>R<sup>2</sup></b>       | 0,92     | 0,98         |

En este sentido, en la **tabla 15** se presentan los parámetros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico, calculados para la zona de estudio. La **Figura 10** grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

**Tabla 15.** Parámetros y estadística básica de la relación  $w=a*L^b$  para la zona de estudio

| filfff                          | HEMBRAS  | MACHOS   | TOTAL    |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| N <sup>a</sup> de observaciones | 220      | 241      | 461      |
| LOG (K)                         | -1,92123 | -1,81747 | -1,86879 |
| A                               | 0,01198  | 0,01522  | 0,01352  |
| B                               | 2,95554  | 2,88655  | 2,92031  |
| ERROR EST. (LOGK)               | 0,04829  | 0,03688  | 0,02989  |
| ERROR EST. B                    | 0,03216  | 0,02407  | 0,01969  |
| R <sup>2</sup>                  | 0,97     | 0,98     | 0,98     |

La aplicaci3n de la prueba de F, permite ratificar que no existe evidencia suficiente para suponer que las regresiones de machos y hembras difieren entre s3, al determinar un F calculado de 2,99 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 eointegraci3n general para la cuantificaci3n de jurel.

### 5.2.2.3 Clave edad – talla

La aplicaci3n del test de Smirnov a la composici3n de tallas de los muestreos realizado en el crucero y los obtenidos en la flota cerquera de la VIII Regi3n, indica que ambas distribuciones son distintas al obtener un “D” (0,10) superior al “d” (0,0346) de tabla o cr3tico a un 95 % de confianza. Luego se determin3 la clave talla - edad para el crucero (**Tablas 16, 17 y 18**), a partir de la lectura de 314 otolitos seleccionados desde un total de 552 otolitos recolectados en 11 lances de pesca con captura de jurel.



La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 13 grupos dentro y fuera de las 200 mn, amplitud que es similar a años anteriores. Para la zona total de estudio (5 a 400 mn), los principales grupos fueron el V, VI y IV que participan con un 33,99; 25,78 y 23,46%, respectivamente, sin embargo, este año se observa un desplazamiento de los grupos predominantes (V y VI) respecto al grupo principal (IV) observado en el período 2000 - 2002.

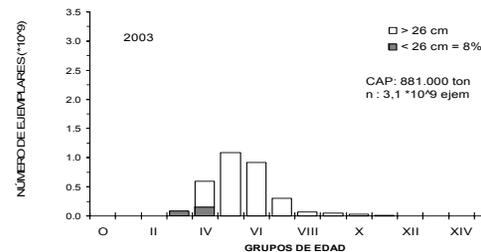
Se confirma la escasa participación de grupos de edades mayores observada en años anteriores, que es evidente también en las capturas de la flota industrial de la pesquería centro-sur del país. Asimismo, el número de ejemplares juveniles representados por el grupo de edad III y menores, se presenta bastante disminuido (3,04%), respecto del 2002 (15,49%) y 2001 (19,2%).

En general se observa un leve aumento del número de ejemplares respecto al 2001, cercano al 15 %, producto de una mayor biomasa para el área que va desde la costa y las 400 mn.



**Tabla 16** Composici3n en n3mero (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn.

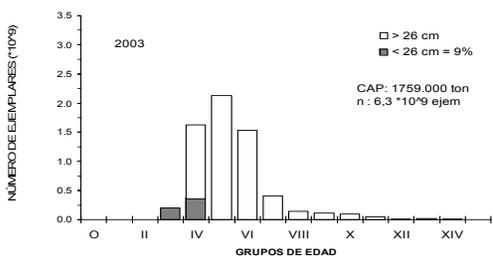
| TALLAS<br>(cm)     | FREC.<br>(Unidades)  | GRUPOS DE EDAD |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
|--------------------|----------------------|----------------|---|------------|-------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|----|
|                    |                      | 0              | 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               | 9,229,631            |                |   | 9,229,631  |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 22.0               | 4,614,815            |                |   | 3,461,112  | 1,153,704   |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 23.0               | 9,229,631            |                |   | 4,102,058  | 5,127,573   |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 24.0               | 36,918,523           |                |   | 14,767,409 | 22,151,114  |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 25.0               | 179,977,798          |                |   | 53,993,340 | 125,984,459 |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 26.0               | 216,896,321          |                |   |            | 185,911,132 | 30,985,189    |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 27.0               | 549,163,026          |                |   |            | 164,748,908 | 384,414,118   |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 28.0               | 475,325,980          |                |   |            | 47,532,598  | 332,728,186   |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 29.0               | 369,185,227          |                |   |            | 41,020,581  | 205,102,904   | 95,065,196  |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 30.0               | 332,266,705          |                |   |            |             | 55,377,784    | 276,888,921 |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 31.0               | 249,200,029          |                |   |            |             | 62,300,007    | 155,750,018 | 31,150,004  |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 32.0               | 184,592,614          |                |   |            |             | 20,510,290    | 123,061,742 | 41,020,581  |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 33.0               | 138,444,460          |                |   |            |             |               | 69,222,230  | 69,222,230  |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 34.0               | 129,214,830          |                |   |            |             |               | 51,685,932  | 77,528,898  |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 35.0               | 69,222,230           |                |   |            |             |               | 20,766,669  | 34,611,115  | 13,844,446 |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 36.0               | 36,918,523           |                |   |            |             |               |             | 22,151,114  | 7,383,705  | 3,691,852  |            |           |           |           |           |     |    |
| 37.0               | 36,918,523           |                |   |            |             |               |             | 18,459,261  | 3,691,852  | 11,075,557 | 3,691,852  |           |           |           |           |     |    |
| 38.0               | 32,303,707           |                |   |            |             |               |             | 4,614,815   | 23,074,077 | 4,614,815  |            |           |           |           |           |     |    |
| 39.0               | 9,229,631            |                |   |            |             |               |             |             | 5,127,573  | 2,051,029  | 1,025,515  |           |           |           |           |     |    |
| 40.0               | 18,459,261           |                |   |            |             |               |             |             | 7,911,112  | 7,911,112  | 2,637,037  |           |           |           |           |     |    |
| 41.0               | 13,844,446           |                |   |            |             |               |             |             | 2,307,408  | 11,537,038 |            |           |           |           |           |     |    |
| 42.0               | 18,459,261           |                |   |            |             |               |             |             | 2,839,886  | 7,099,716  | 5,679,773  | 1,419,943 | 1,419,943 |           |           |     |    |
| 43.0               | 9,229,631            |                |   |            |             |               |             |             |            | 1,845,926  | 5,537,778  | 1,845,926 |           |           |           |     |    |
| 44.0               |                      | 4,614,815      |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 45.0               |                      | 4,614,815      |   |            |             |               |             |             |            | 1,845,926  | 1,384,445  | 461,482   | 461,482   | 461,482   |           |     |    |
| 46.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 47.0               |                      | 4,614,815      |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 48.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 49.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 50.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 51.0               |                      | 4,614,815      |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 52.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 53.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 54.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 55.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 56.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 57.0               |                      | 4,614,815      |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 58.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 59.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| 60.0               |                      |                |   |            |             |               |             |             |            |            |            |           |           |           |           |     |    |
| <b>TOTAL</b>       | <b>3,147,304,064</b> |                |   | 85,553,549 | 593,630,068 | 1,091,418,479 | 919,194,303 | 299,783,532 | 66,180,058 | 47,717,416 | 24,864,219 | 9,807,187 | 2,540,884 | 1,999,753 | 4,614,815 |     |    |
| <b>%</b>           | <b>100.00</b>        |                |   | 2.72       | 18.86       | 34.68         | 29.21       | 9.53        | 2.10       | 1.52       | 0.79       | 0.31      | 0.08      | 0.06      | 0.15      |     |    |
| <b>L.P.R.(cm)</b>  | <b>29.6</b>          |                |   | 24.2       | 26.3        | 28.1          | 30.7        | 33.7        | 37.7       | 39.9       | 41.0       | 45.8      | 43.8      | 49.6      | 57.0      |     |    |
| <b>VARIANZA</b>    | <b>14.267</b>        |                |   | 1.780      | 1.585       | 1.655         | 3.07        | 2.93        | 3.842      | 6.188      | 8.070      | 17.202    | 4.728     | 6.391     |           |     |    |
| <b>PESO PR.(g)</b> | <b>279.1</b>         |                |   | 149.616    | 191.380     | 232.087       | 300.230     | 394.368     | 546.339    | 647.426    | 700.814    | 983.314   | 849.292   | 1219.301  | 1815.143  |     |    |
| <b>PESO (ton)</b>  | <b>881,000</b>       |                |   | 12.800     | 113.609     | 253.304       | 275.970     | 118.225     | 36.157     | 30.893     | 17.425     | 9.644     | 2.158     | 2.438     | 8.377     |     |    |
| <b>%</b>           | <b>100.00</b>        |                |   | 1.45       | 12.90       | 28.75         | 31.32       | 13.42       | 4.10       | 3.51       | 1.98       | 1.09      | 0.24      | 0.28      | 0.95      |     |    |
| <b>VAR (N°)</b>    | <b>3.20E+15</b>      |                |   | 9.52E+14   | 1.38E+16    | 2.42E+16      | 1.65E+16    | 3.43E+15    | 3.09E+14   | 1.72E+14   | 8.71E+13   | 2.61E+13  | 3.81E+12  | 5.15E+12  | 2.13E+13  |     |    |
| <b>CV (N°)</b>     | <b>0.01797</b>       |                |   | 0.3607     | 0.1980      | 0.1427        | 0.1397      | 0.1954      | 0.2656     | 0.2751     | 0.3753     | 0.5212    | 0.7680    | 1.1351    | 0.9993    |     |    |





**Tabla 17** Composici3n en n3mero (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 200-400 mn.

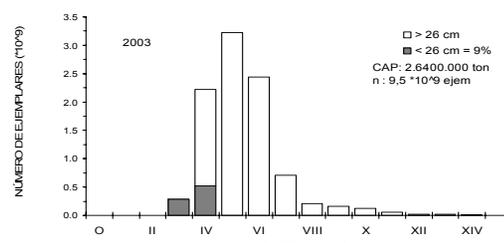
| TALLAS<br>(cm) | FREC.<br>(Unidades)  | GRUPOS DE EDAD |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
|----------------|----------------------|----------------|-----------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
|                |                      | 0              | 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           | 4,506,005            |                | 1,502,002 |             | 3,004,003     |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 20.0           | 4,506,005            |                |           |             | 4,506,005     |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 21.0           | 9,012,009            |                |           |             | 9,012,009     |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 22.0           | 4,506,005            |                |           |             | 3,379,504     | 1,126,501     |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 23.0           | 27,036,028           |                |           |             | 12,016,013    | 15,020,016    |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 24.0           | 153,204,160          |                |           |             | 61,281,664    | 91,922,496    |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 25.0           | 364,986,382          |                |           |             | 109,495,915   | 255,490,467   |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 26.0           | 941,754,986          |                |           |             |               | 807,218,559   | 134,536,427   |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 27.0           | 905,706,948          |                |           |             |               | 271,712,084   | 633,994,864   |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 28.0           | 1,076,935,127        |                |           |             |               | 107,693,513   | 753,854,589   | 215,387,025 |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 29.0           | 693,924,726          |                |           |             |               | 77,102,747    | 385,513,737   | 231,308,242 |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 30.0           | 599,298,627          |                |           |             |               |               | 99,883,105    | 499,415,523 |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 31.0           | 392,022,410          |                |           |             |               |               | 98,005,603    | 245,014,006 | 49,002,801  |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 32.0           | 238,818,250          |                |           |             |               |               | 26,535,361    | 159,212,167 | 53,070,722  |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 33.0           | 153,204,160          |                |           |             |               |               |               | 76,602,080  | 76,602,080  |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 34.0           | 157,710,165          |                |           |             |               |               |               | 63,084,066  | 94,626,099  |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 35.0           | 103,638,108          |                |           |             |               |               |               | 31,091,433  | 51,819,054  | 20,727,622  |             |             |             |             |             |           |           |
| 36.0           | 72,096,075           |                |           |             |               |               |               | 7,209,608   | 43,257,645  | 14,419,215  | 7,209,608   |             |             |             |             |           |           |
| 37.0           | 54,072,057           |                |           |             |               |               |               | 27,036,028  | 5,407,206   | 16,221,617  | 5,407,206   |             |             |             |             |           |           |
| 38.0           | 54,072,057           |                |           |             |               |               |               | 7,724,580   | 38,622,898  | 7,724,580   | 7,724,580   |             |             |             |             |           |           |
| 39.0           | 72,096,075           |                |           |             |               |               |               | 8,010,675   | 40,053,375  | 16,021,350  | 8,010,675   |             |             |             |             |           |           |
| 40.0           | 9,012,009            |                |           |             |               |               |               |             | 3,862,290   | 3,862,290   | 1,287,430   |             |             |             |             |           |           |
| 41.0           | 36,048,038           |                |           |             |               |               |               |             | 6,008,006   | 30,040,031  |             |             |             |             |             |           |           |
| 42.0           | 36,048,038           |                |           |             |               |               |               |             | 5,545,852   | 13,864,630  | 11,091,704  | 2,772,926   | 2,772,926   |             |             |           |           |
| 43.0           | 36,048,038           |                |           |             |               |               |               |             |             | 7,209,608   | 21,628,823  | 7,209,608   |             |             |             |           |           |
| 44.0           | 40,554,042           |                |           |             |               |               |               |             | 5,793,435   | 5,793,435   | 23,173,739  | 5,793,435   |             |             |             |           |           |
| 45.0           | 27,036,028           |                |           |             |               |               |               |             |             | 10,814,411  | 8,110,808   | 2,703,603   | 2,703,603   | 2,703,603   |             |           |           |
| 46.0           | 13,518,014           |                |           |             |               |               |               |             | 1,502,002   | 1,502,002   | 6,008,006   | 4,506,005   |             |             |             |           |           |
| 47.0           | 18,024,019           |                |           |             |               |               |               |             |             | 5,149,720   | 7,724,580   | 2,574,860   |             |             |             |           |           |
| 48.0           | 4,506,005            |                |           |             |               |               |               |             |             | 1,931,145   | 1,287,430   | 1,287,430   |             |             |             |           |           |
| 49.0           | 4,506,005            |                |           |             |               |               |               |             |             | 751,001     | 2,253,002   | 751,001     |             |             |             | 751,001   |           |
| 50.0           | 9,012,009            |                |           |             |               |               |               |             |             | 3,004,003   | 3,004,003   | 3,004,003   |             |             |             |           |           |
| 51.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 52.0           | 4,506,005            |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             | 1,126,501   |             |             |             | 3,379,504 |           |
| 53.0           | 9,012,009            |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             | 9,012,009 |           |
| 54.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 55.0           | 4,506,005            |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           | 4,506,005 |
| 56.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 57.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 58.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 59.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| 60.0           |                      |                |           |             |               |               |               |             |             |             |             |             |             |             |             |           |           |
| <b>TOTAL</b>   | <b>6,335,442,631</b> |                | 1,502,002 | 202,695,112 | 1,627,286,384 | 2,132,323,684 | 1,528,324,150 | 411,149,685 | 141,941,899 | 115,113,841 | 95,268,163  | 46,391,767  | 13,093,822  | 15,095,116  | 5,257,006   |           |           |
| %              | <b>100.00</b>        |                | 0.02      | 3.20        | <b>25.69</b>  | <b>33.66</b>  | <b>24.12</b>  | <b>6.49</b> | <b>2.24</b> | <b>1.82</b> | <b>1.50</b> | <b>0.73</b> | <b>0.21</b> | <b>0.24</b> | <b>0.08</b> |           |           |
| L.PR.(cm)      | <b>29.3</b>          |                | 19.0      | 24.2        | 26.1          | 28.0          | 30.4          | 33.9        | 38.3        | 40.8        | 43.3        | 44.6        | 46.4        | 51.3        | 54.1        |           |           |
| VARIANZA       | <b>19.123</b>        |                | 0.000     | 1.770       | 1.315         | 1.529         | 2.94          | 3.69        | 5.229       | 7.822       | 8.579       | 11.897      | 8.187       | 8.942       | 4.40816     |           |           |
| PESO PR.(g)    | <b>276.2</b>         |                | 73.378    | 149.115     | 187.320       | 229.872       | 291.574       | 401.742     | 572.802     | 691.897     | 823.021     | 898.778     | 1007.850    | 1350.491    | 1568.659    |           |           |
| PESO (ton)     | <b>1,759,000</b>     |                | 110       | 30,225      | 304,824       | 490,162       | 445,619       | 165,176     | 81,305      | 79,647      | 78,408      | 41,696      | 13,197      | 20,386      | 8,246       |           |           |
| %              | <b>100.00</b>        |                | 0.01      | 1.72        | 17.33         | 27.87         | 25.33         | 9.39        | 4.62        | 4.53        | 4.46        | 2.37        | 0.75        | 1.16        | 0.47        |           |           |
| VAR (N°)       | <b>9.22E+15</b>      |                | 4.51E+12  | 4.10E+15    | 6.19E+16      | 9.74E+16      | 5.51E+16      | 6.32E+15    | 9.31E+14    | 6.23E+14    | 4.79E+14    | 2.45E+14    | 4.24E+13    | 6.17E+13    | 2.14E+13    |           |           |
| CV (N°)        | <b>0.01515</b>       |                | 1.4139    | 0.3160      | 0.1529        | 0.1463        | 0.1536        | 0.1934      | 0.2149      | 0.2168      | 0.2296      | 0.3371      | 0.4972      | 0.5204      | 0.8803      |           |           |





**Tabla 18** Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada área total.

| TALLAS<br>(cm) | FREC.<br>(Unidades) | GRUPOS DE EDAD |           |             |               |               |               |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
|----------------|---------------------|----------------|-----------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----|----|
|                |                     | 0              | 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           | 4,541,741           |                | 1,513,914 |             | 3,027,827     |               |               |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 20.0           | 4,541,741           |                |           | 4,541,741   |               |               |               |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 21.0           | 18,166,965          |                |           |             | 18,166,965    |               |               |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 22.0           | 9,083,482           |                |           |             | 6,812,612     |               | 2,270,871     |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 23.0           | 36,333,929          |                |           |             | 16,148,413    |               | 20,185,516    |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 24.0           | 190,753,129         |                |           |             | 76,301,252    |               | 114,451,877   |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 25.0           | 545,008,939         |                |           |             | 163,502,682   |               | 381,506,258   |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 26.0           | 1,162,685,737       |                |           |             |               |               | 996,587,775   |             |               |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 27.0           | 1,453,357,172       |                |           |             |               |               | 436,007,151   |             | 1,017,350,020 |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 28.0           | 1,553,275,477       |                |           |             |               |               | 155,327,548   |             | 1,087,292,834 |             |             |            |            |            |           |     |    |
| 29.0           | 1,062,767,432       |                |           |             |               |               | 118,085,270   |             | 590,426,351   |             | 310,655,095 |            |            |            |           |     |    |
| 30.0           | 931,056,938         |                |           |             |               |               |               |             | 155,176,156   |             | 775,880,782 |            |            |            |           |     |    |
| 31.0           | 640,395,504         |                |           |             |               |               |               |             | 160,096,376   |             | 400,240,940 |            |            |            |           |     |    |
| 32.0           | 422,381,928         |                |           |             |               |               |               |             | 46,931,325    |             | 281,587,952 |            |            |            |           |     |    |
| 33.0           | 290,671,434         |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 145,335,717 |            |            |            |           |     |    |
| 34.0           | 286,129,693         |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 114,451,877 |            |            |            |           |     |    |
| 35.0           | 172,586,164         |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 51,775,849  |            |            |            |           |     |    |
| 36.0           | 109,001,788         |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 10,900,179  |            |            |            |           |     |    |
| 37.0           | 90,834,823          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 45,417,412  |            |            |            |           |     |    |
| 38.0           | 86,293,082          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 39.0           | 81,751,341          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 12,327,583  |            |            |            |           |     |    |
| 40.0           | 27,250,447          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 41.0           | 49,959,153          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 45,417,412  |            |            |            |           |     |    |
| 42.0           | 54,500,894          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 11,678,763  |            |            |            |           |     |    |
| 43.0           | 45,417,412          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 8,326,525   |            |            |            |           |     |    |
| 44.0           | 40,875,670          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 8,384,753   |            |            |            |           |     |    |
| 45.0           | 31,792,188          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 20,981,882  |            |            |            |           |     |    |
| 46.0           | 13,625,223          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 16,769,506  |            |            |            |           |     |    |
| 47.0           | 22,708,706          |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 48.0           | 4,541,741           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 4,192,376   |            |            |            |           |     |    |
| 49.0           | 4,541,741           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 27,250,447  |            |            |            |           |     |    |
| 50.0           | 9,083,482           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 51.0           | 4,541,741           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 16,769,506  |            |            |            |           |     |    |
| 52.0           | 4,541,741           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 4,192,376   |            |            |            |           |     |    |
| 53.0           | 9,083,482           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 4,192,376   |            |            |            |           |     |    |
| 54.0           |                     |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 55.0           | 4,541,741           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 56.0           |                     |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 57.0           | 4,541,741           |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 58.0           |                     |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 59.0           |                     |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| 60.0           |                     |                |           |             |               |               |               |             |               |             | 9,083,482   |            |            |            |           |     |    |
| TOTAL          | 9,483,155,544       |                | 1,513,914 | 288,501,491 | 2,224,422,266 | 3,223,371,025 | 2,445,084,202 | 709,447,004 | 208,199,737   | 162,988,617 | 120,494,223 | 56,411,586 | 15,698,121 | 17,182,921 | 9,840,439 |     |    |
| %              | 100.00              |                | 0.02      | 3.04        | 23.46         | 33.99         | 25.78         | 7.48        | 2.20          | 1.72        | 1.27        | 0.59       | 0.17       | 0.18       | 0.10      |     |    |
| L.PR.(cm)      | 29.4                |                | 19.0      | 24.2        | 26.2          | 28.1          | 30.5          | 33.8        | 38.1          | 40.5        | 42.8        | 44.8       | 46.0       | 51.1       | 55.5      |     |    |
| VARIANZA       | 17,553              |                |           | 1.773       | 1.393         | 1.573         | 3.01          | 3.38        | 4.869         | 7.513       | 9.352       | 13.043     | 8.533      | 8.952      | 4.40237   |     |    |
| PESO PR.(g)    | 277.2               |                | 73.378    | 149.261     | 188.386       | 230.610       | 294.776       | 398.675     | 564.521       | 679.079     | 798.218     | 913.221    | 982.589    | 1335.465   | 1682.520  |     |    |
| PESO PR.(ton)  | 2,640,000           |                | 111       | 43,062      | 419,051       | 743,343       | 720,753       | 282,839     | 117,533       | 110,682     | 96,181      | 51,516     | 15,425     | 22,947     | 16,557    |     |    |
| %              | 100.00              |                | 0.00      | 1.63        | 15.87         | 28.16         | 27.30         | 10.71       | 4.45          | 4.19        | 3.64        | 1.95       | 0.58       | 0.87       | 0.63      |     |    |
| VAR (N°)       | 1.24E+16            |                | 4.58E+12  | 8.45E+15    | 1.27E+17      | 2.10E+17      | 1.27E+17      | 1.77E+16    | 1.85E+15      | 1.08E+15    | 7.62E+14    | 3.34E+14   | 6.04E+13   | 7.02E+13   | 4.24E+13  |     |    |
| CV (N°)        | 0.01176             |                | 1.4140    | 0.3186      | 0.1604        | 0.1423        | 0.1456        | 0.1873      | 0.2063        | 0.2013      | 0.2291      | 0.3238     | 0.4951     | 0.4875     | 0.6614    |     |    |





#### 5.2.2.4 Varianza de la biomasa total

A fin de comparar los m3todos utilizados en la cuantificaci3n, se determin3 el coeficiente de variaci3n (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 s3lo representa la dispersi3n 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 variaci3n y error del estimado, obtenidos mediante la aplicaci3n de los diferentes m3todos propuestos se entregan en la **Tabla 19**.

**Tabla 19.** Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de jurel

| M3todo         | Varianza               |                        |                        | Coeficiente de variaci3n (%) |          |       |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|----------|-------|
|                | 5 - 200                | 201- 400               | TOTAL                  | 5 - 200                      | 201- 400 | TOTAL |
| Conglomerado   | $3,4138 \cdot 10^{11}$ | $7,4244 \cdot 10^{11}$ | $1,0867 \cdot 10^{12}$ | 69,06                        | 48,57    | 39,78 |
| Estrato        | $2,7671 \cdot 10^{11}$ | $1,8756 \cdot 10^{11}$ | $4,6722 \cdot 10^{11}$ | 62,18                        | 24,41    | 26,08 |
| Bootstrap      | $2,1943 \cdot 10^{11}$ | $2,6359 \cdot 10^{11}$ | $4,8607 \cdot 10^{11}$ | 55,37                        | 28,94    | 26,61 |
| Geoestadístico | $5,5266 \cdot 10^{10}$ | $3,2266 \cdot 10^{10}$ | $9,0568 \cdot 10^{10}$ | 26,68                        | 10,21    | 11,39 |

El m3todo geoestadístico presenta el coeficiente de variaci3n m3s bajo (26,68, 10,21 y 11,39%), indicando con ello una mayor precisi3n para el estimado de abundancia en la zona de estudio.



### 5.2.2.5 Varianza de la biomasa a la talla

En las **Tablas 20, 21 y 22** 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 de entregados en las tablas, muestran coeficientes de variación entre 0,13 a 1,00, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (25 a 31 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 20.** 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 |
|------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 21         | 2                   | 2,8087E+13                   | 0,73                    | 264.596                     | 0,73                    |
| 22         | 1                   | 8,2103E+13                   | 1                       | 1.012.389                   | 1                       |
| 23         | 2                   | 9,1728E+12                   | 0,73                    | 147.046                     | 0,73                    |
| 24         | 8                   | 4,9683E+14                   | 0,47                    | 10.222.740                  | 0,47                    |
| 25         | 39                  | 2,9251E+15                   | 0,33                    | 76.434.733                  | 0,33                    |
| 26         | 47                  | 2,3783E+15                   | 0,32                    | 78.194.964                  | 0,32                    |
| 27         | 119                 | 1,2922E+16                   | 0,29                    | 530.890.616                 | 0,29                    |
| 28         | 103                 | 1,7543E+16                   | 0,29                    | 890.245.356                 | 0,29                    |
| 29         | 80                  | 1,2369E+16                   | 0,30                    | 772.457.283                 | 0,30                    |
| 30         | 72                  | 1,1780E+16                   | 0,30                    | 894.926.685                 | 0,30                    |
| 31         | 54                  | 7,0364E+15                   | 0,31                    | 647.965.583                 | 0,31                    |
| 32         | 40                  | 4,3370E+15                   | 0,32                    | 480.703.058                 | 0,32                    |
| 33         | 30                  | 3,1789E+15                   | 0,33                    | 422.235.995                 | 0,33                    |
| 34         | 28                  | 2,4849E+15                   | 0,34                    | 392.992.711                 | 0,34                    |
| 35         | 15                  | 7,5262E+14                   | 0,39                    | 140.995.264                 | 0,39                    |
| 36         | 8                   | 5,1572E+14                   | 0,46                    | 113.999.507                 | 0,46                    |
| 37         | 8                   | 2,7373E+14                   | 0,49                    | 70.995.778                  | 0,49                    |

Cont.'



Continuación Tabla 20.

|              |            |            |      |             |      |
|--------------|------------|------------|------|-------------|------|
| 38           | 7          | 2,9079E+14 | 0,49 | 8.192.582   | 0,49 |
| 39           | 2          | 1,7535E+14 | 0,73 | 61.959.602  | 0,73 |
| 40           | 4          | 2,0887E+14 | 0,61 | 85.504.236  | 0,61 |
| 41           | 3          | 1,1972E+14 | 0,67 | 56.637.358  | 0,67 |
| 42           | 4          | 2,2251E+14 | 0,59 | 121.234.217 | 0,59 |
| 43           | 2          | 1,0004E+14 | 0,79 | 62.534.590  | 0,79 |
| 45           | 1          | 1,3165E+13 | 1    | 10.740.147  | 1    |
| 47           | 1          | 4,2881E+12 | 1    | 4.513.277   | 1    |
| 51           | 1          | 4,2881E+12 | 1    | 7.282.642   | 1    |
| 57           | 1          | 4,2881E+12 | 1    | 13.971.979  | 1    |
| <b>Total</b> | <b>682</b> |            |      |             |      |

**Tabla 21.** 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 | Coefficiente de Variación | Varianza Abundancia en peso | Coefficiente de Variación |
|------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 19         | 1                   | 5,6776E+09                   | 1                         | 30                          | 1                         |
| 20         | 1                   | 5,6776E+09                   | 1                         | 40                          | 1                         |
| 21         | 2                   | 9,1873E+10                   | 0,82                      | 864                         | 0,82                      |
| 22         | 1                   | 8,6011E+10                   | 1                         | 1.061                       | 1                         |
| 23         | 6                   | 1,7919E+11                   | 0,60                      | 2.879                       | 0,60                      |
| 24         | 34                  | 8,9294E+14                   | 0,64                      | 18.348.163                  | 0,64                      |
| 25         | 81                  | 4,4645E+15                   | 0,30                      | 116.705.816                 | 0,30                      |
| 26         | 209                 | 9,5394E+15                   | 0,20                      | 314.731.381                 | 0,20                      |
| 27         | 201                 | 1,1852E+16                   | 0,18                      | 48.986.685                  | 0,18                      |
| 28         | 239                 | 2,4739E+16                   | 0,13                      | 1265.983.003                | 0,13                      |
| 29         | 154                 | 1,3547E+16                   | 0,17                      | 853.771.696                 | 0,17                      |
| 30         | 133                 | 1,6340E+16                   | 0,16                      | 1245.985.495                | 0,16                      |
| 31         | 87                  | 1,0578E+16                   | 0,19                      | 976.906.294                 | 0,19                      |
| 32         | 53                  | 6,4070E+15                   | 0,24                      | 710.774.221                 | 0,24                      |
| 33         | 34                  | 4,0719E+15                   | 0,30                      | 541.067.611                 | 0,30                      |
| 34         | 35                  | 7,6230E+15                   | 0,24                      | 1207.452.628                | 0,24                      |
| 35         | 23                  | 2,7091E+15                   | 0,37                      | 507.606.687                 | 0,37                      |
| 36         | 16                  | 1,8085E+15                   | 0,44                      | 39.986.044                  | 0,44                      |
| 37         | 12                  | 9,0560E+14                   | 0,60                      | 234.811.070                 | 0,60                      |
| 38         | 12                  | 1,3413E+15                   | 0,54                      | 406.735.589                 | 0,54                      |
| 39         | 16                  | 1,3566E+15                   | 0,50                      | 481.140.602                 | 0,50                      |
| 40         | 2                   | 8,1562E+12                   | 0,71                      | 338.315                     | 0,71                      |

Cont.¹



Continuación Tabla 21.

|              |              |            |      |             |      |
|--------------|--------------|------------|------|-------------|------|
| 41           | 8            | 4,5681E+14 | 0,76 | 216.066.883 | 0,76 |
| 42           | 8            | 4,5638E+14 | 0,79 | 248.579.159 | 0,79 |
| 43           | 8            | 1,6392E+13 | 0,48 | 10.250.552  | 0,48 |
| 44           | 9            | 9,1057E+14 | 0,58 | 651.405.013 | 0,58 |
| 45           | 6            | 2,0364E+13 | 0,45 | 16.627.253  | 0,45 |
| 46           | 3            | 4,0799E+12 | 1    | 3.785.846   | 1    |
| 47           | 4            | 1,6298E+13 | 0,50 | 17.164.786  | 0,50 |
| 48           | 1            | 1,1734E+06 | 1    | 1           | 1    |
| 49           | 1            | 4,0799E+12 | 1    | 5.481.406   | 1    |
| 50           | 2            | 4,0799E+12 | 1    | 6.170.101   | 1    |
| 52           | 1            | 4,0799E+12 | 1    | 7.763.741   | 1    |
| 53           | 2            | 8,1562E+12 | 0,71 | 17.375.391  | 0,71 |
| 55           | 1            | 4,0799E+12 | 1    | 10.783.709  | 1    |
| <b>Total</b> | <b>1.406</b> |            |      |             |      |

**Tabla 22.** 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 |
|------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 19         | 1                   | 1,1390E+10                   | 1                       | 60                          | 1                       |
| 20         | 1                   | 1,1390E+10                   | 1                       | 80                          | 1                       |
| 21         | 4                   | 9,5996E+11                   | 0,56                    | 9088                        | 0,56                    |
| 22         | 2                   | 2,5775E+12                   | 0,872                   | 31223                       | 0,872                   |
| 23         | 8                   | 6,3433E+11                   | 0,47                    | 10233                       | 0,47                    |
| 24         | 42                  | 1,8464E+15                   | 0,58                    | 37953899                    | 0,58                    |
| 25         | 120                 | 1,0209E+16                   | 0,30                    | 266897814                   | 0,30                    |
| 26         | 256                 | 2,4445E+16                   | 0,22                    | 805761167                   | 0,22                    |
| 27         | 320                 | 3,2770E+16                   | 0,20                    | 1352345519                  | 0,20                    |
| 28         | 342                 | 8,3907E+16                   | 0,16                    | 4277782214                  | 0,16                    |
| 29         | 234                 | 3,9294E+16                   | 0,19                    | 2469230243                  | 0,19                    |
| 30         | 205                 | 4,9170E+16                   | 0,18                    | 3744352205                  | 0,18                    |
| 31         | 141                 | 2,8371E+16                   | 0,21                    | 2618198736                  | 0,21                    |
| 32         | 93                  | 1,5699E+16                   | 0,25                    | 1741426441                  | 0,25                    |
| 33         | 64                  | 9,3493E+15                   | 0,29                    | 1242447012                  | 0,29                    |
| 34         | 63                  | 1,8491E+16                   | 0,25                    | 2928023563                  | 0,25                    |
| 35         | 38                  | 5,8986E+15                   | 0,36                    | 1105265544                  | 0,36                    |
| 36         | 24                  | 3,8406E+15                   | 0,42                    | 849246091                   | 0,42                    |
| 37         | 20                  | 1,8698E+15                   | 0,56                    | 484853793                   | 0,56                    |
| 38         | 19                  | 2,7860E+15                   | 0,51                    | 844881400                   | 0,51                    |
| 39         | 18                  | 2,8249E+15                   | 0,49                    | 1002052436                  | 0,49                    |

Cont.'



Continuación Tabla 22

|              |              |            |      |            |      |
|--------------|--------------|------------|------|------------|------|
| 40           | 6            | 2,2531E+13 | 0,49 | 9226175    | 0,49 |
| 41           | 11           | 9,2979E+14 | 0,72 | 439812013  | 0,72 |
| 42           | 12           | 9,3204E+14 | 0,72 | 507697908  | 0,72 |
| 43           | 10           | 3,7529E+13 | 0,44 | 23470672   | 0,44 |
| 44           | 9            | 1,8664E+15 | 0,58 | 1335210931 | 0,58 |
| 45           | 7            | 4,3249E+13 | 0,44 | 35313323   | 0,44 |
| 46           | 3            | 8,1849E+12 | 1    | 7594968    | 1    |
| 47           | 5            | 3,3994E+13 | 0,49 | 35801188   | 0,49 |
| 48           | 1            | 2,3540E+06 | 1    | 3          | 1    |
| 49           | 1            | 8,1846E+12 | 1    | 10996262   | 1    |
| 50           | 2            | 8,1846E+12 | 1    | 12377996   | 1    |
| 51           | 1            | 1,2201E+12 | 1    | 207210     | 1    |
| 52           | 1            | 8,1846E+12 | 1    | 15574859   | 1    |
| 53           | 2            | 1,6538E+13 | 0,71 | 35230937   | 0,71 |
| 55           | 1            | 8,1846E+12 | 1    | 21633224   | 1    |
| 57           | 1            | 1,2201E+11 | 1    | 397539     | 1    |
| <b>Total</b> | <b>2.088</b> |            |      |            |      |

### 5.3 Distribución y composición del plancton

#### 5.3.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 19 grupos zooplanctónicos y una abundancia global para la zona de estudio de 7.561.184 individuos (**Tabla 23**).

En la zona de estudio, el plancton estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 69,64%, seguido por eufáusidos, quetognatos, larvas de cifonautas, sifonóforos, salpas y ostrácodos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,34 a 11,95%. Los grupos ctenóforos, isópodos, estomatópodos y doliólidos presenta los valor más bajo de dominancia (0.1 a 0,02%) (**Tabla 23**).



## **Copépodos**

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

Este grupo es el más abundante, al reunir una abundancia de 5.265.978 copépodos, que representa el 69,64% de la densidad total del área prospectada. Estuvo presente en todas las estaciones con valores de densidad mínima de 877 y máxima de 157.845, y un promedio general de 42.813 copépodos/1.000m<sup>3</sup> (**Tabla 23**).



**Tabla 23.** Cuadro comparativo de la abundancia, frecuencias de ocurrencia y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos determinados en los cruceros de otoño de 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003.

| Grupos Taxonómicos | 1997      |            |      |         |        |            |            | 1998      |            |        |         |        |            |            | 1999      |            |       |         |        |            |            | 2000      |            |      |        |        |            |            |  |
|--------------------|-----------|------------|------|---------|--------|------------|------------|-----------|------------|--------|---------|--------|------------|------------|-----------|------------|-------|---------|--------|------------|------------|-----------|------------|------|--------|--------|------------|------------|--|
|                    | N° Est.   | N° total   |      |         |        | Constancia | Dominancia | N° Est.   | N° total   |        |         |        | Constancia | Dominancia | N° Est.   | N° total   |       |         |        | Constancia | Dominancia | N° Est.   | N° total   |      |        |        | Constancia | Dominancia |  |
|                    | Positivas | Individuos | Min  | Max     | Prom   | (%)        | (%)        | Positivas | Individuos | Min    | Max     | Prom   | (%)        | (%)        | Positivas | Individuos | Min   | Max     | Prom   | (%)        | (%)        | Positivas | Individuos | Min  | Max    | Prom   | (%)        | (%)        |  |
| Copepodos          | 139       | 24.241,568 | 1029 | 839414  | 175664 | 100.00     | 73.82      | 149       | 14.155,576 | 20.882 | 518.866 | 95.004 | 100.00     | 76.06      | 117       | 10.549,287 | 6.275 | 485,742 | 90.165 | 100.00     | 73.37      | 110       | 8.196,195  | 6659 | 358011 | 74511  | 100.00     | 69.79      |  |
| Eufáusidos         | 125       | 830,073    | 64   | 79,224  | 6,641  | 89.93      | 2.53       | 143       | 405,886    | 33     | 50,587  | 2,838  | 95.97      | 2.18       | 111       | 1,085,627  | 34    | 135,474 | 9,780  | 94.87      | 7.55       | 104       | 283,499    | 35   | 39     | 3      | 94.55      | 2.41       |  |
| Ostrácodos         | 135       | 612,972    | 401  | 31,720  | 4,541  | 97.12      | 1.87       | 148       | 532,353    | 278    | 22,713  | 3,597  | 99.33      | 2.86       | 111       | 273,814    | 19    | 19,808  | 2,467  | 94.87      | 1.90       | 105       | 240,884    | 113  | 10,258 | 2,294  | 95.45      | 2.05       |  |
| Cladóceros         | 9         | 12,758     | 187  | 4,659   | 1,418  | 6.47       | 0.04       | 2         | 471        | 165    | 306     | 235    | 1.34       | 0.00       |           |            |       |         |        |            |            | 8         | 18,095     | 57   | 15,197 | 2,262  | 7.27       | 0.15       |  |
| Lar.Decápodos      | 128       | 580,110    | 108  | 56,717  | 4,532  | 92.09      | 1.77       | 142       | 338,822    | 60     | 27,399  | 2,386  | 95.30      | 1.82       | 117       | 381,410    | 31    | 38,642  | 3,260  | 100        | 2.65       | 108       | 385,053    | 57   | 36,755 | 3,565  | 98.18      | 3.28       |  |
| Artrópodos         | 18        | 25,598     | 37   | 15,110  | 1,422  | 12.95      | 0.08       | 17        | 3,400      | 53     | 569     | 200    | 11.41      | 0.02       | 73        | 26,003     | 31    | 1,926   | 356    | 62.39      | 0.18       | 88        | 62,825     | 64   | 3,320  | 714    | 80.00      | 0.53       |  |
| Estomatópodos      | 9         | 15,362     | 27   | 4,149   | 1,707  | 6.47       | 0.05       | 9         | 4,036      | 59     | 1,970   | 448    | 6.04       | 0.02       | 46        | 14,467     | 33    | 1,796   | 314    | 39.32      | 0.10       | 55        | 33,533     | 46   | 4,289  | 610    | 50.00      | 0.29       |  |
| Isópodos           | 0         | 0          |      |         |        |            |            | 0         | 0          |        |         |        |            |            | 0         | 0          |       |         |        |            |            | 0         | 0          |      |        |        |            |            |  |
| Medusas            | 115       | 365,809    | 102  | 50,019  | 3,181  | 82.73      | 1.11       | 95        | 38,713     | 33     | 1,761   | 408    | 63.76      | 0.21       | 92        | 41,481     | 32    | 3,595   | 451    | 78.63      | 0.29       | 99        | 127,957    | 57   | 7,747  | 1,292  | 90.00      | 1.09       |  |
| Sifonóforos        | 66        | 240,348    | 161  | 13,802  | 3,698  | 47.48      | 0.73       | 121       | 174,691    | 59     | 7,779   | 1,444  | 81.21      | 0.94       | 102       | 248,262    | 22    | 40,555  | 2,434  | 87.18      | 1.73       | 47        | 199,094    | 191  | 20,852 | 4,236  | 42.73      | 1.70       |  |
| Ctenóforos         | 13        | 48,504     | 101  | 21,810  | 3,731  | 9.35       | 0.15       | 7         | 1,048      | 53     | 400     | 150    | 4.70       | 0.01       | 21        | 4,017      | 18    | 899     | 191    | 17.95      | 0.03       | 24        | 7,637      | 77   | 797    | 318    | 21.82      | 0.07       |  |
| Quetognatos        | 138       | 2,536,209  | 538  | 70,950  | 16,378 | 99.28      | 7.72       | 149       | 1,421,293  | 1,151  | 39,863  | 9,539  | 100.00     | 7.64       | 117       | 969,171    | 181   | 37,046  | 8,284  | 100.00     | 6.74       | 109       | 1,299,636  | 907  | 60,872 | 11,925 | 99.09      | 11.07      |  |
| Poliquetos         | 106       | 139,857    | 67   | 8,884   | 1,319  | 76.26      | 0.43       | 128       | 70,935     | 53     | 4,567   | 554    | 85.91      | 0.38       | 102       | 47,271     | 19    | 3,638   | 463    | 87.18      | 0.33       | 98        | 84,600     | 55   | 5,272  | 863    | 89.09      | 0.72       |  |
| Pterópodos         | 128       | 402,909    | 257  | 26,840  | 3,148  | 92.09      | 1.23       | 139       | 330,829    | 53     | 43,924  | 2,380  | 93.29      | 1.78       | 100       | 75,525     | 25    | 7,742   | 755    | 85.47      | 0.53       | 107       | 168,208    | 95   | 11,846 | 1,572  | 97.27      | 1.43       |  |
| Salpes             | 99        | 474,078    | 81   | 27,394  | 4,838  | 71.22      | 1.44       | 58        | 35,546     | 76     | 2,459   | 613    | 38.93      | 0.19       | 60        | 41,569     | 53    | 5,393   | 693    | 51.28      | 0.29       | 83        | 161,121    | 57   | 8,854  | 1,941  | 75.45      | 1.37       |  |
| Doliólidos         | 119       | 1,159,101  | 129  | 131,925 | 9,740  | 85.61      | 3.53       | 111       | 691,743    | 59     | 61,802  | 6,232  | 74.50      | 3.72       | 97        | 125,477    | 31    | 25,878  | 1,294  | 82.91      | 0.87       | 84        | 101,381    | 48   | 13,501 | 1,207  | 76.36      | 0.86       |  |
| Apendicularias     | 117       | 610,690    | 49   | 71,121  | 5,220  | 84.17      | 1.86       | 112       | 202,776    | 5      | 13,635  | 1,810  | 75.17      | 1.09       | 104       | 330,066    | 37    | 55,529  | 3,174  | 88.89      | 2.30       | 95        | 215,071    | 46   | 15,011 | 2,264  | 86.36      | 1.83       |  |
| Radiolarios        | 95        | 377,380    | 216  | 46,359  | 3,972  | 68.35      | 1.15       | 119       | 116,852    | 60     | 3,734   | 982    | 79.87      | 0.63       | 102       | 125,199    | 41    | 6,292   | 1,227  | 87.18      | 0.87       | 89        | 76,896     | 64   | 4,500  | 864    | 80.91      | 0.65       |  |
| Larvas cifonautas  | 97        | 166,911    | 67   | 7,996   | 1,721  | 69.78      | 0.51       | 121       | 85,082     | 33     | 3,876   | 703    | 81.21      | 0.46       | 66        | 23,736     | 18    | 2,251   | 360    | 56.41      | 0.17       | 72        | 54,177     | 57   | 5,763  | 752    | 65.45      | 0.46       |  |
| Total Estaciones   | 139       |            |      |         |        |            |            | 149       |            |        |         |        |            |            | 117       |            |       |         |        |            |            | 110       |            |      |        |        |            |            |  |
| Total Individuos   |           | 32,840,237 |      |         |        |            |            |           | 18,610,052 |        |         |        |            |            |           | 14,362,384 |       |         |        |            |            |           | 11,716,064 |      |        |        |            |            |  |



**Tabla 23 (cont.)** Cuadro comparativo de las frecuencias de ocurrencia y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos determinados durante los cruceros de otoño de los años 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002.

| Grupos Taxonómicos | 2001              |                     |       |         |        |                |                | 2002              |                     |     |         |        |                |                | 2003              |                     |     |         |        |                |                |
|--------------------|-------------------|---------------------|-------|---------|--------|----------------|----------------|-------------------|---------------------|-----|---------|--------|----------------|----------------|-------------------|---------------------|-----|---------|--------|----------------|----------------|
|                    | N° Est. Positivas | N° total Individuos | Min   | Max     | Prom   | Constancia (%) | Dominancia (%) | N° Est. Positivas | N° total Individuos | Min | Max     | Prom   | Constancia (%) | Dominancia (%) | N° Est. Positivas | N° total Individuos | Min | Max     | Prom   | Constancia (%) | Dominancia (%) |
| Copépodos          | 106               | 9,456,376           | 3,033 | 402,876 | 89,211 | 100.00         | 75.44          | 124               | 3,664,945           | 578 | 215,072 | 59,103 | 100.00         | 63.85          | 123               | 526,978             | 877 | 157,845 | 42,813 | 100.00         | 69.64          |
| Eufáusidos         | 74                | 453,794             | 78    | 73,635  | 6,132  | 69.81          | 3.62           | 122               | 138,043             | 4   | 10,530  | 2,262  | 98.39          | 2.41           | 117               | 90,324              | 5   | 274,709 | 7,722  | 95.12          | 11.95          |
| Ostrácodos         | 103               | 315,889             | 40    | 14,515  | 3,067  | 97.17          | 2.52           | 118               | 158,142             | 64  | 4,711   | 2,679  | 95.16          | 2.76           | 113               | 101,497             | 36  | 5,517   | 898    | 91.87          | 1.34           |
| Cladóceros         |                   |                     |       |         |        |                |                | 0                 | 0                   |     |         |        |                |                |                   |                     |     |         |        |                |                |
| Lar.Decápodos      | 33                | 39,559              | 48    | 17,273  | 1,199  | 31.13          | 0.32           | 98                | 179,683             | 18  | 13,891  | 3,667  | 79             | 3.13           | 56                | 35,669              | 9   | 7,392   | 637    | 45.53          | 0.47           |
| Anfípodos          | 62                | 27,093              | 33    | 5,830   | 437    | 58.49          | 0.22           | 64                | 15,096              | 16  | 1,231   | 464    | 51.61          | 0.26           | 61                | 12,763              | 15  | 2,761   | 209    | 49.59          | 0.17           |
| Estomatópodos      | 26                | 8,641               | 33    | 1,699   | 332    | 24.53          | 0.07           | 67                | 13,071              | 16  | 3,138   | 384    | 54.03          | 0.23           | 13                | 2,107               | 9   | 454     | 162    | 10.57          | 0.03           |
| Isópodos           | 0                 | 0                   |       |         |        |                |                | 18                | 3,635               | 32  | 739     | 383    | 14.52          | 0.06           | 31                | 4,046               | 12  | 1,057   | 131    | 25.20          | 0.05           |
| Medusas            | 75                | 74,725              | 69    | 10,617  | 996    | 70.75          | 0.60           | 104               | 34,313              | 16  | 3,138   | 654    | 83.87          | 0.60           | 88                | 9,014               | 57  | 12      | 16,216 | 1023.00        | 1.19           |
| Sifonóforos        | 99                | 110,891             | 34    | 5,830   | 1,120  | 93.40          | 0.88           | 121               | 91,578              | 30  | 3,518   | 1,511  | 97.58          | 1.60           | 103               | 117,823             | 11  | 11,475  | 1,144  | 83.74          | 1.56           |
| Ctenóforos         | 60                | 19,643              | 33    | 4,079   | 327    | 56.60          | 0.16           | 28                | 5,237               | 27  | 1,927   | 361    | 22.58          | 0.09           | 44                | 7,785               | 12  | 2,801   | 177    | 35.77          | 0.10           |
| Quetognatos        | 103               | 817,986             | 576   | 31,529  | 7,942  | 97.17          | 6.53           | 124               | 658,382             | 70  | 34,272  | 383    | 100.00         | 11.47          | 122               | 579,158             | 131 | 25,876  | 4,747  | 99.19          | 7.66           |
| Poliquetos         | 79                | 33,214              | 34    | 3,681   | 420    | 74.53          | 0.26           | 108               | 29,974              | 25  | 2,048   | 550    | 87.10          | 0.52           | 79                | 36,968              | 5   | 12,111  | 468    | 64.23          | 0.49           |
| Pterópodos         | 101               | 173,407             | 34    | 36,148  | 1,717  | 95.28          | 1.38           | 121               | 178,969             | 37  | 14,160  | 2,958  | 97.58          | 3.12           | 92                | 58,715              | 12  | 3,486   | 638    | 74.80          | 0.78           |
| Salpas             | 68                | 420,653             | 34    | 209,705 | 6,186  | 64.15          | 3.36           | 2                 | 161                 | 72  | 89      | 107    | 1.61           | 0.00           | 15                | 108,142             | 51  | 66,898  | 7,209  | 12.20          | 1.43           |
| Doliólidos         | 78                | 371,830             | 33    | 82,119  | 4,767  | 73.58          | 2.97           | 43                | 257,395             | 42  | 52,965  | 11,700 | 34.68          | 4.48           | 19                | 1,793               | 12  | 224     | 94     | 15.45          | 0.02           |
| Apendicularias     | 73                | 76,422              | 34    | 15,764  | 1,047  | 68.87          | 0.61           | 101               | 180,889             | 24  | 18,000  | 3,547  | 81.45          | 3.15           | 52                | 62,727              | 24  | 17,053  | 1,206  | 42.28          | 0.83           |
| Radiolarios        | 76                | 69,544              | 40    | 6,200   | 915    | 71.70          | 0.55           | 95                | 65,937              | 62  | 2,710   | 1,375  | 76.61          | 1.15           | 71                | 16,847              | 24  | 1,100   | 237    | 57.72          | 0.22           |
| Larvas cifonautas  | 89                | 65,596              | 69    | 9,912   | 737    | 83.96          | 0.52           | 103               | 58,327              | 48  | 4,411   | 1,130  | 83.06          | 1.02           | 92                | 121,447             | 41  | 4,915   | 1,320  | 74.80          | 1.61           |
| Total Estaciones   | 106               |                     |       |         |        |                |                | 124               |                     |     |         |        |                |                | 60,000            |                     |     |         |        |                |                |
| Total Individuos   |                   | 12,535,263          |       |         |        |                |                |                   | 573,377             |     |         |        |                |                |                   | 7,561,184           |     |         |        |                |                |



Al comparar los distintos a1os, los copépodos muestran una paulatina disminuci3n en sus niveles de abundancia entre 1997 a 2001, con tasas de cambio negativas respecto al 2003, iguales a 79, 63, 50, 36, y 44%, respectivamente (**Tabla 23**). Para el 2002 -2003, se incrementa la abundancia en un 44% concentrando en ambos períodos de oto1o las mayores categorías de densidad en el sector centro del área de estudio

### **Eufaúsidos**

Los eufaúsidos se constituyeron en el segundo grupo de relevancia cuantitativa a diferencias de a1os anteriores, registrando su presencia el 95,12 % de las estaciones y la más alta dominancia registrada entre 1997 a 2002 (11,95%). En este sentido, la frecuencia de estaciones colonizadas supero el 90% observado a través del tiempo, con excepción del a1o 2001 (69,81%). La abundancia total de 903.524 individuos, exhibe valores extremos de 5 y 274.708 y un promedio general de 7.722 ind/1.000 m<sup>3</sup> (**Tabla 23**).

Comparado con cruceros precedentes realizados en la misma época y área de estudio, la abundancia relativa de eufaúsidos obtenida en oto1o de 2003 se inserta como la segunda más relevante después de 1999 (1.085.627 ind), exhibiendo una tasa de cambio de 84,70% respecto del a1o 2002 (**Tabla 23**).

### **Quetognatos**

Durante el presente estudio los quetognatos se registraron en el 99 % de las estaciones y cuantitativamente secundan en importancia a los eufaúsidos y en



términos de constancia y dominancia numérica clasifican como un grupo dominante (**Tabla 23**).

Este tercer grupo de importancia cuantitativa, alcanzó una densidad de 579.158 individuos, lo que equivale a una dominancia de 7,66% respecto del total (**Tabla 23**), con un 99% de ocurrencia en las estaciones y con valores mínimos y máximos de 131 y 25.876 quetognatos/1.000 m<sup>3</sup>.

Este grupo ha estado presente sobre un 97 % de las estaciones realizadas en la zona de estudio, entre 1997 al 2002. Su baja densidad promedio (4.747 quetognatos/1.000 m<sup>3</sup>) indica un descenso paulatino en la serie 1997-2003, que representó variaciones negativas de 77, 59, 40, 55, 29 y 12 %, respecto al período (**Tabla 23**).

### **Sifonofóros**

Los sifonóforos ocupó el quinto lugar en abundancia y aportan a la dominancia con un 1,56%, encontrándose presente en el 83,74 % de las estaciones analizadas, con un total de 117.823 individuos y densidades mínima, máxima y promedio por estación de; 11, 11.475 y 1.144 sifonóforos /1.000 m<sup>3</sup>.

Respecto a años anteriores, este grupo presenta valores altos en 1997-2000, en tanto bajos valores se registraron para 2001-2002 (**Tabla 23**). En este sentido, la abundancia de este año representó una incremento de 6,25 y 28,65% respecto al los dos últimos años.



## Salpas

Este grupo sigue en importancia numérica a los sifon3foros, con una abundancia total de 108.142 individuos. Su densidad vari3 desde 51 como m3nimo hasta 66,89 como m3ximo, centrado en un valor medio de 7.203 salpas/1.000 m<sup>3</sup> (**Tabla 23**). Grupo de muy baja constancia (12,20%) y con un 99% de la densidad localizado en el sector norte donde la presencia de jurel fue m3nima.

## Ostr3codos

Los ostr3codos que son un grupo importante en la dieta de jurel, se distribuyeron en toda la zona de estudio con una abundancia de 101.497 individuos y una densidad promedio de 898 ostr3codos/1.000 m<sup>3</sup> por estaci3n. La constancia fue de 91,87%, con lo cual mantiene la caracter3stica de valores superiores al 95 % observado a trav3s de los distintos a3os, sin embargo, la baja dominancia (1.34%) de este grupo lo sitúa en el s3ptimo lugar de importancia (**Tabla 23**).

### 5.3.2 Distribuci3n del zooplancton

#### Cop3podos

Las mayores densidades promedio (63.274 y 157.845 ind/1000m<sup>3</sup>) fueron detectadas principalmente entre Talcahuano y punta Estanquilla (42° 25'LS) (**Figura 11a**). Respecto a la distancia de la costa, los cop3podos exhiben en general una tendencia general ascendente hacia las estaciones m3s oce3nicas, y en particular sus densidades promedio se incrementan desde la l3nea de estaciones de las 25, 100 y 200 mn hacia mar afuera (**Figura 11a**), destacando dos focos importantes a 260 y



400 mn frente puerto Saavedra y punta Estanquilla. En la costa prevalecen bajos niveles de densidad.

### **Eufáusidos**

En la zona de estudio dominaron densidades de eufáusidos categorizadas dentro del rango 66 a- 1386 eufáusidos/1.000m<sup>3</sup>, concentrada en el 95,12% de las estaciones, los cuales se distribuyeron principalmente dentro de las primeras 200 y 400 mn en la zona de estudio (**Figura 11b**).

Al igual que el 2002, las mayores concentraciones de eufáusidos se registraron en el sector central, consignando el 85,40% del total y densidades que fluctuaron entre 1.387 a 274.708 eufáusidos/1.000m<sup>3</sup>. Destacando las altas concentraciones ubicadas a 10 y 130 mn, al sur de punta Morguilla (37° 55'LS), punta Nena (38°20'LS) y punta Nigue (39° 10'LS).

Las altas densidades estuvieron asociadas a la costa, dentro de las primeras 10 mn (10mn), disminuyendo hasta llegar a un valor mínimo en las 50 mn, exceptuando densidades máximas de 18.864 individuos a 260 mn frente a puerto Saavedra, que se corresponden con el sector de mayor concentración de jurel en la zona de estudio. En este sentido, si bien es cierto la mayor abundancia de jurel estuvo en el sector oceánico y los eufáusidos se concentraron en la costa, entre los 40° a 41°LS y 76° a 81° W la escasa presencia de eufáusidos coincidió con una ausencia del recurso, mientras que por sobre los 81W, donde se registraron concentraciones importantes de jurel la densidades de eufáusidos eran superiores, lo cual se explicaría por el proceso de predaci3n del recurso sobre este grupo, al ser este un ítem relevante el la dieta de jurel en la zona de estudio



Lo anterior corresponde a lo observado en el 2002, donde los cuatro intervalos de máxima densidad de eufáusidos se agruparon con mayor frecuencia en la zona donde se detectó jurel, concentrando aquí un alto número de individuos, mientras que por fuera de esta zona, el predominio de bajas densidades fue mayor ( $>65$  eufáusidos/1.000m<sup>3</sup>).

### **Quetognatos**

Este grupo estuvo presente en la toda la zona de estudio, con niveles de densidades bastante homogéneas al encontrar las categorías 1.387 – 11.373 en el 69% de las estaciones. En este sentido, el 45 % del total de quetognatos se ubicó en el sector centro del área de estudio, registrando frente a Talcahuano valores máximos de densidad (11.471 – 25.876) entre las 25 a 160 mn, mientras que desde San Antonio a puerto Saavedra, la distribución de quetognatos no sobrepasó las 100 de la costa (**Figura 11c**).

Respecto a los años anteriores, las densidades altas de quetognatos entre 27.734 a 62.950 ind/1.000 m<sup>3</sup> se registraron desde Valparaíso a Pto. Saavedra, para los años 1997, 1998 y 2000. A partir de este período, las altas densidad disminuyeron a sólo dos focos frente a Pta. Rocura en el 2001 y uno a la cuadra de San Antonio y Talcahuano en el 2002 y 2003, evidenciando una disminución paulatina de la abundancia de quetognatos en la zona de estudio.

Asimismo, este año no se observó mayor frecuencia de los focos de densidad en la zona de concentración de jurel como lo registrado el 2002.



## Sifon3foros

Espacialmente este grupo no presenta una marcada concentraci3n en el sector donde se detect3 el jurel, como se observ3 durante la prospecci3n del 2002, sin mas bien, los altos niveles de densidad se verifican desde Talcahuano hasta punta Nigue, sin sobrepasar las 100 mn de la costa, exceptuando a la cuadra de Talcahuano donde la alta densidad alcanza las 160 mn con su m3ximo valor de 11.475 sifon3foros/1.000 m<sup>3</sup> a 75 mn. En general este grupo no sobrepasa las 200 mn de la costa, con densidad (**Figura 12a**).

## Salpas

Este grupo se distribuy3 preferentemente en el sector norte donde no se present3 el fuerte de la abundancia de jurel, registrando en esta zona sus densidades m3s altas y concentrando el 99,9% de la densidad total. S3lo se constata su presencia en focos con rango de 51 a 66.898 salpas/1.000 m<sup>3</sup> y donde destacan valores m3ximos de 12.465 y 66.898 individuos a 100 y 75 mn de punta Toro (33° 45'LS) y punta Sirena (34° 35'LS) (**Figura 12b**).

## Octr3codos

En general la distribuci3n de las altas densidades no se corresponden con los sectores donde el recurso se concentr3, en este sentido no sobrepas3 las 200 mn y se agrup3 preferentemente al norte (21,3% y centro (54,00%) de la zona de estudio. Destacan altas densidades localizadas al sur de punta Morguilla (5.517 ind) y punta Nigue (4.261 ind). Hacia el sur, focos de menor abundancia comienzan a ser m3s frecuentes (**Figura 12c**)

En esta distribuci3n de abundancia predomin3 los niveles de densidad entre 1.387 a 4.243 octr3codos, lo que coincide con lo registrado durante el 2002, sin embargo, en



término absoluto la abundancia en número representa una merma de un 35,8%, respecto al año pasado.

### 5.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

La uniformidad presente durante la prospección mostró que el 72,4% 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 entre las 260 a 400 mn desde puerto Saavedra a punta Estanquilla, sector donde se concentra principalmente el recurso jurel.

El índice de sobreposición de Horn que permite ver diversidad específica entre pares de muestras, fluctuó entre 0,411 y 0,9991. El mayor porcentaje de los pares de grupos mostró valores cercanos a 1, indicando una similar diversidad específica entre ellos y sólo dos pares exhibieron valores de sobreposición menores a 0,5.

El índice de similitud de Winer indicó para el período de otoño del 2003, 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 74,5 % entre quetognatos y sifonóforos **Figura 13**).



### 5.3.4 Biomasa zooplanct3nica

En otoño del 2003 y con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los volúmenes de desplazamiento húmedo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1000m<sup>3</sup> de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensión individual muestran un amplio rango de variaci3n, que fluctúa entre 3 y 890 ml/1000m<sup>3</sup> con un valor promedio de 103, predominando los biovolúmenes categorizados dentro de los intervalos 34-100, el que representa un 38,2% de la biomasa total (**Figura 14**).

La distribuci3n espacial de la biomasa señal3 que las mayores abundancias se localizaron principalmente en el sector costero, desde el sur de Topocalma (35° 40'LS) hasta puerto Saavedra, no sobrepasando las 20 mn. En tanto frente a punta Sirena estas se situaron entre las 50 a 70 mn de la costa. El rango de densidades 101 –300, estuvo presente en todo el rango latitudinal de la zona prospectada y se ubic3 en la franja costera, disminuyendo de manera importante por sobre las 160 mn a la cuadra de puerto Saavedra.

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante el 2001 y 2002, se determina que la biomasa zooplanct3nica promedio en el otoño de 2003 (103 ind/1000 m<sup>3</sup>), es bastante similar a la registrada el 2001 (109 ind/1000 m<sup>3</sup>) y levemente mayor en un 10,7% al 2002 (93 ind/1000 m<sup>3</sup>), manteniendo una estabilidad en la zona de estudio, frente a la tendencia de reducci3n de la biomasa observada desde 1998, donde se registraron valores de 3.016 ind/1000m<sup>3</sup> (1998), 161 ind/1000m<sup>3</sup> (1999) y 84 ind/1000m<sup>3</sup> (2000).



## **5.4 Fauna acompa1ante y proporciones en las pesca de identificaci3n**

### **5.4.1 Pesca Comparativa**

La evaluaci3n hidroacústica se realiz3 con tres embarcaciones B/C “Abate Molina” y los PAM “Don Julio” y “Líder”, de propiedad de Pesquera “San José” SA y “El Quillay” S.A.

