



## INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 94 - 35

INFORME : ESTIMACION DEL RECLUTAMIENTO DE  
FINAL ANCHOVETA EN LA ZONA NORTE  
(I Y II REGIONES)

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
EJECUTORA

Este documento ha sido inscrito en el registro de propiedad intelectual N° 95.128 a nombre del Fondo de Investigación Pesquera, y no podrá ser reproducido, ni en su totalidad o partes, por cualquier método o procedimiento, sin una autorización por escrito del Secretario Ejecutivo del Consejo de Investigación Pesquera.

INFORME FINAL

"ESTIMACION DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA  
DE LA ZONA NORTE (I Y II REGIONES)"

NOVIEMBRE 1995



INSTITUTO  
DE FOMENTO  
PESQUERO  
- CHILE -



INFORME FINAL

PROYECTO FIP 035-94-01

ESTIMACION DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA  
DE LA ZONA NORTE (I Y II REGIONES)

REQUIRENTE : FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA, FIP

EJECUTOR : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

JEFE DE PROYECTO

Patricio Barría M.

AUTORES:

EVALUACION HIDROACUSTICA Y DISTRIBUCION DEL RECURSO.

José Córdova M.  
Jorge Castillo P.  
Adrián Paillamán P.  
Sergio Lillo V.

BIOLOGIA PESQUERA

Patricio Barría M.  
Victor Baros  
Ulises Parker P.

OCEANOGRAFIA

Jorge Osses R.

ESTADISTICA

Hugo Robotham V.  
Carlos Vera E.

**PERSONAL PARTICIPANTE:**

Patricio Barría M.

Jefe de Proyecto

**Hidroacústica**

José Córdova M.

Ingeniero Pesquero-Acústico

Jorge Castillo P.

Ingeniero Pesquero-Acústico

Adrián Paillamán P.

Ingeniero Pesquero-Acústico

Sergio Lillo V.

Ingeniero Pesquero-Acústico

**Biología Pesquera**

Patricio Barría M.

Msc.Biológicas mención Ecología

Rodolfo Serra B.

Biólogo Marino

Victor Baros

Biólogo Marino

Ulises Parker

Biólogo Pesquero

Wladimir Garrido

Técnico Pesquero

Nancy Espinoza

Técnico

Juan Barañados

Técnico

**Oceanografía**

Omar Rojas J.

Médico Veterinario

Jorge Osses R.

Profesor de Química

**Estadística**

Hugo Robotham V.

Msc.Estadística Matemática

Carlos Vera E.

Técnico Estadístico

## I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, corresponde al Informe Final del proyecto FIP "Evaluación del reclutamiento de la anchoveta de la Zona Norte de Chile (I y II regiones)" presenta los resultados del crucero de investigación efectuado con el B/I Abate Molina y detalla una metodología de evaluación hidroacústica para cuantificar el reclutamiento. Además entrega la estimación del reclutamiento, su distribución espacial en el área prospectada, con sus respectivas estructuras de tamaños, peso promedio por estrato de longitud y condiciones oceanográficas asociadas.

Para alcanzar los objetivos generales del proyecto se realizó un crucero metodológico de investigación, que contempló una prospección hidroacústica diurna y nocturna, pesca de arrastre a mediana dirigida al reconocimiento de ecotrazos y captura de ejemplares de anchoveta, además de muestras para el estudio de las condiciones oceanográficas en la zona prospectada.

El crucero de investigación se desarrolló en el B/I Abate Molina entre el 05 al 20 de enero de 1995. La zona de estudio se dividió en dos subáreas; la primera estuvo comprendida entre Cta Patillos ( $20^{\circ} 45' S$ ) a Pta Urcus ( $21^{\circ} 45' S$ ) y la segunda abarco desde Arica ( $18^{\circ} 23' S$ ) y Pta Gorda ( $19^{\circ} 21' S$ ).

Cada subárea fue prospectada por el barco de sur a norte siguiendo la disposición de 7 transectas perpendiculares a la costa equidistante entre si por 10 millas náuticas. En cada subárea se realizó pesca de identificación con red de mediana para el reconocimiento de ecotrazos y obtención de ejemplares de anchoveta (adultos y reclutas) dirigidos a estudios biológicos.

El muestreo oceanográfico se realizó transecta por medio, efectuando estaciones a 1, 5, 10 y 20 mn de la costa, contabilizándose en las dos subáreas un total de 32 estaciones oceanográficas. En cada una

de las estaciones se obtuvieron registros continuos de temperatura y salinidad con un CTD Neil Brown, además de fluorescencia in vivo (fliv) con un perfilador de fluorescencia Sea Tech. Al mismo tiempo se obtuvieron muestras para análisis de clorofila a (cloa) y oxígeno disuelto a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75 y 100 m, con un sistema de muestreo tipo roseta, equipado con 12 botellas de 5 l. de capacidad y termómetros de inversión.

Registros de temperatura y muestras para análisis de salinidad se obtuvieron para verificar y/o corregir los registros continuos obtenidos con el CTD. En este crucero no se observaron desviaciones importantes en los sensores continuos.

Durante los días 6 y 7 de enero, se realizó la calibración electrónica de los equipos acústicos (sistema de ecosondas SIMRAD EK-500) y el día 13 se efectuó en Mejillones una medición de fuerza de blanco (TS) con anchovetas muertas. La prospección se desarrolló entre el 8 al 20 de enero, recalando el B/I Abate Molina en el puerto de Iquique.

En el proyecto se desarrolló una metodología de evaluación del reclutamiento, para lo cual se consideró importante acotar las escalas espacio-temporal del reclutamiento y probar la efectividad del método hidroacústico. El ciclo vital de la especie fue descrito, así como también el patrón espacio-temporal de los reclutas en el norte de Chile.

El desarrollo metodológico planteado y aplicado empíricamente en el proyecto fue adecuado debido que su puesta en práctica generó resultados importantes que permiten cuantificar el reclutamiento. En la práctica se ha constatado que se deben analizar con mayor rigurosidad las escalas espacio-temporales para efectuar estimaciones de la fortaleza de la clase anual.

Durante la prospección hidroacústica se generaron resultados importantes que se deberán considerar en futuras evaluaciones; particularmente las evaluaciones nocturnas son apropiadas para cuantificar la biomasa de la anchoveta. En este crucero la mayor presencia de biomasa se concentró durante la noche en la subárea I (20 45' - 21 45'S) y fue de 213.290 t.; en tanto que la subárea II (18 21 - 19 21'S) fue de 121.766 t. La mayor abundancia de reclutas se detectó en la subárea I, con niveles de 157.252 t. mientras que en la subárea II se registraron 21.893 t.

La distribución de frecuencias de longitudes de la anchoveta obtenida de los 32 lances de pesca presenta tres modas centradas en los 11.0, 13.5 y 15.5 cm. Sin embargo, al separar la información por subáreas, se puede apreciar claramente la existencia de diferencias significativas de ambas distribuciones de frecuencia.

En la subárea I predomina la presencia de reclutas en la distribución de frecuencias (ejemplares menores e iguales a 12.0 cm.) siendo su porcentaje en número y peso de 85.3 y 73.7 %, respectivamente. El peso promedio de las anchovetas fue de 9.1 g. y para la fracción de reclutas 7.9 g.

En la subárea II prevalecieron los ejemplares adultos (mayores a 12.0 cm.) y se visualiza una distribución de longitudes polimodal, con modas en los 11.5, 13.5, y 15.5 cm. El porcentajes de reclutas en número y peso fue de 27.8 y 18 %, respectivamente. El peso promedio de los ejemplares de anchoveta fue de 16.2 g. y los reclutas 10.5 g.

Estos resultados permiten sostener la existencia de una fuerte segregación espacial de la anchoveta por tamaños, presentándose en la subárea I un foco importante de reclutamiento y en el norte la fracción correspondiente al stock desovante. En el monitoreo de la flota cerquera industrial que operó en ambas subáreas durante enero de 1995 se encontró información similar. Sin embargo, la distribución

de longitudes de los ejemplares capturados con la red de mediagua tiene una mayor proporción de reclutas que la obtenida a través de la información de las estadísticas de desembarque.

Respecto a los pesos promedios por subáreas no presentan diferencias significativas, lo cual implica que existe una oferta ambiental equivalente (alimentación). Sin embargo la subárea I presenta un foco de surgencia más pronunciado que la subárea II.

En relación a los estadios de madurez, el 90 % de las hembras adultas estaba desovada; información biológica de la anchoveta para esta zona y mes indica índices gonadosomáticos altos y en estado de pre-desove. Este resultado implica que la veda de reclutamiento cumplió también con el objetivo de una veda reproductiva.

Los resultados biológico-pesqueros señalan que en la subárea I existe un foco importante de reclutamiento, asociado a una zona de surgencia y constreñido hacia la costa por los gradientes termohalinos. La subárea II presentó un predominio de anchovetas adultas (stock desovante) en período de post-desove con una distribución entre las 5 y 8 millas de la costa.

Los resultados oceanográficos permiten concluir la existencia de surgimiento de masas de agua con bajo contenido de oxígeno disuelto, más frías y menos salinas, que al encontrarse con sistemas más cálidos y salinos formaron gradientes verticales y frentes muy intensos, especialmente entre las 5 y 10 mn.

Los niveles de concentración de cloa indican que la zona esta bajo un régimen altamente productivo con valores de cloa en el rango de 0.5 hasta 30 mg/m<sup>3</sup> en la subárea I y 0.5- 10 mg/m<sup>3</sup> en la subárea II. Las anchovetas adultas se encontraron en la subárea II y no se observaron frentes intensos, la clorofila a estuvo en un rango de 0.5- 10 mg/m<sup>3</sup>. El recurso se situó batimétricamente en la zona de gra-

diente termohalino y en porcentaje de saturación de oxígeno disuelto del rango 120 a 20%. Los reclutas se ubicaron en la subárea I entre la costa y el borde interno de los frentes costeros. Este recurso estuvo asociado a valores altos de clorofila a (1 - 30 mg/m<sup>3</sup>) y a tensiones de oxígeno mayores a 40% de saturación.

El taller metodológico de evaluación acústica se efectuó en Valparaíso desde el 30 de octubre al 3 de noviembre de 1995.

El tema central del taller consistió en la estimación del Target Strenglet (TS) de anchoveta en forma teórica y práctica. Las conclusiones indican que la determinación de TS en peces pelágicos es un tema no resuelto a nivel mundial y se debe a problemas tecnológicos del equipo EK-500. Actualmente este problema deberá ser resuelto en esta década, mientras tanto se deberá solucionar empíricamente esta dificultad mediante el método comparativo.

	<u>Pág.</u>
II. INDICE GENERAL	
I. RESUMEN EJECUTIVO	i
II. INDICE GENERAL	vi
III. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	ix
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
4.1 Objetivo General	1
4.2 Objetivo Específico	1
V. ANTECEDENTES	2
VI. METODOLOGIA DE TRABAJO	5
6.1 Zona de estudio y plan de muestreo	5
6.1.1 Crucero y plan de muestreo	5
6.2 Desarrollo metodológico (Obj. 4.1)	6
6.3 Cuantificación y distribución del recurso (Obj.4.2 y 4.3)	10
6.3.1 Diseño muestral	10
6.3.2 Calibración electroacústica del ecointegrador	11
6.3.3 Calibración de la constante de ecointegración	13
6.3.4 Calibración de la intensidad de blanco (TS)	13
6.3.5 Identificación de especies	15
6.3.6 Procesamiento de información acústica	17
6.3.7 Determinación de la relación diurno-nocturno	18
6.3.8 Distribución del recurso	18
6.3.9 Estimación de la biomasa y su varianza	19
6.3.10 Biomasa total y fracción recluta	19
6.3.11 Varianza	21
6.3.12 Indices de cobertura y densidad	26
6.4 Determinar la estructura de tamaños y pesos medios de los ejemplares (Obj. 4.4)	27
6.5 Determinar las condiciones oceanográficas asociadas al proceso de reclutamiento (Obj. 4.5)	40

VII.	RESULTADOS	44
7.1	Aproximación metodológica	44
7.1.1	Descripción ciclo vital de la anchoveta	44
7.1.2	Patrones espaciales y temporales del ciclo vital	47
7.1.3	Modificación de patrones espaciales y temporales	50
7.1.4	Taller Metodológico	51
7.2	Cuantificación y distribución del recurso	52
7.2.1	Calibración electroacústica	52
7.2.2	Calibración de intensidad de blanco (TS)	54
7.2.3	Pesca de identificación	63
7.2.4	Captura de la flota contemporánea	67
7.2.5	Relación diurna-nocturna de las lecturas acústicas	68
7.2.6	Distribución del recurso	72
7.2.6.1	Distribución geográfica de la anchoveta	72
7.2.7	Estimado de biomasa	73
7.2.7.1	Biomasa Total	73
7.2.7.2	Fracción recluta	75
7.2.8	Precisión de los estimados	76
7.2.9	Indices de cobertura y densidad	79
7.2.10	Sancionamiento de la metodología	80
7.3.	Biología pesquera	83
7.3.1	Resultados de los lances de pesca	83
7.3.2	Determinación de la estructura de tamaños	83
7.3.3	Determinación de los pesos medios	84
7.4	Oceanografía	86

VIII.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	100
IX.	CONCLUSIONES	106
X.	RECOMENDACIONES	109
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	111

FIGURAS

Anexo 1.	Resultados del Taller Metodológico
	Evaluación Acústica
Anexo 2.	Información del proyecto

### III. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Subáreas de estudio y distribución de transectas.

Tabla 2. Lances de pesca de anchoveta por subáreas de estudio.

Tabla 3. Categorías por densidad.

Tabla 4. Resultados de las calibraciones electroacústicas del EK 500 de B/I A. Molina para la frecuencia de 38 Khz, por longitud de pulso (ms).

Tabla 5. Resultados de las calibraciones electroacústicas del EK 500 de B/I A. Molina para la frecuencia de 120 Khz, por longitud de pulso (ms).

Tabla 6. Ecuaciones de regresión ajustada a los datos, por longitud de pulso corto de las frecuencias 38 y 120 Khz.

Tabla 7. Ecuaciones de regresión estandarizadas a  $TS = a + 20 \log (l)$ .

Tabla 8. Relaciones funcionales de TS respecto a al longitud de diversos autores.

Tabla 9. Información biológica-pesquera de los lances de pesca.

Tabla 10. Lances con pesca y sin pesca, captura promedio por lance, por subárea y período de día.

Tabla 11. Valores de densidad acumulados ( $S_a$ ) y densidad promedio por I.B.M por transectas perpendiculares a la costa.

Tabla 12. Resultados del análisis de varianza para dos criterios de clasificación ( $S_a$  diurno/nocturno y subárea I - II).

- Tabla 13. Resultados del análisis de varianza para un criterio de clasificación (Sa diurno/nocturno). por subáreas.
- Tabla 14. Estimado de biomasa diurno para anchoveta por subáreas.
- Tabla 15. Estimado de biomasa nocturno para anchoveta por subáreas.
- Tabla 16. Estimado de biomasa para reclutas de anchoveta por subáreas.
- Tabla 17. Varianza de la biomasa  $V_{(D)}$ , coeficiente de variación (CV) y de error (%), en los estimados de biomاسas de anchoveta diurno.
- Tabla 18. Varianza de la biomasa  $V_{(N)}$ , coeficiente de variación (CV) y de error (%), en los estimados de biomاسas de anchoveta nocturnos.
- Tabla 19. Varianza de la fracción de reclutas por subáreas.
- Tabla 20. Indices de cobertura y densidad relativa por subáreas (diurno).
- Tabla 21. Indices de cobertura y densidad relativa por subáreas (nocturno).
- Tabla 22. A. Pesos promedios empíricos de anchovetas de las subáreas I, II y total.  
B. Estimación de parámetros de la relación longitud-peso para ambas subáreas.
- Tabla 23. Estaciones realizadas por transecta en la subárea I.
- Tabla 24. Estaciones realizadas por transecta en la subárea II.

FIGURAS

- Figura 1. a) Zona de estudio b) Distribución de lances de pesca.
- Figura 2. Modelo del ciclo vital de la anchoveta, especie que se reproduce con sobreposición de generaciones. Donde  $a_0, a_1, \dots, a_5$  representan los grupos de edad de los individuos.  $a_5$  = grupo de edad más viejo en la pesquería.  $p_{i,j}$  = Probabilidad de sobrevivir del grupo de edad  $i$  al  $j$  en el próximo período de tiempo ( $0 < p_{i,j} < 1$ ).
- Figura 3. Valores de TS para anchoveta muerta congelada.
- Figura 4. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 Khz en pulso medio.
- Figura 5. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 Khz en pulso medio.
- Figura 6. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 Khz en pulso medio.
- Figura 7. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 Khz en pulso medio.
- Figura 8. Valores medios de fuerza de blanco (TS) y longitud en (cm) para 38 Khz en pulso medio.
- Figura 9. Histogramas de frecuencia de los blancos individuales detectado con 38 y 120 Khz, con longitud de pulso corto, medio y largo.
- Figura 10. Relaciones de  $TS = a + b \log (l)$  para anchoveta con 38 y 120 Khz para la longitud de pulso largo, medio y corto.

- Figura 11. Distribución de frecuencia de longitud para la anchoveta obtenida de las capturas de la flota cerquera (19 al 31 de enero de 1995) y crucero de cuantificación.
- Figura 12. Distribución de frecuencia de longitud mensual para la anchoveta obtenida de las capturas de la flota cerquera frente a Arica ( $18^{\circ}20' - 19^{\circ}30'S$ ) e Iquique ( $19^{\circ}31' - 21^{\circ}30'S$ ).
- Figura 13. Zonas de estudio y áreas de pesca de la flota industrial entre el 19 y 20 de enero de 1995.
- Figura 14. Distribución espacial de la abundancia diurna de anchoveta en las subáreas de estudio.
- Figura 15. Tipo de agregación diurna de anchoveta en la zona de alta abundancia- subárea I ( $20^{\circ} 57' - 70^{\circ} 11' S$ ).
- Figura 16. Tipo de agregación nocturna de anchoveta en la zona de alta abundancia-subárea I ( $20^{\circ} 57' - 70^{\circ} 11' S$ ).
- Figura 17. Tipo de agregación diurna de anchoveta en la zona de baja abundancia-subárea II ( $18^{\circ} 51' - 70^{\circ} 23' S$ ).
- Figura 18. Tipo de agregación nocturna de anchoveta en la zona de baja abundancia-subárea II ( $18^{\circ} 51' - 70^{\circ} 23' S$ ).
- Figura 19. Distribución espacial de la abundancia nocturna de anchoveta en las subáreas de estudio.
- Figura 20. Distribución de frecuencia de anchoveta en profundidad, temperatura y salinidad.
- Figura 21. Distribución geográfica de los lances de pesca en las subáreas I y II.

- Figura 22. Distribución de frecuencias de longitudes de anchoveta obtenidas de los lances de pesca con red de media-agua en la subárea I. La barra ubicada en los 12.0 cm. separa la fracción de reclutas y adultos.
- Figura 23. Distribución de frecuencias de longitudes de anchoveta obtenidas de los lances de pesca con red de media-agua en la subáreas II. La barra ubicada en los 12.0 cm. separa la fracción de reclutas y adultos.
- Figura 24. Distribución de frecuencias de longitudes de anchoveta obtenidas de los lances de pesca con red de media-agua para las subáreas I,II y total. La barra ubicada en los 12.0 cm. separa la fracción de reclutas y adultos.
- Figura 25. Relación longitud - peso empírica de los ejemplares de anchoveta capturados con red de media-agua por subárea y total
- Figura 26. Posición de las estaciones de muestreo para la subáreas I y II.
- Figura 27. Distribución superficial de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (PSU), densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) y fluorescencia in vivo (UR), para la subárea I.
- Figura 28. Distribución superficial de la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), clorofila a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y feopigmentos integrados ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), para la subárea I.
- Figura 29. Diagrama T-S para las estaciones de 10 y 20 mn en la subárea I. Transecta 1(a), 3(b), 5(c) y 7(d).

- Figura 30. Diagrama T-S para las estaciones de 10 y 20 mn en la subárea II. Transecta 8(a), 10(b), 12(c) y 14 (d).
- Figura 31. Distribución superficial de oxígeno disuelto (ml/l), AOU/AOP (ml/l) y porcentaje de saturación salinidad (PSU), para la subárea I.
- Figura 32. Gráfico de dispersión de la relación entre la clorofila superficial y la integrada, para las subáreas I y II.
- Figura 33. Distribución superficial de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (PSU), densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) y fluorescencia in vivo (UR), para la subárea II.
- Figura 34. Distribución superficial de la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), la clorofila a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y los feopigmentos integrados ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), para la subárea II.
- Figura 35. Distribución superficial del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno, para la subárea II.
- Figura 36. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 1 (Lat.  $21^{\circ} 45' \text{S}$ ).
- Figura 37. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 1 (Lat.  $21^{\circ} 45' \text{S}$ ).
- Figura 38. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 1 (Lat.  $21^{\circ} 45' \text{S}$ ).

- Figura 39. Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (PSU), y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 3 (Lat.  $21^{\circ} 25'S$ ).
- Figura 40. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 3 (Lat.  $21^{\circ} 25'S$ )
- Figura 41. Distribución vertical del oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ), la AOU/AOP ( $\text{ml}/\text{l}$ ) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 3 (Lat.  $21^{\circ} 25'S$ ).
- Figura 42. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU), y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 5 (Lat.  $21^{\circ} 05'S$ ).
- Figura 43. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 5 (Lat.  $21^{\circ} 05'S$ )
- Figura 44. Distribución vertical del oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ), la AOU/AOP ( $\text{ml}/\text{l}$ ) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 5 (Lat.  $21^{\circ} 05'S$ ).
- Figura 45. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 7 (Lat.  $20^{\circ} 45'S$ ).
- Figura 46. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 7 (Lat.  $20^{\circ} 45'S$ )

- Figura 47. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 7 (Lat. 20° 45'S).
- Figura 48. Distribución vertical de la temperatura (°C), la salinidad (PSU) y la densidad (kg/m<sup>3</sup>), en la transecta 8 (Lat. 19° 21'S).
- Figura 49. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a (mg/m<sup>3</sup>) y los feopigmentos (mg/m<sup>3</sup>), en la transecta 8 (Lat. 19° 21'S)
- Figura 50. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 8 (Lat. 19° 21'S).
- Figura 51. Distribución vertical de la temperatura (°C), la salinidad (PSU), y la densidad (kg/m<sup>3</sup>), en la transecta 10 (Lat. 19° 01'S).
- Figura 52. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a (mg/m<sup>3</sup>) y los feopigmentos (mg/m<sup>3</sup>), en la transecta 10 (Lat. 19° 01'S)
- Figura 53. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 10 (Lat. 19° 01'S).
- Figura 54. Distribución vertical de la temperatura (°C), la salinidad (PSU) y la densidad (kg/m<sup>3</sup>), en la transecta 12 (Lat. 18° 41'S).

- Figura 55. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 12 (Lat.  $18^\circ 41'S$ )
- Figura 56. Distribución vertical del oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ), la AOU/AOP ( $\text{ml}/\text{l}$ ) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 12 (Lat.  $18^\circ 41'S$ ).
- Figura 57. Distribución vertical de la temperatura ( $^\circ\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 14 (Lat.  $18^\circ 23'S$ ).
- Figura 58. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 14 (Lat.  $18^\circ 23'S$ )
- Figura 59. Distribución vertical del oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ), la AOU/AOP ( $\text{ml}/\text{l}$ ) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 14 (Lat.  $18^\circ 23'S$ ).
- Figura 60. Gráficos de dispersión de la cloa y la fluorescencia in vivo, para la subárea I (a) y II (b).
- Figura 61. Diagrama de distribución horizontal, en perfiles continuos de la temperatura ( $^\circ\text{C}$ ), la salinidad (PSU), la fluorescencia in vivo (UR) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), para las transectas 1 (T1), 3 (T3), 5 (T5) y 7 (T7). Distancia de la costa entre paréntesis.
- Figura 62. Diagrama de distribución horizontal, en perfiles continuos de la temperatura ( $^\circ\text{C}$ ), la salinidad (PSU), la fluorescencia in vivo (UR) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), para las transectas 8 (T8), 10 (T10), 12 (T12) y 14 (T14).

- Figura 63. Distribución batimétrica de la anchoveta y la temperatura, para las transectas 1 y 7, subárea I.
- Figura 64. Distribución batimétrica de la anchoveta y la temperatura, para las transectas 8 y 12, subárea II.
- Figura 65. Distribución batimétrica de la anchoveta y la salinidad, para las transectas 1 y 7, subárea I.
- Figura 66. Distribución batimétrica de la anchoveta y la salinidad, para las transectas 8 y 12, subárea II.
- Figura 67. Distribución batimétrica de la anchoveta y la clorofila a, para las transectas 1 y 7, subárea I.
- Figura 68. Distribución batimétrica de la anchoveta y la clorofila a, para las transectas 8 y 12, subárea II.
- Figura 69. Distribución batimétrica de la anchoveta y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, para las transectas 1 y 7, subárea I.
- Figura 70. Distribución batimétrica de la anchoveta y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, para las transectas 8 y 12, subárea II.
- Figura 71. Diagramas de dispersión para las diferentes categorías de densidad de cardúmenes de anchoveta vs. temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), porcentaje de oxígeno disuelto (%) y clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

#### IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

##### 4.1 Objetivo general

Estimar el reclutamiento de anchoveta dentro del período correspondiente a los meses de noviembre y diciembre de 1994 y enero de 1995 en la pesquería pelágica existente en el litoral de las regiones I y II.

##### 4.2 Objetivos específicos

- 4.1 Desarrollar una metodología para cuantificar el reclutamiento del recurso anchoveta en el litoral de la I y II regiones.
- 4.2 Determinar la distribución espacio-temporal del reclutamiento de anchoveta en el litoral de la I y II regiones.
- 4.3 Cuantificar el reclutamiento del recurso anchoveta en el litoral de la I y II regiones.
- 4.4 Determinar la estructura de talla y de pesos medios a la talla de los ejemplares que prevalecen durante el proceso de reclutamiento del recurso anchoveta en el litoral de la I y II regiones.
- 4.5 Determinar las condiciones oceanográficas asociadas al proceso de reclutamiento de anchoveta en el litoral de la I y II regiones.

## V. ANTECEDENTES

La unidad de pesquería de anchoveta de la zona norte, circunscrita al litoral de las Regiones I y II, se encuentra declarada en plena explotación de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo Nº 430 de 1991 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, su administración se basa en la regulación del esfuerzo de pesca a través del control del acceso de nuevas naves pesqueras industriales y artesanales a la pesquería y al establecimiento de vedas extractivas anuales de reproducción y reclutamiento.

El reclutamiento de anchoveta a la pesquería pelágica de la zona norte, proceso que se produce principalmente en el período comprendido entre los meses de noviembre y enero de cada año, determina de manera crucial la biomasa del stock explotable de anchoveta. En consecuencia medir el éxito o fracaso del reclutamiento de anchoveta en la pesquería pelágica norte, es un factor clave para la administración pesquera, tanto para pronosticar el rendimiento de la pesquería en el corto plazo como para la conservación del stock.

La pesquería pelágica de la zona norte de Chile históricamente ha sido la más importantes del país, siendo actualmente la segunda en importancia después del desarrollo de la pesquería pelágica orientada a la captura del jurel en la zona centro-sur.

Esta pesquería se inició a principios de la década del 50 y hasta 1972 la principal especie fue la anchoveta. A partir de 1970 esta especie comenzó a disminuir su importancia relativa en las capturas, llegando a colapsar por efecto de la pesca excesiva y condiciones oceanográficas adversas.

Actualmente los desembarques de recursos pelágicos en la Zona Norte de Chile durante 1994, fueron del orden de 2,3 millones de toneladas, de las cuales el 85% estuvo constituido por la anchoveta. Por

otra parte, la industria de reducción de la Zona Norte del país depende completamente de este recurso, toda vez que los recursos alternativos como la sardina española y el jurel no superan en conjunto las 300 mil toneladas. Lo anterior implica que anualmente la pesquería de reducción del Norte de Chile dependerá de los pulsos de los reclutamientos de la anchoveta.

De acuerdo con los antecedentes de las evaluaciones de stock efectuada conjuntamente por investigadores del IFOP e IMARPE para el stock sur del Perú y Norte de Chile (GTE 1992; 1993 y 1994) señalan que el stock de anchoveta se encuentra en plena explotación. Sin embargo la última evaluación de stock realizada por Barría (1995), señala un incremento de las capturas y esfuerzo de un 83 y 76%, respectivamente y constata que el stock estuvo sobre-explotado en 1994. Además estimó la biomasa parental en alrededor de 4 millones de toneladas y el tamaño del stock del orden de 7.8 millones de toneladas.

El registro de capturas de 1994 mencionan capturas de 2.0 millones en Chile y 1.0 millones de toneladas en el Sur del Perú, lo cual hace un total de 3.0 millones de toneladas. Lo anterior explica porque la captura acumulada sobrepasó el excedente de producción del stock.

En términos de biomasa el reclutamiento aporta con un 51% en peso al stock (Barría, 1995). Por los antecedentes anteriores esta pesquería depende de la fortaleza del reclutamiento cada vez más debido al impacto de las capturas sobre la estructura del stock desovante.

En este contexto, el Consejo del Fondo de Investigación Pesquera identificó e incluyó este proyecto de evaluación directa en el programa de investigación de 1994.

Respondiendo al llamado a concurso del Fondo de Investigación Pesquera el IFOP se adjudicó el proyecto FIP 035-94-01, que está orientado a obtener información que permita conocer en mayor profundidad el proceso de reclutamiento de la anchoveta y sus variaciones tanto de su distribución espacial y temporal como las características ambientales.

## VI. METODOLOGIA DE TRABAJO

### 6.1 Zona de estudio

El crucero de investigación se realizó durante el período de verano de 1995 a bordo del B/I Abate Molina, operado por el Instituto de Fomento Pesquero, entre los días 05 y 20 de enero 1995, en el área comprendida entre Arica (18° 21' S) y Pta Urcu (21° 45' S).

#### 6.1.1 Crucero y Plan de muestreo

El área de estudio se dividió en dos subáreas; la primera estuvo comprendida entre Cta Patillos (20° 45' S) a Pta Urcu (21° 45' S) y la segunda abarcó desde Arica (18° 21' S) a Pta Gorda (19° 21' S) (Tabla 1).

Tabla 1. Subáreas de estudio y distribución de transectas.

SUBAREAS	TRANSECTAS	DISTANCIA DE LA COSTA	LATITUD
I	1 - 7	20 mn	21°45' - 20°45'S
II	8 - 14	20 mn	19°21' - 18°21'S

En cada subárea se efectuaron 7 transectas de 20 mn de longitud (Fig. 1a), perpendiculares a la costa y equidistantes entre sí cada 10 millas náuticas (mn), contabilizándose un total de 14 transectas en la zona de estudio. En el sector costero, la navegación entre transectas se efectuó a 0.5 y 1 mn de la costa, en profundidades del fondo entre 25 y 100 m, manteniendo un resguardo de seguridad para la embarcación.

## 6.2 Desarrollo metodológico (Objetivo 4.1)

### Envergadura del problema

El desarrollo de una metodología para cuantificar el reclutamiento del recurso anchoveta en la zona norte de Chile, no es un objetivo trivial que pueda enfrentarse desde el punto de vista científico - técnico sin mayores dificultades. Por el contrario, el problema del reclutamiento de los recursos pelágicos y en particular de la anchoveta ha sido identificada desde el comienzo de la investigación pesquera en Chile con los primeros trabajos de Brandhorst (1965).

En esa fecha se conocía que las variaciones que de la biomasa de la anchoveta estaba asociado con la fuerza de la clase anual (reclutas) y esta dependía de las condiciones oceanográficas de allí el énfasis que siempre ha existido por conocer el mecanismo entre la producción anual de huevos y el éxito de desove (reclutas). Al respecto el Instituto de Fomento Pesquero ha efectuado una serie de cruceros en estos 30 años referente a las condiciones oceanográficas y las estimaciones de biomasa de la anchoveta; sin embargo, éstas no se han constituido en un programa permanente.

Por otra parte, la Subsecretaría de Pesca en 1982 identificó que el reclutamiento era un tema relevante en la pesquería pelágica del norte de Chile y contrató una consultoría con FAO para abordar esta problemática (Sharp, 1986). Sin embargo el enfoque de G. Sharp, señaló la necesidad de abordar el problema del reclutamiento en un área de monitoreo que abarcaba desde Ecuador hasta los 45° L.S. y varios cientos de kilómetros de la costa. Esta área de estudio es una inmensa región, en la cual las pesquerías chilenas ocupan una parte importante. En esa fecha se identificó la necesidad de desarrollar un programa y pronóstico del reclutamiento; sin embargo los costos asociados eran excesivos.

En esta propuesta metodológica se establecen los temas relevantes que deben desarrollarse y se establece una aproximación empírica con los recursos disponibles. Se identificaron y acotaron los siguientes temas para efectuar la propuesta metodológicas y son los siguientes:

1. Descripción del ciclo vital de la anchoveta.
2. Patrones espaciales y temporales del ciclo vital.
3. Modificación de los patrones espaciales y temporales (efectos oceanográficos).
4. Aproximación metodológica.

La aproximación metodológica usó los antecedentes empíricos que el IFOP dispone como es el uso de una plataforma de investigación la cual permite enfrentar el problema desde el punto de vista hidroacústico. Es decir, en este proyecto se constata la pertinencia del método hidroacústico para evaluar los reclutas en la Zona Norte de Chile. De ahí que se abordó el problema en zonas más acotadas o restringidas espacialmente.

El fundamento de la selección de dos áreas de estudio obedece a las siguientes causas:

#### Información histórica de la actividad extractiva

Del análisis de la información de la actividad extractiva de la flota cerquera industrial que operó en enero de 1994 y de las estructura de longitudes de los muestreos de desembarque, indican lo siguiente:

La distribución espacial de las capturas de anchoveta obtenidas por la flota cerquera industrial que operó durante enero de 1994 señala que el recurso estuvo concentrado en la franja costera dentro de las 20 millas náuticas de la costa. A excepción del puerto de Arica en la cual la flota cerquera realizó pesca hasta las 70 millas de la costa. La captura total fue de 58.000 toneladas registrándose en

Arica e Iquique los mayores desembarques con 29.000 y 16.000 toneladas respectivamente. Cabe mencionar que la subárea del norte es la zona que registra mayor actividad extractiva siendo menor en el sur.

Durante el mes de enero se realizaron muestreos del desembarque de las embarcaciones, registrándose un total de 341 muestreos de longitud y 25 muestreos biológicos: El tamaño de las muestras fueron de  $N = 120$  y  $N = 100$ , respectivamente. El procesamiento de dicha información que fue referenciada a cuadrículas de  $10 \times 10$  mn. La estructura de longitudes en todas las cuadrículas costeras presentaron ejemplares menores entre los 7.0 y los 12 cm de longitud total. Cabe mencionar que se encontraron reclutas hasta las 20 millas y en forma latitudinal hubo presencia de ejemplares de pequeño tamaño (menores a 12 cm.) a lo largo de toda la costa.

En la distribución espacial de las capturas de anchoveta en enero de 1994 se puede observar que las dimensiones de las áreas seleccionadas para desarrollar el proyecto son las adecuadas.

#### Topografía costera

El diseño de la prospección acústica considera la utilización del método en forma diurna como nocturna y además probar su efectividad en dos zonas costeras topográficamente diferentes.

El área de estudio en el norte se caracteriza por ser una zona costera expuesta al océano con predominio de costa rocosa (farellones), la plataforma continental es estrecha lo que favorece la operación del barco de investigación cerca de la costa. A diferencia de lo anterior, en la zona sur la topografía del fondo es más somero, por ejemplo a la cuadra de Cta. Pabellón de Pica ( $20^{\circ} 50' S.$ ) la plataforma continental es la más amplia del área de estudio, en la cual la isóbata de los 200 m. se encuentra a las 20 millas de la costa, disminuyendo progresivamente al sur del río Loa. La existencia de una plataforma continental más amplia genera

coindiciones de habitat diferente para la anchoveta lo cual puede ser importante para la presencia de reclutas. Es importante probar el método acústico en zonas con diferentes batimetrías de fondo.

#### Areas de desoves

Por otra parte las subáreas definidas, han sido descritas como centros de desove de la anchoveta, específicamente el codo de Arica y zonas aledañas al río Loa. Por el conocimiento que se tiene las pre-reclutas y reclutas se desarrollan en la zona costera, lo cual implica que deben existir zonas de retención en la costa que permiten el desarrollo de la clase anual residente.

#### Costos

Los costos del proyecto restringen el tiempo del crucero de investigación en forma latitudinal, lo ideal es haber realizado el crucero en forma continua desde límite Chile-Perú hasta Mejillones manteniéndolo las transectas hasta las 20 millas náuticas.

En la oferta técnica del proyecto se modificó el objetivo específico 4.3 referente a la cuantificación del reclutamiento del recurso anchoveta en el litoral de la I y II regiones. Esto se debe a que existen problemas metodológicos no resueltos y se aprovecha esta oportunidad para efectuar el sancionamiento del método hidroacústico para cuantificar el reclutamiento de la anchoveta.

El método hidroacústico es el procedimiento que se utiliza para realizar la cuantificación del reclutamiento y se ha aplicado con éxito en la pesquería de anchoveta en SudAfrica además la pesca de identificación se realiza con una red de media agua (Cruickshank, 1990; Cruickshank, Hampton y Armstrong, 1990; Hampton, 1987).

Por los motivos y fundamentos antes expresados en el presente proyecto se sanciona el método hidroacústico para cuantificar el reclutamiento de la Zona Norte de Chile.

### 6.3 Cuantificación y distribución del recurso (Objetivos 4.2 y 4.3)

#### 6.3.1 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado corresponde a un muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado corresponde a una transecta.

El muestreo sistemático es el más adecuado cuando se asume aleatoriedad de la distribución de los recursos pelágicos con respecto a la posición de las transectas (Shotton y Bazigos, 1984; Francis, 1984; Simmonds, 1984 y Simmonds *et al.*, 1991), ajustándose adecuadamente a la característica altamente contagiosa de los recursos pelágicos. Además de ser recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992).

La varianza de este método es similar a la alcanzada con un muestreo aleatorio cuando no existe tendencia lineal en la dirección del muestreo. (Shotton y Bazigos, 1992).

El muestreo acústico se realizó durante el período diurno y fue replicado en la noche, a fin de obtener información que permita verificar el patrón de migración de alta frecuencia de la anchoveta juvenil hacia el oeste en el crepúsculo, regresando a la costa al amanecer, y asimismo el marcado comportamiento migratorio nictemeral. Comportamiento que es importante para definir el período más apropiado para realizar la cuantificación acústica.

### 6.3.2 Calibración electroacústica del ecoinTEGRADOR

La calibración electroacústica del sistema SIMRAD EK-500, se realizó en Mejillones, lugar que presenta adecuadas condiciones de abrigo del viento y corrientes marinas. Se utilizó blancos estándares o de referencia de cobre de 60 y 23 mm de diámetro, diseñados para las frecuencias de 38 y 120 Khz, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (ICES, Report 144, Foote et al., 1981, Foote, 1983, Foote et al 1987; CAPMAD/SELA, 1982, PNUD-CPPS/FAO RLA/011, 1992).

El procedimiento de calibración consistió básicamente en ubicar bajo el transductor un blanco de referencia o estándar de una intensidad de blanco (TS) conocida (teórico), midiéndose con el equipo un nuevo TS (real). De este modo se determinan las diferencia entre ambos valores y se procede a ajustar los parámetros del equipo a través de la ganancia de transductor (Foote et al., 1987).

La posición de los controles de los equipos durante la calibración correspondieron con las utilizadas durante la prospección, por lo tanto ante cualquier cambio en estos controles requiere de una nueva medición.

La esfera se sitúa en el centro del haz acústico, mediante tres líneas de nylon monofilamento, montada en sistemas de carretes de cañas de pescar, con lo cual se consiguió un adecuado manejo de la ubicación de la esfera en el haz acústico desde la cubierta del barco.

El procedimiento de medición del TS consistió en medir la ganancia del transductor, ajustando según:

$$G1 = G0 + \frac{TS(m) - TS(b)}{2}$$

donde:

- G1 = nueva ganancia del transductor
- G0 = ganancia antigua
- TS(m) = intensidad de blanco medida (dB)
- TS(b) = intensidad de blanco teórico (dB)

El ajuste de las ganancias del ecointegrador se realizó según:

$$G1 = G0 + \frac{10 \log \left( \frac{Sa(m)}{Sa(t)} \right)}{2}$$

siendo:

$$Sa(t) = \frac{4\pi r_0^2 \times \Phi_{bs} (1852)^2}{\Psi \times r^2}$$

donde:

- $\phi$  = sección dispersante de la esfera
- r = profundidad de la esfera (m)
- $\Psi$  = ángulo equivalente del haz acústico
- Sa(m) = energía retrodispersada medida
- Sa(t) = energía retrodispersada teórica
- $r_0$  = distancia estándar de referencia para medir  $\phi$ , igual a 1 metro.

Además, se midieron los patrones de directividad de los transductores desplazando la posición del blanco estándar dentro del haz acústico.

### 6.3.3 Calibración de la constante de ecointegración

La constante de ecointegración ( $C_b$ ) se calcula según:

$$C = \frac{4\pi 10^{\left(\frac{TS_{kg}}{10}\right)^{-1}}}{1000}$$

donde  $TS_{kg}$  = Intensidad de blanco por Kg (dB)

### 6.3.4 Calibración de la intensidad de blanco (Target Strength TS) de juveniles

#### a) Intensidad de blancos con peces muertos (congelados)

En atención a que en los experimentos de medición del TS "in situ" se registró una alta influencia de blancos múltiples, se diseñó y realizó un experimento en carácter exploratorio tendiente a medir el TS de anchoveta muerta y congelada. Es necesario señalar que esta actividad no estaba considerada en la propuesta técnica del proyecto.

El experimento se efectuó en la bahía de Mejillones y consistió en insonificar anchoveta congelada ubicadas en el centro del haz acústico a 15 m de la cara radiante del transductor, con las frecuencias de 38 y 120 Khz en sus distintas longitudes de pulso (corto, medio y largo). Las mediciones de cada pescado fueron replicadas al menos una vez con blancos de igual longitud.

#### b) Intensidad de blanco "in situ"

Las mediciones de fuerza de blanco (TS) "in situ" fueron realizadas durante el desarrollo de los lances de pesca, y en zonas de alta abundancia del recurso. Estas mediciones fueron realizadas preferen-

temente de noche, y en sectores muy cercanos a la costa cuando el recurso presentó agregaciones tipo estrato disperso.

La información de TS fue recolectada ping a ping en una tasa de sondeo rápida, con la escala del ecosonda en 25 m., almacenándose en medios magnéticos. Se midió en la frecuencia de 38 y 120 Khz con las tres longitudes de pulso para cada frecuencia (corto , medio y largo).

La información de fuerza de blanco fue procesada bajo las siguientes condiciones; se consideró blanco individual cuando se detecte un mismo valor de TS en 5 sondeos sucesivos, aceptando la pérdida de éste en un sondeo, además de una variabilidad en la profundidad dentro del haz acústico del blanco de 30 cm.

La información fue filtrada utilizando para ello, los antecedentes bibliográficos de fuerza de blanco disponible para anchoveta u otros tipo de especie pelágica análogas. Esto permitió establecer un umbral que se aplicó a la información registrada en el crucero.

Se confeccionaron histogramas de frecuencia de los TS y de las longitudes de los peces muestreados en los lances de pesca. En cada histograma se determinó la media aritmética ponderada y mediana.

Las distribuciones de intensidad de blanco y longitud presentaron asimetrías (positivas), motivo por el cual se utilizó la mediana como valor de tendencia que representa el punto donde se localizó el 50% de la distribución, descartándose la media aritmética ponderada por su grado de sensibilidad en valores localizados hacia los extremos de la distribución.

De este modo, el ajuste de regresión lineal simple se efectuó con dicho valor de tendencia como variable dependiente y el logaritmo de la longitud o peso como variable independiente, expresada en dB.

$$TS = a + b \log(l)$$

$$TS = a + b \log(w)$$

siendo:

a = intercepto

b = pendiente

TS = intensidad de blanco (dB)

l = longitud total de la anchoveta (cm)

w = peso total de la anchoveta (gr)

#### 6.3.5 Identificación de especies

Para la identificación de los ecoregistros acústicos se utilizaron tres procedimientos:

##### a) Método acústico (Guzmán et al, 1983)

Este método considera al análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según la siguiente formulación:

$$S_v = \frac{C1 * V^2}{L * D}$$

donde:

$S_v$  = coeficiente volumétrico de dispersión promedio de la agregación o cardumen.

- C1 = constante de calibración electrónica de ecointegrador que el caso del Ek-500 se incluye en la salida calibrada del equipo ( $V^2$ ), mediante la calibración con blanco estándar.
- $V^2$  = Voltaje de salida del ecointegrador
- L = longitud de la agregación.
- D = altura media de la señal remitida por la agregación (m).