La pesca comparativa entre las embarcaciones no se llev3 a cabo, en atenci3n a que estos estudios se realizaron durante el a1o 2000 y 2001. Al participar el PAM “Don Julio” y “Líder” en la prospecci3n de evaluaci3n 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 consider3 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, direcci3n y hora, así como la igualdad en los tiempos de arrastre, velocidad y tama1o de malla en el túnel y copo. En atenci3n a la ausencia de recurso en el sector cubierto por el PAM “Don Julio”, a continuaci3n se entregará los resultados del estudio de pesca comparativa realizada entre B/C “Abate Molina” y PAM “Líder”.

El análisis de la informaci3n se realiz3 en dos direcciones; en la primera, se compar3 cuatro pares de lances donde se obtuvo simultaneidad en el espacio y tiempo; y en la segunda, se agrup3 para la zona la informaci3n total de ambas embarcaciones.



Los resultados de la prueba de D3cima de Heterogeneidad Generalizada (DHG), aplicada a las distintas estructuras de tallas registradas en los lances de arrastre comparativo se presentan en la **tabla 24**.

**Tabla 24.** Chi cuadrado de la prueba estadística DHG para ambas embarcaciones

|        | B/I "Abate Molina"        | PAM "L3der"               | Valor de Chi                          |
|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Lances | $\chi_{\text{calculado}}$ | $\chi_{\text{calculado}}$ | $\chi_{\text{cr3tico}} (\alpha=0,05)$ |
| 1      | 5,44                      | 8,33                      | 18                                    |
| 2      | 16,99                     | 14,86                     | 19                                    |
| 3      | 15,94                     | 11,67                     | 19                                    |
| 4      | 2,62                      | 56,92                     | 19                                    |
| TOTAL  | 26,46                     | 18,62                     | 28                                    |

Los resultados indican que no 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, raz3n por lo cual es posible adicionar la informaci3n del B/C "Abate Molina" y PAM "L3der".

El rechazo a la igualdad de las distribuciones en el lance 4 se explicar3a por el bajo n3mero de ejemplares obtenidos en el lance del B/C "Abate Molina" (24 ejemplares), a diferencia de PAM "L3der" (233 ejemplares).

#### 5.4.2 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se efectuaron 17 lances de pesca, cuya posici3n geogr3fica se muestra en la **Figura 5**. En el B/C "Abate Molina" la red de arrastre registr3 altas en el centro de la relinga superior de 20 a 30 m, en tanto para el PAM "L3der" 3sta fluctu3 entre 40 a 50 m. Los lances de pesca cubrieron profundidades que van desde los 25



a 130 m, con tiempos de arrastres que oscilaron entre 20 a 97 minutos, a velocidades de arrastre entre 3,3 a 4,6 nudos.

En la **tablas 25 y 26** 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 14.952,45 kg en 17 lances de pesca, de las cuales 13.068,27 kg corresponde a jurel y 1.884,18 kg a fauna asociada compuestas por otras especies. El esfuerzo aplicado con las dos embarcaciones fue de 13 horas y 22 minutos de arrastre, con un rendimiento estandarizado promedio de 1.118,64 kg/hora para la pesca total y de 977,68 kg/hora de pesca para jurel.



**Tabla 25.** 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)    |               |               |               |         |               |                 | Contribuci3n Fauna |
|--------------|-----------|----------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------------|-----------------|--------------------|
|              |           |          | Jurel            | Jibia         | Caballa       | Sierra        | Reineta | Captura Fauna | Captura Total   |                    |
| 1            | A. Molina | 02-06-03 |                  |               |               |               |         |               |                 |                    |
| 2            | A. Molina | 06-06-03 |                  |               |               |               |         |               |                 |                    |
| 3            | A. Molina | 07-06-03 | 39,41            |               | 0,59          |               |         |               | 0,59            | 40,00              |
| 4            | A. Molina | 07-05-03 | 61,36            |               | 1,64          |               |         |               | 1,64            | 63,00              |
| 5            | A. Molina | 08-06-03 |                  | 720,00        |               |               |         |               | 720,00          | 720,00             |
| 6            | A. Molina | 17-05-03 | 7.583,50         |               | 416,50        |               |         |               | 416,50          | 8.000,00           |
| 7            | A. Molina | 12-06-03 | 0,50             | 3,50          |               |               |         |               | 3,50            | 4,00               |
| 8            | A. Molina | 12-06-03 | 301,00           |               | 44,40         | 1             |         |               | 45,60           | 346,40             |
| 9            | A. Molina | 13-06-03 | 2920,00          |               | 105,00        |               |         |               | 105,00          | 3.025,00           |
| 10           | A. Molina | 14-06-03 | 69,00            |               | 0,80          |               |         |               | 0,80            | 69,80              |
| 11           | A. Molina | 14-06-03 | 1.555,50         |               | 85,40         |               |         | 5,35          | 90,75           | 1.646,25           |
| 12           | A. Molina | 16-06-03 | 320,00           |               |               |               |         |               | 0,00            | 320,00             |
| 13           | L3der     | 10-06-03 | 200,00           |               |               |               |         |               | 0,00            | 200,00             |
| 14           | L3der     | 06-06-03 |                  |               |               |               |         |               |                 |                    |
| 15           | L3der     | 07-06-03 |                  |               |               |               |         |               |                 |                    |
| 16           | L3der     | 08-06-03 | 18,00            |               |               | 500,00        |         |               | 500,00          | 518,00             |
| 17           | L3der     | 08-06-03 |                  |               |               |               |         |               |                 |                    |
| <b>TOTAL</b> |           |          | <b>13.068,27</b> | <b>723,50</b> | <b>723,50</b> | <b>501,00</b> |         | <b>5,35</b>   | <b>1.884,18</b> | <b>14.952,45</b>   |

Jibia *Dosidicus gigas* (4.84%), caballa *Scomber japonicus* (4,37%), sierra *Thyrsites atun* (3,35%), y reineta *Brama australis* (0,03%)



**Tabla 26.** Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM Don Julio y Líder.

| Lance        | Barco     | Fecha    | CAPTURAS (kg)    |                 |               |              |              |               | Captura Total    | Contribución Fauna |
|--------------|-----------|----------|------------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------|--------------------|
|              |           |          | Jurel            | Caballa         | Sierra        | Jibia        | Reineta      | Captura Fauna |                  |                    |
| 1            | A. Molina | 02-06-03 |                  |                 |               |              |              |               |                  |                    |
| 2            | A. Molina | 06-06-03 |                  |                 |               |              |              |               |                  |                    |
| 3            | A. Molina | 07-06-03 | 160,00           | 2,00            |               |              |              | 2,00          | 162,00           | 1,23               |
| 4            | A. Molina | 07-05-03 | 202,00           | 4,00            |               |              |              | 4,00          | 206,00           | 1,94               |
| 5            | A. Molina | 08-06-03 |                  |                 |               | 60,0         |              | 60,00         | 60,00            | 100,00             |
| 6            | A. Molina | 17-05-03 | 29.968,00        | 1.026,00        |               |              |              | 1.026,00      | 30.994,00        | 3,31               |
| 7            | A. Molina | 12-06-03 | 2,00             |                 |               | 1,00         |              | 1,00          | 3,00             | 33,33              |
| 8            | A. Molina | 12-06-03 | 1.063,00         | 175,00          | 2,00          |              |              | 177,00        | 1.240,00         | 14,27              |
| 9            | A. Molina | 13-06-03 | 8.339,00         | 300,00          |               |              |              | 300,00        | 8.639,00         | 3,47               |
| 10           | A. Molina | 14-06-03 | 340,00           | 2,00            |               |              |              | 2,00          | 342,00           | 0,58               |
| 11           | A. Molina | 14-06-03 | 7.442,00         | 244,00          |               |              | 15,00        | 259,00        | 7.701,00         | 3,36               |
| 12           | A. Molina | 16-06-03 | 955,00           |                 |               |              |              |               | 955,00           |                    |
| 13           | Líder     | 10-06-03 | 1.524,00         |                 |               |              |              |               | 1.524,00         |                    |
| 14           | Líder     | 06-06-03 |                  |                 |               |              |              |               |                  |                    |
| 15           | Líder     | 07-06-03 |                  |                 |               |              |              |               |                  |                    |
| 16           | Líder     | 08-06-03 | 26,00            |                 | 376,00        |              |              | 376,00        | 402              | 93,53              |
| 17           | Líder     | 08-06-03 |                  |                 |               |              |              |               |                  |                    |
| <b>TOTAL</b> |           |          | <b>50.021,00</b> | <b>1.753,00</b> | <b>378,00</b> | <b>61,00</b> | <b>15,00</b> | <b>2.207</b>  | <b>52.228,00</b> |                    |

caballa *Scomber japonicus* (3,35%), sierra *Thyrsites atun* (0,72%), Jibia *Dosidicus gigas* (0,11%), y reineta *Brama australis* (0,03%)



### 5.4.3 Proporción y composición fauna acompañante

El 87,39% de lo capturado correspondió a jurel en 11 lances de pesca, con pesca, mientras que en 10 lances hubo fauna acompañante que representó el 12,61% de la captura total. Las especies presentes fueron: Jibia ***Dosidicus gigas*** (4,84%), caballa ***Scomber japonicus*** (4,37%), sierra ***Thyrsites atun*** (3,35%), y reineta ***Brama australis*** (0,03%).

El alto volumen de jibia registrado en el estudio, se explica principalmente por la captura de sólo un lance de pesca (5), el cual con su aporte dan cuenta del 4,84 % 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, y sus volúmenes en las capturas la ubican como la segunda especie importante, con un fuerte incremento de su aporte respecto al 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 18 a 34 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 22 cm y una secundaria en 20 cm. Esta distribución bimodal no difiere de lo observado durante el año pasado, donde la distribución en esta especie presentó moda en 22 y 20 cm con ejemplares de tallas que fluctuaron entre 17 a 34 cm. 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. En cuanto al peso, esta especie tuvo asociado pesos menores con un valor promedio de 150 gr que es inferior a lo registrado el 2000 y 2001, de 260 y 388 gr, respectivamente.



## **5.5 Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n 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 grafic3 la batimetría de la zona de estudio (**Figura 15**). 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 1000 m de profundidad, destacando el carácter oceánico del crucero de prospecci3n.

### **5.5.2 Condiciones meteorol3gicas**

Las mediciones de las variables meteorol3gicas medidas en este estudio, *i.e.*, direcci3n e intensidad del viento, temperatura del aire y presi3n atmosf3rica, fueron registradas en las embarcaciones y estn resumidas en la **Tabla 27**.

La temperatura del aire registrada durante el período de prospecci3n, muestra la variaci3n latitudinal existente entre los diferentes sectores evaluados. En el sector norte, la temperatura del aire revel3 un rango de variaci3n entre los 10 y 19°C, con un valor promedio de  $13,9 \pm 2,1^\circ\text{C}$ , valores significativamente mayores a los registrados en los sectores central y sur del área prospectada, los que presentaron un valor promedio de  $11,8 \pm 1,2^\circ\text{C}$  (9-14°C) y  $12,2 \pm 2,3^\circ\text{C}$  (7-16°C), respectivamente. La variaci3n temporal diaria de la temperatura del aire para el período de crucero se presenta en la **Figura 16a, b y c**.



La **Figura 16d e y f** presentan las variaciones temporales de la presi3n atmosf3rica para todo el per3odo de prospecci3n. En el sector norte, la presi3n atmosf3rica tuvo un rango de variaci3n entre 1009,6 y 1028,3 mB ( $1018,6 \pm 5,23$  mB), con ausencia de eventos claros de mal tiempo, a excepci3n del decremento de la presi3n atmosf3rica observado entre el 6 y el 9 de junio de 2003, donde se alcanza los 1010,0 mB. Esta distribuci3n temporal contrasta claramente con lo reportado para las regiones central y sur (**Figura 16e y f**, respectivamente), donde destaca la fuerte disminuci3n de la presi3n atmosf3rica entre el d3a 7 y 15 de Junio de 2003 revelando eventos sostenidos de mal tiempo durante la segunda mitad del per3odo de observaciones. En el sector central la presi3n atmosf3rica fluctu3 entre los 1005,0 y los 1034,5 mB ( $1019,1 \pm 8,19$  mB), en tanto que en el sector sur esta variable tuvo un valor promedio de  $1020,3 \pm 12,5$  mB y un rango de variaci3n entre los 1001,9 y los 1041,0 mB.

La **Figuras 16g, h y i** muestran la evoluci3n temporal de la rapidez del viento en la regi3n de estudio. En el sector norte la rapidez del viento tuvo un promedio de  $9,3 \pm 5,5$  nudos (rango entre 1 y 22 nudos), situaci3n distinta a lo registrado en las estaciones del sector central ( $16,5 \pm 5,9$  nudos, rango entre 1 y 25 nudos) y el sector sur ( $13,9 \pm 7,0$  nudos, rango entre 2 y 30 nudos). Por otra parte, la **Figura 16j, k y l** presentan la rosa de vientos de 16 puntas para la evaluaci3n de la direcci3n del viento en los tres sectores evaluados, destacando la dominancia de vientos de los cuadrantes norte, lo que fue particularmente v3lido para el sector central donde los vientos soplaron en m3s del 85% de las observaciones desde los cuadrantes NNE (48,9%) y NE (37,8%).

Asimismo, la **Figura 17** muestra la variaci3n espacial de la magnitud y direcci3n del viento durante el 3rea y per3odo de estudio, corroborando las mayores intensidades de vientos del norte, vinculadas con los sectores central y sur del



área de estudio, revelando condiciones de mal tiempo atmosférico durante el período de observaciones.

**Tabla 27** 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) |
|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Zona norte</b>  |                              |                            |                           |                   |
| 02/06/2003         | 137,30                       | 7,80                       | 10,80                     | 1027,60           |
| 03/06/2003         | 213,00                       | 10,00                      | 13,00                     | 1020,10           |
| 04/06/2003         | 339,00                       | 3,00                       | 15,00                     | 1012,90           |
| 05/06/2003         | 234,00                       | 8,00                       | 13,60                     | 1021,80           |
| 06/06/2003         | 162,00                       | 15,00                      | 10,00                     | 1027,40           |
| 07/06/2003         | 147,30                       | 6,50                       | 13,00                     | 1020,00           |
| 08/06/2003         | 227,50                       | 4,80                       | 14,80                     | 1014,00           |
| 09/06/2003         | 25,30                        | 19,00                      | 13,30                     | 1010,90           |
| 10/06/2003         | 137,70                       | 12,00                      | 15,00                     | 1020,20           |
| 11/06/2003         | 177,00                       | 10,80                      | 16,00                     | 1014,10           |
| 12/06/2003         | 154,60                       | 8,60                       | 15,80                     | 1016,20           |
| 13/06/2003         | 237,50                       | 9,50                       | 13,50                     | 1018,90           |
| <b>Zona centro</b> |                              |                            |                           |                   |
| 01/06/2003         | 17,50                        | 18,30                      | 11,80                     | 1022,30           |
| 02/06/2003         | 12,50                        | 13,30                      | 11,40                     | 1030,00           |
| 03/06/2003         | 33,70                        | 9,30                       | 12,00                     | 1023,40           |
| 04/06/2003         | Sin datos                    | Sin datos                  | Sin datos                 | Sin datos         |
| 05/06/2003         | 17,80                        | 17,60                      | 10,80                     | 1022,70           |
| 06/06/2003         | 13,50                        | 21,00                      | 10,00                     | 1034,30           |
| 07/06/2003         | 12,00                        | 22,00                      | 11,30                     | 1032,30           |
| 08/06/2003         | 21,30                        | 11,00                      | 11,60                     | 1017,50           |
| 09/06/2003         | 18,50                        | 15,50                      | 11,10                     | 1012,80           |
| 10/06/2003         | 21,30                        | 16,00                      | 13,70                     | 1014,20           |
| 11/06/2003         | 0,00                         | 12,00                      | 12,50                     | 1008,50           |
| 12/06/2003         | 33,30                        | 20,00                      | 11,80                     | 1010,20           |
| 13/06/2003         | Sin datos                    | Sin datos                  | Sin datos                 | Sin datos         |
| 14/06/2003         | 26,70                        | 20,70                      | 12,00                     | 1006,00           |
| 15/06/2003         | Sin datos                    | Sin datos                  | Sin datos                 | Sin datos         |
| 16/06/2003         | 29,50                        | 12,50                      | 11,50                     | 1019,80           |
| 17/06/2003         | 32,70                        | 19,30                      | 13,30                     | 1015,30           |
| 18/06/2003         | 32,00                        | 25,00                      | 13,50                     | 1011,80           |
| <b>Zona sur</b>    |                              |                            |                           |                   |
| 01/06/2003         | 189,00                       | 14,00                      | 9,00                      | 1026,60           |
| 02/06/2003         | 118,10                       | 4,50                       | 11,30                     | 1032,80           |
| 03/06/2003         | 105,00                       | 18,30                      | 13,70                     | 1022,70           |
| 04/06/2003         | 236,30                       | 6,30                       | 13,70                     | 1011,80           |
| 05/06/2003         | 101,30                       | 15,00                      | 11,80                     | 1023,00           |
| 06/06/2003         | 174,40                       | 11,80                      | 11,70                     | 1039,60           |
| 07/06/2003         | 118,10                       | 15,50                      | 11,30                     | 1032,30           |
| 08/06/2003         | 22,00                        | 9,00                       | 13,10                     | 1017,70           |
| 09/06/2003         | 18,00                        | 18,00                      | 13,80                     | 1006,20           |
| 10/06/2003         | 285,00                       | 18,80                      | 14,00                     | 1009,20           |
| 11/06/2003         | 315,00                       | 18,70                      | 13,60                     | 1005,10           |
| 12/06/2003         | 292,50                       | 25,00                      | Sin datos                 | 1007,00           |



### 5.5.3 Muestreo Regular

#### 5.5.3.1 Distribuci3n horizontal de las variables oceanográficas

Se entrega la distribuci3n horizontal de las variables oceanográficas medidas, *i.e.*, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 25, 50, 100, 200 y 400 m de profundidad, a excepci3n de la clorofila-a, sobre la cual se entrega la carta de distribuci3n horizontal superficial e integrada en una columna de agua que abarc3 desde los 100 m a la superficie.

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

**Temperatura:** En este estrato la temperatura superficial del mar (TSM) present3 un amplio rango de variaci3n, fluctuando entre los 12,1 y los 16,1  $^{\circ}\text{C}$ , con un valor promedio de  $13,85 \pm 0,866$   $^{\circ}\text{C}$  ( $n=116$  datos). La distribuci3n espacial de la TSM (**Figura 18a**) evidenci3 la presencia costera ( $< 50$  mn) de aguas comparativamente más frías ( $< 13^{\circ}\text{C}$ ) entre Constituci3n y el extremo austral probablemente debido a eventos de surgencia durante el período de estudio. Al norte de los  $35^{\circ}30'\text{S}$ , las aguas costeras frías generan un conspicuo gradiente lateral de temperatura debido al encuentro con aguas comparativamente más cálidas ( $> 15^{\circ}\text{C}$ ) que dominaron el sector oceánico y que se expresan hasta los  $38^{\circ}\text{S}$ . Al sur de esta latitud no se observ3 gradientes laterales de importancia, dominando en general las isoterms de 14 y  $14,5^{\circ}\text{C}$  hasta las 400 mn desde la costa.

Las imágenes satelitales de temperatura superficial de mar (TSM) para el periodo comprendido entre los días 01 a 20 junio del 2003 se caracterizaron por la presencia de abundante nubosidad, situaci3n característica de las condiciones meteorol3gicas imperantes durante el período invernal. Esto mismo contribuy3 a que s3lo se contara con un número limitado de imágenes (**Figura 19**).



La distribuci3n de la TSM para el per3odo de estudio, indicaron la presencia de aguas con temperaturas superficiales entre 12 y 13°C en la regi3n costera y aguas comparativamente m1s c1ldas en el sector occidental del 1rea de estudio, evidenciando la consistencia de la distribuci3n espacial en la temperatura superficial determinada para el crucero.

**Salinidad:** En este estrato, la salinidad present3 un rango de variaci3n entre 33,613 y 34,564 psu considerando toda el 1rea prospectada, con un valor promedio de  $34,113 \pm 0,195$  psu ( $n=116$  datos). La distribuci3n espacial de la salinidad superficial (**Figura 18b**) en el sector norte (al norte de los 37°S) evidenci3 un gradiente costa-oc3ano (positivo a la costa), con aguas comparativamente m1s salinas ( $> 34,4$  psu) al interior de las 50 mn, corroborando el efecto de surgencia costera en la salinidad de superficie. El sector noroccidental, en cambio, estuvo dominado por aguas con salinidades menores a 34,2 psu, sin presentar gradientes latitudinales. El sector situado al sur de los 37°S present3, por el contrario, un leve gradiente lateral positivo al oc3ano, debido a la presencia de aguas comparativamente menos salinas ( $< 33,9$  psu) en la regi3n costera (donde destaca el efecto local de diluci3n debido al aporte de los r3os Tolt3n y al estuario del r3o Valdivia, con salinidades menores a 33,7 psu), y aguas m1s salinas en el extremo occidental de los transectos. El sector m1s austral del 1rea de prospecci3n estuvo dominado por las isohalinas de 34,0 y 34,2 psu.

**Densidad:** La densidad superficial del agua de mar present3 una variaci3n de  $1,018 \sigma_t$  fluctuando entre 25,097 y 26,115  $\sigma_t$ , con un valor promedio de  $25,528 \pm 0,214 \sigma_t$  ( $n=116$  datos), al considerar toda el 1rea prospectada. El campo horizontal superficial de la densidad del agua de mar (**Figura 18c**), present3 una distribuci3n muy similar a la reseñada para la temperatura, con la presencia de un



núcleo costero de aguas más densas ( $> 26,0 \sigma_t$ ) entre Constitución y Talcahuano que se extiende hasta las 75 mn en sentido SE-NW, corroborando la presencia de aguas de surgencia en este sector. Esta pluma de aguas superficiales comparativamente más densas, genera un intenso gradiente lateral debido al encuentro con aguas de menor densidad ( $< 25,3 \sigma_t$ ) que dominaron el sector noroccidental del área de prospección. Bajo los 38°S, por el contrario, no se verificó la presencia de gradientes costa-océano, sino más bien un leve gradiente latitudinal positivo hacia el sector austral del área prospectada, quedando bien caracterizado por las isopichnas de 25,4 y 25,6  $\sigma_t$ .

**Oxígeno disuelto:** La concentración de oxígeno disuelto en el estrato superficial presentó aguas bien oxigenadas, con un rango de variación entre los 5,06 ml l<sup>-1</sup> y los 6,93 ml l<sup>-1</sup> ( $5,95 \pm 0,240$  ml l<sup>-1</sup>, n=104 datos), considerando toda el área prospectada. La **Figura 18d** 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<sup>-1</sup>, 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 11,95 y los 16,11 °C, con un valor promedio de  $13,82 \pm 0,743$  °C (n=82 datos), considerando en esta oportunidad el sector central y sur del área prospectada. No fue posible evaluar la distribución vertical de la temperatura y la salinidad en el sector norte del área de estudio, situado entre los 33°45'S y los 36°40'S, debido a fallas importantes en la unidad de CTD a bordo del PAM Don Julio. La distribución horizontal de la temperatura en este estrato (**Figura 20a**) mostró una situación similar a lo reseñado para la superficie,



corroborando que este estrato fue representativo de la capa de mezcla. Destaca la presencia de aguas m1s fr1as ( $<13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en el sector costero, especialmente entre Lebu y Puerto Saavedra, lo que contrasta con el dominio de aguas comparativamente m1s c1ldas al norte de los  $38^{\circ}30'\text{S}$ , generando un leve gradiente lateral de temperatura entre las 75 y 130 mn desde la costa. Al sur de los  $39^{\circ}\text{LS}$  no se observ3 gradientes laterales de importancia, dominando en gran parte de este sector la isoterma de  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Salinidad y Densidad:** En este estrato, la salinidad present3 valores entre 33,663 y 34,244 psu, con un valor promedio de  $34,032 \pm 0,159$  (psu) ( $n=82$  datos), considerando la informaci3n registrada para los sectores central y sur del 1rea de estudio. Al igual que lo rese1ado para el estrato superficial, en los 25 m de profundidad se muestra un leve gradiente lateral, positivo al oc3ano, con aguas comparativamente menos salinas en la regi3n costera ( $<33,8$  psu) y aguas m1s salinas a partir de las 130 mn y hasta el extremo occidental de la prospecci3n (400 mn desde la costa) (**Figura 20b**).

Por su parte, la densidad del agua de mar mostr3 un valor promedio de  $25,475 \pm 0,126$   $\sigma_t$  (rango entre 25,091 y 25,833  $\sigma_t$ ) ( $n=82$  datos). La distribuci3n horizontal de la densidad (**Figura 20c**) en este estrato evidenci3 un gradiente lateral moderado entre los  $37^{\circ}\text{S}$  y los  $38^{\circ}20'\text{S}$ , con aguas menos densas vinculadas con el extremo oce1nico de los transectos y aguas m1s densas asociadas al sector costero (al interior de las 50 mn desde la costa). En cambio, al sur de los  $39^{\circ}\text{LS}$  la distribuci3n de la densidad evidenci3 la ausencia de gradientes laterales, quedando bien caracterizada por las isopicnas de 25,4 y 25,6  $\sigma_t$ .

**Ox1geno disuelto:** La concentraci3n de ox1geno disuelto en el agua de mar en el estrato de 25 m de profundidad, considerando toda el 1rea de prospecci3n (incluyendo el sector norte) present3 un rango de variaci3n levemente mayor al



descrito para el estrato superficial, fluctuando entre los 2,9 y los 6,53 ml l<sup>-1</sup>; no obstante el valor promedio ( $5,8 \pm 0,415$  ml l<sup>-1</sup>, n=112 datos), fue muy similar al reseñado para el estrato superficial. La distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto en este estrato (**Figura 20d**), presentó una distribución espacial similar a la reportada para el estrato superficial, con aguas bien oxigenadas en toda el área prospectada caracterizadas por la isólinea de 6 ml l<sup>-1</sup>.

### c) Estrato de 50 m de profundidad

**Temperatura:** En este estrato, la temperatura presentó un rango de variación levemente menor al reseñado para los estratos superiores, fluctuando entre los 10,67 y los 15,98 °C, con un valor promedio de  $13,51 \pm 1,108$ °C (n=81 datos), considerando la información vertical registrada para los sectores central y sur del área de estudio. La distribución horizontal de la temperatura en este estrato (**Figura 21a**) reveló un claro gradiente lateral entre los 37°S y 38°30'S, situado entre las 100 y las 160 mn desde la costa, debido al encuentro entre aguas frías (<12,5°C) que dominan el sector costero y aguas comparativamente más cálidas (>15°C) presentes en el sector oceánico donde la profundidad de la capa de mezcla excede los 60 m de profundidad. Estas aguas cálidas no se verificaron al sur de los 39°S, 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 33,785 y 34,258 psu con un valor promedio de  $34,086 \pm 0,123$  psu para los registros verticales efectuados en los sectores central y sur del área prospectada (n=81 datos). El campo horizontal de salinidad en este estrato (**Figura 21b**) evidenció una distribución relativamente homogénea, sin la presencia de gradientes laterales ni latitudinales de importancia, con salinidades menores a 34,1 psu al interior de las 200 mn y, valores levemente superiores (> 34,2 psu) hacia el extremo occidental de las transectas.



La densidad del agua de mar en este estrato, fluctu3 entre los 25,110 y los 26,235  $\sigma_t$  con un valor promedio de  $25,576 \pm 0,221 \sigma_t$ , considerando los sectores central y sur del 3rea de estudio (n=81 datos). El campo horizontal de densidad (**Figura 21c**) evidenci3 una distribuci3n similar a la reseñada para la temperatura, caracterizado por la presencia de una banda de aguas comparativamente m3s densas (y frías) en el sector costero (al interior de las 50 mn,  $> 25,7 \sigma_t$ ), generando un leve gradiente lateral positivo a la costa, especialmente al norte de los 39°40'LS, situado entre las 50 y las 100 mn desde la costa

**Oxígeno disuelto**: La concentraci3n de oxígeno disuelto en el agua de mar, en el estrato de 50 m de profundidad, present3 un rango amplio de variaci3n fluctuando entre los 2,16 y los 6,47 ml l<sup>-1</sup> ( $5,42 \pm 0,842 \text{ ml l}^{-1}$ , n=110 datos), considerando toda el 3rea de estudio (incluyendo el sector norte). En general, este estrato se present3 bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) en pr3cticamente toda el 3rea de estudio, a excepci3n del sector costero situado entre los 34°40'LS y los 36°40'LS (Talcahuano), donde se verific3 concentraciones menores a 4 ml l<sup>-1</sup>, vinculados al efecto local de surgencia en este sector (**Figura 21d**).

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

**Temperatura**: La distribuci3n horizontal de la temperatura cambia radicalmente respecto de lo reseñado con anterioridad. El campo t3rmico horizontal present3 una distribuci3n homog3nea, bien caracterizada por las isotermas de 10,5 y 11,0°C, a excepci3n del sector oce3nico situado entre los 37 y 38° LS que evidenci3 aguas comparativamente m3s c3lidas (entre 12 y 13° C) (**Figura 22a**). El rango de fluctuaci3n de la variable al considerar las estaciones realizadas en los sectores central y sur del 3rea de estudio (n= 79) fue de 9,84 – 13,03 °C, con un valor promedio de  $11,07 \pm 0,684 \text{ °C}$ .



**Salinidad y Densidad:** En este estrato de profundidad, se detect3 una banda costera (al interior de las 75 mn desde la costa) de aguas m3s salinas ( $> 34,3$  psu) que domina todo el sector central y sur del 3rea prospectada, en tanto que el sector oce3nico situado entre las 100 y 400 mn desde la costa qued3 bien caracterizado por las isohalinas de 34,1 y 34,2 psu, generando un muy leve gradiente lateral positivo a la costa (**Figura 22b**). No se detect3 gradientes latitudinales de salinidad en este estrato de profundidad. El rango de fluctuaci3n de la salinidad al considerar todas las estaciones realizadas en el sector central y en el sector sur del 3rea de estudio ( $n=79$  datos) fue de 33,98 – 34,70 psu, con un valor promedio de  $34,224 \pm 0,1508$  psu.

La distribuci3n espacial de la densidad del agua de mar en este estrato (**Figura 22c**), evidenci3 una distribuci3n muy similar a la reseñada para la temperatura, con aguas m3s densas ( $> 26,3 \sigma_t$ ) que coinciden espacialmente con aguas m3s fr3as, conformando una banda costera, entre la costa y las 75 mn, lo que gener3 un gradiente de densidad moderado situado entre las 75 y las 160 mn, debido al encuentro con aguas comparativamente menos densas ( $< 25,9 \sigma_t$ ) que dominaron el sector m3s oce3nico entre los 37° y los 39°LS. El rango de fluctuaci3n de la densidad al considerar las estaciones realizadas en los sectores central y sur ( $n=79$ ) fue de 25,625 y 26,569  $\sigma_t$ , con un valor promedio de  $26,157 \pm 0,204 \sigma_t$ .

**Ox3geno disuelto:** La **Figura 22d** 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) del sector norte del 3rea de estudio, entre San Antonio y Talcahuano, especialmente entre Constituci3n y Talcahuano, donde se aprecia 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, incluyendo el sector costero



situado al sur de los 39°LS, evidenció un estrato bien oxigenado, con concentraciones superiores a los 4 ml l<sup>-1</sup>, que incrementan particularmente hacia el sector más oceánico (entre las 200 y 400 mn) del sector sur del área prospectada. La concentración de oxígeno disuelto en este estrato evidenció un muy amplio rango de variación, con valores entre los 0,28 y los 6,38 ml l<sup>-1</sup>, y un valor promedio de 4,32 ± 1,839 ml l<sup>-1</sup>, considerando toda el área de distribución, incluyendo el sector norte del área de estudio.

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

**Temperatura:** El rango de fluctuación de la temperatura al considerar las estaciones realizadas en los sectores central y sur del área de prospección (n= 75), fue de 7,86 – 10,51°C con un valor promedio de 9,18 ± 0,73°C. En general, la distribución horizontal de la temperatura en este estrato evidenció un comportamiento homogéneo sin gradientes laterales ni longitudinales de importancia, con un leve gradiente de disposición NE-SW de aproximadamente 1,5°C, verificándose aguas levemente más cálidas (> 10°C) en el sector costero situado entre los 37° y los 39°LS, en contraste con aguas levemente más frías (8,5-9,5°C) que dominaron el sector sur y el sector oceánico (**Figura 23a**).

**Salinidad y Densidad:** El rango de fluctuación de la salinidad en este estrato, al considerar las estaciones de muestreo realizadas en los sectores central y sur del área prospectada (n=75) se reportó entre los 34,141 y los 34,743 psu, con un valor promedio de 34,425 ± 0,169 psu. En este estrato (**Figura 23b**) se verificó una ancha banda costera que dominó todo el sector central y sur, situada entre la costa y las 75 mn con salinidades superiores a los 34,6 psu, características de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), lo que generó un débil gradiente lateral (positivo a la costa) debido al encuentro con aguas comparativamente menos salinas (< 34,3 psu) situadas hacia el océano interior (más allá 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 laterales ni latitudinales, con salinidades entre 34,3 y 34,4 psu.

Para el caso de la densidad (**Figura 23c**), se evidenci3 una distribuci3n espacial relativamente homog3nea, bien caracterizada por la distribuci3n de las isopicnas de 26,5 y 26,6  $\sigma_t$ . No se observ3 gradientes latitudinales ni longitudinales de importancia. El rango de fluctuaci3n de la densidad al considerar todas las estaciones de muestreo realizadas en el sector centro-sur (n= 75) fue de 26,330  $\sigma_t$  – 26,785  $\sigma_t$ , con un valor promedio de 26,636  $\pm$  0,092  $\sigma_t$ .

**Ox3geno disuelto**: El rango de fluctuaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto en el agua de mar, al considerar todas las estaciones de muestreo (n=98) se encontr3 entre los 0,17 ml l<sup>-1</sup> y los 6,14 ml l<sup>-1</sup>, con un valor promedio de 2,74  $\pm$  2,059 ml l<sup>-1</sup>. La distribuci3n espacial de la concentraci3n de ox3geno disuelto en este estrato de profundidad (**Figura 23d**) evidenci3 una ancha banda costera (entre la costa y las 100 mn), la que se hace m3s estrecha hacia el extremo sur del 3rea de prospecci3n, de aguas con concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto (< 1 ml l<sup>-1</sup>), corroborando la presencia de AESS en este sector. Por el contrario, el sector oce3nico present3 aguas con mayor concentraci3n de ox3geno 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<sup>-1</sup> 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 y que se hace m3s intenso 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 5,85 y 8,59°C para los registros verticales realizados en los sectores central y sur del 1rea de estudio (n= 71), evidenciando un valor promedio de  $6,58 \pm 0,610^\circ\text{C}$ , promedio inferior en m1s de 2,5 °C a la temperatura del estrato de 200 m. La distribuci3n horizontal de la temperatura del mar en este estrato (**Figura 24a**) revel3 un comportamiento espacial homog3neo, centrado en las isotermas de 6,5 y 7,0°C. El extremo SW del 1rea de estudio present3 temperaturas levemente m1s bajas (isoterma de 6°C).

**Salinidad y Densidad:** El rango de fluctuaci3n de la salinidad en este estrato, considerando todas las estaciones de los sectores central y sur (n=71) fue de 34,347 y 34,639 psu, con un valor promedio de  $34,453 \pm 0,058$  psu. En el sector costero se aprecian salinidades levemente inferiores a las reseñadas para el estrato de 200 m (i.e., ausencia de isohalina de 34,6 psu), revelando la presencia incipiente de Aguas Intermedias Ant1rticas (AIA) en este estrato de profundidad. La distribuci3n horizontal de la salinidad (**Figura 24b**), revel3 una distribuci3n homog3nea, bien caracterizada por las isohalinas de 34,4 y 34,5 psu. En tanto, la densidad (**Figura 24c**) 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, fluctuando entre los 26,845 y los 27,131  $\sigma_t$ , (n= 71) con un valor promedio de  $27,042 \pm 0,065$   $\sigma_t$ .

**Ox3geno disuelto:** El rango de fluctuaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto en este estrato, al considerar las estaciones realizadas en los sectores central y sur (n= 61) fue muy amplio variando entre los 1,13 ml l<sup>-1</sup> y los 6,04 ml l<sup>-1</sup>, con un valor promedio de  $4,11 \pm 1,359$  ml l<sup>-1</sup>, muy superior al reseñado para el estrato de 200 m de profundidad, confirmando la presencia de AIA en este estrato. La distribuci3n horizontal de ox3geno disuelto (**Figura 24d**) present3 concentraciones mucho mayores que las descritas para los 200 m de profundidad, confirmando la



ausencia de concentraciones mínimas de oxígeno disuelto ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), características de las AESS, en el área de estudio. Destaca la presencia de un gradiente longitudinal en todo el sector, caracterizado por aguas pobres en oxígeno asociadas al sector costero (al interior de las 50 mn), y valores superiores a los  $4 \text{ ml l}^{-1}$  en gran parte del sector evaluado.

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

La biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila-a) evidenció valores que fluctuaron entre los  $0,01$  y los  $5,42 \text{ mg m}^{-3}$ , con un promedio de  $0,402 \pm 0,568 \text{ mg m}^{-3}$ , valor promedio consistente con el período invernal y la región oceánica evaluada en este estudio. La distribución espacial de esta variable (**Figura 25a**) mostró prácticamente a toda la región de estudio con valores muy bajos, centrados en los  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ , sin la presencia de gradientes latitudinales ni longitudinales. Esta distribución homogénea sólo se vio alterada por un núcleo de concentraciones comparativamente más altas situado en el sector sur del área de estudio a 50 mn desde la costa, que alcanzó valores superiores a los  $4 \text{ mg m}^{-3}$ .

La biomasa fitoplanctónica también se ha expresado como clorofila-a integrada en los primeros 100 m de la columna de agua (**Figura 25b**). 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  $10$  y  $20 \text{ mg m}^{-2}$ , con la excepción del mismo núcleo de concentraciones reseñado para la clorofila superficial, que evidenció concentraciones integradas superiores a los  $150 \text{ mg m}^{-2}$ .

La relación entre la clorofila superficial y la clorofila integrada en la columna de agua evidenció un alto coeficiente de determinación ( $r^2=0,88$ ) para un total de 105



observaciones (**Figura 25c**) lo que revel3 la ausencia de m3ximos subsuperficiales en gran parte de las estaciones de muestreo realizadas.

### 5.5.3.2 An3lisis distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas

A continuaci3n se entrega un an3lisis de la distribuci3n vertical de cada una de las variables oceanogr3ficas registradas durante en la prospecci3n, para cada unas de las transectas realizadas en la zona de estudio, incluyendo adem3s el an3lisis de tres transectos virtuales dispuestos en forma paralela a la l3nea de costa, ubicados a 10, 100 y 200 mn. Para la zona 33°45'LS y los 36°40'LS (transectas 1 a 6), se presentan s3lo la distribuci3n vertical de las variables ox3geno disuelto y clorofila-a, en atenci3n a fallas mayores de funcionamiento en el CTD a bordo del PAM "Don Julio". Las transectas han sido numeradas desde la transecta 1 (extremo norte) a la transecta 16 (extremo sur), de acuerdo a **Figura 1b**.

Transectas 1 a la 6 (**Figuras 26 y 27**). Estas transectas situadas en el sector norte del 3rea de estudio, presentaron similar distribuci3n vertical de ox3geno disuelto la que estuvo caracterizada por la presencia de un estrato superficial (0-75 m) bien oxigenado con concentraciones mayores a los 5 ml l<sup>-1</sup> a lo largo de todos los transectos, sin la presencia de gradientes laterales de importancia. Asimismo, se evidenci3 una extensa oxiclina que asciende hacia las estaciones costeras situ3ndose entre los 25 y 150 m de profundidad, situaci3n distinta a lo observado en el sector oce3nico donde la oxiclina (cuando existe) se profundiza y debilita. Aguas pobres en ox3geno disuelto (< 1 ml l<sup>-1</sup>) se encontraron verticalmente entre los 100 y los 300 m de profundidad, denotando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS). La presencia subsuperficial de esta masa de agua y su extensi3n hasta las 100 mn desde la costa, fue particularmente v3lida para las transectas 1, 2, 3 y 5 (**Figura 26 y 27**). Todos los transectos evidenciaron un incremento en la concentraci3n de ox3geno disuelto (> 3 ml l<sup>-1</sup>) a partir de los 400 m



de profundidad, revelando la incipiente presencia de Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

Por su parte, la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica estimada como clorofila-a, reveló bajos valores en todas las transectas, con núcleos superficiales y/o subsuperficiales que no superaron los  $1,0 \text{ mg m}^{-3}$ , a excepción de la transecta 2 que evidenció un máximo subsuperficial (25 m) de  $3,0 \text{ mg m}^{-3}$ . Bajo los 80 m de profundidad, todos los transectos revelaron muy bajas concentraciones (menor a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ ).

Transectas 7 (**Figura 28**). La transecta 7 situada frente a Punta Lavapié ( $37^{\circ}05' \text{LS}$ ) presentó un patrón térmico vertical caracterizado por la ausencia de gradientes laterales en el estrato superficial, dominado por la isoterma de  $14^{\circ}\text{C}$ , y una termoclina débilmente desarrollada identificable a lo largo de todo el transecto, la cual se intensificó hacia las 100 mn situándose entre los 40 y 60 m de profundidad. Se observó un descenso térmico a una tasa relativamente constante con la profundidad, desde los 200 m de profundidad hacia la máxima profundidad de muestreo, alcanzando valores menores a  $6^{\circ}\text{C}$  bajo los 500 m de profundidad.

El campo vertical salino, por su parte, se caracterizó por la presencia de una importante haloclina localizada verticalmente entre los 40 y los 160 m de profundidad. Las isohalinas de 34,1-34,4 psu evidenciaron un leve ascenso hacia el sector costero. La presencia subsuperficial de las AESS (isohalina de 34,5 psu) se verificó verticalmente entre los 120 y los 300 m de profundidad. Bajo este estrato, la salinidad disminuye a valores inferiores a 34,3 psu debido a la presencia de AIA.

En tanto, la distribución vertical de la densidad del agua de mar en esta transecta reveló leves diferencias laterales en superficie, debido al ascenso hacia la costa de las isopicnas de 25,2 y  $25,4 \sigma_t$ . Se observó una picnoclina bien desarrollada a lo



largo de todo el transecto situada entre los 20 y 80 m de profundidad que se intensifica hacia el sector oceánico, así como una capa de mezcla que no superó los 20 m de profundidad. Se observó el incremento monotonóico de esta variable con la profundidad, desde aproximadamente los 200 m hasta la máxima profundidad de muestreo, donde se registró densidades superiores a los  $27,0 \sigma_t$ .

La concentración de oxígeno disuelto reveló un estrato superficial bien oxigenado, con valores superiores a los  $5 \text{ ml l}^{-1}$ , una oxiclina situada entre los 60 y los 140 m de profundidad y aguas pobres en oxígeno disuelto ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) entre los 100 y los 300 m de profundidad (presencia de AESS). Luego de este núcleo de concentraciones bajas, los valores de oxígeno se incrementan con la profundidad alcanzando concentraciones superiores a los  $3 \text{ ml l}^{-1}$ , caracterizando presencia de AIA.

La distribución vertical de la clorofila-a reveló valores bajos a lo largo de todo el transecto, con máximos subsuperficiales ( $1,0 \text{ mg m}^{-3}$ ) entre las 25 y 75 mn desde la costa. Bajo los 40 m de profundidad, se evidenció valores inferiores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ .

Transectas 8 a la 10 (**Figuras 29 a la 31**). Las transectas 8 a la 10 se ubicaron entre los  $37^{\circ}30' \text{LS}$  y los  $38^{\circ}20' \text{LS}$ , entre Punta Morguilla y la Isla Mocha. En la transecta 8 las condiciones de extremo mal tiempo y estado del mar impidieron evaluar las estaciones situadas al interior de las 100 mn. La distribución vertical de la temperatura indicó el ascenso de las isotermas de  $14$  y  $15^{\circ}\text{C}$ , rompiendo en superficie entre las 130 y 160 mn desde la costa, lo que generó un conspicuo gradiente lateral con aguas comparativamente más frías hacia las 100 mn. La termoclina se encontró bien desarrollada (entre 40 y 100 m de profundidad) a lo largo de todos los transectos, intensificándose hacia el límite occidental de los transectos debido a la presencia superficial de aguas más. Bajo los 200 m de profundidad se observó un descenso térmico a una tasa relativamente constante con la profundidad, alcanzando valores menores a  $6^{\circ}\text{C}$  en el estrato de 500 m.



La distribución vertical de la salinidad mostró, en general, una profundización de las isohalinas de 34,1-34,3 psu hacia el límite occidental de los transectos, generando un gradiente lateral en el estrato superficial. Se observó una haloclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto situado entre los 80 y 160 m de profundidad, la que se debilita y profundiza hacia el océano. La presencia subsuperficial de AESS (isohalina de 34,5 psu) se situó verticalmente entre los 80 y los 380 m de profundidad.

En tanto, el campo vertical de la densidad reveló la presencia de diferencias laterales en el estrato superficial, con aguas comparativamente menos densas asociadas al extremo occidental de las secciones, debido al ascenso hacia el sector costero, de las isopicnas de 25,4 a 25,8  $\sigma_t$ . Pícnoclinas desarrolladas se verificaron a lo largo de todos los transectos, profundizándose claramente hacia el sector oceánico, situándose entre los 40 y 200 m de profundidad. De igual forma a lo indicado para las transectas anteriores, se evidenció un incremento monotónico de esta variable con la profundidad, desde aproximadamente los 200 m hasta la máxima profundidad de muestreo, donde se registró valores superiores a 27,0  $\sigma_t$ .

La concentración de oxígeno disuelto en estos transectos evidenció un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), con una oxiclina bien desarrollada entre la costa y las 100 mn, situada entre los 100 y los 200 m de profundidad. Aguas pobres en oxígeno (presencia de AESS) se observaron subsuperficialmente entre los 200 y los 320 m de profundidad, extendiéndose hasta las 130 mn desde la costa. Bajo los 500 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 distribución vertical de la clorofila-a muestra, al igual que para lo reseñado con anterioridad, valores muy bajos en todas las secciones. Los valores de esta variable en el estrato superficial (0-50 m), no superaron los  $0,6 \text{ mg m}^{-3}$ , en tanto



que, bajo los 60 m de profundidad, todas las secciones evidenciaron valores inferiores a  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ .

Transectas 11 a la 13 (**Figuras 32 a la 34**). A diferencia de las transectas anteriores, las secciones 11 a la 13, situadas entre los  $38^{\circ}45' \text{LS}$  y los  $39^{\circ}35' \text{LS}$ , se extienden hasta las 400 mn desde la costa. El patr3n t3rmico de distribuci3n vertical evidenci3 un estrato superficial caracterizado por la presencia de aguas comparativamente m3s c3lidas ( $> 14^{\circ}\text{C}$ ) en el extremo oce3nico y aguas con temperaturas menores a  $13^{\circ}\text{C}$  asociadas al sector costero. Se verific3 una termoclina bien desarrollada a lo largo de todos los transectos, ubicada entre los 20 y 140 m de profundidad. Bajo los 200 m se observ3 un descenso en la temperatura a una tasa relativamente constante con la profundidad hacia la m3xima profundidad de muestreo, donde se registraron temperaturas menores a  $6^{\circ}\text{C}$  en el estrato de 500 m.

La distribuci3n vertical de la salinidad, en tanto, estuvo caracterizada por la presencia de gradientes laterales (costa-oce3no) en el estrato superficial, debido, por una parte, al ascenso hacia la costa de las isohalinas de 34,0 y 34,1 y al efecto local de mezcla con aguas de origen continental. Se observ3 la presencia de una haloclina a lo largo de todos los transectos, situado entre los 40 y los 140 m de profundidad, que se profundiza hacia el sector oce3nico. El m3ximo salino subsuperficial (AESS) estuvo situado entre los 140 y los 380 m de profundidad, extendi3ndose hasta un m3ximo de 150 mn desde la costa.

El campo vertical de la densidad evidenci3, por su parte, un estrato superficial dominado por aguas con densidades que fluctuaron entre los 25,2 y los 25,4  $\sigma_t$  y una capa de mezcla de mayor extensi3n vertical asociada al extremo m3s oce3nico de los transectos. Se observ3 la presencia de picnoclinas bien desarrolladas con un marcado ascenso hacia el extremo costero de los transectos. De igual forma a lo reseado para las transectas anteriores, se evidenci3 un incremento monot3nico con



la profundidad, desde los 200 m hasta la máxima profundidad de muestreo, donde se registró valores superiores a  $27,0 \sigma_t$ .

La distribución vertical de oxígeno disuelto en este sector evidenció altos valores en el estrato superficial ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina bien desarrollada que se expresa hasta las 150 mn desde la costa. Aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto (evidencia de AESS) se registró subsuperficialmente entre los 140 y los 360 m de profundidad (especialmente en la Transecta 12), extendiéndose sólo hasta un máximo de 130 mn desde la costa. Entre los 130 y los 400 mn no se observó la presencia de un núcleo subsuperficial de concentraciones mínimas de oxígeno. Bajo los 500 m de profundidad se detectó aguas con concentraciones de oxígeno disuelto superiores a  $4 \text{ ml l}^{-1}$ , caracterizando la presencia de AIA en este estrato de profundidad.

La distribución vertical de la clorofila-a mostró al igual que lo anteriormente reseñado, bajos valores en la concentración de la biomasa fitoplanctónica, los que no superaron los  $0,4 \text{ mg m}^{-3}$ , destacando un núcleo subsuperficial de concentraciones mayores a  $6 \text{ mg m}^{-3}$  ubicado a 20 m de profundidad en la estación de las 75 mn de la transecta 12 ( $39^{\circ}10' \text{LS}$ ). En tanto, bajo los 80 m de profundidad no se encontró valores superiores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ .

**Transectas 14 y 15 (Figuras 35 y 36).** Estas transectas situadas en  $39^{\circ}55' \text{LS}$  y los  $40^{\circ}20' \text{LS}$  mostraron una termoclina presente a lo largo de todo el transecto ubicada entre los 40 y los 80 m de profundidad, que se profundiza hacia el extremo occidental de los transectos hasta alcanzar los 120 m de profundidad. A partir de los 200 m se aprecia un descenso de la temperatura a una tasa relativamente constante con la profundidad hasta valores menores a  $6^{\circ}\text{C}$  a los 500 m de profundidad.

El campo vertical de la salinidad, en tanto, se caracterizó por la presencia de gradientes laterales en el estrato superficial debido al aporte de aguas de origen



continental, la existencia de una débil haloclina que se profundiza hacia el sector oceánico y un máximo salino, característico de las AESS ( $> 34,5$  psu), observable sólo en la transecta 14.

Por su parte, el campo vertical de la densidad evidenció gradientes longitudinales leves (transecta 14) en el estrato superficial. La profundidad de la capa de mezcla presentó una profundización hacia el océano en los dos transectos. En ambas transectas se verificó picnoclinas bien desarrolladas ubicadas verticalmente entre los 60 y 100 m, profundizándose hacia el extremo occidental de los transectos, hasta alcanzar los 140 m de profundidad. A partir de los 200 m se evidenció un incremento de la densidad hasta alcanzar valores superiores a  $27,0 \sigma_t$  en las máximas profundidades de muestreo.

La concentración de oxígeno disuelto en ambas transectas mostró un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina débil y extensa, observable sólo entre la costa y las 200 mn, dispuesta verticalmente entre los 60 y 240 m de profundidad. No se identificó 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 de las AIA en este estrato de profundidad.

La distribución vertical de la concentración de clorofila-a en ambos transectos mostró bajas concentraciones, que no superaron los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$  en la superficie. Bajo los 80 m de profundidad al igual que lo reseñado para los transectos anteriores, las concentraciones fueron menores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ .

Transectas 16 (**Figura 37**). La transecta 16, ubicada en el extremo austral del área de prospección ( $40^{\circ}45' \text{LS}$ ), sólo se evaluó en la mitad más oceánica del transecto, esto es, entre las 200 y las 400 mn desde la costa. El campo vertical de temperatura



evidenció un estrato superficial (primeros 80 m) con aguas frías de 13°C a lo largo de todo el transecto, a excepción de la estación 119 (200 mn) con comparativamente más cálidas (14°C). La termoclina estuvo presente a lo largo de todo el transecto, ubicada entre los 60 y los 180 m de profundidad.

Por su parte, el campo vertical de salinidad presentó un estrato superficial homogéneo dominado por la isohalina de 34,0 psu, sin la presencia de gradientes laterales. La haloclina fue débil y se ubicó verticalmente entre los 160 y 260 m de profundidad. En tanto, la densidad del agua de mar mostró ausencia de gradientes laterales, con un estrato superficial bien definido por la isopicna de 25,4  $\sigma_t$  y una capa de mezcla que fluctuó entre los 40 y los 80 m de profundidad. La picnoclina estuvo bien desarrollada entre los 60 y 180 m. A partir de los 200 m de profundidad, se evidenció un incremento a una tasa relativamente constante con la profundidad, hasta alcanzar valores superiores a 27,0  $\sigma_t$  en las máximas profundidades de muestreo.

La concentración de oxígeno disuelto, por su parte, mostró una columna de agua bien oxigenada ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), sin la presencia de oxiclina ni de valores mínimos de oxígeno. Sólo en el extremo oriental del transecto (200 mn), se aprecia aguas con concentraciones comparativamente menores de oxígeno ( $< 4 \text{ ml l}^{-1}$ ) situadas entre los 260 y los 340 m de profundidad. Bajo los 400 m de profundidad, todo el transecto evidenció concentraciones de oxígeno disuelto mayores a  $4 \text{ ml l}^{-1}$ .

Al igual que lo reportado para los transectos anteriores, la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica a partir de las 200 mn hacia el sector oceánico mostró muy bajos valores de concentraciones de clorofila-a las que no superaron los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ .

**Transecta longitudinal costera** La transecta “costera”, incluyó las estaciones 1, 7, 15, 23, 28,33, 41, 53, 59, 66, 76, 84, 93 y 107, ubicadas a 10 millas y paralelas a



línea de la costa. En estas gráficas, la temperatura, salinidad y densidad sólo consideran las estaciones realizadas en los sectores central y sur del área prospectada.

La temperatura en esta transecta evidenció un estrato superficial (0 - 40 m) dominado por aguas frías, con temperaturas que fluctuaron entre los 12 y 13°C. La termoclina fue extensa en el extremo central del transecto (37°LS) y que se intensifica hacia el sector sur del área de estudio. Bajo los 200 m de profundidad, se aprecia un descenso monótonico de esta variable con la profundidad, hasta alcanzar temperaturas menores 6°C en el mayor estrato muestreado (**Figura 38a**).

La salinidad, por su parte, mostró valores mayores a 33,8 psu en el extremo central del transecto (37°00'LS). Al sur de los 37°10'LS se aprecia progresivamente el efecto de dilución superficial debido a la mezcla con aguas de origen continental provenientes de los ríos Toltén, Imperial y al estuario de los ríos Valdivia y Tornagaleones (39°-40°LS). La haloclina, situada verticalmente entre los 40 y 160 m de profundidad, fue observable a lo largo de todo el transecto, intensificándose hacia el sur. El máximo salino subsuperficial (aguas con salinidades superiores a 34,5 psu, AESS) se ubicó entre los 100 y los 360 m de profundidad, expresándose sólo hasta la estación 79 (39°10'LS) (**Figura 39a**).

Por su parte, la densidad del agua de mar mostró una pycnoclina definida en prácticamente todo el transecto, situándose entre los 20 y 100 m de profundidad, la que se intensifica hacia el extremo sur del área de prospección (**Figura 40a**). Bajo los 100 m de profundidad, la densidad presentó un incremento a una tasa aproximadamente constante con la profundidad, alcanzando valores mayores a 26,8  $\sigma_t$  bajo los 400 m.



La concentración de oxígeno disuelto (**Figura 41a**) evidenció una columna de agua bien oxigenada, con valores mayores a  $5 \text{ ml l}^{-1}$  en superficie, una oxiclina definida entre los 20 y 140 m y la presencia de AESS, caracterizadas por concentraciones de oxígeno menores a  $1 \text{ ml l}^{-1}$ , que se extendió hasta los  $38^{\circ}45'S$ , situándose entre los 100 y 360 m de profundidad.

La distribución longitudinal de la clorofila-a mostró, en general, valores superficiales bajos a lo largo de todo el transecto, con concentraciones que no superaron los  $0,8 \text{ mg m}^{-3}$ , salvo un máximo superficial situado en el extremo norte del área de estudio. Al sur de los  $39^{\circ}35'S$ , se observó una distribución homogénea de valores que no superaron los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ . Bajo los 50 m de profundidad las concentraciones de clorofila-a mostraron valores menores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$  (**Figura 42a**).

**Transecta longitudinal intermedia.** La transecta “intermedia” incluyó las estaciones 3, 11, 19, 32, 37, 45, 49, 55, 63, 68, 78, 87, 97 y 109, ubicadas a 100 mn de la costa. La temperatura, salinidad y densidad corresponden a estaciones realizadas en los sectores central y sur del área de estudio.

La temperatura en la transecta de 100 mn presentó un estrato superficial con aguas comparativamente más cálidas que las reportadas para la transecta costera, fluctuando entre los  $13$  y  $14^{\circ}\text{C}$ . La termoclina, observable a lo largo de todo el transecto, se ubicó entre los 40 y 100 m de profundidad, profundizándose levemente hacia el sector sur del área de estudio. Bajo los 200 m de profundidad esta variable evidenció un descenso monotónico con la profundidad, alcanzando valores menores a  $6^{\circ}\text{C}$  bajo los 500 m (**Figura 38b**).

La distribución de salinidad presentó un estrato superficial bien caracterizado por la isohalina de 33,8 y 33,9 psu. A partir de los  $39^{\circ}10'LS$  se reportaron salinidades levemente menores ( $< 33,7$  psu, **Figura 39b**). La haloclina se situó entre los 40 y los



220 m de profundidad. El m3ximo salino subsuperficial (salinidades superiores a 34,5 psu) se encontr3 escasamente representado en este sector, destacando dos n3cleos ubicados entre los 37°30'-37°50'LS y entre los 39°35'S-40°00'LS. Estos n3cleos con salinidades caracter3sticas de las AESS se situaron verticalmente entre los 120 y 280 m de profundidad.

Por su parte, la densidad del agua de mar present3 un estrato superficial bien representado por la isopicna de 25,2  $\sigma_t$ , con una capa de mezcla que se profundiza hacia el extremo sur del transecto. La picnoclina, apreciable a lo largo de todo el transecto, se situ3 entre los 40 y 160 m de profundidad. Aguas con densidades superiores a 27,0  $\sigma_t$  se encontraron asociadas a profundidades mayores a 500 m (**Figura 40b**).

La distribuci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto sobre los 100 m de profundidad mostr3, en general, un estrato bien oxigenado con valores mayores a los 5 ml l<sup>-1</sup>, a excepci3n de un foco superficial que present3 concentraciones de 4 ml l<sup>-1</sup> (36°15'S). Concentraciones m3nimas de ox3geno (AESS, < 1,0 ml l<sup>-1</sup>) se ubicaron entre los 33°45' y 38°00'LS a una profundidad entre 120 y 300 m (**Figura 41b**). A partir de los 380 m de profundidad se aprecia un aumento de esta variable hasta alcanzar valores superiores a los 4 ml l<sup>-1</sup>, indicando la presencia de AIA asociadas a las m3ximas profundidades de muestreo.

La distribuci3n de la concentraci3n de clorofila-a en las 100 mn desde la costa revel3 un gradiente longitudinal con concentraciones superficiales superiores a los 1,0 mg m<sup>-3</sup> al norte de los 36°15'LS, con un m3ximo subsuperficial (> 2,0 mg m<sup>-3</sup>) ubicado en los 50 m en los 34°25'LS. Hacia el extremo sur del 3rea de prospecci3n los valores de clorofila-a fueron bajos, no superando los 0,3 mg m<sup>-3</sup> (**Figura 42b**).



**Transecta longitudinal oceánica.** La transecta “oceánica” situada a 200 mn estuvo compuesta por las estaciones 6, 14, 22, 27, 40, 52, 58, 64, 71, 90, 100, 112 y 119. La temperatura, salinidad y densidad corresponden a estaciones realizadas en los sectores central y sur del área de estudio.

La temperatura del mar en este transecto evidenció un estrato superficial (0-60 m) con aguas más cálidas que lo reseñado para los transectos más costeros, caracterizado por una penetración desde el sector norte de aguas comparativamente más cálidas ( $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que alcanzan hasta los  $38^{\circ}20'\text{LS}$ . Hacia el sur del transecto se evidencia un estrato superficial homogéneo dominado por la isoterma de  $14^{\circ}\text{C}$ . La termoclina se ubicó entre los 40 y los 120 m de profundidad. Se observó, además, un descenso a una tasa relativamente constante de la temperatura con la profundidad a partir de los 200 m hasta la máxima profundidad de muestreo (**Figura 38c**).

Por su parte, la distribuci3n vertical de la salinidad mostr3 un estrato superficial (0 - 60 m) con salinidades mayores a 33,9 psu (**Figura 39c**). En esta transecta se observ3 una profunda y extensa haloclina. M3ximos salinos asociados a las AESS ( $> 34,5$  psu) no fueron detectados en el transecto. Bajo los 500 m de profundidad todo el transecto qued3 caracterizado por la isohalina de 34,2 psu.

La densidad del agua de mar mostr3 un comportamiento similar a lo descrito para la temperatura, presentando una penetraci3n de aguas menos densas en el extremo norte del transecto. A partir de los  $38^{\circ}20'\text{LS}$  se observa un estrato superficial homogéneo, con una capa de mezcla que alcanz3 los 60 m de profundidad (**Figura 40c**). La piconclina fue identificable a lo largo de todo el transecto situándose entre los 60 y 120 m. Bajo los 200 m de profundidad, todo el transecto present3 un incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad, alcanzando valores superiores a los  $27,0\ \sigma_t$  bajo los 500 m.



La distribución de la concentración de oxígeno disuelto sobre los 100 m de profundidad, mostró en general un estrato bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ). Concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1,0 \text{ ml l}^{-1}$ ), características de la presencia de las AEES, no se detectaron a lo largo del trasecto (**Figura 41c**). Al igual que lo reseñado anteriormente, bajo los 400 m se evidenció un incremento en la concentración de oxígeno disuelto hasta alcanzar valores superiores a  $4 \text{ ml l}^{-1}$ , indicando la presencia en este estrato de profundidad de las AIA.

La distribución oceánica de la concentración de clorofila-a estuvo caracterizada por concentraciones muy bajas, las que no superaron los  $0,4 \text{ mg m}^{-3}$  en los primeros 50 m de profundidad, salvo un máximo subsuperficial en el extremo norte del transecto (25 m de profundidad) que presentó concentraciones mayores a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ . Bajo los 80 m, y como ya ha sido reseñado anteriormente, las concentraciones fueron aún menores, con valores de clorofila-a inferiores a  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$  (**Figura 42c**).



### 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 regi3n norte (33°45'-36°40'LS), una regi3n central (37°00'-39°00'LS) y una regi3n sur (39°00'-40°45'LS) y, b) perfiles verticales promedio para cada una de las 16 transectas realizadas durante la prospecci3n, privilegiando las diferencias longitudinales al interior de cada transecta.

Debido a desperfectos mayores en el CTD a bordo del PAM Don Julio, el sector norte del 3rea de estudio carece de informaci3n vertical de las variables temperatura, salinidad y densidad del agua de mar.