La anchoveta presenta valores de  $S_v$  en un intervalo de -32 a -42 dB. Además se considera adicionalmente para su identificación las características geométricas de los cardúmenes, su distribución batimétrica y localización longitudinal.

#### b) Pesca de identificación

En cada subárea se realizaron lances de pesca con una red de arrastre a media agua, tanto para el reconocimiento de ecotrazos y obtención de ejemplares de anchoveta (adulto y reclutas) dirigido a estudios biológicos. En la Tabla 2 se presenta el número de lances de pesca realizados durante el crucero en ambas subáreas (Fig.1b).

Tabla 2. Lances de pesca de anchoveta por subáreas de estudio

SUBAREAS	NUMERO DE LANCES	LANCES CON PESCA
I	16	12
II	16	12
TOTAL	32	24

A partir de la captura obtenida en los lances de pesca, se efectuó un muestreo biológico para anchoveta, obteniendo información sobre un total de 4.177 ejemplares.

Se realizaron lances de pesca con el objeto de validar la identificación efectuada mediante el método acústico, en sectores donde las características de las agregaciones y el resguardo de la embarcación lo permitieron. La red utilizada fue de media agua, con malla en el copo de 1.3 cm (malla usada en anchoveta) y una longitud total de 67.2 m y una relinga de 35.2 m.

A partir de las capturas se determinaron los aportes porcentuales de cada especie, lo cual se aplicó a las lecturas acústicas, en la I.B.M's próximas al lugar de la pesca (Simmonds et al., 1991). Esta información también se utilizó para comparar con la identificación por medio del método acústico.

**c) Composición de las capturas de la flota contemporáneas al crucero**

Para validar la identificación realizada por método acústico y las pescas de arrastre durante el crucero, se comparó las carta de distribución espacial de anchoveta y las capturas georeferenciadas (10 \*10 mn) obtenidas por la flota en forma contemporáneo al crucero.

**6.3.6 Procesamiento de la información acústica**

La información acústica fue procesada en parte a bordo a través del uso de un conjunto de programas computacionales ad hoc de propiedad de IFOP. Se construyeron las bases de datos con las lecturas acústicas para cada I.B.M, separado por especie, tipo de agregación, sus profundidades máximas y mínimas, la posición geográfica de cada I.B.M., fecha, número y rumbo de cada transecta.

Con tales datos se obtuvieron las cartas de distribución (geográficas y batimétricas) del recurso anchoveta, expresadas en categorías de densidad y se calcularon los estimados de biomasa y sus varianzas. El área prospectada fue medida mediante un planímetro digital.

### 6.3.7 Determinación de la relación diurno-nocturno

Con el fin de establecer el comportamiento nictemeral de la anchoveta juvenil y su influencia en la evaluación acústica, la prospección diurna fue replicada en la noche.

La información obtenida de este modo fue contrastada y analizada mediante un ANDEVA.

### 6.3.8 Distribución del recurso

Las cartas de distribución de la anchoveta se realizaron mediante el software SURFER (1991) realizando una interpolación entre los datos mediante la expresión :  $1/d^2$ , donde "d" corresponde a la distancia entre los datos a interpolar. Las cartas geográficas obtenidas de este modo, se presentan en forma de áreas de igual densidad ( $t/mn_2$ ), determinadas en cuatro categorías según la expresión  $75 * 2^{(n-1)}$ , donde "n" representa el nivel de la categoría, siendo  $0 < n \leq 4$  (Tabla 3). Adicionalmente, se presentan gráficos de mantos, que indican los niveles de densidad de las agregaciones de anchoveta detectada. En ambos tipos de gráficos se utilizan escalas de color que señalan los distintos niveles de densidad.

Tabla 3. Categorías por densidad

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

En el sentido batimétrico, la distribución de anchoveta se entrega en secciones verticales correspondiente a la longitud total de la transecta indicando la información de isolíneas de temperatura, salinidad, clorofila, densidad y mínima de oxígeno. Estas secciones fueron seleccionada para ambas subáreas, bajo un criterio de condiciones oceanográficas característica presentes en la zona de estudio.

### 6.3.9 Estimación de biomasa y su varianza

#### 6.3.10 Biomasa total y fracción recluta

##### a) Biomasa total

Un estimador para evaluar la biomasa (B) en la zona de estudio está dado por:

$$\hat{B} = A \times \hat{R} \times C_b$$

donde:

A = área de estudio en millas náuticas cuadradas

R = estimador de razón que mide densidad media por número de intervalos básicos de muestreo.

C<sub>b</sub> = coeficiente de ecointegración (t/mn<sup>2</sup>), determinada en base a un TS<sub>kg</sub> = -32,5 dB/kg.

El coeficiente de ecointegración se calcula según:

$$C_b = \frac{4\pi 10^{\left(\frac{TS_{kg}}{10}\right)^{-1}}}{1000}$$

Siendo la razón (R) correspondiente a las lecturas acústicas del ecointegrador (Sa) por I.B.M., calculándose según:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{I=1}^n X_I}{\sum_{I=1}^n Y_I}$$

donde:

n = número de transectas de la muestra

x<sub>i</sub> = densidad de la transecta i-ésima.

y<sub>i</sub> = número de I.B.M. en la transecta i-ésima.

#### b) Fracción recluta

La fracción en peso de los recluta para la zona de estudio, se calculó según:

$$\hat{B}_{RI} = \hat{B} \times \hat{P}_{RI}$$

donde:

B<sub>ri</sub> = biomasa en peso de los reclutas en toneladas

B = biomasa total de anchoveta en toneladas

P<sub>ri</sub> = porcentaje de los reclutas

Siendo P<sub>ri</sub> igual a:

$$\hat{P}_{RI} = \frac{\sum_{I=1}^{I_0} Y_I (k \leq k_0)}{\sum_{I=1}^{I_0} Y_I}$$

donde:

$Y_{l(k \leq k_0)}$  = peso de los reclutas en la captura del lance de pesca,  
donde  $K_0 = 12$  cm.

$P_l$  = peso total de la captura en el lance de pesca.

$l_0$  = número de lances

### 6.3.11 Varianza

#### a) Biomasa total

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra sistemática, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, la varianza de la biomasa se calcula mediante los métodos Conglomerados de Tamaño Desiguales (Hansen et al, 1954); Estratos Agrupados (Volter, 1985) y Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990).

De acuerdo a lo anterior los estimadores de la varianza de la biomasa estimada ( $B$ ), se expresa según :

$$\hat{V}(B) = A^2 \times \hat{V}_l(\hat{R})$$

i) Conglomerado de tamaño variable (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 es el número total de transectas en el área y

$$s_{xy} = \sum_{I=1}^n \frac{(x_I - \bar{x})(y_I - \bar{y})}{n-1}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_{I=1}^n \frac{x_I}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_{I=1}^n \frac{y_I}{n}$$

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

$$\left(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})}\right)$$

ii) Estratos agrupados (Volter, 1985)

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n} \frac{\hat{R}^2}{(n-1)} (s_x^2 + s_y^2 - 2 s_{xy})$$

donde:

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

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

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

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})})$$

iii) Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)

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

donde:

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

siendo  $R_i$  un estimador de razón obtenido de la  $i$ -ésima muestra de tamaño  $n$ , seleccionada con reposición de la muestra original y donde  $G$  representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para la biomasa B se encuentra dado por el método Percentil Corregido (PC).

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2Z'_0 - Z_\alpha) \} ; \hat{F}^{-1} \{ \phi(2Z_0 + Z_\alpha) \})$$

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

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob} (\hat{R}_x \leq \hat{R})$$

donde:

$$Z_0 = \phi^{-1} (\hat{F}(\hat{R}))$$

siendo  $\phi^{-1}$  la función inversa de la distribución normal estándar y  $Z_\alpha$  es el percentil superior de una normal estándar.

#### b) Fracción recluta

Varianza de la biomasa de reclutas

$$\hat{V} [ \hat{B}_{II} ] = \hat{B}^2 \hat{V} [ \hat{P}_{II} ] + \hat{P}_{II}^2 \hat{V} [ \hat{B} ] - \hat{V} [ \hat{P}_{II} ] \hat{V} [ \hat{B} ]$$

donde:

B = biomasa total de anchoveta en toneladas

$P_{II}$  = porcentaje de los reclutas

V B = varianza de la biomasa total

V  $P_{II}$  = varianza de la fracción de reclutas

y V  $P_{II}$  esta dada por :

$$V [\hat{P}_{II}] = \frac{1}{l_0} \frac{1}{\bar{Y}^2} [S_{Y(ksko)}^2 + \hat{P}_{II}^2 S_y^2 - 2\hat{P}_{II} \hat{S}_{Y, Y(ksko)}]$$

donde:

Varianza de los pesos de reclutas es:

$$S_{y(ksko)}^2 = \frac{1}{l_0 - 1} \left[ \sum_{l=1}^{l_0} Y_{l(ksko)}^2 - l_0 \bar{Y}_{(ksko)}^2 \right]$$

Varianza de los pesos por talla es:

$$S_y^2 = \frac{1}{l_0 - 1} \left[ \sum_{l=1}^{l_0} Y_l^2 - l_0 \bar{Y}^2 \right]$$

Covarianza de los reclutas y peso total es:

$$\hat{S}_{y y(ksko)}^2 = \frac{1}{l_0 - 1} \left[ \sum_{l=1}^{l_0} Y_l Y_{l(ksko)} - l_0 \bar{Y} \bar{Y}_{(ksko)} \right]$$

donde:

$l_0$  = número de lances

$Y$  = peso de la anchoveta

### c) Estimación del error (E%) y Coeficiente de variación (Cv)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utilizó el porcentaje de error y coeficiente de variación del estimado.

Porcentaje de error:

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

donde:

V(B) = Varianza de la abundancia

B = Abundancia

t = t de Student

$\alpha$  = nivel de confianza

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{V_x}}{X}$$

donde:

$V_x$  = varianza de la media

X = media muestral

### 6.3.12 Índice de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID)

El índice de cobertura indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, señalando el grado de agregación presentado por la especie al momento de la prospección. Este índice se calcula como :

$$IC = \frac{k}{z} * 100$$

La abundancia relativa se determina mediante el índice de densidad (I.D.), que indica la concentración de la especie en la aquellas observaciones acústicas que detectaron la presencia de este. Su estimación es de acuerdo a:

$$ID = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Sa_{ij} * \hat{C}_b$$

donde:

- k = número de observaciones acústicas con presencia de anchoveta
- z = número total de observaciones acústicas en el crucero
- Sa<sub>ij</sub> = lectura acústica en a i-ésima I.B.M de la j-ésima transecta.
- C<sub>b</sub> = coeficiente de ecointegración (t/mn<sup>2</sup>/Sa).
- IC = índice de cobertura (%)
- ID = índice de densidad (CV)

**6.4 Determinar la estructura de tamaños y pesos medios de los ejemplares que prevalecen durante el proceso de reclutamiento del recurso anchoveta en el litoral de la I y II regiones. (Objetivo 4.4)**

Se describe la metodología estadística para la estimación de la composición de las capturas de la flota contemporáneas al crucero; a pesar que no se contó con información debido a que la Subsecretaría de Pesca estableció la veda de reclutamiento para la anchoveta en

todo el litoral desde al límite norte del país hasta el paralelo 22°00 L.S. entre el 18 de diciembre de 1994 y el 18 de enero de 1995. (Decreto Nº 202 de 1994); situación que se desconocía cuando se elaboró la propuesta técnica del proyecto el 21 de octubre de 1994.

Se distinguen tres planes para el desarrollo de los diseños

- Plan de muestreo
- Plan operativo
- Plan de Procesamiento

#### Plan de muestreo

Cada plan de muestreo depende de la variable de estudio en directa relación con la modalidad de operación de las flotas que operan en la pesquería.

Los planes de muestreo consideraron diseños para muestreos en el mar (capturas) y para muestreos en puerto (desembarques). La distinción fue importante en la medida que se han observado diferencias en las tallas de capturas y desembarque, de este modo fue posible corregir diferencias en la composición de tallas a bordo y el desembarque en puerto por deterioro de los ejemplares pequeños.

#### - Estratificación

La zona de estudio abarca desde el límite norte del área 18°21'S hasta el límite sur de Antofagasta 26°00'S y desde la costa hasta donde opera la flota cerquera autorizada.

El área de estudio fue dividida en 4 zonas de pesca asociadas cada uno a un puerto base:

Arica : 18°21'S - 19°30'S  
Iquique : 19°30'S - 21°30'S  
Tocopilla : 21°30'S - 22°30'S  
Mejillones : 22°30'S - 26°00'S

Los estratos de interés para las estimaciones se definieron por la combinación zona - semana.

- Diseño muestral para la composición en talla

**Muestreo a bordo**

Se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico, donde las unidades de muestreo primaria fueron los viajes (barco) y las unidades de segunda etapa fue una submuestra aleatoria de ejemplares de las capturas tomadas en cada lance. La submuestra final fue el resultado de las sumas de la submuestra de los lances.

**Muestro en puerto**

Se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico, donde la unidad de muestreo primaria fueron los viajes y la unidad de muestreo secundaria correspondió a una submuestra de ejemplares proveniente del proceso de descarga en las plantas.

- Estimadores de la composición en talla

La forma general de los estimadores de los muestreos a bordo y en puerto son básicamente los mismos diferenciándose en el procesos de selección de la submuestra.

**Notación**

k : Índice de clase de talla  
l : Índice de la especie

- $t_{hi}$  : Número de 'viajes' muestra en el estrato h  
 $T_{hi}$  : Número total de 'viajes' en el estrato h  
 $n_{hli}$  : Número de individuos en el estrato h del 'viaje' i  
 $X_{hli}$  : Captura en número del 'viaje' i en estrato h  
 $n_{hki}$  : Número de individuos del 'viaje' i de la talla k en el estrato h  
 $w_{hli}$  : Peso total de la muestra en el 'viaje' i en el estrato h

Estimador de la composición en talla por estrato

$$p_{hik} = \frac{\sum_{i=1}^{t_{hi}} X_{hli} p_{hikl}}{\sum_{i=1}^{t_{hi}} X_{hli}}$$

Estimador de la varianza de  $p_{hik}$

$$\begin{aligned} \hat{V}(p_{hik}) = & \left( \frac{1}{t_{hi}} - \frac{1}{T_{hi}} \right) \frac{1}{t_{hi}-1} \sum_{i=1}^{t_{hi}} \frac{X_{hli}^2}{\bar{X}_{hi}^2} (p_{hikl} - p_{hik})^2 \\ & + \frac{1}{t_{hi} T_{hi}} \sum_{i=1}^{t_{hi}} \frac{X_{hli}^2}{\bar{X}_{hi}^2} \left( \frac{1}{n_{hli}} - \frac{1}{X_{hli}} \right) S_{hi}^2 \end{aligned}$$

donde:

$$\bar{X}_{hi} = \frac{1}{t_{hi}} \sum_{i=1}^{t_{hi}} X_{hli}$$

$$p_{hlik} = \frac{n_{hlik}}{n_{hli}}$$

$$S_{hi}^2 = \frac{1}{n_{hli} - 1} p_{hlik} (1 - p_{hlik})$$

$$X_{hli} = \frac{Y_{hli}}{W_{hli}}$$

$$\bar{W}_{hli} = \sum_{i=1}^{n_{hli}} \frac{W_{hli}}{n_{hli}}$$

Estimador del peso medio por individuo, estrato

$$\bar{W}_{hl} = \sum_{i=1}^{t_{hl}} \frac{X_{hli}}{\sum_{i=1}^{t_{hl}} X_{hli}} \bar{W}_{hli}$$

Estimador de la varianza de  $\bar{W}_{hl}$

$$\hat{V}(\bar{W}_{hl}) = \left( \frac{1}{t_{hl}} - \frac{1}{T_{hl}} \right) \frac{1}{t_{hl} - 1} \sum_{i=1}^{t_{hl}} \frac{X_{hli}^2}{\bar{X}_{hl}^2} (\bar{W}_{hli} - \bar{W}_{hl})^2$$

$$+ \frac{1}{t_{hl} T_{hl}} \sum_{i=1}^{t_{hl}} \frac{X_{h1i}^2}{\bar{X}_{hl}^2} \left( \frac{1}{n_{h1i}} - \frac{1}{X_{h1i}} \right) S_{h1i}^2$$

donde:

$$S_{h1i}^2 = \frac{1}{n_{h1i} - 1} \sum_{k=1}^k (w_{h1k} - \bar{w}_{h1i})^2 n_{h1ki}$$

$$w_{h1k} = a_{hl} \text{ long}_k^{b_{hl}}$$

Expansión al área total

Estimador de la composición por talla

$$p_{1k} = \sum_{h=1}^4 \frac{X_h}{\sum_{h=1}^4 X_h} p_{h1k}$$

Estimador de la varianza  $p_{1k}$

$$\hat{V}(p_{1k}) = \sum_{h=1}^4 \left( \frac{X_h}{\sum_{h=1}^4 X_h} \right)^2 \hat{V}(p_{h1k})$$

donde:

$$X_h = \frac{Y_1}{\bar{w}_1}$$

Siendo  $Y_1$  el desembarque total en peso durante la semana y  $w_1$  el peso medio de los ejemplares para el período semanal. El desembarque se considera un dato conocido y el peso medio se estima como:

$$\bar{w}_1 = \sum_{h=1}^4 \frac{X_h}{\sum_{h=1}^4 X_h} \bar{w}_{h1}$$

#### - Diseños Muestreales para los pesos medios a la talla

##### Muestreo a bordo

Se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico a la talla, donde las unidades de muestreo primaria fueron los viajes (barcos) y las unidades de segunda etapa fue una submuestra aleatoria de ejemplares de las capturas a una talla específica (K) tomada de cada lance. La submuestra final se obtuvo como producto de una suma de submuestras aleatorias de ejemplares a la talla k de cada lance.

##### Muestreo en Puerto

Se usó un diseño similar al anterior, donde la submuestra corresponde a los ejemplares del desembarque, seleccionados en un instante cualquiera del proceso de descarga.

##### Estimadores del peso medio a la talla

La estructura general de los estimadores a bordo y en puerto fueron los mismos.

### Notación

La notación es la misma que la presentada en el punto anterior y donde  $w_{hij}$  representa el peso del ejemplar  $j$  de la clase de talla  $k$ , del viaje  $i$ , en el estrato  $h$ .

Estimador del peso medio a la talla por estrato

$$\bar{w}_{h1k} = \frac{\sum_{i=1}^{t_{h1}} X_{h1i} \bar{w}_{h1i}}{\sum_{i=1}^{t_{h1}} X_{h1i}}$$

Estimador para la Varianza de  $w_{h1k}$

$$\hat{V}(\bar{w}_{h1k}) = \left( \frac{1}{t_{h1}} - \frac{1}{T_{h1}} \right) \frac{1}{t_{h1}-1} \sum_{i=1}^{t_{h1}} \frac{X_{h1i}^2}{\bar{X}_{h1}^2} (\bar{w}_{h1i} - \bar{w}_{h1})^2$$
$$+ \frac{1}{t_{h1} T_{h1}} \sum_{i=1}^{t_{h1}} \frac{X_{h1i}^2}{\bar{X}_{h1}^2} \left( \frac{1}{n_{h1i}} - \frac{1}{X_{h1i}} \right) S_{hwi}^2$$

donde:

$$\bar{X}_{h1} = \frac{1}{t_{h1}} \sum_{i=1}^{t_{h1}} X_{h1i}$$

$$\bar{w}_{h1l} = \frac{1}{n_{h1l}} \sum_{j=1}^{n_{h1l}} w_{h1jl}$$

$$\bar{w}_{hl} = \frac{\sum_{i=1}^{t_{hl}} \frac{X_{h1l}}{d_h} \bar{w}_{h1l}}{\sum_{i=1}^{t_{hl}} X_{h1l}}$$

$$s_{hw1}^2 = \frac{1}{n_{h1l}-1} \sum_{j=1}^{n_{h1l}} (w_{h1jl} - \bar{w}_{h1l})^2$$

Expansión al área total

Estimador de la composición por talla

$$\bar{w}_{1k} = \sum_{h=1}^4 \frac{X_h}{\sum_{h=1}^4 X_h} \bar{w}_{h1k}$$

Estimador de la varianza  $p_{1k}$

$$\hat{V}(\bar{w}_{1k}) = \sum_{h=1}^4 \left( \frac{X_h}{\sum_{h=1}^4 X_h} \right)^2 \hat{V}(\bar{w}_{h1k})$$

Coefficientes de variación e intervalos de confianza

1. Los coeficientes de variación se calculan siguiendo el procedimiento siguiente:

$$CV(\hat{\theta}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})}}{\hat{\theta}}$$

donde  $\hat{\theta}$ , representa cualquiera de los estimadores de talla y peso propuestos, en las etapas anteriores.

2. Los intervalos de confianza se obtienen, como

$$\left( \hat{\theta} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})} ; \hat{\theta} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})} \right)$$

donde  $z_{1-\alpha/2}$ : Representa el coeficiente asociado al nivel de confianza  $1-\alpha$  de un modelo de probabilidad normal estándar

**Tamaño de la muestra**

**Composición en talla**

Durante el año 1994 se llevó a cabo una experiencia de muestreo, para comparar la distribución de tallas de anchovetas por muestreo a bordo y en puerto.

Sin entrar en detalles ni análisis estadísticos mayores, dos grandes conclusiones se pueden deducir. Primero que hay una diferencia significativa en la composición de tallas principalmente a nivel de reclutas y tallas menores. Segundo que el muestreo en tierra muy al contrario de lo que se podía pensar presentó mayor cantidad de reclutas que los observados con muestreador a bordo.

Los resultados anteriores provienen de un diseño de experimento sin replicaciones de barco, sin embargo, la explicación de las diferencias detectadas corresponde a diferencias en la selección de las

muestras por posibles efectos de estratificaciones a bordo la que no se presentó en el muestreo en tierra debido a la homogeneización de las muestra en el proceso de descarga.

Atendiendo a estos resultados, se pensó en prestar especial atención a los procesos de selección de las muestras, para la cual se tenía considerado desarrollar una experiencia piloto con el objeto de verificar nuestras observaciones a fin de acometer las correcciones pertinentes en los procesos de toma de datos.

Se propuso iniciar el muestreo de primera etapa "viajes" con una cobertura del 30 al 40% de los viajes de la flota para posteriormente revisar la precisión de los estimados e implementar las correcciones necesarias. Las muestras de segunda etapa provenientes de submuestreos de las capturas se encuentran asociadas con un modelo multinomial. Se trata entonces de determinar un tamaño de muestrar, para una muestra aleatoria simple de una población multinomial tal que la probabilidad de al menos  $1 - \alpha$  de todas las proporciones a las tallas se encuentran simultáneamente dentro de una distancia específica de la proporción poblacional verdadera, es decir:

$$P_T = \left( \prod_{i=1}^k |p_i - \pi_i| \leq d_i \right) \geq 1 - \alpha$$

donde  $\Pi_i$  es la proporción de la población en la categoría  $i$ ,  $p_i$  es la proporción observada y  $k$  es el número de categorías.

Suponiendo  $d_i = d$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) y suponiendo  $d_i = d$  ( $i=1, \dots, k$ ) y desconocimiento del vector de parámetros poblacionales, Thompson, S, (1987) demuestra que el vector de parámetros más desfavorable que maximiza  $\Sigma \alpha_i$ , sujeto a  $\Sigma \pi_i = 1$  y  $0 \leq \pi_i \leq 1$  ( $i = 1, \dots, k$ ), tiene la forma de  $\pi_i = \frac{1}{m}$ , siendo  $m$  algún número de las categorías distinta

de cero con  $\pi_j = 0$  para el conjunto k-m restante de clases de talla. En este caso la ecuación del tamaño de la muestra es

$$n = \max_m Z^2 \frac{\left(\frac{1}{m}\right) \left(\frac{1-1}{m}\right)}{d^2}$$

donde Z es el percentil superior  $\left(\frac{\alpha}{2m}\right)$  de la distribución normal estándar, siendo m un entero. A continuación se presenta una tabla con tamaños de muestra n para estimar simultáneamente la composición por talla para una distancia (error)  $d = 0,05$  y riesgos  $\alpha$  (nivel de significancia).

$\alpha$	n
0,100	403
0,050	510
0,025	624
0,020	664
0,010	788

Cuando las muestra son tomadas en el mar durante mareas que duren varios días, estos tamaños de muestra estarán asociadas principalmente a la combinación viaje - zona de pesca más que a una combinación lance - zona de pesca, la razón de este fundamento tiene de base alcanzar un óptimo compromiso con las consideraciones prácticas de operatividad mencionadas en el punto anterior.

#### Peso medio a la talla

Se consideró desarrollar durante la primera semana un experimento de tipo piloto para estimar los tamaños de muestra necesarios.

### Plan operativo

#### - Antecedentes generales Monitoreo del Reclutamiento Anchoqueta, 1992-93

A Continuación se presenta una tabla resumen con antecedentes pertinentes, para la planificación de un diseño, provenientes del Monitoreo del reclutamiento anchoqueta 1992-1993, Peña et al. (1993).

Puerto-Area	Viajes (N)	Viajes muestra (n)	Captura Total (t)
Arica	203	59	9521
Iquique	124	84	13039
Tocopilla	38	28	5841
Mejillones	76	33	8203
Total	341	204	36604

#### - Distribución de Muestreadores por punto de Muestreo

Se utilizará un total de 12 muestreadores distribuidos de la forma siguiente:

Arica	(3)
Iquique	(5)
Tocopilla	(2)
Mejillones	(2)

#### Plan de procesamiento

Los datos que se recopilaron están contenidos en los formularios de Actividad de pesca por embarcación, Proporción de especie - frecuencia de longitudes y muestreo biológico.

Los datos fueron digitados, generando para cada uno de ellos los archivos de actividad por embarcación, muestreo de proporción de especies, frecuencia de longitud y muestreo biológico correspondientes.

Para el proceso de los datos se usó software de administración de base de datos, software estadístico y se generó un programa computacional ad-hoc.

**6.5 Determinar las condiciones oceanográficas asociadas al proceso de reclutamiento del recurso anchoveta en el litoral de la I y II regiones. (Objetivo 4.5)**

El área de estudio se dividió en dos subáreas. La primera zona estuvo comprendida entre las latitudes  $18^{\circ} 20'$  a  $19^{\circ} 20'$  S. y la segunda entre las latitudes  $20^{\circ} 45'$  y  $21^{\circ} 45'$  S. Con una extensión longitudinal máxima de 20 mn. Las estaciones de muestreo se realizaron a 1, 5, 10 y 20 mn de la costa, efectuándose 16 estaciones oceanográficas por zona, con un total de 32 estaciones para el crucero (Fig. 26 y Tabla 23 y 24).

Los registros verticales de temperatura, salinidad y fluorescencia se obtuvieron con un sistema de perfilación de temperatura, salinidad (CTD, Neil Brown Mrk III) y fluorescencia (fluorómetro SeaTech), adosados a un sistema de muestreo tipo Roseta (General Oceanics) equipada con botellas Niskin de 5 l de capacidad. Se obtuvo muestras de agua para análisis discreto, en las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75 y 100 m.

Los registros de temperatura fueron comparados con datos discretos obtenidos con termómetros de inversión y la salinidad fue analizada con el método de inducción (UNESCO, 1981). Para este crucero no se observó desviaciones de importancia en ningún sensor continuo, por lo que no fue necesario aplicar un factor de corrección.

Tabla 23. Estaciones realizadas por transecta en la subárea I

Transecta	Fecha	Hora	Estación	Latitud (S)	Longitud (O)
1	080195	0540	1	21 ° 45.1'	70° 31.1'
1	080195	0758	2	21 ° 45.0'	70° 19.9'
1	080195	0901	3	21 ° 45.1'	70° 14.4'
1	080195	0957	4	21 ° 45.1'	70° 10.3'
3	090195	0525	5	21 ° 25.0'	70° 25.4'
3	090195	0737	6	21 ° 25.0'	70° 14.6'
3	090195	0833	7	21 ° 25.0'	70° 09.1'
3	090195	0923	8	21 ° 25.1'	70° 04.4'
5	100195	0525	9	21 ° 05.0'	70° 28.8'
5	100195	0726	10	21 ° 05.0'	70° 18.1'
5	100195	0820	11	21 ° 05.1'	70° 13.0'
5	100195	0924	12	21 ° 05.8'	70° 08.8'
7	100195	1627	13	20 ° 45.0'	70° 33.2'
7	100195	1830	14	20 ° 45.1'	70° 22.3'
7	100195	1920	15	20 ° 45.0'	70° 17.1'
7	100195	2008	16	20 ° 45.0'	70° 13.0'

Tabla 24. Estaciones realizadas por transecta en la subárea II

Transecta	Fecha	Hora	Estación	Latitud (S)	Longitud (O)
8	150195	0558	17	19 ° 21.1'	70° 16.8'
8	150195	0718	18	19 ° 21.0'	70° 20.7'
8	150195	0814	19	19 ° 21.0'	70° 26.3'
8	150195	0940	20	19 ° 21.1'	70° 36.8'
10	160195	0615	21	19 ° 01.0'	70° 20.0'
10	160195	0720	22	19 ° 01.0'	70° 24.2'
10	160195	0813	23	19 ° 01.0'	70° 29.5'
10	160195	0938	24	19 ° 01.1'	70° 39.8'
12	160195	1450	25	18 ° 41.0'	70° 21.5'
12	160195	1540	26	18 ° 41.0'	70° 25.6'
12	160195	1638	27	18 ° 41.0'	70° 30.5'
12	160195	1800	28	18 ° 41.1'	70° 41.0'
14	170195	1200	29	18 ° 23.0'	70° 41.2'
14	170195	1350	30	18 ° 23.1'	70° 30.9'
14	170195	1445	31	18 ° 23.0'	70° 25.1'
14	170195	1520	32	18 ° 23.0'	70° 22.5'

El cálculo de densidad, como sigma-t, se realizó con la ecuación internacional de estado de agua de mar (Millero y Poisson, 1981).

La concentración de oxígeno disuelto se cuantificó con la metodología descrita por Carpenter (1965). Los cálculos de saturación de oxígeno y producción o utilización aparente de oxígeno (AOU/AOP) fueron realizados según los algoritmos descritos en Weiss (1970).

Las muestras para el análisis de clorofila a (cloa) se obtuvieron filtrando muestras de volúmenes aproximados de 250 ml, utilizando filtros MFS de 1,2  $\mu$ m de tamaño nominal de poro, la filtración se realizó con un sistema de vacío suave (ca. 100 mm Hg). La extracción de la cloa se realizó pasivamente con acetona al 90 % en oscuridad por 12 horas a 2°C. La cuantificación de las muestras se realizó con el método fluorimétrico descrito en Parsons et al. (1984), utilizando un fluorómetro Turner Designs, modelo 10 AU, la configuración de la lámpara y los filtros de excitación y emisión fue la sugerida por los fabricantes. La calibración del equipo se realizó con un estándar de clorofila a puro (Sigma Chemicals).

Los registros horizontales de temperatura, salinidad y fluorescencia, fueron obtenidos cada 1 minuto, aproximadamente, utilizando un sistema de muestreo horizontal, cuya toma de muestra se encuentra a 3 m de profundidad. Estos registros fueron utilizados para identificar la posición y la intensidad de los frentes costeros.

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Aproximación metodológica

#### 7.1.1 Descripción del ciclo vital de la anchoveta

La anchoveta Engraulis ringens se distribuye en el Pacífico Sur Oriental desde Zorritos en el Perú ( $4^{\circ}30' S$ ) hasta Chiloé ( $42^{\circ}30' S$ ) (Serra et al., 1979). Pauly y Tsukuyama (1987), utilizando antecedentes tróficos establecieron la presencia de 2 stock. Uno en la parte centro - norte Peruano y otro en el sur de Perú y Norte de Chile. Al respecto las evaluaciones del stock actuales consideran esta separación geográfica que ha sido integrada por los institutos de investigación pesquera IMARPE (Perú) e IFOP (Chile), en el grupo de trabajo de evaluación de stock de pelágicos pequeños (GTE, 1992, 1993 y 1994).

Existe información biológico - pesquero y de cruceros bio-oceanográficos que avalan las separaciones como las segregaciones espacial de abundancia, zonas de captura, áreas de desove y estructura demográfica y temporalidad de reclutamiento.

Estudios electroforéticos de la sangre en anchoveta han indicado que existen migraciones diferenciales de las proteínas de la sangre lo cual evidenciaría posibles subpoblaciones a lo largo de nuestra costa (Simpson y Schlotfeldt, 1968); esta información en la actualidad no ha sido mayormente estudiada.

Considerando los antecedentes bibliográficos y nuestros resultados podemos resumir su ciclo vital de la siguiente manera:

La anchoveta tiene un ciclo de vida complejo con sobreposición de generaciones, la estructura demográfica está compuesta por cinco clases anuales o cohortes las cuales se esquematiza en la figura 2 como  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ ; donde  $a_5$  representa la clase anual más vieja

en la pesquería. Para la asignación de las clases anuales se considera el estudio de edad y crecimiento de Aguayo (1976). El proceso reproductivo y los estados de madurez fueron estudiados por Simpson y Gil (1967) quienes determinaron la longitud de primer desove a los 12.5 cm; antecedentes más recientes han estimado en 12.0 cm esta longitud (GTE 1993,1994) lo cual coincide con la longitud crítica de la cohorte.

El stock desovante esta compuesto por todos los ejemplares maduros de los grupos de edad a1,a2,a3,a4 y a5 (Barría, 1995). El stock desovante genera una producción anual de huevos que es variable interanualmente y producto de la sobrevivencia de los huevos y larvas se determina la fortaleza de la clase anual y la intensidad del reclutamiento. El proceso de reclutamiento se produce aproximadamente entre los 6 a 8 meses en el período comprendido de noviembre a marzo.

La estrategia reproductiva es la siguiente; tiene dos períodos de reproducción, uno en febrero - marzo y otro más extenso entre julio - noviembre. Este último período reproductivo ha sido descrito como el desove principal de invierno primavera (Simpson y Gil,1967; Garrido, 1989; Martínez et al, 1995). Este patrón reproductivo se modifica al cambiar las condiciones ambientales. En relación al área de desove, es extensa y abarca desde Arica al sur de Antofagasta y se amplía o reduce de acuerdo a los patrones de circulación oceanográficos (Rojas et al.,1983; Rojas y Oliva,1993).

Generalmente existe una mayor concentración de huevos y larvas frente a Arica y en la desembocadura del río Loa (Castillo et al, 1994). Durante la época reproductiva, los cardúmenes de anchoveta confluyen a estas zonas y las anchovetas de mayor tamaño inician el proceso de desove siendo seguidas por las menores, esto se aprecia en el proceso reproductivo de verano. Cabe mencionar que esto se observa durante épocas en que el stock de anchoveta está deprimido. En las actuales condiciones se registra la mayor producción anual de

huevos de la historia de la pesquería que abarca desde Arica hasta Huasco, con una mayor producción en la zona de Arica (Braun, 1995).

La proporción de cardúmenes es variable, el desove se produce en el atardecer y los ovocitos son fertilizados externamente. Los estadios de los huevos han sido descritos por (Fisher 1958, Einarsson y Rojas de Mendiola, 1963). Los huevos eclosionan a los pocos días dependiendo de la temperatura ambiental y dan origen a una pre-larva.

Con respecto a la distribución batimétrica (Sameoto, 1981), señala que las larvas de sardina y anchoveta se encuentran segregadas a profundidades diferentes. Al igual que otros peces durante el primer año de vida se produce su mayor mortalidad (Blaxter y Hunter, 1982) y los huevos y larvas son afectados por los procesos de transporte de masas de agua (Bakun y Parrish, 1982).

Actualmente se desconoce la conducta reproductiva de los cardúmenes y los procesos que gatillan el proceso reproductivo.

En el presente proyecto se consideran reclutas a todos los ejemplares entre 6 y 12 cm. de longitud total.

Existen un conocimiento importante en relación a las zonas de desove de la anchoveta y al tamaño del stock desovante estructura, fecundidad, proporción sexual, talla de primera madurez, talla de primer desove, etc. lo cual permite cuantificar anualmente la producción anual de huevos. Sin embargo, las zonas de desove se extienden desde la costa hasta las 80 millas náuticas, siendo aún más extenso la distribución de larvas de anchoveta debido a los fenómenos de transporte. Sin embargo el 50% del desove de anchoveta se produce desde la costa hasta las 10 mn (Braun, 1995). A pesar de este conocimiento se desconoce los procesos de generación de cardúmenes y los mecanismos físicos que permiten la formación de una clase anual fuerte o débil y los factores claves del proceso (factores densodependientes o independiente que afectan la fortaleza del reclutamiento).

Los antecedentes que existen sobre la distribución espacial de los reclutas y prereclutas es que estos se encuentran en la zona costera. Los prereclutas se ubican en la zona costera asociados al intermareal y durante la actividad diaria tienen migraciones nictemerales, en las cuales salen a las zonas oceánicas en el atardecer. Respecto a los reclutas estos forman cardúmenes y layer que pueden ser identificados por los equipos acústicos. Los antecedentes anteriores sobre la distribución espacio-temporal fueron corroborados en el presente crucero en la prospección hidroacústica particularmente en la zona costera de la subárea I en la cual los reclutas estuvieron entre la costa y las 5 mn de la costa.

#### 7.1.2 Patrones espaciales y temporales del ciclo vital

##### Distribución espacial de los reclutas

El desove del stock de anchoveta ocurre en la zona norte de Chile y sur de Perú. Sin embargo la zona chilena es la zona principal que cubre a lo menos el 70 % del total. El desove ocurre principalmente dentro de las primeras 10 mn en la cual más del 50% y 70% de huevos y larvas se encuentran en esta área (Braun,1995). Una vez eclosionados los huevos, las larvas son transportadas por las masas de agua hacia la zona oceánica y las post larvas migran progresivamente hacia la zona costera, las que se constituyen en la zona de crianza. La distribución de las postlarvas es muy costera, franja de media milla o menos. En algún momento los pre-reclutas comienzan a realizar migraciones nictemerales en el sentido oeste-este. Durante el atardecer salen del "refugio" costero dispersándose en las primera millas para alimentarse, para volver al amanecer. Es probable que la distancia de alejamiento de la costa sea función del tamaño (edad). Cabe señalar que el conocimiento sobre este proceso era cualitativo y general al inicio del crucero pero los resultados de las evaluaciones hidroacústicas constatan que en la subárea I donde predominaron los reclutas es importante considerar su actividad

diaria para planificar las evaluaciones hidroacústicas efectuadas en las bahías.

La distribución geográfica de la anchoveta en el norte de Chile mantiene un patrón histórico; de acuerdo a Brandhorst y Rojas (1967) señalan que la zona de Arica durante los meses de enero febrero y marzo 1962 ingresaron reclutas a la pesquería asociados a la franja costera de las 5 mn. Siendo también importante en la región sur la zona de estudio, identificada en la II Región.

El sector de Arica también se caracteriza por ser un foco de desove importante de la anchoveta donde confluyen los ejemplares del sur del Perú y norte de Chile (Simpson y Gil, 1967). Además de la conformación geográfica se produce una circulación particular siendo un foco de desove importante al igual que las proximidades del río Loa que se caracteriza por presentar reclutas de anchoveta (Bahamondes y Baros, 1993).

#### Distribución temporal del reclutamiento

El reclutamiento de la anchoveta a la pesquería comienza a producirse en noviembre. Este proceso abarca principalmente hasta marzo (ver Buzeta 1965). La biomasa de reclutas de anchoveta en la zona norte crece por el crecimiento somático de las anchovetas hasta alcanzar un máximo a los 12.0 cm (talla crítica), a partir del cual comienza a disminuir debido a la mortalidad natural y por pesca y a la emigración de la anchoveta de ella hacia el sur de Perú. Serra (1975) describe el ciclo migratorio de la anchoveta en la Zona Norte, el que comienza con el movimiento de los reclutas hacia el norte en algún momento avanzado del verano.

Los monitoreos de la anchoveta efectuados en los últimos años indican que se manifiesta de manera estacional hacia inicio del mes de noviembre en el Norte de Chile y su situación se va trasladando en forma espacial hacia el sur. Estos resultados fueron establecidos

por (Barría, 1989), en la cual se constató que el proceso tenía una componente espacial importante. No obstante la información analizada como proviene de la flota cerquera industrial tiende a minimizar la fortaleza de los reclutas (ver comparación de estructuras de longitud entre artes de pesca). Sin embargo, Martínez et al, (1995) señalan y refuerzan las conclusiones anteriores en el sentido que el reclutamiento tiene una fuerte componente espacio - temporal. Los resultados del presente crucero señalan que el proceso no es homogéneo en el Norte de Chile.

El reclutamiento de la anchoveta durante 1994 comenzó a manifestarse a inicios de noviembre en Arica, constatándose un 63 % de ejemplares en las capturas industriales, esta condición se mantuvo durante todo el mes, posteriormente el reclutamiento se manifestó en los puertos de Tocopilla y Mejillones en diciembre con su porcentaje superior al 25 %.

La Subsecretaría de Pesca estableció una veda de reclutamiento para la anchoveta en todo el litoral comprendido desde el límite norte del país hasta el paralelo 22°00' L.S. entre el 18 de diciembre de 1994 y el 18 de enero de 1995. (Decreto N° 202 de 1994).

A Partir del 19 de enero y hasta el 26 de febrero se mantuvo la veda del reclutamiento, solo en la zona de 5 millas marinas costeras comprendidas entre el límite norte del país y el paralelo 22° L.S. (Martínez et al, 1995).

El proceso de reclutamiento también se extiende hacia el sur del área de estudio, constatándose su presencia en Caldera y Coquimbo.

Cabe mencionar que se evidencia un desplazamiento temporal y la estructura demográfica es diferente. Es decir, en la zona Arica - Antofagasta existe una mayor presencia de reclutas en las capturas industriales, a diferencia de Caldera y Coquimbo donde su incidencia es menor y predominan ejemplares adultos en sus capturas. No obs-

tante lo anterior, durante el crucero de reclutamiento 05 al 20. 01. 1995, se constató una gran segregación espacial de los reclutas siendo éstos mas abundantes al sur de Iquique y con escasa presencia en el Norte.

### 7.1.3 Modificación de patrones espaciales y temporales

La distribución geográfica de la anchoveta en el norte de Chile se encuentra asociada con aguas frías de las surgencias costeras. Durante el verano las surgencias costeras generan un gradiente térmico bastante pronunciado fuera de la costa quedando bastante contraído el stock de anchoveta. Por otra parte se observa al sur de la zona de estudio la intrusión de masas de aguas oceánicas al norte de la península de Mejillones que generalmente alteran la distribución espacial de la anchoveta, siendo baja su presencia en dicha zona.

Es decir, los procesos de surgencia costera determinan en gran proporción el habitat de la anchoveta y sus modificaciones de los patrones de circulación por eventos como El Niño producen un gran impacto en la distribución espacial de esta especie. Modificaciones de la distribución espacio-temporal de huevos y larvas se encuentran documentadas por Braun (1995) y cambios experimentados por la actividad extractiva se han mencionado por Martínez et al. (1995).

Respecto a los efectos del fenómeno El Niño en el stock de anchoveta se pueden sintetizar en una desaparición de los cardúmenes en el área de la pesquería, situación que ocurrió en El Niño 1982-83 y 1987 y cambios en la disponibilidad del recurso frente a las costas de Chile (Barría, 1995). En relación a la distribución batimétrica de la anchoveta durante el fenómeno del El Niño los cardúmenes tienden a concentrarse en el borde costero donde se producen fenómenos de surgencia y también se encuentran a profundidades mayores a los 30 m.

Los antecedentes de la actividad extractiva de la flota cerquera industrial indican que el proceso de reclutamiento se inicia en noviembre en el norte de Chile y posteriormete se traslada en forma temporal como una onda hacia la zona sur, situación que se constata a través del monitoreo de la fracción de reclutas en los desembarques. La evolución de estos índices en los puertos de Arica, Iquique, Tocopilla y Mejillones, señalan que la época apropiada para la realización del crucero es desde noviembre al 15 de diciembre.

Sin lugar a dudas que la fortaleza del reclutamiento de la anchoveta que detecte el crucero hidroacústico esta afectado por las variaciones de la dinámica temporal, debido a que este proceso tiene máximos locales que se desplazan en forma latitudinal. Sin embargo para propósitos de establecer un índice de la fortaleza del reclutamiento y posteriormente se utilice en calibrara otros méodos de evaluación de stock se debe estandarizar en base temporal , es decir los cruceros de investigación se deben efectuar todos los años en una misma época. es posible que fenomenos oceanográficos alteren los patrones del ciclo vital de igual manera que otros indicadores biológicos, no obstante se debe analizar este aspecto con mayor información y detalle de manera de relacionar la fecha de ingreso de reclutas, su abundancia relativa con variables ambientales (i.e temperatura, etc), de manera de tener un modelo que permita estandarizar las fortalezas de los reclutamientos.

#### 7.1.4 Taller metodológico

El taller metodológico de evaluación acústica se efectuó en la ciudad de Valparaíso desde el 30 de octubre al 3 de noviembre de 1995.