#### **Sector Norte (33°45' – 36° 40'LS)**

La **Figura 43** muestra la distribuci3n vertical de la concentraci3n de ox3geno disuelto, revelando un estrato superficial (entre la superficie y los 25 m) altamente oxigenado, con concentraciones de ox3geno disuelto entre 5 y 6 ml l<sup>-1</sup>. Entre los 75 y los 300 m de profundidad se registr3 valores m3nimos de ox3geno (< 1 ml l<sup>-1</sup>), estableciendo la presencia de AESS en este estrato. Bajo los 400 m de profundidad se registr3 un aumento en la concentraci3n de ox3geno disuelto, alcanzando valores entre 2 y 5 ml l<sup>-1</sup> hacia profundidades mayores a los 500 m.

La distribuci3n vertical de la biomasa fitoplanct3nica, estimada como clorofila-a indic3, en general, bajas concentraciones de clorofila-a (< 1 mg m<sup>-3</sup>) en todas las estaciones evaluadas (**Figura 43**) Destaca la estaci3n 11, la cual present3 una concentraci3n comparativamente mayor en toda la columna de agua (0 - 100 m), evidenciando valores superiores a 2 mg m<sup>-3</sup> con m3ximo subsuperficial a los 25 m (3,5 mg m<sup>-3</sup>).

#### **Sector Centro (37° - 39°05'LS)**



La distribuci3n vertical de temperatura evidenci3 una termoclina bien definida en todas las estaciones, ubicada entre los 50 y 100 m de profundidad, denotando una profundizaci3n hacia el sector oce3nico (**Figura 44**). Los m3ximos gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre  $-0,61$  y  $-2,44$   $^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ . Bajo los 150 m existe un descenso monot3nico de la temperatura con la profundidad, hasta la m3xima profundidad donde se alcanz3 los valores m3nimos ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ).

La salinidad present3 una capa superficial de escasa variaci3n con valores de salinidad entre 33,75 y 34,25 psu. Se registr3 haloclinas, especialmente asociadas al sector costero. Los m3ximos gradientes salinos registrados en este sector fueron d3biles, variando entre 0,06 y 0,37 psu  $10 \text{ m}^{-1}$ . Las AESS estuvieron caracterizadas por salinidades cercanas a 34,7 psu en el estrato comprendido entre los 120 y 300 m (**Figura 44**). Las estaciones m3s oce3nicas no evidenciaron m3ximos salinos subsuperficiales. A pesar de esta diferenciaci3n en el estrato subsuperficial, bajo los 450 m se registran salinidades similares en todas las estaciones para presentar una leve disminuci3n de la salinidad hasta la m3xima profundidad de muestreo.

La distribuci3n de la densidad, por su parte, mostr3 una capa de mezcla importante que se profundiz3 levemente hacia las estaciones m3s oce3nicas y que fluctu3 entre los 40 y los 95 m de profundidad. Los perfiles mostraron picnoclinas bien desarrolladas, donde gradientes m3ximos gradientes de densidad fluctuaron entre  $0,1$  y  $0,6$   $\sigma_t$   $10 \text{ m}^{-1}$  (**Figura 44**)

El ox3geno disuelto present3 un estrato superficial bien oxigenado, con valores cercanos a  $6 \text{ ml l}^{-1}$  (**Figura 44**). De igual manera a lo descrito para otras variables, en este sector existieron diferencias longitudinales con estaciones m3s costeras que evidenciaron m3nimos de ox3geno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), en tanto que en las estaciones m3s oce3nicas los menores valores registrados fueron superiores a los  $3 \text{ ml l}^{-1}$ .



Bajo los 400 m se apreci3 un aumento en la concentraci3n de ox3geno disuelto hacia la m3xima profundidad de muestreo, alcanzando valores que fluctuaron entre los 4 y los 6 ml l<sup>-1</sup>.

La distribuci3n vertical de clorofila-a present3 concentraciones inferiores a 2 mg m<sup>-3</sup>. Destac3 la estaci3n 77 que present3 las concentraciones m3s altas del 3rea de estudio (21 mg m<sup>-3</sup> a los 23 m de profundidad **Figura 44**).

### **Sector Sur (39°35' - 40°45'LS)**

La temperatura evidenci3 valores superficiales entre 13,2 y 14,5°C. Destac3 una termoclina bien definida ubicada entre los 80 y 100 m de profundidad y m3ximos gradientes t3rmicos que oscilaron entre -0,96 y -2,93°C 10 m<sup>-1</sup>. (**Figura 45**) La salinidad, en tanto, present3 valores superficiales entre 33,9 y 34,25 psu. Las estaciones m3s costeras evidenciaron mayor diluci3n superficial (33,6 - 33,8 psu), por efecto de procesos de mezcla con aguas continentales. De igual manera a lo registrado en el sector central, se verific3 el debilitamiento de las AESS (en el estrato entre 150 y 300 mn) hacia el sector oce3nico, para encontrarse pr3cticamente ausente al oeste de las 300 mn. Bajo los 450 m se registraron salinidades similares en todas las estaciones, con una tendencia a disminuir hasta la m3xima profundidad de muestreo. Los m3ximos gradientes de salinidad para este sector fluctuaron entre 0,09 y 0,51 psu 10 m<sup>-1</sup> (**Figura 45**).

Por su parte, la distribuci3n de la densidad del agua de mar present3 una estructura similar a la descrita para la temperatura, con una capa de mezcla bien desarrollada que se profundiz3 levemente hacia las estaciones m3s oce3nicas y que fluctu3 entre los 30 y los 93 m de profundidad. Se observ3 una marcada piconclina, con gradientes m3ximos de densidad que variaron entre 0,32 y 0,85  $\sigma_t$  10 m<sup>-1</sup> (**Figura 45**).



Todas las estaciones evaluadas en este sector presentaron un estrato superficial (primeros 50 m) bien oxigenado, con valores cercanos a  $6 \text{ ml l}^{-1}$ . En este sector, si bien se registr3 un descenso de las concentraciones de ox3geno disuelto en el estrato entre los 150 y 300 m, s3lo en algunas estaciones se report3 valores menores a  $2 \text{ ml l}^{-1}$ , y que estuvieron asociadas preferentemente a estaciones costeras (**Figura 45**). En las estaciones m3s oce3nicas este valor m3nimo fue superior  $4 \text{ ml l}^{-1}$ . Bajo los 400 m se registr3 un aumento en la concentraci3n de ox3geno hasta la m3xima profundidad, alcanzando valores de ox3geno disuelto entre los 5 y  $6 \text{ ml l}^{-1}$ .

La distribuci3n de clorofila-a en este sector present3 las concentraciones m3s bajas de toda el 3rea de estudio, en donde ninguna estaci3n sobrepas3 los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$  (**Figura 45**).

#### 5.5.3.4 Perfiles verticales promedio

Las **Figuras 46, 47 y 48** presentan los perfiles verticales promedio para cada una de las transectas realizadas, considerando todas las variables medidas en este estudio, con el prop3sito de evaluar tanto las variaciones verticales latitudinales (entre transectas) como las longitudinales (entre estaciones de muestreo).

La distribuci3n vertical promedio de la temperatura present3 un comportamiento similar, caracterizado por un estrato superficial homoterma en los primeros 20 m de la columna de agua, el que se profundiza al sur de los  $40^{\circ}\text{LS}$ . La termoclina estuvo bien definida en cada una de las transectas, situada entre los 60 y 100 metros de profundidad (**Figura 46**). En todas las transectas se advierte un descenso relativamente constante de esta variable a partir de los 200 m de profundidad hasta la m3xima profundidad de muestreo.



Por su parte, la salinidad evidenci3 un estrato superficial caracterizado por aguas con salinidades centradas en los 34 psu (**Figura 46**). Se observ3 una d3bil haloclina en casi toda el 3rea de estudio, la cual se fue debilitando hasta pr3cticamente estar ausente las transectas del extremo sur (transectas 15 y 16). La haloclina se situ3 entre los 40 y 180 m de profundidad. La posici3n vertical del m3ximo salino, que caracteriza a las AESS, se situ3 entre los 160 y los 300 m de profundidad. Las transectas 15 y 16 presentaron valores m3ximos de salinidad inferiores a lo observado en las transectas del sector centro, esto debido a la influencia de las estaciones oce3nicas (al oeste de las 200 mn), en donde esta masa de agua (AESS) estuvo pr3cticamente ausente. Bajo los 300 m la salinidad comienza a disminuir levemente hacia la m3xima profundidad de muestreo, denotando la presencia incipiente de las AIA.

La **Figura 46** muestra la distribuci3n vertical promedio de la densidad en cada una de las transectas realizadas. El patr3n de distribuci3n revel3 una capa de mezcla que aumenta progresivamente hacia el sector sur, donde alcanza los 60 m de profundidad (transectas 14, 15 y 16) y picnoclinas identificables en todas las transectas, situadas entre los 30 y los 80 m de profundidad. Bajo los 150 m de profundidad, la distribuci3n promedio de esta variable revel3 un incremento uniforme con la profundidad hasta la m3xima profundidad de muestreo.

La distribuci3n vertical promedio de la concentraci3n de ox3geno disuelto en la columna de agua se presenta en la **Figura 47**. Se observ3 una capa superficial bien oxigenada ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), una oxiclina extensa en la mayor3a de las transectas, concentraciones m3nimas de ox3geno disuelto ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) que caracterizan la presencia de las AESS asociadas al estrato entre los 140 y los 300 m de profundidad en las transectas del sector norte del 3rea de estudio (transectas 1 a la 8). Hacia los sectores centro y sur, la presencia de concentraciones m3nimas de ox3geno disminuye, hacia el sector occidental de los transectos, donde las AESS aparecen



muy debilitadas o ausentes. A partir de los 400 m y hasta la m3xima profundidad existe un aumento en la concentraci3n de ox3geno disuelto hasta denotar la presencia de AIA en toda el 3rea de estudio asociada a los estratos m3s profundos de muestreo.

La distribuci3n vertical promedio de la biomasa fitoplanct3nica (**Figura 48**) evidenci3, en general, una zona norte con valores de clorofila-a inferiores a  $1 \text{ mg m}^{-3}$  en toda la columna de agua (transectas 1 a la 7). Las transectas del centro y del sur (transectas 8 a la 16) evidenciaron concentraciones bajas de clorofila-a ( $< 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ); sin embargo, en la transecta 12 se verific3 la presencia de importantes m3ximos subsuperficiales de clorofila-a entre los 20 y los 40 m de profundidad con concentraciones mayores a  $0,8 \text{ mg m}^{-3}$ .

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

La distribuci3n horizontal 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 49**.

La PCM present3 un valor promedio de  $66,1 \pm 19,2 \text{ m}$ , con una fluctuaci3n entre 15 m (estaci3n 42) y los 101 m de profundidad (estaci3n 123), para un total de 81 estaciones de muestreo. La distribuci3n horizontal de la PCM en el sector centro-sur evidenci3 claramente las diferencias laterales para esta estructura, con valores de PCM en general menores a los 50 m de profundidad al interior de las 50 mn desde la costa, lo que fue especialmente v3lido para el sector costero frente a Lebu y para el sector situado sobre la ancha plataforma continental del extremo sur del 3rea de prospecci3n (al interior de las 25 mn desde la costa). Por el contrario, valores de



PCM que sobrepasaron los 70 m de profundidad dominaron las estaciones realizadas en el sector oceánico, más allá de las 130 mn desde la costa (**Figura 49a**).

Por su parte, la PBT evidenci3 un amplio rango de fluctuaci3n, entre los 56 m (estaci3n 84) y los 159 m de profundidad (estaci3n 120), con un valor promedio de  $107,6 \pm 22,0$  m, considerando 80 estaciones de muestreo evaluadas para esta estructura vertical en el sector centro-sur del área de estudio. A lo largo de esta regi3n, se verific3 un claro gradiente costa-oceáno (**Figura 49b**), con una estrecha banda costera ( $< 25$ mn) con valores de PBT comparativamente menores ( $< 80$  m) y una marcada profundizaci3n hacia el sector más oceánico, donde la PBT excedió los 100 m de profundidad, especialmente al sur de los  $40^{\circ}$ S donde se situ3 bajo los 130 m de profundidad. La temperatura registrada en la profundidad base de la termoclina (**Figura 49c**) present3 un valor promedio de  $10,57 \pm 0,624^{\circ}$ C, con una fluctuaci3n entre los  $9,13^{\circ}$ C (estaci3n 119) y los  $13,0^{\circ}$ C (estaci3n 74). Su distribuci3n horizontal mostr3 leves variaciones espaciales con un sector situado al sur de los  $39^{\circ}$ S dominado por aguas levemente más frías (isotermas de 10 y  $10,5^{\circ}$ C) y un sector noroccidental vinculado con temperaturas mayores a  $12^{\circ}$ C.

El ET mostr3 un valor promedio de  $40,8 \pm 11,7$  m, y un rango de variaci3n entre los 15 m (estaci3n 74) y los 73 m de profundidad (estaci3n 120), para el total de 80 observaciones realizadas en el sector central y sur del área de estudio. En su distribuci3n horizontal, el ET no evidenci3 un gradiente longitudinal observado en las estructuras anteriores, sino una distribuci3n homogénea bien caracterizada por la isolínea de 30 y 40 m de profundidad (**Figura 49d**).



### **5.5.3.6 Análisis espacial de la velocidad geostrófica y de gradientes térmicos**

A fin de entregar una visión dinámica y sinóptica del ambiente físico, para el crucero se realizó un análisis espacial de la anomalía de nivel medio del mar y de la estructura de corrientes geostróficas, así como también un análisis espacial de la distribución de gradientes térmicos superficiales calculados para el área y período de estudio.

#### **Campo de velocidad geostróficas**

La anomalía del nivel medio del mar muestra valores que superan los  $\pm 10$  cm, asociados a estructuras de mesoescala (espacial) presentes en la zona de estudio (**Figura 50**). Estas estructuras corresponden a giros ciclónicos (en el sentido del reloj) y anticiclónicos (contra el sentido del reloj), que se han definido por los vectores de velocidad geostrófica derivados de la anomalía de nivel del mar. El análisis de las corrientes geostróficas evidencia velocidades que aumentan en los bordes de estas estructuras (debido a la conservación de vorticidad), superando velocidades de  $25 \text{ cm s}^{-1}$  en algunos casos, especialmente vinculados con la interacción de dos remolinos de diferente sentido, lo que incrementa la velocidad en la zona frontal, generando corrientes de chorro (tipo jet).

Estos giros de mesoescala (entre 100-200 km) representan, según su sentido de giro, regiones de surgencia (divergencia) o de hundimiento (convergencia) que pueden tener un impacto significativo en la productividad del ambiente oceánico (Bakun, 1996; Tomczack, 2000) y pueden expresarse verticalmente hasta una profundidad de 500 m (Hormazábal, com. pers.).

La distribución espacial de la anomalía del nivel medio del mar y las velocidades geostróficas permiten diferenciar claramente el área de estudio en: a) una región situada entre la costa y los  $78^{\circ}\text{W}$  (zona económica exclusiva, ZEE) con una mayor



energía cinética asociada a la presencia de cinco remolinos bien desarrollados, lo que implica una mayor variabilidad espacial en las velocidades geostróficas. En contraste, se observó velocidades geostróficas menores, así como también un menor número de remolinos hacia el océano interior (78-84°W), destacando dos giros ciclónicos centrados en los 34°30'S-83°W y los 38°30'S-80°W (**Figura 50**).

Esta energía depende de la variabilidad espacial en los dos tipos de giros, siendo de mayor diámetro los giros ciclónicos, pero con velocidades menores a las reportadas para los giros anticiclónicos.

Además de esta diferenciación longitudinal, la distribución espacial permite realizar una diferenciación latitudinal, al norte y sur de los 37°LS. La parte norte aparecen velocidades menores especialmente en el sector central, mientras que en el sur se aprecia velocidades mayores especialmente con la interacción entre dos giros de sentido inverso, donde se observaron las mayores velocidades de toda la zona de estudio.

### **Gradientes térmicos**

El cálculo de gradientes para cada imagen de TSM se basó en la estimación de la pendiente promedio (gradiente promedio) dentro de un área de 3x5 píxeles en dirección meridional y 5x3 en dirección zonal. Un análisis preliminar de la información permitió establecer estas dimensiones como las óptimas de remuestreo, para representar los máximos gradientes térmicos superficiales vinculados con la manifestación de frentes superficiales (Letelier *et al.*, 2001). Por medio de estas imágenes individuales se obtuvo la frecuencia de ocurrencia de estos gradientes en la zona de estudio. A partir de las magnitudes y de la frecuencia de ocurrencia se estimaron los patrones espaciales superficiales vinculados a frentes térmicos en el área de estudio.



La **Figura 51**, muestra los gradientes t3rmicos superficiales correspondientes a informaci3n semanal de TSM provenientes del sat3elite Pathfinder que provee im3genes con una resoluci3n de 9x9 km. Los frentes t3rmicos superficiales se aprecian especialmente fuera de los 100 km desde la costa, definiendo una zona de interacci3n costa-oc3ano. Este comportamiento podr3a deberse a una diversidad de factores, entre otros, a la inusual intensificaci3n de los vientos que favorecieron la surgencia costera durante el estudio ([www.profc.udec.cl/boletin/viento.htm](http://www.profc.udec.cl/boletin/viento.htm)), a la presencia de estructuras de mesoescala (Hormaz3bal *et al.* 2003), a cambios en el rotor del viento que generan surgencias locales, y/o la interacci3n superficial de masas de agua. En cuanto a su intensidad, los gradientes t3rmicos observados fueron inferiores a los  $0,5^{\circ}\text{C } 10 \text{ km}^{-1}$ , los que se consideran altos para el per3odo invernal en la regi3n de estudio, si se contrastan con una distribuci3n promedio de frentes termales en el per3odo invernal 1998-2000 (Letelier *et al.*, 2001; Letelier *et al.*, en prep.) (**Figura 51c**).

#### 5.5.3.7 Diagramas TS

El an3lisis de las masas de agua se realiz3 a trav3s de la interpretaci3n de diagramas TS. Para esto, las estaciones de muestreo fueron agrupadas en tres sectores: norte, centro y sur, los que a su vez se subdividieron en subsectores: costero (entre 10 y 100 mn), intermedio (entre las 101 y 200 mn) y oce3nico (entre las 201 y 400 mn). El sector norte no present3 registros de temperatura y salinidad debido a la falla de la sonda CTD, por lo cual en esta secci3n s3lo se describen los resultados obtenidos en los sectores centro y sur.



Durante el presente estudio, y de manera similar a lo reportado en cruceros hidroacústicos anteriores, se detectó la presencia de tres masas de agua, las Aguas Subantárticas (ASAA), las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIA). El análisis para cada uno de los subsectores considerados reveló los siguientes índices termosalininos:

Centro-costa: Las ASAA presentaron un rango de temperatura entre 10,5 y 14,5°C, mientras que la salinidad fluctuó entre 33,65 y 34,12 psu. Bajo los 150 m de profundidad la columna de agua denotó la presencia de las AESS con un rango de salinidad entre 34,53 y 34,70 psu y una variación térmica entre 9,5 y 11,25°C. Las AIA variaron entre 5,22 y 6,25°C y presentaron salinidades entre los 34,32 y los 34,43 psu (**Figura 52a**).

Centro-intermedio: El estrato superficial estuvo caracterizado por ASAA que variaron térmicamente entre 10,7 y 16,0°C con un rango de salinidad entre 33,80 y 34,22 psu. Las AESS aparecen debilitadas, observándose sólo en algunas estaciones con un rango salino entre 34,41 y 34,53 psu y una variación de temperatura entre 9,0 y 10,4°C. Las AIA se reportaron para el estrato más profundo, con temperaturas entre 5,2 y los 6,0°C y salinidades entre 34,35 y 34,40 psu (**Figura 52b**).

Centro-océano: Este sector se caracterizó por la virtual ausencia de AESS. Las ASAA presentaron un rango de temperatura entre 12,1 y 14,6°C, mientras que la salinidad evidenció un rango entre 34,09 y 34,27 psu. El rango salino correspondiente a las AIA en este sector fue entre 34,42 y 34,47 psu, con una variación térmica entre 5,43 y 5,78°C. (**Figura 52c**).

Sur-costa: El nivel superficial de la columna de agua evidenció valores de temperatura variando entre 11,05 y 14,10°C, con salinidades entre 33,62 a 34,20 psu. Las AESS, por su parte, presentaron un rango de salinidad de 34,50 y 34,72 psu y



una variaci3n de temperatura entre 9,05 y 10,75°C. Las AIA evidenciaron temperaturas entre 5,25 y 5,74°C y una variaci3n de salinidad entre 34,41 y 34,47 psu (**Figura 52d**).

Sur-intermedio: El estrato superficial, caracterizado por las ASAA, present3 un rango t3rmico de variaci3n entre los 13,0 y 15,0°C, mientras que la salinidad vari3 entre 33,95 y 34,35 psu. Las AESS se denotan en forma incipiente, con una variaci3n de temperatura entre 8,5 y 10,2°C y un rango de salinidad de 33,95 y 34,35 psu. Las AIA tuvieron un rango de salinidad entre 34,41 y 34,48 psu y una variaci3n de temperatura entre 5,21 y 5,88°C (**Figura 52e**).

Sur-oc3ano: El nivel superficial de la columna de agua evidenci3 valores de temperatura variando entre 12,50 y 14,50°C, con salinidades entre 34,10 a 34,35 psu. De manera similar al sector centro oce3nico Las AESS, por su parte, presentaron un rango de salinidad de 34,36 y 34,50 psu y una variaci3n de temperatura entre 8,40 y 10,86°C, situadas s3lo en una parte del sector sur (hasta los 38°S). Las AIA se presentaron con temperaturas entre 5,19 y 5,78°C y una variaci3n de salinidad entre 34,42 y 34,46 psu (**Figura 52f**).

Los 3ndices termohalinos invernales reportados en este informe, son similares a los descritos para los cruceros de 2000, 2001 y 2002 (N3ñez *et al.*, 2001, 2002, 2003), 1999 (N3ñez & Ortiz, 1999) y al crucero de 1994 (Figueroa *et al.*, 1995), efectuados en el 3rea hist3ricamente evaluada. Esta caracterizaci3n es coincidente, adem3s, con lo descrito en numerosos estudios hidrogr3ficos de caracter3sticas descriptivas y din3micas realizados en la regi3n central y 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 diferente respecto de años anteriores, este año el recurso estuvo concentrado 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 100 m de la columna de agua donde se reportó la mayor cantidad de las celdas positivas y las mayores abundancias.

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 va desde la superficie hasta los 50 m, el índice de ocupación expresado como la relación entre el número de cuadrículas positivas (CP) y cuadrículas totales (CT), para jurel fue solamente del 10,5%; y donde existe un claro dominio de las cuadrículas positivas, con píxeles de baja densidad que alcanzan al 85% (CP), en tanto los niveles medios y altos reportan el 10 y 5% respectivamente (**Tabla 28**).

La distribución geográfica fue más oceánica que años anteriores. El jurel se detectó en dos sectores bien definidos: el primero se ubicó al oeste de Lebú a unas 100 mn de este puerto y presentó concentraciones regulares, el segundo sector se encontró a unas 100 mn al sur de Puerto Saavedra, destacando su gran



extensi3n y altas densidades de jurel, las cuales est3n relacionados con un sector de altas concentraciones de ox3geno disuelto (**Tabla 29, Figuras 53a y 54c**).

**Tabla 28.** Indices de ocupaci3n de las cartograf3as de distribuci3n de jurel (en porcentaje) por estratos de profundidad.

| DENSIDAD       | Superficie-50 m |     | Capa 51-100 m |     | Capa 101-150 m |     | Capa 151-200 m |    |
|----------------|-----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|----------------|----|
|                | CP              | CT  | CP            | CT  | CP             | CT  | CP             | CT |
| Densidad Baja  | 85              | 09  | 84            | 19  | 89             | 08  | 100            | 02 |
| Densidad Media | 10              | 01  | 13            | 03  | 10             | 01  | 0              | 0  |
| Densidad Alta  | 05              | 0,5 | 02            | 0,5 | 01             | 0,5 | 0              | 0  |

CP = cuadr3culas con jurel ; CT = cuadr3culas totales en el 3rea

**Tabla 29.** Estad3sticos de las variables biol3gicas y oceanogr3ficas en los principales sectores de jurel.

| ESTRATO   | FOCO | VARIABLES |                      |                    |                   |                  |                  |
|-----------|------|-----------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
|           |      | Sa Total  | Temperatura Promedio | Salinidad Promedio | Densidad Promedio | Ox3geno Promedio | Euf3usidos Total |
| 0-50 m    | 1    | 19.254    | 13,8                 | 34,0               | 25,4              | 5,9              | 13.430           |
|           | 2    | 158.567   | 13,8                 | 33,9               | 25,5              | 6,1              | 37.934           |
| 51-100 m  | 1    | 131.886   | 12,7                 | 34,0               | 25,6              | 4,4              | 343.924          |
|           | 2    | 125.890   | 13,5                 | 34,2               | 25,6              | 5,9              | 14.679           |
| 101-150 m | 1    | 57.043    | 11,6                 | 34,0               | 25,9              | 6,0              | 155.087          |

Para la segunda capa (51-100m) el 3ndice de ocupaci3n fue mayor con un 23% del total de p3xeles, y al igual que a3os anteriores, es aqu3 donde se registra la mayor biomasa de jurel, en un 3rea de aproximadamente 15.000 m<sup>2</sup>. En esta capa predominaron las cuadr3culas de bajas densidades con un 84%, mientras las densidades medias y altas alcanzaron un 13 y 2%, respectivamente (**Tabla 28**).

En esta zona se distinguen dos focos principales de abundancia, el primero se situ3 por sobre las 220 mn frente a puerto Saavedra y exhibe altas concentraciones de jurel y adem3s coincide con un foco de altas concentraciones



de eufásidos. El segundo foco se ubicó sobre las 400 mn al suroeste de Corral y se encontro situado en aguas de alta salinidad y alto contenido de oxígeno disuelto (**Tabla 29, Figuras 53b y 55b-c**).

Entre los 100 a 150 m de profundidad, el jurel se distribuyó en un área total de app. 6.000 mn<sup>2</sup> con cuadrículas cuyos registros mayoritariamente fueron de baja densidad y solamente el 11% de las ellas presentaron densidades media y alta (**Figura 53c**).

En relación a la distribución batimétrica se destaca la virtual desaparición de registros de la especie en las primeras 300 mn de la costa, lo que estaría indicando una profundización del jurel en el sector más oceánico. Por otra parte, no se observaron altas concentraciones de jurel a excepción de un núcleo importante que se emplazó a unas 350 mn al noroeste de Corral, con registros regulares que estaban relacionados con altas concentraciones de oxígeno y eufásidos (**Tabla 29, Figuras 53c, 56c y 63b**).

#### **5.6.4.2 Análisis integrado**

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

Se realizó un análisis integrado de las cartografías y se establecieron crostabulaciones (correlaciones cruzadas) con el objeto de estimar los rangos óptimos de preferencia del jurel con respecto a los parámetros ambientales y de calcular los coeficientes Cramer de las cartografías para los estratos de 0-50, 51-100 y 101-150 metros.



### En relación con la temperatura

Las imágenes de temperatura del mar, a distintas profundidades de la columna de agua, se presentan en las **Figuras 54a, 55a, 56a y 57a**.

En la capa superficial se aprecia que las TSM fluctuaron entre los 12 y 16 °C; con un cierto predominio de temperaturas entre los 13 y 15 °C, destacándose el notable gradiente en dirección longitudinal que se produjo en la zona de estudio con aguas frías en la costa y más cálidas en el océano; además advierte la lengua de aguas frías que se produjo al sur de Lebú y que alcanzó sobre las 80 mn (**Figura 54a**).

Con respecto a la relación entre los pixeles con presencia de jurel y la TSM, se observa que la especie se presentó en un estrecho rango de TSM que va desde los 12°C hasta los 14°C, con una clara preferencia por los 13-14 °C (**Figura 58a**), confirmando lo mencionado en años anteriores, donde 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 59a**). Finalmente, el índice de Cramer entre la distribución de jurel y la TSM alcanzó solamente el registro de 0,15, lo que refleja una baja asociación ( $\alpha = 0,05$ ) (**Tabla 30**).

En el plano de 51-100 m, las temperaturas oscilaron entre los 10 y 16°C; observándose un cierto dominio de las temperaturas de 12-15°C (**Figura 55a**); en este estrato se produce la aparición de aguas de 10-11°C y un desplazamiento de la isoterma de 13°C en dirección noroeste, destacando un bolsón de aguas frías frente a Corral, asimismo se continuaron observando gradientes laterales relevantes.



Referente a la repartici3n del jurel, se distinguieron dos focos de abundancia, el primero se situ3 por sobre las 220 mn frente a isla Mocha con altas concentraciones y muy asociado a aguas de de 14-15°C en un sector de gradientes térmicos moderados; el segundo foco se localiz3 a unas 400 mn al suroeste de Corral relacionado con aguas de 13-14°C y bajos gradientes (**Tabla 29, Figuras 53b, 55a y 60a**), lo que es concordante con lo acontecido en ańos anteriores (**Figura 61a**). La asociaci3n entre el recurso jurel y la temperatura fue significativa con un índice de Cramer de 0,24 (**Tabla 30**).

En el estrato de 101 a 150 m, las temperaturas caen notablemente y fluctúan entre los 10 y 14 °C; observándose una clara preponderancia de las aguas de 10 a 12°C (**Figura 56a**); en este nivel la temperatura present3 una distribuci3n mucho más homoterma que en los estratos superiores por lo que no se apreciaron gradientes laterales relevantes. En este nivel no se aprecian grandes concentraciones de jurel, no obstante existe un núcleo importante que se emplaz3 a unas 350 mn al noroeste de Corral y esta asociado a temperaturas de 11-12°C (**Tabla 29 y Figura 62a**). En cuanto al índice de Cramer, éste volvi3 a ser bajo con un registro de 0,16 (**Tabla 30**).

**Tabla 30.** Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribuci3n de jurel, respecto de las variables ambientales en las estratos de 5, 50 y 100 metros.

| VARIABLE                                   | Superficie-50 m. | Capa 51-100 m. | Capa 101-150 m. |
|--|------------------|----------------|-----------------|
| Temperatura (°C)                           | 0,15             | 0,24           | 0,16            |
| Salinidad (psu)                            | 0,20             | 0,23           | 0,18            |
| Oxígeno (ml/L)                             | 0,15             | 0,22           | 0,16            |
| Densidad ( $\sigma_t$ )                    | 0,16             | 0,23           | 0,19            |
| Clo-a ( $\text{mg/m}^3$ )                  | 0,13             | 0,19           | 0,12            |
| Eufáusidos ( $\text{ind}/1000\text{m}^3$ ) | 0,16             | 0,17           | 0,14            |
| Capa dispersi3n profunda                   | 0,17             | 0,14           | 0,08            |



### En relación con la salinidad

En el plano superficial la salinidad presentó un amplio rango de distribución que va desde registros de 33,6 psu hasta 34,3 psu (**Figura 54b**), observando un cierto dominio de los niveles de 33,8-34,2 psu; se señala el notable gradiente latitudinal con salinidades que aumentan desde la costa hacia el océano, destacándose el centro de bajas salinidades que se localiza al sur de isla Mocha. En cuanto al jurel, este presentó dos focos principales, el primero se ubicó a unas 100 mn al oeste de Lebú, en un sector que se caracteriza por registrar gradientes salinos moderados, en tanto que el foco situado frente a isla Mocha y que también se ubicó en un sector de gradientes salinos intermedios. La relación entre los pixeles con presencia de jurel y la variable ambiental indicó que el recurso se distribuyó en el rango 33,6-34,1 psu, con una nítida preferencia por los 33,9 y 34,0 psu, lo que es muy coincidente con lo expuesto en años anteriores (**Figuras 58b y 59b**). Por otra parte, la asociación entre el recurso jurel y la salinidad mostró un índice Cramer de 0,20 (**Tabla 30**).

En el plano de 50 m, las salinidades se incrementaron y se reportaron entre los 33,8 y 34,3 psu, con un predominio de valores superiores a 34,0 psu, debido a lo anterior se manifiesta una migración de la isohalina de 34,0 en dirección este, centrándose al frente de isla Mocha. En este estrato también se distinguen dos focos de abundancia, el primero se situó por sobre las 220 mn frente a isla Mocha con grandes concentraciones de jurel que se vincularon con gradientes salino moderados y al borde interno de las salinidades de 34,0 psu, respecto al segundo núcleo, éste se ubicó sobre las 400 mn a la cuadra de Corral y se encontró situado en aguas de alta salinidad y en un área de escasos gradientes salinos (**Tabla 29 y Figura 55b**).



En el estrato de 50 m, la relación salinidad v/s jurel mostró que el recurso tiene una marcada preferencia por aguas de 34,1-34,2 psu, lo que es difiere bastante a lo descrito en los años precedentes, en los cuales se describe que la especie muestra preferencia por aguas de salinidades menores a 34,0 psu (**Figuras 60b y 61b**). El índice de Cramer mostró una relación significativa con un valor de 0,23.

En el estrato de 100 m, los valores continúan aumentando y alcanzan los 34,7 psu, apreciándose un dominio de los registros sobre los 34,1 psu, destacándose áreas de altas concentraciones ubicados frente a Lebú y en los alrededores de isla Mocha y Corral (**Figura 56**). En esta capa no existieron altas densidades del recurso, sin embargo se apreció un foco que se situó a unas 350 mn al noroeste de Corral y que esta asociado a los bordes de las aguas de 34,0 psu en un sector de fuertes gradientes salinos (**Figuras 53c y 55c**).

En dicha capa la especie vuelve a presentar una nítida inclinación por aguas de 34,1 psu, es decir a pesar del notable aumento de la salinidad, la especie se desplazó en busca de aguas menos salinas (**Figura 62b**). El índice de Cramer es de 0,18, denotando una baja asociación ( $\alpha = 0,05$ ) (**Tabla 30**).

#### En relación con el oxígeno disuelto

En el plano superficial, el oxígeno presentó una distribución bastante homogénea con una fluctuación entre los 3,5 y 6,0 ml/L y una participación de más del 95% de la categoría 5,0-6,0 ml/L, lo que se manifestó en una ausencia de gradientes laterales relevantes (**Figura 54c**). En esta capa, los mayores focos de la especie (oeste de Lebú y oeste de isla Mocha) se situaron en los bordes internos de las aguas de 5,0-6,0 ml/L, destacándose que ambos sectores estaban ligados a zonas de alto contenido de oxígeno (**Tabla 29, Figuras 53c y 54c**).



En cuanto a la repartici3n del recurso, 3ste se report3 en su totalidad en el rango 5,0-6,0 ml/L, con una marcada moda en 6,0 ml/L, lo anterior difiri3 de lo informado en los 2000, 2001 y 2002 en los cuales la especie se localiz3 en rangos menores de ox3geno (**Figuras 58c y 59c**). Finalmente, se se1ala que la asociaci3n entre las variables es muy baja alcanzando s3lo a un 0,15 (**Tabla 30**).

En el plano de 50 m, el ox3geno present3 una disminuci3n de sus valores con la aparici3n de aguas de 3,0 ml/L aunque se mantuvo la marcada moda de los 5,0-6,0 ml/L, detect3ndose peque1os bolsones de baja concentraci3n que se localizan a la cuadra de Leb3. En cuanto a las distribuciones, el jurel se continu3 localizando en aguas de alto contenido de ox3geno en especial el n3cleo que se emplaza frente a Corral. Referente a las preferencias de la especie, 3sta exhibe una marcada preferencia por aguas de 5 ml/L, lo que es similar a lo descrito el a1o 2002 (**Figuras 60c y 61c**). A su vez, el 3ndice de Cramer verifica una moderada asociaci3n entre ambas variables con un valor de 0,22 (**Tabla 30**).

En la capa de 100 m, siguiendo el patr3n caracter3stico de comportamiento, los valores de ox3geno decrecieron significativamente, en especial en las primeras 150 mn y se distribuyen entre los 0,5 y 6,5 ml/L, en este plano se destac3 el notable gradiente en direcci3n longitudinal que se produjo debido a la presencia de aguas menos oxigenadas en la costa, asimismo se advirti3 la aparici3n de lenguas de aguas de bajo contenido de ox3geno en direcci3n oce3nica (**Figura 56c**). En este estrato la especie no presenta concentraciones elevadas distingui3ndose la virtual desaparici3n de registros de jurel en las primeras 300 mn de la costa, lo que se podr3a asociar a la presencia de aguas con bajo contenido de ox3geno que se aprecian en los sectores m3s ribere1os.



En cuanto a los rangos de preferencia, la especie siguió mostrando una inclinación por aguas de 5,0 y 6,0 ml/L (**Figura 62c**) y mostró un índice de Cramer de 0,16 lo que expresa una baja correspondencia entre las variables (**Tabla 30**).

#### En relación con la densidad

En superficie la densidad fluctuó entre los 25,0 y los 26,1 ( $\sigma_t$ ), con un fuerte predominio de aguas de densidad menor a 25,6 ( $\sigma_t$ ) (**Figura 54d**). En la figura se aprecia el fuerte gradiente longitudinal que se produce desde la latitud 39°S al norte, en este plano la repartición geográfica de los principales focos esta limitada con el borde interno de las aguas 25,4 ( $\sigma_t$ ) en un sector de diferenciales laterales relevantes. Por otra parte, el recurso se presenta entre los 25,2 y 25,6  $\sigma_t$  con una nítida preferencia por el rango 25,4-25,6 ( $\sigma_t$ ) (**Figura 58d**), lo que es absolutamente concordante con lo obtenido en años anteriores (**Figura 59d**). En cuanto a la asociación de ambas variables, ésta es poco significativa ( $\alpha= 0,05$ ) alcanzando un índice de Cramer de 0,16 (**Tabla 30**).

En el estrato de 50 m, las densidades se incrementaron y se logran registros que oscilaron entre 25,1 hasta los 26,2 ( $\sigma_t$ ), sin embargo hay un predominio de aguas con niveles menores a 25,8 ( $\sigma_t$ ), destacándose la presencia de fuertes gradientes laterales a lo largo de las primeras 100 mn de la costa. En este plano se distinguen dos focos principales de abundancia de jurel los cuales se asocian mayoritariamente a densidades de 25,4-25,6 ( $\sigma_t$ ) (**Figura 60d**), lo que es totalmente semejante con lo registrado el año anterior (**Figura 61d**). En cuanto a la asociación de ambas variables, el índice de Cramer mostró una relación significativa con un valor de 0,23 (**Tabla 30**).



En la profundidad de los 100 m, los registros de la densidad del agua aumentaron notablemente y no se reportaron densidades del agua inferiores a 25,6 ( $\sigma_t$ ), destacándose una franja de aguas de alta densidad que recorre la costa y que alcanza las primeras 100-150 mn. En cuanto al recurso, éste se concentró mayoritariamente al oeste de Corral en los alrededores de las aguas de 25,8 ( $\sigma_t$ ). En cuanto al índice de Cramer, éste da cuenta de una relación poco significativa (**Tabla 30**).

#### En relación con la clorofila-a

La distribución horizontal de la clorofila-a exhibió valores que fluctuaron entre los 0,04 y los 5,4 mg/m<sup>3</sup> (**Figura 63a**). En ella se aprecia que en general la clorofila muestra bajos niveles de concentración en toda la zona de estudio, a excepción de pequeños focos que se ubicaron a la cuadra de Lebú y al sur de isla Mocha que tienen características locales. En este sentido se señaló que la agregación que se observó al sur de isla Mocha registra valores superiores a los 5,0 mg/m<sup>3</sup>. Se destaca que el foco más importante de jurel, a nivel superficial, se encuentra en los alrededores de este pequeño núcleo de cloa.

En cuanto a la repartición del jurel se mencionó que ésta se reportó esencialmente en concentraciones de clorofila muy bajas debido a que las aguas presentaron mayoritariamente características oligotróficas (**Figuras 58e, 60e y 62e**). Por último, el índice de Cramer indicó relaciones poco significativas entre ambas variables (**Tabla 30**).



### En relaci3n con los euf3usidos

Como se mencion3 anteriormente, los euf3usidos se constituyeron en un grupo de relevancia cuantitativa registrando una abundancia total superior a los 900.000 individuos.

En el caso de los euf3usidos, las mayores concentraciones se ubicaron en las zonas ribereñas frente a la latitud 39°S y a unas 100 mn al suroeste de isla Mocha. Al analizar la distribuci3n de los euf3usidos y del jurel se observ3 que las mayores abundancias de la especie no necesariamente se encontraron relacionadas con focos relevantes de euf3usidos. As3 en el caso de los mayores focos de jurel, en la capa superficial, estaban asociadas a bajos niveles de euf3usidos (**Tabla 29**).

En cuanto a la repartici3n del jurel se mencion3 que 3ste se reporta esencialmente en concentraciones de euf3usidos intermedias con una cierta preferencia por el rango 100-900 ind/1000 m<sup>3</sup>. El 3ndice de Cramer se seal3 que la relaci3n entre las variables no present3 mayor correspondencia (**Tabla 30**).

### En relaci3n con la capa de dispersi3n profunda (CDP)

La repartici3n espacial de la CDP evidenci3 solamente un n3cleo importante que se extendi3 desde Leb3 hasta isla Mocha a unas 30-60 mn de la costa y que abarca un 3rea aproximada de 3.800 mn<sup>2</sup>, de la misma manera se destac3 un foco localizado frente a Corral pero que posee una escasa cobertura espacial.

En este sentido, los principales n3cleos de la CDP no coincidieron con las principales agregaciones de jurel y en cambio los n3cleos importantes de la especie se localizaron en sectores donde la CDP presenta valores muy bajos (**Figuras 53 y**



**63b).** Lo anterior, al igual que a3os anteriores, indic3 una relaci3n inversa entre la densidad de jurel y la CDP. Por otra parte los 3ndices de Cramer indican una relaci3n baja entre ambas variables (**Tabla 30**).

#### **b) Se3al latitudinal del jurel y su relaci3n con variables oceanogr3ficas**

El an3lisis de la se3al latitudinal de densidad ac3sticas de jurel expresado en Sa y las variables hidrol3gicas temperatura y salinidad, consider3 la clasificaci3n de la informaci3n en tres sectores a saber: zona costera (5 a 50 mn), zona intermedia (51 a 100 mn) y zona oce3nica (100 a 200 mn). Las **Figuras 64 y 65**, en general presentan un continuo descenso de los registros ambientales desde las latitudes m3s bajas hacia las m3s altas, siendo consecuente con la climatolog3a local.

##### En relaci3n con la temperatura (Capa superficial)

En el sector costero, se advierte que la m3s alta concentraci3n de jurel se siti3 frente de Corral (**Figura 64a**). Por su parte, la temperatura present3 algunas zonas de fuerte gradiente latitudinal con TSM que fluctuaron entre los 12 y 16°C; apreci3ndose un aumento de 3stas en la latitud 39°30'S (frente al r3o Imperial) debido a una intrusi3n de aguas c3lidas. En esta franja, la mayor densidad de jurel (Corral) estaba asociada a una zona de aguas fr3as y de gradientes t3rmicos moderados.

En la franja de 50-100 mn se apreci3 una gran agregaci3n de jurel que se registr3 al suroeste de isla Mocha y que estaba vinculada a fuertes descensos de la TSM y a un gradiente t3rmico relevante (**Figura 64b**), en esta franja cabe se3alar que las mayores concentraciones del recurso se asociaron a grandes cambios latitudinales



negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un constante descenso en la direcci3n norte-sur.

En la zona oceánica se observó que la seńal de densidad del jurel indica la virtual desaparici3n de la especie al norte de isla Mocha, en esta banda el jurel present3 dos grandes focos, el primero se centr3 al oeste de isla Mocha y el segundo se present3 frente a Corral, en un sector de grandes diferenciales t3rmicos, en esta zona la temperatura jug3 un rol importante en la distribuci3n de la especie; en la **Figura 64c** se logr3 apreciar que los dos focos de m3s importantes se localizaron en zonas de variaciones de la temperatura y de notables gradientes t3rmicos.

#### En relaci3n con la temperatura (Capa 50 metros)

En la capa de 50 metros de profundidad se advirti3 la casi nula presencia del recurso en el sector costero de la zona de estudio y cabe destacar la virtual ausencia del recurso al sur de isla Mocha. En la banda costera se aprecia que la 3nica concentraci3n relevante se localiz3 al frente de Lebú, no obstante que dichos registros eran muy pequeńos y se caracterizaron por estar relacionados con una zona de TSM relativamente altas y gradientes moderados (**Figura 64d**).

La banda intermedia exhibi3 que la mayor agregaci3n del recurso (a la cuadra de Corral) estaba asociada a un sector donde las temperaturas presentaban un continuo descenso en direcci3n sur; los que sin embargo no se relacionaban con grandes gradientes de temperaturas.

En la franja oceánica, se presentaron altas densidades de la especie, con dos focos principales: frente a isla Mocha y al suroeste de Corral, los cuales se ubicaron en sectores que presentaron alg3n grado de descenso de las temperaturas en el sentido



norte-sur. Es importante señalar que en la franja oceánica la relación entre las más altas concentraciones de jurel y diferenciales térmicos no era tan significativa como en las bandas más costeras (**Figura 64f**).

#### En relación con la salinidad (Capa superficial)

En el franja costera, se pudo advertir que la más alta concentración de jurel se situó frente de Corral asociada a un sector de aguas poco salinas, en este sentido se apreció que las salinidades oscilaron entre los 33,6-34,3 psu, destacándose dos focos de aguas poco salinas que se ubicaron al sur de isla Mocha. En esta banda, la mayor densidad de jurel (Corral) estaba asociada a una zona de aguas salinas pobres y de gradientes moderados (**Figura 65a**).

En el sector intermedio se apreció que el foco de jurel ubicado al suroeste de isla Mocha está relacionado con un aumento de la salinidad y a un gradiente salino importante, cabe señalar que las mayores concentraciones de la especie se asociaron a variaciones latitudinales positivas de la variable ambiental, es decir, donde la salinidad presenta un sostenido incremento en la dirección norte-sur (**Figura 65b**).

En la banda oceánica el jurel exhibió dos grandes focos, el primero se situó al oeste de isla Mocha y el segundo se presentó frente a Corral, en un sector donde la salinidad muestra valores reducidos y que también presentaron gradientes salinos moderados.

#### En relación con la salinidad (Capa 50 metros)



En la capa de 50 metros de profundidad se observ3 la escasa presencia del recurso en 1reas costeras y la virtual ausencia del recurso al sur de isla Mocha. En esta banda se apreci3 que la 1nica concentraci3n relevante se localiz3 al frente de Leb1 en un sector de bajas salinidades y de gradientes salinos peque1os (**Figura 65d**).

La banda intermedia exhibi3 que la mayor agregaci3n del recurso (a la cuadra de Corral) nuevamente estaba asociada a un lugar de bajas salinidades, que presentaron un continuo descenso en direcci3n norte-sur, y de gradientes laterales poco relevantes.

En la franja oce1nica, se presentaron altas densidades de la especie, con dos focos principales: frente a isla Mocha y al suroeste de Corral, los cuales se ubicaban en sectores que registraron cambios latitudinales negativos de la salinidad y gradientes salinos intermedios (**Figura 65f**).

### c) **Relaciones funcionales entre la distribuci3n del jurel y las variables bio-oceanogr1ficas**

Los resultados del an1lisis de varianza realizados a las distintas variables biooceanogr1ficas, las cuales se resumen en la **Tabla 31**, indican que existi3 una diferencia significativa entre las macro1reas, al considerar el factor latitudinal (costa, intermedia, oce1nico y alta mar ) y los estratos de profundidad, con valores para las macro1reas longitudinal de Wilks ( $R: (27, 566) = 8,52; p < 0,00$ ) y los estratos de profundidad de Wilks ( $R: (18, 566) = 180; p < 0,00$ ).



**Tabla 31** Por longitud y estratos profundidad, valores medios de; densidad de jurel ( $S_a$ ), temperatura TEMPRO ( $^{\circ}\text{C}$ ), gradiente de temperatura (TEMGR,  $^{\circ}\text{C}/2\text{mn}^2$ ), salinidad (SALPR, psu), gradiente de salinidad (SALGR,  $\text{psu}/2\text{mn}^2$ ), oxígeno (OXI, ml/L), densidad (DENS, sigma -t), clorofila *a* superficial (CLOA,  $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y eufáusidos (EUFTOT,  $\text{ind}/\text{m}^3$ ).

| Profundidad | Sector     | NAS  | TSMPRO | TEMGR   | SALPR  | SALGR   | OXI    | DEN    | CLOA a  | EUFTOT |
|-------------|------------|------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| 5 - 50 m    | costero    | 29   | 13,873 | 0,02382 | 33,965 | 0,00488 | 5,9401 | 25,408 | 0,38236 | 3806   |
|             | intermedio | 49   | 13,79  | 0,0242  | 33,948 | 0,00402 | 5,9452 | 25,415 | 0,32574 | 6731   |
|             | oceánico   | 317  | 13,855 | 0,02156 | 34,003 | 0,01125 | 5,9068 | 25,444 | 0,30596 | 6464   |
|             | altamar    | 124  | 13,73  | 0,01843 | 34,065 | 0,0129  | 5,7793 | 25,518 | 0,18071 | 2409   |
| 51 - 100 m  | costero    | 4    | 13,395 | 0,02819 | 34,040 | 0,00581 | 5,5021 | 25,559 |         |        |
|             | intermedio | 52   | 13,513 | 0,03026 | 34,005 | 0,00477 | 5,699  | 25,512 |         |        |
|             | oceánico   | 2052 | 13,629 | 0,02563 | 34,066 | 0,03204 | 5,8334 | 25,537 |         |        |
|             | altamar    | 796  | 13,567 | 0,02852 | 34,117 | 0,00223 | 5,7855 | 25,59  |         |        |
| >100 m      | costero    | 5    | 10,737 | 0,0172  | 33,227 | 0,00487 | 4,5499 | 25,399 |         |        |
|             | intermedio | 6    | 10,944 | 0,01429 | 34,256 | 0,00542 | 4,4396 | 26,205 |         |        |
|             | oceánico   | 6    | 10,922 | 0,01693 | 34,15  | 0,06283 | 4,473  | 26,126 |         |        |
|             | altamar    | 39   | 10,935 | 0,01632 | 33,724 | 0,05918 | 4,8503 | 25,776 |         |        |

La prueba post-hoc empleando el test de Newman-Keuls permite afirmar que para la densidad de jurel ( $S_a$ ) existe diferencia ( $\alpha = 0,05$ ) entre los estratos de profundidad (superficie a 50, 51 a 100 y > a 100 m), lo cual se mantuvo para las variables temperatura, gradiente de temperatura y oxígeno, mientras que para las variables salinidad y gradiente de salinidad no se presentaron diferencias significativas (**Tabla 32**).

En el sentido latitudinal, la densidad de jurel en el sector oceánico (101-200 mn) mostró diferencias significativas respecto de los otros sectores, en tanto para la alta mar, diferencias estadística se observó para el oxígeno y densidad del agua de mar (sigma-t). Este último resultado es análogo para la variable temperatura, a excepción del sector intermedio (51-100 mn) donde que no difiere estadísticamente ( $\alpha = 0,05$ ) del sector de alta mar (>200mn). Para las variables clorofila *a* y



eufáusidos se presentan diferencias entre todos los sectores, con la excepción de los sectores intermedios (51-100 mn) y oceánico (101 -200 mn) (**Tabla 32**).

El análisis de las variables conservativas (temperatura, salinidad y en densidad del agua de mar) permite señalar que el sector de alta mar difiere de los otros. Esta diferencia se presentó también en el caso de las variables bióticas, al encontrar en la zona de alta mar valores mínimos para eufáusidos y clorofila-a, mientras que hacia la costa la cloa-a aumenta progresivamente y los eufáusidos presentan su máximo valor en la zona intermedia y oceánica.

**Tabla 32** Probabilidades del Newman-Keuls entre las macrozonas para las variables densidad media de jurel (Sa), temperatura media superficial (TSM), gradiente de temperatura (TEMGR), salinidad (SAL), gradiente salino (SALGR), oxígeno (OXI), densidad (DENS) y clorofila a superficial (CLOA).

|              | ESTRATOS PROFUNDIDAD |         |         | SECTORES LATITUDINALES |            |              |               |
|--------------|----------------------|---------|---------|------------------------|------------|--------------|---------------|
|              |                      | 5-50m   | 51-100m |                        | 5-50mn (1) | 51-100mn (2) | 101-200mn (3) |
| <b>Sa</b>    |                      |         |         | 51-100mn (2)           | 0,426      |              |               |
|              | 51-100m              | 0,258   |         | 101-200mn (3)          | 0,001*     | 0,012*       |               |
|              | >100m                | 0,000*  | 0,000*  | >200mn (4)             | 0,069      | 0,156        | 0,150         |
| <b>TSM</b>   |                      |         |         | TSM                    |            |              |               |
|              |                      |         |         | 51-100mn               | 0,214      |              |               |
|              | 51-100m              | 0,000*  |         | 101-200mn              | 0,719      | 0,188        |               |
|              | >100m                | 0,000*  | 0,000*  | >200mn                 | 0,021*     | 0,234        | 0,033*        |
| <b>TEMGR</b> |                      |         |         | TSMGR                  |            |              |               |
|              |                      |         |         | 51-100mn               | 0,948      |              |               |
|              | 51-100m              | 0,0136* |         | 101-200mn              | 0,706      | 0,898        |               |
|              | >100m                | 0,016*  | 0,000*  | >200mn                 | 0,641      | 0,770        | 0,601         |
| <b>SAL</b>   |                      |         |         | SAL                    |            |              |               |
|              |                      |         |         | 51-100mn               | 0,392      |              |               |
|              | 51-100m              | 0,629   |         | 101-200mn              | 0,049*     | 0,013*       |               |
|              | >100m                | 0,226   | 0,209   | >200mn                 | 0,000*     | 0,000*       | 0,001*        |

Cont.1



Continuación Tabla 32

|              |         |        |        |               |        |        |        |
|--------------|---------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|
| <b>SALGR</b> |         |        |        | SALGR         |        |        |        |
|              |         |        |        | 51-100mn      | 0,917  |        |        |
|              | 51-100m | 0,851  |        | 101-200mn     | 0,442  | 0,657  |        |
|              | >100m   | 0,332  | 0,219  | >200mn        | 0,596  | 0,706  | 0,842  |
| <b>OXI</b>   |         |        |        | OXI           |        |        |        |
|              |         |        |        | 51-100mn      | 0,902  |        |        |
|              | 51-100m | 0,012* |        | 101-200mn     | 0,421  | 0,622  |        |
|              | >100m   | 0,000* | 0,000* | >200mn        | 0,000* | 0,000* | 0,002* |
| <b>DENS</b>  |         |        |        | DES           |        |        |        |
|              |         |        |        | 51-100mn      | 0,676  |        |        |
|              | 51-100m | 0,292  |        | 101-200mn     | 0,056  | 0,060  |        |
|              | >100m   | 0,000* | 0,001* | >200mn        | 0,000* | 0,000* | 0,000* |
|              |         |        |        | CLOA <i>a</i> |        |        |        |
|              |         |        |        | 51-100mn      | 0,033* |        |        |
|              |         |        |        | 101-200mn     | 0,011* | 0,458  |        |
|              |         |        |        | >200mn        | 0,000* | 0,000* | 0,000* |
|              |         |        |        | EUFAUS        |        |        |        |
|              |         |        |        | 51-100mn      | 0,000* |        |        |
|              |         |        |        | 101-200mn     | 0,000* | 0,698  |        |
|              |         |        |        | >200mn        | 0,042* | 0,000* | 0,000* |

\*diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ )

Se estimó la matriz de correlación, se presentaron variables altamente correlacionadas, como la temperatura en los perfiles costero, intermedio y oceánico, y la densidad del agua en los perfiles costero e intermedio, estas variables no se consideraron en el análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales, muestra que el primer componente de la varianza explicó el 27,43% de la varianza y el segundo componente explicó el 14,61%, y donde los valores propios son de 4,937 y 2,63, respectivamente (**Tabla 33**). En este sentido, en la componente 1 las variables significativas ( $>0,7$ ) son: salinidad del sector intermedio, temperatura-oxígeno y densidad del sector oceánico.



En el componente 2 las variable significativas son los eufásidos de los sectores oceánicos y alta mar y la clorofila a en alta mar.

**Tabla 33** Valor propio en el análisis de componentes principales

| COMPONENTES | VALOR PROPIO | % TOTAL DE LA VARIANZA | % VARIANZA ACUMULADA |
|-------------|--------------|------------------------|----------------------|
| 1           | 4.937        | 27,43                  | 27,43                |
| 2           | 2,63         | 14,61                  | 42,04                |

Luego, el modelo funcional que permite conocer la densidad de jurel con sólo un  $\alpha$  de 0,10, está dado por las variables bióticas eufásidos en el sector oceánico (101-200 mn) donde  $(t = 1,86)$   $(p = 0,071)$  y clorofila-a en el sector de alta mar con  $t = -2,21$   $(p < 0,05)$ . El modelo se ajusta con  $F(11,32) = 1,82$ ,  $p < 0,09$  y donde el  $R^2$  múltiple es de 0,386 y  $R^2$ , ajustado es 0.175.



## 6. DISCUSION

---

La biomasa de jurel estimada en invierno del año 2003 alcanzó a 2.640.000 toneladas en la zona de estudio. Volumen que está sustentado por un aumento moderado en el número de ejemplares de jurel y un leve crecimiento de carácter somático en el stock, dado el desplazamiento de la moda principal de 27 a 28 cm y la mayor presencia de ejemplares mayores como el año 2002.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección (CV =29,73) al alcanzar un 11,39, lo que se explica por una mayor homogeneidad de las densidades acústicas de jurel que determinaron una amplia zona de concentración por sobre las 200 mn durante el 2003. 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 881.000 t y 1.759.000 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 biomásas, 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 85,24 y 55,72 % respecto al año 2001 y 2002.

En el sentido batimétrico, el recurso presentó una distribución entre los 10 a 170 m en la zona de estudio, con una importante reducción de las agregaciones presentes



en los primeros 100 m, dentro (92,23%) y fuera (76,39%) de las 200 mn, indicando un fuerte cambio en la distribuci3n en profundidad del jurel entre ambas zonas, al ubicarse sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste. Este a1o se pierde la tendencia recurrente a profundizarse el recurso hacia el sur en el sector costero y oce3nico, como fue registrado desde 1999 al 2002.

El mejoramiento de la estructura de talla de jurel registrada el 2001, con ejemplares menores a 26 cm y que aportaron a la abundancia un 35,97% en n1mero y 24,88% en peso, no se mantuvo durante el estudio, disminuyendo progresivamente en el sector de las primeras 200 mn a; 14,11% y 8,13% el 2002 y 7,60 y 4,06 % en el 2003. Estos resultados indican que reaparece la tendencia registrada entre 1998 a 2000, con una disminuci3n progresiva en ejemplares peque1os (> 26 cm) que van desde 79,54, 63,13 y 16, 4 % en n1mero y un 68,09, 43,41 y 11,47% para el peso. Aspecto que es importante de destacar, en atenci3n a que el bajo volumen de biomasa registrado durante a1o 2002 as1 como la actual cuantificaci3n, se sustenta sobre una estructura de talla del stock bastante d3bil, al no disponer de ejemplares de menor talla que puedan sostener a futuro una actividad extractiva.

En la zona de estudio, al igual que el a1o pasado el 3rea comprendida al noreste de Constituci3n por sobre las 100 mn de la costa y donde no se detect3 peces en los a1os anteriores, fue m3s acentuada, al restringir la distribuci3n de jurel a las primera 80 - 60 millas. Sin embargo, este a1o se identificaron sectores definidos de alta densidad, lo cual difiere de lo observado en el 2002, donde sus valores fueron relativamente similares en toda la zona prospectada. En este sentido la mayor abundancia del recurso se localiz3 entre Talcahuano a sur de Corral y en ella se concentr3 m3s del 99,85 % de la biomasa estimada, coincidiendo el 3rea donde se ubica la distribuci3n del jurel con la registrada en 1998 y 2002 (>90% de la biomasa).



Las evaluaciones realizadas muestran cambios interanuales en la forma de ocupar el jurel el espacio en la zona de estudio, al variar la posici3n de las 1reas donde se concentra la mayor parte del recurso a3o a a3o, lo cual se hace evidente en los IC y ID registrado desde 1997, al fluctuar entre 30,28 a 5,13 % y de 130,74 a 290,53 t/mn<sup>2</sup> desde 1997 al 2002. Del mismo modo, cambios en la participaci3n porcentual de las distintas agregaciones se registran en la zona de estudio desde 1997, al disminuir sistem1ticamente 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).

En este sentido, el an1lisis 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 m1ximo de 8 card6menes por millas en 1997, a3o de evento El Ni3o con anomal1as de +2,5 3C, para posteriormente disminuir progresivamente conjuntamente con la presencia de aguas fr1as en la zona de estudio. Los resultados alcanzados este a3o refuerzan esta relaci3n, al registrar un m1ximo de s3lo 2 card6menes por milla recorrida y la presencia de aguas comparativamente m1s fr1as que el 2002, caracterizada por la presencia de n6cleos fr1os (<13 3C) en el sector costero y un predominio de anomal1as negativas, que revelan la persistencia de una condici3n ambiental fr1a entre 1999-2003 en la zona de estudio (Nu3ez *et al.* 2003).

En relaci3n al ambiente, el an1lisis de las anomal1as de temperatura superficial del mar (TSM) para el per1odo 1991–2003 (**Figuras 66 y 67**), evidencia anomal1as positivas especialmente en los a3os 1992 (+0,63C) y 1997 (+2,53C) reflejando el efecto de eventos c1ldos en el 1rea de estudio, por el contrario, anomal1as negativas fueron detectadas principalmente en los a3os 1994, 1999, 2001, 2002 y



2003, registrando el 3ltimo a1o aguas comparativamente m3s fr3as que el 2002, evidenciando la persistencia de per3odo fr3os (Nu1ez *et al.*, 2003). Es as3 que, antecedentes hist3ricos de estructura de tallas anual en la zona centro sur del pa3s, indican en forma marcada la presencia de ejemplares de jurel de menor tama1o en los a1os donde se ha desarrollado un evento El Ni1o, sugiriendo como hip3tesis, el desplazamiento de masas de aguas oce3nicas que incluyen el transporte de ejemplares peque1os que habitualmente permanecen en el sector oce3nico (pre-reclutas) (Aranis com. pers.)

Durante la manifestaci3n de evento EL Ni1o, ocurren cambios importantes en la distribuci3n espacial de los diferentes grupos de tama1o de jurel, como se observ3 en las capturas de la flota sovi3tica fuera de las 200 mn frente a Per3 entre 1987 y 1988, donde pr3cticamente no se capturaron ejemplares mayores a 29 cm de longitud a la horquilla.

En este sentido, tras el evento intenso El Ni1o 97-98 cambios importantes se han registrado en la zona centro-sur del pa3s, con una fuerte modificaci3n en la estructura de tallas de jurel que expertos han definido como una juvenilizaci3n del stock. Asimismo, la densidad global de los grupos zooplanct3nicos ha disminuido gradualmente con una ca3da dr3stica en el 2002 y leve repunte en el 2003, adem3s de una reducci3n de las tasas presentes u oferta de alimento en el medio de 34 (1991 al 1994) a 18 (1997 al 2003). Al respecto, es importante indicar que cambios en la disponibilidad de zooplancton (presas) tambi3n se han registrado de manera habitual en la zona norte del pa3s, durante la ocurrencia del fen3meno del El Ni1o. Luego, la densidad alcanzada este a1o indica que se mantiene la situaci3n observada hasta el 2002, m3s que un cambio radical en la tendencia decreciente registrada desde 1997 en la zona de estudio (C3rdova *et al.*, 1997al 2002).



Al confrontar la distribuci3n espacial de jurel con la distribuci3n de la TSM, para los distintos cruceros realizados desde 1997 en la zona de estudio, evidencia una asociaci3n entre las 1reas donde se localiza el jurel y las isotermas de 14,5 a 13,0°C, observando distribuciones espaciales de jurel bastante acotadas por la posici3n por estas isotermas superficiales (**Figura 68**). Esta relaci3n se rompe durante 1997 y 1998, a1os donde se desarrollo el evento El Ni1o de car1cter intenso en la zona de estudio, siendo estable a partir de 1999 (La Ni1a), cuando se inicia el predominio de condici3n ambiental fr1a en la zona de estudio.

Antecedentes de *Trachurus picturatus murphy* en Per1, se1alan que el habitat preferido es el frente oce1nico forma por las Aguas Costeras Fr1as (ACF) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), y su distribuci3n y abundancia guarda cierta relaci3n con la variaci3n e interacci3n de estas masas de aguas frente al litoral peruano, las que var1an desde a1os normales a anormal. Durante el verano o en a1os c1lidos (El Ni1o) el recurso se acerc3 a la costa, en tanto en los meses de invierno o en a1os fr1os se aleja (La Ni1a). En este sentido, en a1os de El Ni1o el jurel presenta una distribuci3n 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 expansi3n de la subpoblaci3n en el a1o, o despu3s de uno o dos a1os, lo cual se ve reflejado claramente en el incremento en las capturas de peces de edad 1 a 3 (reclutas). Tambi3n en los 1ltimos a1os se observa una disminuci3n de las tallas de jurel respecto a a1os anteriores (T. Dioses y M. Guti3rrez, IMARPE com pers.).

En Per1, las capturas de jurel hasta julio del 2003 bordeaban las 80.000 toneladas, registrando primer trimestre su mayor volumen con 62.000 t. Si bien es cierto, este volumen pudiera estar asociado a una reorientaci3n del esfuerzo (veda anchoveta), antecedentes indican una mayor disponibilidad del recurso en el sector sur del Per1,



producto de la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (22 y 24°C) en el norte, que generaron un frente térmico que habría ayudado a la concentración del jurel hacia el sur. Situación que en marzo cambia, al debilitarse el frente por el predominio de vientos alisios que ayudaron al proceso de enfriamiento estacional originando el desplazamiento del jurel hacia el norte y noroeste (Carlos Martínez, IFOP com. Pers.).

Este desplazamiento espacial del recurso asociado a isotermas 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, para otoño se observó una intrusión de aguas cálidas frente la costa desde Los Vilos a Talcahuano que alcanzaron las 70 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 69**). 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 70 y 72**), conjuntamente con un desplazamiento de las zonas de pesca hacia el sector oceánico por sobre las 400 mn.

Por otra parte, 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 68**), lo cual coincide espacialmente con la intrusión superficial por el NW de aguas comparativamente más cálidas (> 15°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 2002, en la presente campaña (junio 2003) se observa una clara penetración oceánica en el sentido NW-SE, de aguas comparativamente más cálidas (>15° C), en tanto en la



costa y hacia al sur se manifiesta la fuerte presencia de aguas m1s fr1as ( $<13,0$  °C), generando un fuerte gradiente t1rmico en sentido longitudinal (costa- oc1ano) y donde se concentr3 mayoritariamente el jurel (99,85% de la biomasa). La zona estuvo bajo el dominio de temperaturas que variaron de 12,10 a 16,10 °C ( $13,85 \pm 0,866$  °C) y salinidades entre los 33,613 y 34,564 ( $34,113 \pm 0,195$  psu).

En general, la distribuci3n de las variables y estructuras oceanogr1ficas verticales (y sus anomal1as para el per1odo 1997-2003) para el 1rea de estudio, evidenci3 la presencia de aguas m1s c1ldas que las informadas en per1odo invernal de 1999 y 2001, similares al a1o 2000 y 2001 (Nu1ez *et al.*, 2001, 2003) y significativamente menores a los a1os 1997 y 1998 (Nu1ez *et al.*, 2000 y Arcos *et al.*, 2001). Las anomal1as positivas de la temperatura superficial (m1x:  $+2,5$  °C), revela la fase activa del evento El Ni1o 97-98, mientras las anomal1as negativas registradas en 1999-2001 (m1x:  $-1,5$  °C), refleja el decaimiento y el predominio de una condici3n ambiental fr1a, principalmente en 1999.

Para las evaluaciones hidroac1sticas efectuadas hacia fines del oto1o entre 1997 a 2003, en la zona central de Chile, cambios en la distribuci3n espacial del recurso jurel se han presentado, as1 como tambi3n una fluctuaci3n intranual en las variables bioceanogr1ficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos c1ldos y fr1os que han afectado el 1rea. Sin embargo, frente a estas variaciones ambientales el jurel present3 rangos preferenciales en las variables hidrol3gicas, que van desde los 13 a 15 C y 33,8 a 34,3 psu, los cuales coinciden con los de a1os anteriores, asimismo, al igual que en el 2000, 2001 y 2002, el jurel se ubic3 de preferencia en el estrato con valores de ox1geno entre 5 a 6 ml/L.

En general es posible se1alar que el recurso muestra una preferencia por sectores de fuertes gradientes y descensos continuos de temperatura, lo cual concuerda con



lo planteado por Yáñez *et al.* 1996, quienes asocian los más altos rendimientos de la flota cerquera industrial con sectores ubicados en los bordes de diferenciales térmicos importantes. En este contexto, el análisis de las velocidades geostróficas y gradientes térmicos son aspectos importante de estudiar, por cuanto permiten conocer estructuras espaciales de mesoescala llamadas giros, las cuales según su sentido de movimiento, determinan regiones de surgencia (divergencia) o de hundimiento (convergencia), con un significativo impacto en la productividad del ambiente oceánico, expresándose en sentido vertical hasta los 500 m y con una estabilidad temporal de 2 a 3 meses.

Antecedentes de la zona norte del país indican que en zona donde se ubicaron estos giros con permanencia superior a 20 días, se detecta nivel altos de clorofila-a, lo cual sería un indicador importante en término de oferta alimentaría a nivel de las presas de jurel (eufáusidos) (H Reyes com. pers.). En este sentido, las zonas de concentración de jurel se ubicaron principalmente en los borde de dicho giros, coincidiendo plenamente las zonas de pesca durante y después del crucero de evaluación, con dos giros oceánicos presente a 260 mn frente a puerto Saavedra (junio) y 500 mn al norte de Constitución (julio-agosto) (**Figura 50**).

Aunque las altas densidades de eufáusidos estuvieron asociadas a la costa, disminuyendo a valores mínimo en las 50 mn, frente a puerto Saavedra, a 260 millas se registra densidades máximas de 18.864 individuos que se corresponden con el sector de mayor concentración de jurel en la zona de estudio. En este sentido, aunque la mayor abundancia de jurel estuvo en el sector oceánico y los eufáusidos se concentraron en la costa, entre los 40° a 41°LS y 76° a 81° W la escasa presencia de eufáusidos coincide con una ausencia del recurso, mientras que por sobre los 81W y entre los 38° a 39° LS y 78° a 80° W, donde se registran concentraciones importantes de jurel, la densidades de eufáusidos son superiores,



lo cual se podría explicar por una relaci3n de depredaci3n del recurso sobre este grupo, al ser los eufáusidos un ítem relevante en la dieta de jurel en la zona de estudio.

Para la zona de estudio, un modelo funcional se estableci3 a partir de las variables tr3ficas de clorofila-a y eufáusidos, las cuales muestra que las altas densidades de jurel est3n relacionadas con una mayor abundancia de eufáusidos y bajas concentraci3n de clorofila-a. En este sentido, el an3lisis puntal de estas variables en las estaciones donde se agruparon las mayores abundancias de jurel, muestra que a altas concentraci3n del recurso se registra alta densidad de eufáusidos y bajas niveles de clorofila, mientras que para las zonas de baja densidad de jurel, los valores disminuyen para eufáusidos y aumentan en la clorofila, evidenciando una relaci3n de car3cter tr3fico (**Figura 71**). Sin embargo, estos resultados muestran que la toma de datos fue al inicio del encuentro depredador-presa, por cuanto de llevarse a cabo el proceso de alimentaci3n (pastoreo) durante un tiempo, esta relaci3n se vuelve inversa, es decir, alta concentraci3n de jurel (predador) y baja concentraci3n de alimento (eufáusidos).

En la zona de estudio, este tipo de relaciones han sido descritos y analizados para el jurel por Bertrand *et al.* 2003, quienes a partir de lo seÑalado por Levin (1992) y Rose and Leggett (1990), establecen a trav3s del an3lisis de la relaci3n depredador-presa a una escala mayor, que las densidades de depredador-presa est3n positivamente correlacionadas, mientras que al disminuir aproxim3ndose a la escala de la agregaci3n, la linealidad de la correlaci3n decrece y llega a ser no significativa. Finalmente, a escalas menores que la agregaci3n, las densidades de depredador-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 observa patrones diferentes. Esto es, correlación positiva a escalas espaciales pequeña, 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 alimentaría) (Bertrand *et al.*, 2003, Hancock *et al.*, 1995, Fréon *et al.*, 1993 y 1995, Barbieri *et al.*, 1996)

Por otra parte, la biomasa observada en la zona de estudio, se explica en su mayoría por un fuerte aporte en el número de ejemplares presentes sobre las 200 mn (6,09 E+10) y un incremento en peso al desplazarse la moda de 27 (2002) a 27-28 cm. Este importante aporte en peso y número también se expresa a través de un índice independiente del área de distribución, con una importante disminución en la densidad acústica desde 74,25 a 29,93 t/mn<sup>2</sup> en la ZEE. Valor de densidad acústica que muestra una reducción en la disponibilidad del recurso en la zona donde se desarrolla principalmente la pesquería, manteniendo la tendencia a la baja observada a partir del 2001 (113,23 t/mn<sup>2</sup>).

En este sentido, el aumento de ejemplares de mayor tamaño y el desplazamiento de la moda principal desde 26 a 27 cm, determinaron una constante de transformación (0,1660 t/mn<sup>2</sup>) superior en un 7,3% a la registrada el 2002, que no fue relevante. Luego, estos resultados y la prolongada operación de la flota industrial de la VIII Región fuera de la ZEE en el transcurso del presente año, indican una baja disponibilidad del recurso dentro del sector donde se desarrolla principalmente la pesquería de jurel en el país.



En este contexto, antecedentes de capturas anuales de jurel peruano, muestran un crecimiento sostenido que va desde 82.641 t (1999) a un máximo histórico de las capturas con 771.000 t (2001), que es coincidente con la tendencia alcista observada en los estimados de biomasa de jurel en la zona centro-sur del país, donde su más alto volumen de biomasa (5.990.000 t) se obtuvo en el 2001. Luego, las capturas peruanas caen bruscamente en el primer semestre del 2003 a las 80.000 toneladas, coincidiendo esta baja en la disponibilidad con los resultados de la evaluación y capturas de la flota cerquera industrial en la zona de la pesquería.

En este sentido, de los 13 grupos que conforman la estructura de edad en esta campaña, los grupos IV, V y VI son los más importantes y sostienen la pesquería de jurel, disminuyendo el principal grupo (IV) para el período 2000–2003, desde 44,7 35,62 y 23,46 %. En general, desde 1996 se observan cambios importantes en la estructura de edad de jurel asociada a la fuerte presencia de ejemplares menores, lo que difiere radicalmente de lo observado entre 1975 a 1995, donde la pesquería estuvo sustentada por las edades V; VI; VII y, VIII.

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, un debilitamiento general de las condiciones en el recurso.



La mayor concentraci3n del recurso detectada en la alta mar por sobre la ZEE durante este a1o, es un aspecto que debe ser analizado en profundidad, por cuanto pudiera existir un adelantamiento en el ingreso del recurso hacia el sector costero, cambiando la estacionalidad hist3rica observada en la zona de estudio. Esto se sustenta en la inusual captura registrada durante el mes de diciembre del 2002, que permiti3 a las empresas del sector completar sus cuotas de pesca anual y el desplazamiento temprano del jurel hacia el oeste (junio-julio), como lo indica la evoluci3n de las zonas de pesca durante el per3odo de estudio y la distribuci3n espacial que present3 el recurso en las Pesca de Investigaci3n de jurel realizadas en oto1o e invierno (**Figura 2 y 72**) (M. A. Barbieri com. pers.). En este sentido, la operaci3n de la naves pesqueras por sobre las 200 mn durante aproximadamente dos meses, escapa a lo observado durante el a1o pasado, donde este tipo de actividades en alta mar fue bastante acotada y circunscrita solo al mes de junio (Aranis *et al.*, 2003)

Luego, el monitoreo mediante la flota de este patr3n de comportamiento estacional es necesario, por cuanto es vital desarrollar cruceros de evaluaci3n ac3stica cuando el recurso se encuentra presente en la zona de estudio. Del mismo modo, tambi3n se debe analizar la posibilidad de un eventual desplazamiento de la distribuci3n general de jurel hacia el sector oce3nico, lo que podr3a agudizar a futuro la detecci3n del recurso en la ZEE.

En este sentido, el incremento de evaluaciones ac3sticas permitir3 contar con estimados de biomasa en diferentes per3odos, reduciendo la probabilidad de evaluar el recurso cuando no se encuentra presente en la zona de estudio. Luego, es necesario contar con informaci3n complementaria a la evaluaci3n a trav3s de prospecciones exploratorias extensas bajo un r3gimen de Pesca de Investigaci3n, antes y durante el desarrollo del crucero de cuantificaci3n ac3stica. 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 período del crucero de evaluación, brindará información anexa para evaluar la efectividad de cobertura del área de cuantificación, y por ende proyectar la importancia relativa de la abundancia por fuera del área de estudio.

Este procedimiento fue aplicado parcialmente durante el desarrollo del estudio en el 2003, logrando aumentar significativamente la eficiencia del diseño de muestreo, al incorporar a la zona de estudio el sector 200- 400 mn, donde se evaluaron 2/3 de la biomasa total. Luego, al considerar los resultados alcanzados durante el 2003, es necesario mantener este protocolo para la evaluación hidroacústica y aumentar el número de prospección durante el período de mayor concentración del recurso en el sector costero.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## 7. CONCLUSIONES

---

### 7.1 Acústica

**7.1.1** La biomasa de jurel para la zona comprendida entre San Antonio (33° 45'LS) a bahía San Pedro (40° 55'LS) y desde 5 y 400 millas de la costa fue de 2.640.000 t, con un coeficiente de variaci3n (CV) de 11,39. Dentro y fuera de la ZEE, la biomasa se distribuy3 en 881.000 y 1.759.000 t con una precisi3n de CV= 26,68 y CV= 10,21, respectivamente.

**7.1.2** El m3todo geoestadístico (Petitgas, 1991) present3 la mayor precisi3n y su biomasa no present3 diferencia con lo estimado en el m3todo de Estratos Agrupados (Volter, 1985).

**7.1.3** La abundancia num3rica total alcanz3 a 9.140.279.491 individuos y 3.073021.619 individuos se ubicaron en las primeras 200 mn, lo que es inferior al 2002 (8,24E+09) y 2001 (3,10E+10) en un 62,78% y 90,16%, indicando una reducci3n importante de la disponibilidad de jurel en la ZEE. El n3mero de individuos bajo la talla m3nima legal (26 cm) disminuye este a3o, desde 14,11% a 7,60% en n3mero y de 8,13% a 4,06% en peso. Manteni3ndose la tendencia de reducci3n de ejemplares menores, observada de manera intensa entre 2001 y 2002, con porcentajes que van desde 35,94% a 14,11% en n3mero y 24,88% a 8.13% en peso.

**7.1.4** El patr3n de distribuci3n espacial del jurel durante este a3o 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 intrusi3n de aguas c3lidas procedentes del 3rea oce3nica. Este a3o, la ausencia de recurso se expandi3 considerablemente al no registrar recurso restringido al sector costero como sucedi3 durante el a3o 2002.

**7.1.5** Amplias zonas de concentraci3n de jurel se detectaron principalmente sobre 200 mn, entre las 200 a 300 mn frente a Puerto Saavedra y 325 a 385 mn a la cuadra de bahía San Pedro (zona de pesca). Hacia la costa, las zonas de alta densidad se reducen considerablemente, siendo posible destacar s3lo aquella ubicada entre 90 y 100 mn frente a isla Mocha, donde se observ3 una alta densidad de jurel (zona de pesca). En este sentido, el recurso se ubic3 principalmente desde Talcahuano a sur de Corral, concentr3ndose en esta 3rea el 99,85 % de la biomasa total estimada, y su amplia distribuci3n por sobre el l3mite de la ZEE sugiere la extensi3n hacia el sector oce3nico al sur del 3rea de estudio.

**7.1.6** Esta distribuci3n espacial de jurel no presenta grandes diferencias con la de 1998 y 2002, donde m3s del 90% de la biomasa se localiz3 entre Talcahuano y Corral.

**7.1.7** La densidad ac3stica media para este crucero fue de 49,69 t/mn<sup>2</sup> y se sustenta por la alta densidad (74,25 t/mn<sup>2</sup>) registrada sobre las 200 mn, donde se concentra dos tercios de la biomasa estimada en la zona de estudio. Hacia la costa la densidad se reduce a 29,93 t/mn<sup>2</sup>, producto de la baja presencia de jurel que indica la continuidad de la importante disminuci3n observada entre el 2001 (113,42 t/mn<sup>2</sup>) y 2002 (37,20 t/mn<sup>2</sup>) en la ZEE. Este valor menor sugiere que la disminuci3n 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 11,63% y 248,11 t/mn<sup>2</sup> para la zona de estudio. Dentro y fuera de la ZEE estos fluctuaron entre 5,13 a 27,20% y 290,53 a 228,94 t/mn<sup>2</sup>, 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 170 m en la zona de estudio, con una importante reducción de las agregaciones presentes en los primeros 100 m, de 92,23% (< 200 mn) a 76,39% (> 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. Este año se pierde la tendencia recurrente a profundizarse el recurso hacia el sur en el sector costero y oceánico, como fue observado desde 1999 al 2002.

## **7.2 Pesca**

- 7.2.1** El 87,39% % de la captura correspondió a jurel, en tanto el 12,61% lo constituyó la fauna acompañante.



- 7.2.2** El mayor aporte en la fauna acompañante correspondió a las especies; jibia *Dosidicus gigas* (4,84%), caballa *Scomber japonicus* (4,37%), sierra *Thyrsites atun* (3,35%) y reineta *Brama australis* (0,03%).
- 7.2.3** El alto volumen de jibia registrado se explica principalmente por la captura de sólo un lance de pesca (5), el cual con su aporte da cuenta del 100% alcanzado por esta especie.
- 7.2.4** Se capturaron ejemplares de jurel entre 19 a 57 cm, donde un 8,52% estuvo bajo la talla mínima legal (26 cm), lo cual representa una fuerte disminución en el número de individuos pequeños respecto a los años 2002 (26,66%) y 2001 (41,23%). Esta merma junto a un aumento paulatino de la moda desde el 2001(26, 27 y 27-28 cm), indica un crecimiento somático en el jurel.
- 7.2.5** El intervalo de talla 24 a 45 cm concentró el 98,37% de los ejemplares, lo que difiere respecto al 2001 y 2002, donde un 99,33% y 99,87 % se ubicó entre 20 a 35 y 20 a 45 cm, indicando 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 18 a 34 cm de longitud horquilla y una moda principal en 22 cm y una secundaria en 20 cm. Esta distribución bimodal con límite inferior y superior similar al 2002 y un predominio de ejemplares pequeños, no se observó el año 2001, donde los tamaños fueron mayores entre 27 a 36 cm y sólo con una moda en 32 centímetros.



- 7.2.7** No existen diferencias significativas entre las distribuciones de tallas en los sectores dentro y fuera de las ZEE, raz3n por lo cual se determin3 una distribuci3n general para la zona de estudio.
- 7.2.8** La composici3n por grupo de edad fue de 13 grupos en y fuera de la ZEE, siendo los principales el IV, V y VI que participan en el 1rea total con un 23,46%, 33,99 y 25,78, respectivamente. La edad IV se mantiene como grupo principal como se observ3 en el per3odo 2000-2002, y este a1o su aporte disminuye respecto del 2000 (44,7%) y 2001 (42,2%). y 2002 (35,62%), evidenciando la presencia de ejemplares mayores al disminuir a 3,04% el n1mero de ejemplares juveniles (edad III), respecto del 2002 (15,49%) y 2001 (19,20%).
- 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 relaci3n general (machos y hembras) para determinar la constante de ecointegraci3n.

### **7.3 Secci3n Oceanograf3a**

- 7.3.1** La distribuci3n superficial de la temperatura del mar evidenci3 aguas comparativamente m1s fr3as que las reportadas para el a1o pasado (mayo-junio 2002), y similares a lo informado para el per3odo invernal de los a1os 2000 y 2001. En este crucero destac3 la presencia de aguas con temperaturas menores a 14°C al interior de las 100 mn, la presencia de n1cleos de aguas m1s fr3as (< 13°C) en el sector costero y la ausencia de la isoterma de 16°C en el sector noroccidental del 1rea de estudio. En esta campaa, la TSM fue significativamente menor comparada con el per3odo



invernal 1997-1998 (evento c3ldo) donde dominaron las isotermas de 15 y 16°C en gran parte del 3rea prospectada. El predominio de anomal3as negativas de TSM revelan la persistencia de una condici3n ambiental fr3a para el per3odo 1999-2003 en el 3rea de estudio.

**7.3.2** La distribuci3n superficial de la salinidad evidenci3 el predominio de las isohalinas de 34,2 a 34,4 psu en el sector norte y, en general, valores inferiores a 34,0 psu al sur de los 37°LS, situaci3n similar a la condici3n ambiental reportada para 1999, si se considera la disposici3n espacial de la isohalina de 34,0 psu (restringida al extremo norte en el a3o 2000), la presencia de aguas m3s salinas en el sector costero entre Constituci3n y Talcahuano y la escasa diluci3n costera, que s3lo se expres3 levemente vinculada con el estuario del r3o Valdivia, contrastando con lo informado para los a3os 1998, 2001 y 2002. Durante el a3o 2003 se observ3 la presencia de leves anomal3as positivas de salinidad (+0,2 psu) que abarcaron gran parte del 3rea de estudio, situaci3n distinta a lo informado para el per3odo 1999-2002, que present3 una persistencia de anomal3as de salinidad cercanas a cero o negativas.

**7.3.3** La distribuci3n de ox3geno disuelto mostr3 un estrato superficial homog3neo y bien oxigenado, centrado en la isol3nea de 6 ml l<sup>-1</sup>, similar a lo informado para los a3os 1993, 1994, 1997, 2000, 2001 y 2002, pero distinto a los bajos valores superficiales descritos para el invierno de los a3os 1998 y 1999. Para el per3odo 2000-2003, se observ3 anomal3as positivas de ox3geno disuelto en gran parte del 3rea prospectada, a diferencia de lo observado para el per3odo 1997 a 1999, que estuvo dominada por anomal3as negativas.



- 7.3.4** La biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila-a) muestra una distribución homogénea, sin gradientes latitudinales ni longitudinales de importancia, caracterizada por concentraciones bajas (menores a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ ) en la mayoría de las estaciones realizadas, lo que es consistente con el período invernal y la región oceánica evaluada en este estudio. No obstante, destacó un núcleo de concentraciones comparativamente mayores (superior a  $4 \text{ mg m}^{-3}$ ) vinculado al sector sur (50 mn) del área de estudio.
- 7.3.5** La distribución vertical de las variables medidas (perfiles verticales y secciones oceanográficas) evidenció, en general, la presencia de termoclinas y picnoclinas bien desarrolladas, situadas entre los 60 y 140 metros de profundidad, advirtiéndose en algunos casos, una profundización hacia el extremo occidental de las transectas. La salinidad exhibió haloclinas débiles y extensas, situadas verticalmente entre los 40 y los 180 m de profundidad, las que están virtualmente ausentes en las transectas del extremo sur. La posición vertical del máximo salino presente principalmente al interior de las 200 mn (presencia de las AESS), se situó entre los 160 y los 300 m de profundidad. El grado de mezcla entre las ASAA y aguas de origen continental aportadas por los ríos de la región centro-sur de Chile sólo fue observable para el estuario del río Valdivia (Bahía Corral). Por su parte, la concentración de oxígeno disuelto evidenció oxiclinas extensas en la mayoría de las transectas, concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (140-300 m) coincidentes verticalmente con el máximo salino (presencia de AESS) principalmente en el sector norte, disminuyendo su influencia hacia el sector sur y encontrándose virtualmente ausentes hacia el sector occidental del área de prospección



**7.3.6** La capa de mezcla present3 un claro gradiente costa-oc3ano, con valores inferiores a los 50 m en el sector costero y profundidades mayores hacia el sector oce3nico. Los valores reportados para este crucero fueron inferiores a los informados para la campa1a anterior y claramente superiores a los obtenidos en 1997, especialmente en el sector costero del 3rea de prospecci3n. Si se compara s3lo el sector centro-sur del 3rea de estudio, los resultados obtenidos en este Crucero son similares a lo rese1ado para el per3odo 1998-2001. La profundidad base de la termoclina revel3 tambi3n un gradiente lateral con valores menores a 90 m al interior de las 50 mn y superiores a 120 m hacia las 200 mn desde la costa, situaci3n similar a lo informado para los a1os 1998 y 2002 al contrastar los sectores central y sur del 3rea de estudio, pero distinto a lo informado para el 2001 (valores costeros claramente inferiores) y para el 1999 que exhibi3 una mayor profundizaci3n de la termoclina.

**7.3.7** En este estudio y de manera similar a lo reportado para el per3odo invernal de 1997-2002, el an3lisis de los diagramas T-S revel3 la presencia de tres masas de agua en el 3rea de prospecci3n: las Aguas Subant3rticas (ASAA), las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Ant3rticas (AIA), caracterizaci3n coincidente con lo descrito en numerosos estudios hidrogr3ficos de caracter3sticas descriptivas y din3micas realizados en la regi3n central y centro-sur de Chile.

## **7.4 Plancton**

**7.4.1** La diversidad de los grupos zooplanct3nicos presentes durante el oto1o 2003 es similar a los a1os anteriores, pero la abundancia total registrada supera levemente a la observada el 2002, la cual es la m3s baja de la serie



1997- 2002, indicando el mayor decrecimiento de los zooplancteres en los dos último años y el paulatino decrecimiento a partir de 1997.

- 7.4.2** Los grupos dominantes en la zona fueron copépodos (69,84%), eufáusidos (11,95%), quetognatos (7,66%), seguido por larvas de cifonautas, sifonóforos, salpas y ostrácodos con valores de dominancia que van de 1,61% a 1,34 %.
- 7.4.3** Los eufáusidos reportaron la segunda densidad más alta después de la exhibida durante el año 1999, mientras que el más bajo valor se registró en otoño del 2002. Su distribución estuvo asociada principalmente a las primeras 10 millas, al igual que lo registrado a partir de 1997.
- 7.4.4** Al igual que años anteriores la tendencia en eufáusidos a incrementar su abundancia de norte a sur este año se mantiene, situación que fue marcadamente opuesta durante 1999.
- 7.4.5** La mayor parte de los grupos zooplanctónicos exhibieron sus mayores densidades numéricas en el sector central del área de estudio, donde se detectaron también una de las mayores densidades del recurso jurel.
- 7.4.6** La biomasa zooplanctónica promedio exhibida durante este último período, representó un leve aumento respecto al año pasado, indicando una estabilidad respecto a la disminución sostenida de la biomasa a partir de 1998.



## 7.5 Asociaciones

- 7.5.1** En el área de estudio el 24 % de los pixeles con presencia de jurel se registraban entre la superficie y los 50 m de profundidad; el 51% se encontraba entre los 51 y los 100 m; el 21 % entre los 101 y 150 m; y un 4 % a profundidades mayores.
- 7.5.2** En el estrato superficial el jurel se presentó en aguas con: una temperatura de 12 a 14°C (con preferencia entre los 13 y 14°C), una salinidad de 33,6 a 34,1 psu (con preferencia entre los 33,9 y 34,0 psu), un nivel de oxígeno de 5,0 a 6,0ml/l y una densidad del agua entre 25,5 y 25,6 $\sigma_t$ .
- 7.5.3** En el estrato de 50 m de profundidad, el jurel se presentó en aguas con: una temperatura de 10 a 16°C (con preferencia entre 13 y 15°C); una salinidad de 33,8 a 34,3 psu (con predominio por 34,0 psu); niveles de oxígeno de 4,0 a 6,0ml/L; y, una densidad del agua entre 25,1 y 26,2 $\sigma_t$ , con preferencia por las aguas de 25,4-25,6 $\sigma_t$ .
- 7.5.4** En el estrato de los 100 m de profundidad el jurel se presentó en aguas con: una temperatura de 10 a 14°C (con preferencia entre los 10 y 12°C), una salinidad mayor de 34,0 psu, niveles de oxígeno de 0,5 a 6,5ml/L y una densidad del agua mayor a 25,6 $\sigma_t$ .
- 7.5.5** En el sector cercano a isla Mocha el jurel se reportó en aguas con valores de clorofila *a* superiores a 5,0mg/m<sup>3</sup>, mientras que en sectores oceánicos el jurel se presenta en aguas oligotróficas.



- 7.5.6** El jurel de distribuy3 preferentemente en aguas con concentraciones intermedias de euf3usidos, entre 300 y 900 ind/1000m<sup>3</sup>.
- 7.5.7** La capa de dispersi3n profunda report3 baja respuesta ac3stica en las 3reas de mayor abundancia de jurel.
- 7.5.8** En el periodo 1998 - 2003 no se reportan diferencias interanuales significativas en los rangos preferenciales de temperatura y salinidad del mar donde se present3 el jurel; sin embargo en el a3o 2003 el jurel se report3 en aguas m3s oxigenadas que en los a3os anteriores.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

**Aravena, G. 1999.** Composici3n, distribuci3n y abundancia de las apendicularias y su posible relaci3n con las característicás oceanográficas de la zona norte de Chile (18°20'S – 31°00'S). Tesis para optar al título Bi3logo marino. Departamento de Biología Marina, Facultad de Cs del Mar, Universidad Cat3lica del Norte. 69 pp +31 Figuras, 4 Tablas.

**Aranis, A y J. C. Mendieta, 1986.** Manual de muestreo biol3gico. Documento t3cnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.

**Aranis A., 2001.** Informe Biol3gico 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.** Investigaci3n Situaci3n Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2000. Seguimiento del Estado de Situaci3n 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.** Investigaci3n Situaci3n Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2001. Seguimiento del Estado de Situaci3n 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.
- Bakun, A. 1996.** Patterns in the oceans: Ocean process and marine population dynamics. California Sea Grant College System and Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS, México. 323 pp.



- Barbieri, M. A. 1981.** Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des bomasses 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.
- Barría, P., A. Aranis, S. Mora, G. Böhm, V. Catasti; H. Peña, C. Gonzáles, F. Vejaar, A. Hernández 2000.** Monitoreo de la captura de jurel 1999. Informe final Proyecto FIP 99-02. IFOP, 123 p.+figs y tablas.
- Barnes, R. 1986.** Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- Bloom, S. A. 1981.** Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Boltovskoy, 1981.** Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Bougis 1974, P. 1974.** Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.
- Bodenheimer, F. 1955.** Précis d'ecologie animale. Payot, Paris. 235p.



- Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and *in situ* target strength measurements,. ICES C.M. 1990/B:11.
- Brandhorst, W. 1971.** Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 14(3):45-84.
- Cárdenas, E. G. 1986.** Observaciones sobre la composición del zooplancton en ensenada baja entre 1984 y 1985 e Isla Carmen entre agosto y diciembre de 1985. Informational Brief 20. Introduc. into Aysén of Pac. Salmon, Jica, SERNAP, 17 pp.
- Castillo, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán y U. Parker. 1995.** Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 p. tablas, fig + anexos.
- Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo y V. Catasti . 2000.** Evaluación de la biomasa y distribución espacial de anchoveta y sardina común en el periodo del reclutamiento. Primavera 1999. En: Informe Final Proyecto Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 99-13. 138 p + Anexos.
- Córdova, J y A. Paillamán. 1992.** En Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995.** Evaluación Hidroacustica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).



- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1997.** Evaluación 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 Hidroacustica 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.
- Chirichigno, N. 1974.** Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44: 387 pp.



- Eastman, J.R. 1995.** IDRISI for Windows. User's Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.
- 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-sir, V a IX regiones. FIP, 221p
- Foote, K. 1986.** Maintaining 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.

**Hirakawa, K. 1984.** Seasonal distributions of zooplankton in the surface waters of Aysen Fiord, Southern Chile. *Introducción into Aysen Chile of Pacific Salmon, Informational Brief*, 9.

**Holden, M. y D. Raitt. 1975.** Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Tec. FAO sobre pesca . 115: 221 p.

**Hormazabal, S, G. Shaffer & O. Letb. 2003.** The coastal transition zone off Chile. *J. of Geoph. Research* (in press).

**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. Hulburt. 2000.** An optimal definition for ocean mixed layer depth. J. Geophys. Res., 105(C7):16803-16821.
- Kawahara, S., J. Uozum Y h: Jamada. 1988.** First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214
- 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.
- Letelier, J., S. Núñez, A. Valdenegro, O. Pizarro & D. Arcos. 2001.** Variabilidad espacial y temporal de los frentes de surgencia en Chile centro-sur. XXI Congreso Científico de las Ciencias del Mar. Universidad de Valparaíso - Chile
- 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.
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992.** Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.
- Meléndez, R. y D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 17:3-73.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.
- Microimages. 1997.** TNTmips- The map & Image Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.
- Miranda, 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.

**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.

**Palma, S. Y S. Rosales. 1995.** Composición, distribución y abundancia estacional del macroplankton de la bahía de Valparaíso. *Invest. Mar.* , Valparaíso, 23:49-66.



- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984.** A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- 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
- Power, J. H. y L. N. May. 1991.** Satellite observed sea surface temperatures and yellow fin tuna catch and effort in the Gulf of Mexico. Fish. Bull., 89 (3-4): 429-439.



- Reddy, R., V. Lyne, R. Gay, A. Easton y S. Clarke. 1995.** An application of satellite-derived sea surface temperatures to southern bluefin tuna and albacore off Tasmania, Australia. *Sci. Mar.*, 59 (3-4): 445-454.
- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana (Zoología)*, N° 44, 110 págs.
- Robertson, A. 1979.** An improved apparatus for determining plankton volume. *Fish. Bull. S. Africa* (6): 23-36.
- 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 hydroacoustic 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.
- SERNAPESCA 1999.** Anuario estadístico de pesca de Chile
- Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranis. 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 taxonimy . 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.



**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.

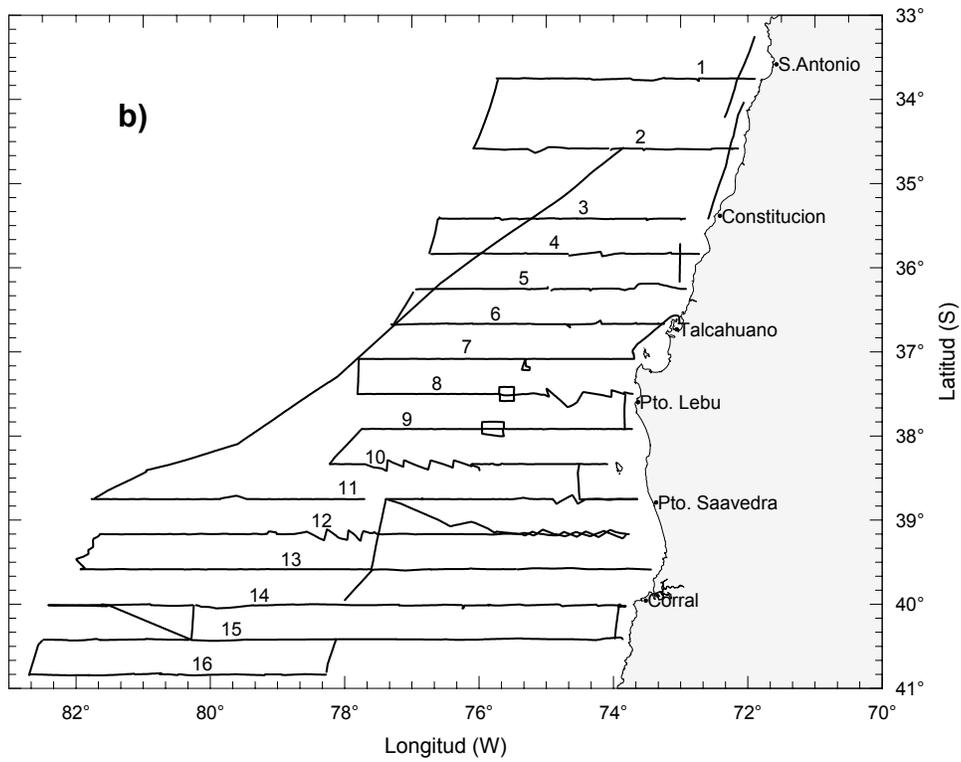
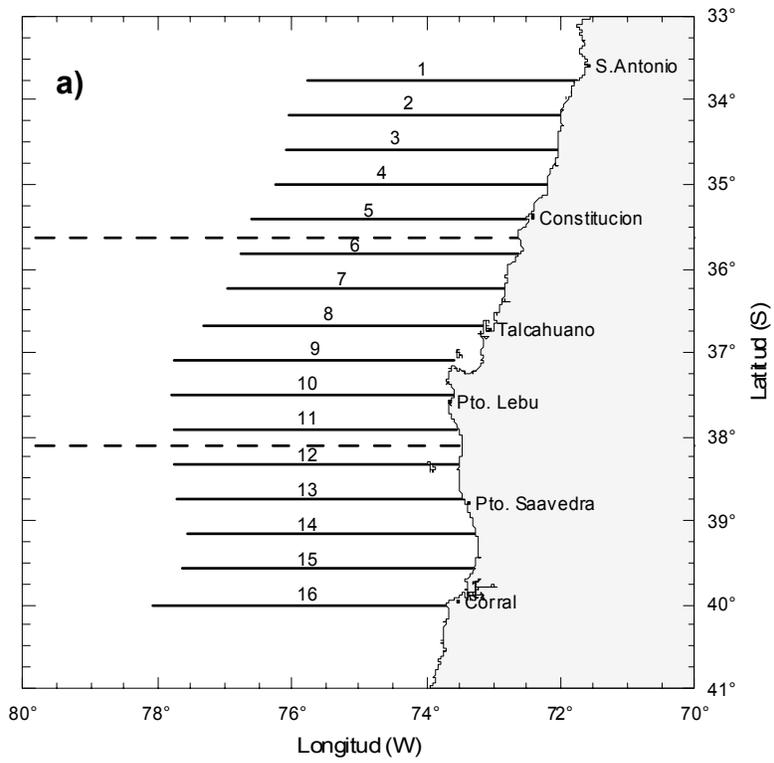
**Volter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.

**Yáñez E., V. Catasti, M. A. Barbieri, G. Böhm. 1996.** Relaciones entre la distribución de recursos pelágicos pequeños y la temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en la zona Central de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 107-122.

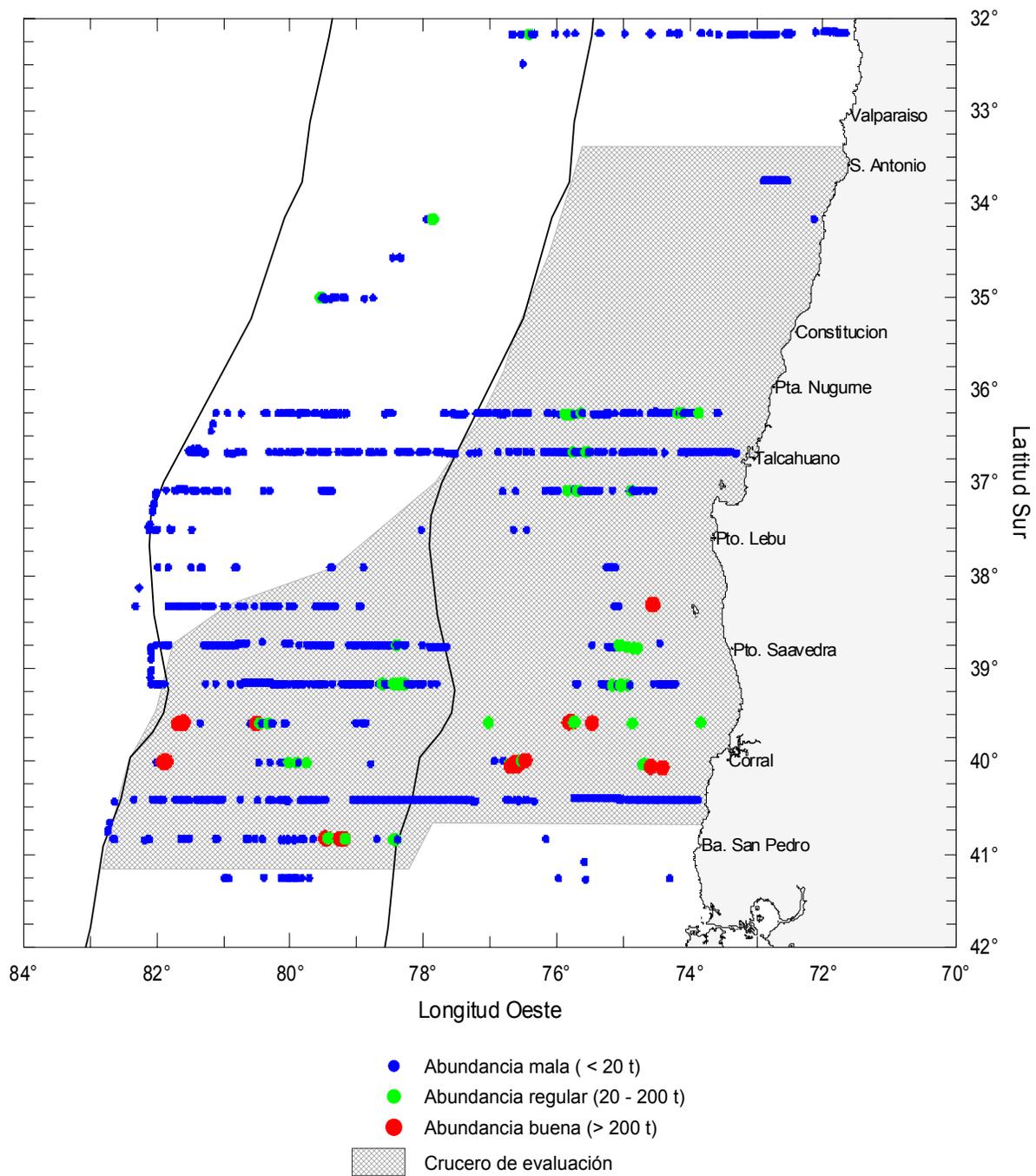
**Yashnov, U. A. 1959.** A new model of volume meter for rapide and precise plankton evaluation under field conditions. Zoologic. Chesku, Zhurnal (moscow) 38:1741-1744.

# **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 juel. Pesca de investigación 2003.

B/I "Abate Molina"



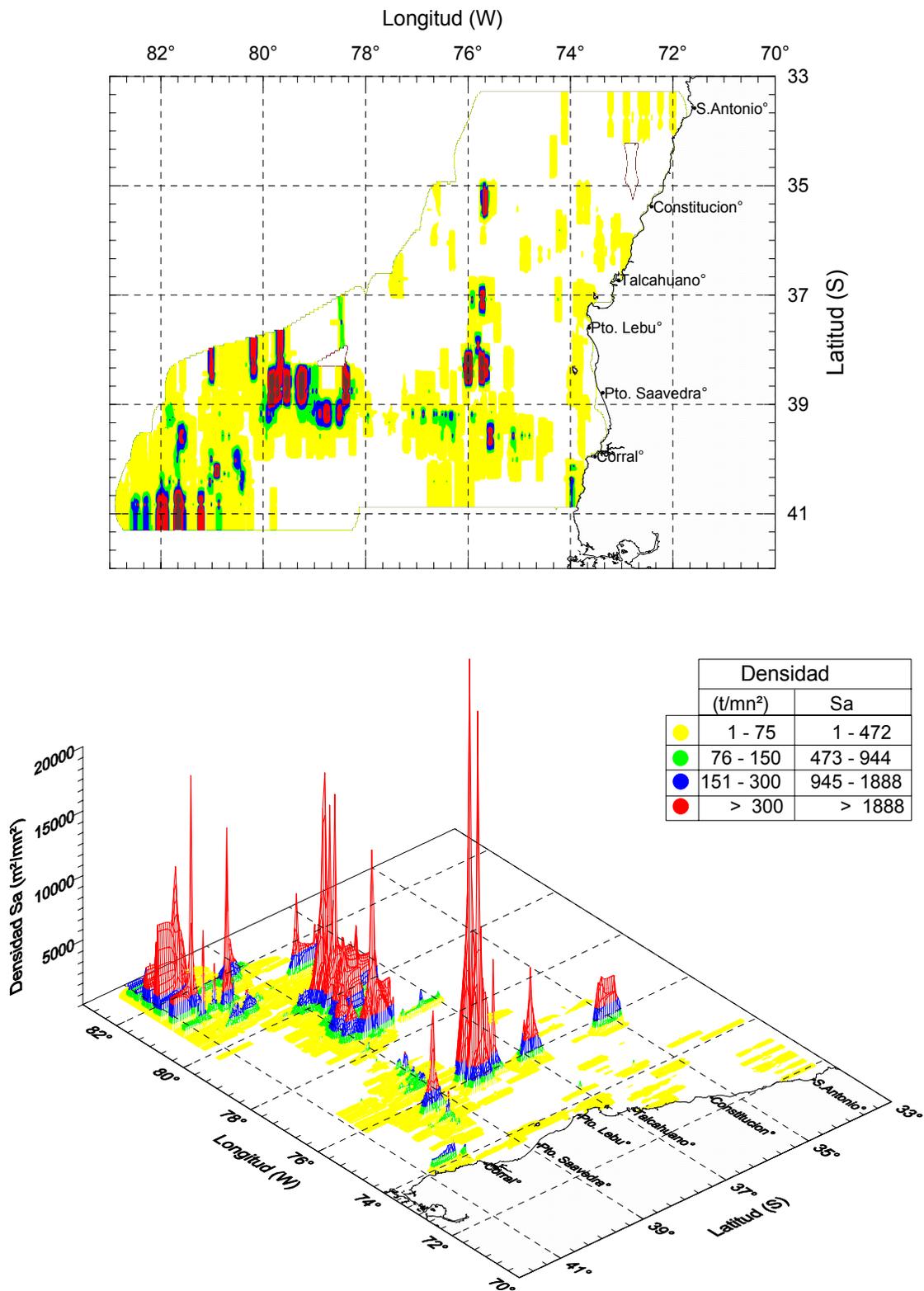
PAM "Lider"



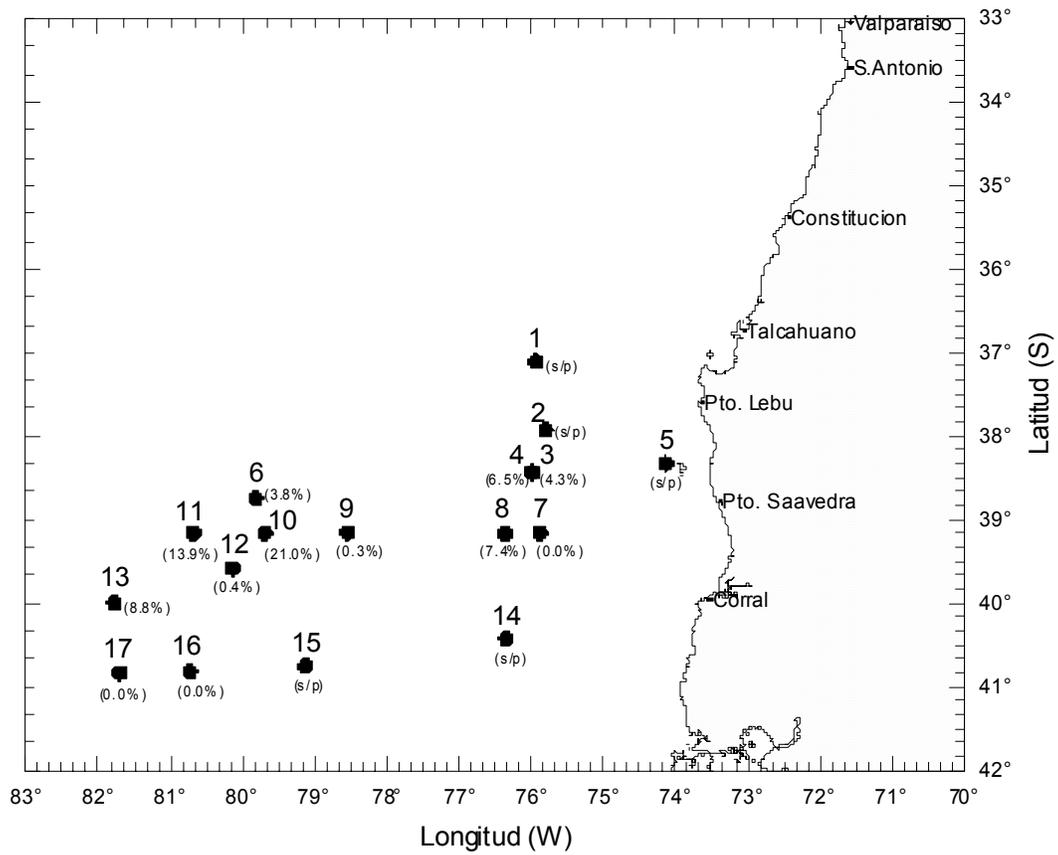
PAM "Don Julio"



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

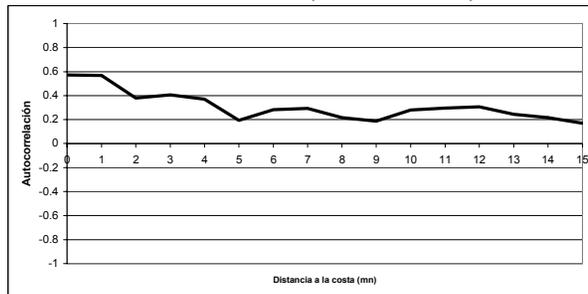


**Figura 4.** Distribución espacial de jurel en la zona de estudio.

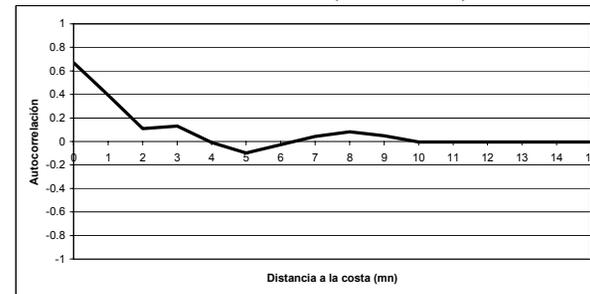


**Figura 5. Ubicación de los lances de pesca y porcentajes bajo la talla mínima.**

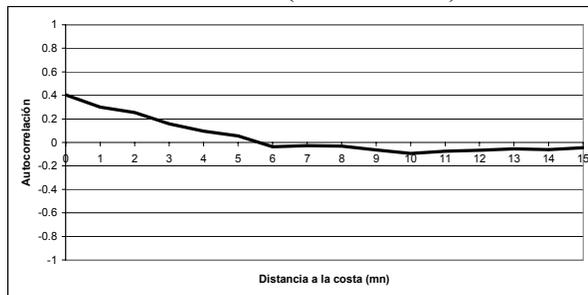
Sector centro (200-400 mn)



Sector centro (5-200 mn)



Sector sur (200-400 mn)



Sector sur (5-200 mn)

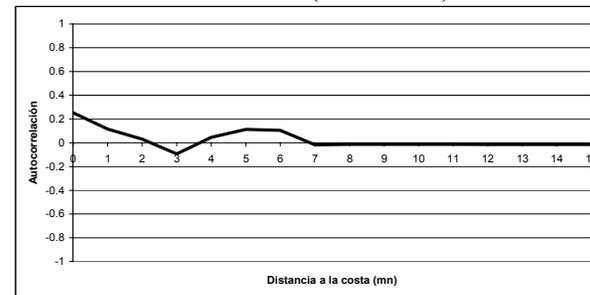
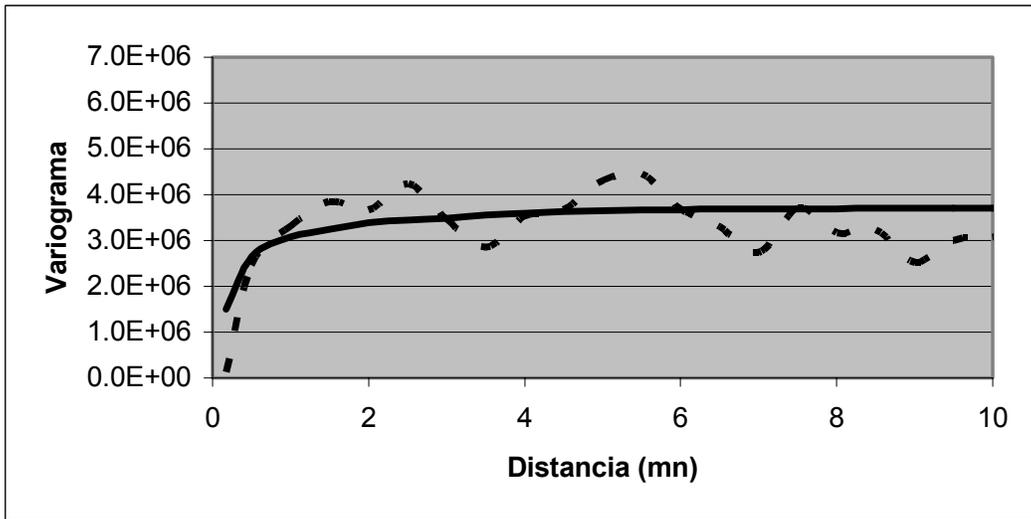


Figura 6 Correlogramas por sectores y distancia de la costa

a) zona 5 a 200 mn



b) Zona 200 a 400 mn

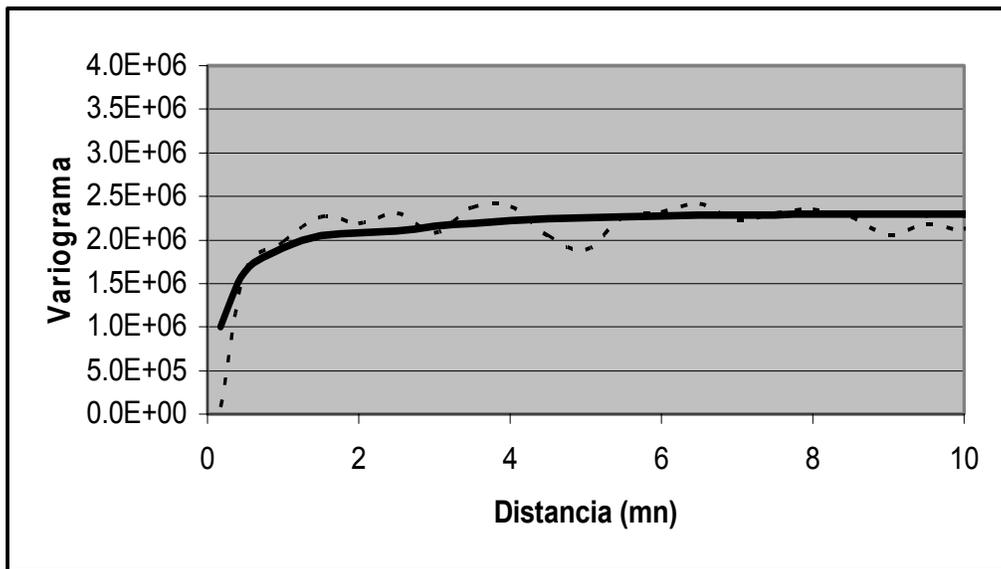
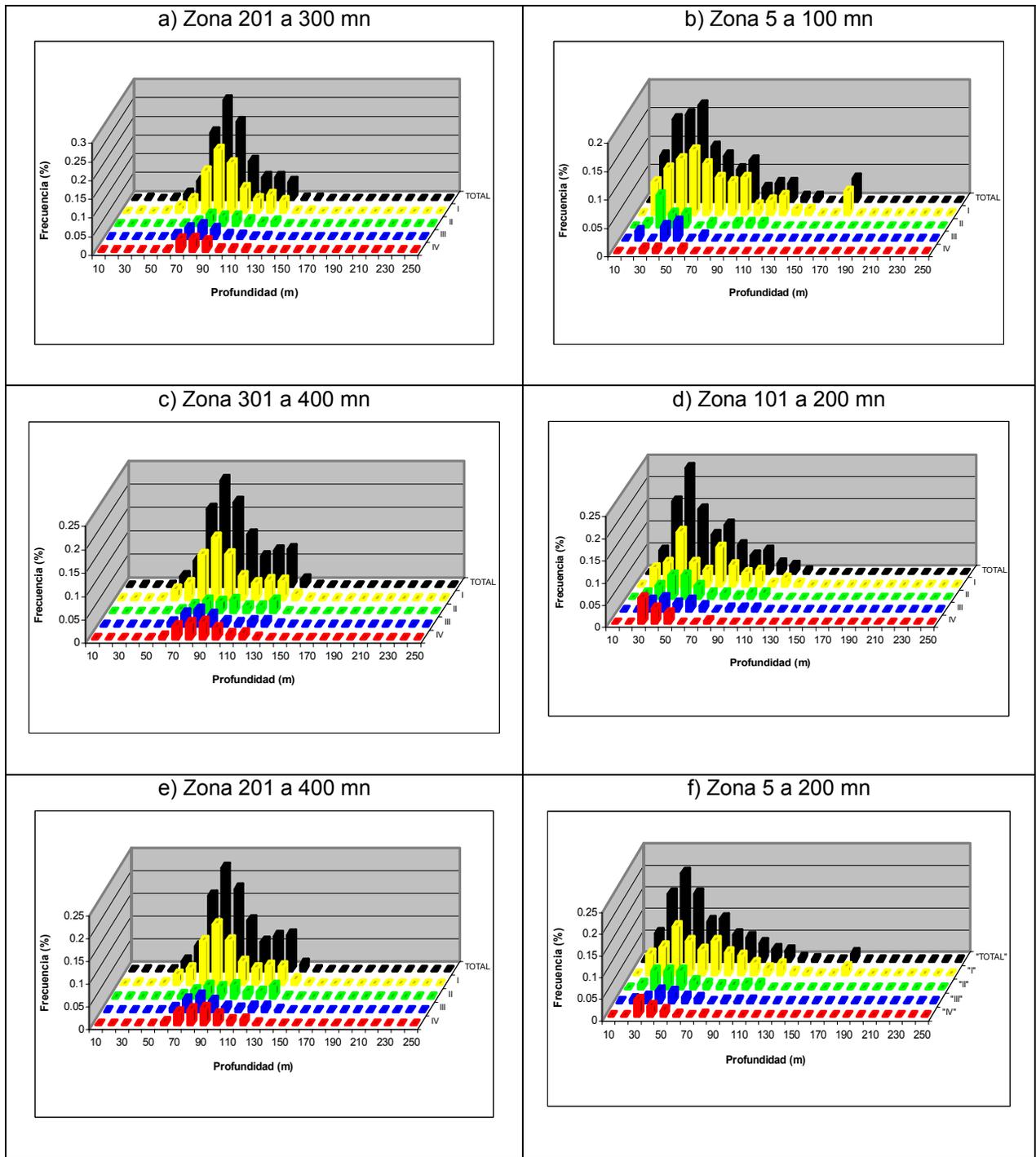
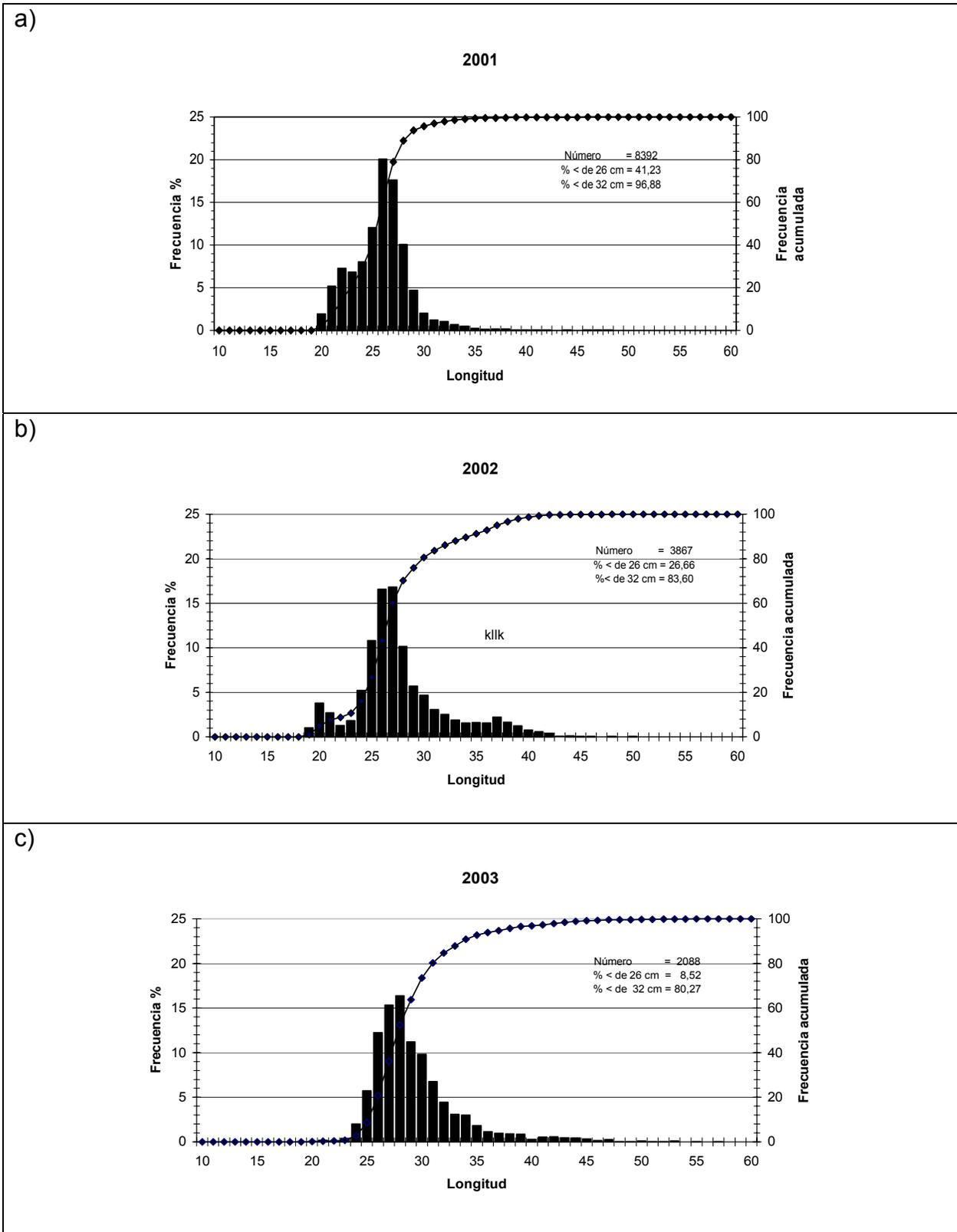


Figura 7. Variogramas para la zona de estudio: a) 5 – 200 mn y b) 200-400 mn.