Este taller contó con la presencia del experto noruego en evaluación acústica Dr. Ole Arve Misund del Institute of Marine Research, de Bergen, Noruega.

Respecto a los resultados del taller se encuentran en el Anexo 1.

## 7.2 Cuantificación y distribución del recurso

### 7.2.1 Calibración electroacústica

La evaluación acústica se realizó con la frecuencia de 38 KHz y secundariamente, en carácter de apoyo se usó la frecuencia de 120 KHz. La escala de sondeo fue de 0 a 100 metros, con una longitud de pulso de 1,3 m/seg para la frecuencia de trabajo (38 KHz); la razón de sondeo fue de 1/seg y la potencia de salida del equipo de 2.000 Kw.

Las condiciones meteorológicas y oceanográficas apropiadas, permitieron obtener resultados confiables en las mediciones para las frecuencias de 38 y 120 KHz, en los pulsos corto, medio y largo.

Los resultados se presentan en las Tabla 4 y 5, junto a valores determinados en calibraciones anteriores realizadas en Mejillones, para las distintas longitudes de pulso y sus respectivos anchos de banda, en las frecuencias de 38 y 120 KHz.

Tabla 4. Resultados de las calibraciones electroacústicas del EK - 500 del B/I Abate Molina para la frecuencia de 38 Khz, por longitud de pulso (ms).

LUGAR (FECHA)	Ts - Trans gain			Sv - Trans gain		
	longitud de pulso (mseg)					
	0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
Valparaíso (20/06/93)	26,8	27,9	27,9	26,9	27,5	27,6
Valparaíso (09/11/93)	26,5	27,2	27,4	26,9	27,2	27,6
Mejillones (27/02/94)	26,0	27,0	27,0	26,1	26,7	27,0
Valparaíso (13/07/94)	25,7	26,5	26,5	25,8	26,3	26,7
Mejillones (06/07/95)	27,0	27,9	27,8	27,1	27,7	28,1
Valor promedio	26,4	27,3	27,3	26,6	27,1	27,4
Desviación	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

**Tabla 5.** Resultados de las calibraciones electroacústicas del EK - 500 del B/I Abate Molina para la frecuencia de 120 Khz, por longitud de pulso (ms).

LUGAR (FECHA)	TS - Trans gain			Sv - Trans gain		
	longitud de pulso (mseg)					
	0,1	0,3	1,0	0,1	0,3	1,0
Valparaíso (20/06/93)	24,1	25,1	25,7	24,5	24,8	25,7
Valparaíso (09/11/93)	24,2	25,0	24,8	24,8	24,9	25,7
Mejillones (27/02/94)	24,8	25,6	25,6	25,2	25,3	25,6
Valparaíso (13/07/94)	24,0	25,3	25,3	25,3	25,0	25,5
Mejillones (06/07/95)	24,6	25,6	25,7	24,9	25,2	25,7
Valor promedio	24,3	25,3	25,4	24,9	25,0	25,6
Desviación	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1

En general, los resultados históricos de las calibraciones presentan variaciones inferiores a +/- 0,5 dB, indicando que el equipo ha presentado un comportamiento estable en el tiempo.

### 7.2.2 Calibración de intensidad de blanco (TS)

#### a) Intensidad de blanco con peces muertos (congelados)

Los resultados alcanzados mediante este procedimiento presentaron valores de TS variables para un mismo ejemplar, observando la

fluctuación (10 dB) en la talla de 14.5 cm (Fig. 3). Las réplicas de las mediciones presentaron una clara inconsistencia con las mediciones consideradas patrones, registrando importantes incongruencias entre ambos grupos de mediciones.

Esta situación aparentemente se debió a dos factores:

- pérdida de textura de la piel debido al proceso de congelamiento previo a la medición y posterior descongelamiento durante la medición de los ejemplares utilizados y,
- pérdida de las características reflectantes de los peces, por cambio en el volumen de aire en la vejiga gaseosa y en el número de escamas, producidas durante la captura.

Esta situación impidió utilizar estos resultados para establecer una relación funcional entre la intensidad de blanco y la longitud de la anchoveta, razón por lo cual fueron descartados.

No obstante lo anterior, se considera recomendable repetir estas experiencias utilizando muestras capturadas con un arte de pesca menos estresante que el arrastre a media agua, de tal modo que los ejemplares a utilizar en las mediciones se encuentren vivos antes de ser preservados. El medio de preservación debe mantener inalterables las condiciones físicas de los peces, lo que podría lograrse con la aplicación de un anestésico previo al congelamiento.

#### b) Intensidad de blanco "in situ"

De los 24 lances con pesca realizados en el crucero con fines de reconocimiento de especies, en 20 se realizaron mediciones del TS in situ de anchoveta con 38 Khz y pulso medio.

Es necesario mencionar que las faenas de pesca fueron controladas mediante el sistema EK-500 con la frecuencia y longitud de pulso de

trabajo utilizada en la prospección, motivo por el cual y debido a factores de carácter operativo no fue posible variar la frecuencia o la longitud de pulso durante la ejecución del lance.

Los resultados alcanzados en las mediciones realizadas durante los lances de pesca se presentan en las figuras 4 a 7. La figura 8 presenta la relación de los valores centrales de los TS respecto a la longitud de los peces capturados, apreciándose la inexistencia de tendencia en la información para intentar su ajuste a una regresión. Por otra parte, se observa que los TS registrados durante los lances realizados en el día, fueron alrededor de 10 dB menores que los observados durante la noche. Estos resultados sugieren que durante el día, los peces reaccionaron al ruido del barco y del arte de pesca (vibración de los cables y portalones), aumentando su profundidad y su ángulo corporal respecto del haz acústico, situación que afecta en forma importante los valores de TS medidos (Nakken y Olsen, 1977; Buerkle, 1987; Mac Lennan et al, 1990; Soule et al, 1995) lo que se explicaría por las agregaciones en cardúmen adoptadas por la anchoveta en el día, condición que aumenta la sensibilidad a estímulos externos de los individuos que componen el cardúmen (Soule et al, 1995). La mayor dispersión de los peces en estratos nocturnos aparentemente reduce esta capacidad de reacción individual, permitiendo que el haz acústico incida en forma perpendicular al plano longitudinal de los peces.

Por otra parte, la inexistencia de relación entre los resultados de TS y longitud alcanzados durante los lances nocturnos sugieren la ocurrencia de sobreposición de ecos, determinada por el comportamiento altamente gregario de los peces y por el nivel de resolución del equipo.

Con el fin de establecer esta situación y considerando que la resolución vertical del ecosonda depende de la longitud de pulso, se obtuvo, en forma simultánea, información comparativa entre los TS

detectados por las frecuencias de 38 y 120 Khz en sus diferentes longitudes de pulso.

Es así como se definieron 3 zonas de alta densidad de anchoveta juvenil, para realizar las experiencias de recolección nocturna de los TS, asignadas a los lances 12, 13 y 32. Los lances de pesca tendientes a obtener las muestras de longitudes de los ejemplares, se efectuaron inmediatamente antes o después de la recolección de los TS.

Considerando inapropiado efectuar un ajuste de regresión con solo 3 puntos, se incluyeron los resultados obtenidos en experiencias similares durante los cruceros MONOR 9311, 9402 y 9405, realizados en noviembre de 1993 y; febrero y mayo de 1994, respectivamente. Dados los períodos de los cruceros de primavera de 1993 (9311) y verano de 1994 (9402) y teniendo presente que las experiencias se efectuarán en áreas costeras que no superaron las 5 mn, es posible considerar que dicha información corresponde a la fracción recluta de anchoveta (Braun et al, 1995). La información recolectada en el otoño de 1994 (MONOR 9405) fue incluida con el fin de ampliar el rango de la ecuación de regresión a ejemplares con tallas mayores.

Con el fin de evitar que las señales remitidas por los peces en las mediciones nocturnas, se enmascarara por la presencia de plancton, se utilizó un umbral de -65 dB.

Los valores de TS obtenidos en 38 Khz fluctuaron entre -37 a -45 dB para el pulso largo, -37 a -63 para el pulso medio y -40,5 a -60 dB para el pulso corto. Con 120 Khz, los TS variaron entre -39 a -65 dB para el pulso corto, -41,5 a -54,5 en pulso medio y -39 a -64 dB en pulso corto.

Los resultados alcanzados, en general, indican un mayor número de blancos resueltos a medida que disminuye la longitud de pulso, como se observa en forma típica en el lance 13 (RECLAN 9501), donde el número de blancos de la moda principal obtenida con 38 Khz aumenta

de 3 para el pulso largo a 16 con pulso corto, en tanto para 120 Khz el incremento de blancos entre pulso largo y corto, fue de 1 a 56 (Fig. 9).

Estos resultados son congruentes con la teoría y los principios de diseño de los equipos acústicos puesto que el nivel de resolución vertical del pulso corto a 120 Khz es de 7,5 cm, mientras que en el 38 Khz, es de 22,5 cm. Dados estos niveles de resolución, la detección de un blanco aislado en el ecosonda debe corresponder a peces que se encuentren separados verticalmente a una distancia mayor o igual a la altura del pulso utilizado, en el caso en que la distancia vertical entre los peces sea inferior a la longitud de pulso, la ecosonda lo considera como un solo blanco.

En la figura 10. se presentan las relaciones de los TS medidos respecto a la longitud de los peces para 38 y 120 Khz en las tres longitudes de pulso, observándose que el único grupo de datos que presentó una tendencia factible de ajustar a una regresión fueron los correspondientes al pulso corto de las dos frecuencias utilizadas.

Las ecuaciones de calibración entre el TS y el Log de la longitud total de anchoveta y peso, obtenidas mediante el ajuste a una regresión lineal simple se entregan en la Tabla 6.

Tabla 6. Ecuaciones de regresión ajustadas a los datos, por longitud de pulso corto de las frecuencias 38 y 120 Khz.

Frecuencia	pulso	Ecuación	r <sup>2</sup>	N
38	corto	TS=-71.98+27.18 log (L)	0.95	6
		TS=-54.41+ 8.51 log (w)	0.93	6
120	corto	TS=-64.97+18.09 log (L)	0.54	5
		TS=-51.72+ 5.05 log (w)	0.44	5

Teniendo presente que en general el TS es proporcional al cuadrado de la longitud (Foote, 1987) y con el fin de hacer comparativos los resultados alcanzados en estos experimentos con los entregados para especies similares, se aplicó el procedimiento recomendado por Foote (1987), con lo que se expresó la ecuación de calibración a la forma general.

$$TS = a + 20 \log (L).$$

De este modo, las regresiones transformadas se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Ecuaciones de regresión estandarizadas a TS= a+ 20 log(L)

Frecuencia	pulso	Ecuación
38	corto	TS = -66.25 + 20 log (L)
120	corto	TS = -67.07 + 20 log (L)

El análisis de las mediciones del TS in situ de anchoveta juvenil con las frecuencias de 38 y 120 Khz en pulsos cortos, medio y largo, permitieron establecer que debido a las características de resolución vertical de estas frecuencias y considerando el comportamiento altamente gregario de la anchoveta, los mejores resultados se alcanzaron con pulso corto, particularmente con 120 Khz, obteniéndose una regresión solo con los pulsos cortos de ambas frecuencias.

Es importante señalar que las mediciones con 120 Khz, se realizaron con el fin de establecer el nivel de discriminación de blancos resueltos en forma comparativa con la frecuencia de 38 Khz, puesto que por diseño del equipo la longitud de pulso corto de 120 Khz es inferior que la de 38 Khz. En todo caso y debido a la mejor capacidad de penetración del sonido (Clay, 1990) la prospección se realizó con 38 Khz, dichas características han determinado que esta frecuencia sea la de mayor uso en evaluaciones acústicas de peces (Foote, 1987; Foote 1986 y Simmonds et al, 1987).

Debido a que no se dispone de antecedentes de las relaciones funcionales entre el TS y la longitud de anchoveta por otros autores, las comparaciones se realizarán con especies similares (Tabla 8).

Tabla 8. Relaciones funcionales de TS respecto a la longitud de los peces, según diversos autores.

Especie	Relación funcional	Talla (cm)	Frec. (Khz)	Autor
Herring	$TS = -56,8 + 13,6 \log (L)$	8-39	38	Nakken, 1977
Herring	$TS = -75,5 + 21,7 \log (L)$	9-33	38	Halldorsoon 1983
Herring	$TS = -71,2 + 20 \log (L)$	.	38	ICES 1983
Herring (N)	$TS = -72,6 + 20 \log (L)$	10-32	38	Degnbol 1985
Herring	$TS = -70,8 + 20 \log (L)$		38	Degnbol 1985 (1)
Herring	$TS = -73,6 + 20 \log (L)$		38	Forbes 1985
Herring (D)	$TS = -69,5 + 20 \log (L)$	10-32	38	Foote 1987
Herring (D)	$TS = -69,1 + 20 \log (L)$	16-31	38	Foote 1987
Herring (N)	$TS = -72,5 + 20 \log (L)$	16-31	38	Foote 1987
Sprat	$TS = -60,8 + 17,2 \log (L)$	5-19	38	Nakken, 1977
Sprat	$TS = -81,3 + 20 \log (L)$	6-26	70	Rudstam 1988
Sprat (D)	$TS = -67,2 + 20 \log (L)$	6,6-17,6	38	Foote 1986
Sprat (N)	$TS = -70,6 + 20 \log (L)$	6,6-17,6	38	Foote 1986
Anchoveta (N)	$TS = -57,84$	7,5	38	Barange et al, 1994
Anchoveta (N)	$TS = -57,73$	7,34	38	Barange et al, 1994
Anchoveta (N)	$TS = -68,8 + 20 \log (L)$	5-10	70	Ruí de Paula 1985
Anchoveta (N)	$TS = -51,3$	10,2	38	Madirolas 1991

(D) : Mediciones diurnas

(N) : Mediciones nocturnas

Las ecuaciones de regresión alcanzadas en el presente proyecto respecto a las obtenidas por otros autores en mediciones nocturnas de Herring fueron entre 3,7 y 7,4 dB mayores (Tabla 8) y entre 2,8 y 3,3 dB mayor que las mediciones diurnas. De igual modo, los resultados nocturnos de sprat, informados por Foote et al (1986), fueron alrededor de 4,3 dB inferiores que los alcanzados en el presente caso. Es importante hacer notar que los resultados alcanzados en el presente caso, se acercan a los valores alcanzados en algunos gádidos (Ona y Hansen, 1986) (Foote, 1987).

Barange et al (1994) es uno de los pocos autores disponibles en la bibliografía que entrega resultados de las mediciones de TS de anchoveta, este autor realizó mediciones in situ del TS de anchoveta del cabo (*Engraulis capensis*) de 7,5 y 7,34 cm de longitud, utilizando la frecuencia de 38 Khz en pulso medio, siendo entre 8,8 y 9,6 dB menores que los obtenidos según las ecuaciones ajustadas en el presente caso (Tabla 6 y 7).

Es necesario resaltar la escasa información disponible de los TS in situ de anchoveta, especie que presenta un comportamiento gregario que dificulta su medición como blanco resuelto, problema que es común en las investigaciones tendientes a ajustar este parámetro. Al respecto, Hampton (1987) en las prospecciones acústicas de reclutas de anchoveta en la costa sudafricana, utiliza la ecuación  $TS_{kg} = -20,9 - 10,9 \log L_t$ , determinada por Halldórsson y Reynisson (1983) para herring (*Clupea harengus*).

A la luz del presente análisis, queda de manifiesto la necesidad de continuar las investigaciones en este sentido, debiendo repetirse las mediciones de TS de anchoveta juvenil, ajustando algunos procedimientos que permitan la discriminación de blancos resueltos en el ecosonda. Al respecto y con el fin de reducir el volumen de muestreo del haz acústico, las próximas mediciones se deben realizar bajando el transductor hasta la profundidad en que se detecte el estrato de peces (Ona, com. pers.).

Frente al objetivo del proyecto de calcular la biomasa de prereclutas, es factible realizar la evaluación de la biomasa de los reclutas de anchoveta considerando un valor de  $TS_{kg} = -32,5$  dB/kg, obtenido por Guzmán et al (1983) y Castillo et al (1987), ya que este resultado se encuentra dentro de los rangos informados por diversos autores para especies pelágicas similares. En este sentido, los valores de  $TS_{kg}$  deducidos de la ecuación de Halldórsson y Reynisson (1983) para peces de 8 a 16 cm varían entre -30,74 y -34,02 dB/kg,

siendo -32,66 dB/kg en peces de 12 cm. Barange et al (1994), informa  $TS_{kg} = -31,58$  y  $-31,16$  dB/kg para anchovetas (*Engraulis capensis*) de 7,5 y 7,34 cm, respectivamente, resultados que deben ser confirmados, por cuanto provienen de un limitado rango de tallas.

Aún cuando el valor de  $TS_{kg}$  obtenido por Guzmán corresponde a peces de tallas superiores a los considerados prereclutas, su aplicación en el presente proyecto, presenta la ventaja de que al existir alguna diferencia en el estimado de biomasa sería constante, siendo relativamente fácil su corrección posterior, una vez que se ajuste el valor de  $TS_{kg}$  correspondiente al rango de tallas de los prereclutas.

### 7.2.3 Pesca de identificación

Durante el desarrollo del crucero, se efectuaron 16 lances de pesca de identificación en cada subárea, completando un total de 32 lances en la zona total obteniendo captura en 24 de ellos. En la Fig 1b. se presenta la ubicación de cada lance de pesca.

La captura total alcanzó a 468 ; 600 y 1.068 kg para las subáreas I, II y total, respectivamente. La anchoveta fue la especie predominante en las capturas obtenidas en ambas subáreas, alcanzando a 423,5 y 552,5 kg en las subáreas I y II, respectivamente. Las capturas de otras especies en las subáreas I y II alcanzaron al 9,5 y 8% del total (Tabla 9).

La composición por tamaño de anchoveta fluctuó entre los 8,5 a 17,5 cm, lo cual indica la presencia en las capturas de adultos y reclutas. En la subárea I, los ejemplares menores de 12 cm representaron el 73,6 % del total de ejemplares muestreados (2.448 individuos), en tanto para la subárea II los ejemplares de anchoveta fueron de mayor tamaño, disminuyendo la cantidad de reclutas a 18.1 % del total muestreado (1.729 individuos).

Tabla 9. Información biológico-pesquera de los lances de pesca.

Lance	Fecha	Hora Calado	Hora Virado	Posición Calado	Posición Virado	Profundidad Arrastre(*) (m)	Velocidad (nudos)	Captura Anchoqueta (K)	Captura Total (K)
01	07.01.95	22:25	23:10	21°37'-70°08'	21°35'-70°07'	6.0-12.0	2.9-3.0	60.0	62.0
02	08.01.95	11:20	11:44	21°42'-70°10'	21°40'-70°10'	8.0	4.5	0.0	0.0
03	08.01.95	13:45	14:30	21°37'-70°08'	21°34'-70°07'	5.0-10.0	3.7-4.1	0.0	0.0
04	09.01.95	00:50	01:30	21°36'-70°08'	21°34'-70°07'	5.0-8.0	4.0	0.0	8.8
05	09.01.95	13:35	14:05	21°11'-70°08'	21°09'-70°09'	18.0	3.7	3.0	3.1
06	09.01.95	23:55	00:41	21°25'-70°06'	21°26'-70°09'	6.0-8.0	4.1	1.5	2.3
07	10.01.95	10:50	11:30	21°06'-70°09'	21°04'-70°11'	10.0	3.8	15.5	15.5
08	11.01.95	10:55	11:55	20°57'-70°11'	20°53'-70°10'	10.0	4.1	51.0	51.5
09	11.01.95	12:40	13:00	20°54'-70°10'	20°53'-70°10'	15.0	3.7	110.0	111.0
10	11.01.95	15:35	16:07	20°43'-70°13'	20°45'-70°14'	10.0	4.1	13.5	13.5
11	11.01.95	18:10	19:00	20°47'-70°22'	20°45'-70°20'	10.0-20.0	4.1	0.0	0.0
12	11.01.95	21:15	21:40	20°45'-70°14'	20°43'-70°14'	6.0-8.0	4.0	36.5	36.5
13	12.01.95	06:36	07:35	20°53'-70°11'	20°51'-70°13'	6.0-8.0	3.7	13.5	13.5
14	12.01.95	09:22	09:54	20°58'-70°12'	20°56'-70°12'	6.0-8.0	3.0	21.0	21.0
15	12.01.95	20:25	20:30	21°01'-70°14'	21°01'-70°14'	10.0	2.6	20.0	21.0
16	14.01.95	11:24	12:39	21°36'-70°08'	21°32'-70°06'	10.0	4.1	78.0	108.0
17	15.01.95	03:50	04:00	19°24'-70°20'	19°23'-70°19'	12.0	2.9-4.0	127.0	127.0
18	15.01.95	14:38	15:15	19°12'-70°23'	19°09'-70°23'	8.0	3.8	0.0	0.2
19	15.01.95	18:20	19:28	19°06'-70°19'	19°12'-70°20'	6.0-8.0	3.8-4.1	120.0	120.0
20	16.01.95	02:46	03:16	19°13'-70°24'	19°11'-70°25'	15.0	3.8	100.5	100.5
21	17.01.95	00:22	00:52	18°51'-70°30'	18°50'-70°32'	10.0-12.0	3.6	144.0	144.0
22	17.01.95	16:48	17:10	18°32'-70°25'	18°30'-70°24'	6.0-8.0	4.1	0.0	0.0
23	18.01.95	06:51	07:26	18°37'-70°22'	18°34'-70°22'	6.0-8.0	4.2	0.0	0.0
24	18.01.95	20:35	21:29	18°34'-70°23'	18°31'-70°23'	6.0-8.0	4.0	0.1	0.2
25	18.01.95	23:11	23:51	18°38'-70°26'	18°36'-70°26'	6.0-8.0	4.0	13.0	14.5
26	19.01.95	01:47	02:42	18°48'-70°24'	18°44'-70°23'	6.0-8.0	4.0	0.8	1.0
27	19.01.95	04:00	04:41	18°50'-70°26'	18°47'-70°27'	12.0	3.5	37.0	37.0
28	19.01.95	06:04	06:50	18°53'-70°27'	18°51'-70°27'	10.0	3.7	9.5	9.5
29	19.01.95	15:43	16:35	19°26'-70°16'	19°24'-70°17'	10.0	3.8	0.0	0.0
30	19.01.95	21:35	22:37	19°29'-70°21'	19°26'-70°24'	6.0	3.7	0.6	0.7
31	20.01.95	02:00	02:50	19°24'-70°22'	19°21'-70°21'	8.0	3.1	0.0	10.2
32	20.01.95	05:02	05:49	19°25'-70°21'	19°21'-70°21'	6.0-10.0	3.3-3.9	35.5	35.5

\* Corresponde a la profundidad (en metros) de la relinga superior de la red de arrastre

El amplio intervalo de tallas registrado en las capturas de anchoveta para ambas subáreas abarcó en gran medida la estructura de tallas de la población, lo que sugiere que la red de arrastre a mediagua utilizada en el crucero fue efectiva para el muestreo. Este resultado, indica además que las velocidades de arrastre utilizadas en los lances de pesca (3.0 a 4.1 nudos), fueron suficientes para retener ejemplares sobre 12 cm.

En la figura 11, se presenta la estructura de tallas obtenidas por la flota cerquera industrial entre el 19 a 31 de enero en las dos subáreas consideradas, en relación a la estructuras de tallas de anchoveta obtenidas mediante arrastre a mediagua en el crucero. De esta figura se desprende que la estructura de tallas obtenidas en las muestras con arrastre cubre ampliamente los rangos provenientes de las muestras con cerco. Además, se observa que las modas en las estructuras de tallas en la subárea I fueron diferentes, siendo de 10,5 cm para el arrastre a mediagua y 13,5 cm para el cerco. En la subarea II la estructura de tallas obtenidas mediante ambos sistemas de pesca tendieron a aproximarse.

La mayor cantidad de reclutas en la subárea I, coincide con lo observado por Bahamonde et al. (1992) en esta zona durante noviembre de 1992, quien informa capturas de anchoveta en un amplio intervalo de tallas (4 a 18 cm), con un predominio de ejemplares entre 6 a 8 cm. Estos resultados, conjuntamente con la captura de anchoveta pequeña por la flota cerquera desde noviembre de 1994 a febrero de 1995, entre Pisagua ( $19^{\circ} 35' S$ ) y Cta Chipana ( $21^{\circ} 20' S$ ) (Fig 12), permiten señalar a la subárea I como zona de reclutamiento, razón por lo cual la presencia de reclutas fue importante mostrando además su captura la efectividad de la red de arrastre utilizada en el crucero. De igual modo, la aproximación entre las distribuciones de tallas del crucero y flota cerquera industrial en subárea II, también indica eficiencia del arte de pesca en la captura de ejemplares adultos cuya capacidad de natación es superior a los reclutas (Fig 11).

Esta característica de retención de la red también se evidencia al observar capturas de individuos sobre 12 cm durante el día (fig 11 y 12), período en cual la especie presenta una capacidad de reacción mayor frente a distintos estímulos (Bahamondes et al. 1992) y por tanto una mayor probabilidad de escape al arte de pesca.

El análisis por Kolmogoroff-Smirnov de las distribuciones de tallas obtenidas en el crucero para ambas subáreas, indica diferencias significativas al obtener un  $D_n$  calculado ( 0.3 ) superior al valor crítico a un 95 % de confianza (0,0004). Este resultado muestra que las estructuras de tallas registradas en las capturas son diferentes, permitiendo concluir que la red utilizada captura tanto ejemplares adultos como reclutas dependiendo de su predominio en la zona.

Por otra parte, el mayor número de lances sin pesca se registró durante el día (3 para la subarea I y 4 para la subarea II). No obstante que los lances nocturnos con pesca fueron más frecuentes, las mayores capturas promedio por lance se registraron durante el día (Tabla 10). Esta situación se debió probablemente a las características de distribución presentada por el recurso, puesto que durante la noche se detectó en estratos de menor densidad, a diferencia de la situación diurna donde presentó cardúmenes aislados y de mayor densidad.

Tabla 10. Lances con pesca y sin pesca, captura promedio por lances, por subarea y periodo de día

Subarea	L a n c e s					Captura (kg)	
	Total	C/pesca		S/pesca		(promedio)	
		día	noche	día	noche	día	noche
I	16	4	8	3	1	76,4	14,8
II	16	2	10	4	0	64,7	45,9

Los resultados alcanzados en este crucero muestran que la red fue eficiente al capturar en un amplio intervalo de tallas. El uso de mallas de 13 mm en el tunel- copo de la red así como las velocidades de arrastre utilizadas, permiten suponer que no existe problemas de selectividad en el arte, si se considera que para este tipo de malla y velocidades Bahamonde et al (1992) no detectó escape de anchovetas u otra especie en estudios realizados durante noviembre de 1992 en la subárea I. Sin embargo, a futuro es recomendable incrementar el área frontal de la red a fin de aumentar la probabilidad de éxito en las capturas diurnas, dado que en este período el recurso presenta una mayor capacidad de reacción.

#### 7.2.4 Captura de la flota contemporánea

El crucero de prospección se desarrolló durante el período de vigencia de la veda de anchoveta, razón por lo cual no se contó con información de captura en la zona de estudio.

La única información disponible corresponde a las capturas de 29 embarcaciones en los primeros días de la apertura de la veda en la zona norte (19 y 20 de enero), que capturaron 4451 t de anchoveta sin registrar en sus capturas otras especies.

La zona de pesca estuvieron dentro de la primeras 15 millas, siendo lo más frecuente 5 y 10 mn de la costa. Sector que fue cubierto con la extensión longitudinal (20 mn) de la prospección en ambas subáreas. (Fig 13).

#### 7.2.5 Relación diurna - nocturna de las lecturas acústicas

Con el fin de establecer el comportamiento nictemeral de la anchoveta juvenil, tanto en el patrón de distribución vertical como en el movimiento este-oeste, en ambas áreas la prospección diurna fue replicada durante la noche. La prospección nocturna en la subárea I fue realizada con la luna en cuarto creciente a luna llena y en la subárea II entre luna llena a cuarto menguante.

El desarrollo de la prospección durante estas fases lunares, significó la ausencia importante de períodos de total oscuridad durante el crucero de evaluación, situación que induciría al recurso a no situarse en zonas muy superficiales y donde no es posible su detección con los equipos acústicos, distribuyéndose la anchoveta bajo los 5 m de profundidad durante la noche y el día (Fig. 15 a 18), concentrándose aproximadamente sobre el 85 % de las agregaciones de anchoveta entre los 10 a 29 m en ambas subáreas. Este comportamiento conjuntamente con el proceso de filtrado aplicado a la información mediante el uso de tres métodos de identificación (pto. 6.3.5), aseguraron una correcta asignación de ecotrazos para anchoveta.

Los resultados obtenidos en las prospecciones diurnas y nocturnas para cada subárea se presentan en la Tabla 11, En la subárea I las lecturas acústicas obtenidas durante el día fueron inferiores a las registradas durante la noche, el factor día/noche para las lecturas

acústicas acumuladas en esta subárea fue 0,43. El índice de concentración del recurso, presentado como las lecturas acústicas en las I.B.M. con presencia efectiva de recurso, indica un mayor grado de concentración del recurso durante la noche, la relación día-noche para este índice fue 0,77. En la subárea II las diferencias entre el día y la noche se redujeron respecto a las obtenidas en la subárea I, obteniéndose un factor día-noche para las lecturas acústicas acumuladas de 1,08. El índice de densidad efectiva del recurso señala una mayor concentración de anchoveta en el día respecto a lo observado en la noche, obteniéndose un factor día-noche de 1,33.

Tabla 11. Valores de densidad acumulado (Sa) y densidad promedio por I.B.M por transectas perpendiculares a la costa.

Período	Sa (acumulado)	z	k	Densidad
<u>Prospección Diurna</u>				
Subárea I	161.246	272	52	3.100,9
Subárea II	212.209	263	90	2.357,9
<u>Prospección Nocturna</u>				
Subárea I	366.560	262	91	4.028,1
Subárea II	196.823	259	111	1.773,2

Sa = energía retrodispersada por milla náutica cuadrada.

Densidad = Sa acumulados / k.

k = Número de observaciones acústicas con presencia de anchoveta

z = Número de observaciones acústicas en la subárea

El análisis de varianza para dos criterios de clasificación (Tabla 12 ), indica que el valor de F calculado para el factor día/noche, excede al valor de tabla a un nivel del 90 %, por lo que se concluye la existencia de diferencias altamente significativas entre los

valores integrados obtenidos durante el día y la noche, rechazándose la hipótesis de igualdad entre las densidades.

Un segundo análisis de varianza (un criterio de clasificación) aplicado en cada subárea al factor día/noche, permite concluir que existe diferencias altamente significativas entre la integración diurna y nocturna en la subárea I, al exceder el F calculado del valor de tabla a un 90 % (Tabla 13).

Tabla 12. Resultados del análisis de varianza para dos criterios de clasificación ( $S_1$  diurno/nocturno y subáreas I-II)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrados corregidos	F
Entre Día/noche	4731324	1	4721324	2.95
Entre Subáreas ( I / II)	29434926	1	29434926	0.47
Interacción	36177237	1	36117237	3.62
Residual	1.573 *10 <sup>10</sup>	1574		

$$F_{(tabla 10\%)} = 2,71$$

Tabla 13. Resultados del análisis de varianza para un criterio de clasificación (S, diurno/nocturno), por subáreas

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrados corregidos	F
<u>Subárea I</u>				
Entre Día/noche	8.6754 10 <sup>7</sup>	1	86753611	6,28
Dentro de grupo	7.3544 10 <sup>9</sup>	532	13824027	
<u>Subárea II</u>				
Entre Día/noche	2.8757 10 <sup>5</sup>	1	287570,6	0,03
Dentro de grupo	4.7147 10 <sup>9</sup>	520	9066712,3	

$F_{(tabla 10\%)} = 2,71$

Estos resultados indican que el sesgo de orilla en la evaluación diurna se incrementó cuando la zona presentó bahías de gran saco y profundidades relativamente bajas (subárea I), las que constituyen un refugio adecuado para la anchoveta y donde se localizaron principalmente los reclutas.

Las características topográficas más abruptas de la costa de la subárea II, con una casi inexistencia de bahías que refugiaran a la anchoveta y con altas profundidades del fondo muy cerca de la orilla, permitió un mayor acercamiento de la embarcación a la costa, determinando que el sesgo de orilla en la prospección acústica diurna disminuyera ostensiblemente. Es importante resaltar que en la subárea II se concentró una mayor proporción de anchovetas de mayor talla.

De acuerdo a estos resultados, el período nocturno con luna sería el mas adecuado para realizar la evaluación de los reclutas de anchoveta (subárea I), asimismo, las evaluaciones de ejemplares adultos de anchoveta deberían efectuarse durante el día (subárea II), faltando

por realizar los estudios de las relaciones día-noche en períodos nocturnos sin luna.

#### 7.2.6 Distribución del recurso

##### 7.2.6.1 Distribución geográfica de la anchoveta

Esta especie presentó un patrón de distribución altamente contagioso durante el día, alcanzando en ambas subáreas hasta las 20 mn de la costa. Las mayores densidades se distribuyeron entre la costa y las 3 millas en la subárea I (Patillos a Pta Urcu) y hasta las 18 mn en la subárea II (Fig. 14). La navegación diurna entre las dos subáreas sugiere una proyección de la distribución de anchoveta en la subárea I hasta Cta. Buena ( $19^{\circ}47'S$ ) y en la subárea II hasta la cuadra de Iquique.

Las mayores concentraciones de anchoveta en la subárea I, se localizaron entre la costa y las 5 mn desde pta. Patache ( $20^{\circ}48'S$ ) hasta bahía Chomache ( $21^{\circ}08'S$ ) y desde pta Chilena ( $21^{\circ}31'S$ ) hasta punta Arenas ( $21^{\circ}42'S$ ). El sector que se destacó por su alta agregación en la subárea II, se situó entre la costa y las 19 mn desde Pta Madrid ( $19^{\circ}00'S$ ) hasta caleta Chica ( $19^{\circ}21'S$ ) (Fig. 14).

Durante la noche la anchoveta tendió a dispersarse formando extensos estratos, disminuyendo el grado de contagio observado durante el día, aumentando la homogeneidad entre los valores de densidad que se registraron en cada intervalo básico de muestreo. La densidad de estos estratos fueron relativamente mayores en la subárea I, respecto a los registrados en la subárea II (Fig. 15, 16, 17 y 18). El límite occidental de la distribución nocturna se mantuvo hasta las 20 mn, con un incremento hacia el oeste del límite de los sectores de alta concentración, llegando hasta las 8 mn en la subárea I y hasta las 18 mn en la subárea II (Fig. 19).

En el sentido batimétrico la anchoveta se localizó entre la superficie y los 30 metros de profundidad, ubicándose entre los 10 a 20 m el 86.1 % y 83.7 % de los cardúmenes respectivamente (Fig. 20). Entre el día y la noche no se observaron diferencias importantes en la distribución batimétrica manteniéndose entre la superficie y los 30 m el 96,7 y el 84,8 % de los cardúmenes detectados en las subáreas I y II, respectivamente.

Esta distribución batimétrica estuvo asociada a isotermas de 14 y 22 ° C en la subárea I y 15 a 19 ° C en la subárea II. Las mayores frecuencias de cardúmenes en la subárea I estuvieron ubicadas en los 15 °C y en la subárea II en los 17 °C (Fig. 20).

Los valores límites de salinidad donde se ubicó la distribución de anchoveta, fueron 34,7 a 35,2 ppm en la subárea I, y de 34,7 a 34,9 ppm en la subárea II. Concentrándose principalmente el recurso en ambas subáreas en 34,8 y 34,9 ppm, respectivamente (Fig. 20).

## 7.2.7 Estimado de biomasa

### 7.2.7.1 Biomasa total

Los resultados de la cuantificación de anchoveta diurna y nocturna, realizada en ambas subáreas, se presentan en las Tabla 14 y 15.

Tabla 14. Estimado de biomasa diurno para anchoveta por subáreas

Subáreas	A N C H O V E T A		
	Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t/mn <sup>2</sup> )
I	1.075,3	90.518	84,2
II	1.128,4	129.288	114,6
Total	2.203,7	219.806	99,7

Tabla 15. Estimado de biomasa nocturno para anchoveta por subáreas.

Subáreas	A N C H O V E T A		
	Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t/mn <sup>2</sup> )
I	1.075,3	213.629	198,7
II	1.128,4	121.766	107,9
Total	2.203,7	335.395	152,2

La biomasa estimada en la noche en la subárea I, representó alrededor de 2,3 veces lo cuantificado durante el período diurno. De igual modo, el índice de densidad aumentó desde 84,2 a 198,7 t/mn<sup>2</sup>, representando un aumento del 136 % respecto a lo registrado durante el día.

En la subárea II, los estimados de biomasa diurno y nocturno presentan leves diferencia, que se muestran en una variación menor entre los índices de densidad desde 114.6 a 107.9 t/mn<sup>2</sup>.

La estimación de la biomasa de ambas subáreas fue de 219.806 t en el día y 335.395 t en la noche.

Con el fin de tener una aproximación de la biomasa de anchoveta en la zona norte, se ha considerado una extrapolación de las densidades muestradas en la noche a las primeras 20 mn de la zona Arica - Antofagasta, con una área de 6.800 mn<sup>2</sup>, obteniéndose un estimado de biomasa de 1.035.000 t. Valor que podría ser mayor si se considera que en la navegación entre las dos subáreas se registraron altas lecturas acústicas.

### 7.2.7.2. Fracción recluta

La contribución de los reclutas a la biomasa total de anchoveta, se determinó en función al porcentaje que representaron estos individuos en la captura total. La biomasa de los reclutas se presenta por subárea en la Tabla 16.

Tabla 16. Estimado de biomasa para reclutas de anchoveta por subáreas

Subáreas	Area (mn <sup>2</sup> )	A N C H O V E T A		
		Biomasa Total (t)	Biomasa Recluta (t)	Densidad Recluta (t/mn <sup>2</sup> )
I	1075.3	213.629	157.252	146,2
II	1128.4	121.766	22.040	19,5

La mayor biomasa de reclutas se ubicó en la subárea I, representado el 73,6 de la biomasa total de anchoveta, donde el predominio de individuos de menor talla se ubicó dentro de las primeras 5 mn. Esta situación difiere de lo observado en la subárea II, donde los ejemplares de anchoveta fueron de mayor tamaño, representado la fracción recluta solo el 18.1 % de la biomasa total estimada en la zona.

### 7.2.8 Precisión de los estimados

#### a) Biomasa total

La eficiencia de cada uno de los métodos utilizados en este estudio, para medir la precisión de los estimados de la biomasa, depende del tipo de distribución de los recursos, es así como en general los métodos de Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los valores de los indicadores de la precisión (Coeficiente de Error y de Variación) obtenidos con el método de los conglomerados de tamaño desigual son menores cuando presentan una menor variabilidad dentro de las transectas.

Esto se debe a que el método de Conglomerado de Tamaño desigual (Hansen et al, 1954) es el único de los propuestos que considera la variabilidad dentro de las transectas, mientras que en los otros dos casos se considera a la transecta como un solo dato, midiendo solamente la variabilidad que se registra entre ellas.

Al respecto Shotton y Down (1975) en un análisis comparativo de los tres estimadores de varianza, señala que conceptualmente este método es que se ajusta mejor a las características de los datos acústicos, considerando un índice de correlación intra clásico serial entre las observaciones de las distribuciones contagiosas.

La precisión de los estimados de biomasa total se midieron a través de la varianza de la biomasa  $V_{(b)}$ , coeficiente de variación (CV) y error  $E(\%)$ . Los resultados de la precisión en los distintos estimadores de varianza aplicado a los datos diurno y nocturno, se presentan en la Tabla 17 y 18.

Tabla 17. Varianza de la biomasa  $V_{(B)}$ , coeficiente de variación (CV) y de error (%) en los estimados de biomasa de anchoveta diurno

METODOS		CONGLOMERADOS			ESTRATO AGRUPADO			BOOSTRAP		
Subáreas	Area (mn <sup>2</sup> )	$V_{(B)}$	CV	E(%)	$V_{(B)}$	CV	E(%)	$V_{(B)}$	CV	E(%)
I	1075.3	8.08	0.44	73.3	8.6	0.46	75.6	8.00	0.44	72.0
II	1128.4	22.32	0.52	85.3	17.9	0.47	76.5	20.49	0.50	82.0

$V_{(B)}$  = expresada en ( \* 10<sup>10</sup> )

Tabla 18. Varianza de la biomasa, coeficiente de variación (CV) y de error (%) en los estimados de biomasa de anchoveta nocturno.

METODOS		CONGLOMERADOS			ESTRATO AGRUPADO			BOOSTRAP		
Subáreas	Area (mn <sup>2</sup> )	$V_{(B)}$	CV	E(%)	$V_{(B)}$	CV	E(%)	$V_{(B)}$	CV	E(%)
I	1075.3	12.68	0.24	38.9	6.08	0.16	26.9	11.24	0.22	37.0
II	1128.4	3.71	0.22	36.9	5.3	0.27	44.2	3.37	0.21	35.0

$V_{(B)}$  = expresada en ( \* 10<sup>10</sup> )

La precisión del estimado de biomasa de anchoveta diurno por subárea, medido a través del coeficiente de error E(%), fluctuó entre 72,0 % a 85,3 %, en tanto los coeficientes de variación (CV) variaron desde 0,44 a 0,55. La mayor varianza se registró en la subárea II, variabilidad que también se refleja en forma estandarizada a través de valores altos en los coeficientes de error ( 76.5% a 85.3%) y de variación (0.47 a 0.52). En general, la alta variabilidad de la biomasa diurna indica un patrón de distribución del recurso altamente contagioso.

Respecto a la precisión de los estimados de biomasa nocturno por subárea, se observa una importante baja en la variabilidad de los datos acústicos, fluctuando el coeficiente de error entre 26.9 % a 44.2 % y los coeficientes de variación desde 0.16 a 0.27. Esta disminución obedece a una mayor homogeneidad en los valores de las lecturas acústicas, producto del comportamiento nocturno de la anchoveta, la que se dispersó en la noche, formando estratos, disminuyendo el grado de contagio observado durante el día.

#### b) Fracción recluta

La varianza estimada de la fracción de reclutas se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Varianza de la fracción de recluta por subáreas.

Subáreas	Area (mn <sup>2</sup> )	V <sub>(t)</sub>
I	1075.3	3.28 * 10 <sup>10</sup>
II	1128.4	8.91 * 10 <sup>8</sup>

En la subárea I, se registró la mayor variabilidad en la fracción recluta y corresponde a la zona donde se detectó un alto porcentaje de ejemplares bajo los 12 cm de longitud (73.6 %). Esta variabilidad disminuye en aproximadamente un 97 % en la subárea II, porcentaje que es superior a la baja observada en la fracción de recluta entre estas subárea (73.61 a 18.1%).

#### 7.2.9 Índices de cobertura y densidad relativa

En la Tabla 20 y 21, se entregan los índices de cobertura (IC) y densidad relativa (ID) obtenidos en las prospecciones diurna y nocturna realizadas en ambas subáreas.

El índice de cobertura expresa el grado de dispersión del recurso, al relacionar los Intervalos Básicos de Muestreo donde se detectó recurso con el total de I.B.M's efectuado en la zona de estudio. De igual modo, el índice de densidad relativa expresado en  $t/mn^2$  mide el nivel de agregación del recurso. permitiendo estos índices en forma conjunta conocer el grado de contagio que presenta la distribución de la anchoveta.

Tabla 20. Índices de cobertura y densidad relativa por subárea (diurno)

Subáreas	IC(%)	ID( $t/mn^2$ )
I	19	440.32
II	34	334.81

Tabla 21. Índices de cobertura y densidad relativa por subárea (nocturno)

Subáreas	IC(%)	ID(t/mn <sup>2</sup> )
I	34,7	572.99
II	42,8	251.73

Los resultados alcanzados durante la prospección diurna, muestran un bajo índice de cobertura y una mayor densidad en la subárea I, respecto a la subárea II. Reflejando relativamente el mayor grado de contagio registrado por la anchoveta en esta zona durante el día. En la subárea II, la anchoveta presentó una distribución más extensa y en menor densidad ocupando el 34 % del área prospectada, con una densidad de 334,1 t/mn<sup>2</sup>.

En la noche, la dispersión nocturna del recurso se observa en los índices de cobertura registrado en ambas subáreas, aumentando desde 19 a 35 en la subárea I y de 34 a 43 en la subárea II. respectivamente.

El fuerte incremento en el índice de densidad durante la noche en la subárea I, ratifica los resultados anteriores que señalan un aporte importante de anchoveta localizada muy cerca de la costa durante el día, y que en la noche migra hacia el oeste.

#### 7.2.10 Sancionamiento de la metodología

Aún cuando el sancionamiento de una metodología para la evaluación de recursos requiere de un referente, que en este caso no se dispone, el análisis se referirá al método acústico empleado en el presente proyecto. Los elementos a ser considerados en este análisis

contemplan los siguientes aspectos: comportamiento migratorio nictemeral de la anchoveta; separación entre transecta y límite occidental de la prospección.