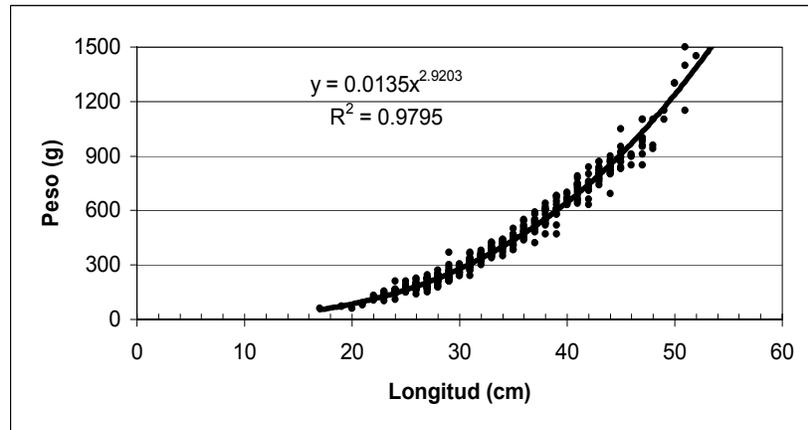
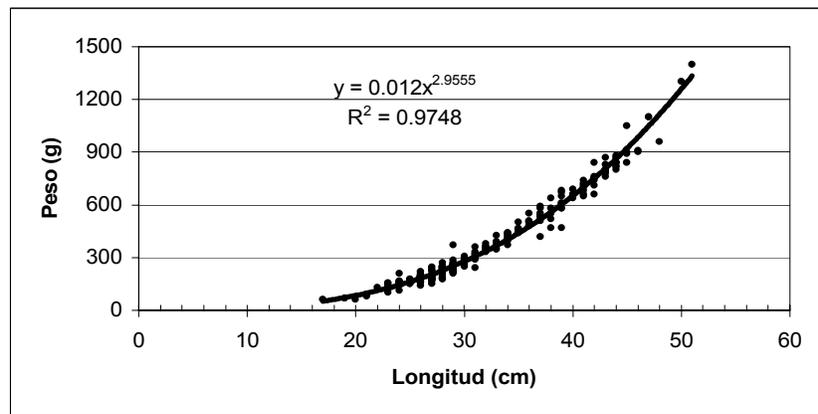
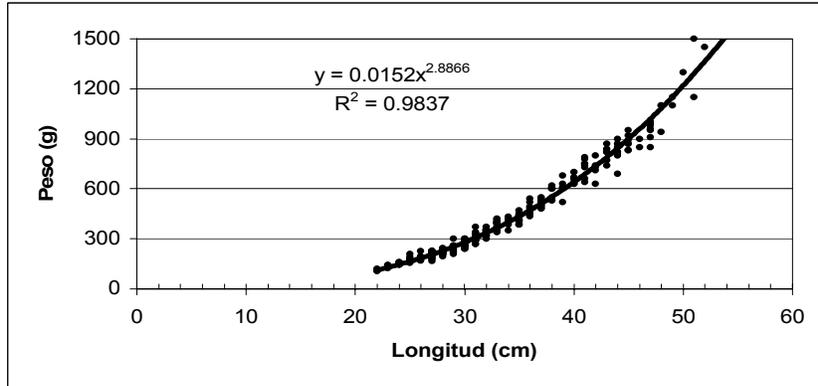


| CATEGORÍAS                      |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| I = 0 – 75 t/mn <sup>2</sup>    | III = 151 – 300 t/mn <sup>2</sup> |
| II = 76 – 150 t/mn <sup>2</sup> | IV = > a 301 t/mn <sup>2</sup>    |

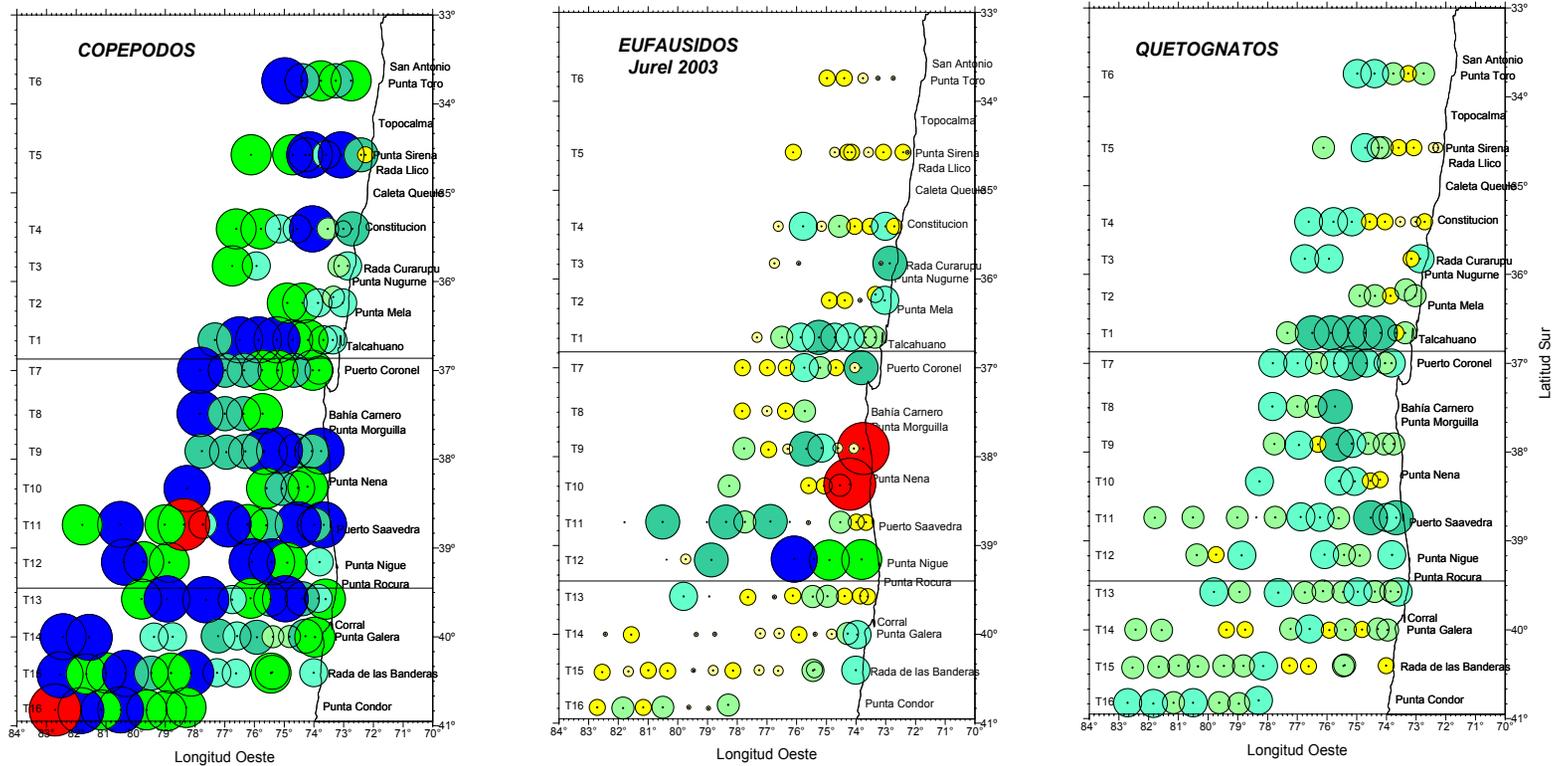
**Figura 8.** Distribución batimétrica de juel por categorías y zonas: a) 200-300, b) 5 – 100, c) 300-400, d) 100-200 e) 200-400 y f) 5-200 mn.



**Figura 9.** Distribución de tallas de jurel a) 2001, b) 2002 y c) 2003.



**Figura 10.** Relación longitud-peso de jurel en la zona de estudio: a) machos, b) hembras y c) total.



| Categorías de densidad                    |               |                 |
|---|---------------|-----------------|
| N°Ind/1000m <sup>3</sup> de agua filtrada |               |                 |
| ◦   | 1 - 65        | 27734 - 62949   |
| ◦   | 66 - 367      | 62950 - 135000  |
| ◦   | 368 - 1386    | 135001 - 300000 |
| ◦   | 1387 - 4243   |                 |
| ◦   | 4244 - 11373  |                 |
| ◦   | 11374 - 27733 |                 |

**Figura 11.** Distribución y abundancia de; a) copépodos, b) eufáusidos y c) quetognatos.

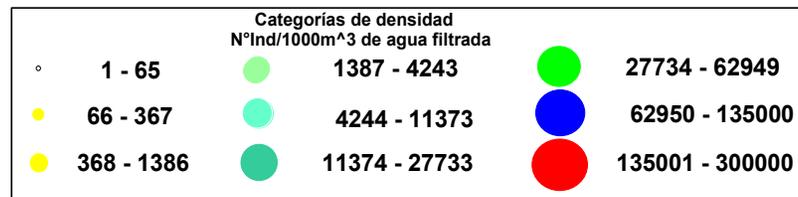
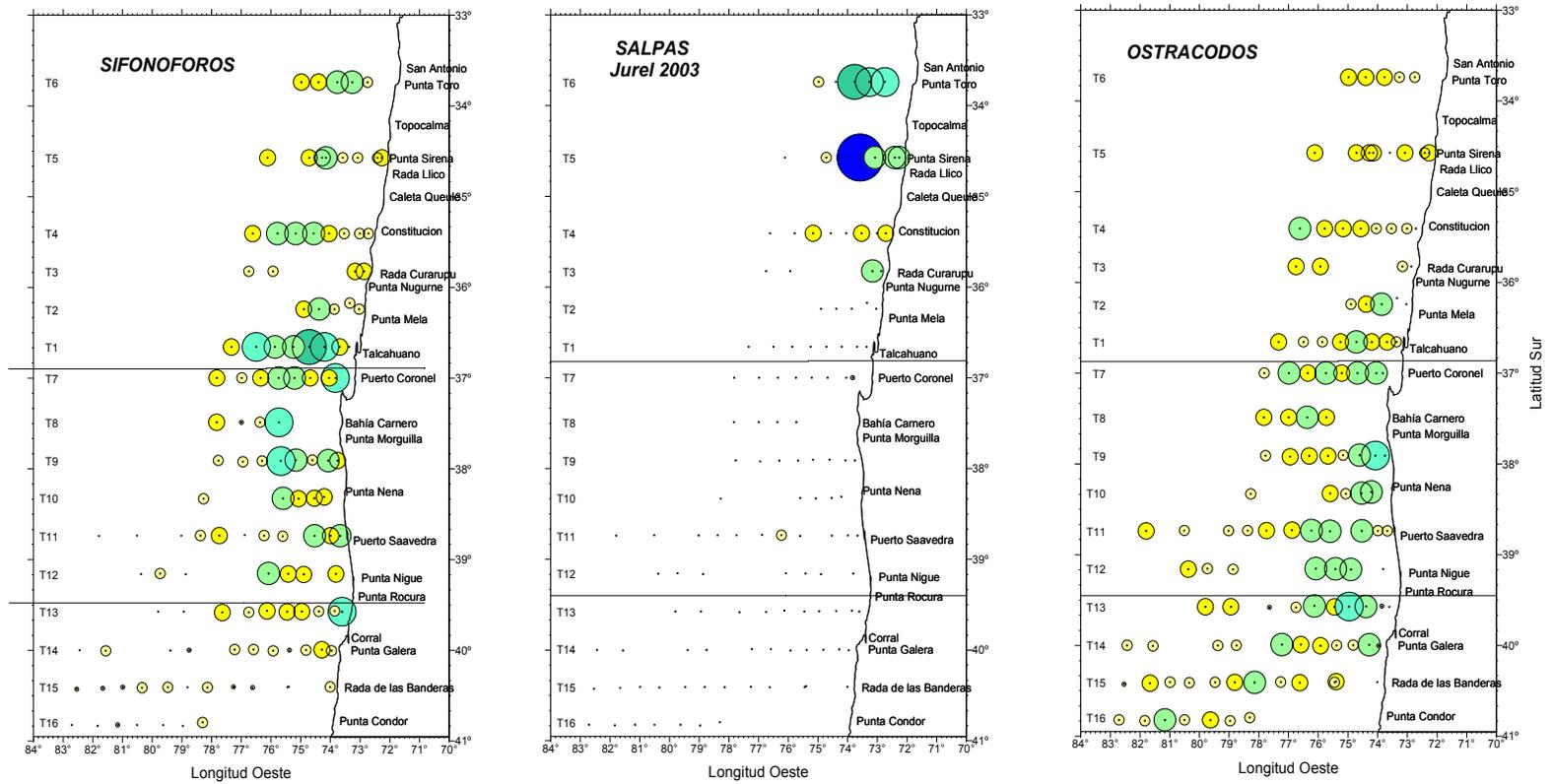
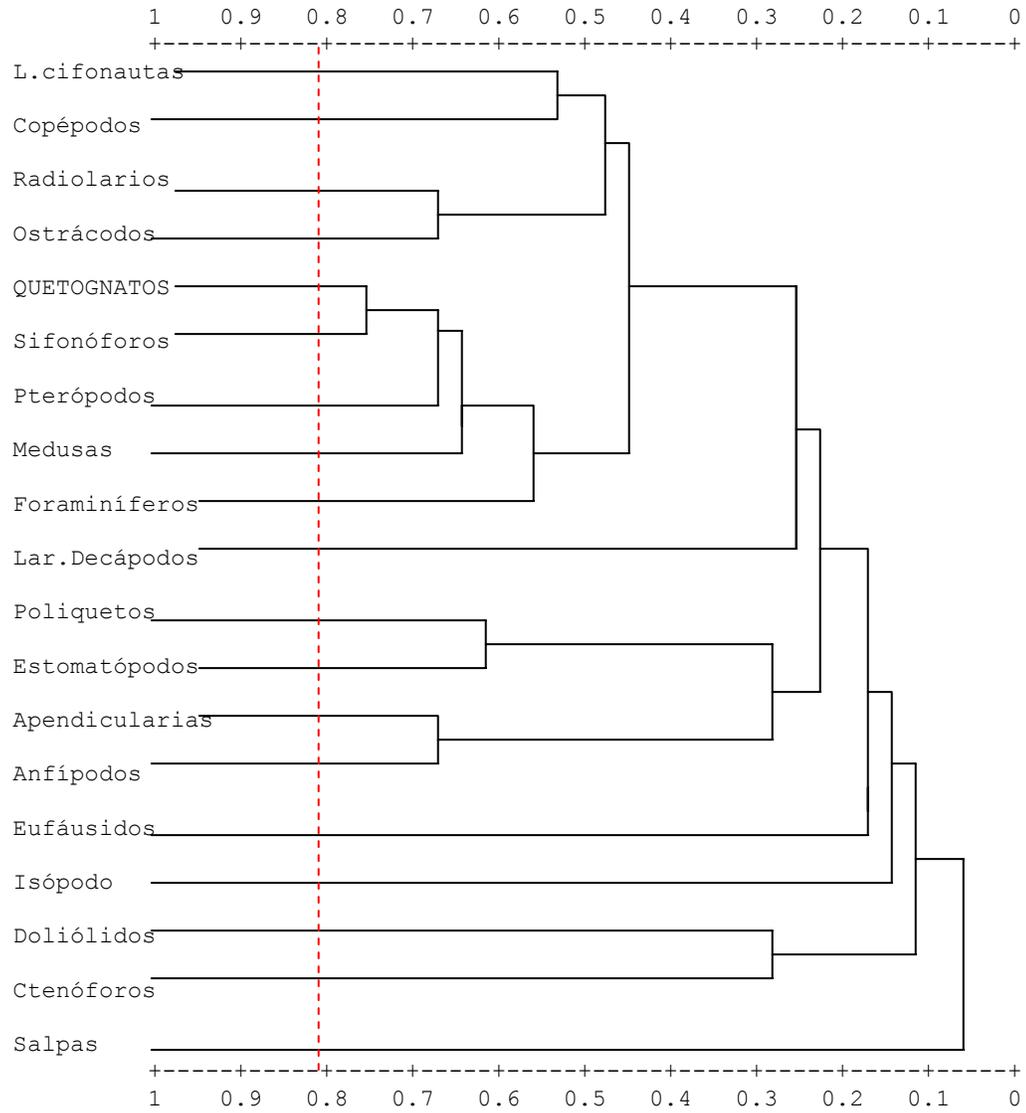
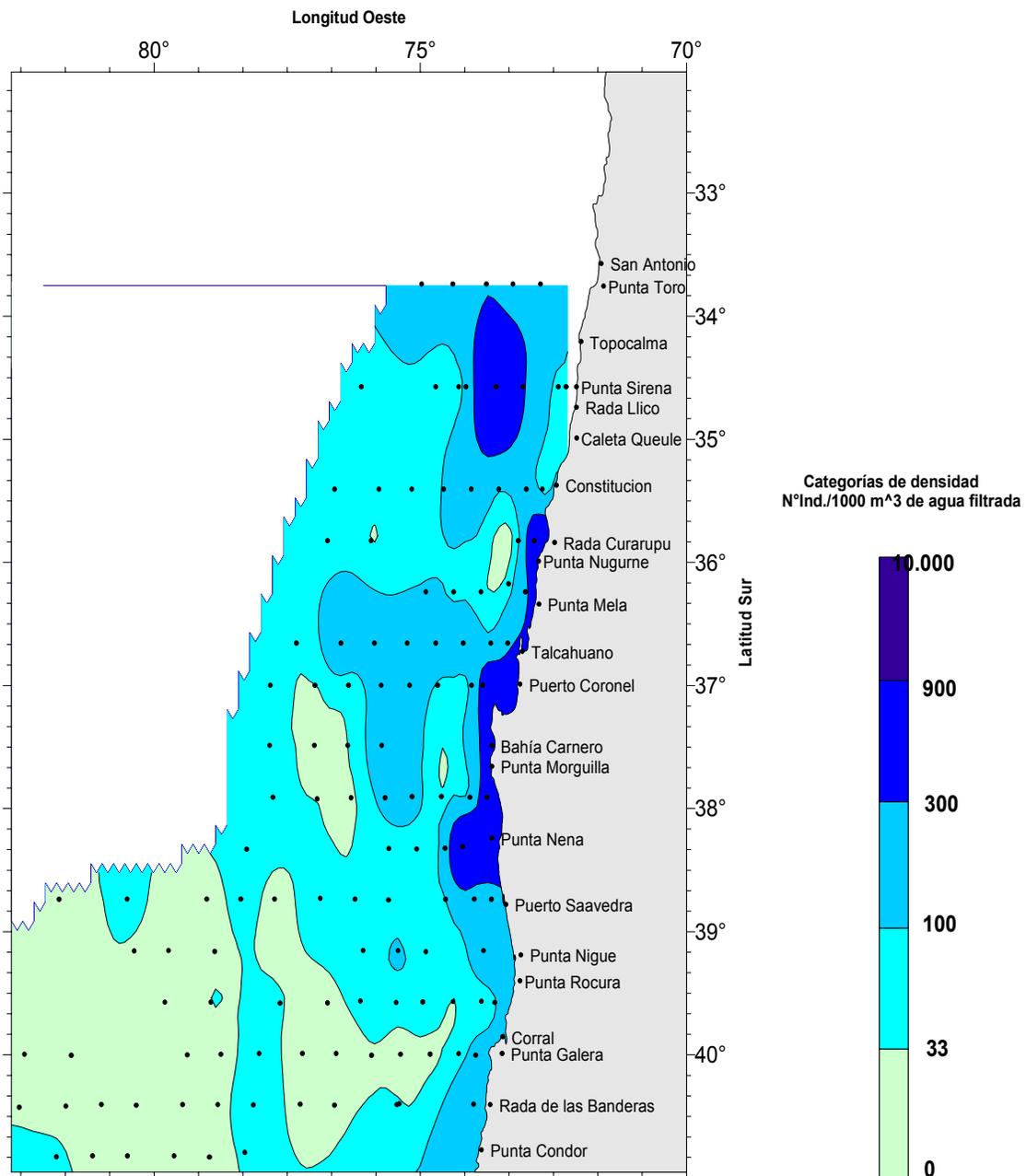


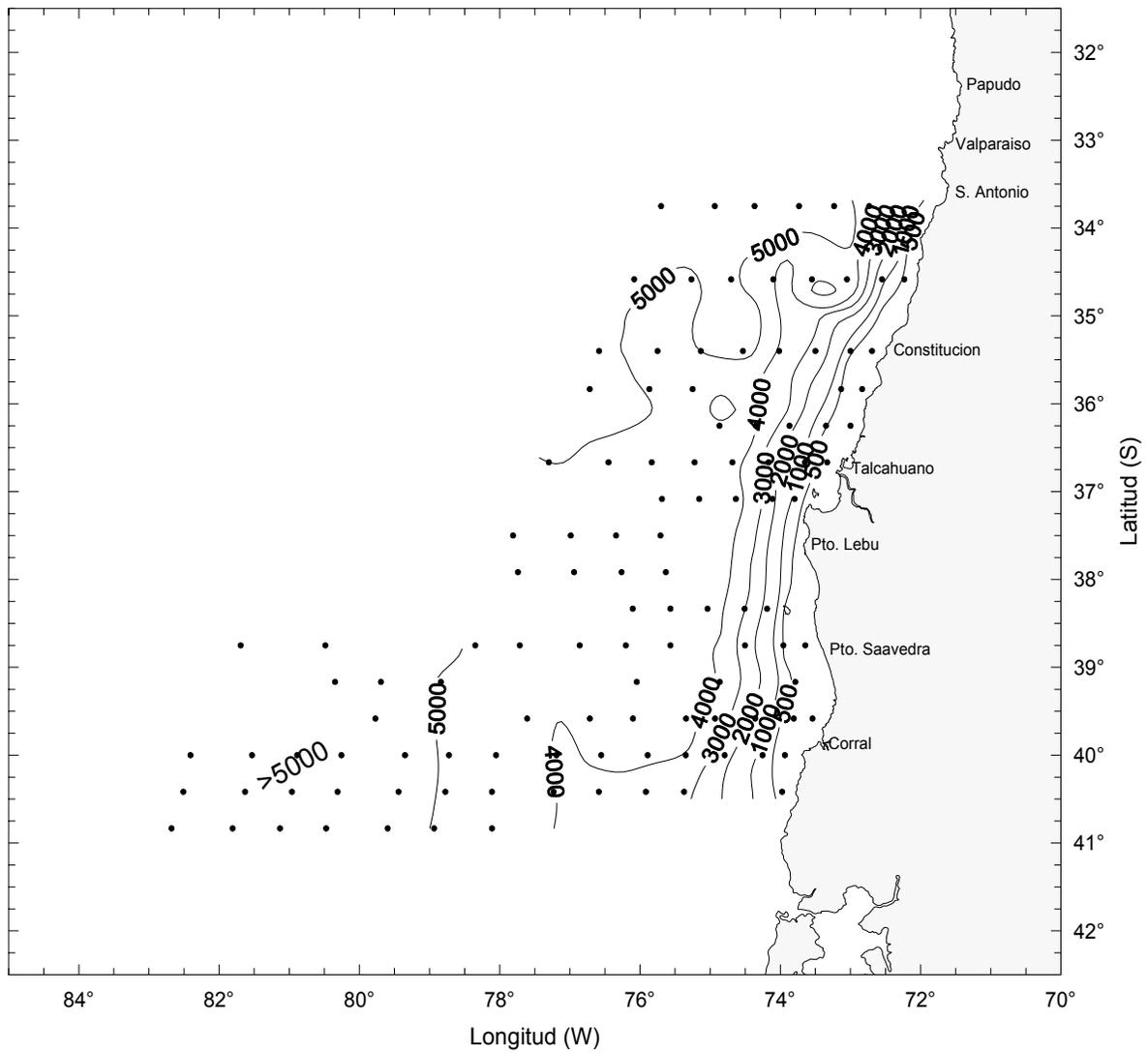
Figura 12. Distribución y abundancia de; a) sifonóforos, b) salpas y c) ostrácodos.



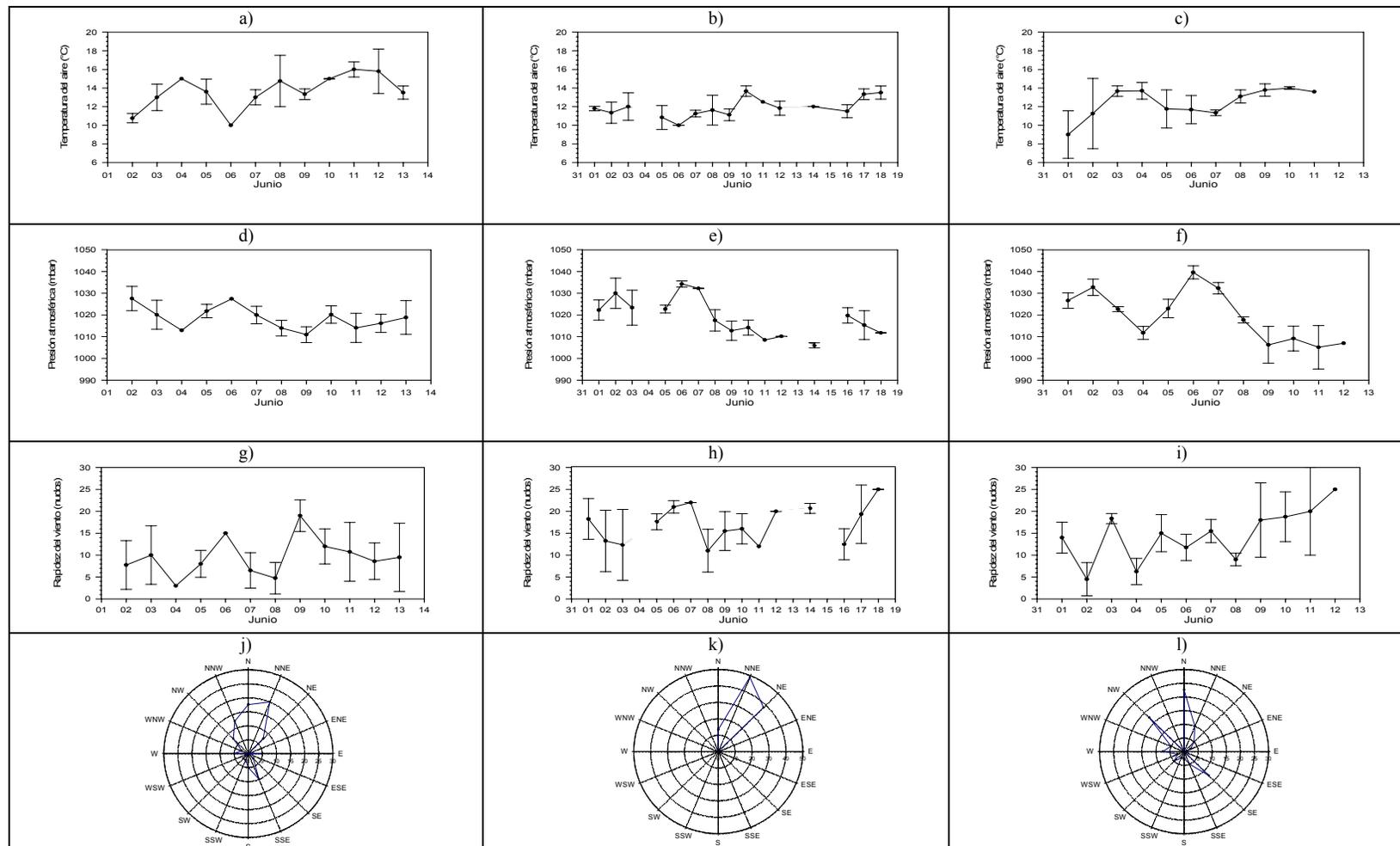
**Figura 13.** Dendrograma de similitud de Winer. Grupos zooplanctónicos analizados en otoño de 2003.



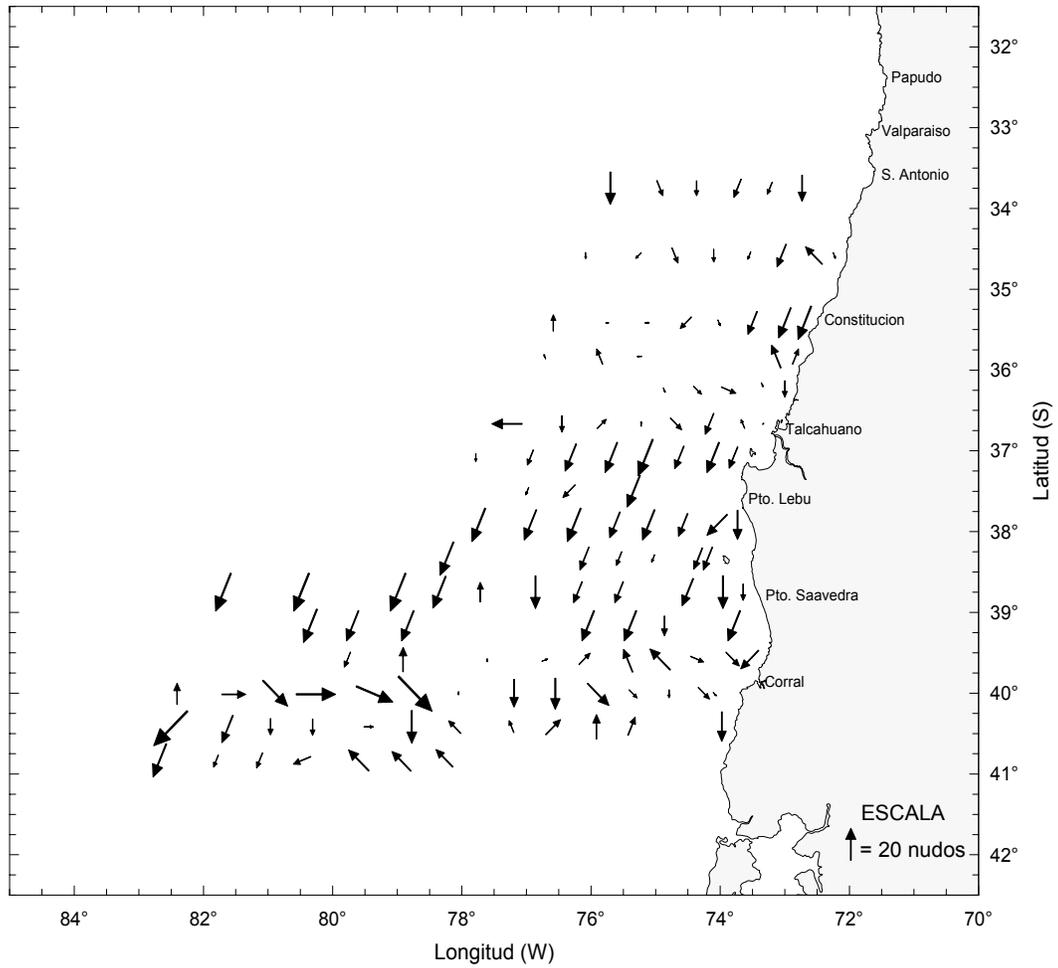
**Figura 14.** Distribución de biomasa zooplanctónica durante el crucero del otoño 2003.



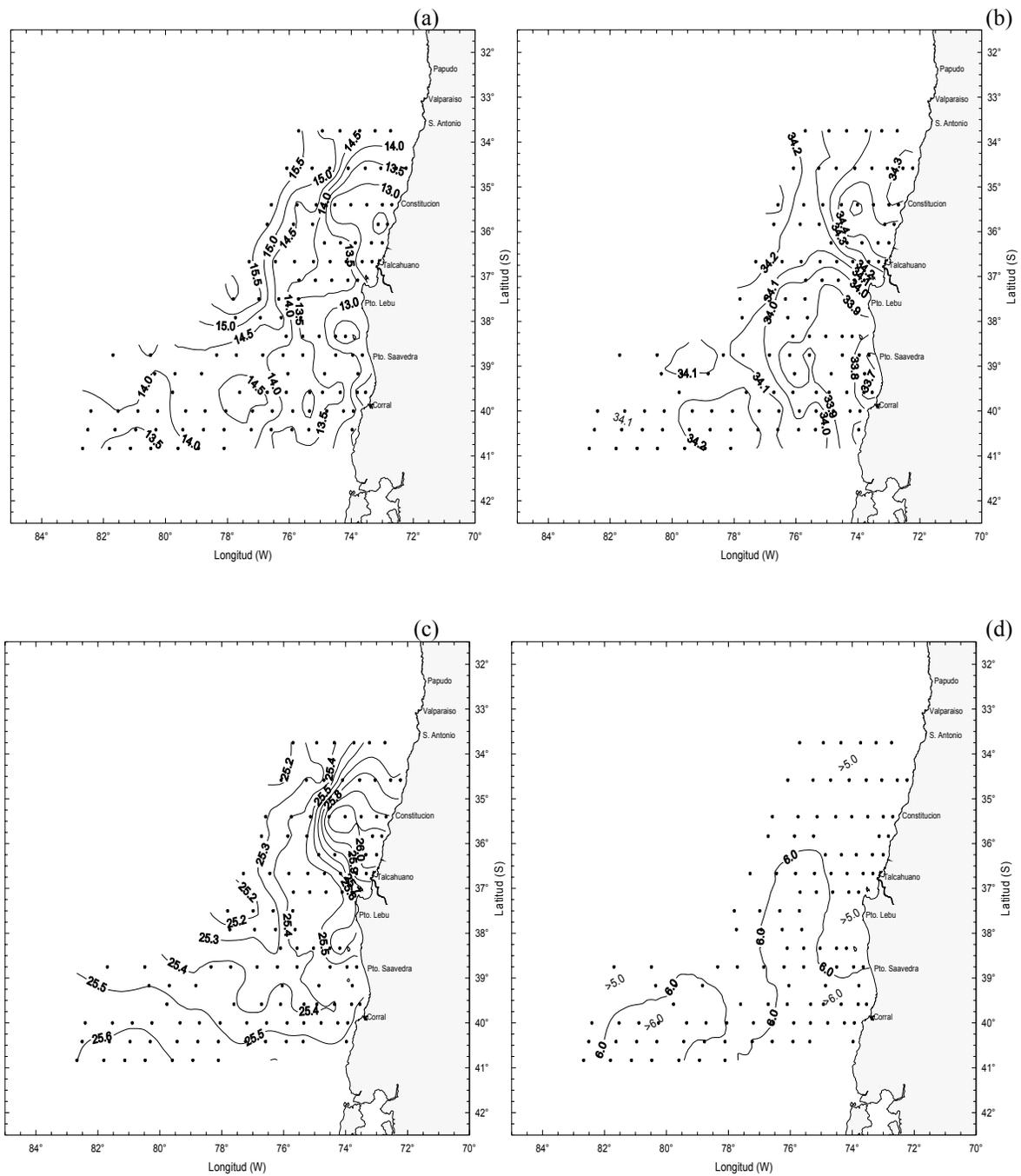
**Figura 15.** Batimetría global del área de estudio.



**Figura 16.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas por sectores: a) temperatura aire (°C), b) presión atmosférica (mB), c) rapidez del viento (nudos), y d) rosa de dirección de vientos de las condiciones meteorológicas en el sector sur del área estudio (39°35'-40°50'S): (a) temperatura aire (°C), (b) presión atmosférica (mB), (c) rapidez del viento (nudos) y (d) rosa de dirección de vientos.



**Figura 17.** Variabilidad espacial de la velocidad del viento registrado a bordo de las embarcaciones participantes para el área y período de estudio.



**Figura 18.** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 05 metros.

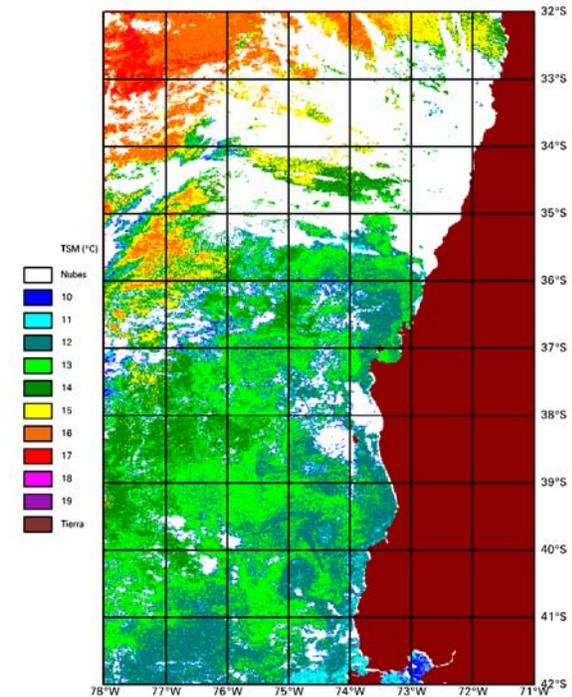
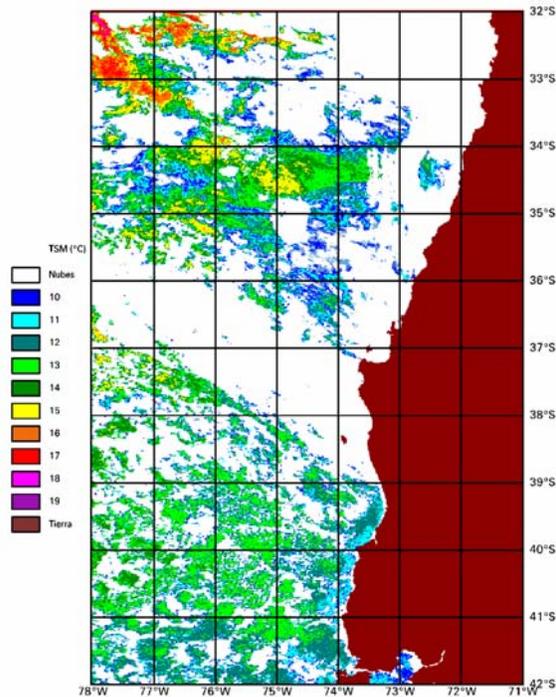
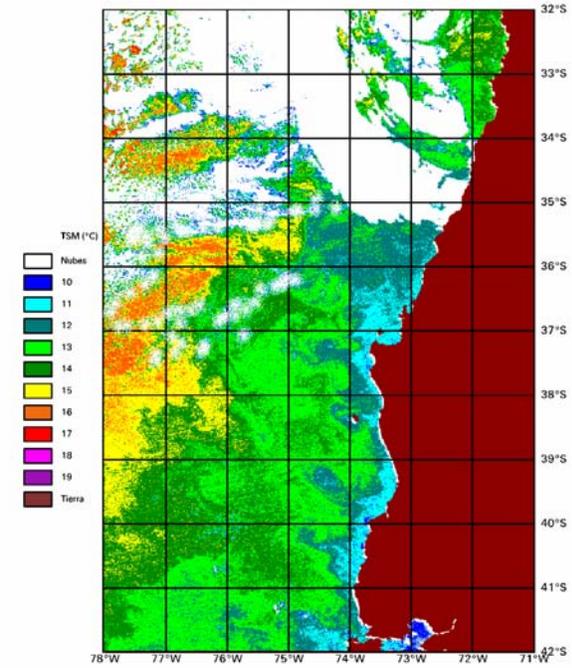
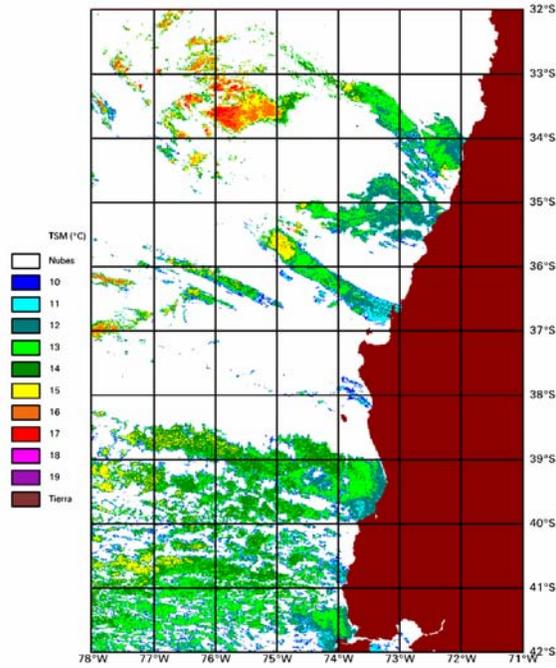
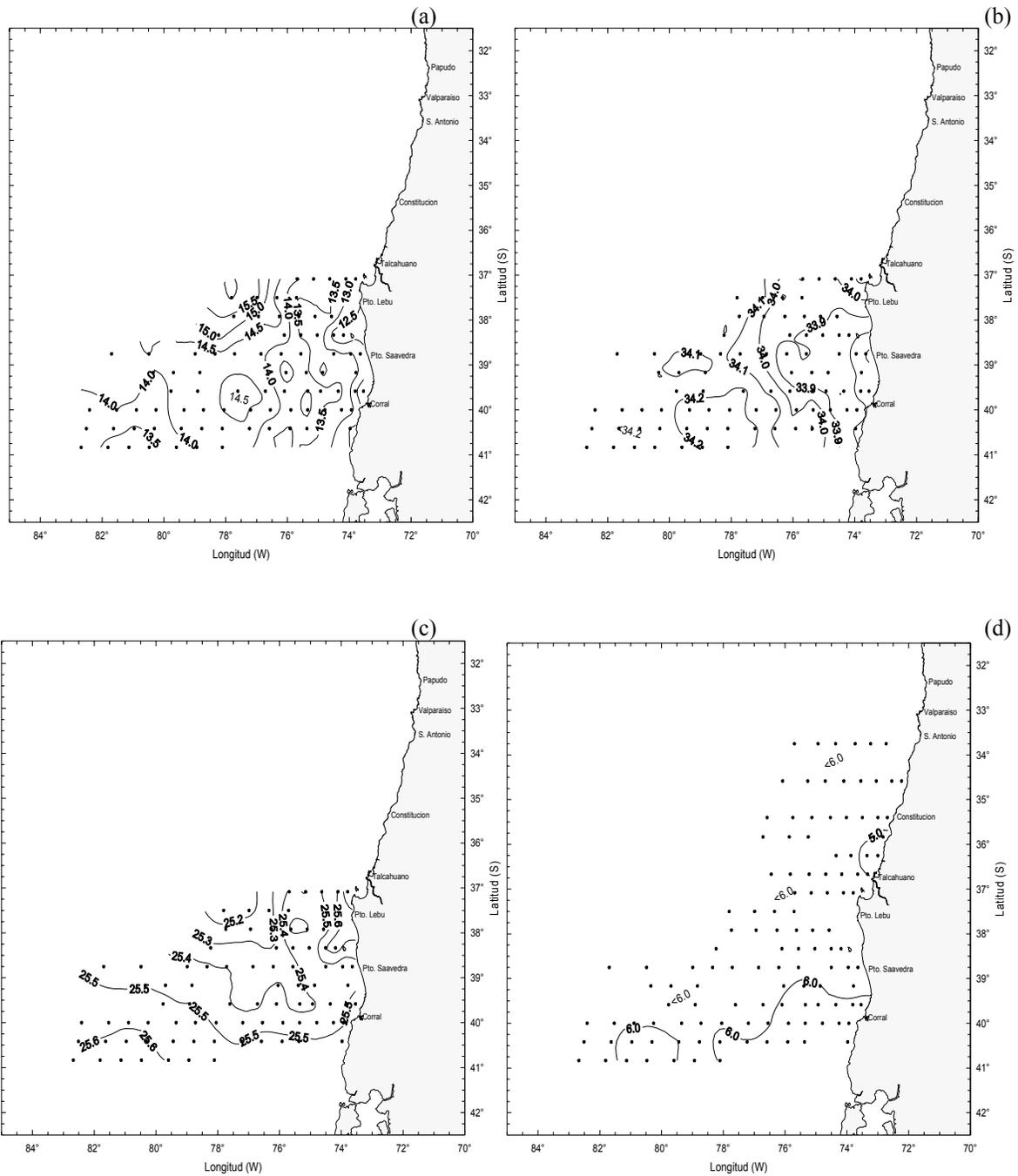
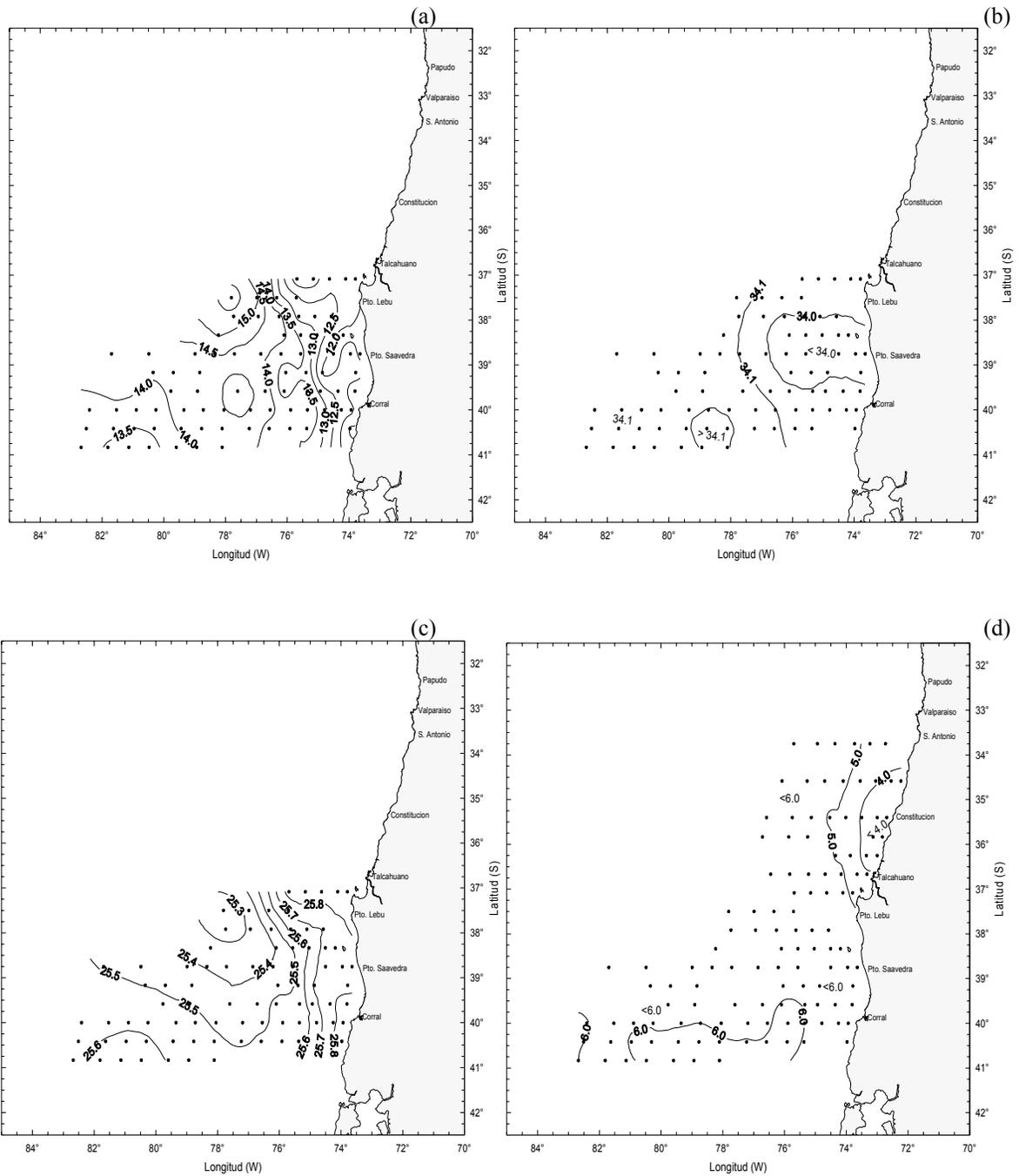


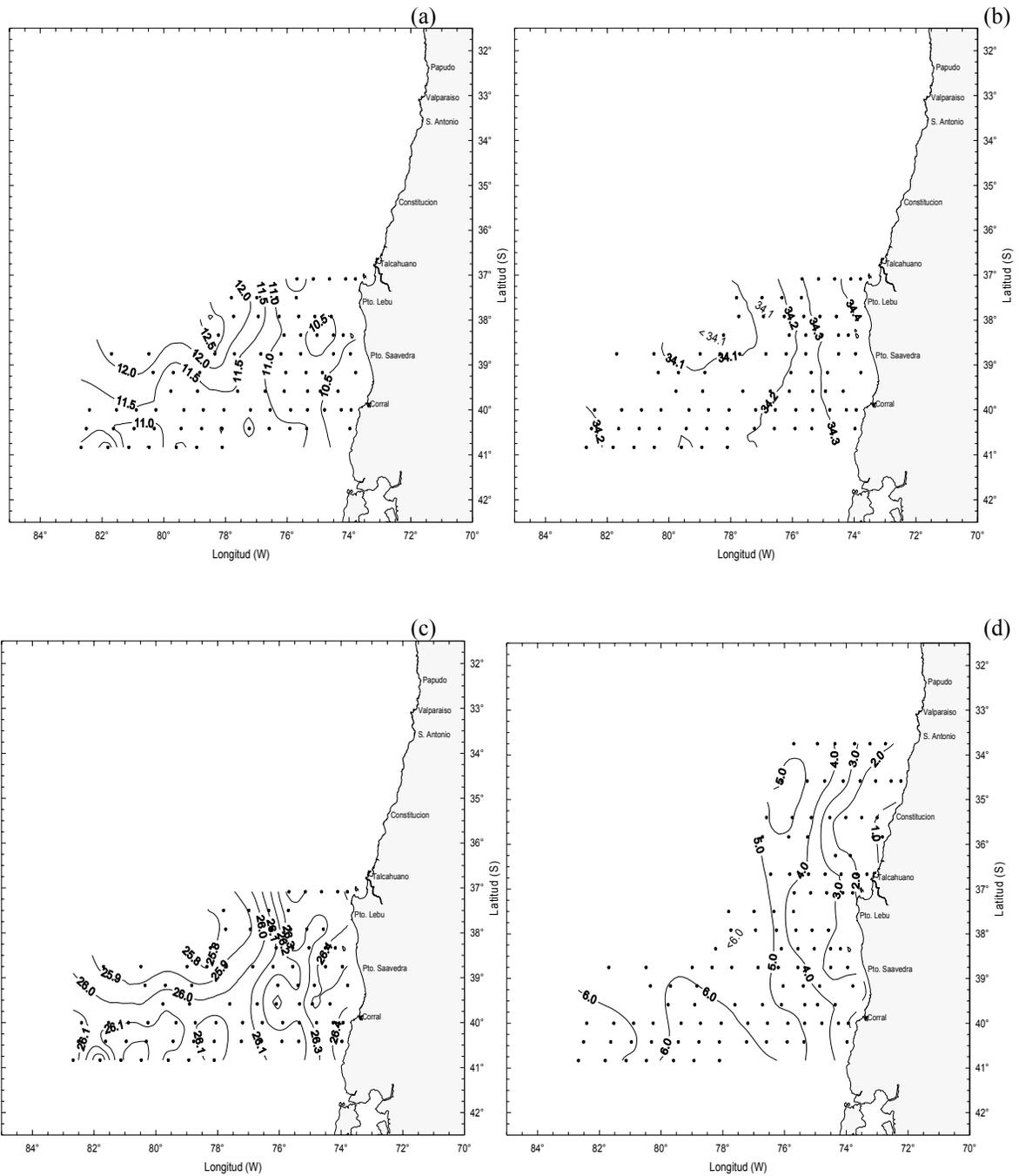
Figura 19. Imágenes satelitales de TSM para los días 01, 02, 05 y 20 de junio del 2003.



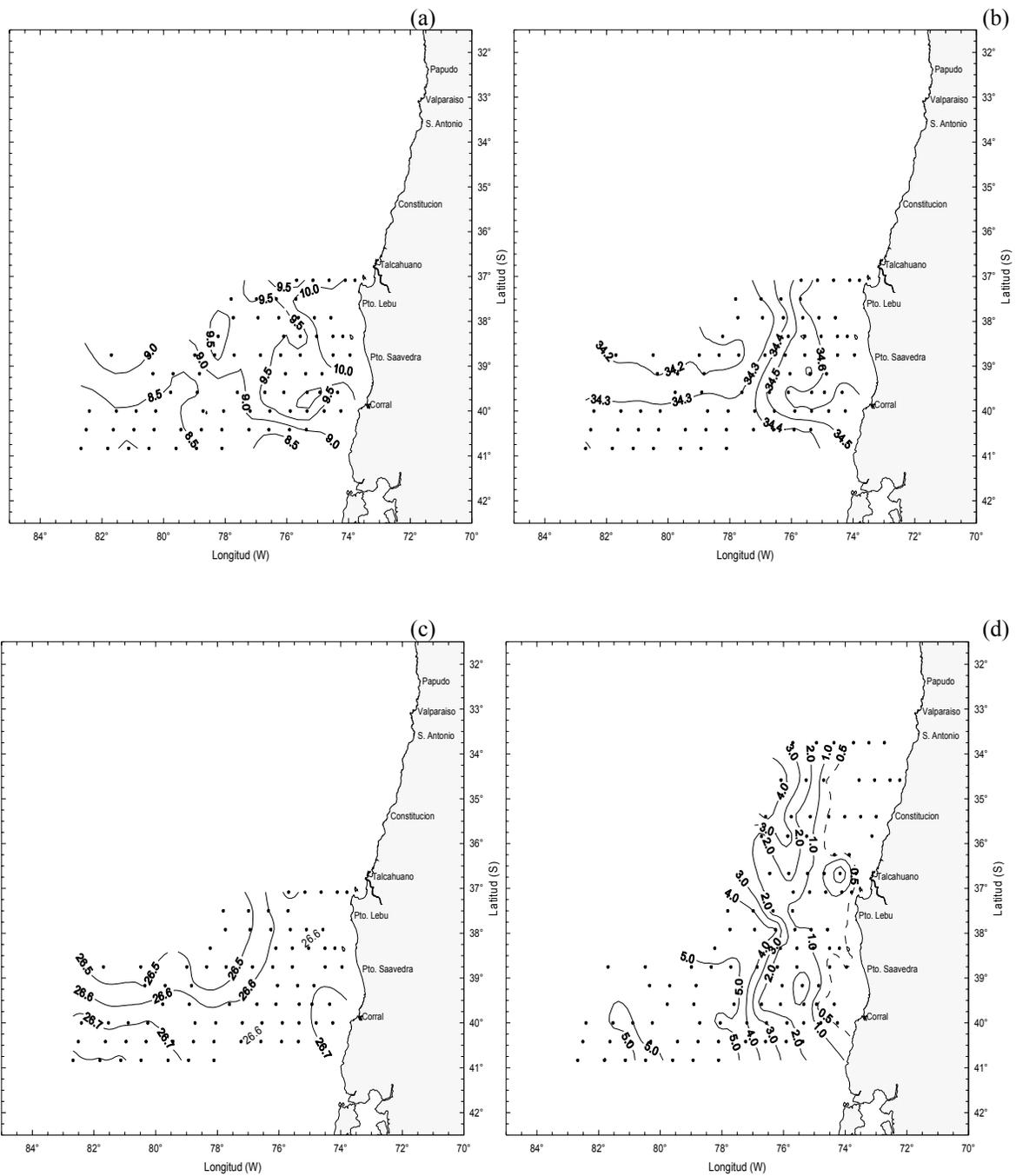
**Figura 20** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 25 metros.



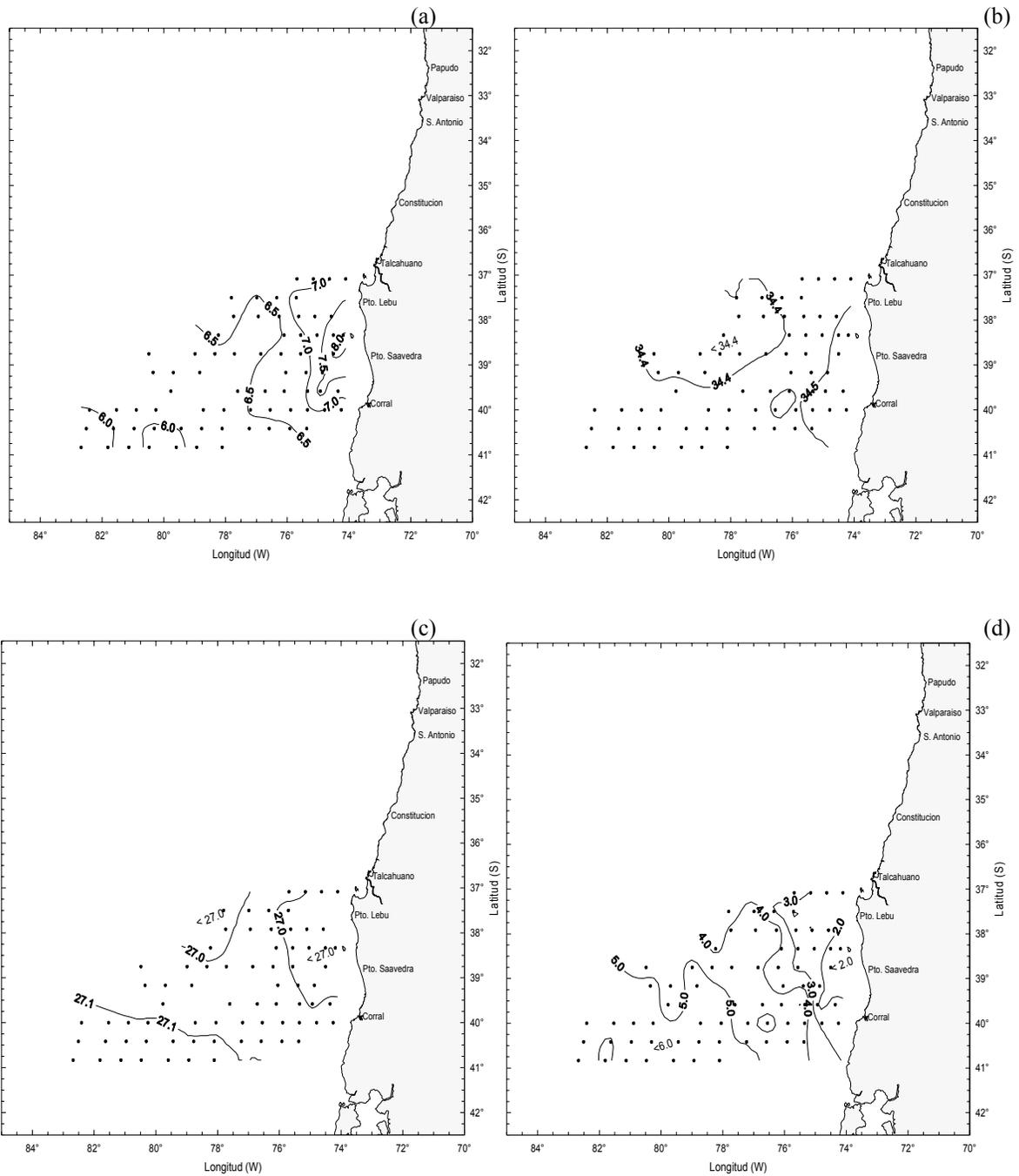
**Figura 21.** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 50 metros.



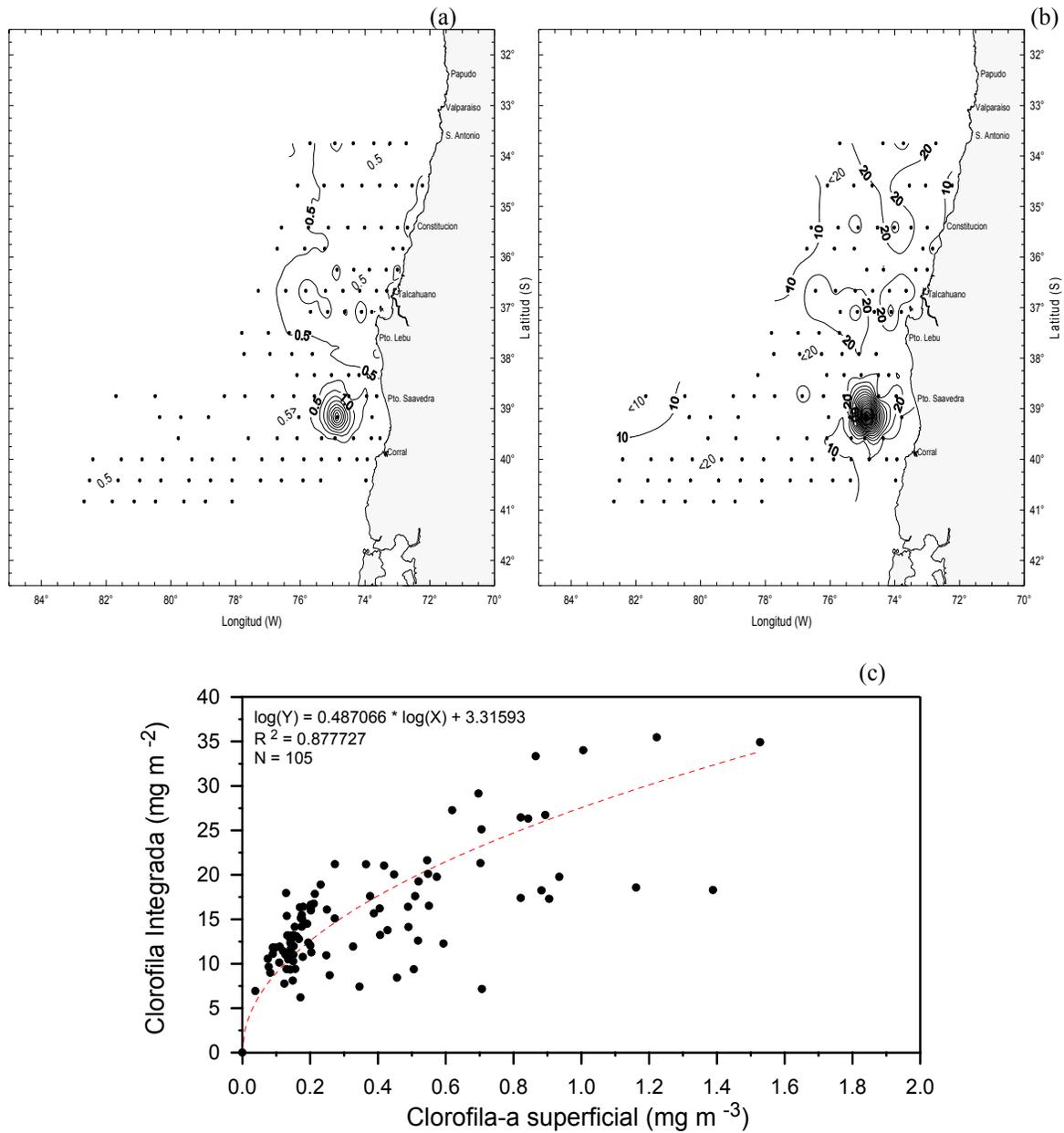
**Figura 22.** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 100 metros.



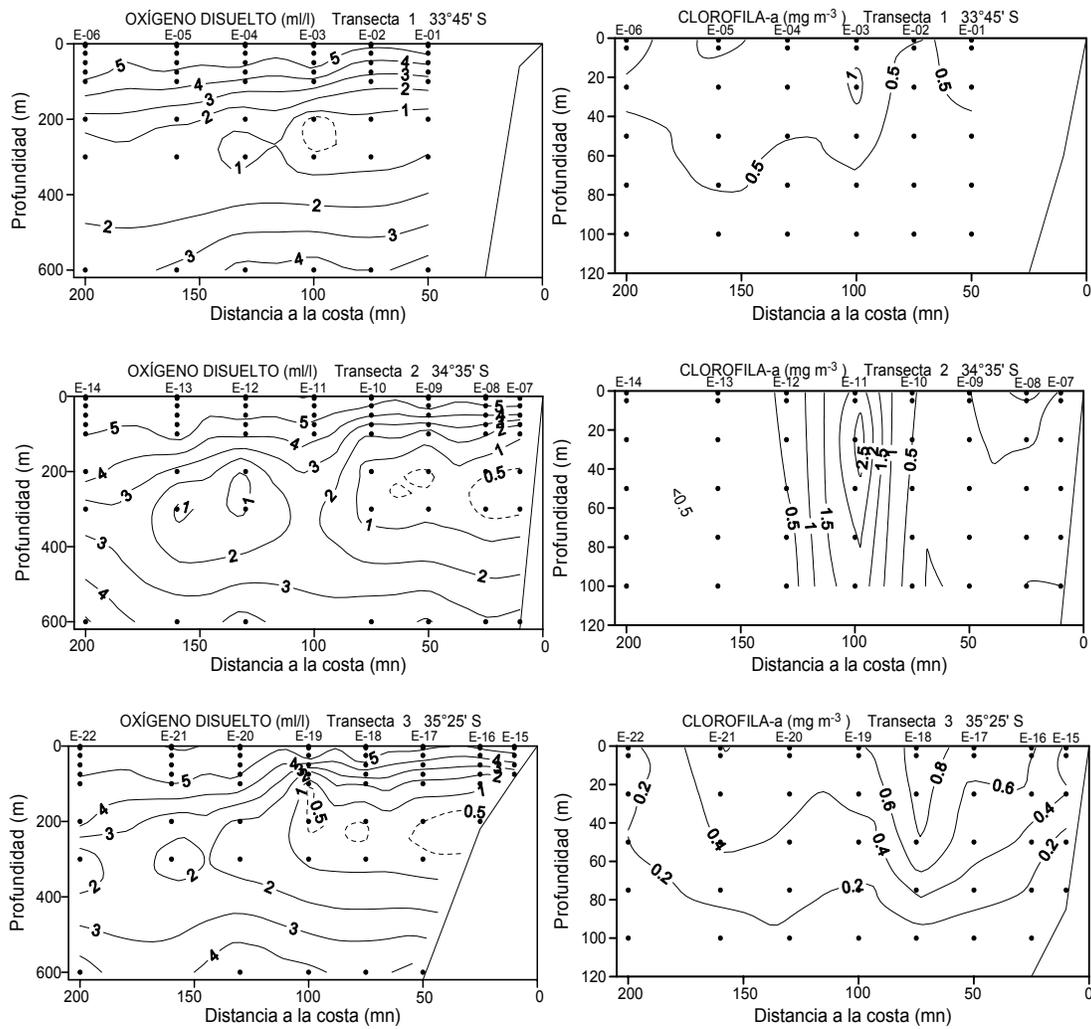
**Figura 23.** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 200 metros.



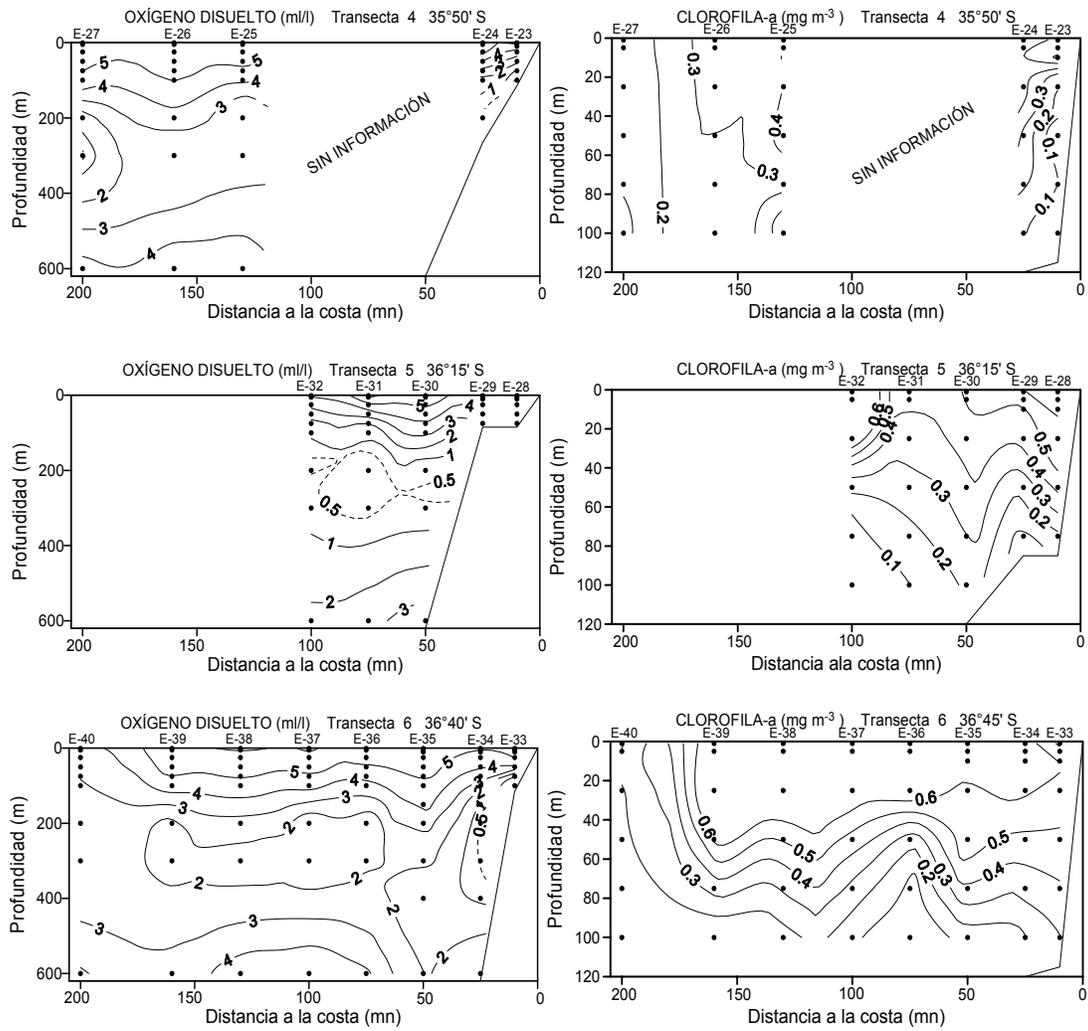
**Figura 24.** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 400 metros.



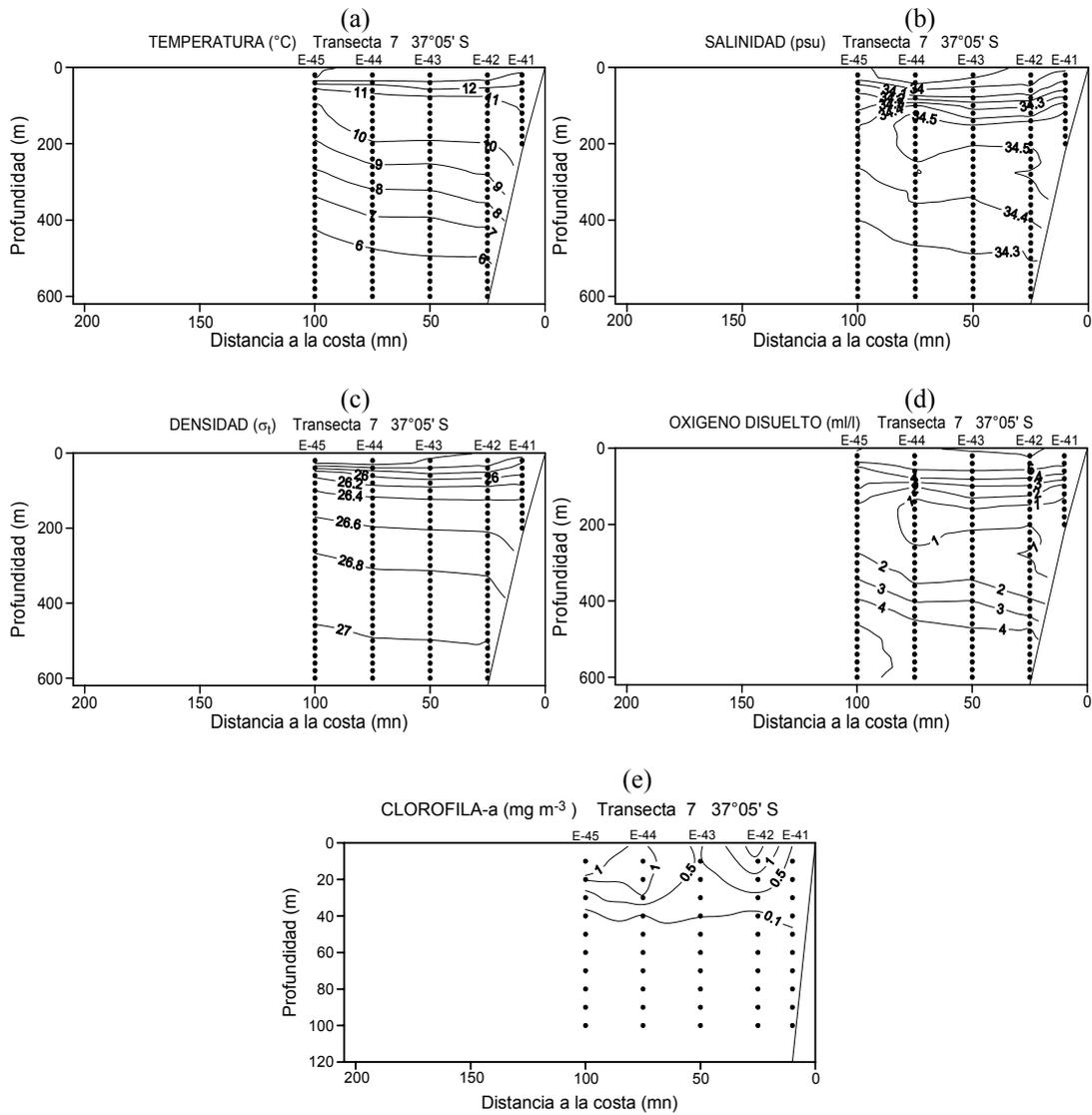
**Figura 25.** Distribución horizontal de (a) Clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en el estrato de 5 m de profundidad, (b) Clorofila-a Integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) estrato 0 a 100 metros y (c) Relación bivariada entre Clorofila-a Integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) estrato 0 a 100 metros y la Clorofila-a superficial ( $\text{mg m}^{-3}$ ).



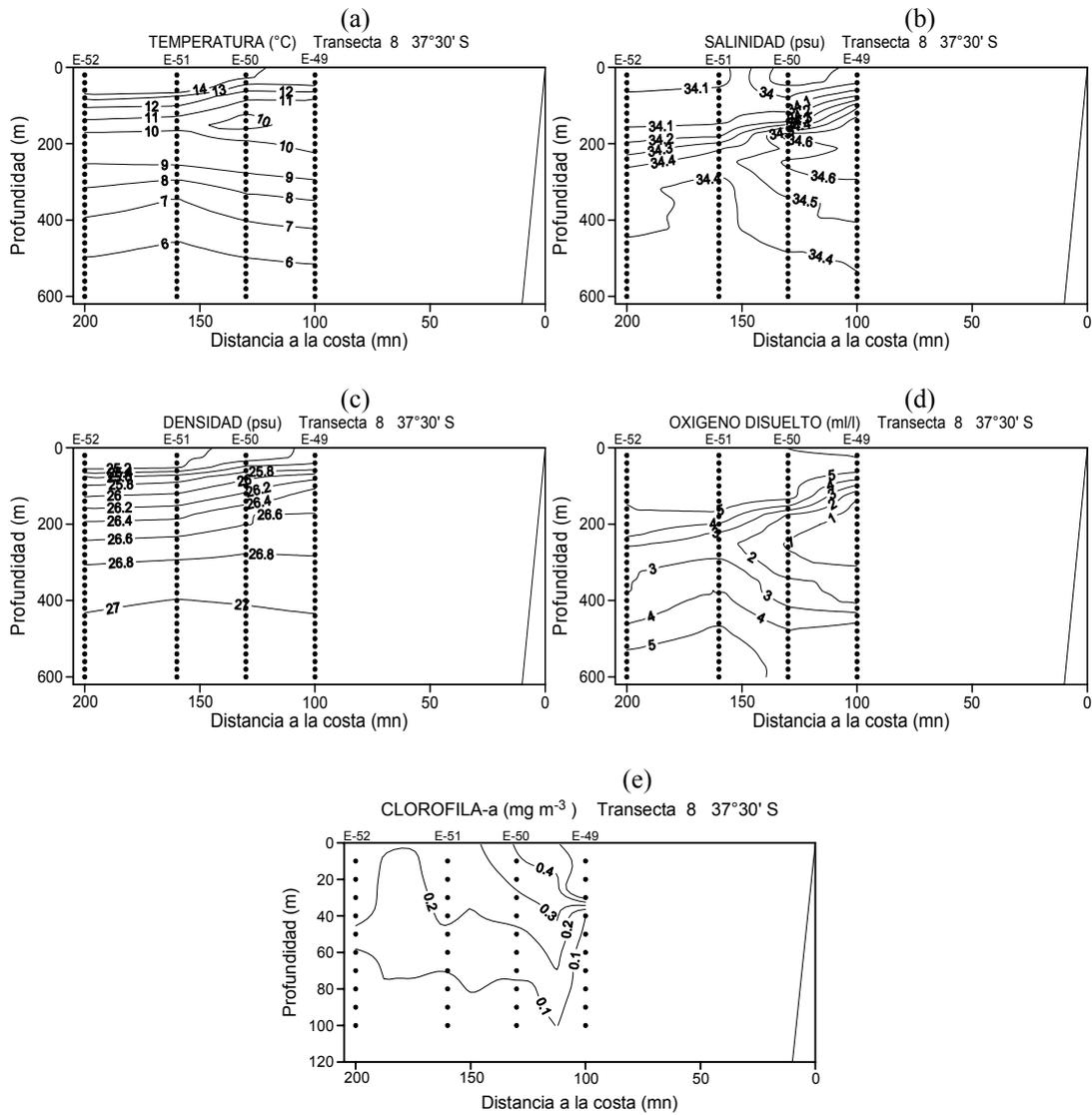
**Figura 26.** Secciones verticales de oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para las transectas 1, 2 y 3.



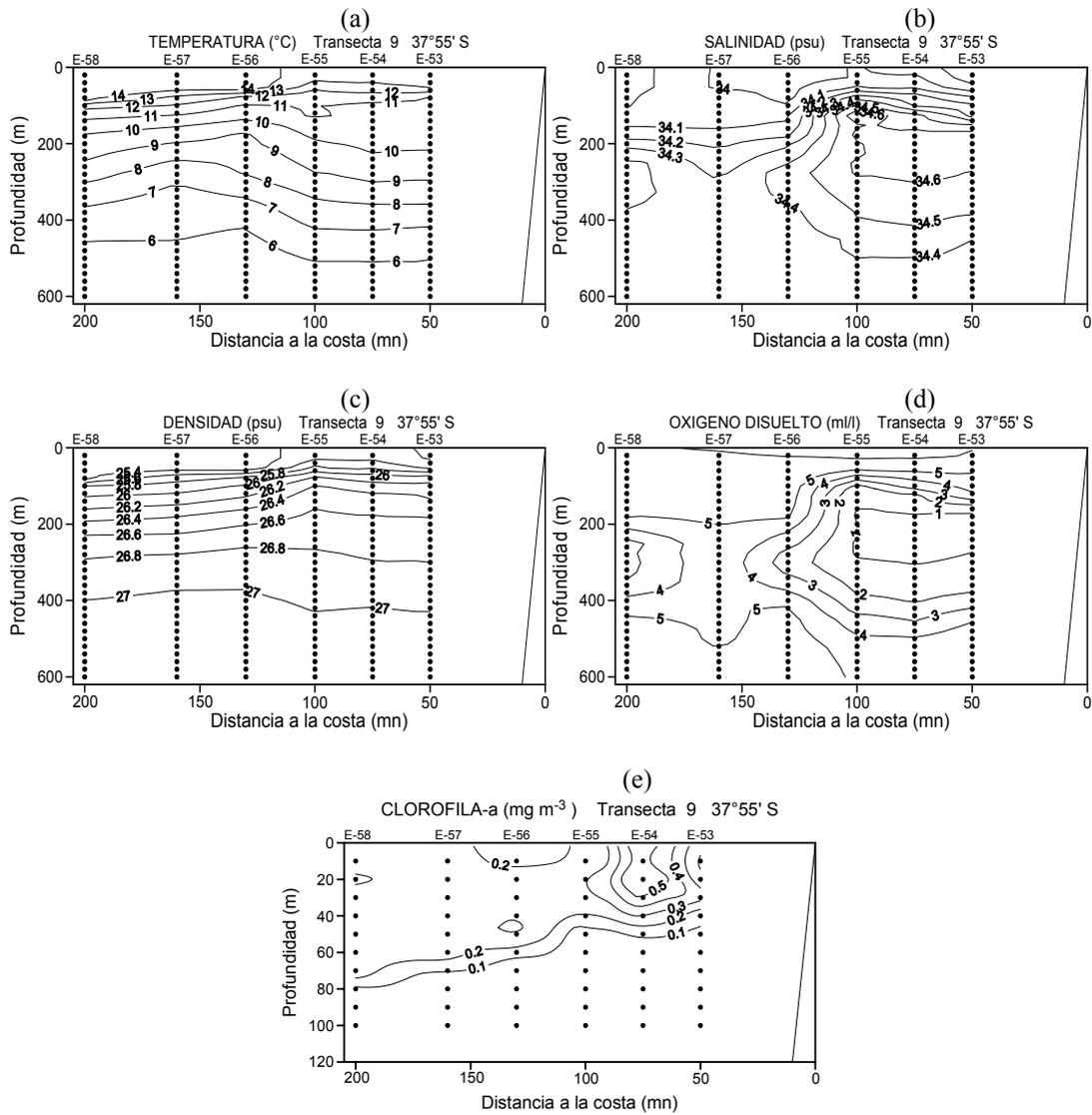
**Figura 27.** Secciones verticales de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para las transectas 4, 5 y 6.



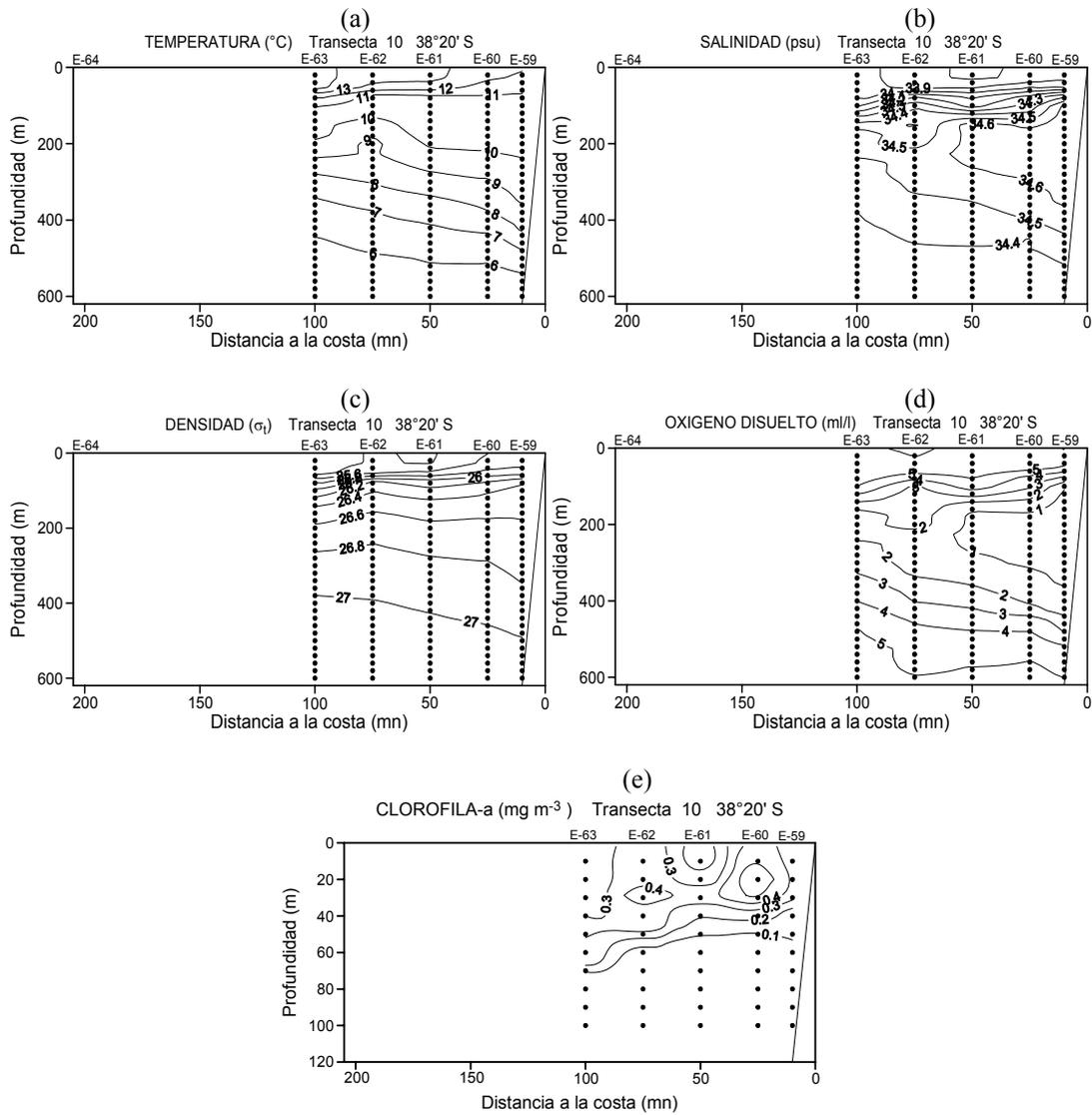
**Figura 28.** Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 7.



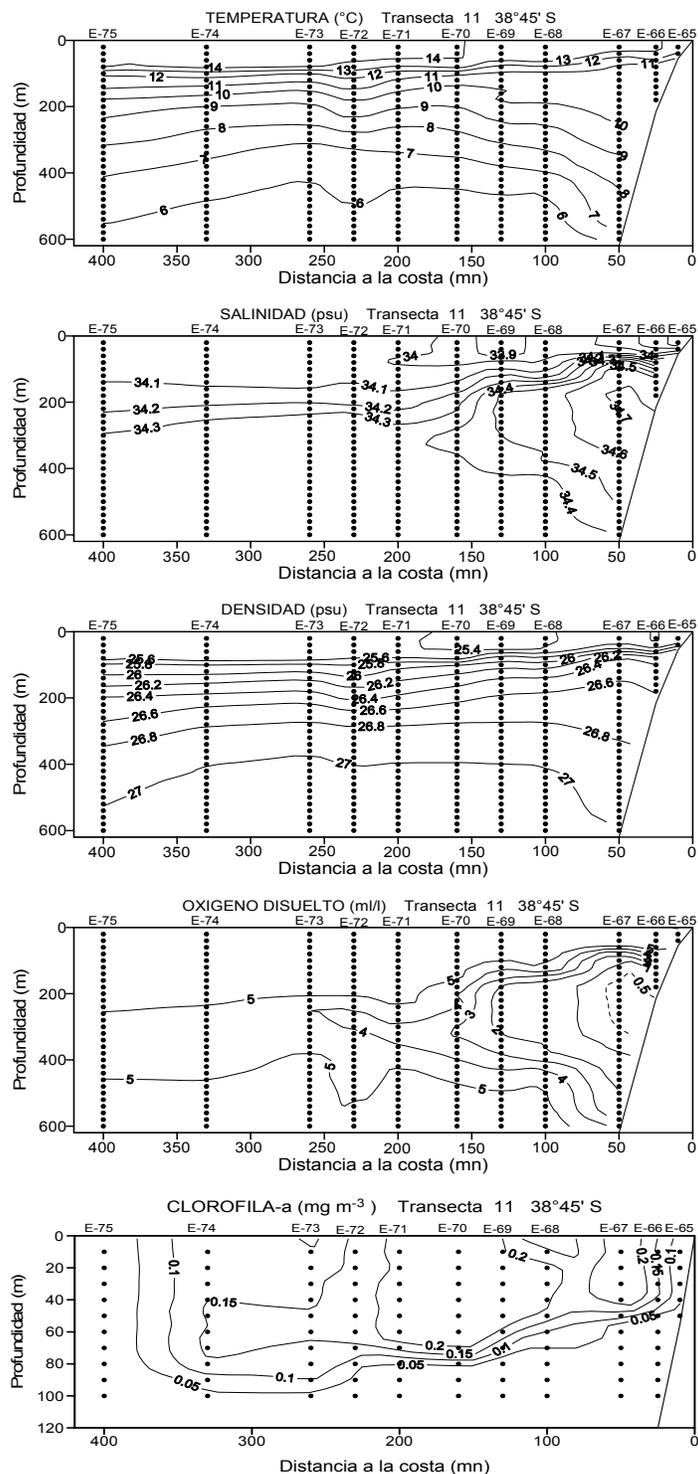
**Figura 29.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para la transecta 8.



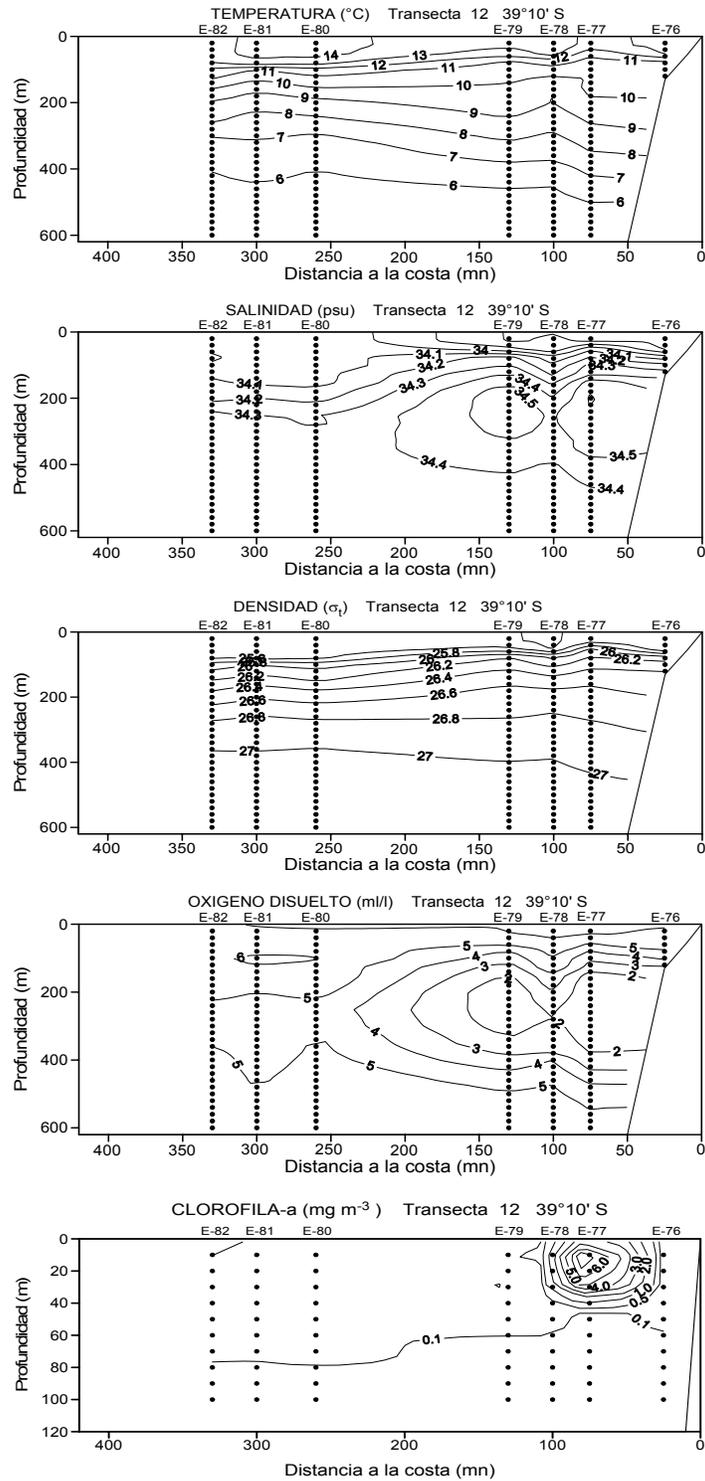
**Figura 30.** Secciones verticales de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para la transecta 9.



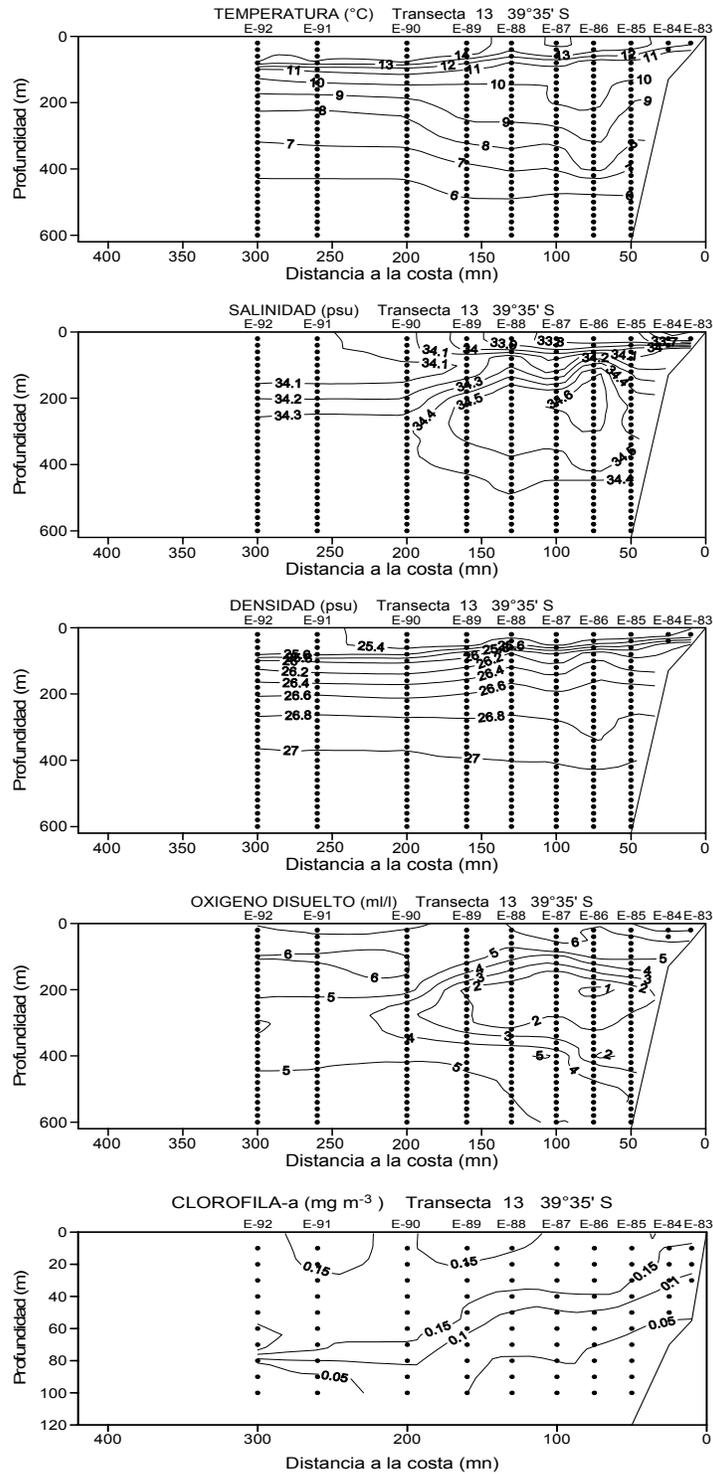
**Figura 31.** Secciones verticales de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 10.



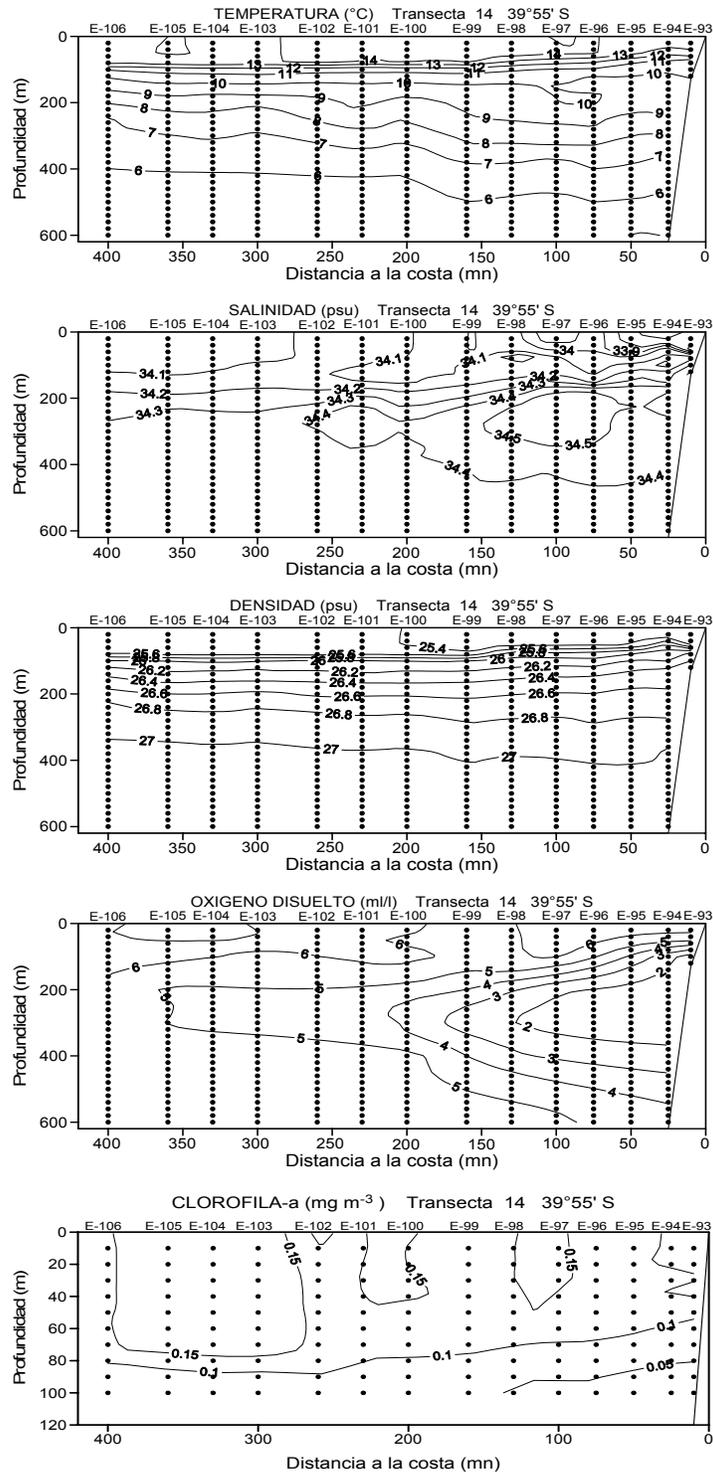
**Figura 32.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para la transecta 11.



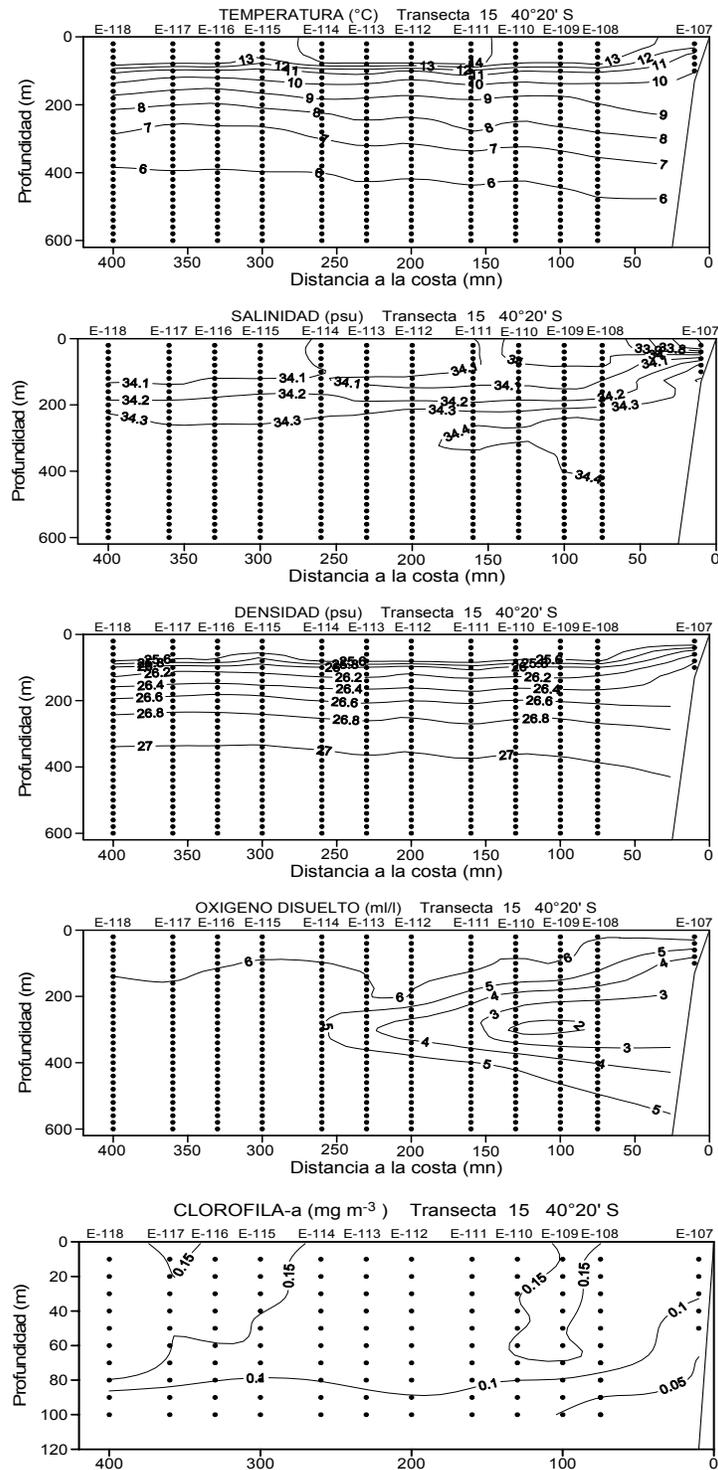
**Figura 33.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 12.



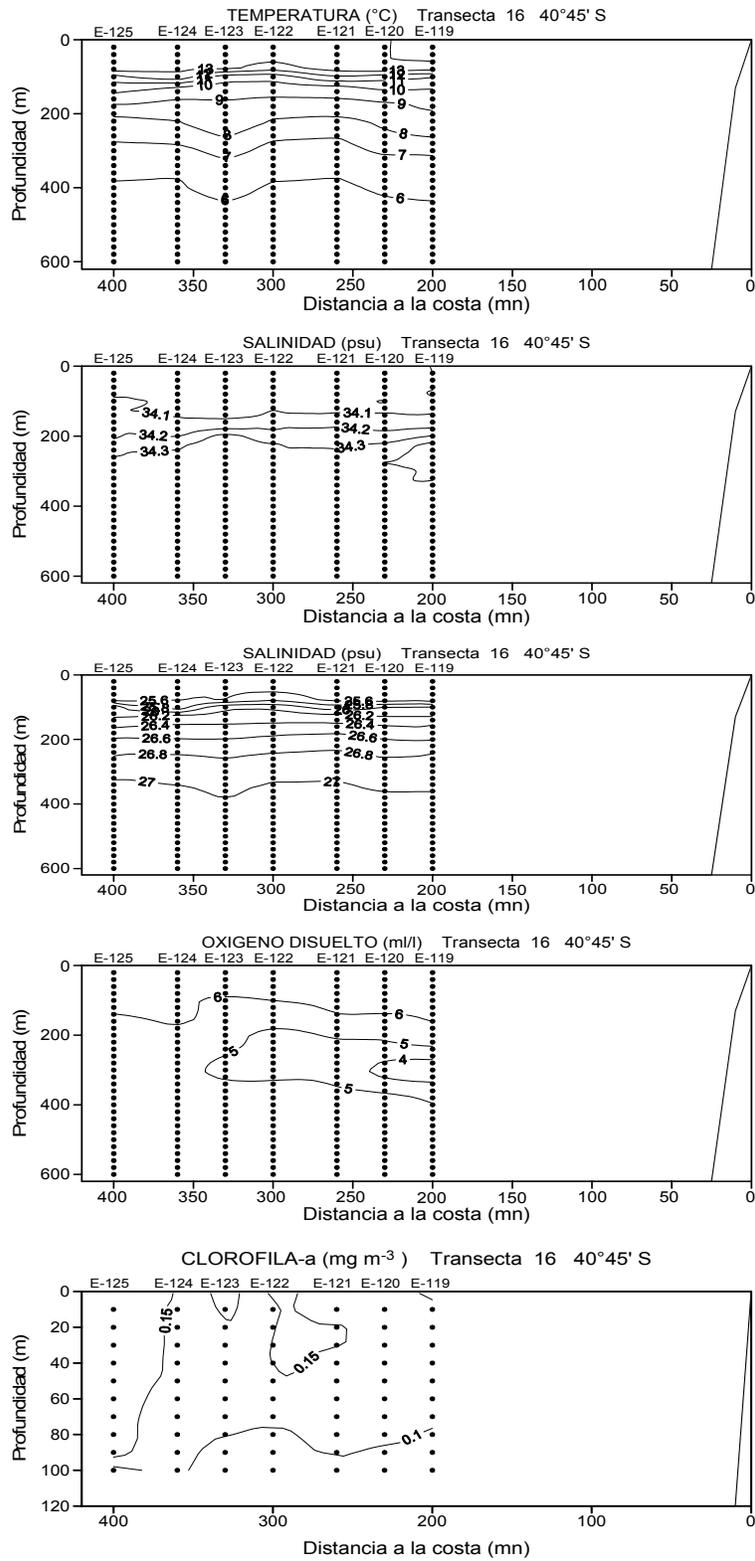
**Figura 34.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 13.



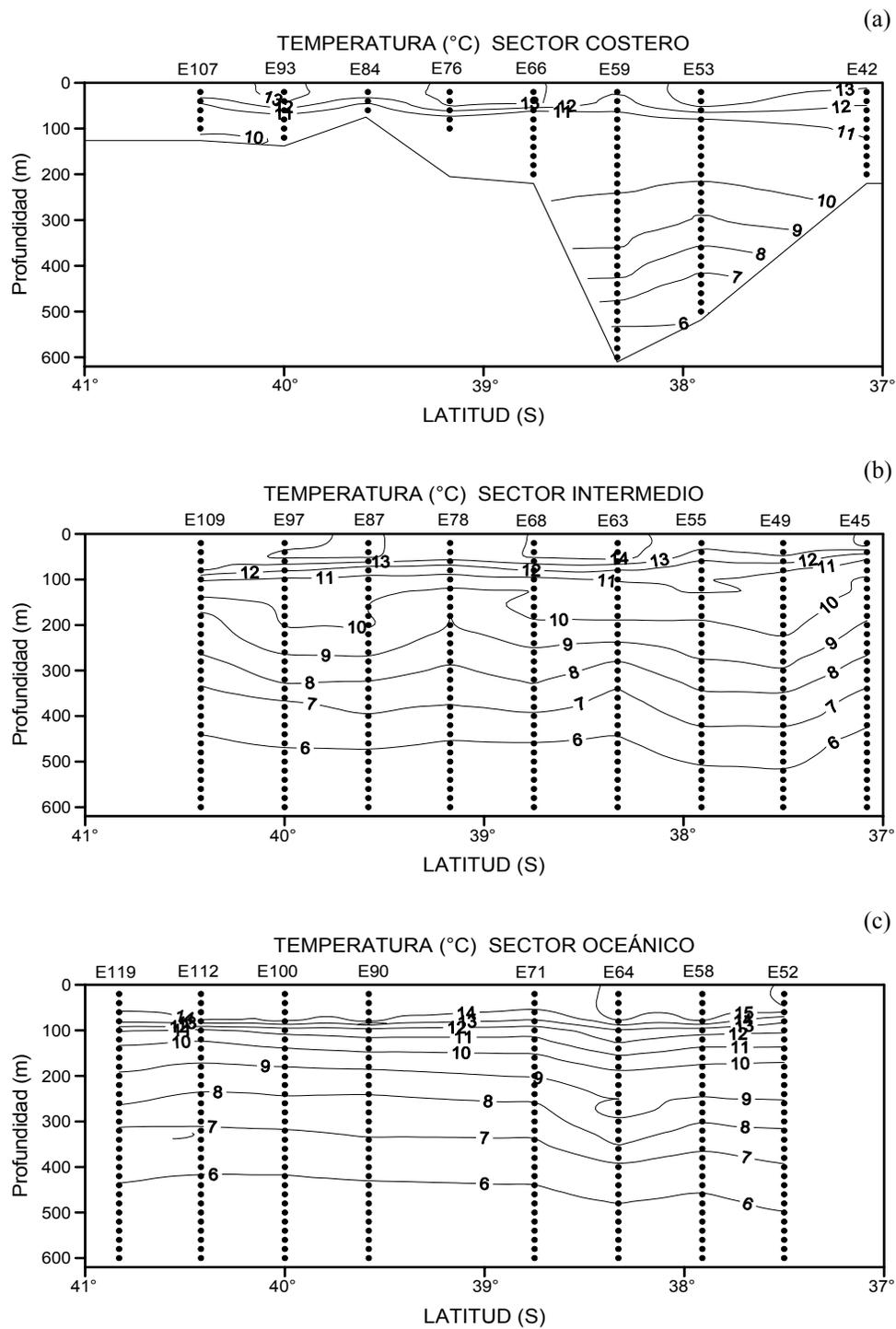
**Figura 35.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 14.



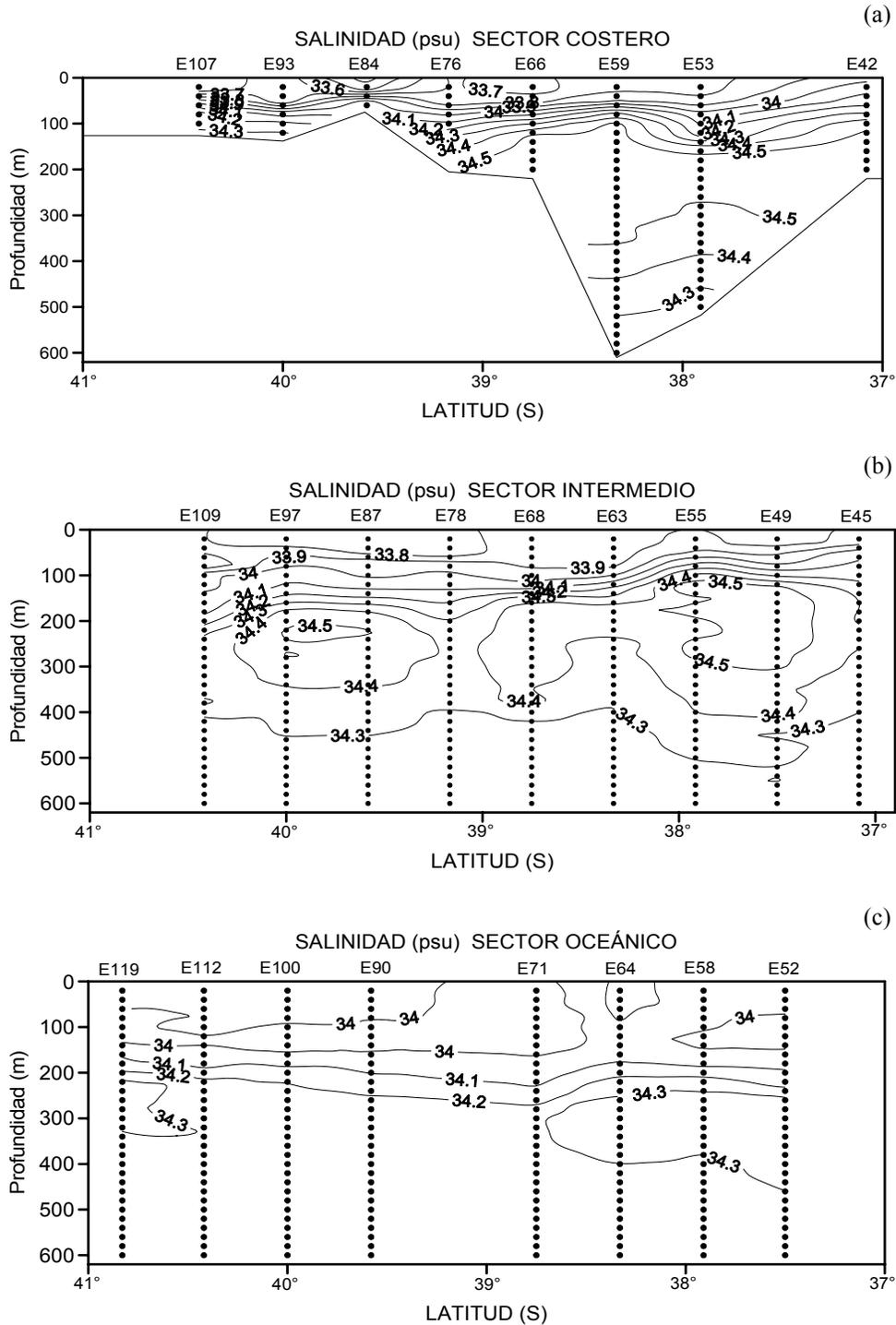
**Figura 36.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para la transecta 15.



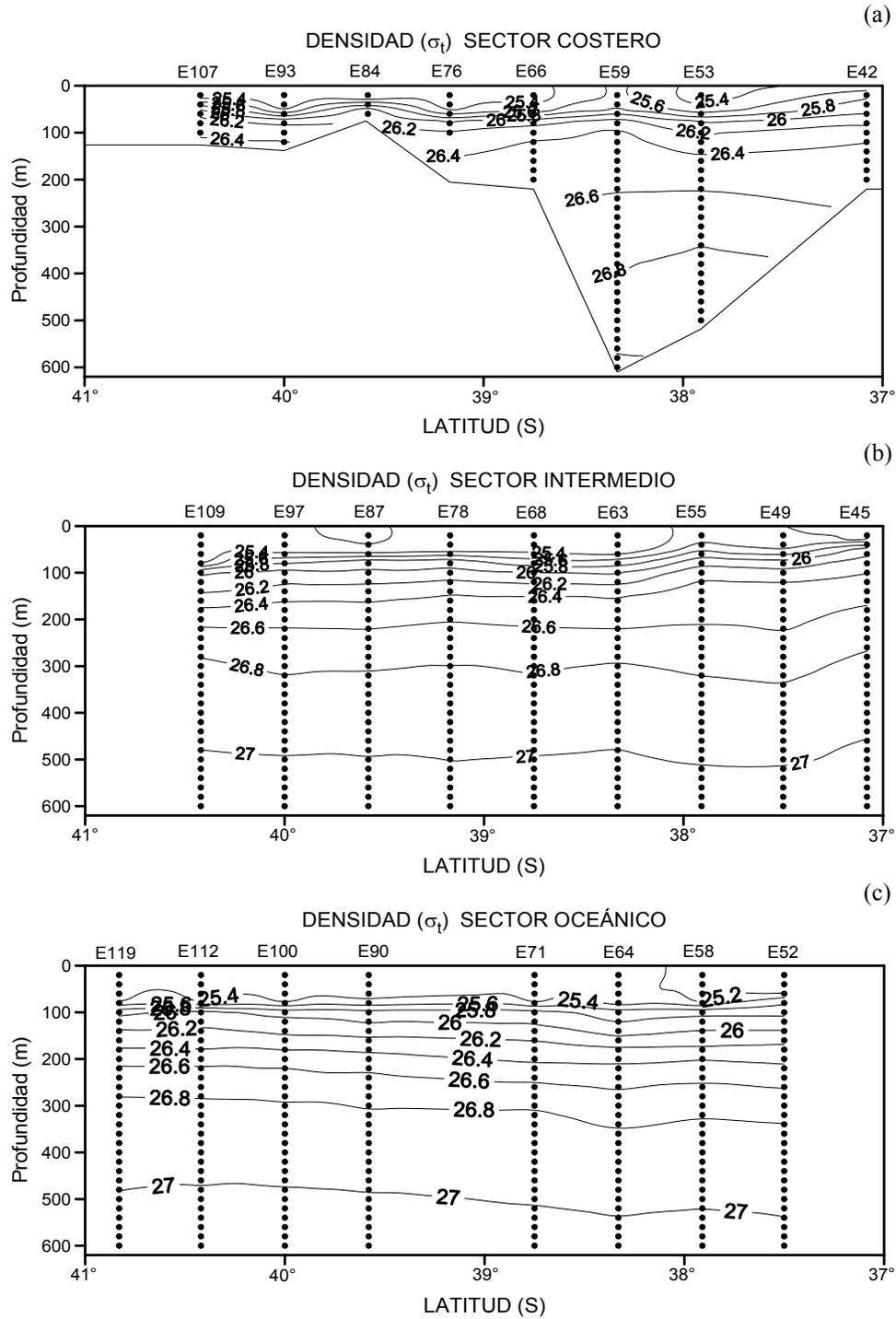
**Figura 37.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para la transecta 16.



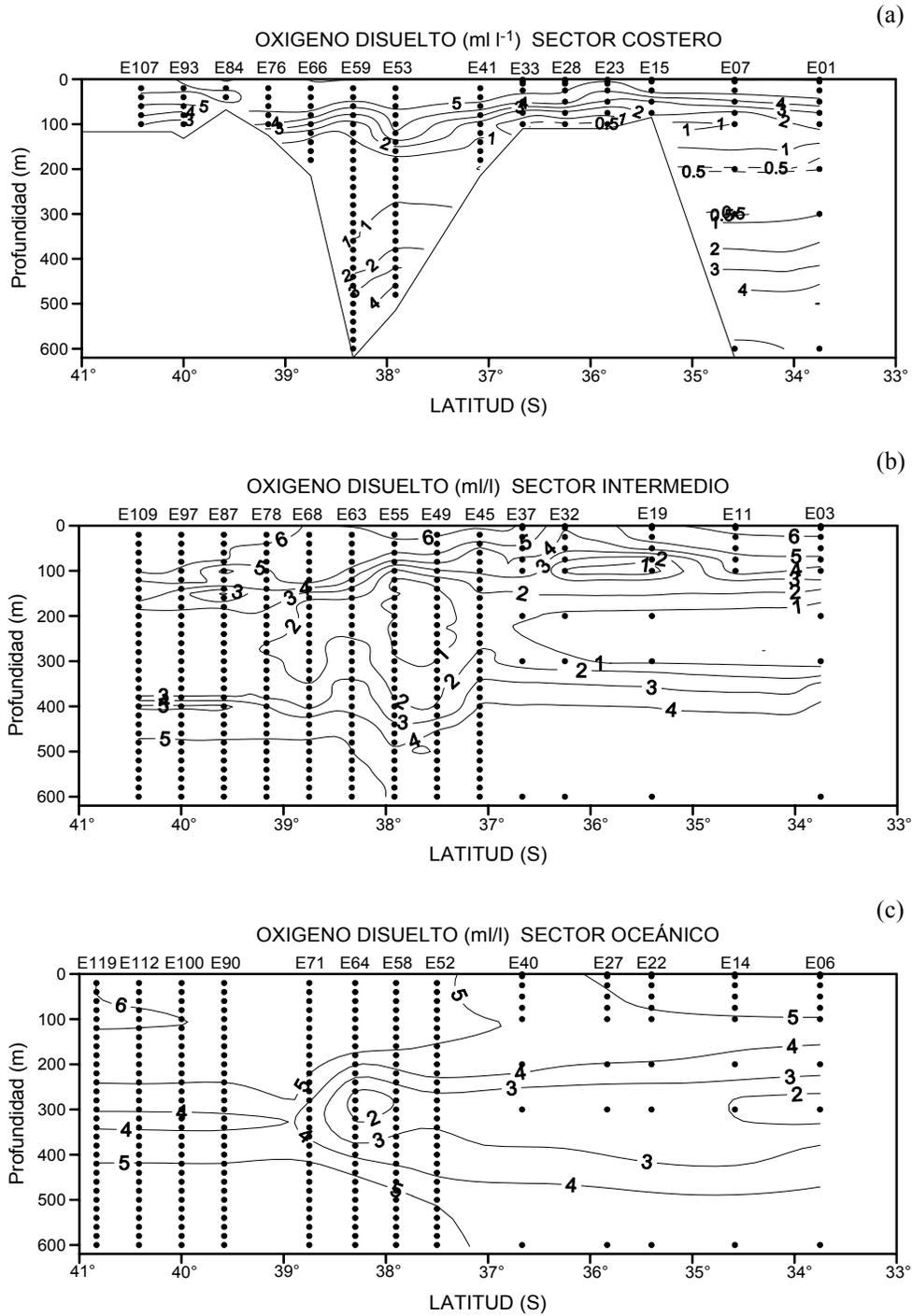
**Figura 38.** Distribución latitudinal de temperatura (°C), para el área centro-sur, considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).



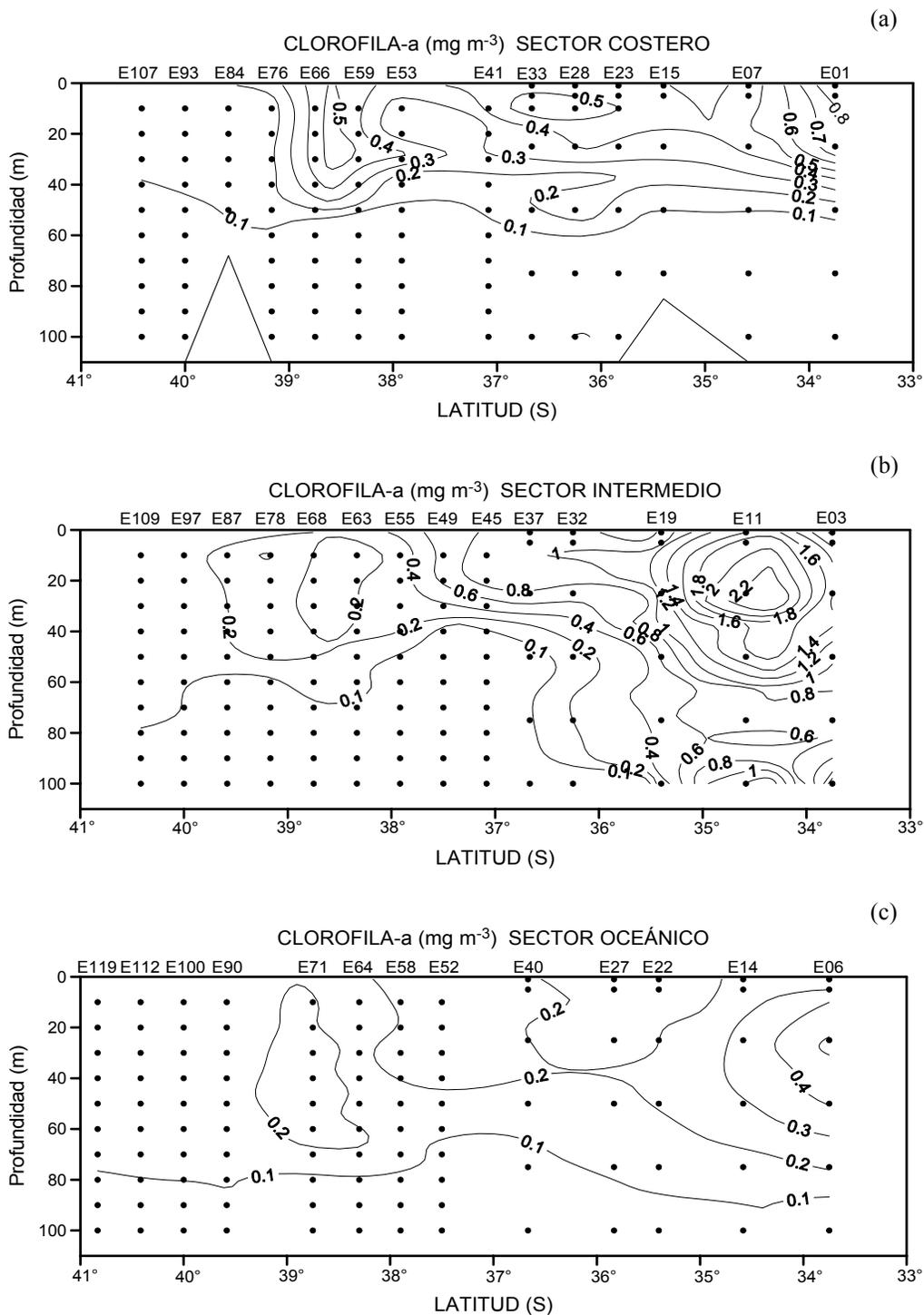
**Figura 39.** Distribución latitudinal de salinidad (psu), para el área centro-sur, considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).



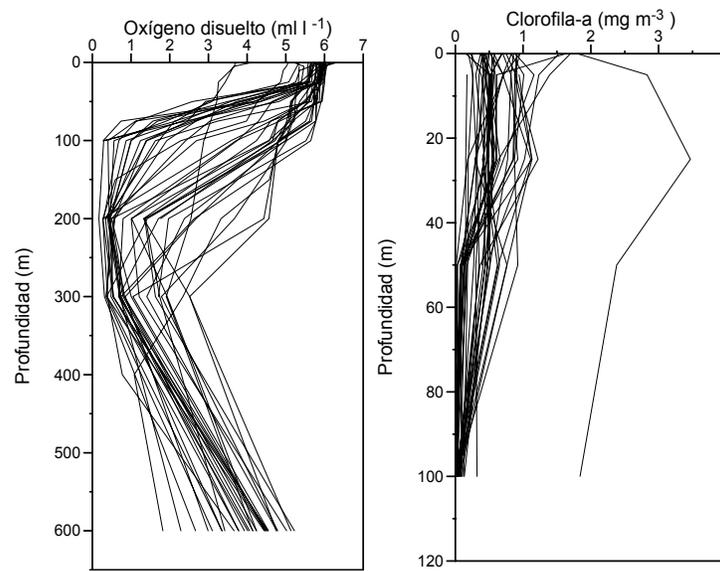
**Figura 40.** Distribución latitudinal de densidad ( $\sigma_t$ ), para el área centro-sur, considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).



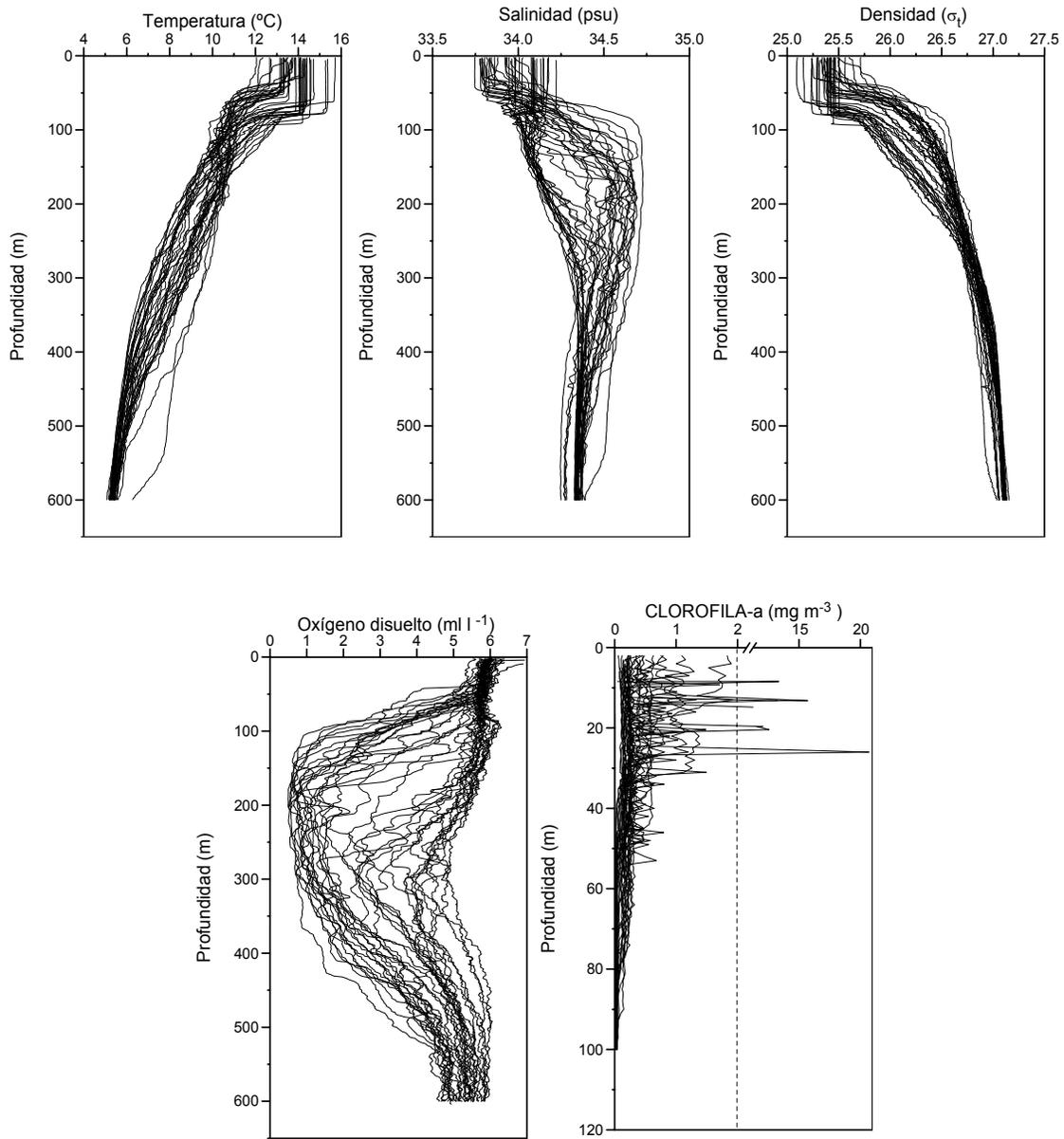
**Figura 41.** Distribución latitudinal de oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).