**a) Comportamiento migratorio nictemeral de la anchoveta**

El estudio del comportamiento nictemeral de la anchoveta juvenil y su incidencia en los estimados acústicos de la biomasa, realizado mediante la prospección diurna con réplicas nocturnas permitió establecer que el comportamiento nocturno de la anchoveta fue el mas favorable para realizar la evaluación de este recurso, obteniéndose mayores estimados de biomasa y precisión, particularmente en la subzona I que registró una mayor presencia de ejemplares considerados pre-reclutas. Los resultados alcanzados en la subzona II, con una mayor presencia de ejemplares adultos, confirman que en el caso de evaluaciones de adultos, es mas adecuado efectuar las evaluaciones durante el día.

En todo caso, los resultados de las prospecciones nocturnas son válidos para la situación de noches con luna, lo que permitió reducir el sesgo de zona muerta superficial, debido a que los peces se ubicaron en profundidades superiores a los 5 m desde la superficie, lo que es suficiente para que sean detectados por el ecosonda.

Podría haber la posibilidad de incluir un sesgo en los estimados de biomasa por efecto de escape de los peces al paso del buque, que eventualmente podría incrementarse en la noche, aspecto que no ha sido estudiado en el presente proyecto. En todo caso, las observaciones de terreno, indican que aparentemente la anchoveta juvenil no reacciona en forma importante frente a este factor. Al respecto Freón et al (1992), señalan que los peces de aguas cálidas tendrían una baja reacción frente al paso del buque lo que favorece la evaluación nocturna de los recursos distribuidos en sectores superficiales.

En este sentido una buena opción para solucionar este problema, lo constituye la incorporación a futuro de un sonar multi-haz como elemento muestreador. Equipo y metodología que se está desarrollando como método alternativo para evaluar recursos pelágicos superficiales, y actualmente se encuentra en una fase de experimentación por investigadores noruegos del Institute Marine Research of Bergen.

Por otra parte, el movimiento migratorio en el sentido este-oeste de la anchoveta también indica que es más recomendable realizar las prospecciones durante la noche (con luna), por cuanto en este período se incrementa la disponibilidad del recurso a los equipos acústicos, reduciéndose de este modo el sesgo de orilla, el que aumenta durante el día.

#### **b) Separación entre transecta**

La separación entre transectas de 10 mn utilizada en este caso, es inferior a los esquemas de muestreo acústicos aplicados en Perú y Sudafrica sobre similares recursos, entregando una adecuada información para realizar las cartas de distribución de los recursos (mapeo) y obtener estimados de biomasa con un adecuado nivel de precisión, una variación en la separación de transectas está relacionado con los costos involucrados y con la precisión esperada, a la luz de los resultados alcanzados en este caso, es recomendable mantener este esquema de muestreo con transectas perpendiculares a la costa con 10 mn de separación entre ellas y estudiar a futuro la posibilidad de variar esta distancia.

#### **c) Límite occidental de la prospección**

Teniendo presente que uno de los resultados alcanzados en el estudio de las variables oceanográficas y la distribución de los recursos, fue que los reclutas se ubicaron entre la costa y los frentes térmicos considerando que estos frentes no superaron las 5 y 10 mn de la costa, el límite occidental de la prospección de 20 mn parece

adecuado para la evaluación de esta fracción de la población, pudiendo adecuarse a futuro según la extensión longitudinal de dichos frentes. Estos resultados son coincidentes con la actividad de la flota que en estos periodos opera generalmente mas allá de las 5 mn para evitar el enmallamiento en sus redes de ejemplares de baja talla.

### 7.3 Biología pesquera

#### 7.3.1 Resultados de los lances de pesca

La distribución geográfica de los lances de pesca efectuados durante el crucero de investigación se muestran en la figura 21. En el área se efectuaron un total de 32 lances de pesca de los cuales 24 fueron exitosos (75%)

#### 7.3.2 Determinación de la estructura de tamaños

En la subzona I se efectuaron 16 lances de los cuales 12 fueron exitosos (75 %). La distribución de longitudes por lance de pesca indica un predominio de ejemplares menores a 12 cms. en la totalidad de ellos a excepción de los lances 5 y 6 en los cuales predominan ejemplares adultos mayores a los 10 cms. de longitud total (Fig. 22).

Cabe mencionar que en todo el resto se visualiza una distribución unimodal con ejemplares entre 8 y 12.5 cms. de longitud y una moda centrada en los 10 y 11 cm. Todos los lances se efectuaron entre los 5 y 20 m. de profundidad de la relinga superior de la red de arrastre de mediagua.

La distribución de tamaños de la subzona I presenta un recorrido entre los 8 - 18 cm, es unimodal con una moda centrada en los 10.5 cm el porcentaje de reclutas en número y peso en la totalidad de los lances es de un 85.3 y 73.7 % (Fig. 24).

Los resultados indican que la subzona I constituye una zona de reclutamiento de la anchoveta en la cual predominan los ejemplares juveniles y además no se aprecia una diferencia entre las distribuciones costeras y oceánicas. La topografía del fondo indica que los ejemplares fueron capturados a profundidades inferiores a los 100 m. de profundidad en bahías que presentan una pendiente poco pronunciada hacia la zona abisal (Tabla 9).

En la subzona II, al igual que en la zona sur se efectuaron 16 lances de pesca de los cuales 12 fueron exitosos. La distribución de longitudes señala que en la totalidad de ellos predominan anchovetas adultas mayores a 12 cm de longitud total. Cabe mencionar que el 90 % de las anchovetas adultas estaban desovadas, situación que indica un adelantamiento del proceso reproductivo y la hace mas vulnerable al arte de pesca. Todos los lances presentaron una distribución unimodal con ejemplares mayores a los 9.5 cm. de longitud total y modas centradas en los 11.0, 11.5, 12.0, 13.0 y 14.0 cm (Fig. 23).

La distribución de frecuencias acumuladas para el período indica que la subzona II, tiene una distribución polimodal con modas en los 11.5, 13.5 y 15.5 cm y un recorrido entre los 8.0 y 18.0 cm (Fig. 24).

El porcentaje de reclutas en número y peso fue de 27.8 y 18 %, respectivamente. Los pesos promedios fueron de 16.2 y 10.5 g. para la fracción de reclutas.

### 7.3.3 Determinación de los pesos medios

Respecto a los pesos medios en la figura 25 se indican los pesos medios empíricos obtenidos directamente del muestreo de los lances de pesca. En ellos es posible destacar que no existen diferencias significativas entre ambas subzonas de pesca. existen mayor variación de longitudes mayores a los 16.5 cm y es producto de baja representatividad de esas tallas en las capturas.

En la Tabla 22 a y b se indican los pesos por estrato de longitud para ambas subzonas y la relación longitud - peso correspondiente.

Tabla 22 A Pesos promedios empíricos de anchoveta de las subáreas I,II y total.

Longitud	Subárea I	Subárea II	Total
8			
8.5	3.8		3.8
9	6.7		6.7
9.5	5.4		5.4
10	6.2	6.9	6.3
10.5	7.2	7.7	7.2
11	8.5	9.0	8.6
11.5	10.4	10.4	10.4
12	11.4	11.9	11.6
12.5	12.3	13.7	13.1
13	15.0	14.8	14.8
13.5	16.4	16.8	16.7
14	20.9	19.1	19.3
14.5	21.9	20.6	20.7
15	23.0	22.8	22.9
15.5	24.5	25.5	25.5
16	25.1	26.6	26.3
16.5	27.1	30.6	29.5
17	30.7	26.6	28.7
17.5	28.0	34.0	30.0
18			

Tabla 22 B Estimación de parámetros de la relación longitud-peso por subáreas.

	Subárea I	Subárea II
a	0.009958	0.010419
b	2.836369	2.829605
Error Log(Peso)	0.047986	0.023895
Error Log(Long.)	0.116480	0.080419
Coef Deter.	0.972127	0.988818
N	19	16
g de l.	17	14

#### 7.4 Oceanografía

Durante el crucero de investigación se realizaron 16 estaciones oceanográficas por subáreas contabilizándose un total de 32 estaciones cuyas posiciones geográficas se detallan en las Tablas 23 y 24 y figura 26.

##### Subárea I

##### VARIABLES SUPERFICIALES

En la subárea I la temperatura superficial presentó valores comprendidos entre 15 y 26 °C, la salinidad estuvo en el rango <34,9 a 35,5 psu y la densidad en el rango 23,7 a 25,5 kg/m<sup>3</sup> (Fig. 27). Si se considera conceptualmente que una zona frontal es una capa de transición rápida entre dos masas de agua de diferente densidad (Neumann y Pierson, 1966), la distribución de temperatura y densidad indica la presencia de gradientes horizontales intensos o frentes en prácticamente toda la subárea, especialmente en las transectas 5 con

0,155 (Lat. 21° 05'S) y 7 con 0,148 kg/m<sup>3</sup>\*mn (Lat. 20° 45'S). Una desviación de esta tendencia se observa en la transecta 3, donde el gradiente de densidad es monotónico con 0,038 kg/m<sup>3</sup>\*mn, este gradiente es menor en un orden de magnitud respecto de los observados en las transectas 5 y 7.

Información adicional para concluir la existencia de frentes será discutida posteriormente, utilizando la información de temperatura y salinidad superficial obtenida con los sistemas de registro continuo o EPCS.

El patrón general de la distribución superficial de la fluorescencia in vivo (fliv) (Fig. 27) y de la cloa (Fig. 28) indicó que las mayores registros de fliv (i.e. hasta 80 UR) y las concentraciones de cloa mayores de 5 hasta 30 mg/m<sup>3</sup>, estuvieron situadas entre la costa y el límite impuesto por los frentes descritos anteriormente.

Los feopigmentos (feop) (Fig. 28) indican concentraciones superficiales en el rango 0,5 a 1 mg/m<sup>3</sup>, localizándose las concentraciones más altas en las cercanías de la costa.

Las concentraciones superficiales de cloa inferiores a 0,5 mg/m<sup>3</sup>, estuvieron asociadas a los valores más altos de temperatura (22 a 25 °C) y salinidad (35 a 35,5 psu). De acuerdo con los diagramas T-S (Fig. 29 y 30) y a la información histórica para la subárea (e.g. Blanco y Reyes, 1992, Castillo et al., 1993), estas valores de temperatura y salinidad superficial son característicos de masas de masas de agua tipo subtropical (AST) y que de acuerdo con el rango de clorofila descrito anteriormente pueden ser caracterizados como oligotróficas. En profundidad la información de los diagramas T-S indica la presencia de masas de agua tipo Ecuatorial Sub-superficial (AESS).

La clorofila y feopigmentos integrados, presentan valores en los rangos 50 a mayor de 600 y 10-70 mg/m<sup>2</sup>, respectivamente (Fig. 28).

El oxígeno disuelto superficial (Fig. 31) indica que concentraciones menores de 4 ml/l se situaron entre la costa y las 5 mn de la transecta 1 (Lat. 21° 25'S), luego aumentan a concentraciones mayores de 5 ml/l, en la zona oceánica. En la transecta 3 (Lat. 21° 25'S) las concentraciones de oxígeno superficial fueron menores de 5 ml/l en toda su extensión. En las transectas 5 (Lat. 21° 05'S) y 7 (Lat. 20° 45'S), el oxígeno disuelto presentó concentraciones comprendidas en el rango 5 y 6 ml/l. En esta subárea la saturación de oxígeno disuelto (Fig. 31) sobrepasó el 100 % en las estaciones más alejadas de la costa, llegando a 120 % en las estaciones ubicadas a 20 mn, se observa además que la parte norte del área presentó valores inferiores al 100%. En las estaciones costeras las tensiones de oxígeno llegaron hasta un 70 % de saturación. Los valores obtenidos de AOU/AOP mayores de 0 (Fig. 31) indican procesos de utilización de oxígeno especialmente entre 1 y 5 mn y los valores que indican procesos de producción (< 0) se observan en zonas alejadas de los frentes costeros.

#### Asociación entre la clorofila superficial y la integrada

Para establecer si la distribución de cloa superficial es indicativa de la posición y magnitud de los máximos de cloa en la columna de agua, se presenta un gráfico de distribución de la clorofila integrada vs. clorofila superficial para la subárea I (Fig. 32). Este gráfico indica que entre la cloa superficial y la integrada no existe linealidad y que por lo tanto las estructuras que pueden ser observadas en la superficie no son siempre representativas de la estructura biológica de la columna de agua.

En esta subárea en particular, esta dispersión de los datos es inducida por la asociación entre valores de cloa superficiales inferior-

res a  $1 \text{ mg/m}^3$  y cloa integrada de 400 a  $700 \text{ mg/m}^2$ . Esta asociación se debe a la presencia en superficie de una masa de agua tipo AST, la que ha sido caracterizada como oligotrófica y con concentraciones de cloa inferiores a  $1 \text{ mg/m}^3$  (Castillo et al., 1994, Osses y Troncoso, 1990). En profundidad, la biomasa fitoplanctónica forma un máximo de cloa un orden de magnitud superior a la cloa superficial y que esta asociado predominantemente de tipo AESS. En consecuencia, y debido a que en el cálculo de integración se considera la columna de agua total entre 0 y 100 m sin discriminar entre tipos de masas de agua, se produce esta asociación no-lineal entre la cloa superficial e integrada.

No obstante lo anterior es posible observar un alto grado de asociación cuando se eliminan del cálculo de correlación estos dos pares de datos ( $r=0,95$ ,  $b= 10,73$ ,  $a= 39,67$  y  $n=14$ ). Esto permite deducir que en algunas áreas, especialmente las más cercanas a la zona costera, la distribución de cloa es relativamente homogénea entre la superficie y la máxima profundidad considerada en la integración. Por lo que la cloa superficial sería un buen indicador de la estructura general de la columna de agua para este caso en particular.

## Subárea II

La subárea II en términos de rangos de temperatura, salinidad, y densidad (Fig. 33), es similar a la subárea I, con valores que están en los rangos 16 a  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ , 34,9 a  $35,3 \text{ psu}$  y 24,0 a  $25,2 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente. En la zona costera se observa la presencia de masas de agua de temperaturas inferiores a  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ , llegando a  $16 \text{ }^\circ\text{C}$  en la transecta 8 (Lat  $19^\circ 21'S$ ). Esta conjunción de masas de agua de distinto origen, forman gradientes superficiales de  $0,099 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{mn}$  en la transecta 8, el gradiente más bajo calculado para la subárea fue en la transecta 14 con  $0,0058 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{mn}$ . El gradiente más alto calculado para la subárea II, es inferior en tres órdenes de magnitud al

máximo gradiente medido en la subárea I y un orden de magnitud inferior al gradiente menos intenso de la subárea I.

La fluorescencia in vivo (Fig. 33) presenta la misma distribución que la cloa, es decir, se distribuye en un gradiente monotónico costa-océano, que va desde 90 a 15 UR, con los mayores registros en la zona costera. En las cercanías de la 20 mn los valores de fluorescencia son inferiores a 15 UR.

La cloa superficial (Fig. 34) estuvo en el rango 1 a 10 mg/m<sup>3</sup>, con las concentraciones más altas en las cercanías de la zona costera. A diferencia de la subárea I, en el máximo gradiente de densidad no se formaron las mayores agregaciones de cloa.

Los valores más altos de cloa, están asociados a valores de temperatura menores de 18 °C y salinidad comprendida entre 34,9 a 35 psu. Los niveles de cloa iguales o inferiores a 1 mg/m<sup>3</sup> se distribuyen homogéneamente, esta situación podría ser utilizada como un índice de transporte de partículas más intenso en esta área.

Los feopigmentos presentan valores comprendidos dentro del rango 0,5 a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (Fig. 34), con una distribución monotónica. Los valores más altos se ubicaron en la zona costera, especialmente en las transectas 8 (Lat. 19°21'S) y 10 (Lat. 19° 01'S).

En la subárea II, el rango de cloa integrada fue de 50 a 250 mg/m<sup>2</sup>, (Fig. 34). Formando un gradiente que disminuye en sentido costa-océano, solamente en las transectas 8 y 10 y cercano a la costa. Las transectas 12 (Lat. 18° 41'S) y 14 (Lat. 18° 23'S), presentan valores entre 50 a 100 mg/m<sup>2</sup> y no se observa la presencia de gradientes de consideración de cloa integrada.

Contrariamente a lo esperado los feopigmentos integrados forman gradientes de importancia en la parte norte de la subárea I (Fig.

34), presentando un gradiente positivo en sentido norte-sur, probablemente asociado a algún sistema de circulación tipo remolino, típicos de esta subárea. Esta situación es difícil de observar en la distribución superficial de feopigmentos.

En esta subárea el oxígeno disuelto (Fig. 35) presentó valores de concentración muy homogéneos centrados en ca. 5 ml/l. El único gradiente de consideración en la subárea está situado en la transecta 8 a 1 mn de la costa. En general, toda la subárea II presentó valores en superficie mayores de un 100% de saturación y cercanos a -1 ml/l de AOU/AOP (Fig. 35).

Al observar en conjunto las variables AOU/AOP, fluorescencia in vivo asociado a concentraciones de cloa inferiores a 10 mg/m<sup>3</sup>, permiten deducir que la población fitoplanctónica crece más vigorosamente en esta subárea, asumiendo que parte del oxígeno disuelto presente es producto de la fotosíntesis. Si se realiza un análisis comparativo entre las dos subáreas para las variables antes mencionadas, se puede ratificar parcialmente la posibilidad que la subárea I sea igual o más productiva que la subárea II. Toda vez que a concentraciones de cloa para la subárea I menores en casi 4 veces respecto de la subárea II, se obtuvo valores de fluorescencia in vivo semejantes y valores de AOU/AOP menores de 0, en prácticamente toda la subárea fuera de las 5 mn.

El análisis de correlación entre la cloa superficial e integrada para la subárea II (Fig. 32) es baja, situación que está asociada a la presencia de máximos subsuperficiales, especialmente a 10 mn en las transectas 8, 10 y 12 como también al menor rango de distribución de la cloa. Por lo tanto no es posible realizar el ejercicio de eliminar pares de datos como se realizó en la subárea I.

## Distribución vertical de las variables medidas

### Subárea I

En la transectas 1 (Lat. 21° 45'S) (Fig. 36, 37 y 38) y 3 (Lat. 21° 25'S) (Fig. 39, 40 y 41), los rangos de temperatura y salinidad fueron de 14 a 23 °C y 34,9 a 35,2 psu. La densidad presentó valores entre 24,2 a 26,2 kg/m<sup>3</sup>. El oxígeno disuelto estuvo en el rango 0,5 a mayor de 4 ml/l. El afloramiento de las isolíneas de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto más bajas, estuvo situado principalmente entre la costa y las 10 mn. Las mediciones de cloa estuvieron en el rango 8 a 20 mg/m<sup>3</sup> y registros de fliv de 80 a mayores de 100 UR. Aunque se detectó máximos subsuperficiales de fliv y cloa entre las 5 y 10 mn, las concentraciones más importantes se situaron cercanas a la superficie, entre 1 y 5 mn.

En las transectas 5 (Lat. 21° 05'S) (Figs. 42, 43 y 44) y 7 (Lat. 20° 45'S) (Figs. 45, 46 y 47), se observó dos procesos muy importantes, la entrada de masas de agua más cálidas (> 21 °C) y salinas (> 35 ) entre las 10 y 20 mn y el afloramiento de masas de aguas más frías (< 19 °C) y menos salinas (> 34,9 ), formando un frente termohalino muy intenso. La presencia en superficie de una masa de agua más cálida induce que los máximos de cloa y fliv se sitúen subsuperficialmente y cercanos a las AESS.

La profundidad de la capa de mezcla no superó los 10 m de profundidad, en prácticamente toda la subárea muestreada, con la existencia de fuertes gradientes verticales. Los máximos de cloa están situados en la zona del máximo gradiente termohalino. Esto le permite tener una posición ventajosa desde un punto de vista fisiológico, debido al ingreso de nutrientes por advección y a la llegada de luz (irradiación) adecuada en calidad y cantidad.

## Distribución vertical de las variables en la subárea II

En la transecta 8 (Lat.  $19^{\circ} 21'S$ ) (Figs. 48, 49 y 50) es notoria la presencia más somera de la isolínea de 1 ml/l de oxígeno disuelto, llegando a medirse concentraciones inferiores a 3 ml/l en superficie. La temperatura y la salinidad presentaron registros más bajos, 14 a  $21^{\circ}C$  y menores a 34,9, respectivamente, y se intensifica el afloramiento de las isotermas menores de  $19^{\circ}C$  hasta ca. de  $15^{\circ}C$ . La fluorescencia in vivo y la cloa presentaron máximos subsuperficiales a 10 mn de la costa, formando plumas de distribución somera en la costa, para comenzar a hundirse hacia la zona oceánica, formando gradientes muy pronunciados.

En las transectas 10 (Lat.  $19^{\circ}01.0'S$ ) (Figs. 51, 52 y 53), 12 (Lat.  $18^{\circ}41'S$ ) (Figs. 54, 55 y 56) y 14 (Lat.  $18^{\circ}23'S$ ) (Fig. 57, 58 y 59), se formaron estructuras frontales solamente cuando la intrusión de aguas tipo AST fue pronunciada (transecta 10). Cuando el sistema está dominado por masas de agua de salinidad inferior a 34,9 (transectas 12 y 14) se forman gradientes verticales de temperatura y salinidad y la isolínea de 1 ml/l de oxígeno disuelto tiende a acercarse a la superficie.

Solamente en las transectas en las que se formaron estructuras frontales leves, se registraron núcleos de alta concentración de cloa y altos registros de fliv. En las restantes transectas se formaron plumas de distribución costera, que se desplazan subsuperficialmente hasta las inmediaciones de las 10 mn.

En las transecta 12 y 14, altos valores de cloa se desplazan hacia la zona oceánica llegando a ser superiores a  $2 \text{ mg/m}^3$ , a 20 mn de la costa.

## Relación entre la fluorescencia in vivo y clorofila a

Los diagramas de dispersión de la cloa vs fluorescencia in vivo (Fig. 60), que incluyen las muestras obtenidas para todas las profundidades muestreadas y agrupada por subáreas, indican relaciones diferentes en ambas subáreas. La diferencia más importante, es el valor calculado para cada pendiente en los dos grupos de datos. En la subárea I la pendiente es menor (i.e.  $1,41 \text{ UR} \cdot \text{m}^3/\text{mg}$ ) que en la subárea II (i.e.  $2,07 \text{ UR} \cdot \text{m}^3/\text{mg}$ ). Esto significa que a concentraciones equivalentes de cloa, en la subárea II la respuesta de fluorescencia es más alta y por lo tanto el estado fisiológico de la población fitoplanctónica es mejor que en la subárea I. Este antecedente permite deducir que la producción primaria de la subárea II sea más importante que en la subárea I, a pesar de las mayores concentraciones de cloa cuantificadas para la zona. Pero como ha sido destacado por Cullen (1982), estas mediciones son altamente variables en poblaciones naturales, por lo que es un antecedente que debe ser manejado con precaución

## Registros horizontales continuos

Los registros horizontales continuos de salinidad (psu), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia in vivo (UR), fueron realizados en las transectas 1 (T1), 3 (T3), 5 (T5) y 7 (T7) para la subárea I (Fig. 61), y en las transectas 8 (T8), 10 (T10), 12 (T12) y 14 (T14) para la subárea II (Fig. 62). Los registros obtenidos, fueron utilizados para determinar la posición y extensión longitudinal de los frentes costeros y/o la intensidad de estos en cada transecta.

En la subárea I, se observó preferentemente frentes costeros en las transectas 1, 5 y 7 y se ubicaron entre las 5 y las 10 mn de la costa. La densidad, calculada a partir de los registros de temperatura y salinidad, permite concluir que la formación de los frentes costeros es un proceso dependiente casi exclusivamente de la temperatura.

Debido a que la salinidad se comporta monotónicamente el valor de sigma-t obtenido para la subárea esta influenciado directamente por la temperatura, esto puede ser corroborado si se observa en las figura 61 y 62, que la forma de la curva de densidad es semejante a la curva de temperatura y no a la de salinidad.

Los registros más altos de fluorescencia in vivo superficial, están ubicados entre la costa y los bordes internos de los frentes. En la transecta 3 no se observó ningún gradiente térmico de consideración, aumentando monotónicamente desde la costa hacia mar afuera. Cabe destacar que de acuerdo con la relación cloa vs fluorescencia, los registros de fluorescencia son más altos proporcionalmente que en las otras transectas de la misma subárea.

En la subárea II, transectas 8, 10, 12 y 14, no se observan frentes tan intensos como en la subárea I. En la mayoría de las transectas la disminución de la densidad es monotónica, aumentando en sentido costa-océano. Los registros de fluorescencia in vivo vs cloa son proporcionalmente más altos que en la subárea I, ya que de acuerdo con los registros superficiales de cloa, la biomasa fitoplanctónica es claramente inferior pero con registros de fluorescencia parecidos o más altos que en la subárea I.

Estos resultados indican que en aquellas áreas en que los frentes costeros están menos desarrollados, la biomasa de cloa, tiende a ser más baja, se distribuye homogéneamente en toda el área de muestreo y sus registros de fluorescencia in vivo son más altos. Por el contrario, en zonas con frentes bien desarrollados, si bien es cierto que la cloa tiende a ser mayor, la fluorescencia in vivo y otros indicadores de procesos de producción primaria, como por ejemplo la producción aparente de oxígeno (AOP) son más bajos.

## Oceanografía Pesquera

Para el análisis de la relación entre las variables ambientales y el recurso, se seleccionó 4 transectas representativas de cada subárea. Para la subárea I se seleccionó las transectas 1 y 7 y para la subárea II las transectas 8 y 12. En los perfiles verticales de la distribución batimétrica del recurso y las variables ambientales de temperatura (Fig. 63 y 64), densidad (Fig. 65 y 66), cloa (Fig. 67 y 68) y saturación de oxígeno (Fig. 69 y 70), es posible observar que las diferentes estructuras oceanográficas descritas anteriormente para ambas subáreas, tienen asociadas cardúmenes de anchoveta formados por peces de distinto tamaño.

Además se ordenó la información de máximos y mínimos de temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto y la cloa, asociados a las distintas categorías de densidad utilizadas por la prospección acústica (i.e. 1-4). Con esta información se calculó los promedios de cada una de las variables y se confeccionó gráficos de distribución de las distintas categorías de densidad de anchoveta en las dos subáreas vs. las variables oceanográficas (Fig. 71). La elección de la temperatura como única variable física es debido a que la salinidad no presenta mayores variaciones y la densidad es una función casi exclusiva de la temperatura.

Los reclutas (ver anexo acústica) se asocian a los frentes costeros descritos para la subárea I, especialmente cuando estos sistemas frontales restringen la distribución longitudinal de la cloa y permiten la acumulación de biomasa fitoplanctónica entre la costa y el borde interno del frente. Respecto de las variables oceanográficas utilizadas para determinar el grado de asociación de los recursos, solamente se observa linealidad con la temperatura ( $r= 0,869$ ,  $a= 1,915$ ,  $b= 14,35$ ,  $n= 13$ ; Fig. 71a) y solamente en la subárea I, respecto de la saturación de oxígeno la biomasa de prereclutas se ubicó a profundidades en que las tensiones son mayores de 40% de saturación (Fig. 71c), sin que se observe algún patrón lineal de

asociación. Al igual que con el oxígeno el recurso se distribuye aleatoriamente respecto de la cloa (Fig. 71e), siendo su límite inferior de distribución concentraciones superiores a  $1 \text{ mg/m}^3$ .

En el caso de los reclutas estos se localizaron preferentemente en la subárea II (ver anexo acústica). Respecto de las variables temperatura y densidad, se observa que se sitúan en las zonas de máximo gradiente termohalino vertical, sin que predomine una posición respecto del frente, ni un patrón de asociación respecto de la temperatura (Fig. 71b). No se observa que los cardúmenes eviten masas de agua en las que las tensiones de oxígeno disuelto sean bajas, localizándoseles en porcentajes de saturación de oxígeno en el rango 20 a 100 % de saturación, respecto de esta variable el recurso no presenta algún patrón claro de asociación (Fig. 71d).

La distribución batimétrica y longitudinal del recurso indica que la anchoveta esta asociada a las zonas de mayor producción biológica o en las cercanías de esta, en una formación de cardúmenes que se distribuye en forma más dispersa, siguiendo la misma dispersión que se observa con la cloa, debido a la ausencia de frentes. Si este recurso tiene una distribución lineal no queda establecida claramente con los promedios utilizados en este estudio (Fig. 71f), sino que se observa la tendencia a establecerse en todo el rango medido de cloa, con un límite inferior superior a  $1 \text{ mg/m}^3$ .

Una de las características más evidentes que se pueden observar respecto de los recursos y las variables ambientales, es que en las dos subáreas consideradas se desarrollan cardúmenes de anchovetas de diferente tamaño, con predominancia de reclutas (i.e. menores de 12 cm) en la subárea I con frentes bien desarrollados y acumulaciones de cloa en el borde interno del frente y rangos de concentración más amplios que en la subárea II. Los adultos (i.e. mayores de 12 cm) se ubicaron preferentemente en la subárea II, con frentes poco desarrollados o inexistentes, la cloa presentó un rango de concen-

tración más estrecho con una distribución espacial más expandida de las isolíneas de concentración alta.

La información de fluorescencia in vivo vs cloa, para ambas subáreas, permite deducir que los adultos tienden a ubicarse en masas de agua en las que las poblaciones fitoplanctónicas pueden tener tasas de crecimiento más activas que las presentes en zonas con frentes más desarrollados.

Para toda el área de estudio esta situación debe ser dilucidada con investigaciones dirigidas a comparar y definir si el espectro de partículas y las tasas de producción (e.g. fijación de carbono u otros) son diferentes en ambas subáreas. Esta situación esta asociada a que los recursos con huevos y larvas pelágicas tienden a ubicarse en zonas de máxima estabilidad de la columna de agua, tanto para el desarrollo de los descendientes como por el acceso a parches de alimentación vitales para la sobrevivencia de los peces (Peterman y Bradford, 1987, Polovina et al., 1994).

La formación de estructuras oceanográficas que permiten la acumulación de biomasa y/o el aumento en la producción primaria, tales como meandros o frentes, ha sido informada ampliamente (Smith et al., 1983, Strass, 1992, Wolanski y Hamner, 1988, Yoder et al., 1994). Entonces para la subárea I la mayor acumulación o producción de biomasa fitoplanctónica puede ser explicada por este mecanismo. En la subárea II, el proceso oceanográfico principal involucrado podría ser la existencia de un mecanismo de retención de alimento y máxima estabilidad de la columna de agua, producida por un giro de escala meso (mayor de 100 km), que es superior a la escala espacial empleada en este estudio.

Las diferentes asociaciones de este recurso con las estructuras oceanográficas descritas anteriormente, no han sido suficientemente estudiadas para el norte de Chile, aunque han sido sugeridas por Alheit y Bernal (1993) a diferencia de otros ecosistemas productivos

como la corriente de California (Bernal, 1981), la costa de Sudáfrica (Shelton, 1987 o la corriente de Kuroshio (Nakata et al., 1994). Especialmente aquellos procesos oceanográficos de largo y corto plazo que impactan fuertemente a los recursos, tales como la estabilización de la columna de agua, acumulación de biomasa fito y zooplanctónica y el aumento estacional de las tasas de producción primaria o secundaria.

Esta primera etapa en el conocimiento de la asociación entre el recurso y la oceanografía, debe ser considerada como exploratoria una segunda etapa debiera considerar los procesos dinámicos del sistema que permite la estabilización de la masa de agua y los mecanismos responsables de los flujos de materia y energía en el ecosistema. En este contexto se debe aclarar que la información oceanográfica es obtenida a una escala temporal diferente de la acústica, toda vez que los sistemas acústicos reúnen información continua para toda la columna de agua, mientras que la oceanográfica esta restringida a muestreos de la columna en forma puntual y continua solamente en superficie. Por lo tanto, es importante conocer cual es el grado de asociación de las estructuras superficiales y la estructura biológica de la columna de agua, de esta manera se puede intentar establecer la utilidad de los sistemas de registro continuo horizontal de variables oceanográficas y su aplicación en oceanografía pesquera.

### VIII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

La anchoveta es un recurso pesquero que presenta fuertes variaciones en su abundancia, estas variaciones se explican principalmente por fuertes cambios en el reclutamiento debido a que es una especie de vida corta y el reclutamiento constituye el 51% de la biomasa del stock (Barría, 1995).

El problema del reclutamiento y en particular la fortaleza de la clase anual es un tema que se ha estudiado en la anchoveta de la corriente de California (Blaxter y Hunter, 1982). En dicho stock se ha analizado la fecundidad de la anchoveta y en particular el número de tandas que se producen durante la época reproductiva (Hunter y Golberg, 1982), lo cual es un dato importante en la estimación de la producción anual de huevos.

En todas las especies de clupeidos se produce una alta mortalidad de huevos y larvas durante el primer año de vida (Blaxter y Hunter, 1982; Pitcher y Hart, 1982; Smith, 1985); la cual se atribuye a procesos biológicos tales como canibalismo (Hunter y Kimbell, 1980) y físicos (Alheit y Bernal, 1993; Bakun y Parrish, 1980; Duncombe et al., 1992; Parrish y Mac Call, 1978; Roy et al., 1992). La intensidad de la mortalidad natural determina la fuerza del reclutamiento. Al respecto existen actualmente varias teorías siendo la hipótesis de Lasker (1978) la más difundida y apropiada a este recurso y situación que define la producción biológica del stock (Lasker, 1985).

Por otra parte, la explotación pesquera acentúa los cambios interanuales de abundancia debido a que merma el stock adulto disminuye el efecto amortiguador de las variaciones del reclutamiento (Barría, 1995).

Las estimaciones de reclutamiento de anchoveta se realizan mediante el ASP "Análisis Secuencial de Poblaciones" (Barría, 1989, 1990, 1995; GTE 1992, 1993, 1994). Sin embargo, este método permite tener

buenas estimaciones en forma retrospectiva y existe un nivel importante de incertezas durante los dos últimos años.

Las estimaciones del APV, pueden ser mejoradas con información auxiliar sobre la fuerza del reclutamiento obtenida a través de cruceros de investigación y pueden ser utilizados para realizar la prognosis del recurso (Hilborn y Walters, 1992).

El conocimiento de la fortaleza del reclutamiento de una especie de vida corta permite hacer proyecciones de captura y cálculo de captura de totales permisibles bajo diferentes escenarios de explotación, los cuales permiten tener una mayor certeza de los niveles de captura sin tener que recurrir a hipótesis alternativas sobre el reclutamiento (Walter, 1982).

Actualmente se están desarrollando modelos para evaluar la anchoveta en California, que no requieren de tanta información biológico-pesquera, pero necesitan información auxiliar a la pesquería (Jacobson et al., 1994).

También existen desarrollos metodológicos importantes para la administración de pesquerías que consisten en evaluar el riesgo de la información científica en la toma de decisiones a partir de estimaciones de cruceros (Hilborn et al., 1994). Es decir, si se logra desarrollar un método de cuantificación directa del reclutamiento de anchoveta, se puede tener a corto plazo una prognosis del desempeño de la actividad de la flota cerquera industrial en el norte de Chile y por otra parte, permite establecer los excedentes de producción del recurso. Es decir, con los resultados del presente proyecto se están dando los primeros pasos para que en el corto plazo se pueda tener un desarrollo metodológico importante en la evaluación de stock y administración de este recurso.

El desarrollo metodológico aquí planteado constituye un avance efectivo, debido a que no existen antecedentes de evaluaciones similares

en esta escala espacio-temporal. Los cruceros de evaluación hidroacústica se caracterizan por abordar escalas especiales mayores (Braun, 1994; Castillo et al. 1987; 1993; 1995). En la práctica se ha constatado que se debe analizar con mayor rigurosidad la escala espacio-temporal para definir la cuantificación del reclutamiento de la anchoveta. Lo anterior demanda tener conocimiento sobre el ciclo vital de esta especie, así como también, de los patrones de migración estacional (Cruickshank, 1990; Cruickshank et al., 1990) y los procesos demográficos básicos. Lo anterior es crucial para acotar de manera importante este problema.

El método hidroacústico aplicado generó resultados importantes que se deben tener presentes en las futuras evaluaciones, particularmente las prospecciones nocturnas son apropiado para evaluar la biomasa de reclutas de anchoveta. Cabe mencionar que este método se ha aplicado con éxito en Sudáfrica para evaluar el reclutamiento de la anchoveta (Cruickshank, 1990; Cruickshank et al., 1990) y otros métodos como área barrida o estimaciones del reclutamiento estimados mediante el desempeño de la flota industrial generan índices relativos de reclutamiento y no un estimado absoluto de biomasa. Cabe mencionar que el método de producción de huevos fue aplicado con éxito en este recurso por Rojas y Oliva (1993), pero está orientado a cuantificar el stock desovante.

Otra ventaja del método hidroacústico es que genera información espacio-temporal de la biomasa de anchoveta. En el presente trabajo la mayor presencia de biomasa se concentró en la subárea I ( $20^{\circ} 45' - 21^{\circ} 45' S$ ) y se registró durante la noche y fue 213.290 t, en tanto para la subárea II ( $18^{\circ} 21' - 19^{\circ} 21' S$ ) fue de 121.766 t. La mayor concentración de reclutas se localizó en la subárea I, alcanzando a 157.252 t, disminuyendo a 21.893 t en la subárea II. Los resultados de este trabajo permiten constatar la presencia de un foco importante de reclutamiento al sur de Iquique, no obstante este resultado debe ser analizado con cautela puesto que otros antecedentes indican que el proceso de reclutamiento comienza a gestarse en

el norte y a medida que avanza el verano se intensifica en el sur. (Barría, 1990; Martínez et. al, 1995), lo cual no está en contradicción con los resultados obtenidos.

En la evaluación hidroacústica se constató que existe diferencia significativas entre la integración diurna y nocturna realizada en la zona Cta Patillos a Pta Urcu. Esta diferencia se debe principalmente a la actividad diaria que tiene los reclutas de anchoveta que habitan en bahías de gran saco y la topografía del fondo donde prevalecen procesos de circulación costeros diferentes a las zonas abruptas y de mayor pendiente. En estas zonas costeras los reclutas tienen una actividad migración diaria desde la costa hacia el oeste durante la noche lo cual tiene una tremenda influencia en los estimaciones de biomasa. Este resultado es crucial debido a que se debe considerar en evaluaciones de reclutamiento.

Existe otro componente que se debe tener en cuenta durante la evaluación hidroacústica y es el tipo de agregación. Existe un cambio en las agregaciones diurna y nocturnas de recurso, prevaleciendo un mayor grado de contagio durante el día con agregaciones tipo cardúmen, en tanto durante la noche se dispersa generando agregaciones tipo estrato. Este tipo de comportamiento se ha visto en otras especies de clupeoideos (Blaxter y Hunter, 1982) y se asume que la formación de cardúmenes la utilizan estos peces para evitar a sus depredadores y minimizar el gasto de energía durante sus desplazamientos (Pitcher y Hart, 1992). Este comportamiento se refleja en la precisión de los estimados, medidos según el coeficiente de error, los cuales bajan desde 75,6 % a 16,0% en la subárea I y desde 85 a 21,0 % en la subárea II.

Durante el crucero de investigación se constató la presencia de una segregación espacial por tamaños en que los reclutas se encontraron en la subárea I y los ejemplares adultos en la subárea II. Los reclutas se encontraron en zonas de afloramiento en los cuales existen frentes bien delimitados y estuvo asociado a valores altos

de cloa (1 a 30 mg/m<sup>3</sup>) y a tensiones de oxígeno mayores de 40 % de saturación, mientras que los ejemplares adultos se ubicaron en lugares donde prevalece una masa de agua cálida, en la que no se observó frentes costeros intensos y la cloa estuvo en el rango 1 a 10 mg/m<sup>3</sup>.

Batimétricamente el recurso se situó en las zonas de máximo gradiente termohalino y en porcentajes de saturación de oxígeno disuelto en el rango 120 a 20% equivalentes a lo encontrado por Sameoto (1991) en aguas peruanas. Sin embargo, el 90 % de las hembras se encontraron en estado IV, es decir desovadas lo cual coincide con los focos de desove de Arica que ha sido señalado por Braun (1995), así como también en zonas con altas densidades de fitoplancton. cabe mencionar que se constata un adelantamiento del proceso reproductivo respecto al patron interanual en la cual el desove secundario se produce en el mes de febrero (Martínez et al, 1995). En relación a los pesos medios por estrato de longitudes indica que no existen diferencias significativas entre ambas subáreas lo cual permite inferir que la oferta de alimentos es equivalente en ambos habitat.

Los resultados obtenidos permiten concluir la existencia del afloramiento de masas de agua con bajo contenido de oxígeno disuelto, más frías y menos salinas, que al encontrarse con sistemas más cálidos y salinos formaron gradientes verticales y frentes costeros muy intensos, especialmente entre las 5 y 10 mn. Los niveles de concentración de cloa en la subárea I fueron de 0,5 hasta 30 mg/m<sup>3</sup> y en la subárea II de 0,5 a 10 mg/m<sup>3</sup>.

Para aplicar la metodología hidroacústica para evaluar el reclutamiento de la anchoveta de la zona norte I y II región podemos indicar que es crucial acotar el proceso de reclutamiento en forma espacio-temporal, efectuar diseños experimentales para determinar las relación existente entre la fuerza de blanco y los tamaños de

los reclutas de anchoveta e indicar un método alternativo que minimice el sesgo de orilla de los juveniles.

Respecto a la escala espacial, los resultados del proyecto indican que la presencia y ausencia de la totalidad de los cardúmenes de anchoveta se encontraron en la parte costera cuya distancia más extrema fue de 17 millas náuticas de la a costa. Por otra parte, las subáreas presentaron una fuerte segregación espacial por tamaños encontrándose en el norte mayor proporción de ejemplares adultos y los individuos juveniles en la subárea sur restringidos al área costera. Lo anterior, se relaciona con la topografía de la costa en el área sur existen mayor cantidad de bahías de gran saco y la plataforma continental es más extensa. Las futuras evaluaciones deberán realizarse en la parte costera con transectas hasta la 20 millas náuticas de la costa y en forma latitudinal se debe considerar desde la frontera Chile-Perú hasta la península de Mejillones.

En relación a las escala temporal, los resultados de las monitoreos del reclutamiento coinciden en que el proceso se genera de norte y se traslada hacia el sur como una onda cuya fuerza del reclutamiento local depende en forma importante del tiempo en que se realice el crucero de evaluación. Un período óptimo para realizar el crucero en la Zona Norte del país es entre el 1º de Noviembre al 15 de diciembre.

Respecto a la metodología hidrográfica se debe perfeccionar particularmente a través de un diseño experimental para efectuar la calibración de la fuerza de blanco de los reclutas de anchoveta y minimizar el sesgo de orilla.

El diseño experimental debe consistir en la aplicación del método comparativo. Este método consiste en isonificar un cardumen dentro de una red de cerco, conocer su TS y comparando posteriormente por la captura obtenida.

## IX. CONCLUSIONES

1. El desarrollo metodológico planteado en el presente proyecto y su puesta en práctica ha generado resultados empíricos importantes e interesantes que permiten estimar el reclutamiento de la anchoveta en la Zona Norte de Chile.
2. El método acústico aplicado en prospecciones nocturnas, es apropiado para evaluar la biomasa de reclutas de anchoveta.
3. La mayor biomasa de anchoveta se registró durante la noche y alcanzó entre Cta Patillos ( $20^{\circ} 45' S$ ) y Pta Urcu ( $21^{\circ} 45' S$ ), a 213.290 t, en tanto para la zona comprendida desde Arica ( $18^{\circ} 21' S$ ) a Pta Gorda ( $19^{\circ} 21' S$ ) fue de 121.766 t.
4. La mayor concentración de reclutas se localizó entre Cta Patillos y Pta Urcu, alcanzando a 157.252 t, disminuyendo a 21.893 t en la zona Arica a Pta Gorda.
5. Se determinaron las relaciones  $TS = -71,9791 + 25,1792 \log(L)$  (38 Khz) y  $TS = -64,9664 + 18,0925 \log(L)$  (120 Khz) en pulso corto, con valor de TS superiores a los entregados por la bibliografía, razón por lo cual no se aplicaron.
6. Existe diferencia significativa entre la integración diurna y nocturna realizada en la zona Cta Patillos a Pta Urcu. Diferencia que se sustenta el patrón de migración de la anchoveta desde la costa hacia el oeste y las características batimetría de la zona (bahías de gran saco).
7. Existe un cambio en las agregaciones diurna y nocturnas de recurso, prevaleciendo un mayor grado de contagio durante el día con agregaciones tipo cardumen, en tanto durante la noche se dispersa generando agregaciones tipo estrato. Este comportamiento se refleja en la precisión de los estimados, medidos

según el coeficiente de error, los cuales bajan desde 75,6 % a 16,0% en la subárea I y desde 85 a 21,0 % en la subárea II.

8. Existe una segregación espacial de los reclutas de anchoveta en la zona de estudio. En la subárea I prevalecen reclutas en cambio en la subárea II se caracteriza por la presencia de ejemplares adultos.
9. El análisis de los pesos promedios por estrato de longitudes indica que no existen diferencias significativas entre ambas subáreas lo cual permite inferir que la oferta de alimentos es equivalente en ambos habitat.
10. Los resultados obtenidos permiten concluir la existencia del afloramiento de masas de agua con bajo contenido de oxígeno disuelto, más frías y menos salinas, que al encontrarse con sistemas más cálidos y salinos formaron gradientes verticales y frentes costeros muy intensos, especialmente entre las 5 y 10 mn.
11. Los niveles de concentración de cloa indican que la zona esta bajo un régimen altamente productivo, con valores de cloa en el rango 0,5 hasta 30 mg/m<sup>3</sup> en la subárea I y 0,5 a 10 mg/m<sup>3</sup> en la subárea II.
12. Las diferencias en concentración de clorofila entre ambas subáreas puede ser debido tanto al tipo de estructuras físicas imperantes en la zona como a tasas de producción primaria diferentes.
13. Niveles de cloa menores de 0,5 mg/m<sup>3</sup>, indican la presencia de sistemas de producción biológica tipo oligotróficos, que se caracterizan por salinidades mayores de 35 y temperaturas mayores de 22 °C.

14. Las anchovetas adultas, se situaron preferentemente en la subárea II, en la que no se observó frentes costeros intensos y la cloa estuvo en el rango 1 a 10 mg/m<sup>3</sup>. Batimétricamente el recurso se situó en las zonas de máximo gradiente termohalino y en porcentajes de saturación de oxígeno disuelto en el rango 120 a 20%.
15. Sí se asume que el principal ítem alimentario de las anchovetas adultas es el fitoplancton, entonces se podría concluir que este recurso se distribuye preferentemente de acuerdo a la disponibilidad de alimento en el área, pero en un amplio rango de distribución.
16. Los reclutas se situaron preferentemente en la subárea I, entre la costa y los bordes internos de los frentes costeros. Este recurso estuvo asociado al mayor rango medido de cloa (1 a 30 mg/m<sup>3</sup>) y a tensiones de oxígeno mayores de 40 % de saturación.
17. El problema del TS en peces pelágicos es un problema de la Tecnología del EK-500, situación que no se ha resuelto a nivel mundial. La solución empírica consiste en la aplicación del método comparativo.

## X. RECOMENDACIONES

A continuación se indican varias recomendaciones que permitirán perfeccionar la estimación del reclutamiento de la anchoveta en el norte de Chile.

El área de estudio debe entenderse desde la frontera con el Perú hasta los 24'00° L.S., en esta área se concentra el proceso de reclutamiento. Respecto a su extensión hacia el oeste debe abarcar desde la costa hasta 10-15 mn. dependiendo de los frentes oceánicos.

En relación al método acústico, es la aproximación correcta que se utiliza en SudAfrica y Noruega para estimar el reclutamiento de la anchoveta y el arenque, respectivamente. Sin embargo, existen limitaciones como es la determinación del TS in situ, no obstante, una solución empírica es la aplicación del método comparativo (Misund, 1995 com.pers).

El método comparativo se puede aplicar en la Zona Norte de Chile con una goleta cerquera, la cual debe capturar anchoveta y se debe isonificar el cardúmen dentro de la red de cerco. Los valores obtenidos acústicamente deben compararse con la captura con el propósito de calibración.

Para la evaluación se debe utilizar una red de mediagua para la identificación y determinación de la estructura de tamaños y pesos de la anchoveta. La pesca debe estar dirigida para estratos, es decir, el área total debe subdividirse en estratos dentro de los cuales se obtiene información biológica - pesquera para la determinación de biomasa por estrato.

La pesca de mediagua debe realizarse a velocidades inferiores a 4 nudos y el tiempo de arrastre depende de la presencia de cardúmenes de anchoveta los cuales deben monitorearse con el EK-500. Respecto a mejoras tecnológicas es necesario tener sensores electrónicos

sobre la captura y la aberturas en la boca de la red, lo cual permitiría tener mejor aproximación del esfuerzo. El éxito de pesca de los lances de mediagua se incrementan en la noche.

Respecto a la evaluación acústica de los reclutas, se debe efectuar en las noches con luna, de manera que se incrementen sus estimados debido a que salen de la zona costera.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aglen A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. FAO Fish. Rep. 300, 293-298.

Aguayo M. 1976. Edad y crecimiento de la anchoveta (Engraulis ringens Jenyns) del norte de Chile (Arica - Iquique). Invest. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile (23): 32 p.

Alheit, J. y P. Bernal. 1993 . Effects of physical and biological changes on the biomass yield of the Humboldt Current ecosystem. En: Large marine Ecosystems. Stress mitigation and sustainability. K. Sherman, L. M. Alexander y B.D. Gold (Eds.). AAAS Press. Washington USA. pp 53-68.

Anónimo, 1983. Report of the 1983 planning group on ICES-coordinated herring and sprat acoustic survey, Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea 1983/H:12, Copénhagen, Denmark.

Bahamonde, R. y V. Baros. 1992. Evaluación directa del reclutamiento de recursos pelágicos . En : Programa Evaluación Directa de Recursos Pelágicos en la Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 34 p.

Barange, M. I. Hampton, S.C. Pillar, and M. A. Soule. 1994. Determination of composition an vertical structure of fish communities in situ measurements of acoustic target strength: Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 99-109.

Bakun, A. y R. Parrish. 1980. Environmental input to fishery populations models for eastern boundary current regions. IOC Wokshops Reports 28:67-104.

Barría, P. J.R. Cañon y A. Zuleta. 1988. Diagnóstico de la pesquería de la anchoveta en la Zona Norte de Chile y proposiciones de manejo para 1988. Comité Técnico Asesor de recursos pelágicos. subsecretaría de Pesca. Informe Técnico Interno. 10 p.

Barría, P. 1989. Seguimiento de la veda de reclutamiento de anchoveta (1988-1989) y veda reproductiva de sardina 1989. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 53 pp.

Barría, P. 1990. Situación nacional de los principales recursos pelágicos. In. "Perspectivas de la Actividad Pesquera en Chile". M. A. Barbieri (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar. UCV, Valparaíso. 66-71.

Barría, P. 1991. Evaluación del stock de anchoveta 1990. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 19 pp.

Barría, P. 1995. Investigación Evaluación del stock de anchoveta 1994, I y II región. Informe de Avance. Convenio Instituto de Fomento Pesquero - Subsecretaría de Pesca. Valparaíso, Chile. 14 pp. 14 Anexos.

Barría, P. y R. Serra. 1991. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales. Zona Norte. Evaluación de Stock. SGI-IFOP 92/1. 51 p.

Begon M. y M. Mortimer 1981. Populations Ecology. A Unified study of animals and lants. Blackwell Scientific Publications. Oxford London, 200 pp.

Bergh, M.O. and D.S. Butterworth 1987. Toward rational harvesting of the south african anchovy considering survey imprecision and recruitment variability. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. 5: 937 - 951.

- Bernal, P. 1981. A review of the low-frequency response of the pelagic ecosystem in the California current. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 22:49-62.
- Blanco, J. y H. Reyes. 1992. Monitoreo mensual de la distribución y abundancia de los recursos pelagicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. 67 pp
- Blaxter, J.H.S. y J.R. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Advances in marine Biology.. 20:1-223.
- Brandhorst, W. 1965. "Die chilenische Fischerei und ihre weiteren Entwicklungsaussichten "Ber. Üb". Landw. 43 (1): 148-197, Bonn.
- Brandhorst, W. y O. Rojas 1967. Distribución geográfica de la pesca de anchoveta en el norte de Chile y su composición del tamaño, de marzo de 1961 a julio de 1963. Instituto de Fomento pesquero. Publicación Nº 24. 69 pp.
- Braun M., J. Castillo; J.L. Blanco; S. Lillo y H. Reyes. 1994. Monitoreo hidroacústico y oceanográfico de los recursos pelágicos de la I y II Regiones. Cuarto informe de avance. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 104 pp + 72 anexos.
- Braun M. 1995. Evaluación hidroacústica de los stocks sardina española, anchoveta y jurel en la Zona Norte, I a IV regiones. Informe Final Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera. 152 pp.
- Braun M., J. Castillo, J.L. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1995. Proyecto: Monitoreo hidroacústico y oceanográfico en los recursos pelágicos de la I y II region. Inst. Fom. Pesq. Chile. 176 p + anexo.
- Buerkle, U. 1987. Estimation of fish from acoustic target strength. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 44: 1782-1785.

- CAPMAD/SELA. 1982. Estandarización de la metodología a emplearse en la evaluación de los recursos por Ecuador-Perú-Chile. Santiago de Chile, 15-17 diciembre 1982.
- Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceanogr.*, 10: 141-143.
- Castillo, J., P. Briones y J. Córdova. 1987. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en primavera de 1987. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos - Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile: 89 pp. + anexos.
- Castillo, J., M. Braun, J. Blanco. 1993. Cuantificación Estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte. Informe Final de Proyecto. Inst. Fom. Pesq. (Valparaíso-Chile). 58 p + anexos.
- Castillo, J., J.L. Blanco, M. Braun, H. Reyes y H. Robotham. 1994. Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel (regiones I a IV). 108 pp + anexos.
- Castillo, J., M.A. Barbieri, A. Paillaman, U. Parker, J.L. Blanco, H. Reyes, J.M. Braun y J. Osses. 1994. Evaluación hidroacústica de los stocks de sardina española, anchoveta y jurel en la zona norte, I a IV regiones. Fondo de Investigación Pesquera. 152 pp + anexos y figuras.
- Clay C. S. 1990. Low-resolution acoustic scattering models: Fluid-filled cylinders and fish with swim bladders. *J. Acoust. Soc. Am.* 89 (5) May 1991.
- Cruickshank, R.A., I. Hampton and M.J. Armstrong. 1990. The origin and movements of juvenile anchovy in the orange river region as deduced from acoustic surveys. *S. Afr. J. mar. Sci.* 9: 101 - 114.

- Cruickshank, R.A., 1990. Anchovy distribution off Namibia deduced from acoustic survey with an interpretation of migration by adults and recruits. *S. Afr. J. mar. Sci.* 9 : 53 - 67.
- Cullen, J.J. 1982. The deep chlorophyll maximum: comparing vertical profiles of chlorophyll a. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 39:791-803.
- Degnbol, P., H. Lasen, and K. J. Staeth. 1985. "In situ determination of target strength of herring and sprat at 38 Khz and 120 Khz," *Dana* 5:45-54.
- Duncombe Rae, C.M., A.J. Boyd and R.J.M. Crawford. 1992. "Predation" of anchovy by Agulhas ring: A possible contributory cause of the very poor year-class of 1989. *The Benguela and Comparable Ecosystem* Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). *S. Afr. J. mar Sci.* 12: 167 - 173.
- Einarsson, H. y B.Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.) *Bol. Inst. Rec. Mar., Callao*, 1(1):1-23.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. *Rev. Biol.* 8(1,2 y 3):111-124.
- Foote, K. 1981. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. *Fisken og Havet Ser, B*, 6: 1-107.
- Foote, K. 1983. Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres. *Journal of the Acoustical Society of America.*
- Foote, K. 1986. A critique of Goddard and Welsby's paper "The acoustic target strength of live fish. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 42: 212-220.

- Foote, K., 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *J. Acoust. Soc. Am.* 82 (3), pp 981-987, September 1987.
- Foote, K., A. Aglen, and O. Nakken. 1986. Measurement of fish target strength with a split-beam echo sounder. *J. Acoustic. Soc. Am.* 80 (2): 612-621 p.
- Foote, K., H. Knudsen and G. Vestnes. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. International Council for the Exploration of the sea. Copenhagen. Denmark. 70 pp.
- Forbes, S. T. 1985. "Progress in dual-beam target-strength measurement on herring and blue whiting, "Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea 1985/B:41, Copenhagen, Denmark.
- Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hydroacoustic biomass estimate. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 825-826.
- Fréon, P., F. Gerlotto, and M. Soria. 1992. Change in school structure according to external stimuli: description and influence on acoustic assessment. *Fisheries Research*, 15 (1992) 45-66.
- Garrido, W. 1989. Análisis del Factor de Condición e Índice Gonadosomático de la anchoveta en la Zona Norte de Chile, período 1964 - 1977. Memoria Final para obtener el Título de Técnico Pesquero, 32 p., 10 anexos.
- GTE, 1992. Informe técnico de evaluación conjunta de los stocks de sardina y anchoveta del sur del Perú y norte de Chile. Grupo de trabajo IFOP - IMARPE, sobre las pesquerías de pequeños pelágicos. Primer Taller, Lima, 2 - 16 marzo de 1992.
- GTE, 1993. Informe técnico de evaluación conjunta de los stocks de sardina y anchoveta del sur del Perú y norte de Chile. Grupo de

trabajo IFOP - IMARPE, sobre las pesquerías de pequeños pelágicos. Segundo Taller, Valparaíso, 18 - 25 octubre de 1993.

GTE, 1994. Informe técnico de evaluación conjunta de los stocks de sardina y anchoveta del sur del Perú y norte de Chile. Grupo de trabajo IFOP - IMARPE, sobre las pesquerías de pequeños pelágicos. Tercer Taller, Callao, 9 - 20 mayo de 1994.

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 ( $18^{\circ}30'S - 30^{\circ}00'S$ ). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.

Hampton, I. 1987. Acoustic study on the abundance and distribution of anchovy spawners and recruits in south african waters. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar Sci. 5: 901 - 917.

Halldórsson, O. and P. Reynisson. 1983. Target strength measurements of herring and capelin in situ at Iceland. In: O. Nakken and S.C. Venema (Editors), Symposium on fisheries acoustic. Bergen, Norway, 21-24 June 1982. F.A.O. Fish. Rep., (300):78-84

Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, Inc. New York.

Hilborn, R., E.K. Pikitch, M. K. McAllister 1994. A Bayesian estimation and decision analysis for a age-structured model using biomass survey data. Fisheries research 19: 17-30.

Hilborn, R. and Walters, c. J. 1992. A quantitative fisheries stock assessment an management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York, 570 pp.

- Hunter, J. S. and S.R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy *Engraulis mordax* during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Oceanic Fisheries Invest. Rept. 21:139 - 149.
- Hunter, J.R. and C.A. Kimbell 1980. Egg cannibalism in the northern anchovy *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin U.S. 78:811-816.
- ICES Cooperative Research Report 144. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- Jacobson L. y N.C.H. Lo y J.T. Barnes. 1994. A biomass-based assessment model for northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin 92:711-724.
- Kimura D.K. and Lemberg N.A. 1981. Variability of line intercept density estimates (a simulation study of the variance of hydro-acoustic biomass estimate). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1141-1152.
- Lasker, R. 1978. The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California current: identifications of factor contributing to recruitment failure. Rapp. P-V Reún Cons. Inst. Explor. Mer 173:212-230.
- Lasker, R. 1985. What limits clupeoid production? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42 (Suppl 1):31-38.
- Lillo, S. y M. Espejo. 1991. Distribución y abundancia de sardina, jurel, anchoveta y caballa en primavera de 1991. En: Evaluación directa de recursos pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica. Zona Norte. Informe de Proyecto. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. (pp 57-81).

- Mac Lennan, D. and J. Simmonds. 1992 Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.
- Mac Lennan, D. N., A. E. Magurran, T. J. Pitcher, and C. E. Hollingworth. 1990. Behavioural determinants of fish target strength. Rapp. P-v Reun. Cons. int. Explor. Mer, 189: 245-253.
- Madirolas, A. 1991. Analisis de ecointensidades en relación a la composición de tallas para merluza común (*Merluccius hubbsi*) y anchoita (*Engraulis anchoita*). Frente Marítimo Vol 8, Sec, A: 29-36.
- Martínez, C., L. Caballero y G. Bohm. 1991. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales. Zona Norte. Flota y Actividad Extractiva. SGI-IFOP 92/1. 51 p.
- Methot, R. 1990. Synthesis Model: An Adaptable Framework for Analysis of Diverse Stock Assessment Data. International North Pac. Fish. Comm. Bull Nº 50: 259-277.
- Millero, F. and A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.
- Nakata, K., A. Hada y Y. Matsukawa. 1994. Variations in food abundance for sardine larvae related to the Kuroshio meander. Fisheries Oceanography. 3(1):39-49.
- Nakken, O. and K. Olsen. 1977. Target strength measurements of fish. Rapp. P.- V Réun. Couns. int. Explor. Mer., 170 :52-69.
- Neumann, G. y W.J. Pierson. 1966. Principles of physical oceanography. Prentice Hall, Inc. 545 pp.
- NODC.1991.Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.

- Ona, E. and K. Hansen. 1986. In situ target strength observations on haddock. International Council for the Exploration of the Sea. Fish Capture Committee. C.M. 1986/B:39.
- Osses. J y V. Troncoso. 1990. Variables oceanográficas y distribución superficial de clorofila a en la zona norte de Chile, durante el año 1988. X Jornadas de Ciencias del Mar, Mayo de 1990, Santiago-Chile.
- Pauly D. e I. Tsukayama. 1987. On the implementation of management oriented fishery research: the case of the peruvian anchoveta. En. The peruvian anchovy and its upwelling ecosystem. Three decades of changes. ICLARM Studies and Reviews 375:1-13p.
- Parrish. R.H. y A.D. Mac Call. 1978. Climatic variations and exploitation in the pacific mackerel fishery. Calif. Dep. Fish. Game. Fish. Bull. 167:109 p.
- Parsons, T.R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press 173 pp.
- Polovina, J.J., G.T. Mitchum, N.E. Graham, M.P. Craig, E.E. Demartini y E. N. Flint. Physical and biological consequences of a climate event in the central North Pacific. Fisheries Oceanography. 3(1):15-21.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. ICES J. mar. Sci., 50: 285-298.
- Peña, S., U. Parker, y C. Martínez. Monitoreo de la veda de reclutamiento de la anchoveta (1992-1993). Instituto de Fomento Pesquero. Iquique, Chile. 27 pp. + 30 Anexos.

Peterman, R.M. y M.J. Bradford. 1987. Wind speed and mortality rate of a marine fish, the northern anchovy (*Engraulis mordax*). *Science*. 235(4786):234-236.

Pitcher, T. y P.J.B. Hart. 1982. *Fisheries Ecology*. The Avi. Publishing Company. I.N.C. Westport; Connecticut. 414 p.

PNUD-CPPS/FAO RLA. 1992. Ejercicio de estandarización e intercalibración de metodos acústicos para evaluación de recursos pelágicos. Callao, Perú 47p.

Report of the 1983 planning group on ICES-coordinated herring and sprat acoustic survey, Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea 1983/H:12, Copenhagen, Denmark.

Rodríguez, L., O. Guzmán y P. Pineda. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa de monitoreo de recursos pelágicos. II prospección zona Constitución - Isla Mocha (35°20' - 38°22' S.). Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo (AP. 83-32). Instituto de Fomento Pesquero Santiago, Chile.

Robotham, H. y J. Castillo. 1990. Método bootstrap una alternativa para estimar intervalos de confianza de recursos prospectados por medio de técnicas hidroacústicas. *Investigaciones Pesqueras (Chile)*. 34: 79-83.

Rojas O. y J. Oliva 1993. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la Zona Norte por el método de producción de huevos. En. Programa Evaluación directa de recursos pelágicos de la Zona Norte. Informe a Empresas Pesqueras. Inst. Fom.Pesq. Chile. 37p.

Rojas O., A. Mujica, M.Labra, G. Lebermann y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corp. Fom. Prod. Gerencia de desarrollo (AP 83-31). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 89 p.

- Roy, C., P. Cury and S. Kifani. 1992. Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. 12: 135 - 146.
- Rudstam, G. L., T. Lindem and S. Hansson. 1988. Density and in situ Target Strength of Herring and Sprat: a Comparison between Two Methods of Analyzing Single-beam Sonar Data. Fisheries Research, 6 (1988): 305-315 p.
- Rui De Paula., 1985. Acoustic analysis of tropical stocks of small pelagic fish. Documento interno.
- Sameoto, D. 1981. Vertical distribution and abundance of the peruvian anchovy, *Engraulis ringens* and *Sardinops sagax* larvae during November 1977. J. Fish. Biol. 21:171-185.
- Serra, J.R. y J. E. Gil. 1975. Marcación de anchoveta en la zona norte de Chile. Metodología y resultados preliminares. Rev. Comisión Permanente de Pacífico Sur. (3): 3-19.
- Serra, J., M. Aguayo, O. Rojas, J. Canon y F. Inostroza. 1979. Anchoveta *Engraulis ringens*, Jenyns. Teleostomi, Clupeiformes, Engraulidae. En. Estado actual de las pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Peces. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 1-52p.
- Shelton. P.A. 1987. Life-history traits displayed by neritic fish in the Benguela current ecosystem. En: The Benguela and comparable ecosystems. Payne, A.I.L., J.A. Gulland y K.H. Brink (Eds.) South African Journal of Marine Science. 5:235-242.

- Shotton R. y G. P. Bazigos. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Shotton R. y R. G. Dowd. 1975. Current research in acoustic fish stock assesment at the Marine Ecology Laboratory. ICNAFRes. Doc 75/16, Ser No 3468, 17 pp.
- Simmonds E. J., 1984. A Comparason between measured an theoretical equivalente beam angles for seven similar transducer. J Sund Vid., 97: 117-128.
- Simmonds E. J., and F. Armstrong. 1987. A wide bias Echosounder: Measurements on cod, saithe, herring and mackerel from 27 to 54 Khz. International Symposium on Fisheries Acoustic. June 22-26. Seatle Washington, USA.
- Simmonds E. J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991. 113 p + figs.
- Simpson J.G. y E. Gil. 1967. Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*), en Chile. Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile (4): 55 p.
- Simpson J.G. y H.S. Schlotfeldt. 1968. Algunas observaciones sobre las características electroforéticas de la hemoglobina de la anchoveta *Engraulis ringens*, en Chile. Investigaciones Zoológicas Chilenas Vol XIII.
- Smith, P.E. 1985. Year- class strenght and survival of 0-group clupeoids. Can J. Fish. Aquat. Sci. 42 (Suppl 1): 69-82.

Smith, W.O., G.W. Heburn, R.T. Barber y J.J. O'Brien. 1983. Regulation of phytoplankton communities by physical processes in upwelling ecosystems. *Journal of Marine Research*. 41:539-556.

Soule, M, M. Barange, and I. Hampton. 1995. Evidence of bias in estimates of target strength obtained with a split-beam echosounder.- *ICES J. mar Sci.*, 52:139-144.

Strass, V.H. 1992. Chlorophyll patchiness caused by mesoscale upwelling at fronts. *Deep Sea Research*. 39(1):75-96.

SURFER. GOLDEN SOFTWARE INC. Version 4.

UNESCO, 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. *Unesco Tech. Papers in Mar., Sci.* N°36.

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

Weiss, R.F. 1970. Solubility of nitrogen, oxygen, and argon in water and seawater. *Deep Sea Research*. 17(4):721-725.

Walters, C. J. 1981. Optimum escapements in the face of alternative recruitment hypothesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 678- 689.

Wolanski, E. y E.M. Hamner. 1988. Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence. *Science*. 241(4862):177-181.

Yoder, J.A., S.G. Ackleson, R.T. Barber, P. Flament y W.M. Balch. 1994. A line in the sea. *Nature*. 371:689-692.

**FIGURAS**

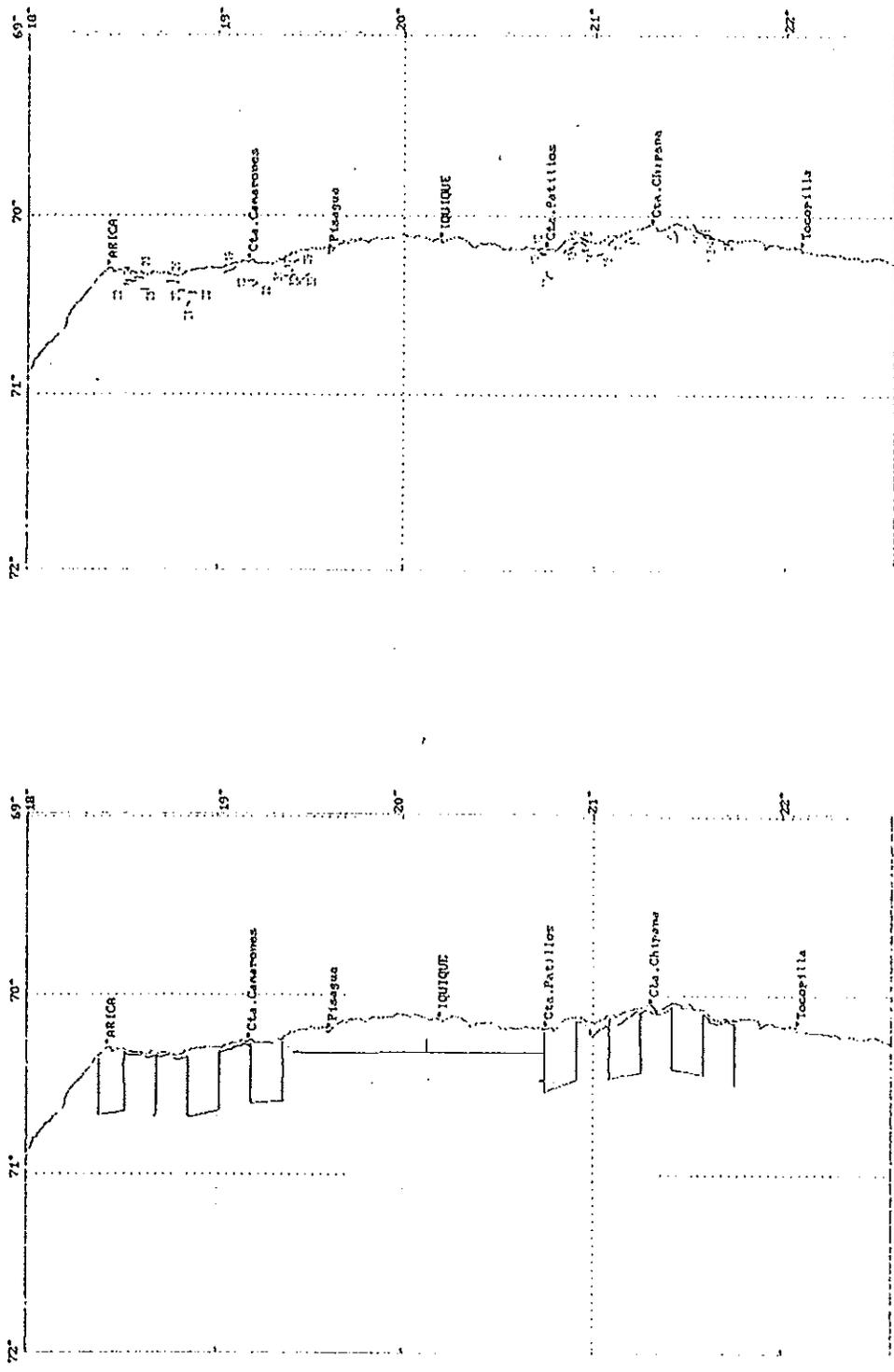


Figura 1. a) Zona de estudio b) Distribución de lances de pesca.

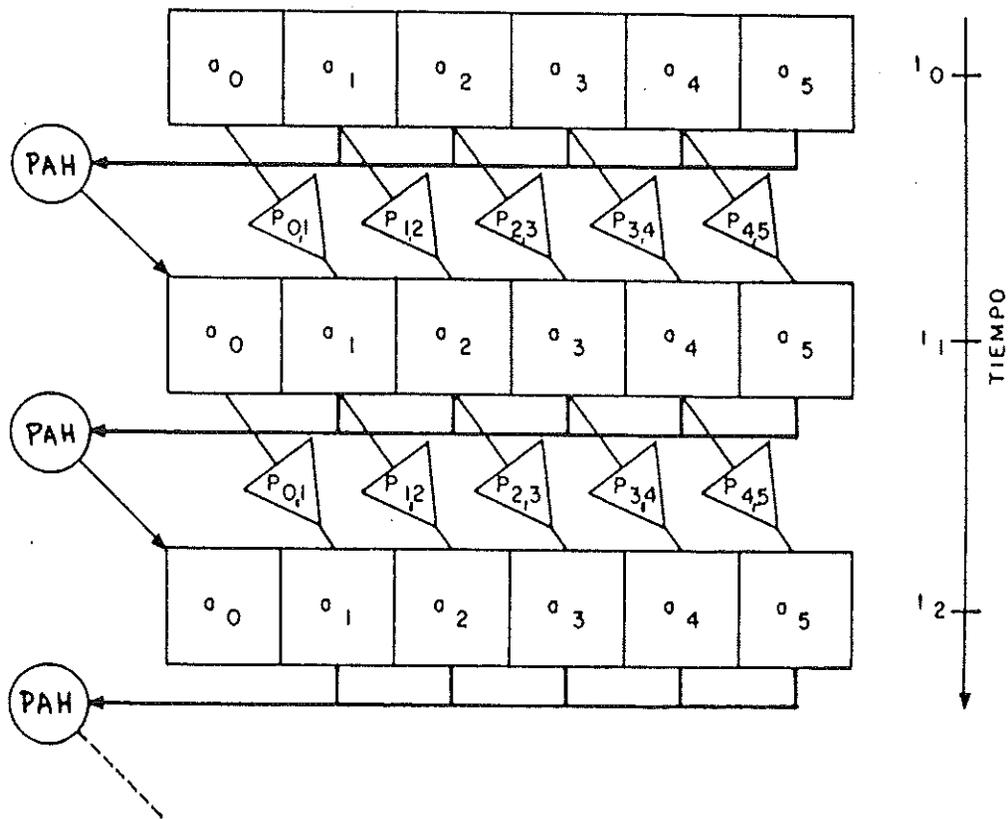


Figura 2. Modelo del ciclo vital de la anchoveta, especie que se reproduce con sobreposición de generaciones. Donde  $a_0, a_1, \dots, a_5$  representan los grupos de edad de los individuos.  $a_5$  = grupo de edad más viejo en la pesquería.  $p_{i,j}$  = Probabilidad de sobrevivir del grupo de edad  $i$  al  $j$  en el próximo período de tiempo ( $0 < p_{i,j} < 1$ )

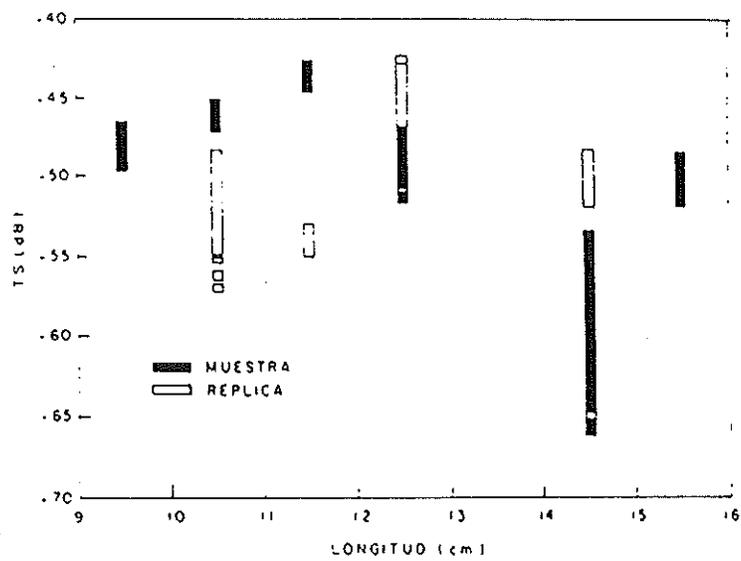


Figura 3. Valores de TS para anchoveta muerta congelada.

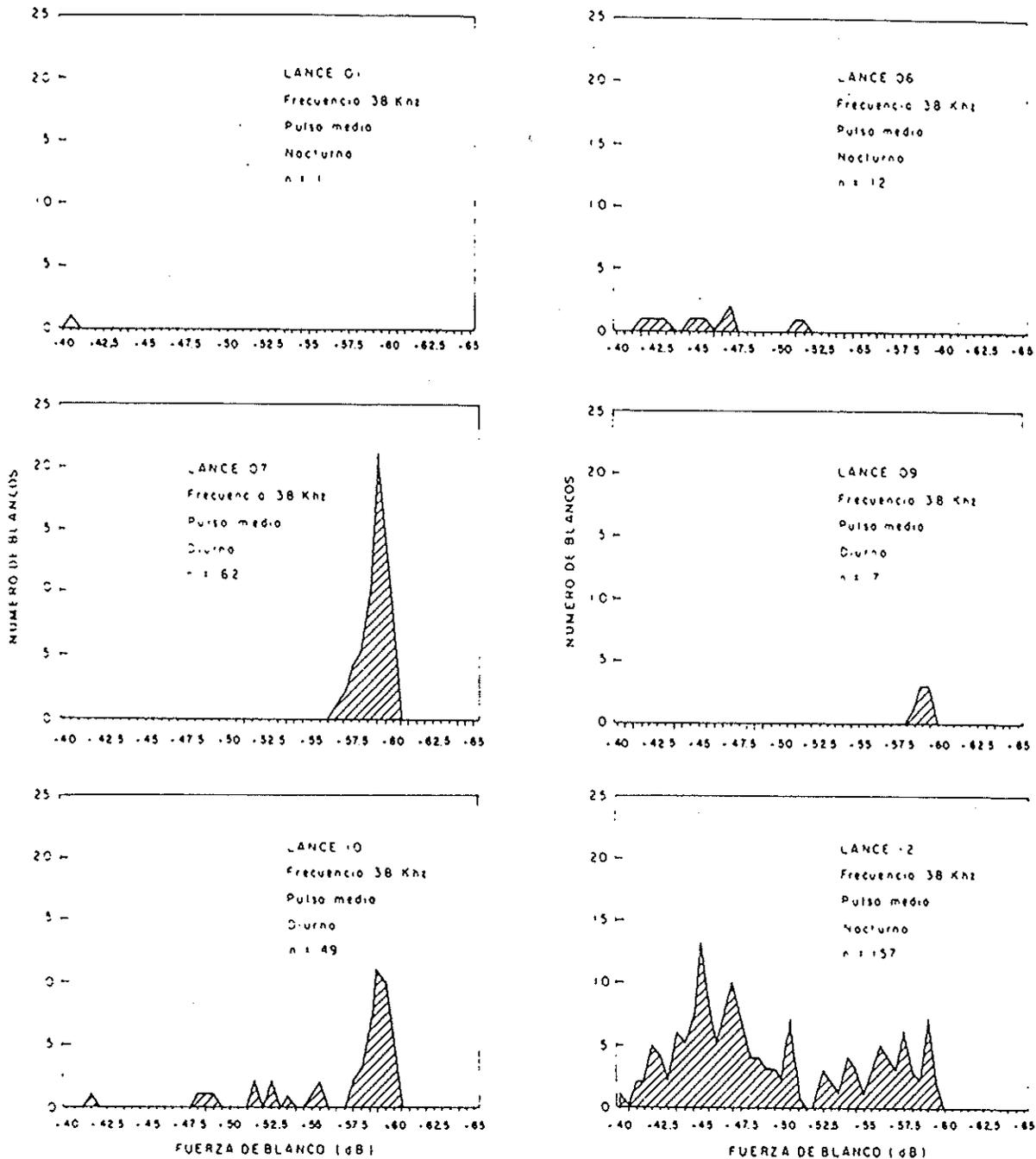


Figura 4. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 KHz en pulso medio.

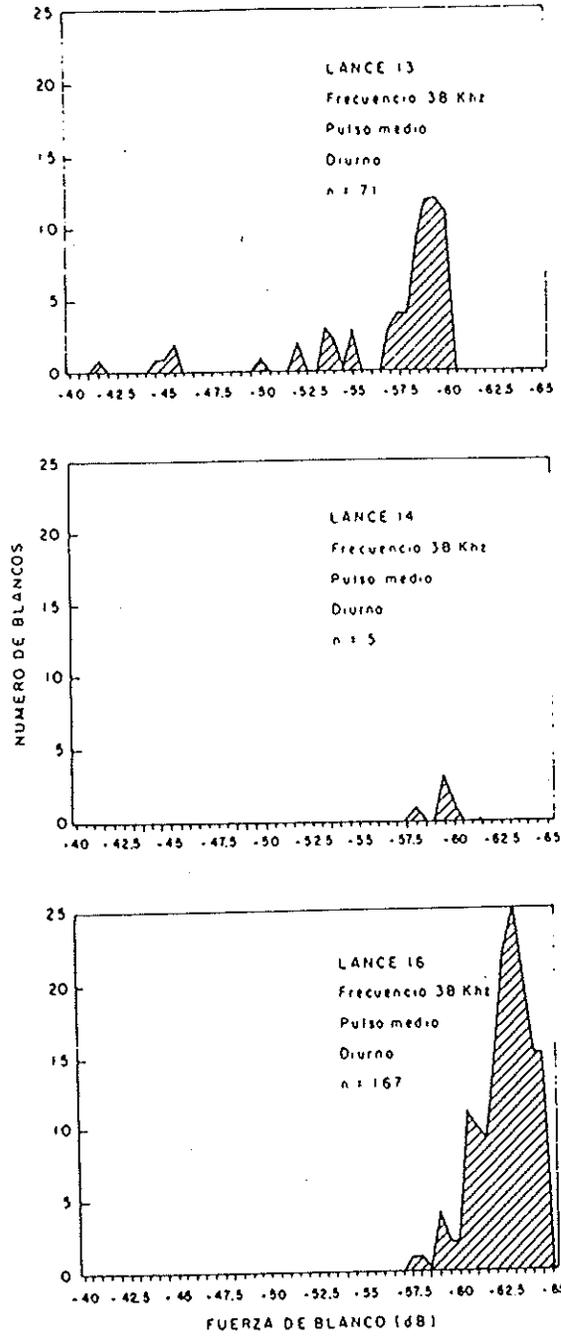


Figura 5. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 KHz en pulso medio.

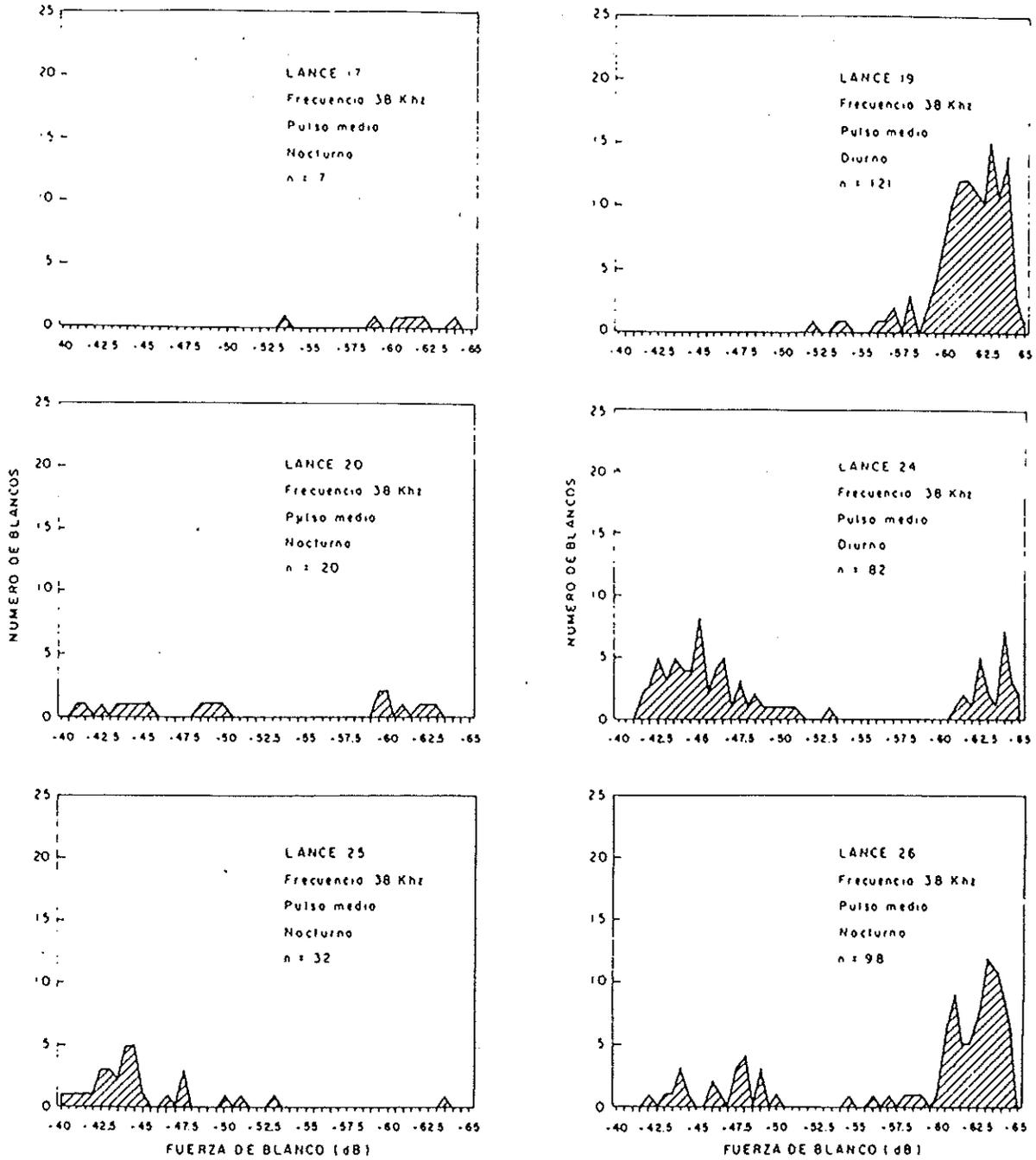


Figura 6. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 KHz en pulso medio.

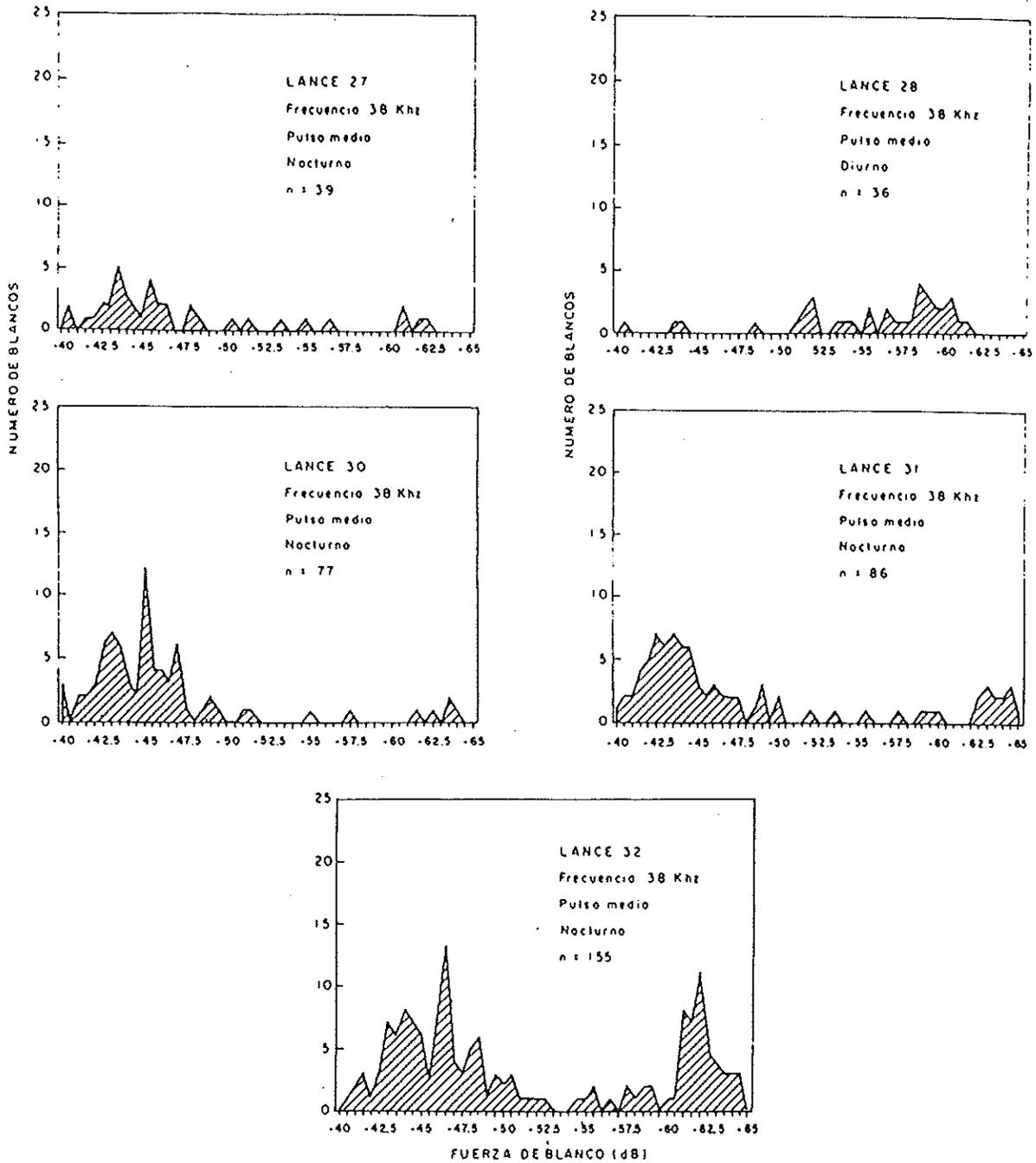


Figura 7. Histograma de frecuencia de fuerza de blanco (TS) por lance para 38 KHz en pulso medio.