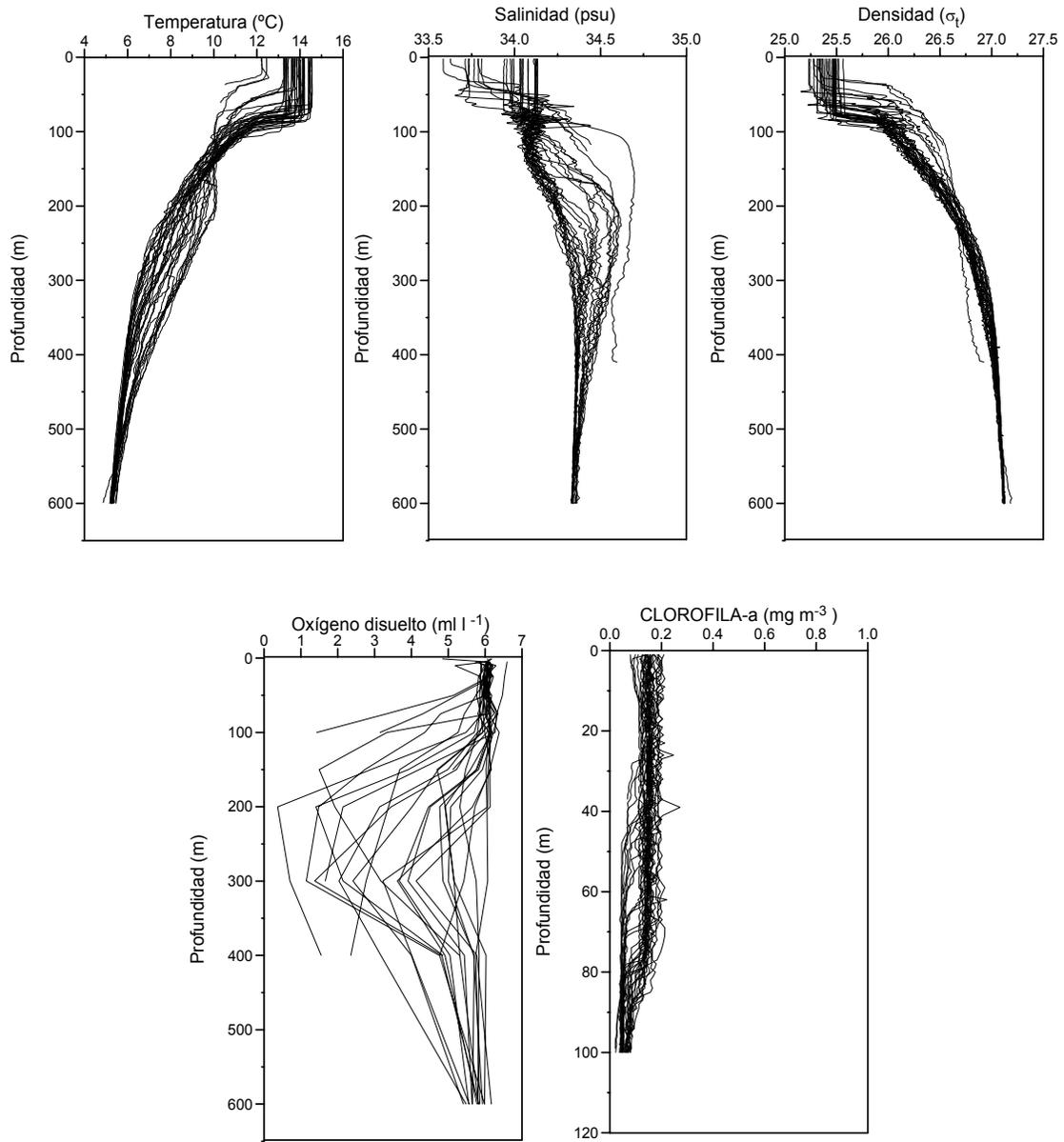
**Figura 42.** Distribución latitudinal de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) considerando los sectores: (a) costero (10 mn), (b) sector intermedio (100 mn) y (c) sector oceánico (200 mn).



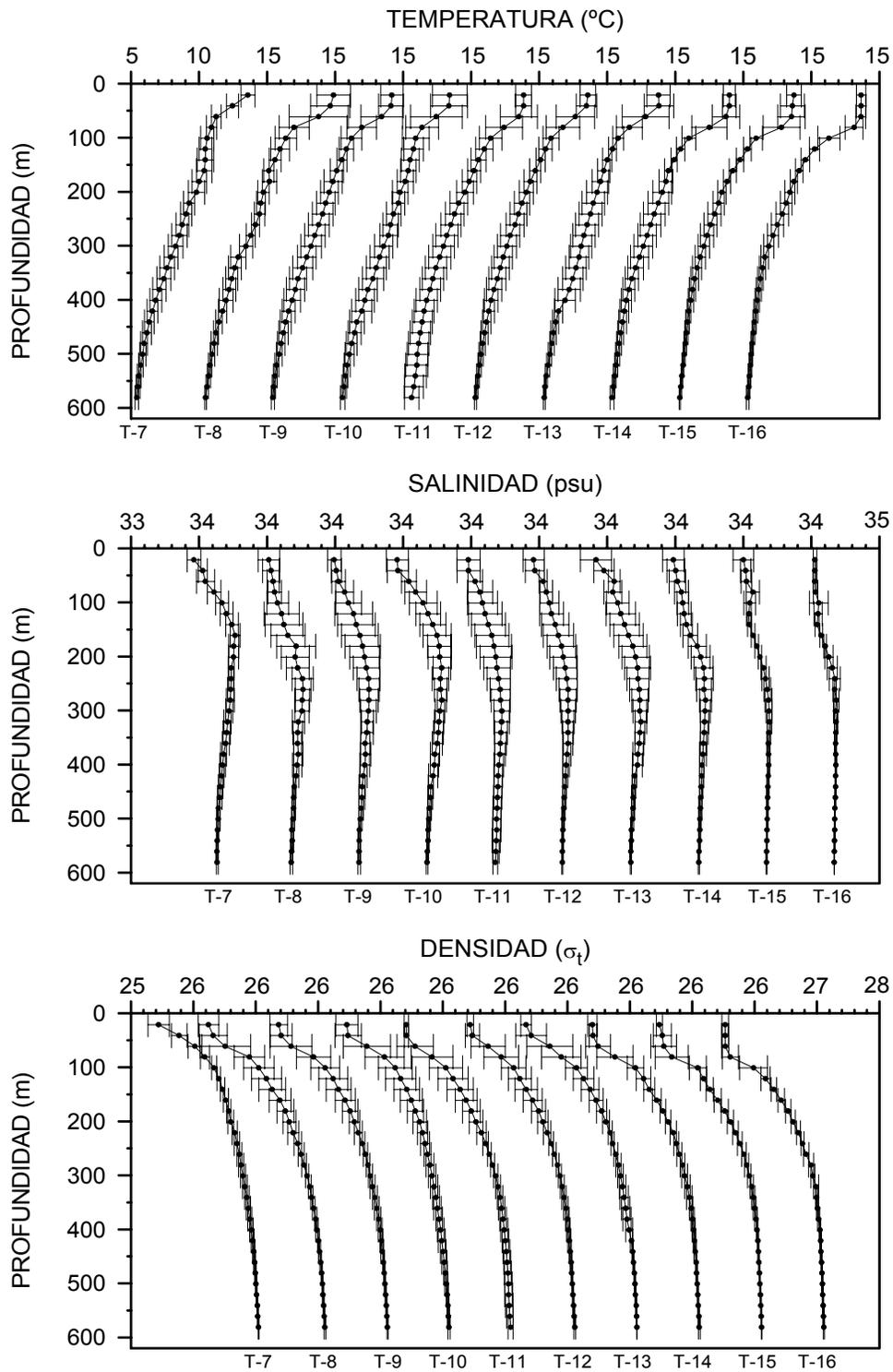
**Figura 43.** Perfiles individuales de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) y clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para el sector norte (33°45' – 36°40'S).



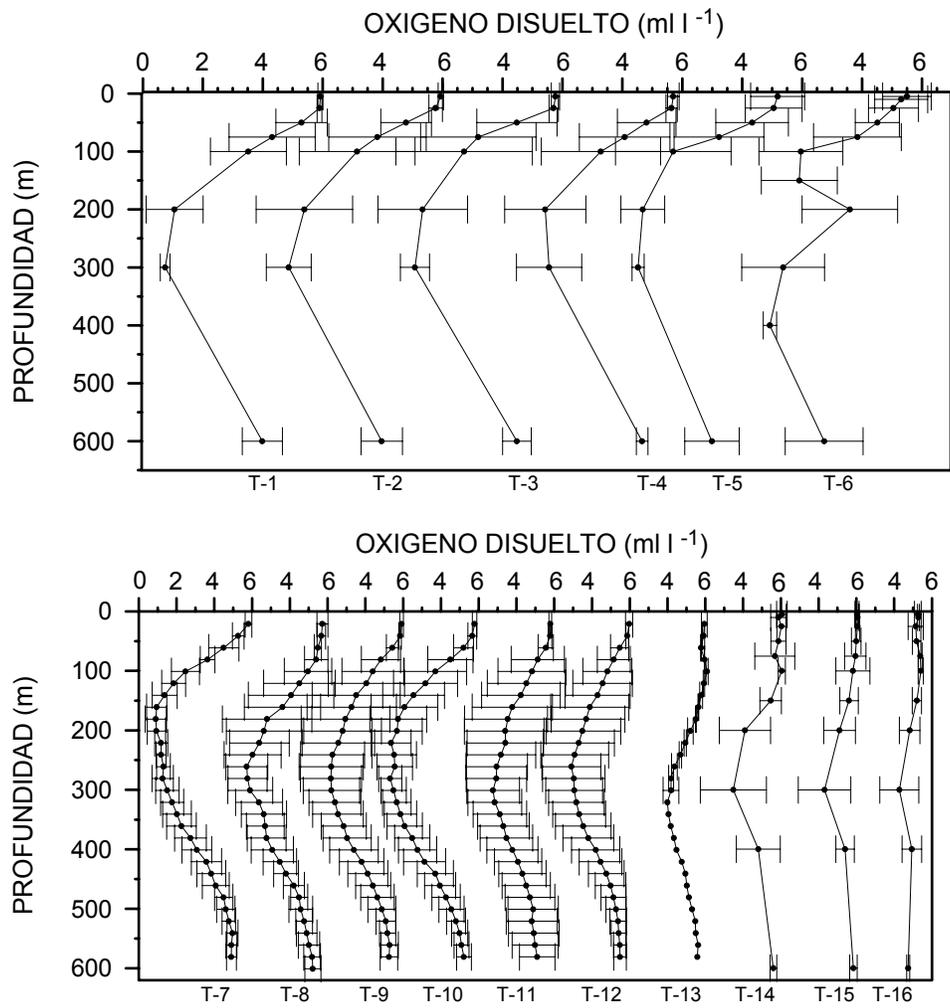
**Figura 44.** Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para el sector centro ( $37^{\circ}00' - 39^{\circ}05'\text{S}$ ).



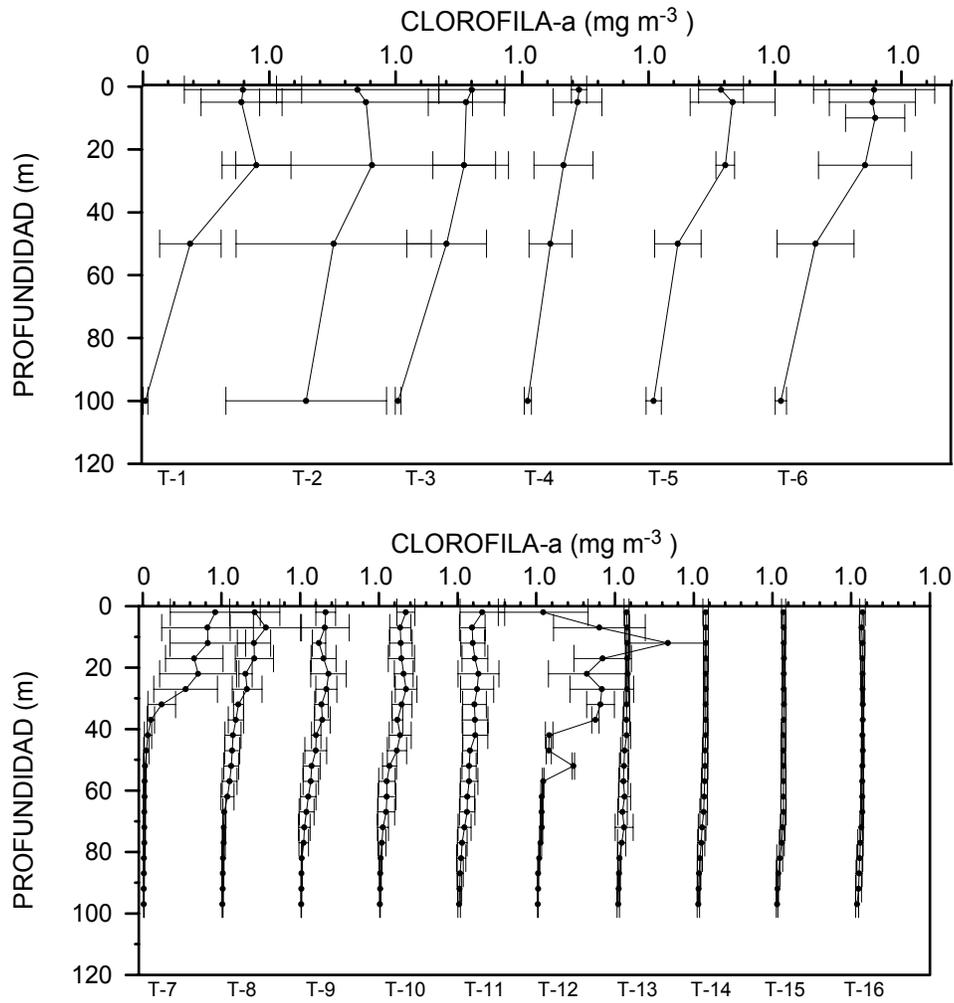
**Figura 45.** Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para el sector sur ( $39^{\circ}35' - 40^{\circ}45'S$ ).



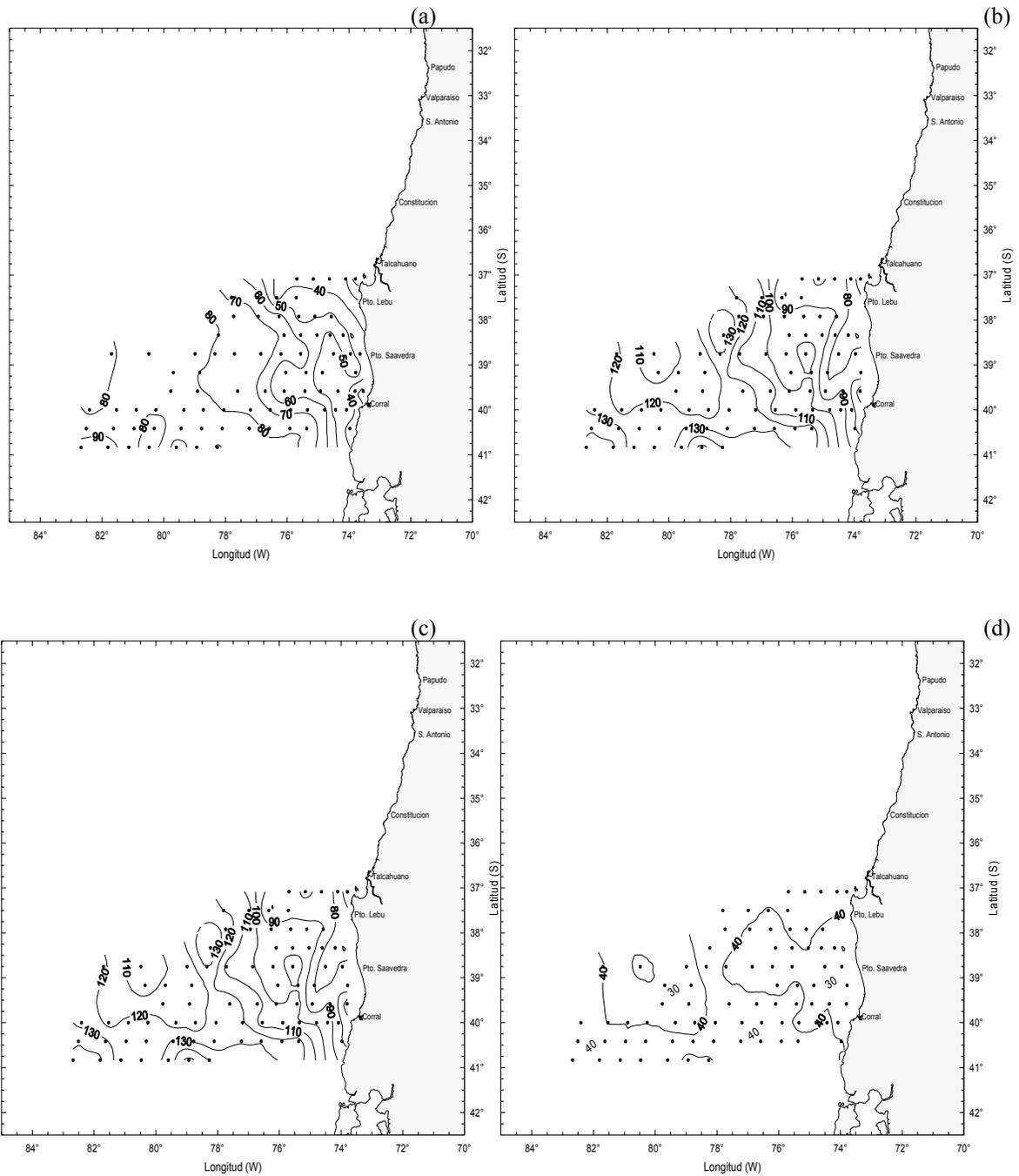
**Figura 46.** Perfiles promedio por transecta de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) para el sector centro-sur (transectas 7-16).



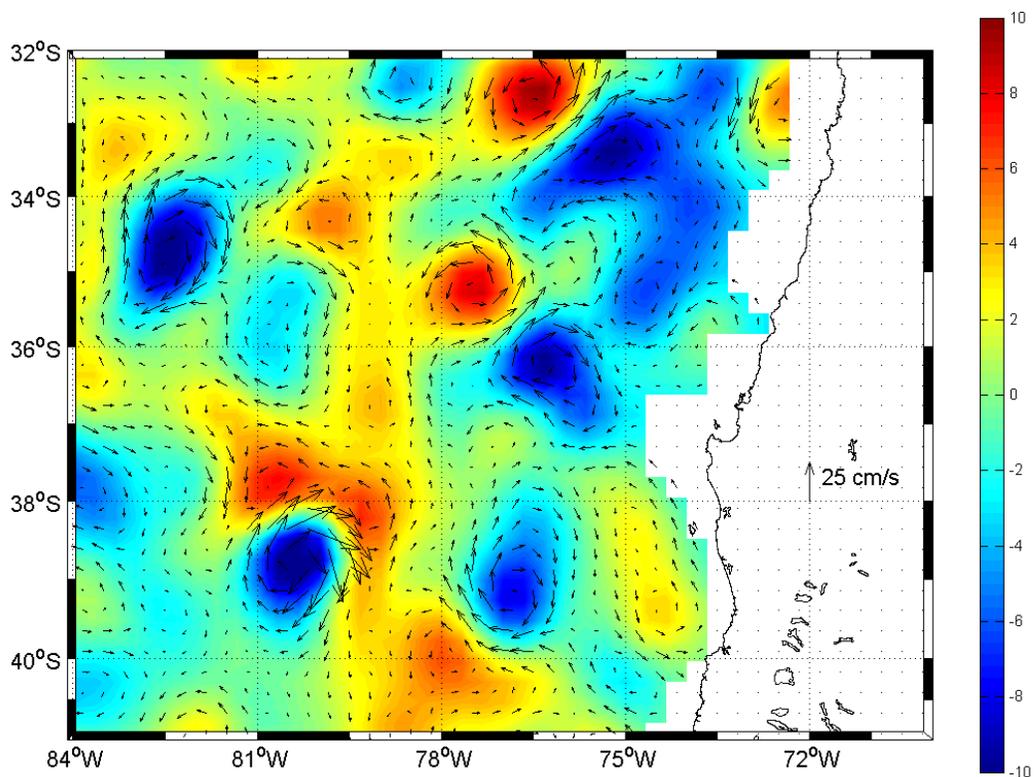
**Figura 47.** Perfiles promedios de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) por transecta para el área de estudio.



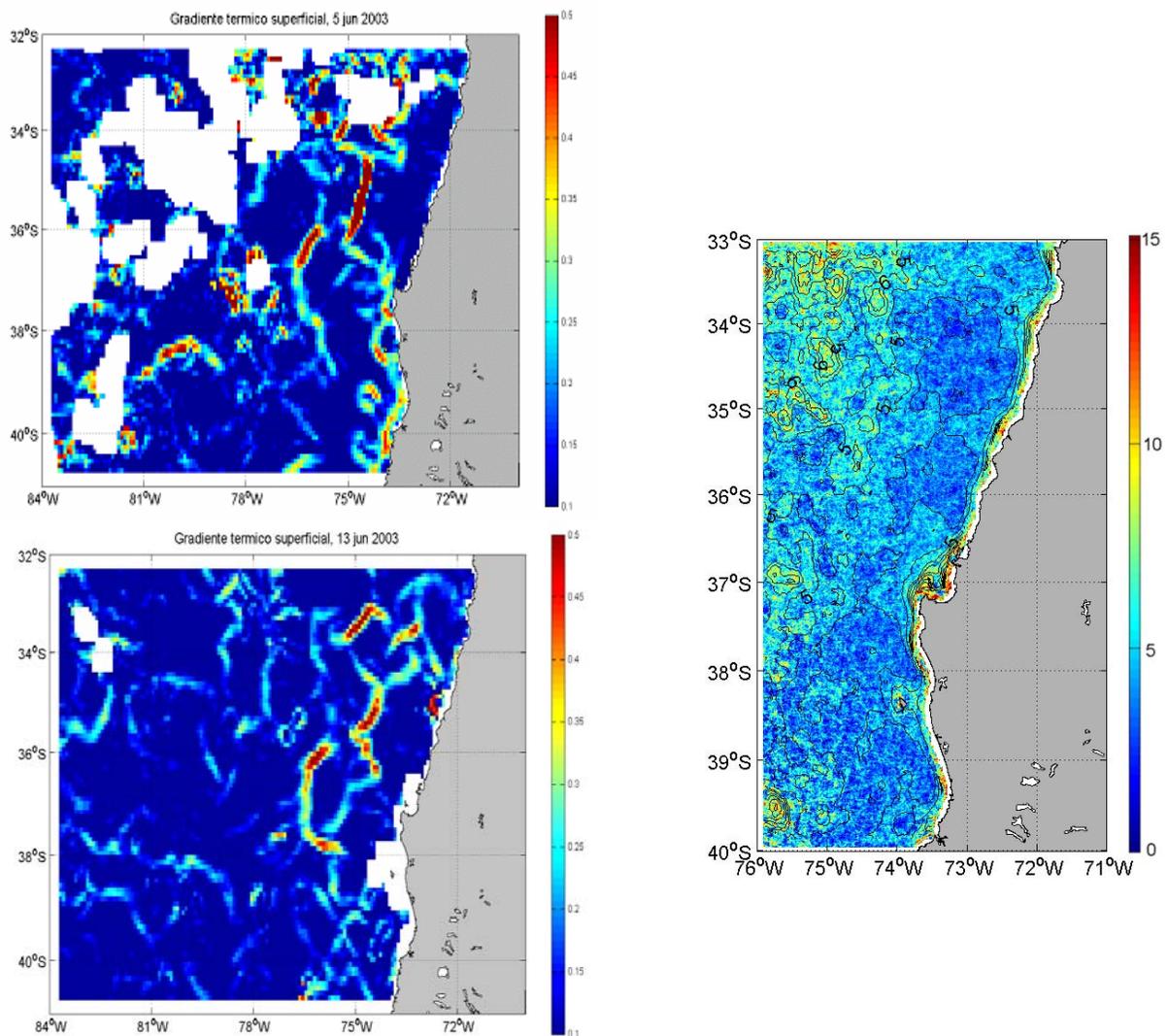
**Figura 48.** Perfiles promedios de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) por transecta para el área de estudio.



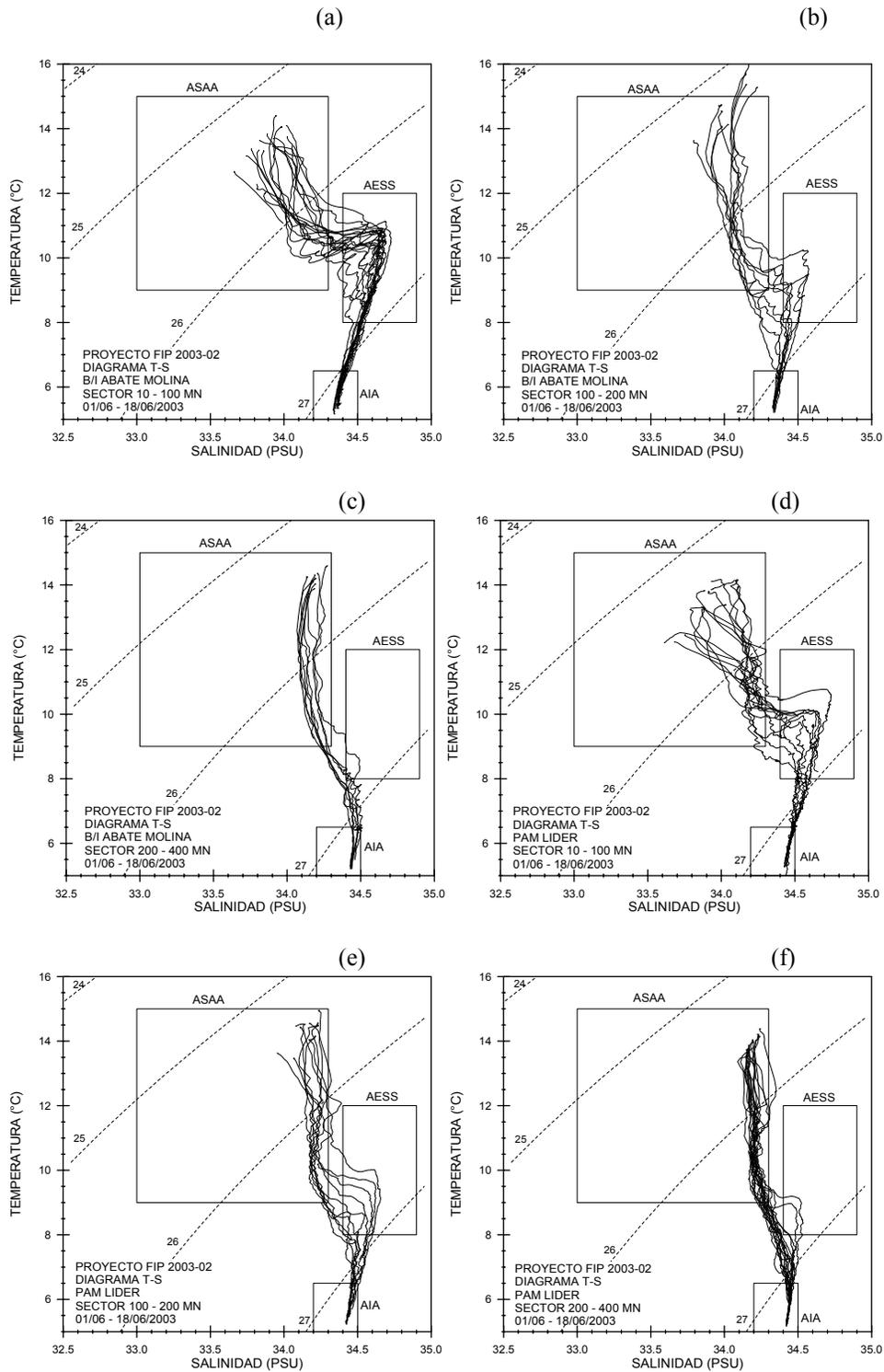
**Figura 49.** Distribución horizontal de: a) profundidad de capa de mezcla (m), b) profundidad de la base de la termoclina (m), c) temperatura en la profundidad base de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}$ ) y d) ancho de la termoclina (m).



**Figura 50.** Distribución horizontal de la anomalía del nivel medio del mar y campo de velocidades geostróficas, para el área y período de estudio (1 al 18 de junio). La escala (barra) indica anomalía del nivel medio del mar (cm).

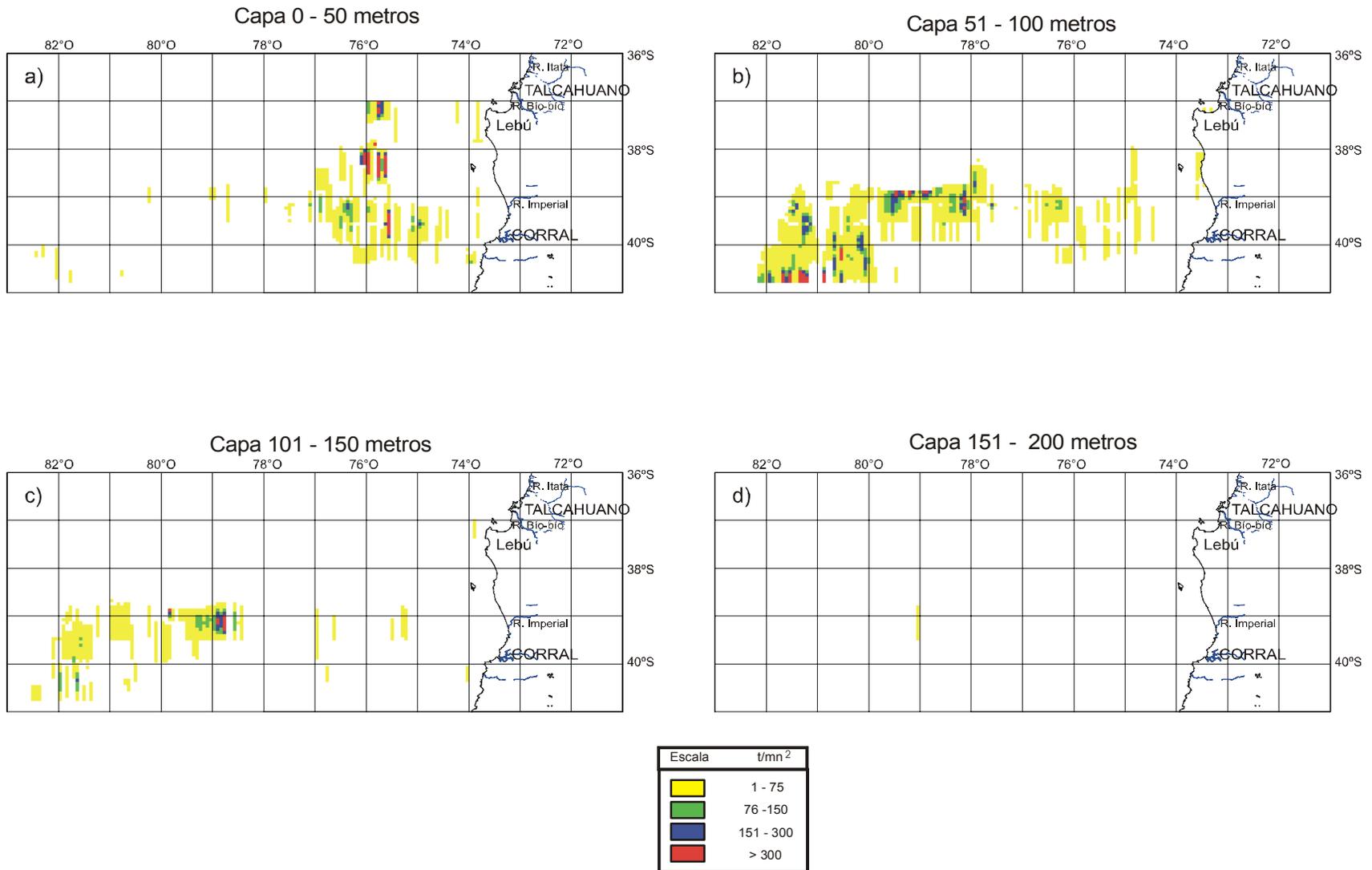


**Figura 51.** Carta horizontal del gradiente térmico superficial para los días 5 de junio y 13 de junio de 2003 ( $^{\circ}\text{C } 10 \text{ km}^{-1}$ ). La figura del panel derecho muestra la distribución horizontal para los gradientes térmicos superficiales ( $^{\circ}\text{C } \text{km}^{-1}$ ) para el período invernal en Chile centro-sur 1998-2000 (Letelier *et al*, 2001).

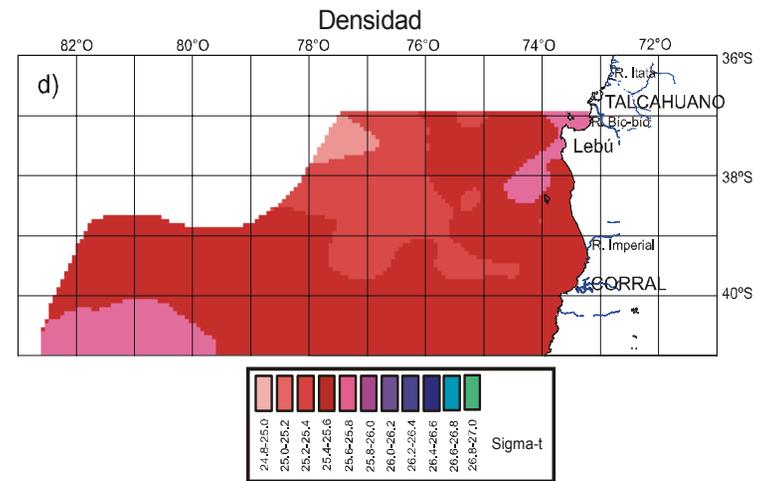
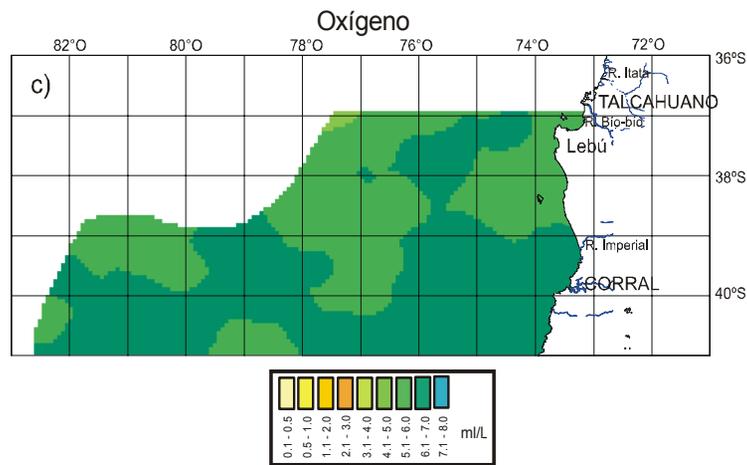
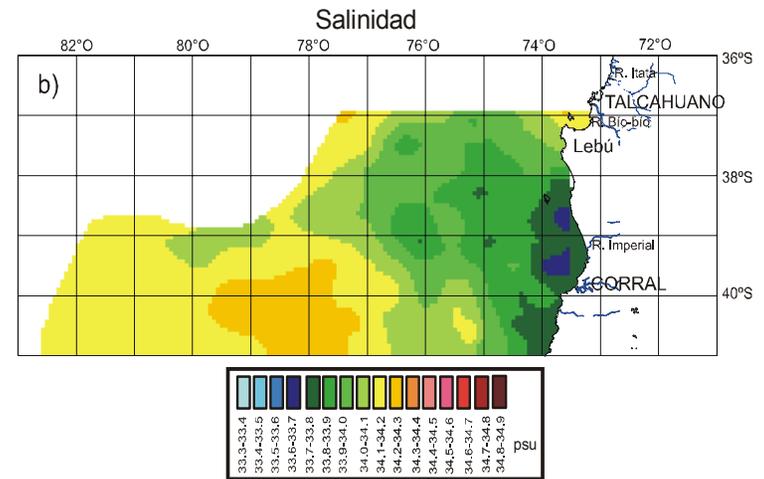
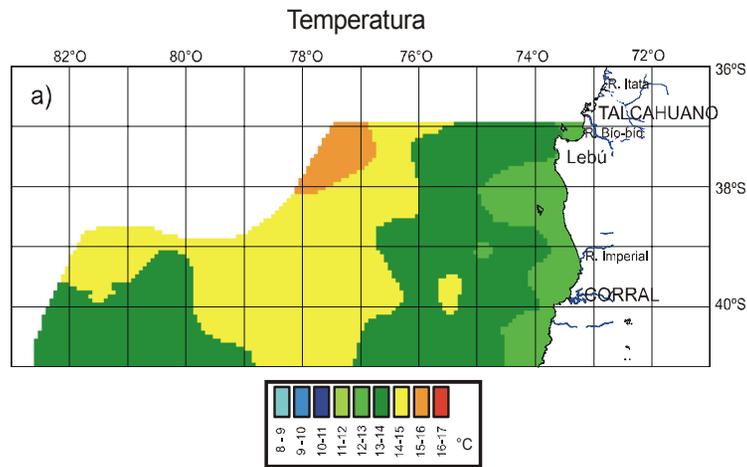


**Figura 52.** Diagramas TS para los sectores: (a) centro costa, (b) centro intermedio, (c) centro océano, (d) sur costa, (e) sur intermedio y (f) sur océano.

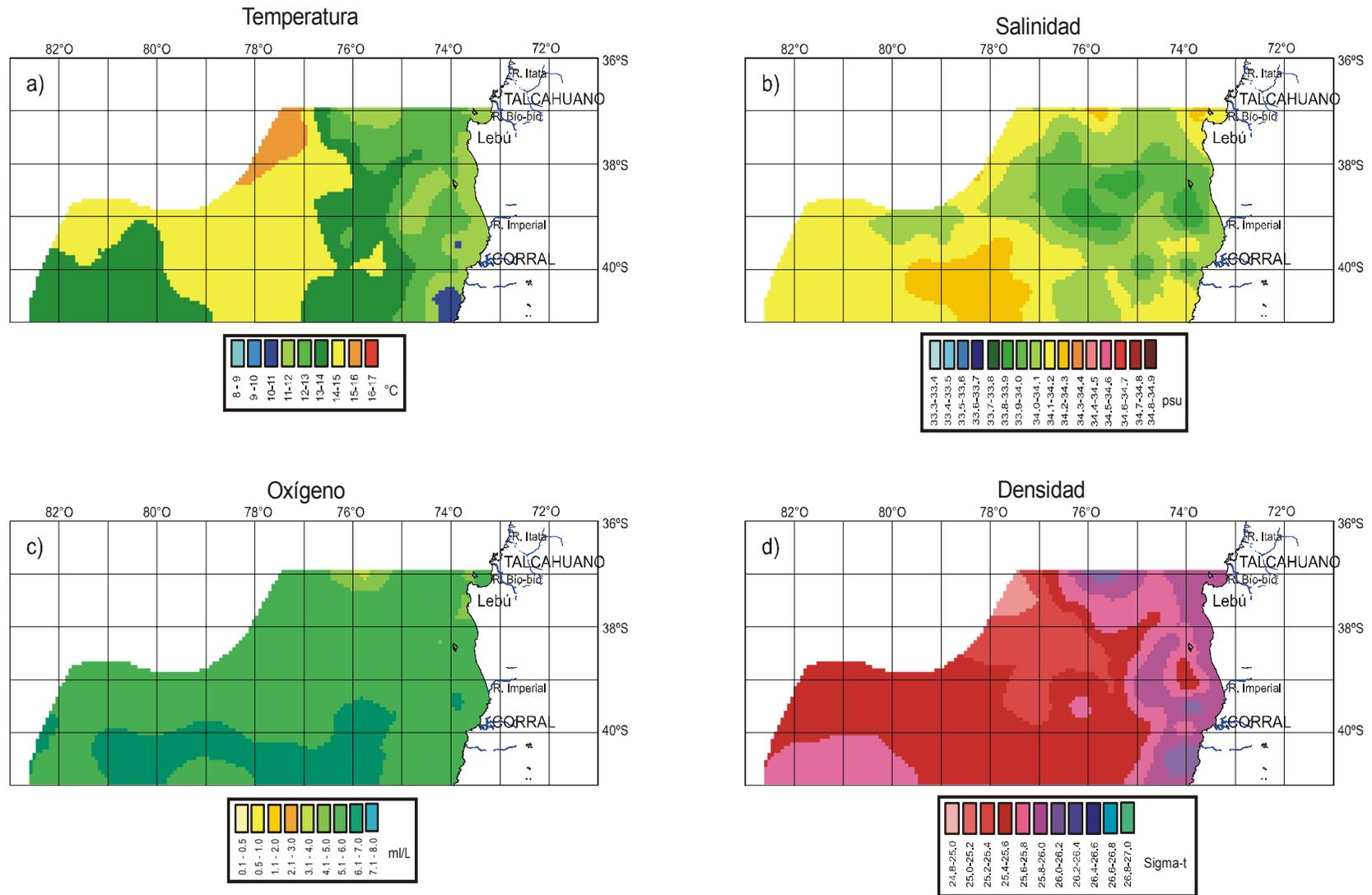




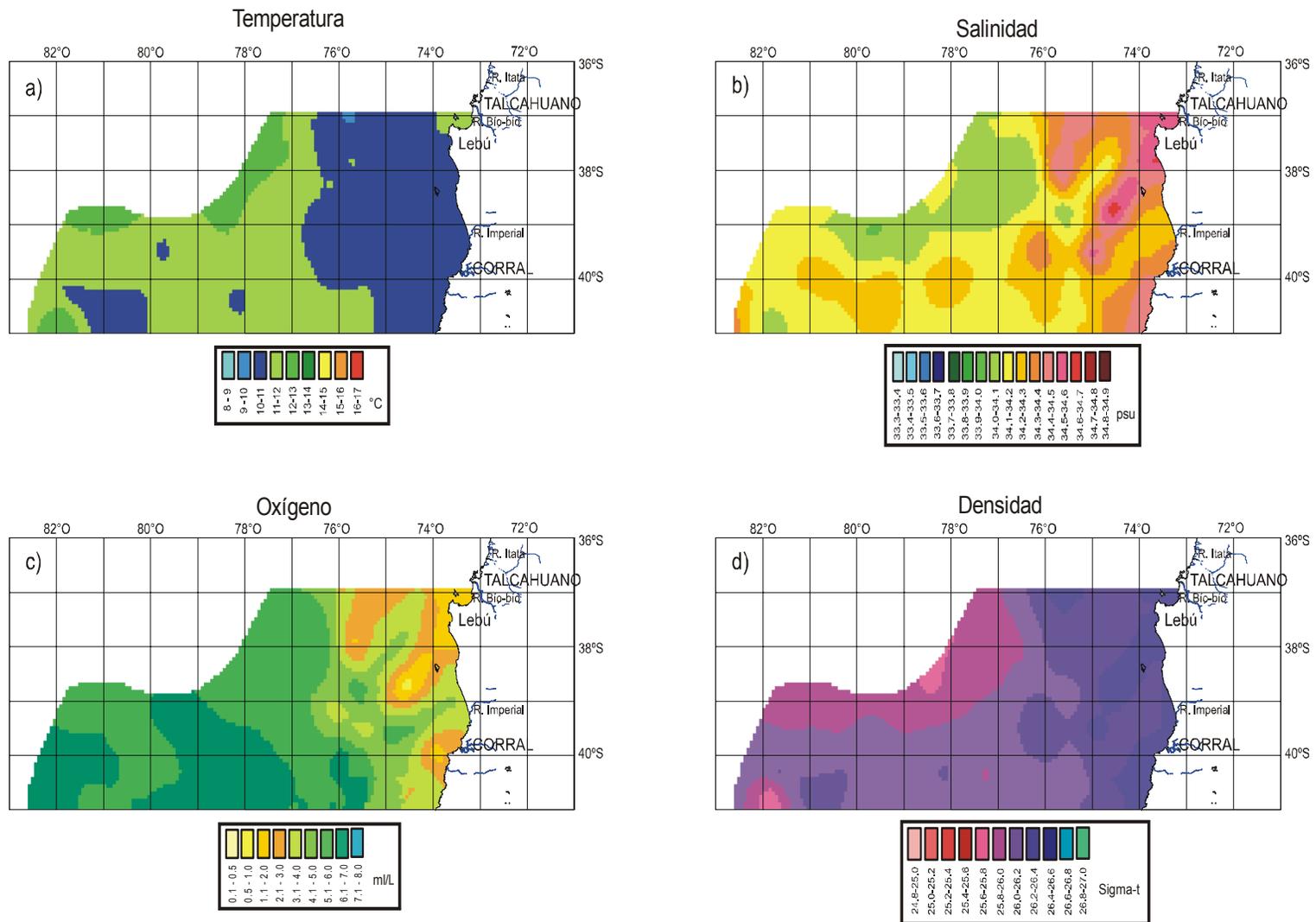
**Figura 53.** Distribución espacial de la biomasa de jurel ( $t/mn^2$ ), por estrato de profundidad.



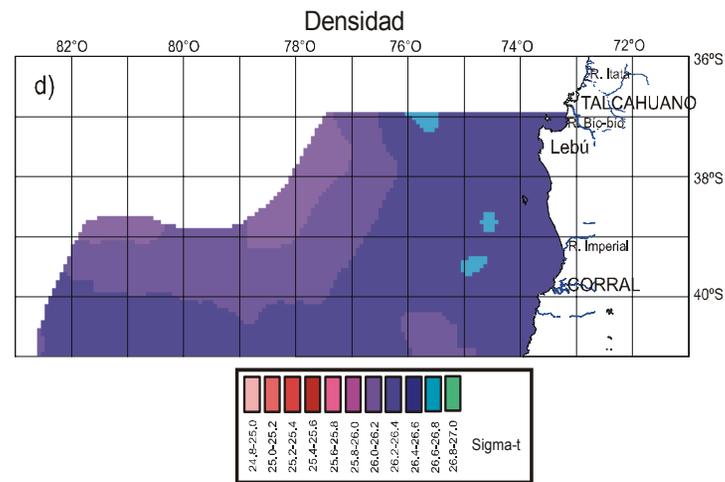
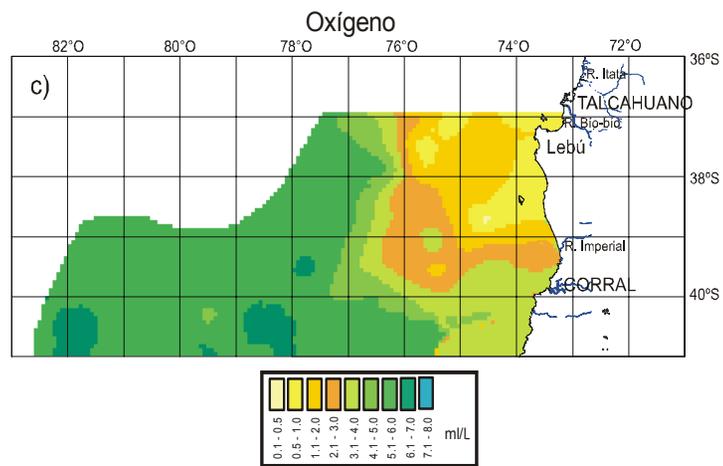
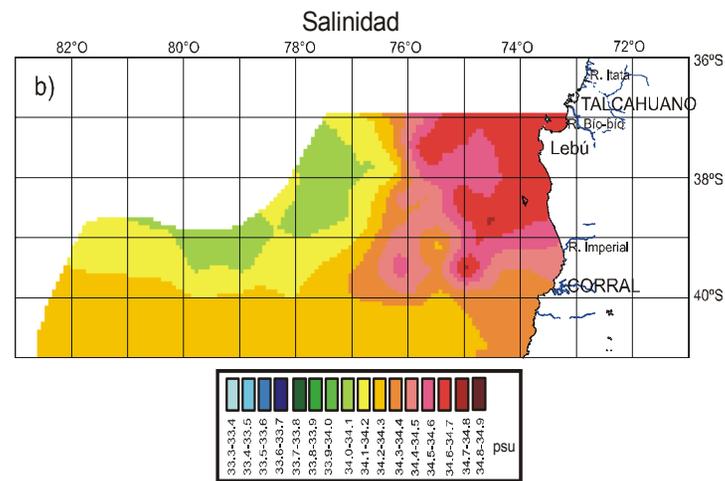
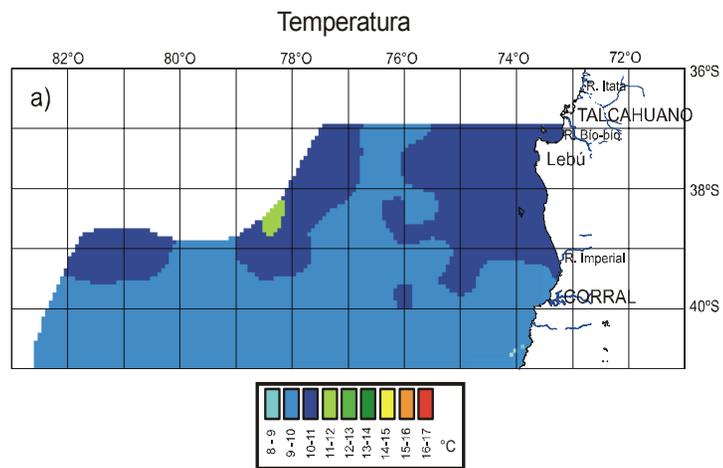
**Figura 54.** Distribución espacial de las variables oceanográficas superficiales: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).



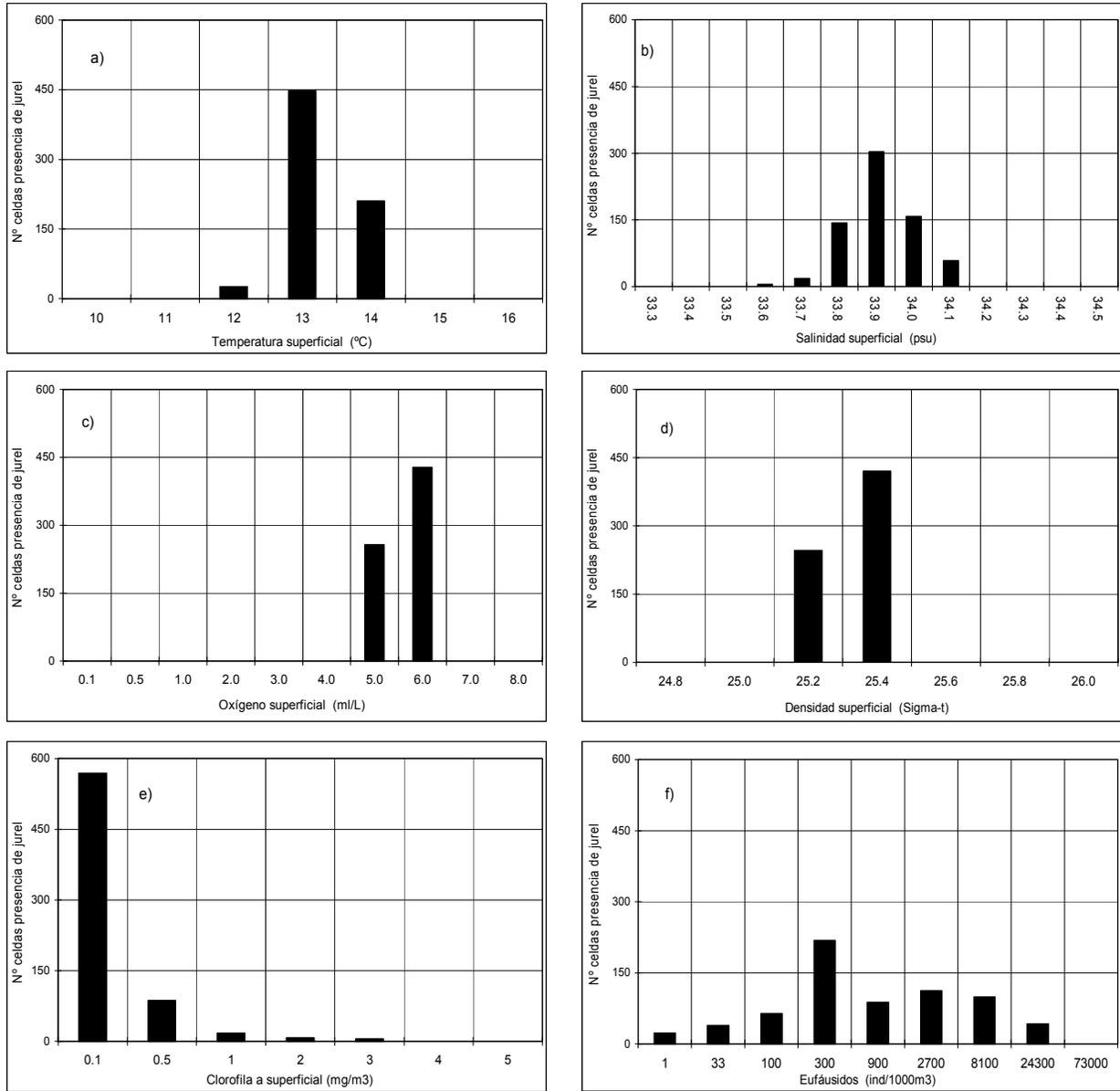
**Figura 55.** Distribución espacial de las variables oceanográficas a 50 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).



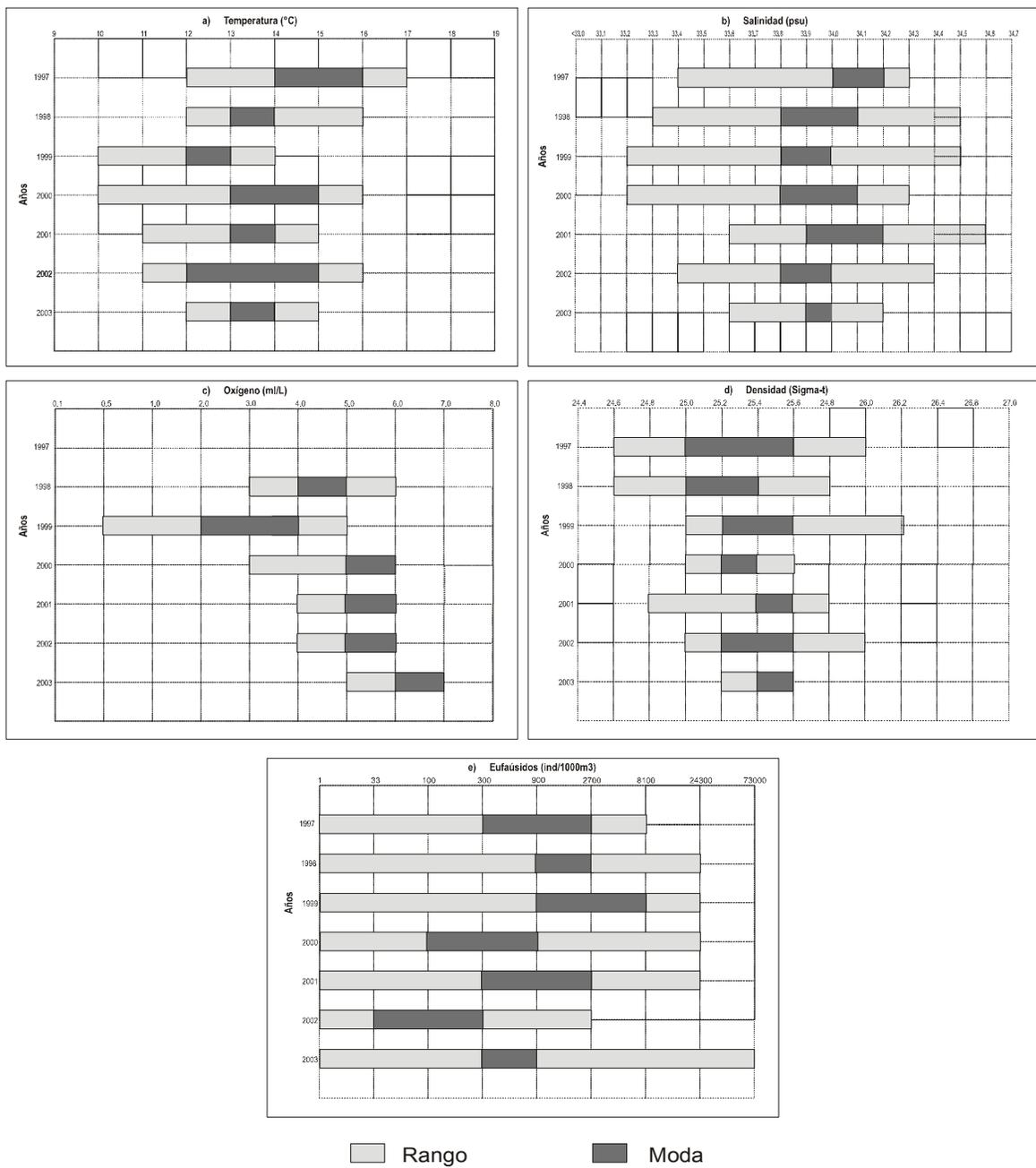
**Figura 56.** Distribución espacial de las variables oceanográficas a 100 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).



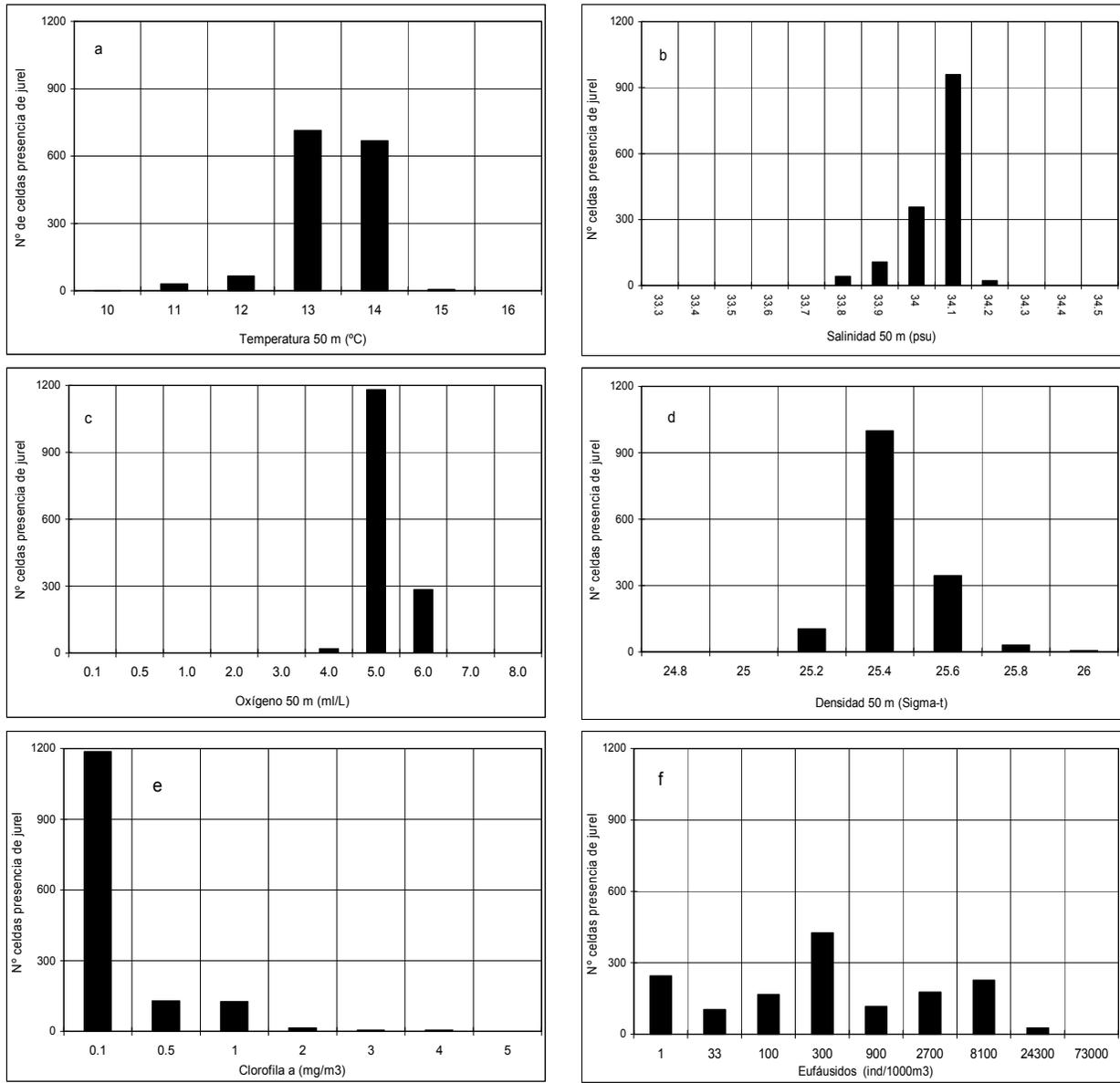
**Figura 57.** Distribución espacial de las variables oceanográficas a 150 m: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) oxígeno (ml/L) y d) densidad (Sigma-t).



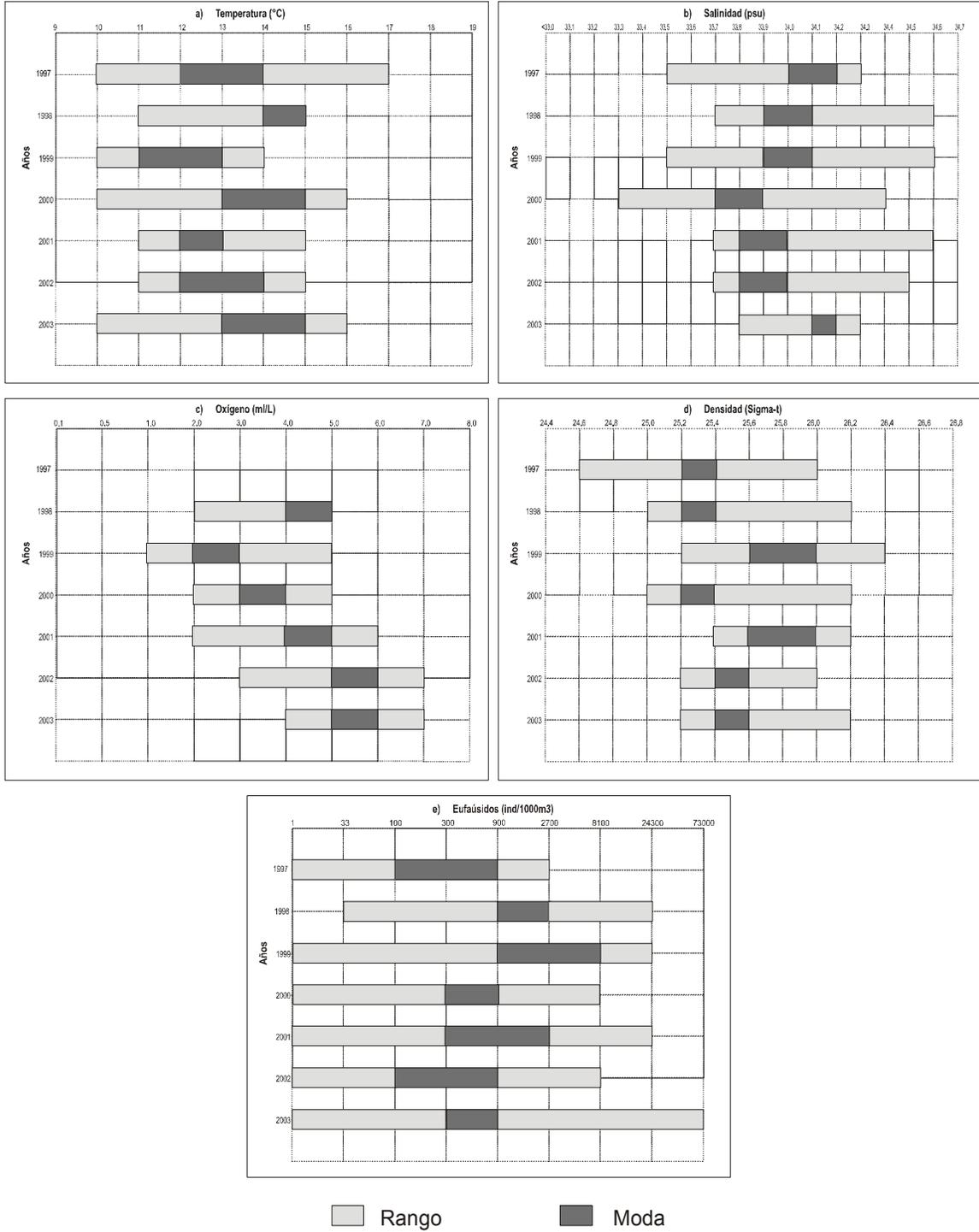
**Figura 58.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Crucero 2003, estrato superficial.