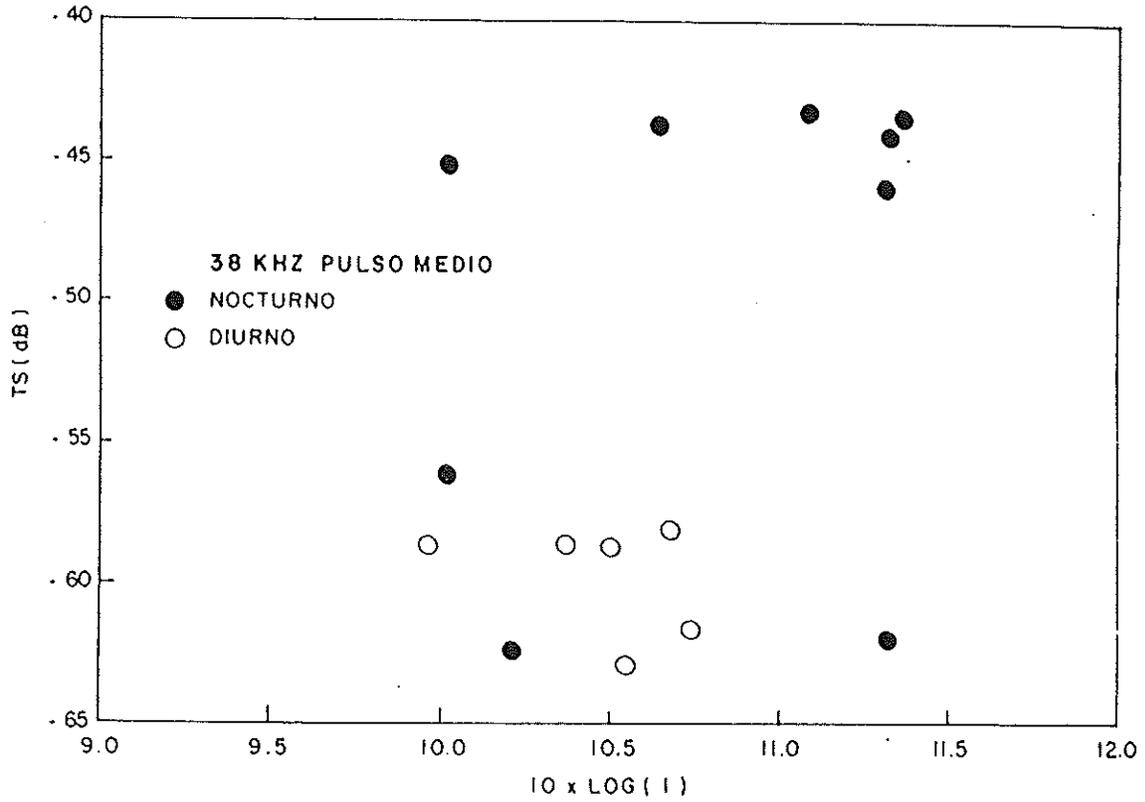


Figura 8. Valores medios de fuerza de blanco (TS) y longitud en (cm) para 38 Khz en pulso medio.

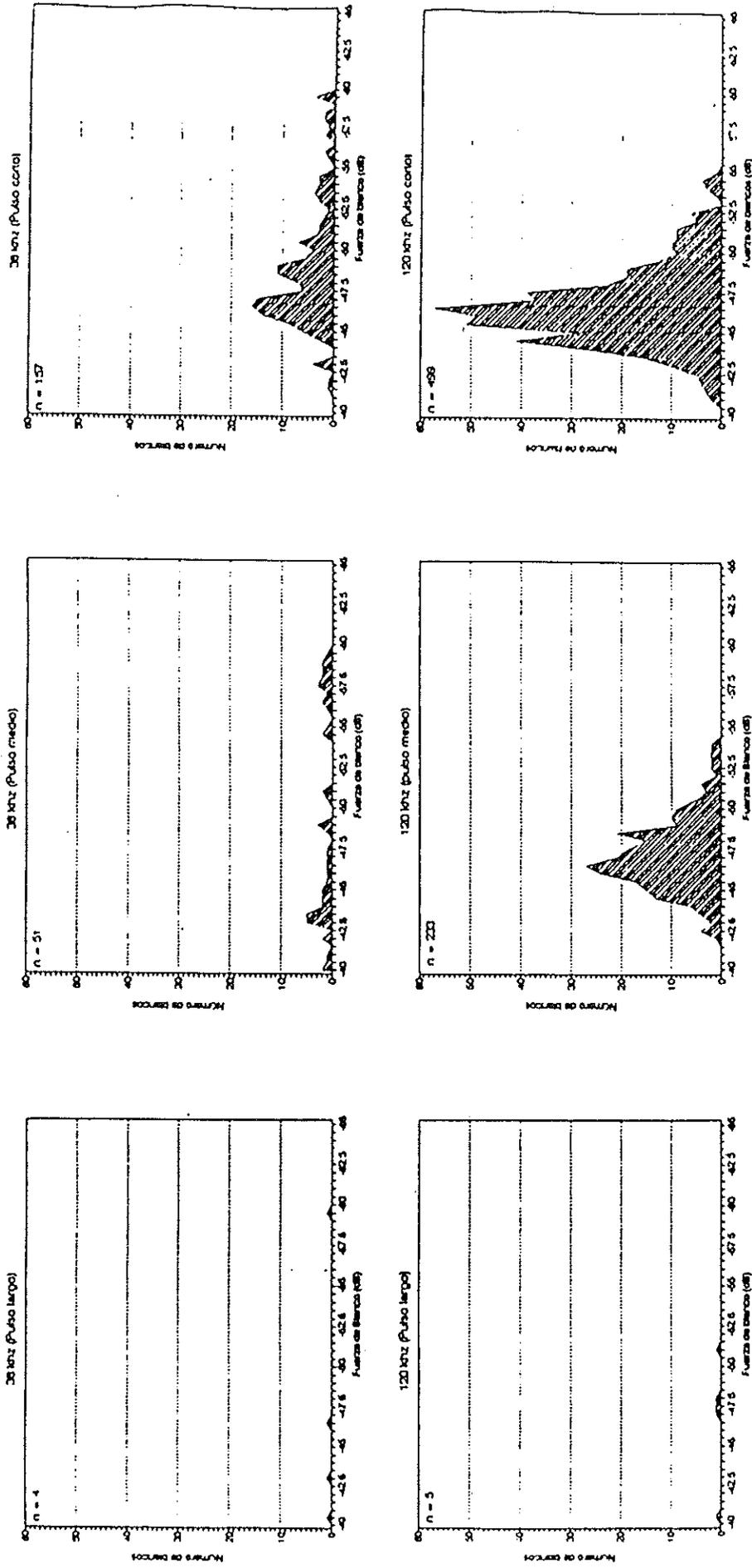


Figura 9. Histogramas de frecuencia de los blancos individuales detectado con 38 y 120 Khz, con longitud de pulso corto, medio y largo.

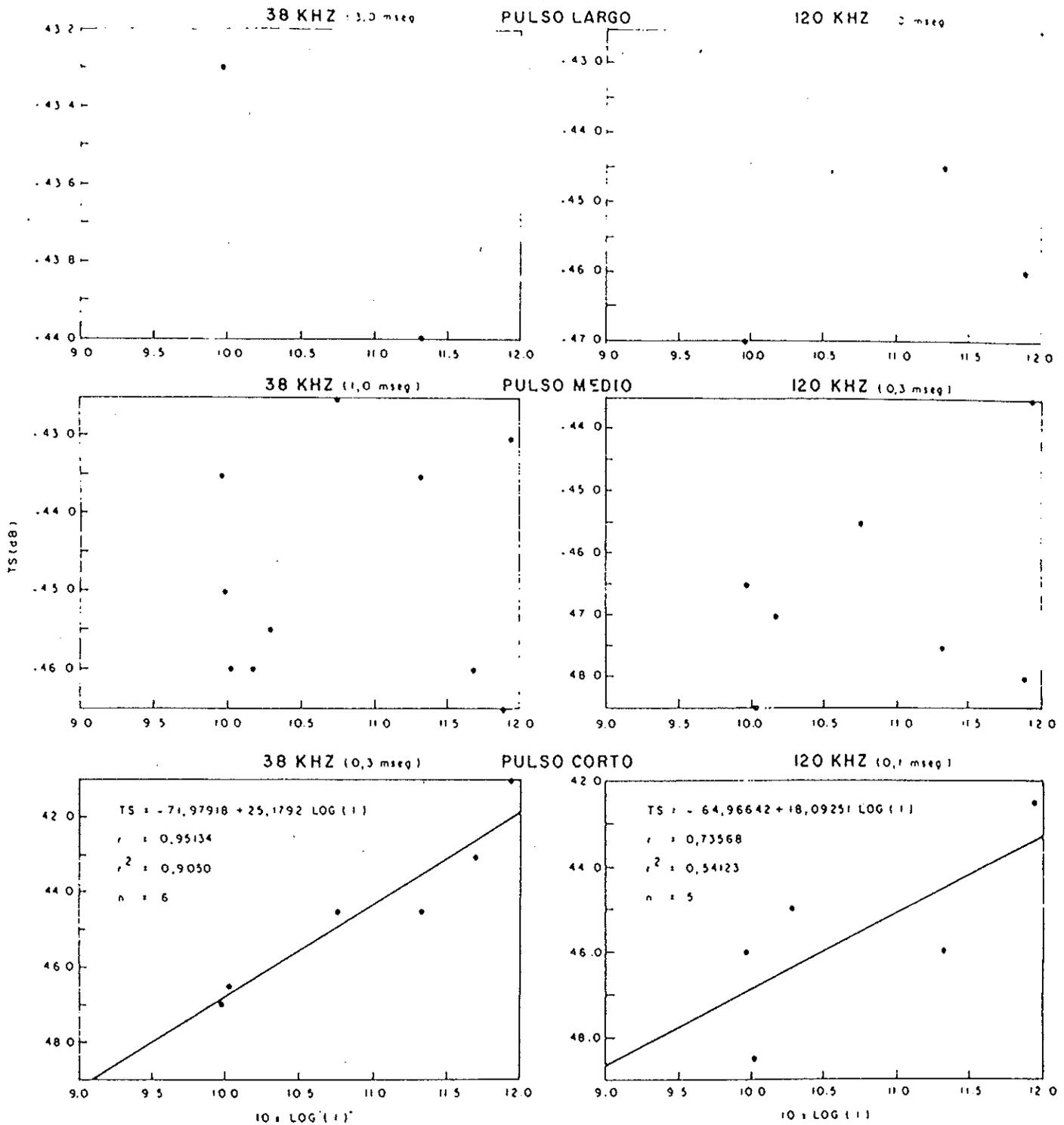
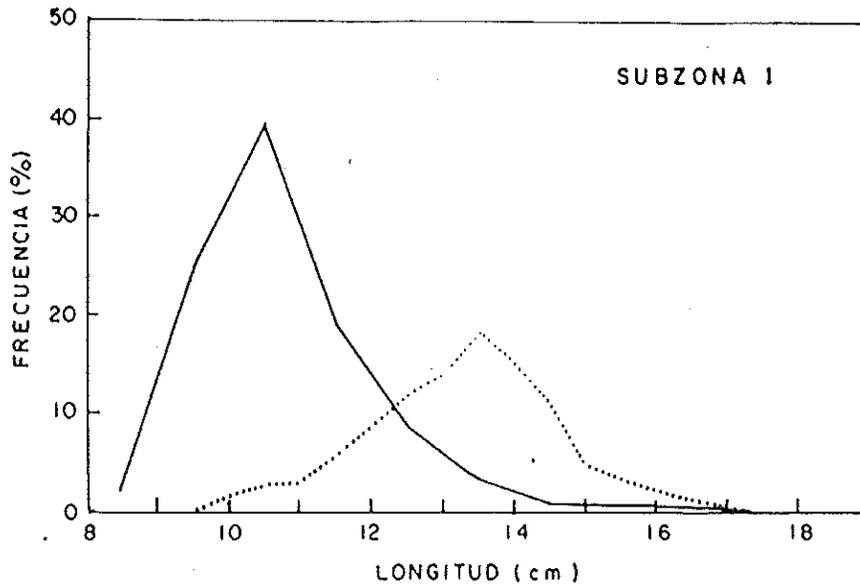


Figura 10. Relaciones de  $TS = a + b \log(l)$  para anchoveta con 38 y 120 KHz para la longitud de pulso largo, medio y corto.



..... INDUSTRIAL      ——— CRUCERO

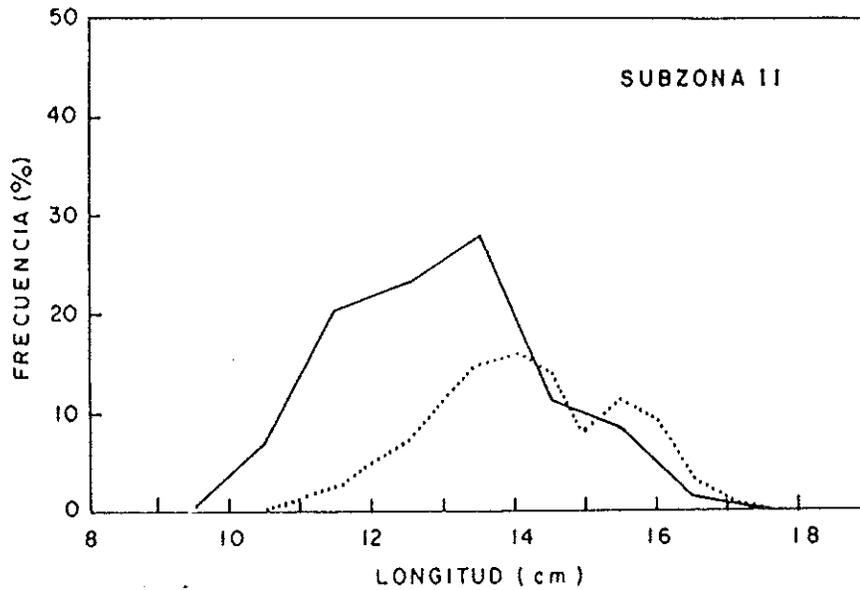


Figura 11.

Distribución de frecuencia de longitud para la anchoveta obtenida de las capturas de la flota cerquera (19 al 31 de enero de 1995) y crucero de cuantificación.

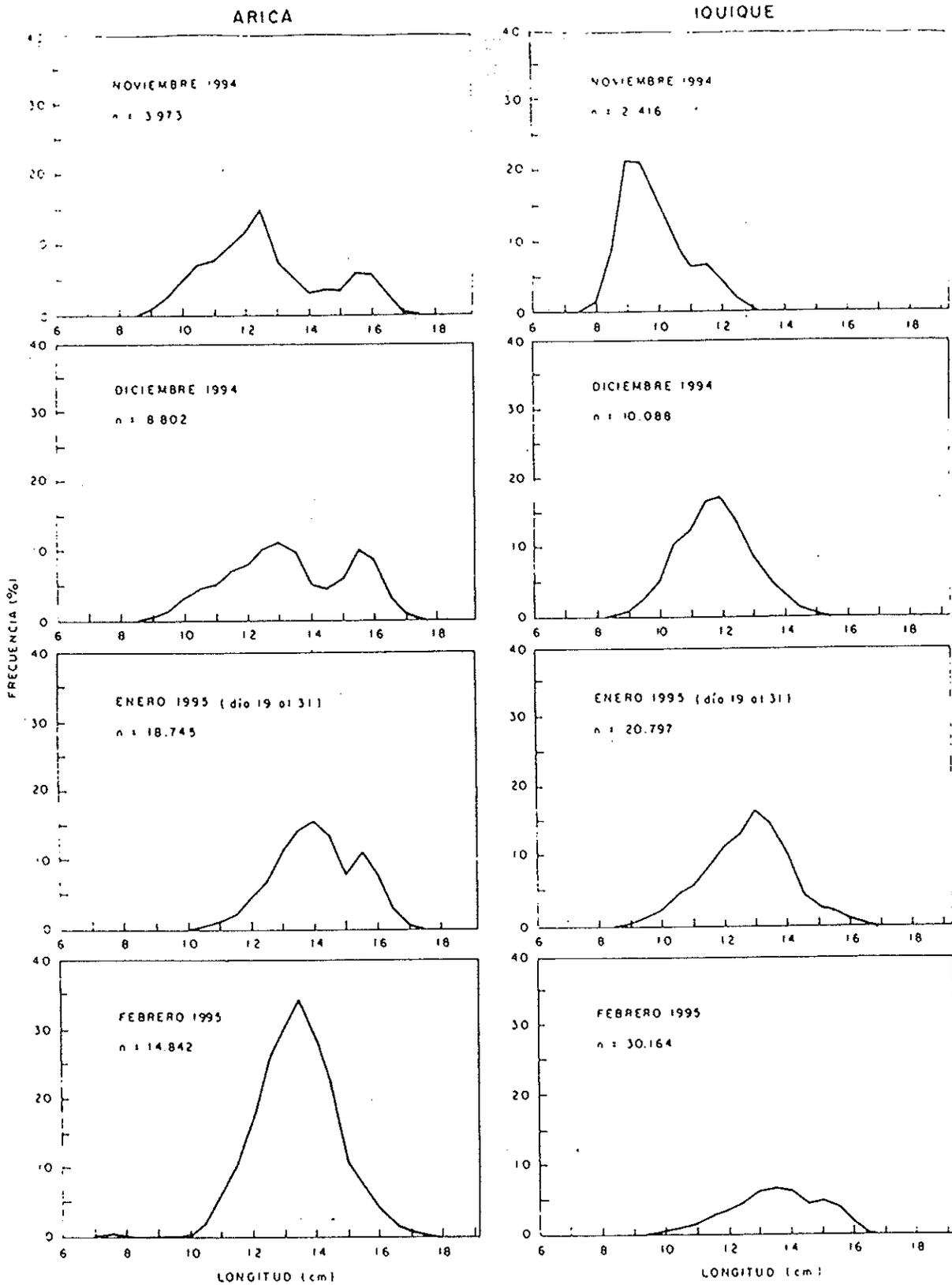


Figura 12. Distribución de frecuencia de longitud mensual para la anchoveta obtenida de las capturas de la flota cerquera frente a Arica ( $18^{\circ}20' - 19^{\circ}30'S$ ) e Iquique ( $19^{\circ}31' - 21^{\circ}30'S$ ).

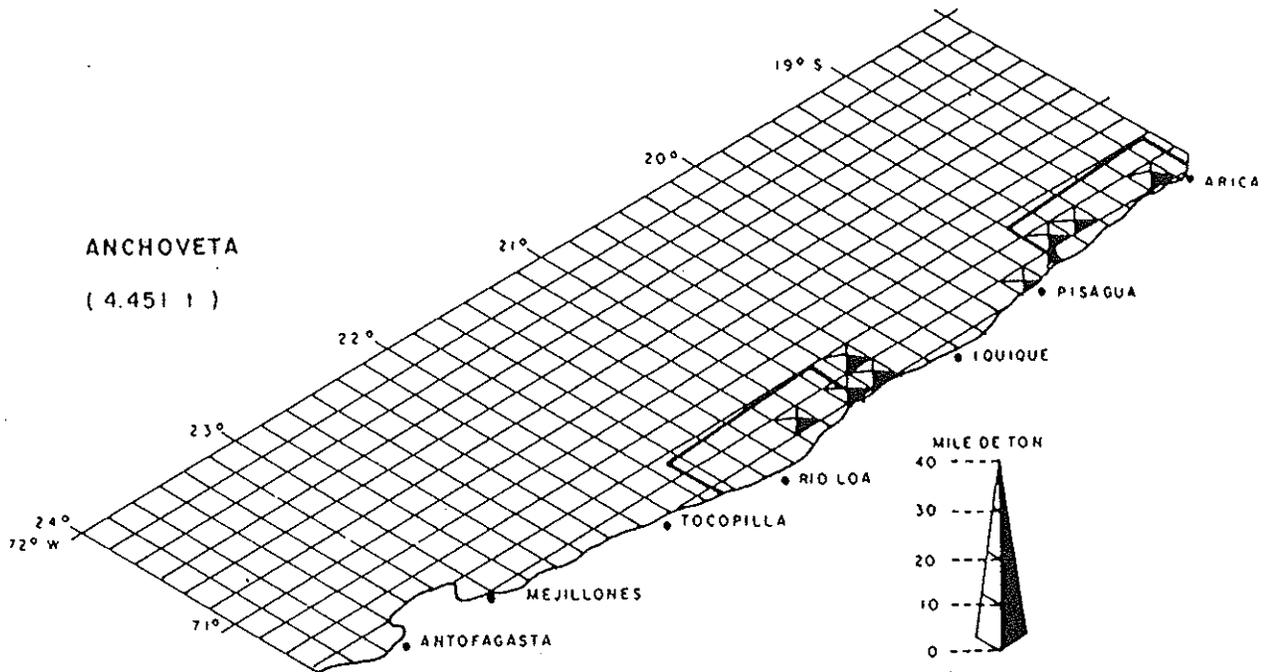


Figura 13. Zonas de estudio y áreas de pesca de la flota industrial entre el 19 y 20 de enero de 1995.

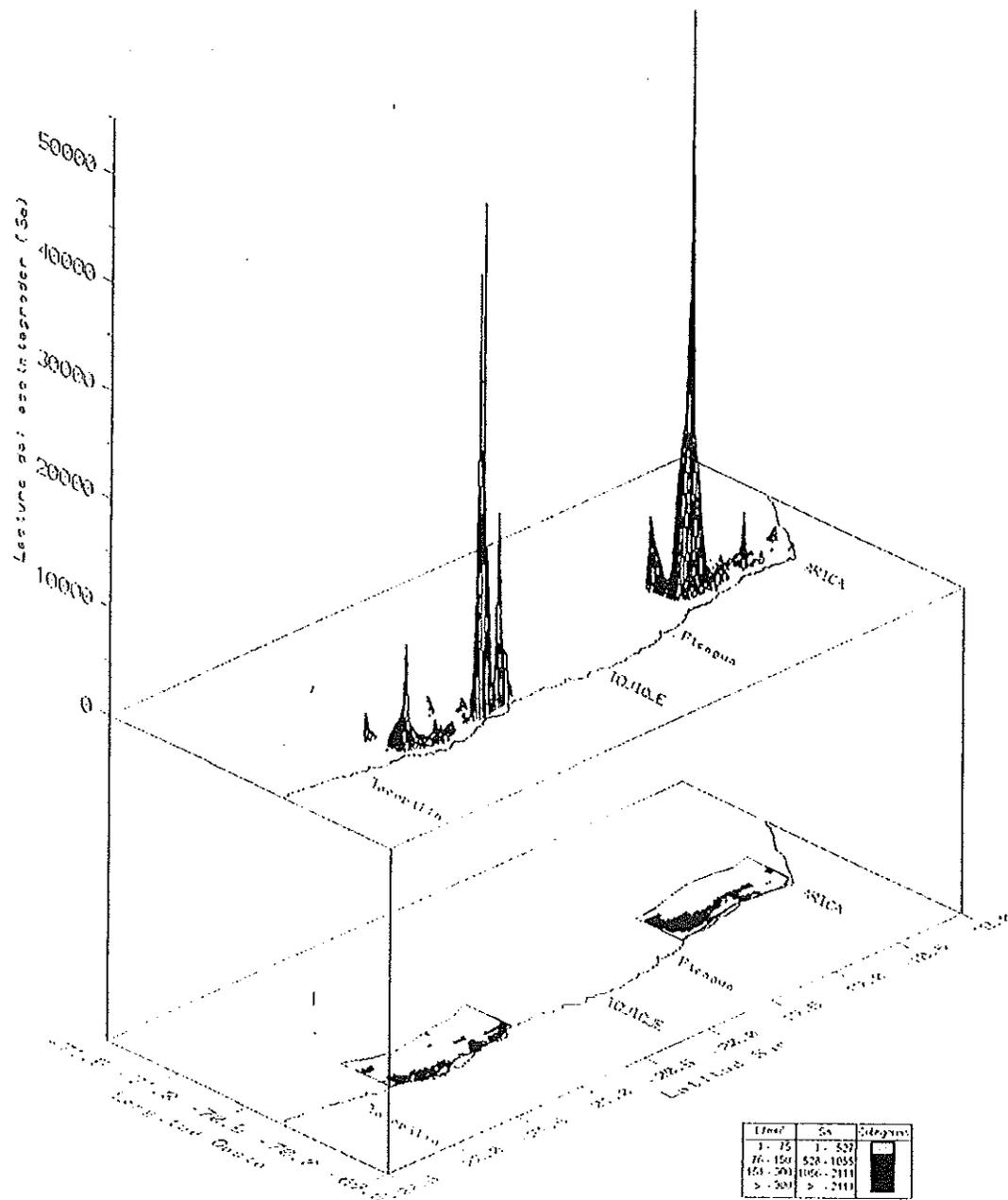


Figura 14. Distribución espacial de la abundancia diaria de anchoveta en las subáreas de estudio.



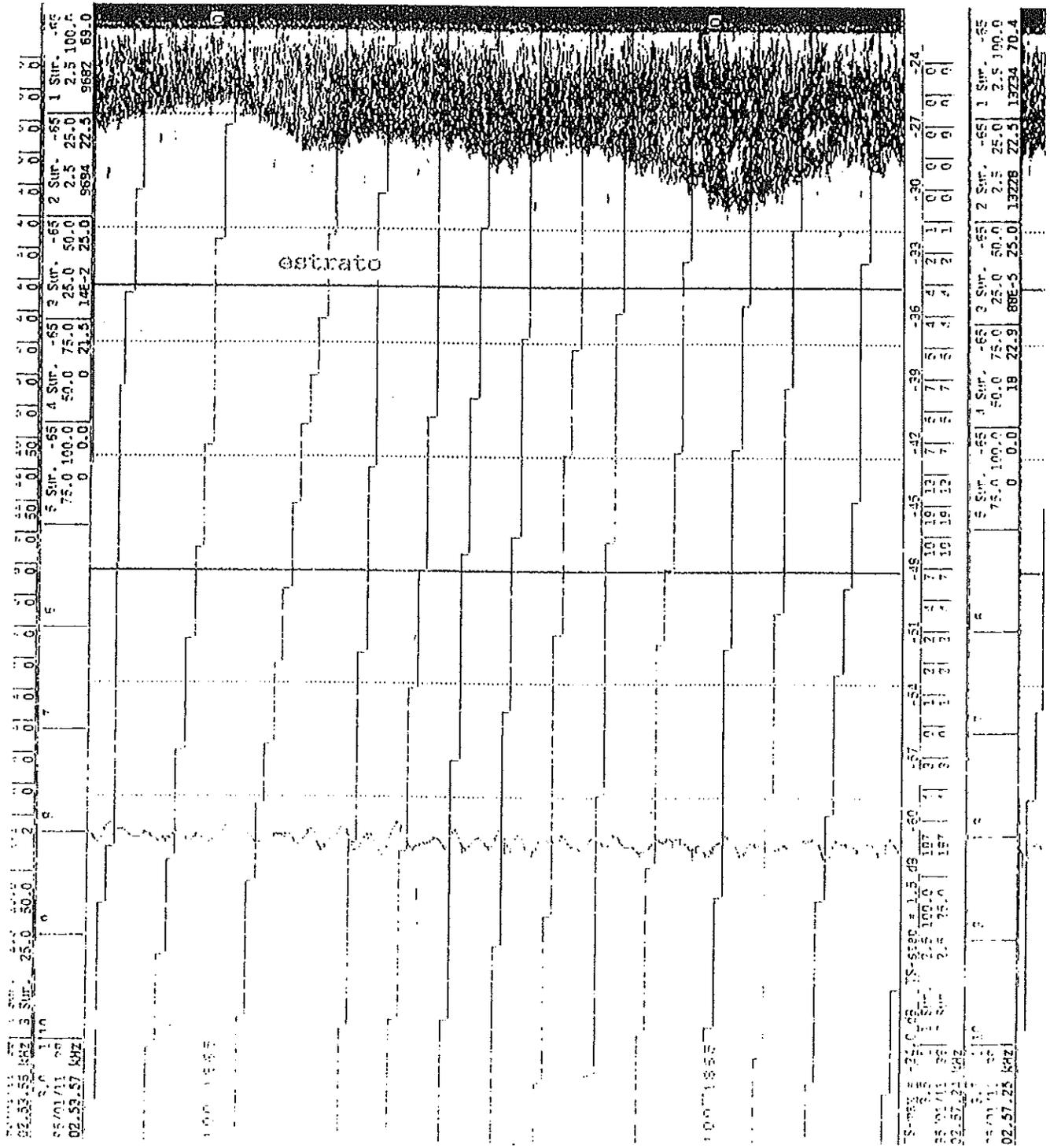


Figura 16. Tipo de agregación nocturna de anchoveta en la zona de alta abundancia-subárea I (20° 57' - 70° 11' S).



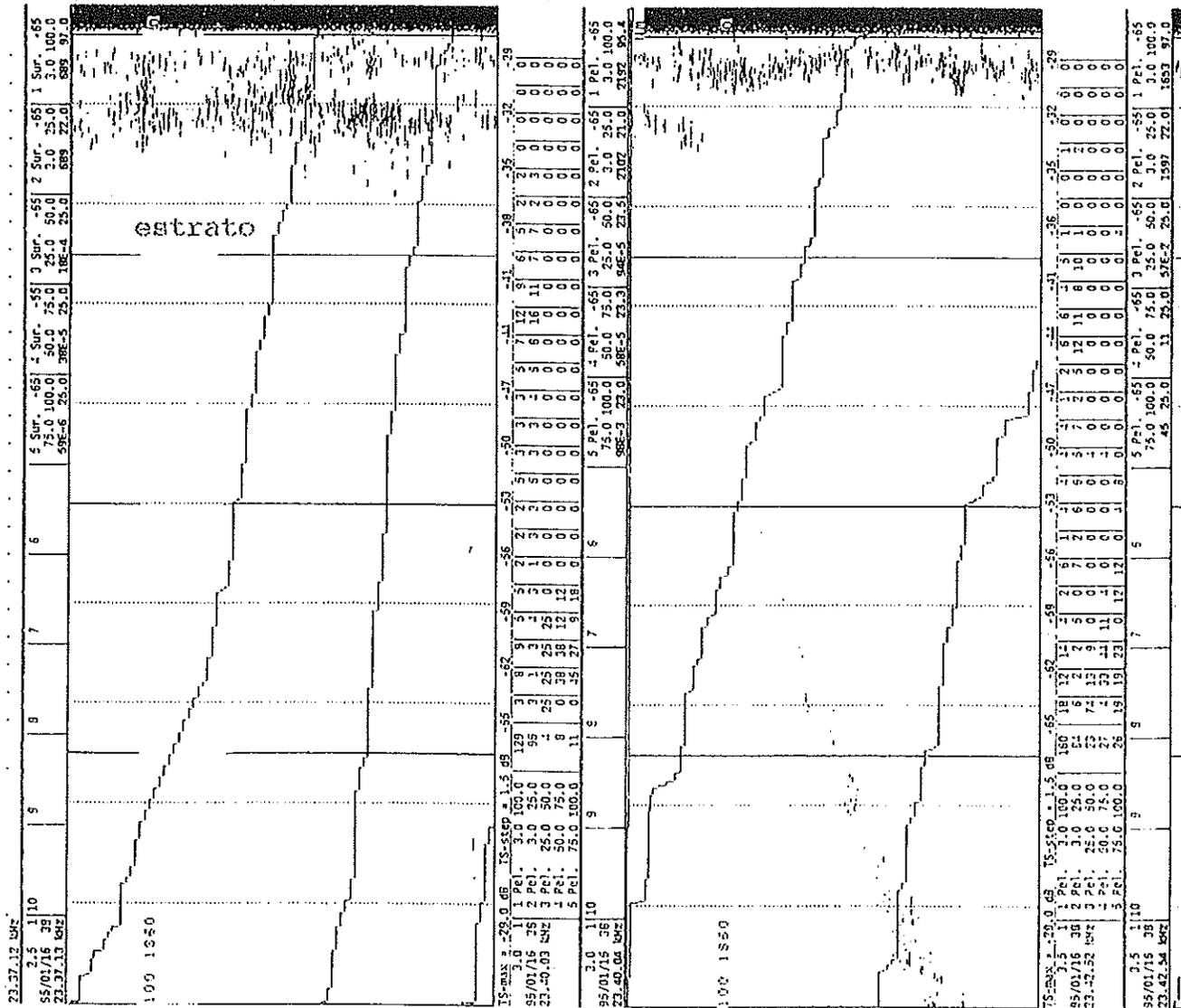


Figura 18.

Tipo de agregación nocturna de anchoveta en la zona de baja abundancia-subárea II (18° 51' - 70° 23' S).

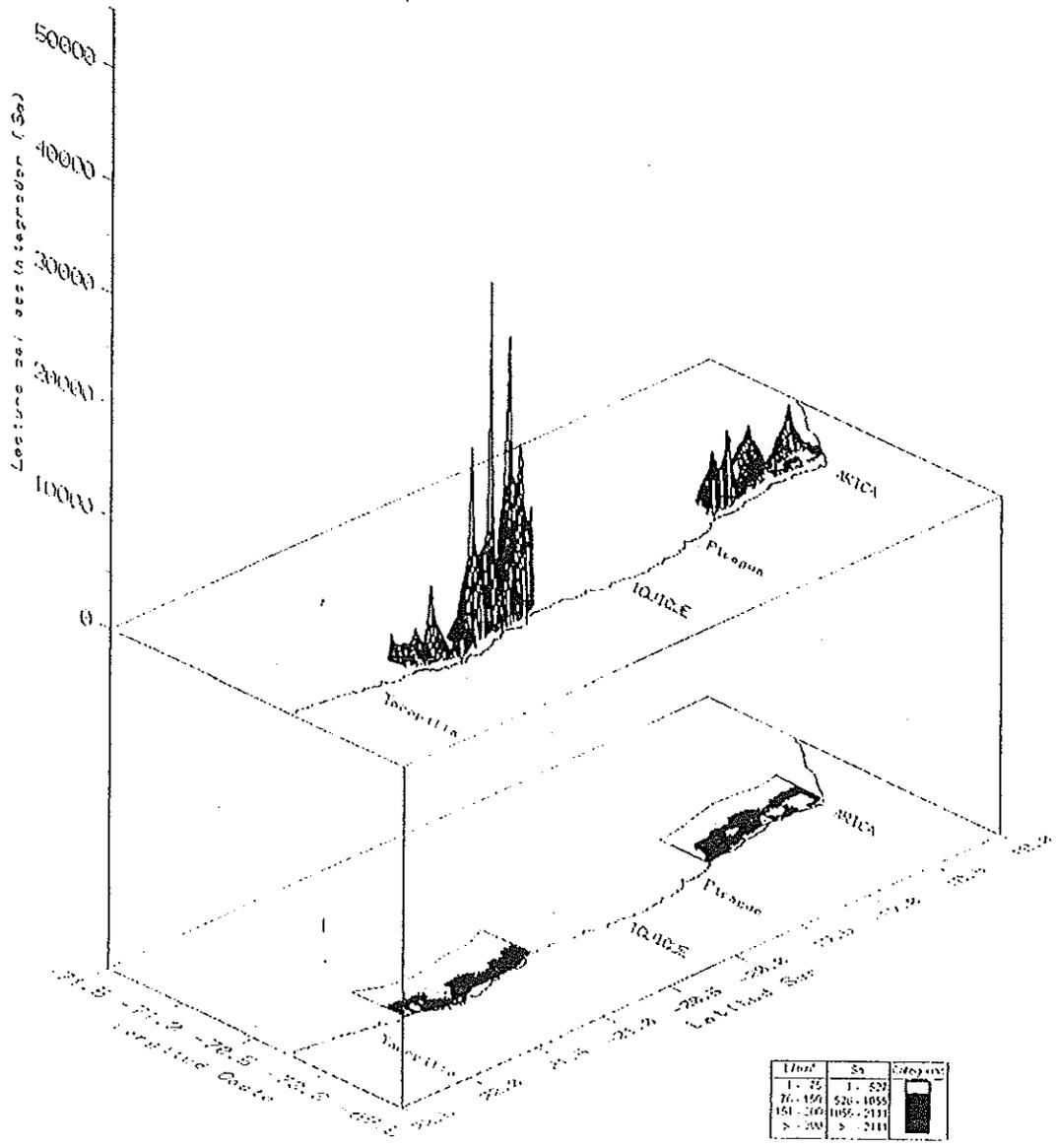


Figura 19. Distribución espacial de la abundancia nocturna de anchoveta en las subáreas de estudio.

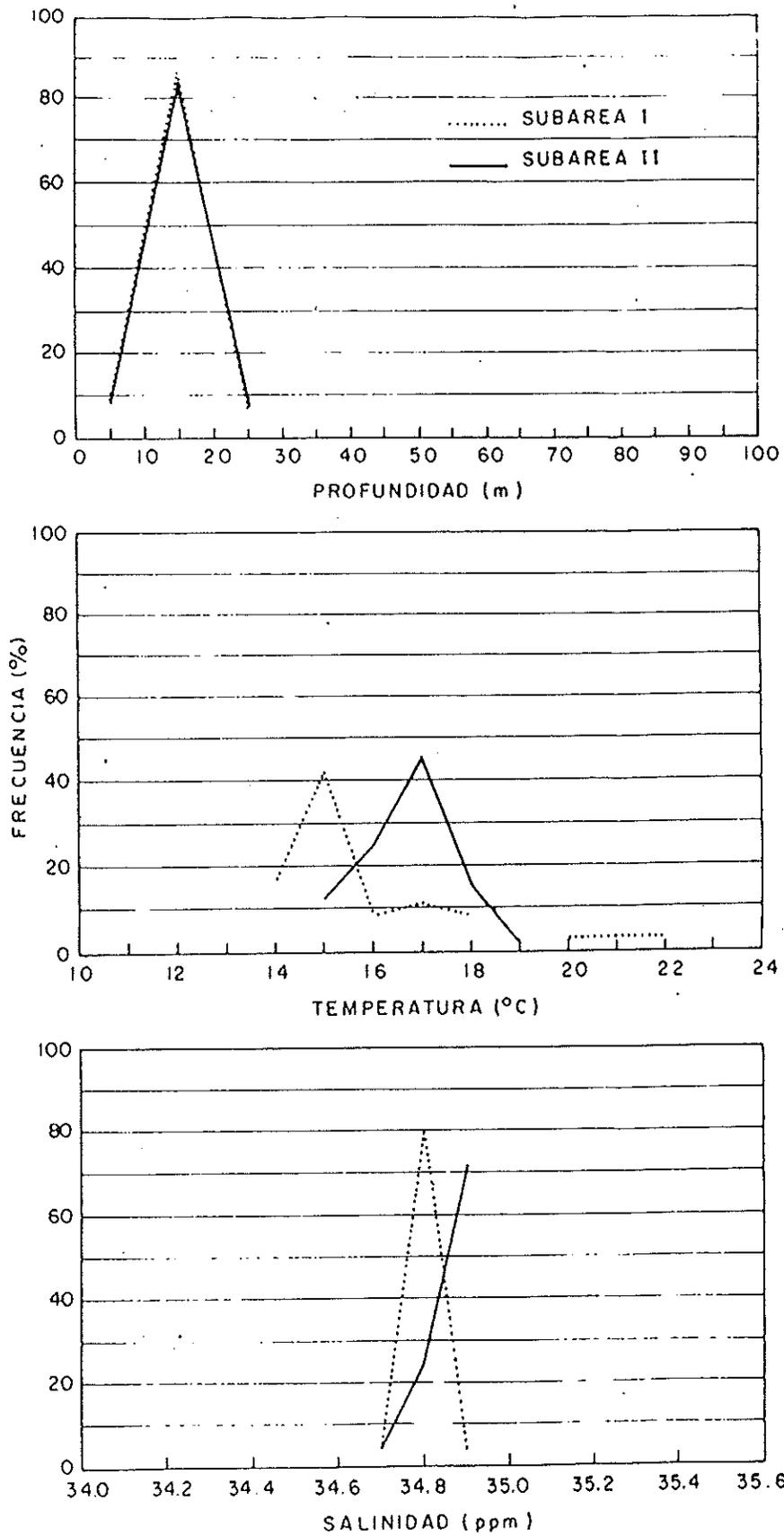


Figura 20. Distribución de frecuencia de anchoveta en profundidad, temperatura y salinidad.

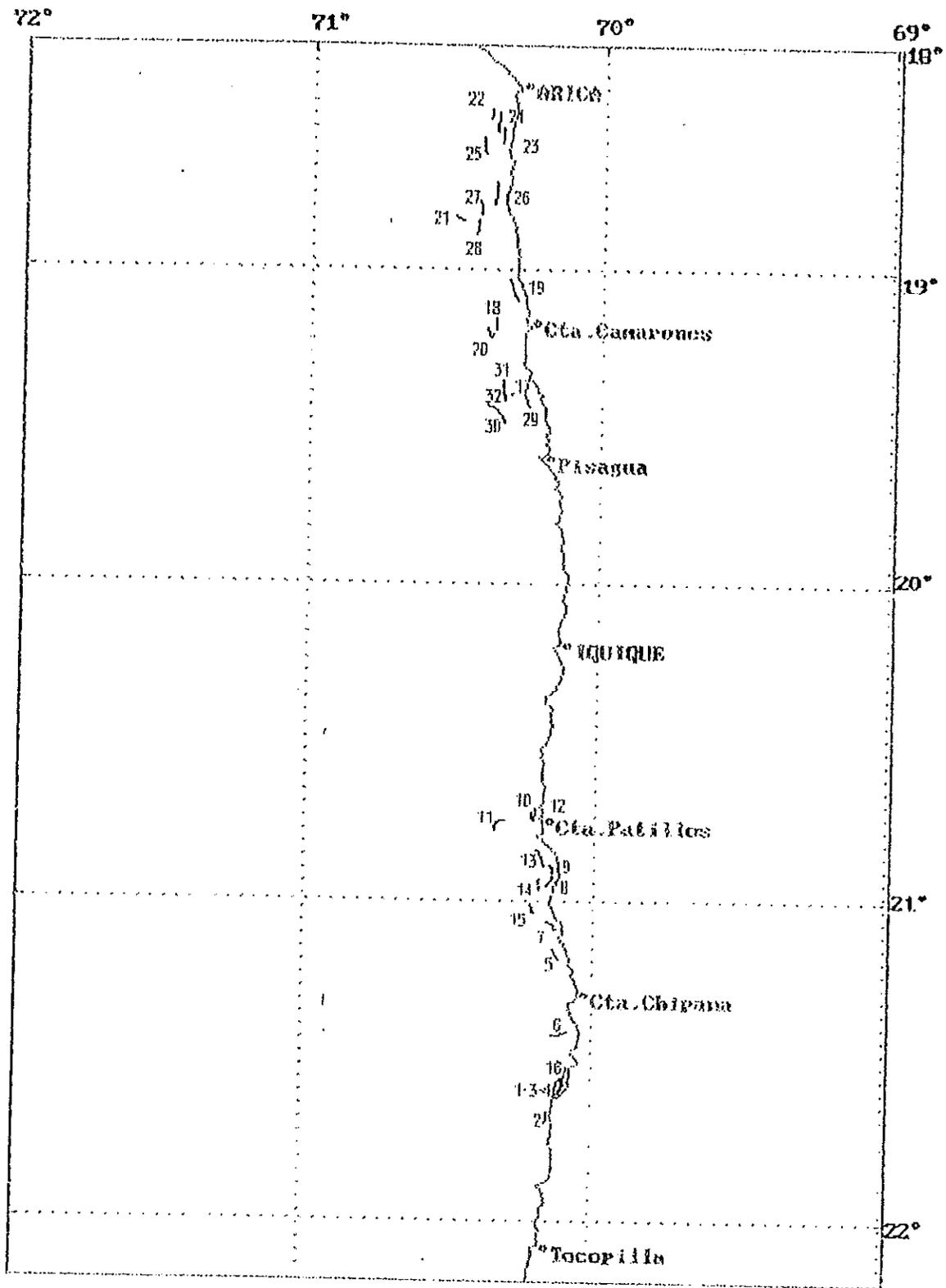


Figura 21. Distribución geográfica de los lances de pesca en las subáreas I y II.