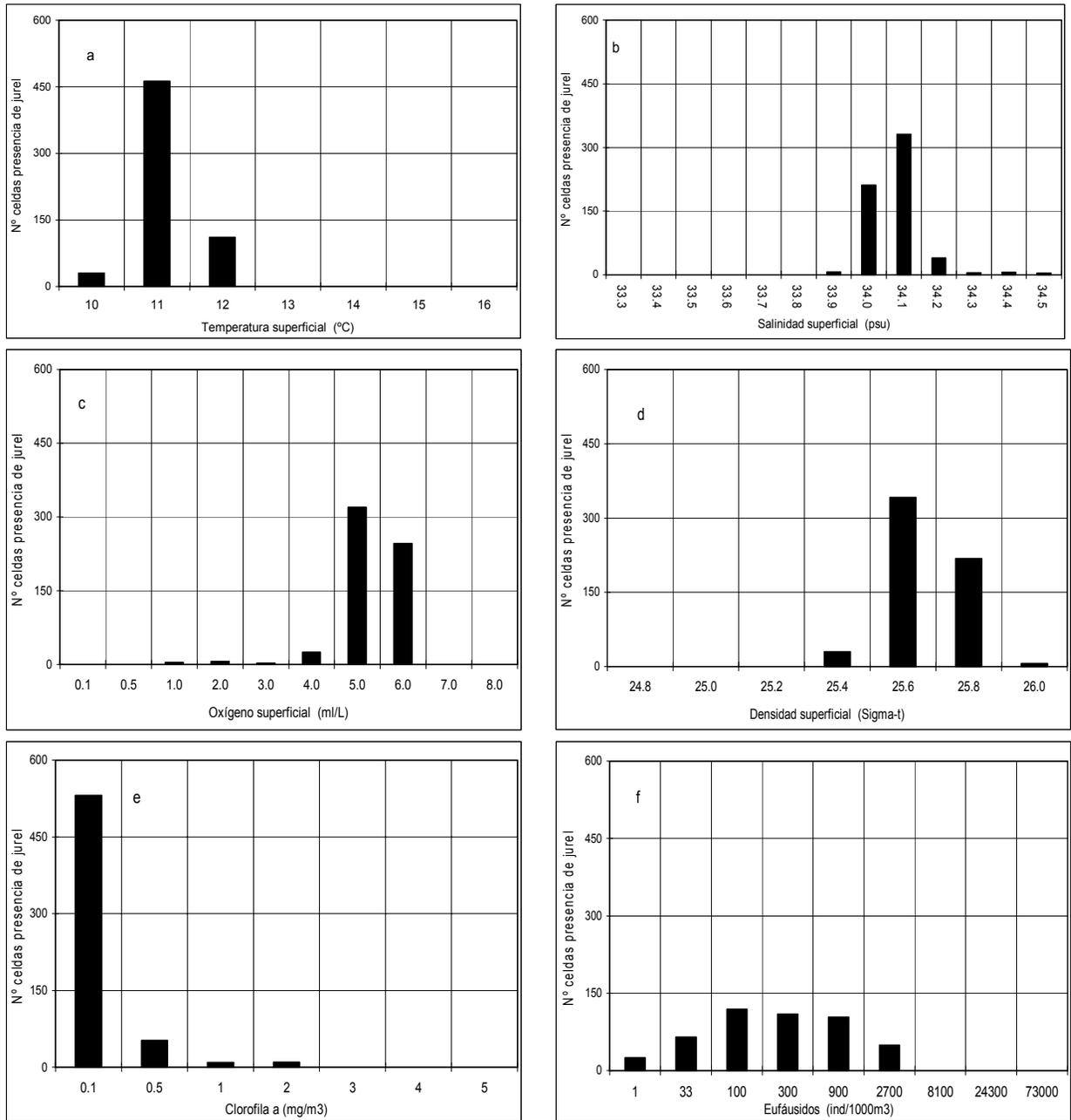
**Figura 59.** Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2003, estrato superficial.



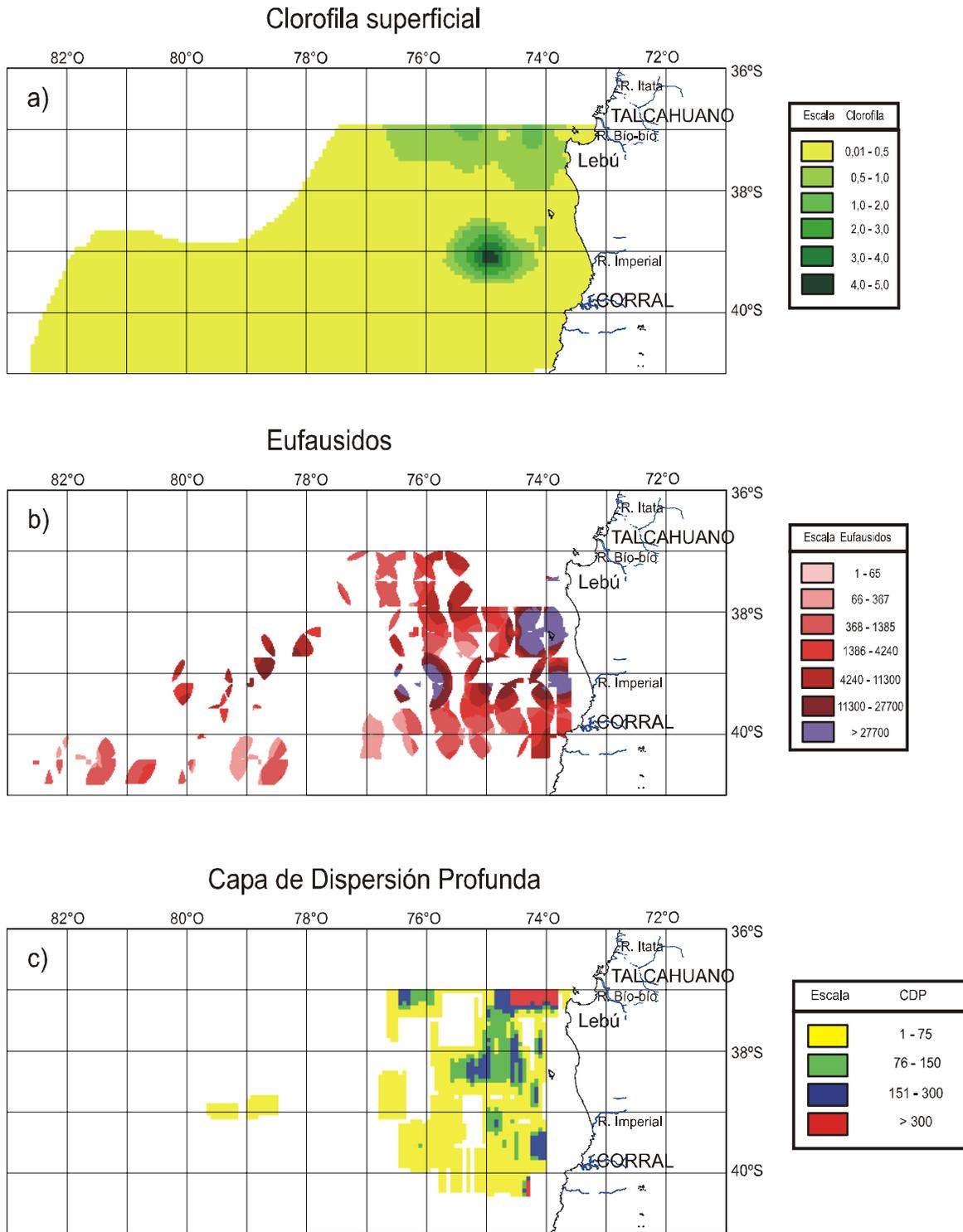
**Figura 60.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Crucero 2003, estrato de 50 m. de profundidad.



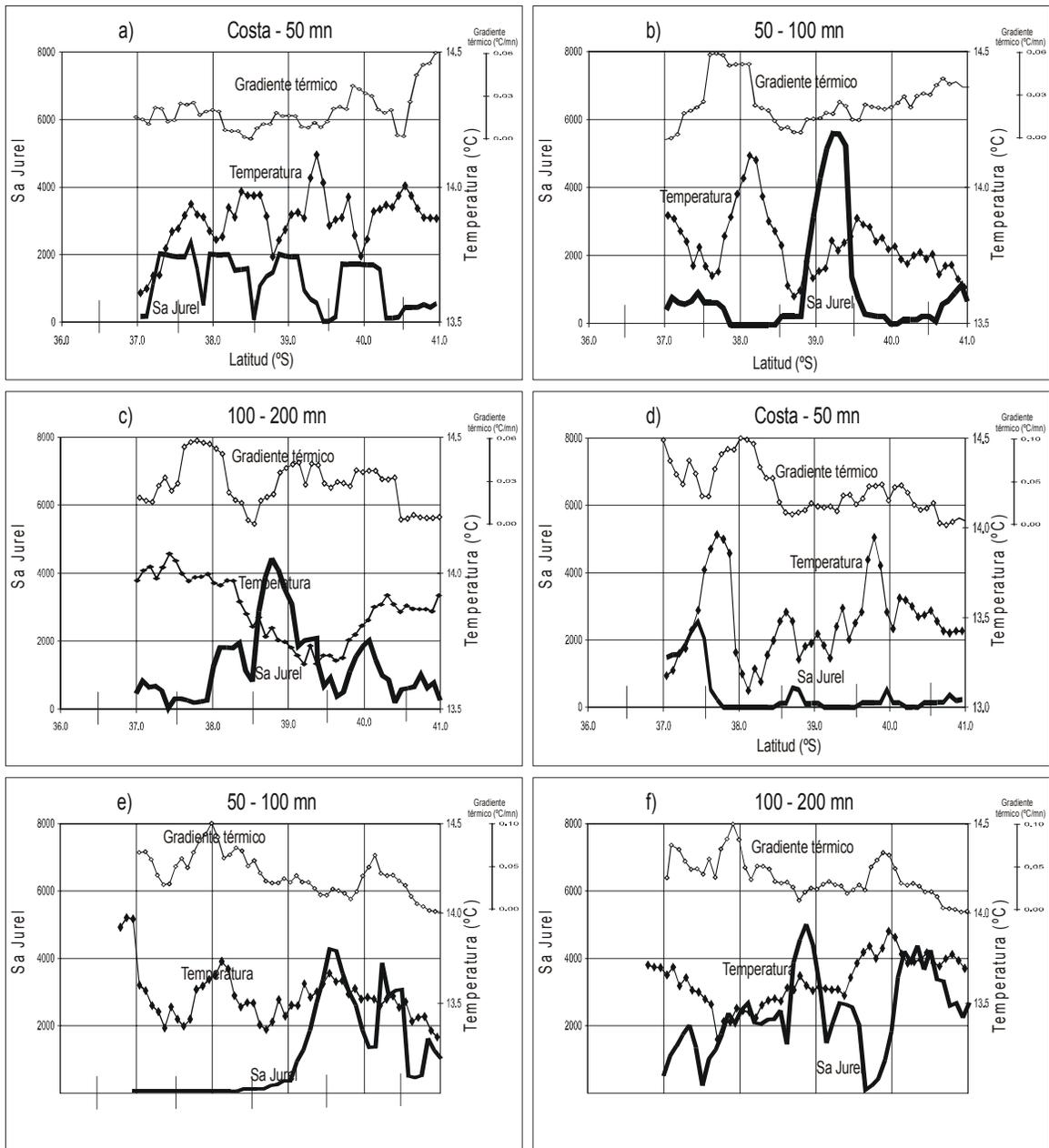
**Figura 61.** Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2003, estrato 50 metros de profundidad.



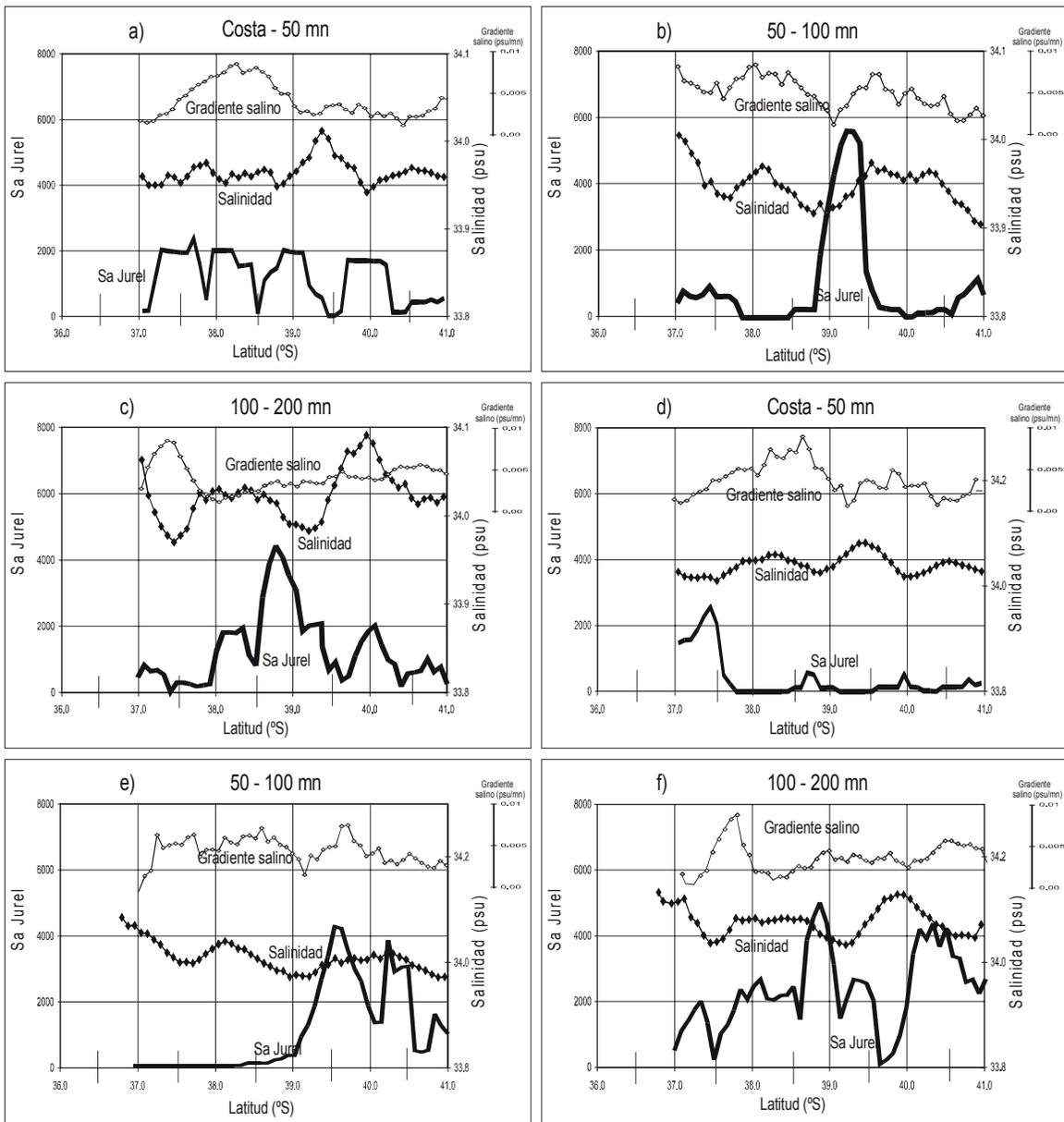
**Figura 62.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Crucero 2003, estrato de 100 m. de profundidad.



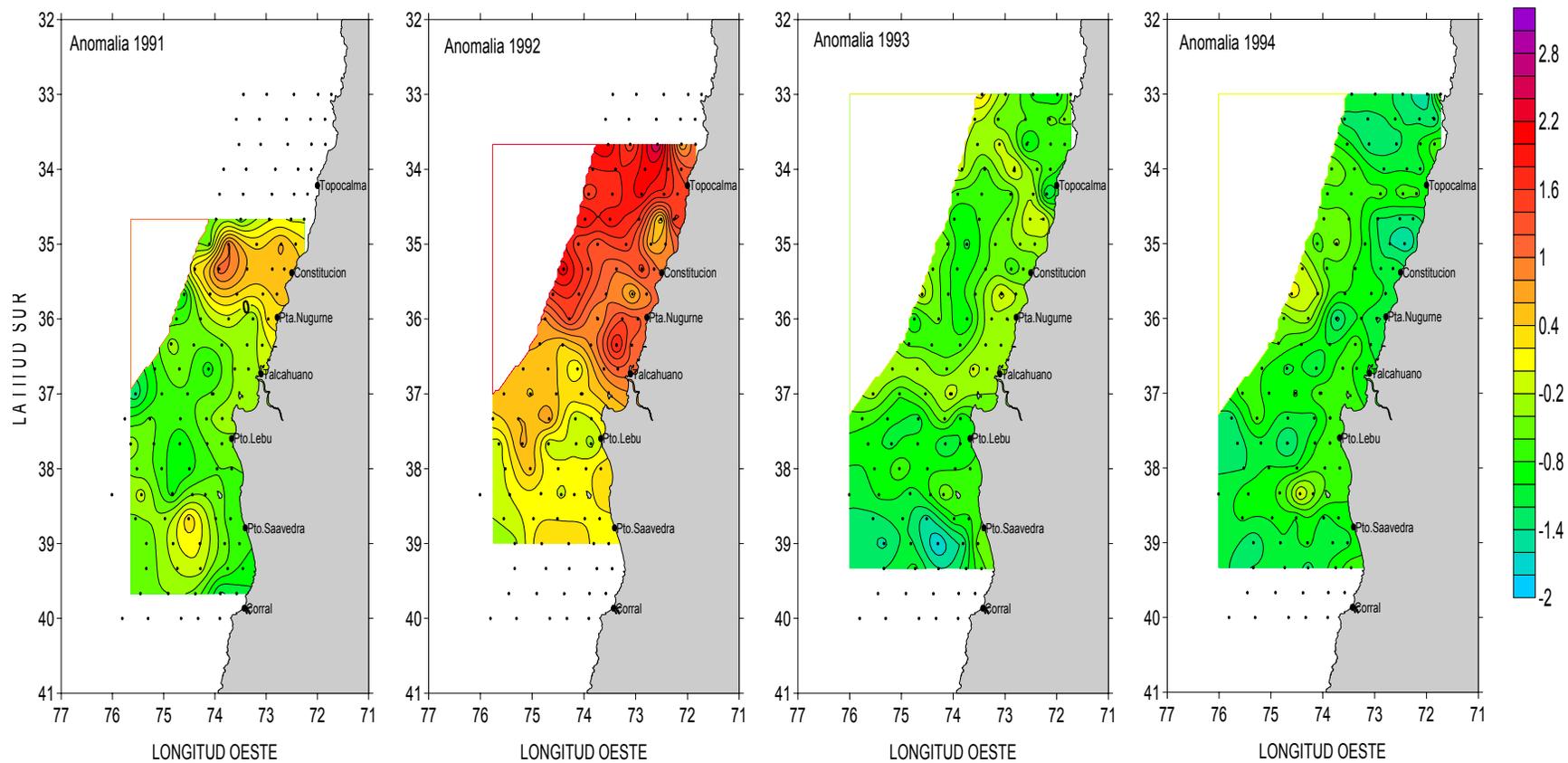
**Figura 63.** Distribución espacial de; a) clorofila superficial, b) eufáusidos y c) capa de dispersión profunda.



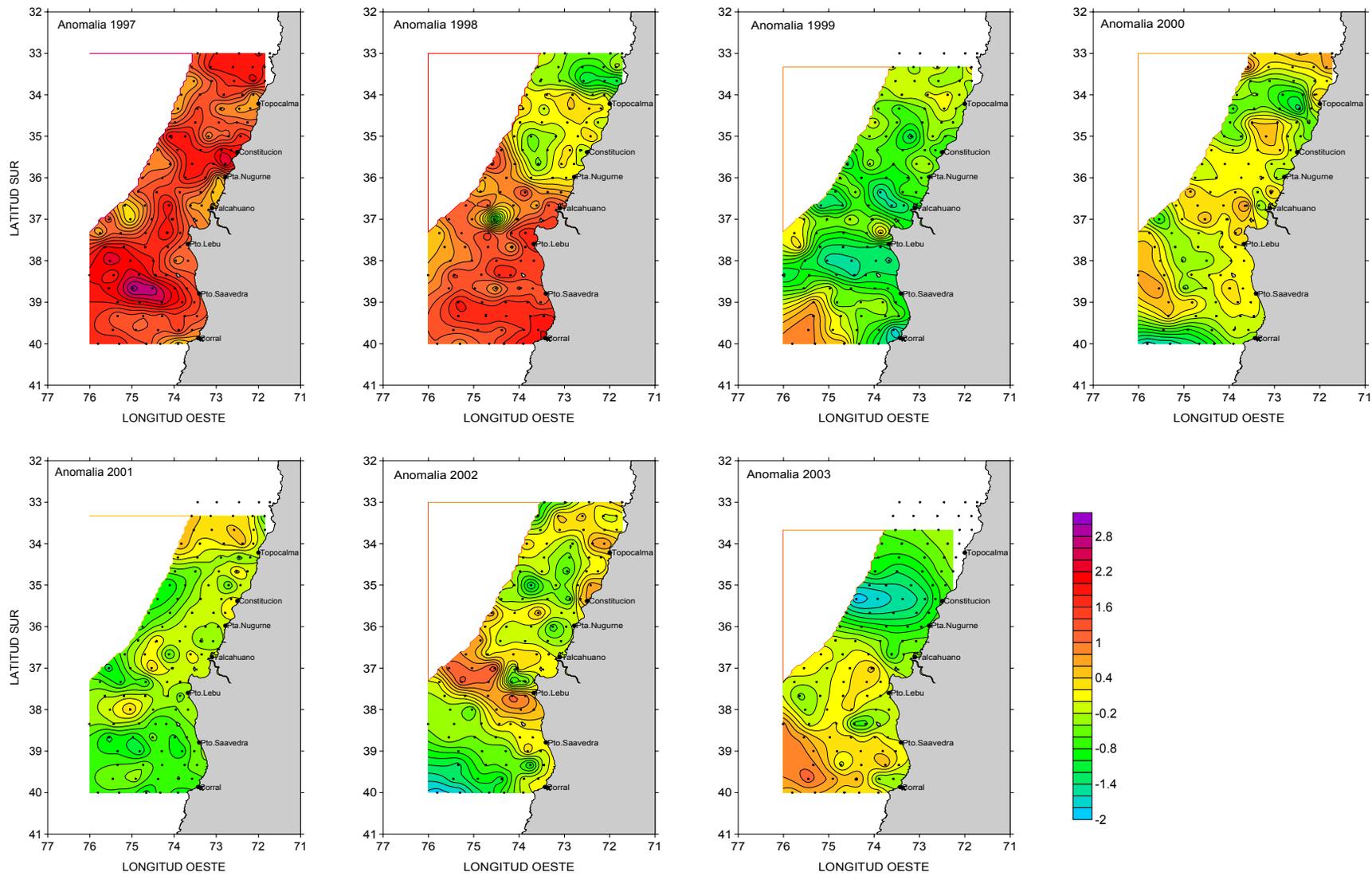
**Figura 64.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) costa-50 mn, b) 50-100 mn y c) 100-200 mn y en la capa 50 m.: d) costa-50 mn, e) 50-100 mn y f) 100-200 mn.



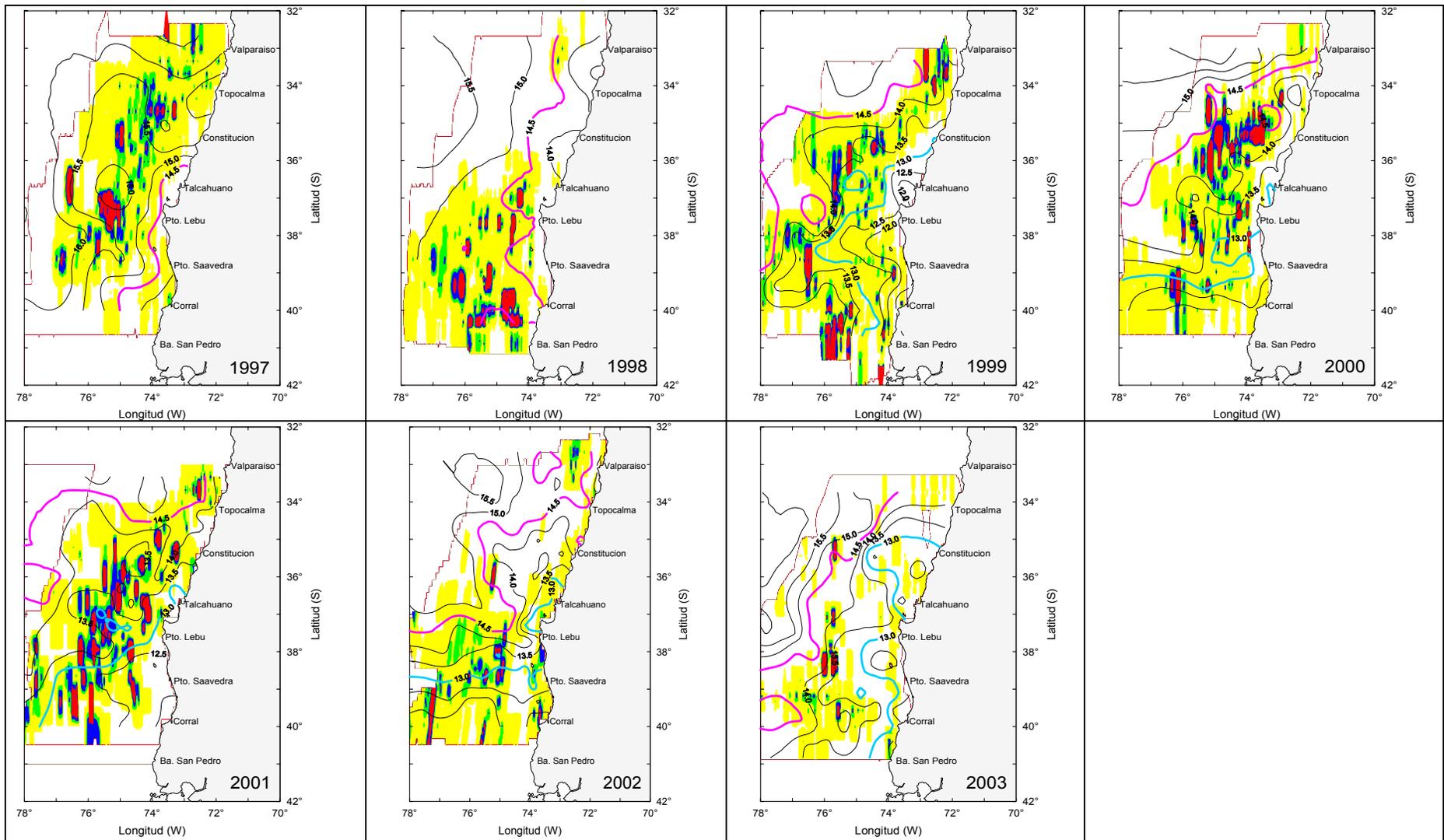
**Figura 65.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la salinidad y el gradiente salino en la capa superficial: a) costa-50 mn, b) 50-100 mn y c) 100–200 mn y en la capa 50 m.: d) costa-50 mn, e) 50-100 mn y f) 100–200 mn.



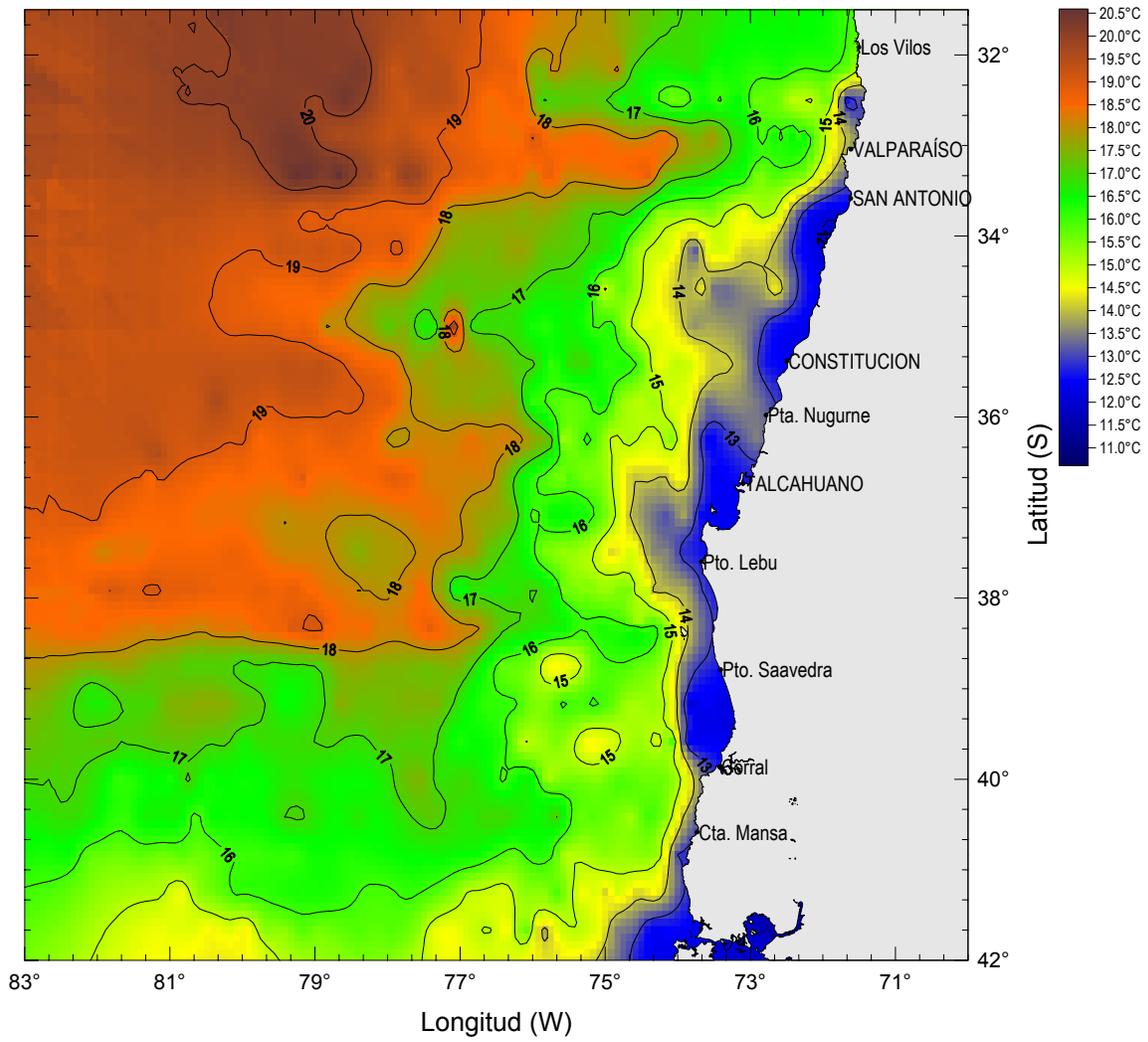
**Figura 66.** Anomalías térmicas superficial en la zona de estudio. Período 1991 a 1994.



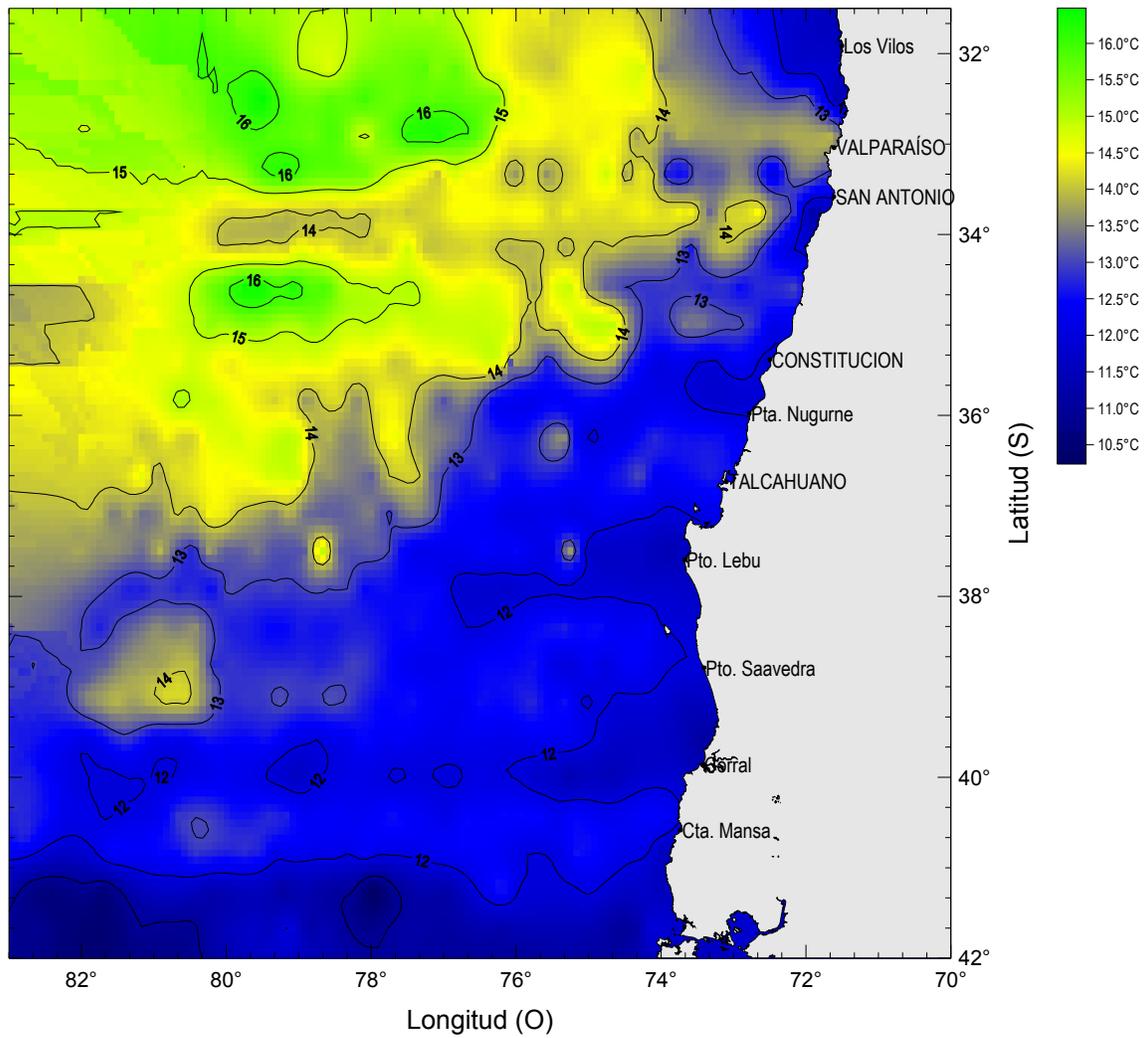
**Figura 67.** Anomalías térmicas superficial en la zona de estudio. Período 1997 a 2003.



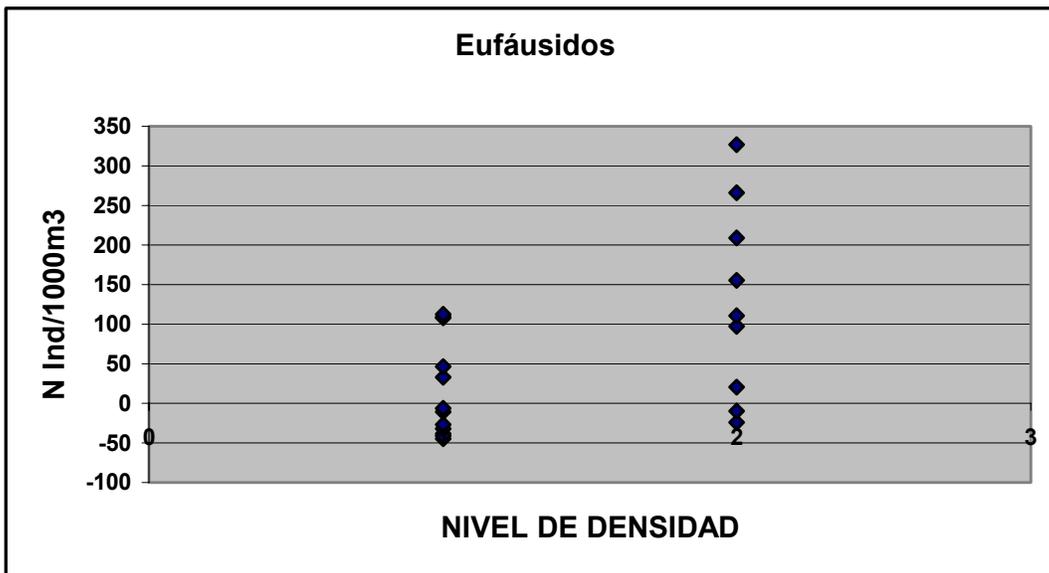
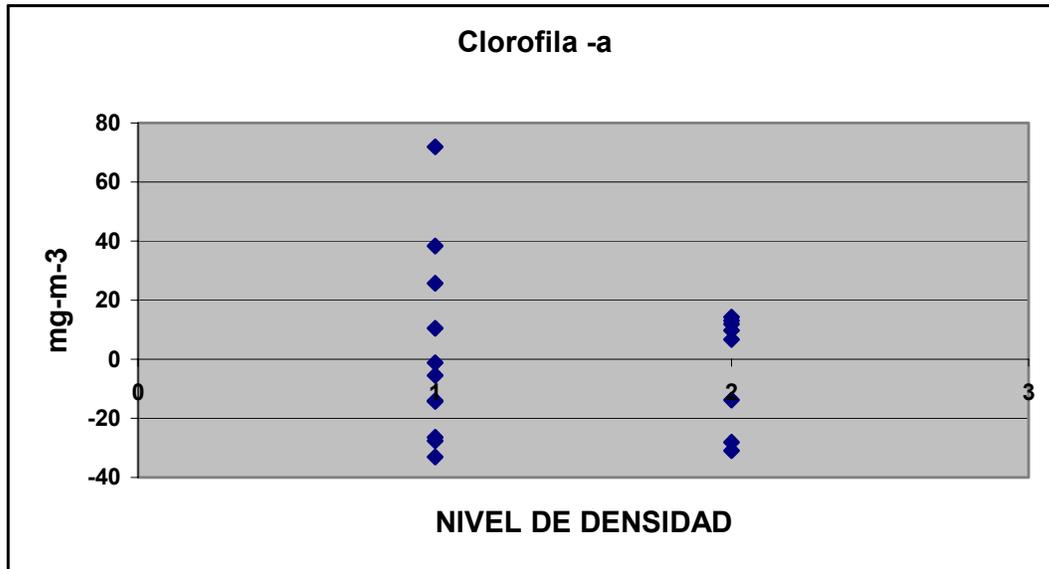
**Figura 68.** Distribución espacial de la abundancia de jurel y temperatura superficial. Años 1997 -2003.



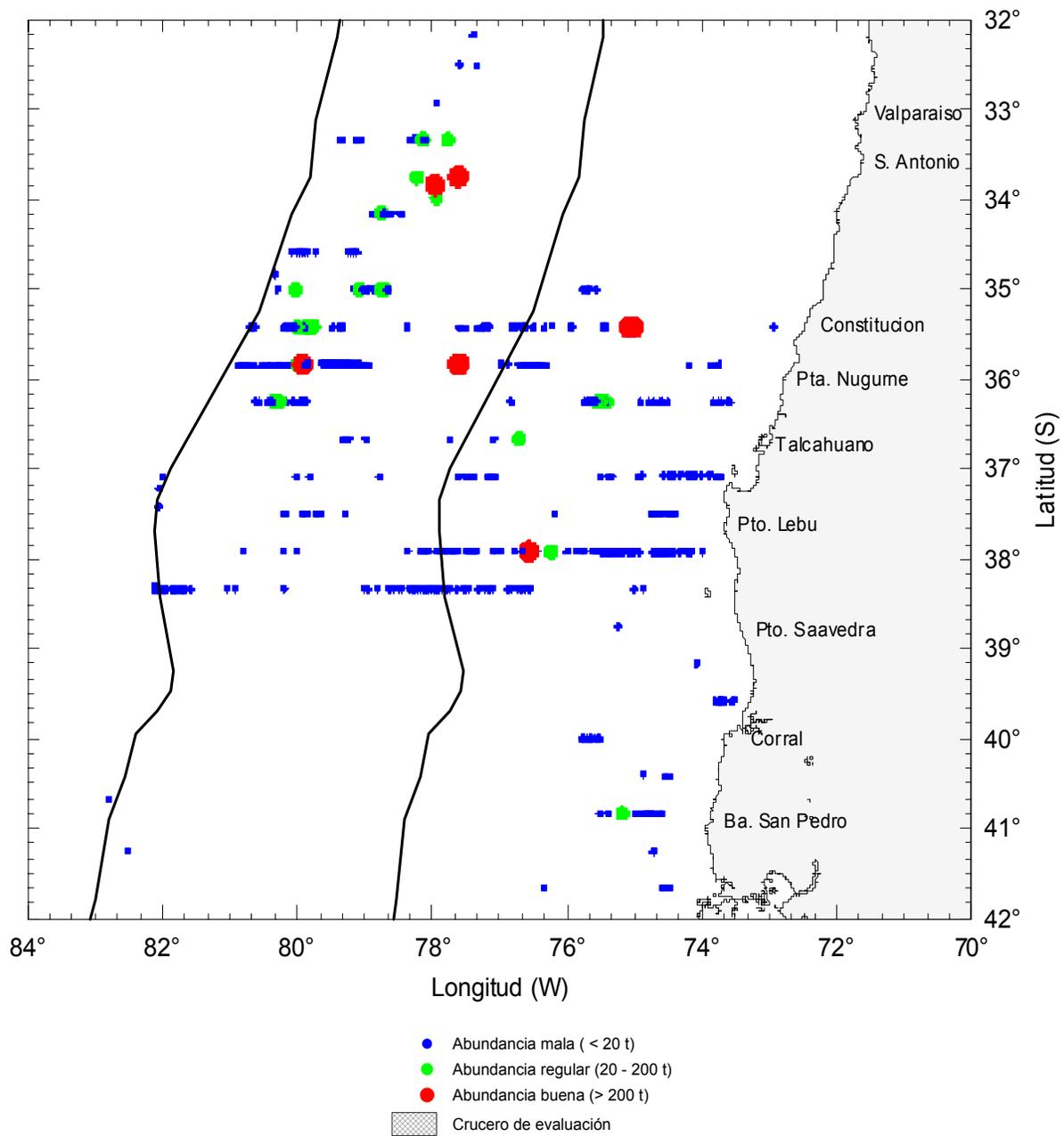
**Figura 69.** Distribución de temperatura superficial del mar (TSM) Ecoprosección de otoño 2003.



**Figura 70.** Distribución de temperatura superficial del mar (TSM) Ecoprospección de invierno 2003.



**Figura 71.** Valores estandarizados por la media de Clorofila-a y abundancia de eufáusidos, en zonas de alta (2) y baja (1) densidad de jurel.



**Figura 72.** Distribución de abundancia de jurel Pesca Investigación invierno 2003.

# **A N E X O S**

---

# **A N E X O I**

---

**Posición y fecha de transectas  
acústicas y estaciones  
bioceanográficas.**

---



## POSICI3N Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

| Transecta | Embarcaci3n        | Latitud (LS) | Fechas   |            |            |            |
|-----------|--------------------|--------------|----------|------------|------------|------------|
|           |                    |              | 5-100 mn | 100-200 mn | 200-300 mn | 300-400 mn |
| 1         | Don Julio          | 33° 45'      | 10/06/03 | 11/06/03   |            |            |
| 2         | Don Julio          | 34° 35'      | 13/06/03 | 12/06/03   |            |            |
| 3         | Don Julio          | 35° 25'      | 09/06/03 | 08/06/03   |            |            |
| 4         | Don Julio          | 35° 50'      | 06/06/03 | 07/06/03   |            |            |
| 5         | Don Julio          | 36° 10'      | 05/06/03 | 04/06/03   |            |            |
| 6         | Don Julio          | 36° 40'      | 02/06/03 | 03/06/03   |            |            |
| 7         | Abate Molina       | 37° 05'      | 01/06/03 | 02/06/03   |            |            |
| 8         | Abate Molina       | 37° 30'      | 04/06/03 | 03/06/03   |            |            |
| 9         | Abate Molina       | 37° 55'      | 05/06/03 | 06/06/03   |            |            |
| 10        | Abate Molina       | 38° 20'      | 08/06/03 | 07/06/03   |            |            |
| 11        | Abate Molina       | 38° 45'      | 09/06/03 | 10/06/03   | 17/06/03   | 18/06/03   |
| 12        | Abate Molina       | 39° 10'      | 12/06/03 | 11/06/03   | 13/06/03   | 14/06/03   |
| 13        | L3der/Abate Molina | 39° 35'      | 01/06/03 | 02/06/03   | 16/06/03   | 15/06/03   |
| 14        | L3der              | 40° 00'      | 04/06/03 | 03/06/03   | 12/06/03   | 10/06/03   |
| 15        | L3der              | 40° 25'      | 05/06/03 | 06/06/03   | 11/06/03   | 09/06/03   |
| 16        | L3der              | 40° 55'      |          |            | 07/06/03   | 08/06/03   |

Transecta 13, Abate Molina cubri3 200 a 400 mn.



## POSICIÓN Y FECHA DE ESTACIONES BIO-OCEANOGRÁFICAS

| Estación | Fecha    | Latitud (LS) | Longitud (W) |
|----------|----------|--------------|--------------|
| 1        | 10/06/03 | 33° 45'      | 72° 44'      |
| 2        | 10/06/03 | 33° 45'      | 73° 14'      |
| 3        | 10/06/03 | 33° 45'      | 73° 44'      |
| 4        | 11/06/03 | 33° 45'      | 74° 22'      |
| 5        | 11/06/03 | 33° 45'      | 74° 56'      |
| 6        | 11/06/03 | 33° 45'      | 75° 42'      |
| 7        | 13/06/03 | 34° 35'      | 72° 14'      |
| 8        | 13/06/03 | 34° 35'      | 72° 33'      |
| 9        | 12/06/03 | 34° 35'      | 73° 03'      |
| 10       | 12/06/03 | 34° 35'      | 73° 33'      |
| 11       | 12/06/03 | 34° 35'      | 74° 06'      |
| 12       | 12/06/03 | 34° 35'      | 74° 42'      |
| 13       | 12/06/03 | 34° 35'      | 75° 16'      |
| 14       | 11/06/03 | 34° 35'      | 76° 05'      |
| 15       | 09/06/03 | 35° 25'      | 72° 41'      |
| 16       | 09/06/03 | 35° 25'      | 73° 00'      |
| 17       | 09/06/03 | 35° 25'      | 73° 30'      |
| 18       | 08/06/03 | 35° 25'      | 74° 01'      |
| 19       | 08/06/03 | 35° 25'      | 74° 32'      |
| 20       | 08/06/03 | 35° 25'      | 75° 08'      |
| 21       | 08/06/03 | 35° 25'      | 75° 45'      |
| 22       | 07/06/03 | 35° 25'      | 76° 35'      |
| 23       | 05/06/03 | 35° 50'      | 72° 50'      |
| 24       | 06/06/03 | 35° 50'      | 73° 08'      |
| 25       | 07/06/03 | 35° 50'      | 75° 15'      |
| 26       | 07/06/03 | 35° 50'      | 75° 52'      |
| 27       | 07/06/03 | 35° 50'      | 76° 43'      |
| 28       | 05/06/03 | 36° 14'      | 73° 00'      |
| 29       | 05/06/03 | 36° 14'      | 73° 21'      |
| 30       | 05/06/03 | 36° 15'      | 73° 52'      |
| 31       | 05/06/03 | 36° 15'      | 74° 21'      |
| 32       | 04/06/03 | 36° 15'      | 74° 52'      |
| 33       | 02/06/03 | 36° 40'      | 73° 20'      |
| 34       | 02/06/03 | 36° 40'      | 73° 39'      |
| 35       | 02/06/03 | 36° 40'      | 74° 10'      |
| 36       | 02/06/03 | 36° 40'      | 74° 41'      |
| 37       | 03/06/03 | 36° 40'      | 75° 13'      |
| 38       | 03/06/03 | 36° 40'      | 75° 50'      |
| 39       | 03/06/03 | 36° 40'      | 76° 27'      |
| 40       | 03/06/03 | 36° 40'      | 77° 18'      |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

| Estaci3n | Fecha    | Latitud (LS) | Longitud (W) |
|----------|----------|--------------|--------------|
| 41       | 02/06/03 | 37° 05'      | 76° 56'      |
| 42       | 02/06/03 | 37° 05'      | 76° 19'      |
| 43       | 02/06/03 | 37° 05'      | 77° 47'      |
| 44       | 01/06/03 | 37° 05'      | 73° 48'      |
| 45       | 01/06/03 | 37° 05'      | 74° 07'      |
| 46       | 01/06/03 | 37° 05'      | 74° 38'      |
| 47       | 01/06/03 | 37° 05'      | 75° 09'      |
| 48       | 02/06/03 | 37° 05'      | 75° 41'      |
| 49       | 03/06/03 | 37° 30'      | 75° 42'      |
| 50       | 03/06/03 | 37° 30'      | 76° 21'      |
| 51       | 03/06/03 | 37° 30'      | 76° 59'      |
| 52       | 03/06/03 | 37° 30'      | 77° 48'      |
| 53       | 05/06/03 | 37° 55'      | 73° 44'      |
| 54       | 05/06/03 | 37° 55'      | 74° 03'      |
| 55       | 05/06/03 | 37° 55'      | 74° 35'      |
| 56       | 05/06/03 | 37° 55'      | 75° 07'      |
| 57       | 05/06/03 | 37° 55'      | 75° 38'      |
| 58       | 06/06/03 | 37° 55'      | 76° 16'      |
| 59       | 06/06/03 | 37° 55'      | 76° 54'      |
| 60       | 07/06/03 | 37° 55'      | 77° 44'      |
| 61       | 08/06/03 | 38° 20'      | 74° 11'      |
| 62       | 08/06/03 | 38° 20'      | 74° 31'      |
| 63       | 08/06/03 | 38° 20'      | 75° 02'      |
| 64       | 08/06/03 | 38° 20'      | 75° 34'      |
| 65       | 08/06/03 | 38° 20'      | 76° 06'      |
| 66       | 07/06/03 | 38° 20'      | 78° 14'      |
| 67       | 09/06/03 | 38° 45'      | 73° 39'      |
| 68       | 09/06/03 | 38° 45'      | 73° 57'      |
| 69       | 09/06/03 | 38° 45'      | 74° 30'      |
| 70       | 10/06/03 | 38° 45'      | 75° 34'      |
| 71       | 10/06/03 | 38° 45'      | 76° 12'      |
| 72       | 10/06/03 | 38° 45'      | 76° 52'      |
| 73       | 17/06/03 | 38° 45'      | 77° 43'      |
| 74       | 17/06/03 | 38° 45'      | 78° 21'      |
| 75       | 17/06/03 | 38° 45'      | 78° 59'      |
| 76       | 18/06/03 | 38° 45'      | 80° 29'      |
| 77       | 18/06/03 | 38° 45'      | 81° 42'      |
| 78       | 11/06/03 | 39° 10'      | 73° 47'      |
| 79       | 12/06/03 | 39° 10'      | 74° 52'      |
| 80       | 12/06/03 | 39° 10'      | 75° 24'      |
| 81       | 12/06/03 | 39° 10'      | 76° 03'      |
| 82       | 14/06/03 | 39° 10'      | 78° 50'      |
| 83       | 14/06/03 | 39° 10'      | 79° 42'      |
| 84       | 14/06/03 | 39° 10'      | 80° 21'      |



| <b>Estaci3n</b> | <b>Fecha</b> | <b>Latitud (LS)</b> | <b>Longitud (W)</b> |
|-----------------|--------------|---------------------|---------------------|
| 85              | 01/06/03     | 39° 35'             | 73° 33'             |
| 86              | 01/06/03     | 39° 35'             | 73° 49'             |
| 87              | 01/06/03     | 39° 35'             | 74° 22'             |
| 88              | 01/06/03     | 39° 35'             | 74° 56'             |
| 89              | 01/06/03     | 39° 36'             | 75° 26'             |
| 90              | 02/06/03     | 39° 35'             | 76° 06'             |
| 91              | 02/06/03     | 39° 35'             | 76° 43'             |
| 92              | 02/06/03     | 39° 36'             | 77° 37'             |
| 93              | 16/06/03     | 39° 35'             | 78° 55'             |
| 94              | 16/06/03     | 39° 35'             | 79° 46'             |
| 95              | 04/06/03     | 40° 01'             | 73° 65'             |
| 96              | 04/06/03     | 40° 00'             | 74° 15'             |
| 97              | 04/06/03     | 40° 00'             | 74° 48'             |
| 98              | 04/06/03     | 40° 01'             | 75° 21'             |
| 99              | 03/06/03     | 40° 01'             | 75° 53'             |
| 100             | 03/06/03     | 40° 00'             | 76° 33'             |
| 101             | 03/06/03     | 40° 00'             | 77° 12'             |
| 102             | 02/06/03     | 40° 00'             | 78° 03'             |
| 103             | 11/06/03     | 40° 01'             | 78° 43'             |
| 104             | 12/06/03     | 40° 01'             | 79° 21'             |
| 105             | 10/06/03     | 40° 01'             | 80° 16'             |
| 106             | 10/06/03     | 40° 00'             | 80° 53'             |
| 107             | 10/06/03     | 40° 01'             | 81° 32'             |
| 108             | 10/06/03     | 40° 01'             | 82° 25'             |
| 109             | 05/06/03     | 40° 25'             | 73° 59'             |
| 110             | 05/06/03     | 40° 25'             | 75° 22'             |
| 111             | 06/06/03     | 40° 25'             | 75° 55'             |
| 112             | 06/06/03     | 40° 25'             | 76° 35'             |
| 113             | 06/06/03     | 40° 25'             | 77° 14'             |
| 114             | 06/06/03     | 40° 25'             | 78° 07'             |
| 115             | 11/06/03     | 40° 25'             | 78° 47'             |
| 116             | 11/06/03     | 40° 25'             | 79° 27'             |
| 117             | 09/06/03     | 40° 25'             | 80° 19'             |
| 118             | 09/06/03     | 40° 25'             | 80° 58'             |
| 119             | 09/06/03     | 40° 27'             | 81° 38'             |
| 120             | 09/06/03     | 40° 26'             | 82° 31'             |
| 121             | 07/06/03     | 40° 48'             | 78° 16'             |
| 122             | 07/06/03     | 40° 51'             | 78° 56'             |
| 123             | 07/06/03     | 40° 50'             | 79° 36'             |
| 124             | 07/06/03     | 40° 50'             | 80° 28'             |
| 125             | 08/06/03     | 40° 50'             | 81° 08'             |
| 126             | 08/06/03     | 40° 50'             | 81° 48'             |
| 127             | 09/06/03     | 40° 50'             | 82° 41'             |

# **A N E X O   I I**

---

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

---



## PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

- POR OBJETIVO GENERAL**

| Participantes      | Preparación | Crucero      | Proceso      | Análisis     | Informe    | Total        |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| José Córdova       | 47          | 142          | 209          | 208          | 144        | 750          |
| M. A. Barbieri     |             |              | 56           | 50           | 22         | 128          |
| Sergio Lillo       |             | 95           | 32           | 16           | 16         | 159          |
| Marcos Espejo      | 47          |              | 114          | 32           | 8          | 201          |
| Hernán Miranda     |             |              | 24           | 40           |            | 64           |
| Mauricio Braun     |             |              |              | 36           | 8          | 44           |
| Vivian Valenzuela  | 16          |              | 383          | 146          | 32         | 577          |
| Víctor Bocic       |             |              | 116          |              |            | 116          |
| Hernán Reyes       |             |              | 96           | 76           | 40         | 212          |
| Alvaro Saavedra    |             | 142          |              |              |            | 142          |
| Bernardo Leiva     |             | 142          |              |              |            | 142          |
| Víctor Catasti     |             |              | 96           | 96           | 40         | 232          |
| Guillermo Galindo  | 16          | 95           | 476          |              |            | 587          |
| Patricio Gálvez    |             | 142          | 96           | 80           | 16         | 334          |
| Manuel Rojas       | 40          | 142          | 127          | 78           | 28         | 415          |
| Cristían Barraza   |             | 142          |              |              |            | 142          |
| Francois Gerlotto* |             |              | 95           | 95           |            | 190          |
| Pascal Cotel*      | 47          | 95           | 95           |              |            | 237          |
| Víctor Correa      |             | 95           | 184          | 56           | 32         | 367          |
| Carola Hernández   |             | 142          | 237          |              |            | 379          |
| Rodrigo Muñoz      |             | 95           |              |              |            | 95           |
| Carlos Concha      |             | 95           |              |              |            | 95           |
| Esteban Molina     |             | 142          |              |              |            | 142          |
| Gustavo Moraga     |             | 95           |              |              |            | 95           |
| Pedro Miranda      |             | 142          |              |              |            | 142          |
| Sergio Núñez       | 30          |              | 95           | 143          | 95         | 363          |
| José Ortiz         | 30          | 72           | 95           | 95           | 95         | 387          |
| Patricio Torres    |             | 72           | 95           | 95           | 48         | 310          |
| Flor Véjar         |             | 72           | 95           | 95           | 48         | 310          |
| Luis Bustos        |             | 72           |              |              |            | 72           |
| Gonzalo Padilla    |             | 72           |              |              |            | 72           |
| Claudio Pino       |             | 72           |              |              |            | 72           |
| <b>TOTAL HORAS</b> | <b>273</b>  | <b>2.375</b> | <b>2.814</b> | <b>1.437</b> | <b>672</b> | <b>7.571</b> |

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



- **POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**Objetivo específico N°1**

| <b>Participante</b> | <b>Preparación</b> | <b>Crucero</b> | <b>Proceso</b> | <b>Análisis</b> | <b>Informe</b> | <b>Sub Total</b> |
|---------------------|--------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
| José Córdova        | 47                 | 142            | 155            | 98              | 48             | 490              |
| Sergio Lillo        |                    | 95             | 32             | 16              | 16             | 159              |
| Marcos Espejo       | 47                 |                | 114            | 32              | 8              | 201              |
| Alvaro Saavedra     |                    | 142            |                |                 |                | 142              |
| Bernardo Leiva      |                    | 142            |                |                 |                | 142              |
| Guillermo Galindo   |                    | 95             |                |                 |                | 95               |
| Manuel Rojas        | 40                 | 142            | 95             | 62              | 28             | 367              |
| Patricio Galves     |                    | 142            |                |                 |                | 142              |
| Cristían Barraza    |                    | 142            |                |                 |                | 142              |
| Francois Gerlotto*  |                    |                | 95             | 95              |                | 190              |
| Pascal Cotel*       | 47                 | 95             | 95             |                 |                | 237              |
| Víctor Correa       |                    | 95             | 72             | 32              | 16             | 215              |
| Carola Hernández    |                    | 142            | 47             |                 |                | 189              |
| Rodrigo Muñoz       |                    | 95             |                |                 |                | 95               |
| Carlos Concha       |                    | 95             |                |                 |                | 95               |
| Esteban Molina      |                    | 142            |                |                 |                | 142              |
| Gustavo Moraga      |                    | 95             |                |                 |                | 95               |
| Pedro Miranda       |                    | 142            |                |                 |                | 142              |
| <b>Sub Total</b>    | <b>181</b>         | <b>1.943</b>   | <b>703</b>     | <b>335</b>      | <b>116</b>     | <b>3.278</b>     |

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



### Objetivo específico N°2

| Participante     | Preparación | 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    |             |         | 32         |           |           | 32         |
| <b>Sub Total</b> |             |         | <b>236</b> | <b>88</b> | <b>32</b> | <b>356</b> |

### Objetivo específico N°3

| Participante      | Preparación | Crucero | Proceso    | Análisis   | Informe   | Sub Total    |
|-------------------|-------------|---------|------------|------------|-----------|--------------|
| José Córdova      |             |         |            | 28         | 32        | 60           |
| Mauricio Braun    |             |         |            | 36         | 8         | 44           |
| Vivian Valenzuela | 16          |         | 383        | 146        | 32        | 577          |
| Guillermo Galindo | 16          |         | 476        |            |           | 492          |
| <b>Sub Total</b>  | <b>32</b>   |         | <b>859</b> | <b>210</b> | <b>72</b> | <b>1.173</b> |

### Objetivo específico N°4

| Participante     | Preparación | Crucero | Proceso   | Análisis  | Informe   | Sub Total  |
|------------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|
| José Córdova     |             |         |           | 18        | 16        | 34         |
| Víctor Correa    |             |         | 80        | 24        | 16        | 120        |
| <b>Sub Total</b> |             |         | <b>80</b> | <b>42</b> | <b>32</b> | <b>154</b> |



### Objetivo específico N°5

| Participante     | Preparación | Crucero    | Proceso    | Análisis   | Informe    | Sub Total    |
|------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| José Córdova     |             |            | 22         | 32         | 16         | 70           |
| M. A. Barbieri   |             |            | 56         | 50         | 22         | 128          |
| Hernán Reyes     |             |            | 96         | 76         | 40         | 212          |
| Victor Catasti   |             |            | 96         | 96         | 40         | 232          |
| Patricio Gálvez  |             |            | 96         | 80         | 16         | 192          |
| Sergio Núñez     | 30          |            | 95         | 143        | 95         | 363          |
| José Ortiz       | 30          | 72         | 95         | 95         | 95         | 387          |
| Patricio Torres  |             | 72         | 95         | 95         | 48         | 310          |
| Flor Véjar       |             | 72         | 95         | 95         | 48         | 310          |
| Luis Bustos      |             | 72         |            |            |            | 72           |
| Gonzalo Padilla  |             | 72         |            |            |            | 72           |
| Claudio Toro     |             | 72         |            |            |            | 72           |
| Carola Hernández |             |            | 190        |            |            | 190          |
| <b>Sub Total</b> | <b>60</b>   | <b>432</b> | <b>936</b> | <b>762</b> | <b>420</b> | <b>2.610</b> |

# **A N E X O   I I I**

---

**CD con Informe Final en PDF**

---

FONDO INVESTIGACION PESQUERA

**Evaluación hidroacústica del  
recurso jurel entre la V y X Regiones,  
año 2003**

FIP N° 2003-02



**INFORME FINAL**

Marzo, 2004

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



---

**Sección Documentación,  
Difusión y Bibliotecas**

---

**IFOP  
Valparaíso  
Chile**