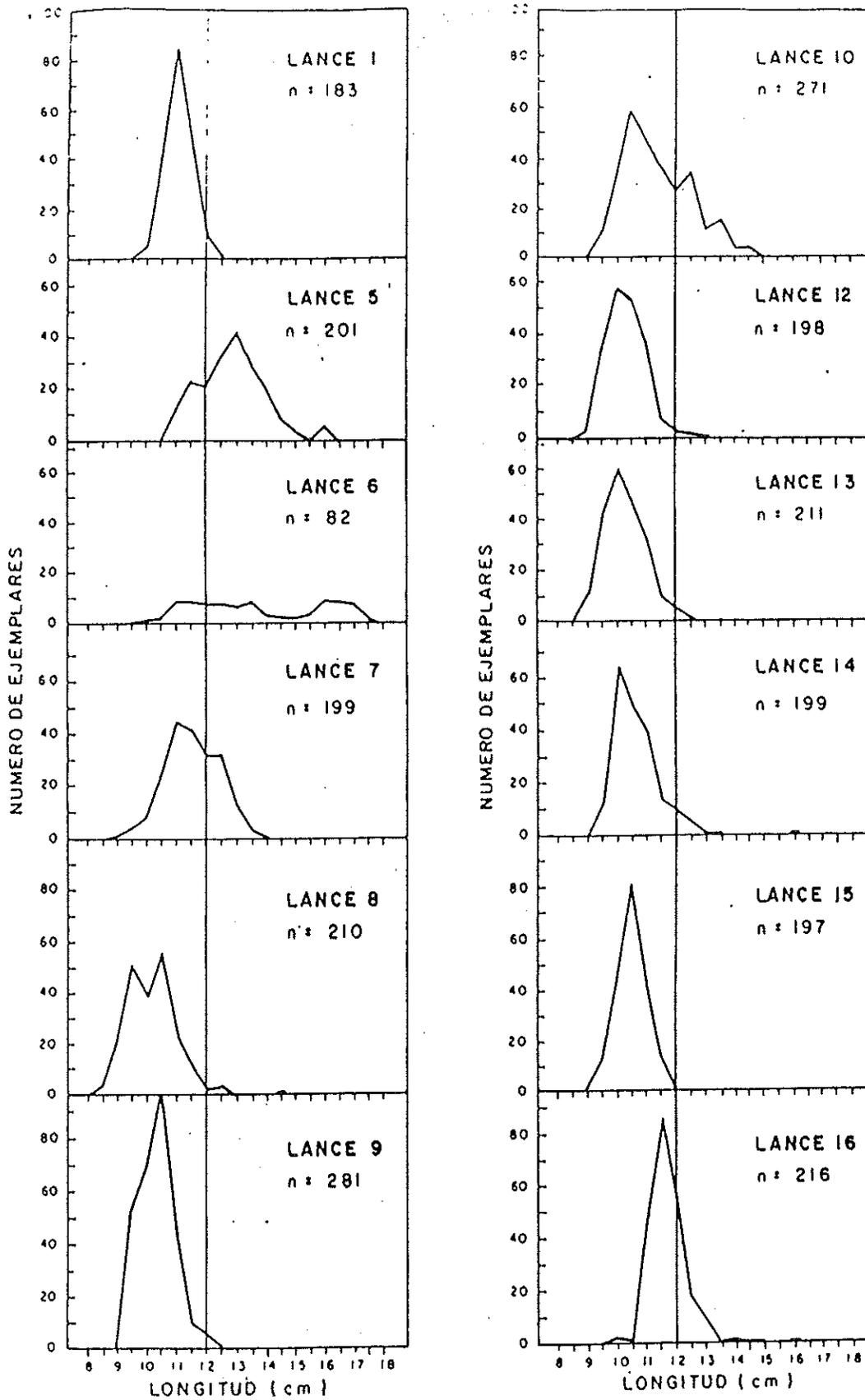


Figura 22. Distribución de frecuencias de longitudes de anchoveta obtenidas de los lances de pesca con red de media-agua en la subárea I. La barra ubicada en los 12.0 cm. separa la fracción de reclutas y adultos.

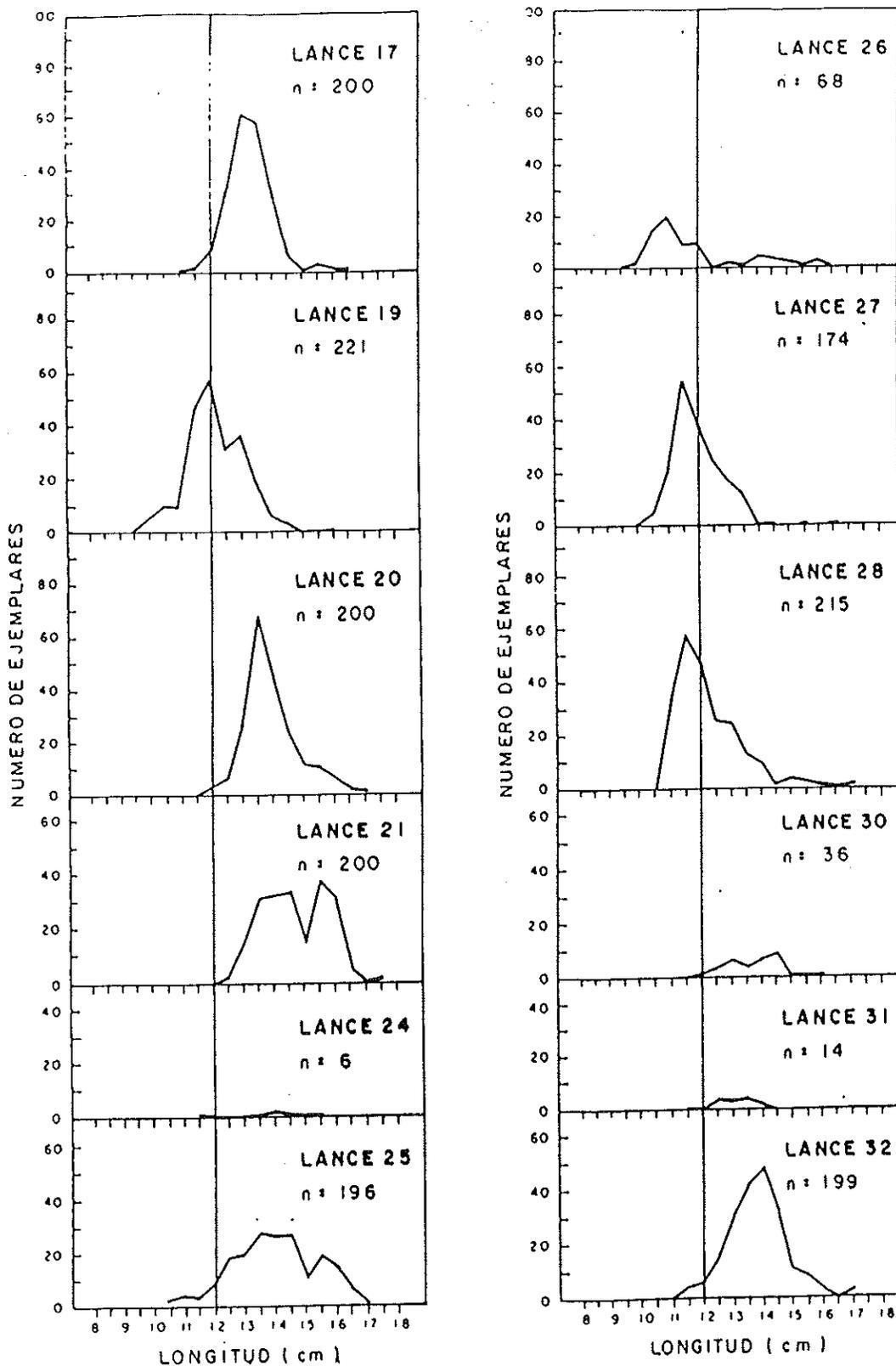


Figura 23.

Distribución de frecuencias de longitudes de anchoveta obtenidas de los lances de pesca con red de media-agua en la subáreas II. La barra ubicada en los 12.0 cm. separa la fracción de reclutas y adultos.

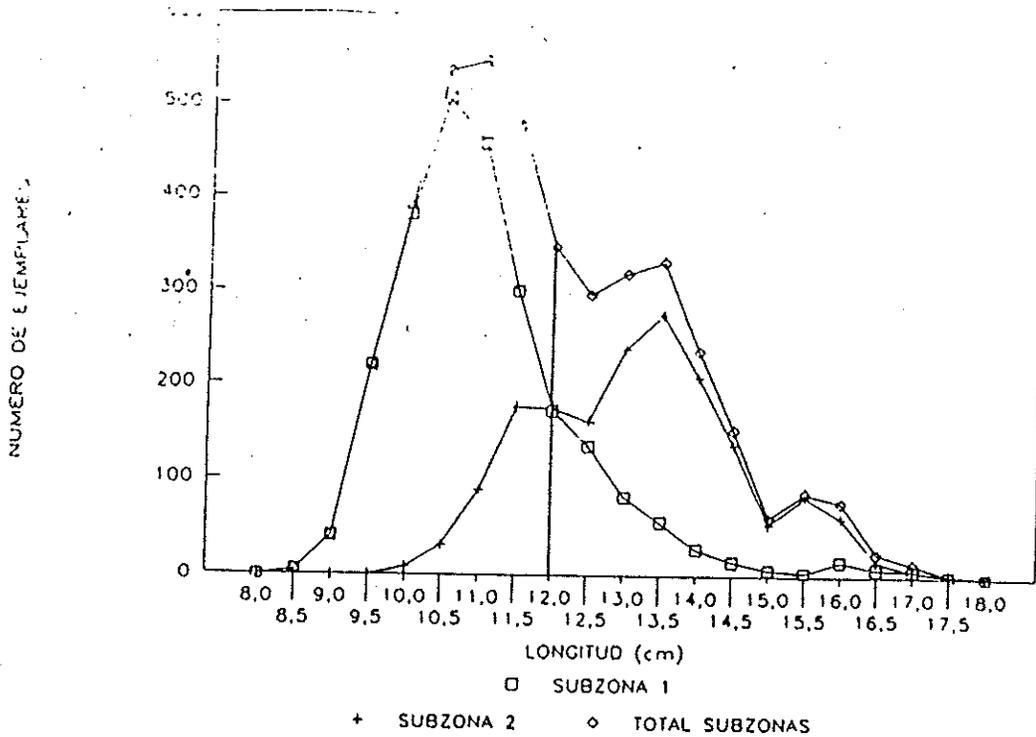


Figura 24. Distribución de frecuencias de longitudes de anchoveta obtenidas de los lances de pesca con red de media-agua para las subáreas I, II y total. La barra ubicada en los 12.0 cm. separa la fracción de reclutas y adultos.

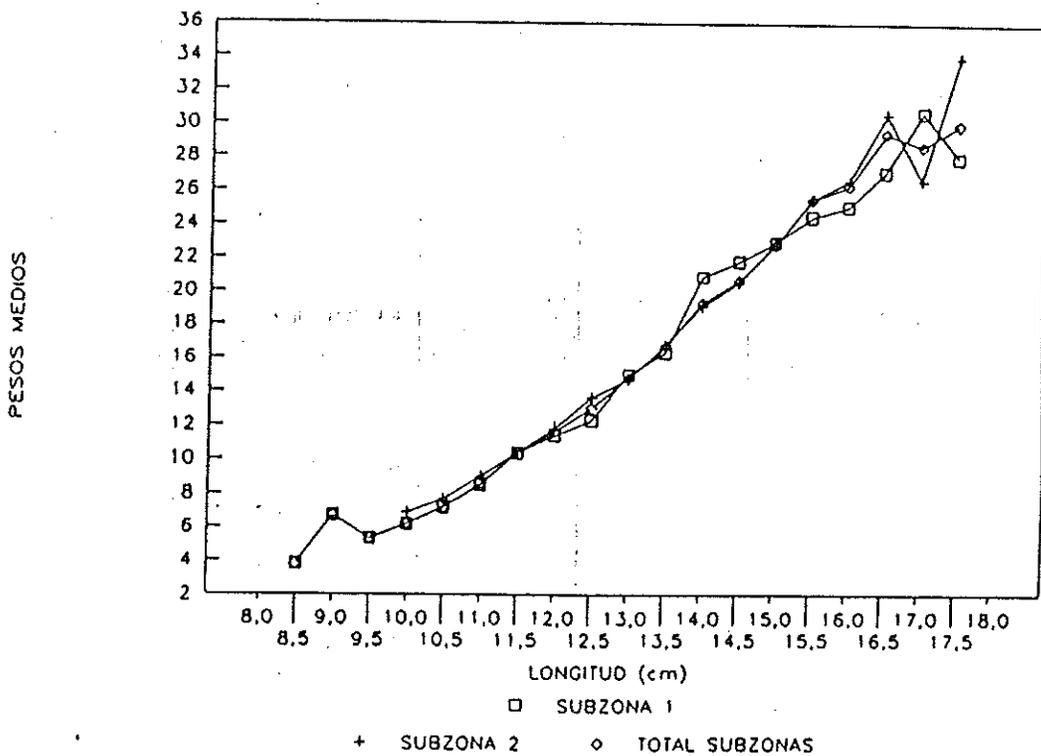


Figura 25. Relación longitud - peso empírica de los ejemplares de anchoveta capturados con red de media-agua por subárea y total

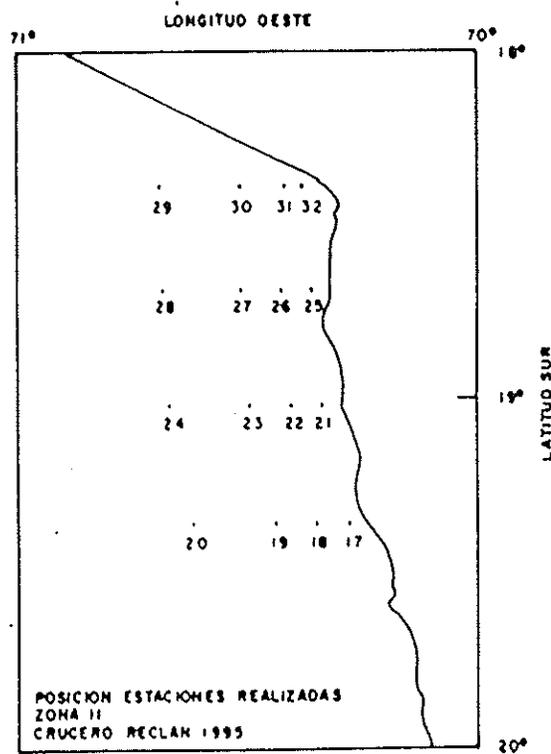
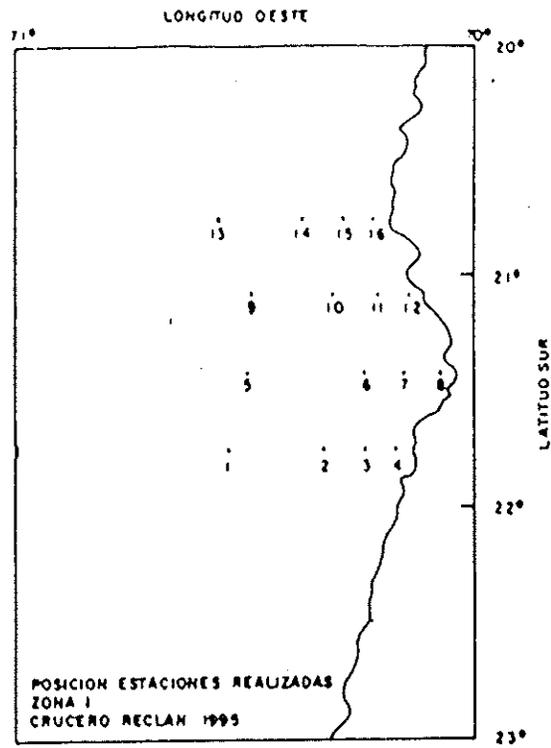


Figura 26. Posición de las estaciones de muestreo para la subáreas I y II.

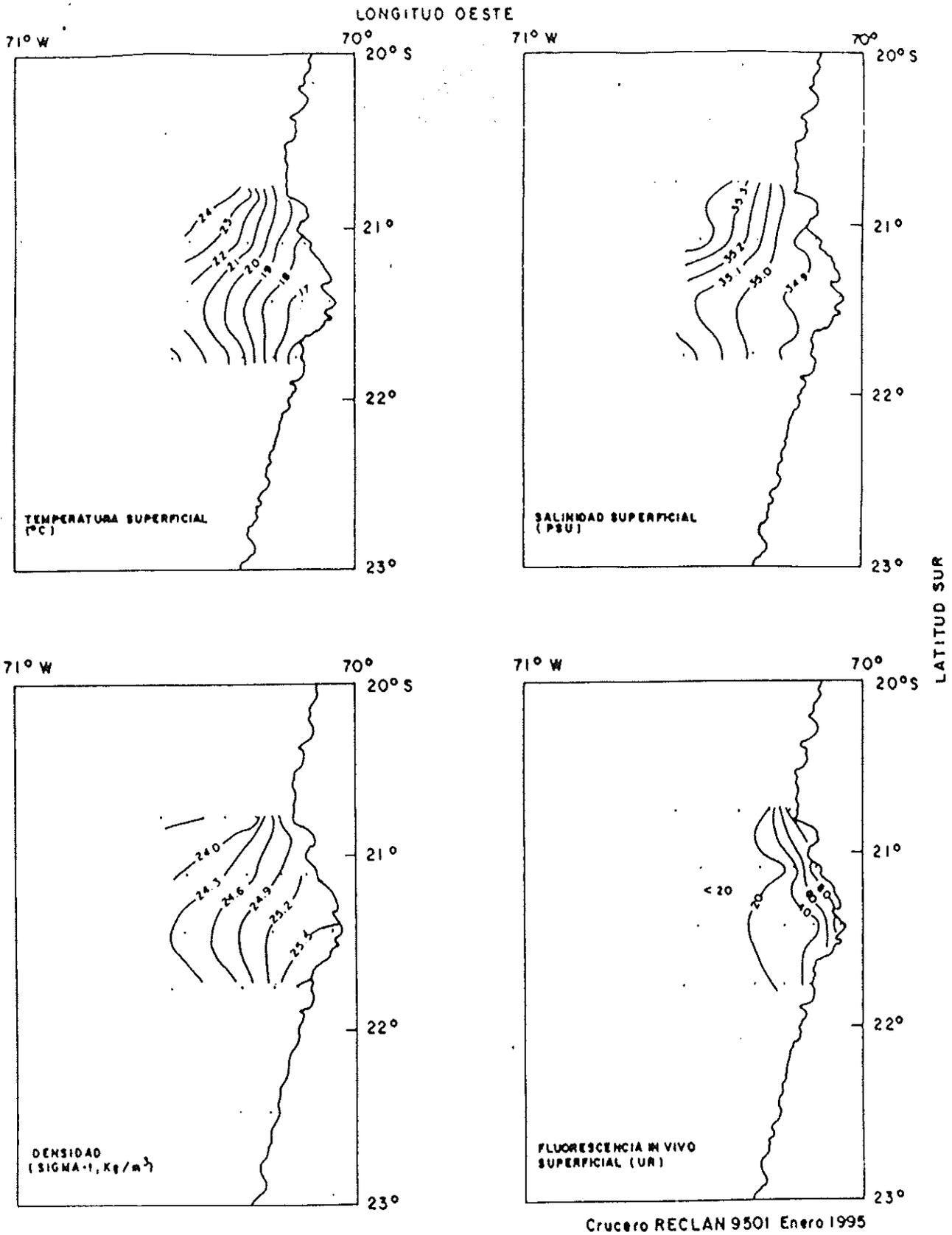


Figura 27. Distribución superficial de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (PSU), densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) y fluorescencia in vivo (UR), para la subárea I.

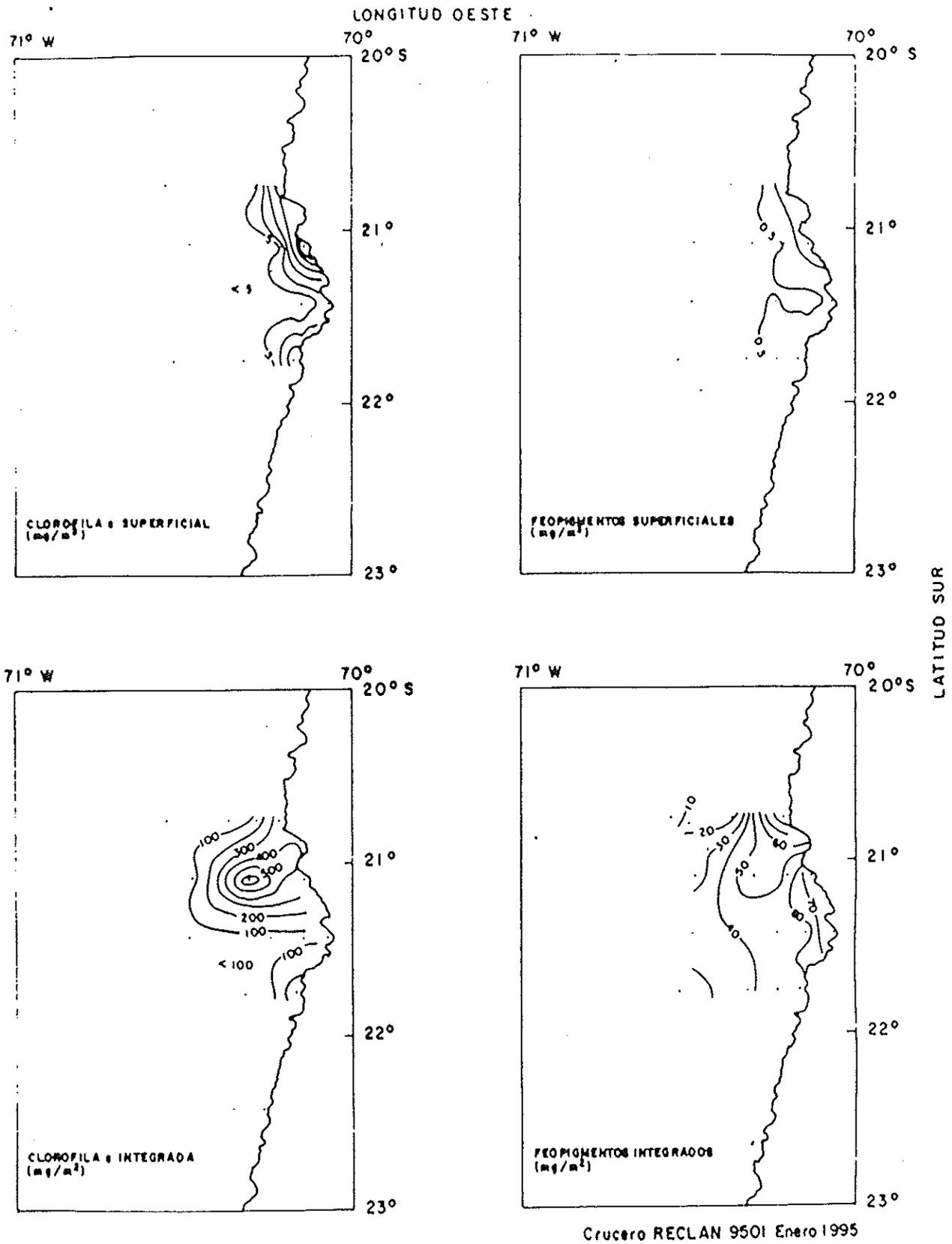


Figura 28. Distribución superficial de la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), clorofila a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y feopigmentos integrados ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), para la subárea I.

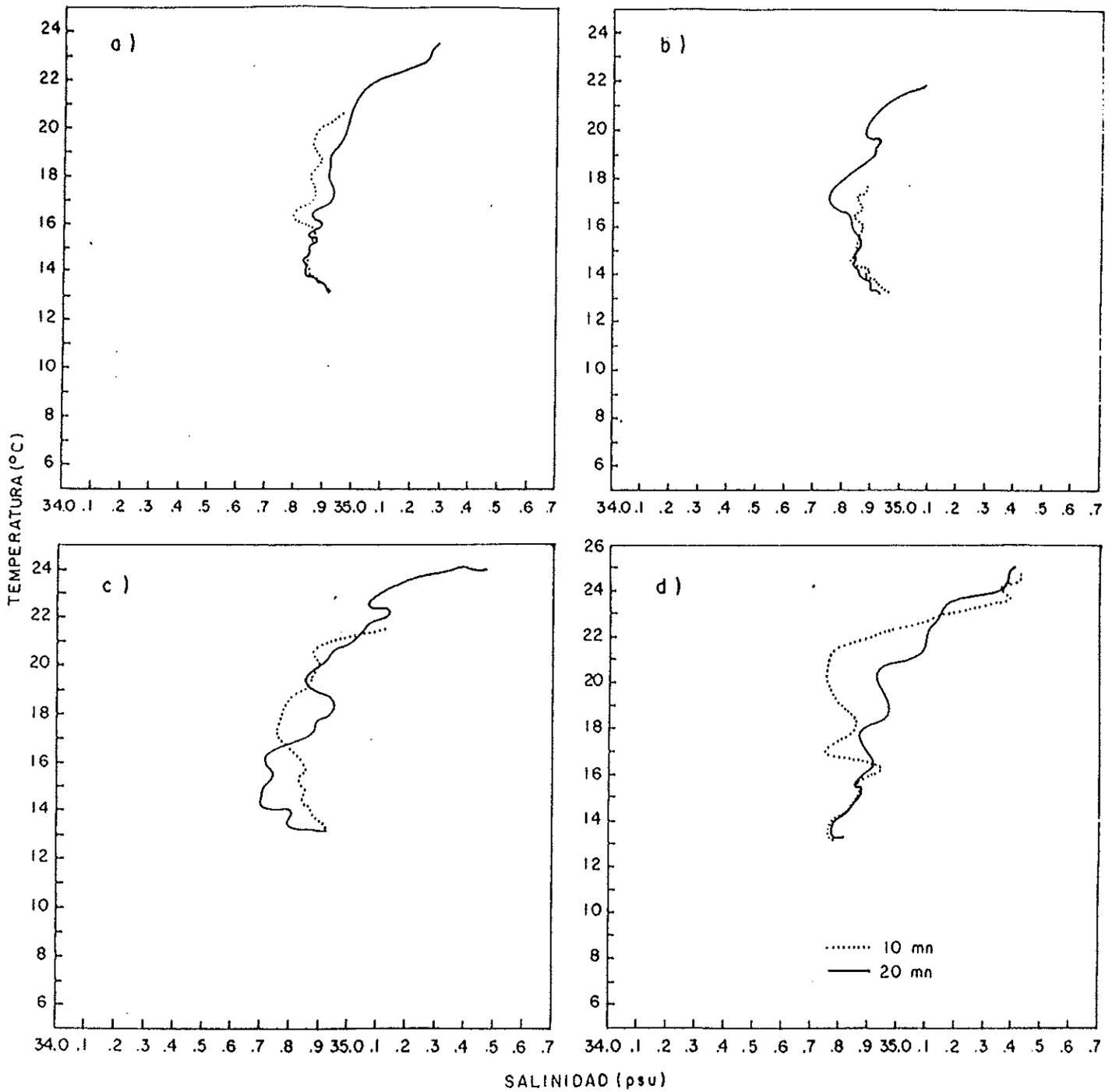


Figura 29. Diagrama T-S para las estaciones de 10 y 20 mn en la subárea I. Transecta 1(a), 3(b), 5(c) y 7(d).

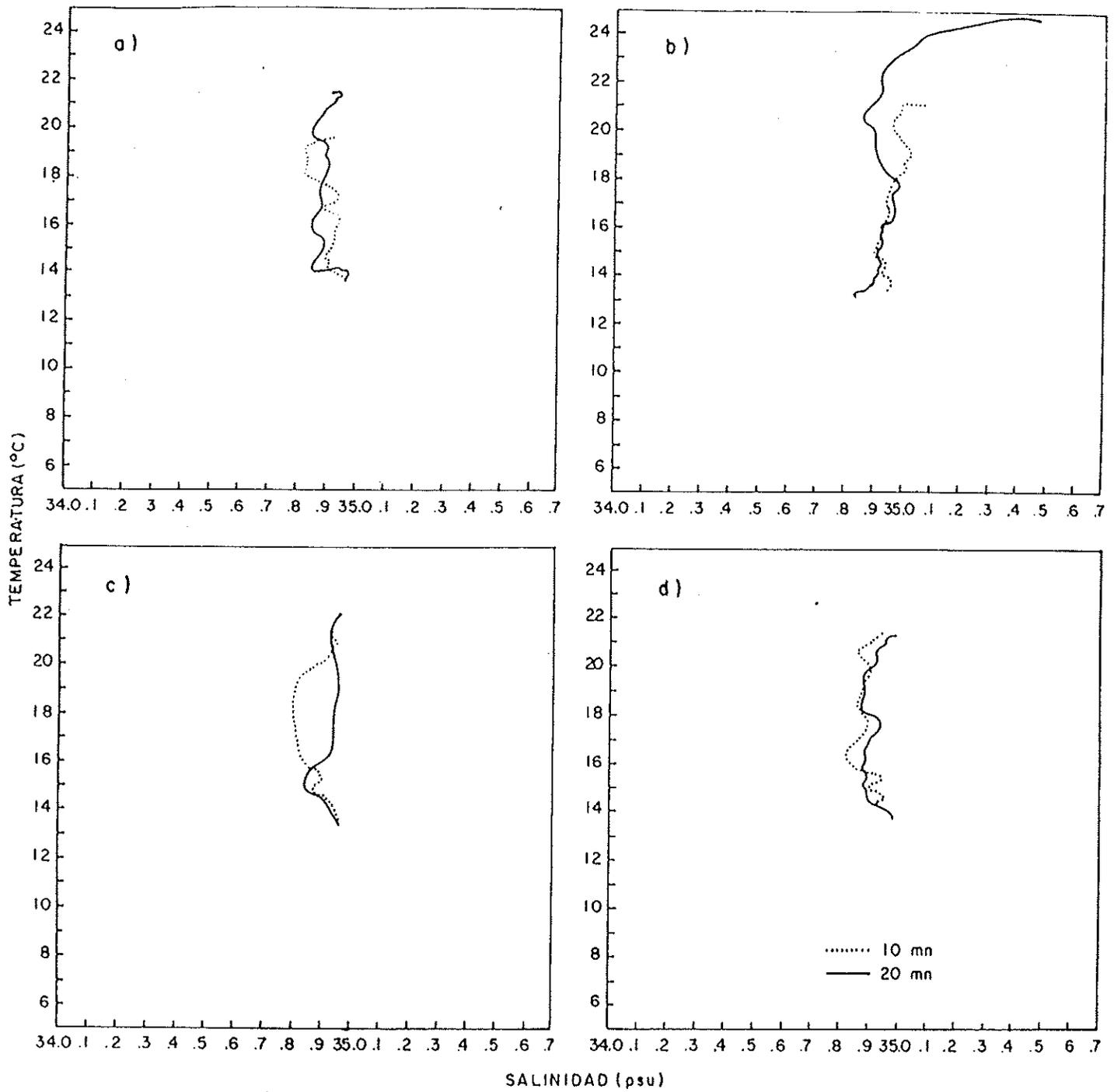
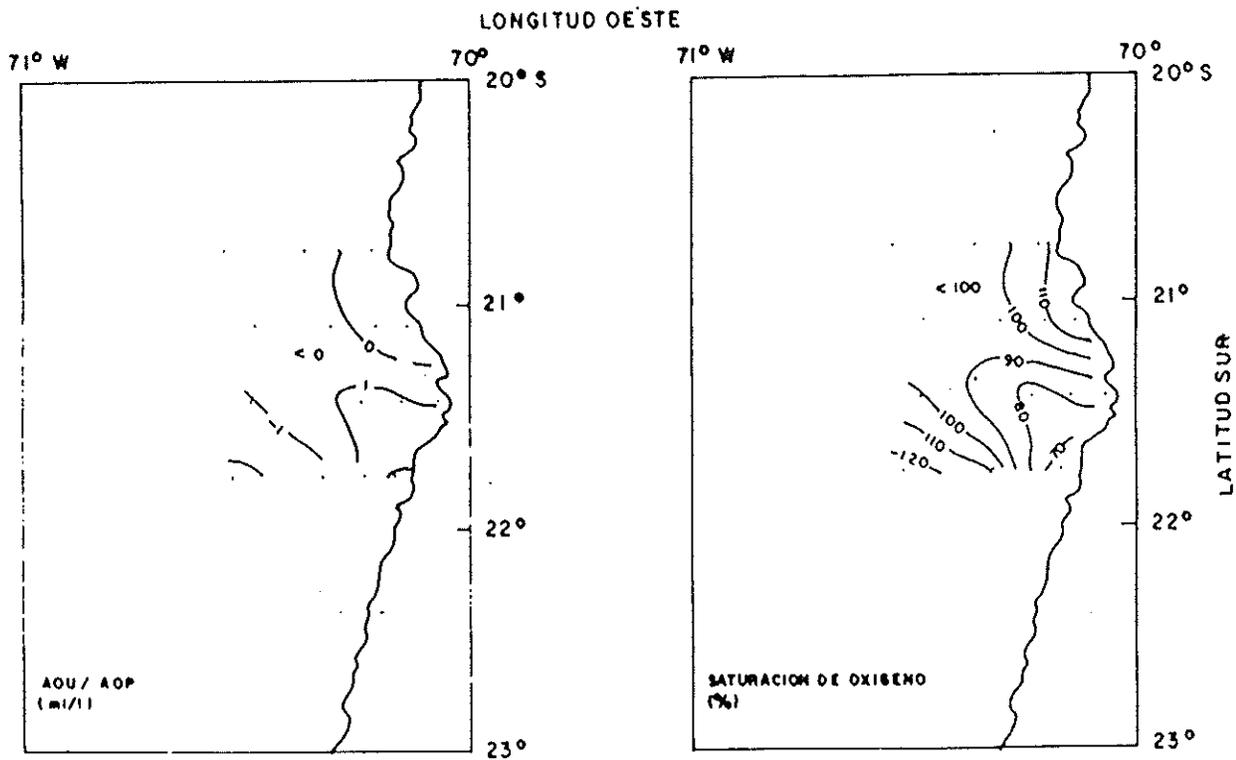
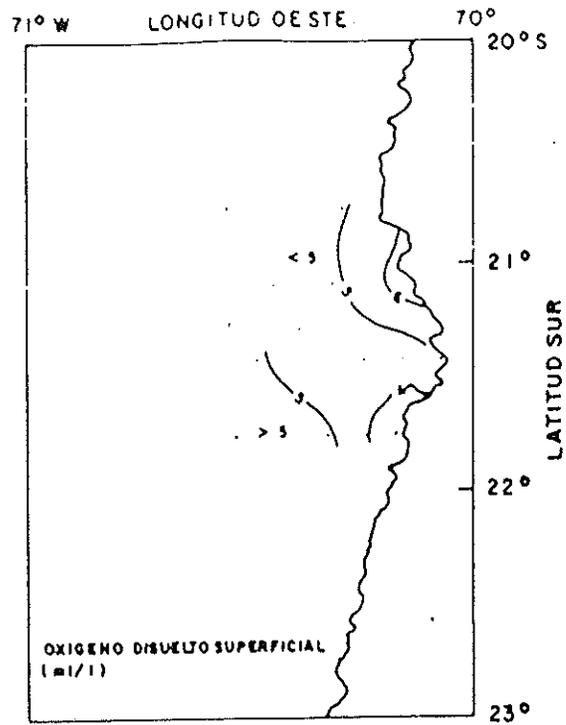


Figura 30. Diagrama T-S para las estaciones de 10 y 20 mn en la subárea II. Transecta 8(a), 10(b), 12(c) y 14 (d).



Crucero RECLAN 1995 Enero 1995

Figura 31. Distribución superficial de oxígeno disuelto (ml/l), AOU/AOP (ml/l) y porcentaje de saturación salinidad (PSU), para la subárea I.

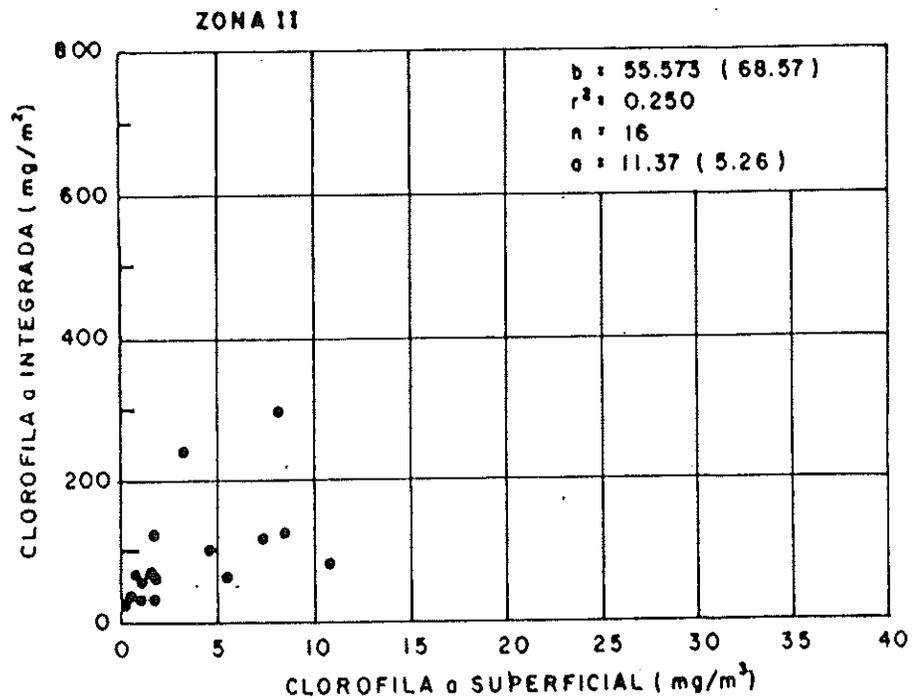
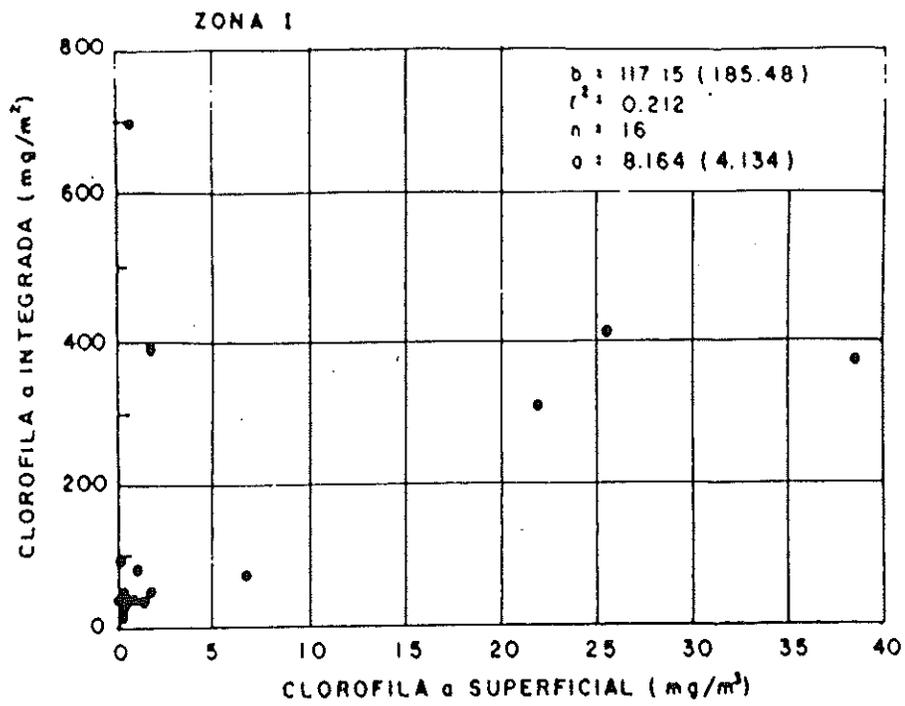


Figura 32. Gráfico de dispersión de la relación entre la clorofila superficial y la integrada, para las subáreas I y II.

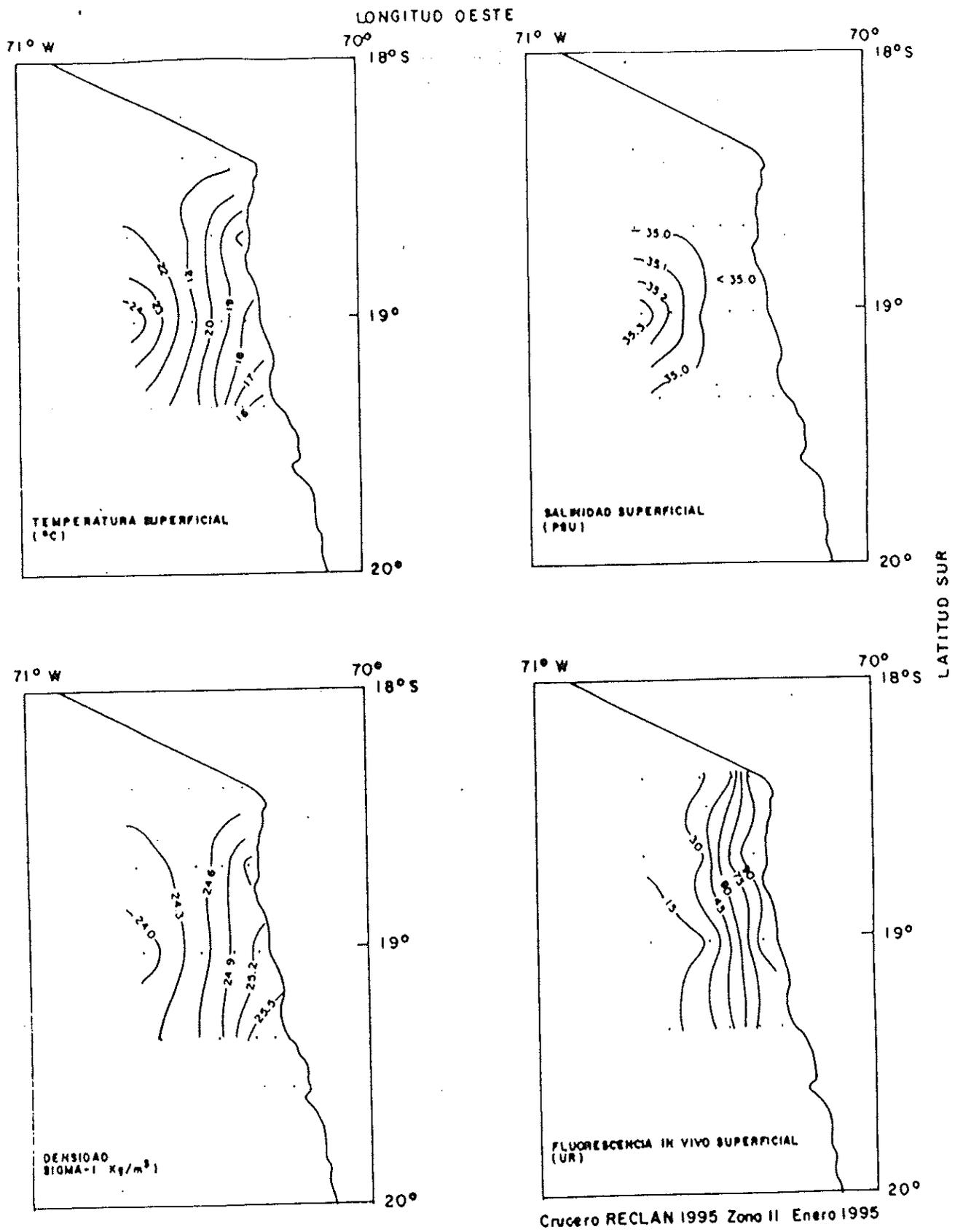


Figura 33. Distribución superficial de temperatura (°C), salinidad (PSU), densidad (kg/m<sup>3</sup>) y fluorescencia in vivo (UR), para la subárea II.

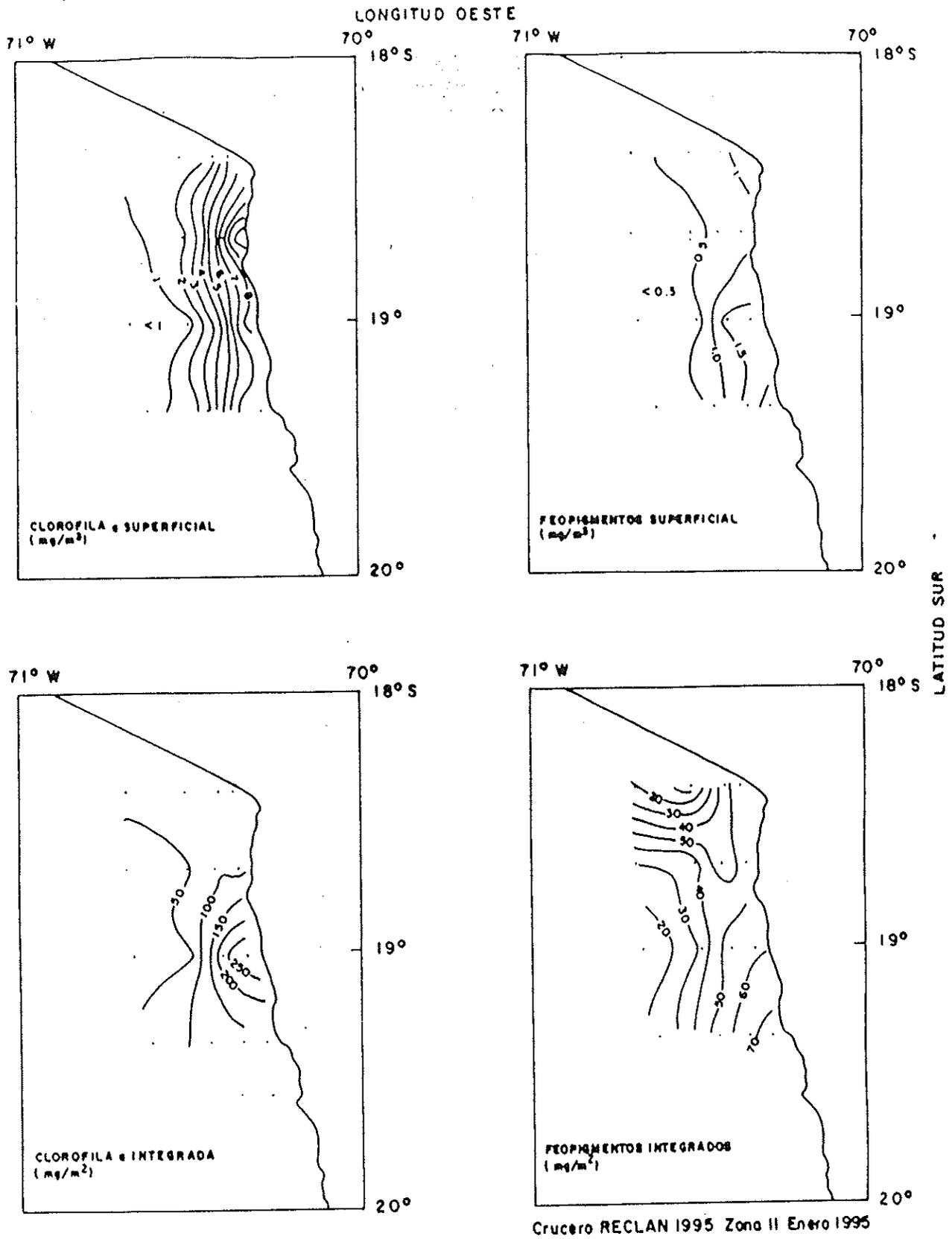
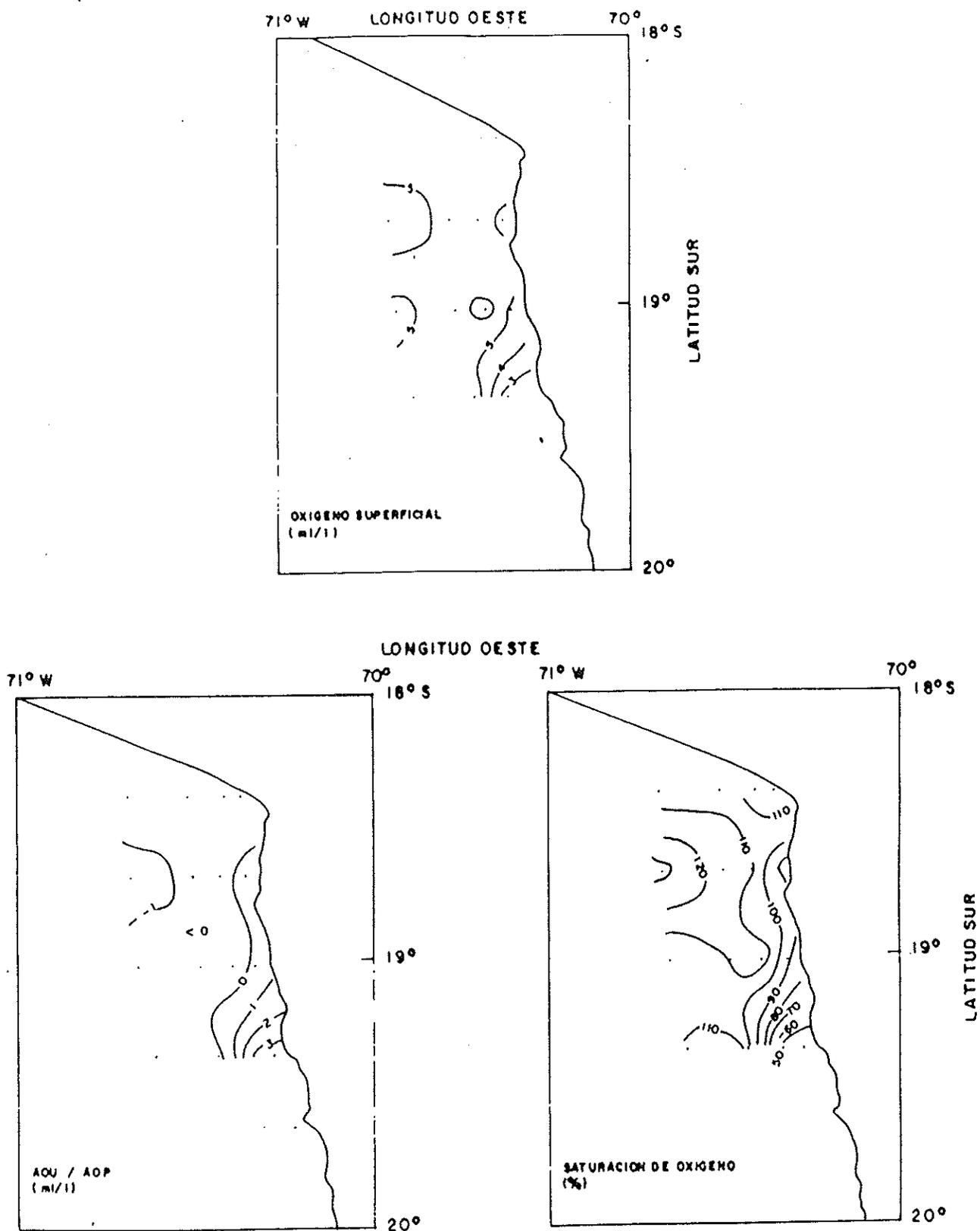


Figura 34. Distribución superficial de la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), la clorofila a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) y los feopigmentos integrados ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), para la subárea II.



Crucero RECLAN 1995 Zona II Enero 1995

Figura 35. Distribución superficial del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno, para la subárea II.

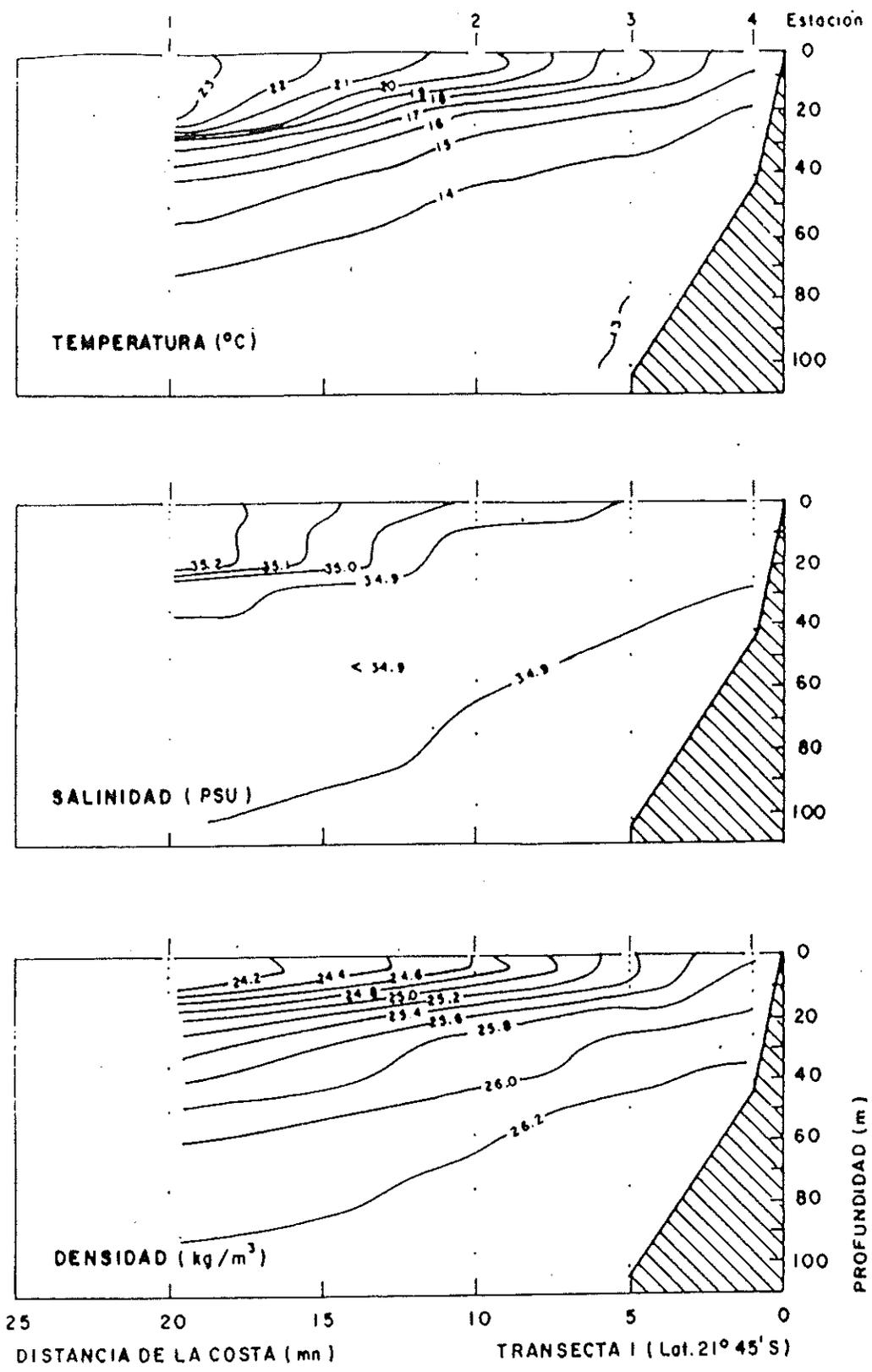


Figura 36. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 1 (Lat.  $21^{\circ} 45' \text{S}$ ).

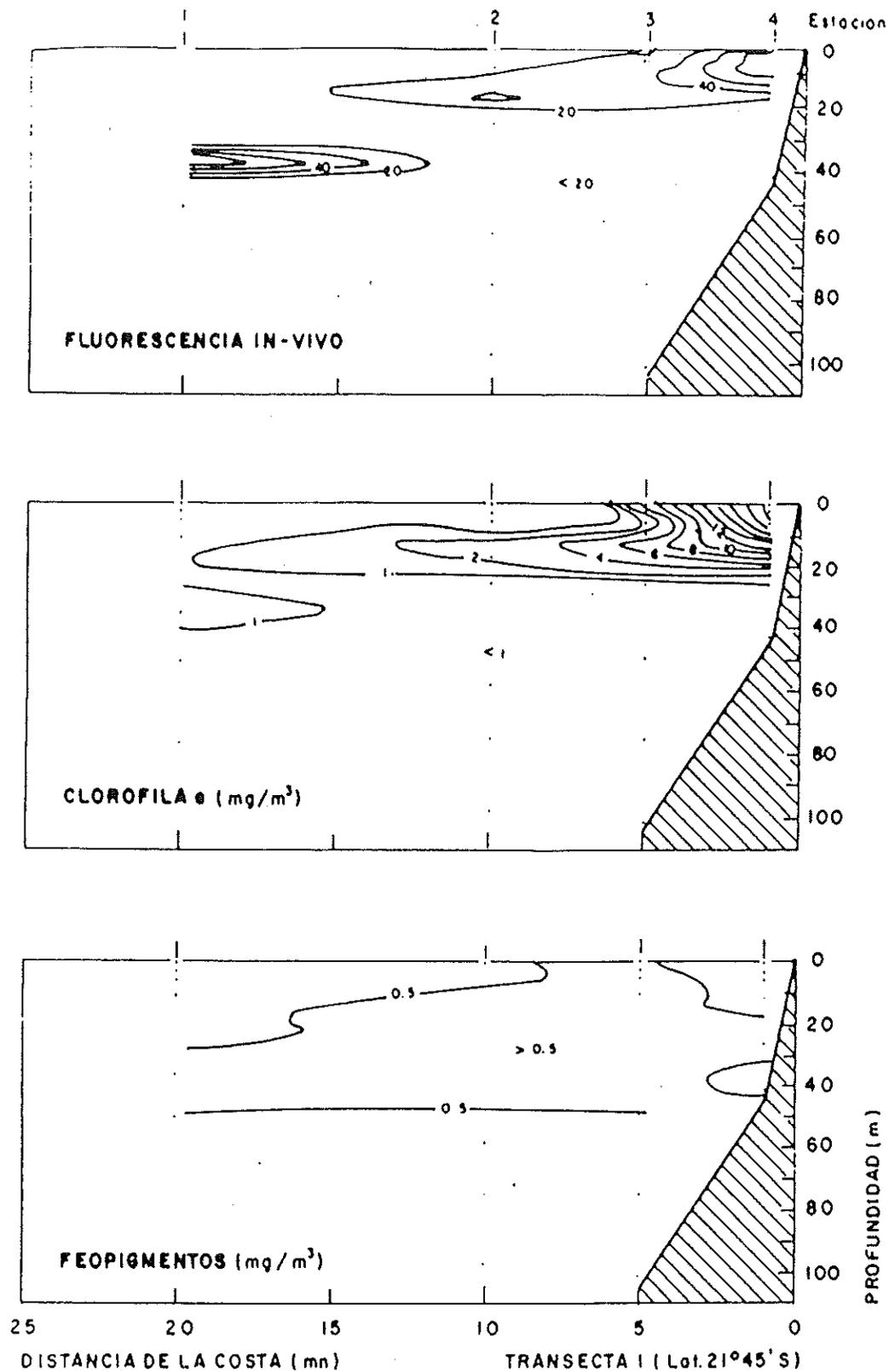


Figura 37. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a (mg/m<sup>3</sup>) y los feopigmentos (mg/m<sup>3</sup>), en la transecta 1 (Lat. 21° 45' S).

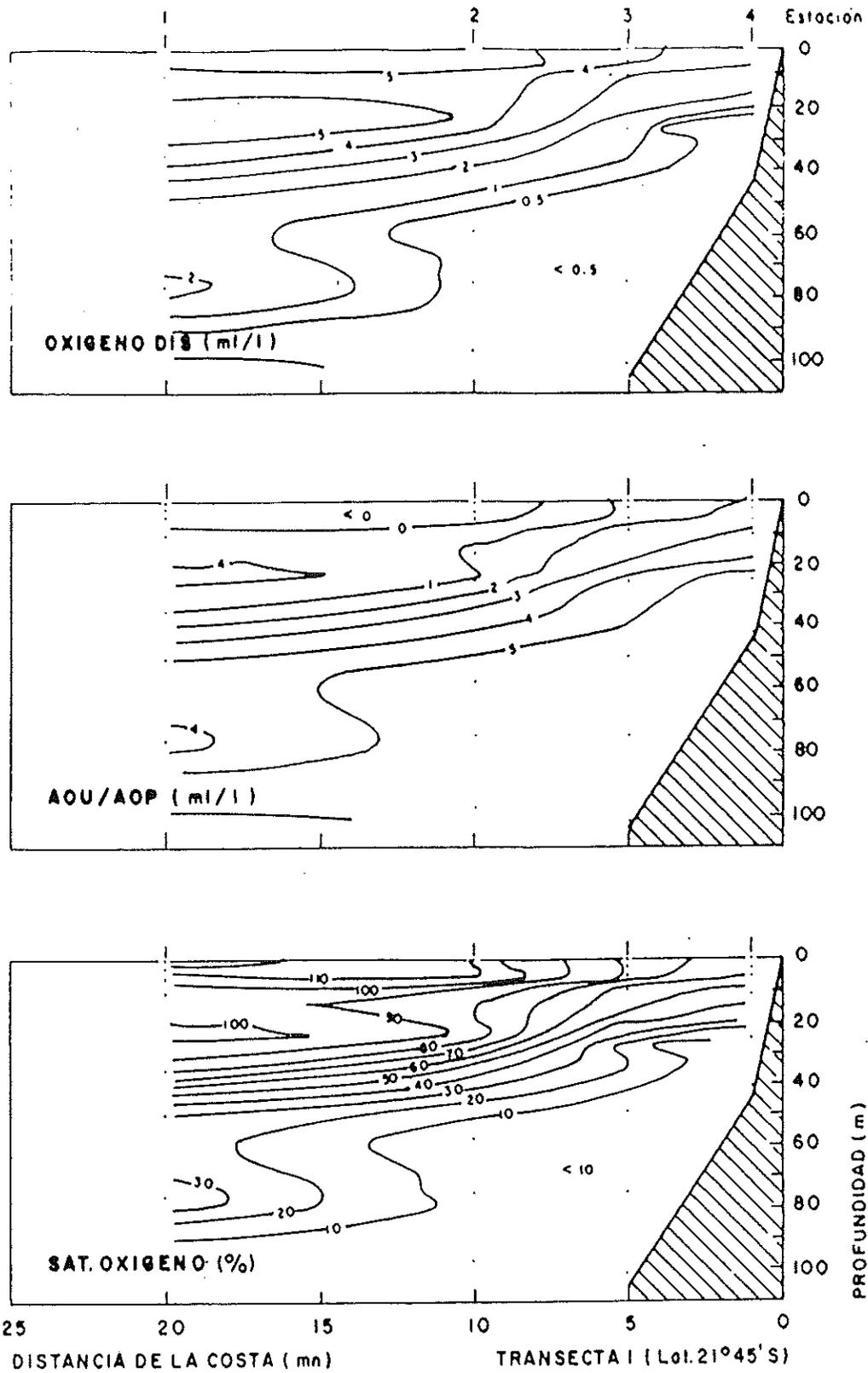


Figura 38. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 1 (Lat. 21° 45'S).

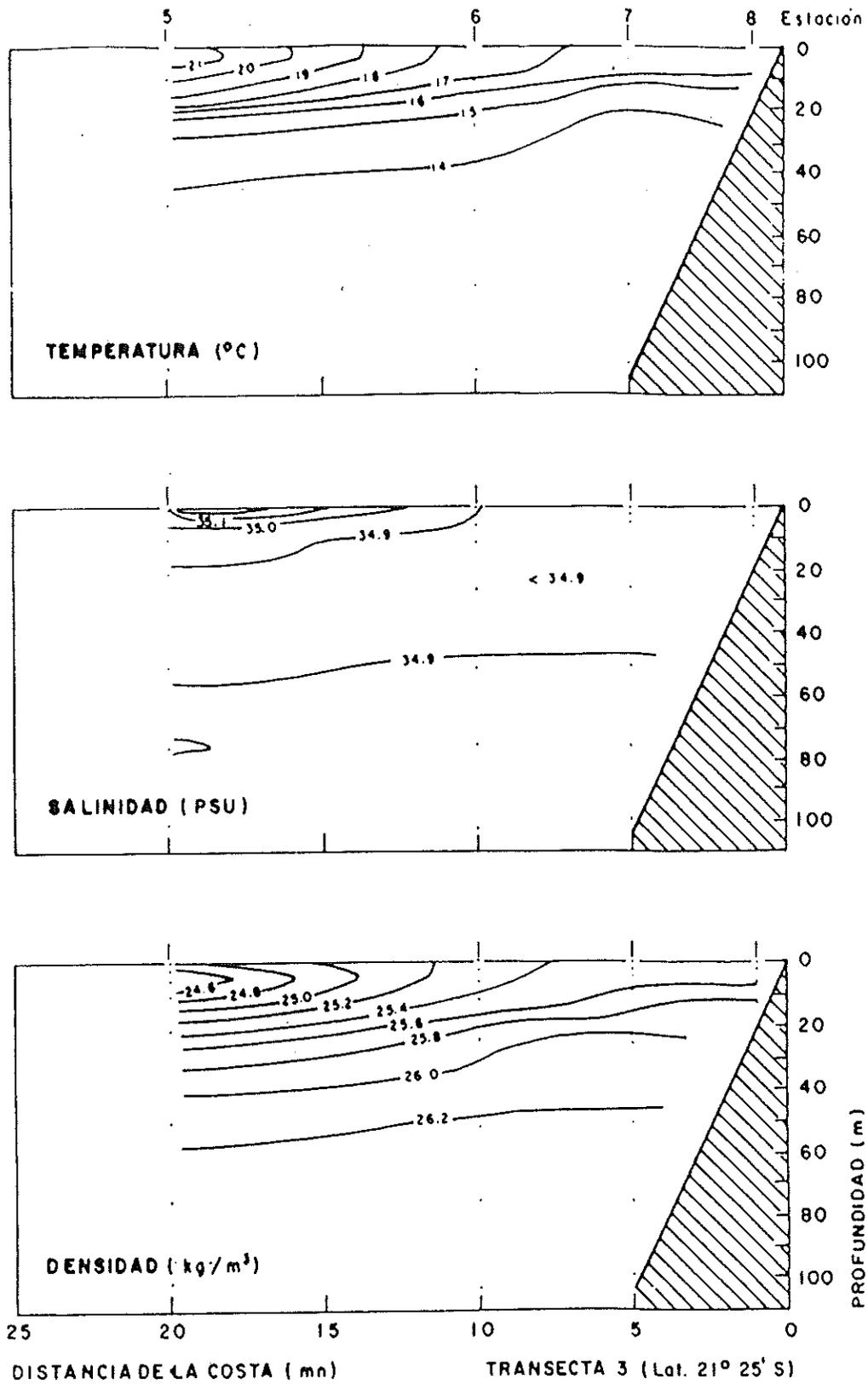


Figura 39. Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (PSU), y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 3 (Lat.  $21^{\circ} 25' \text{S}$ ).

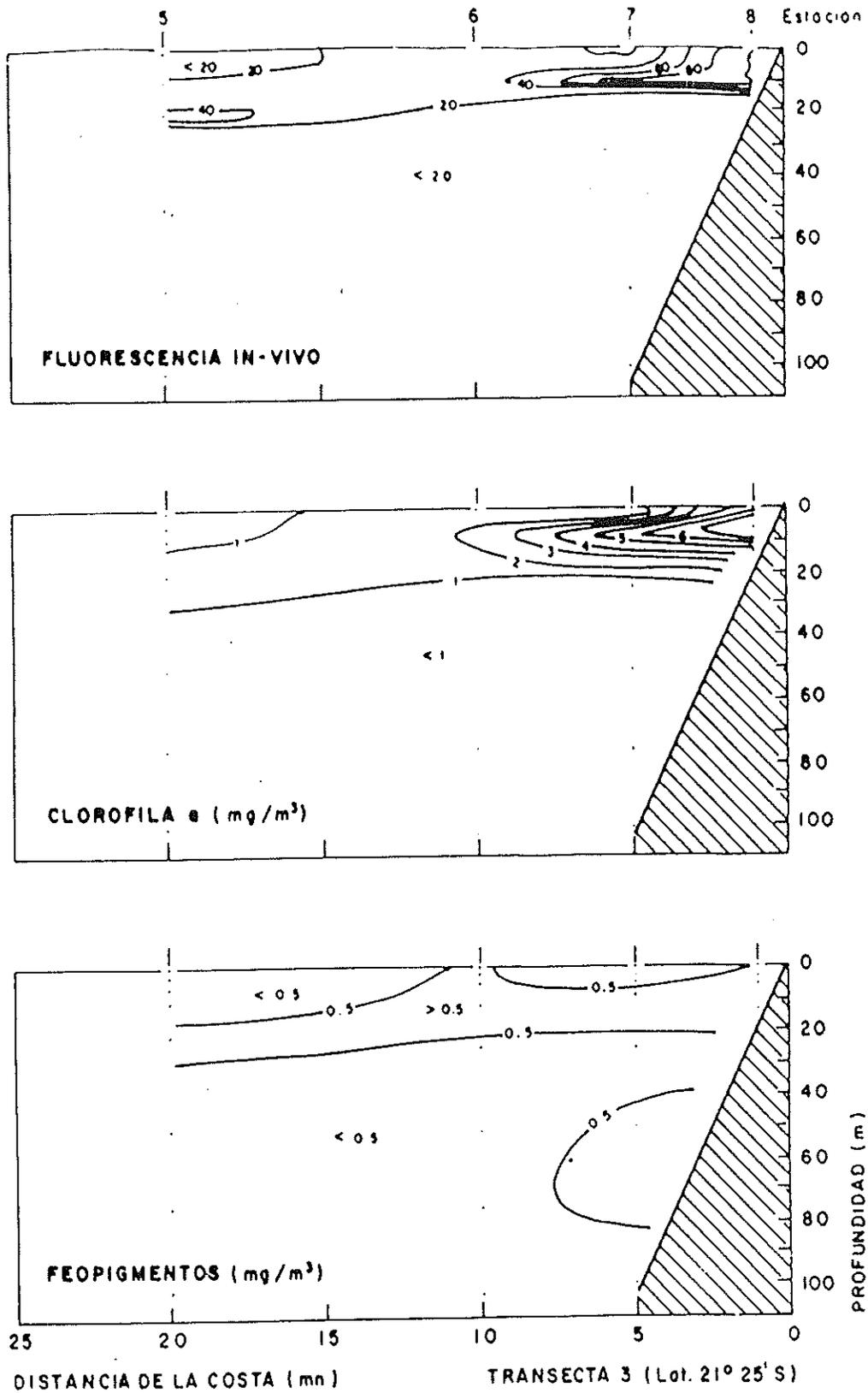


Figura 40. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $mg/m^3$ ) y los feopigmentos ( $mg/m^3$ ), en la transecta 3 (Lat.  $21^{\circ} 25' S$ )

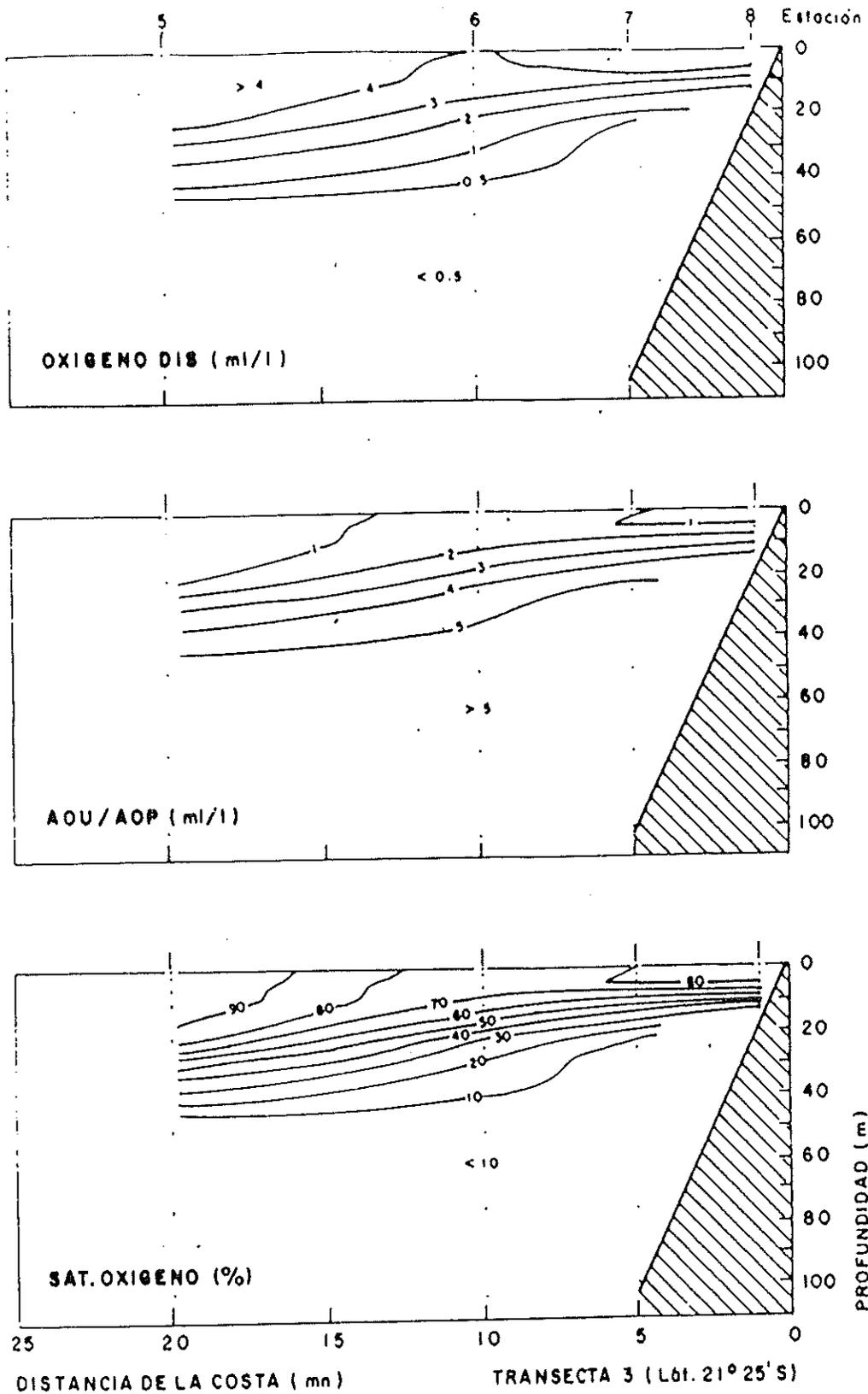


Figura 41. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 3 (Lat. 21° 25'S).

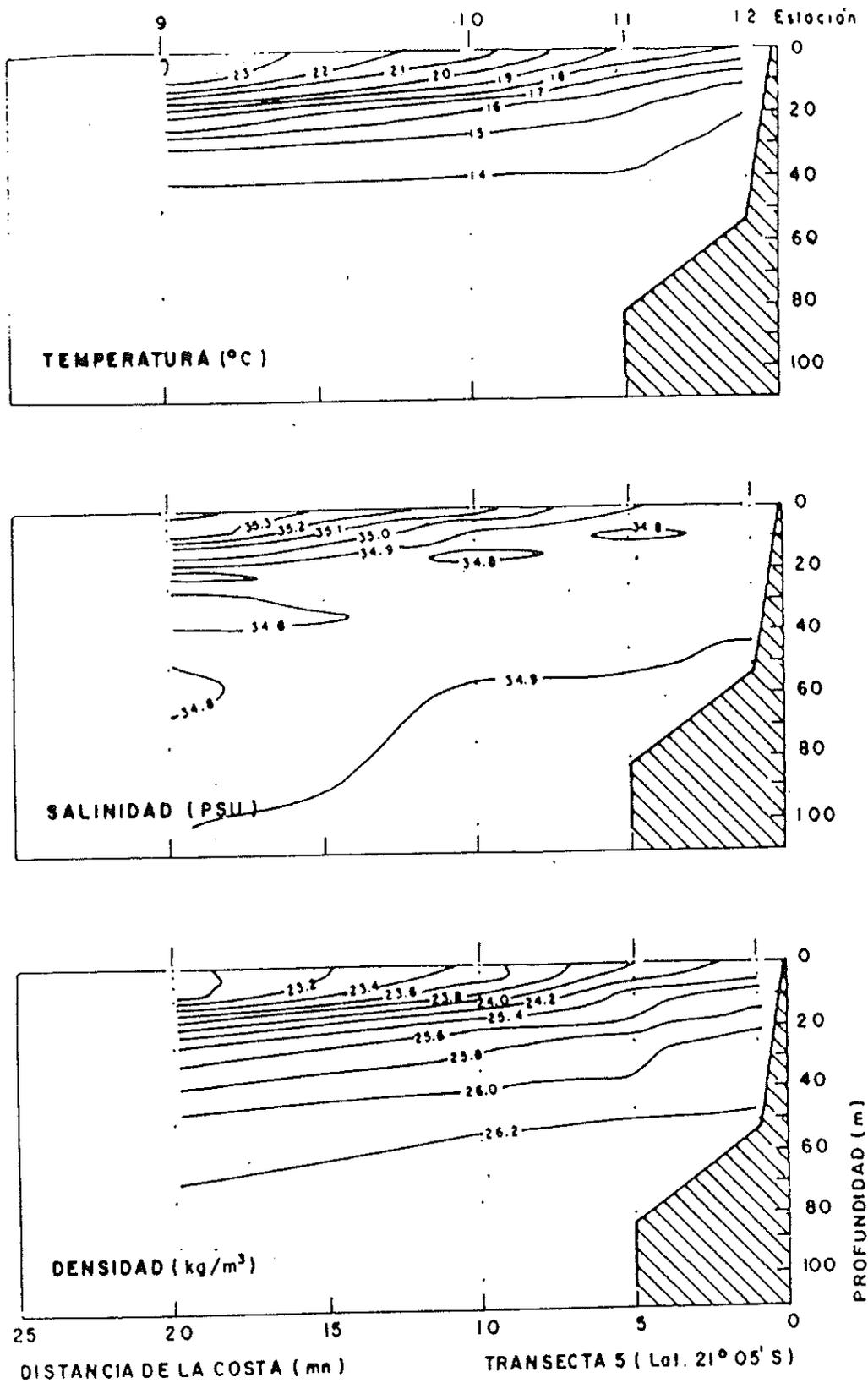


Figura 42. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU), y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 5 (Lat.  $21^{\circ} 05' \text{S}$ ).

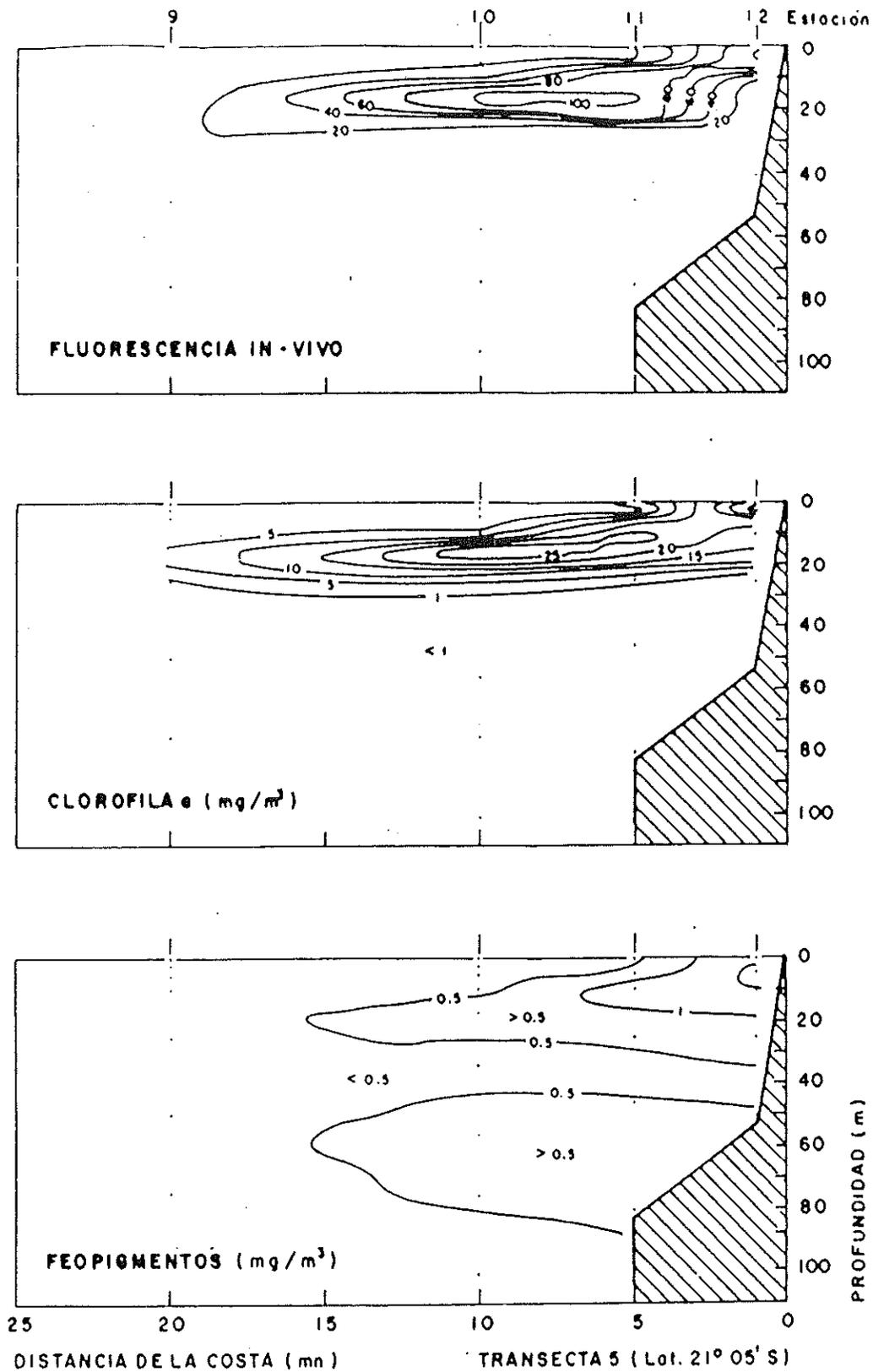


Figura 43. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 5 (Lat.  $21^\circ 05' \text{S}$ )

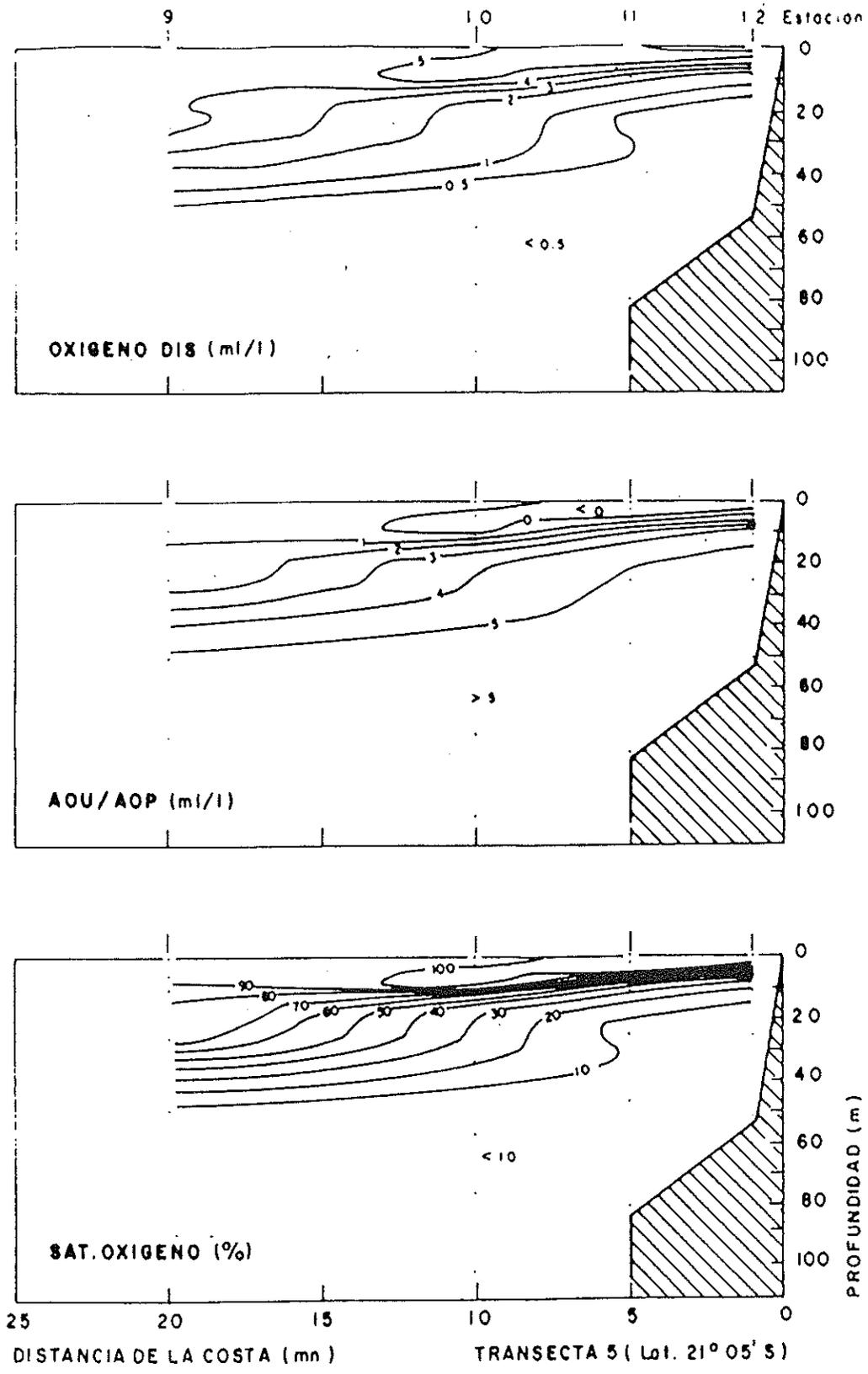


Figura 44. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 5 (Lat. 21° 05'S).

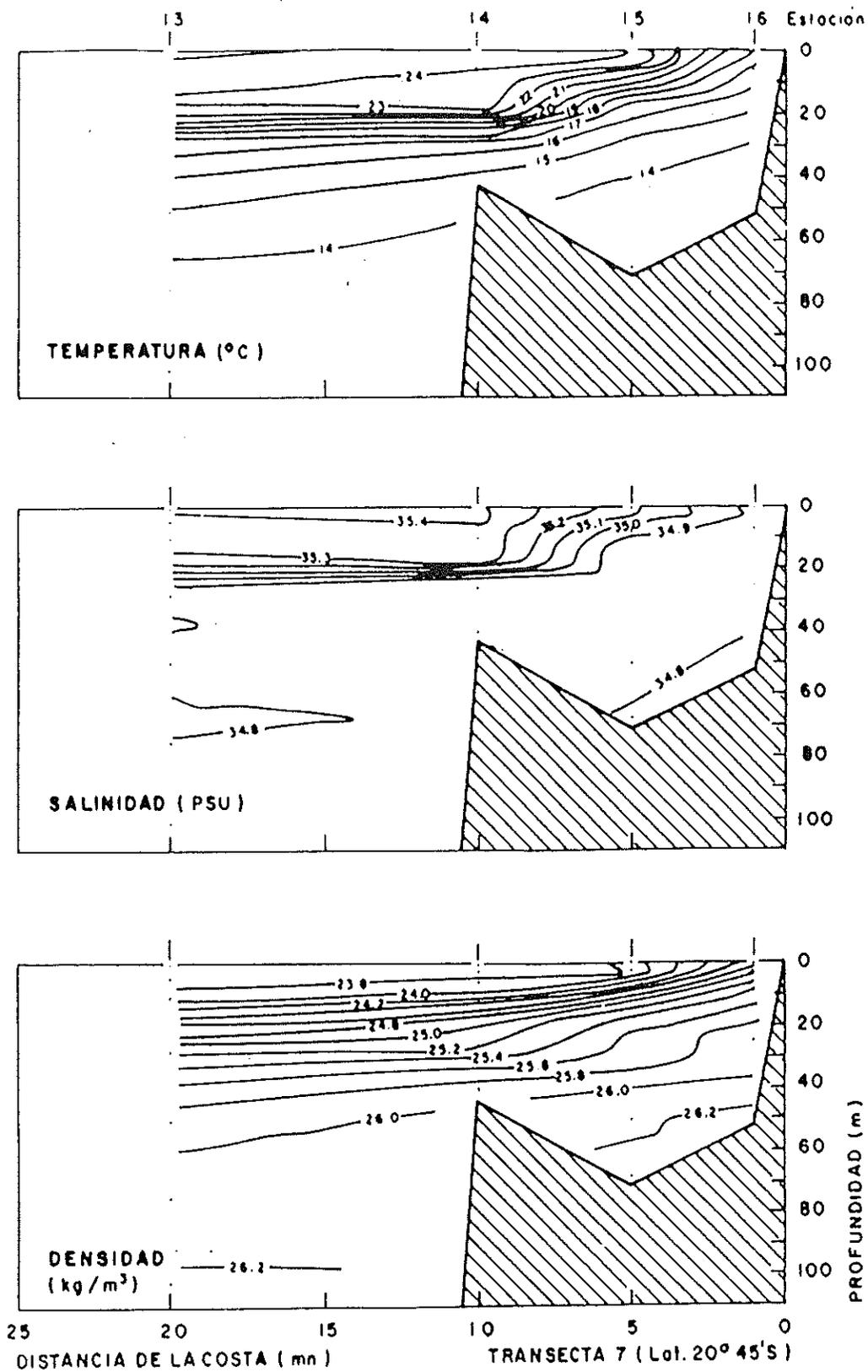


Figura 45. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 7 (Lat.  $20^{\circ} 45' \text{S}$ ).

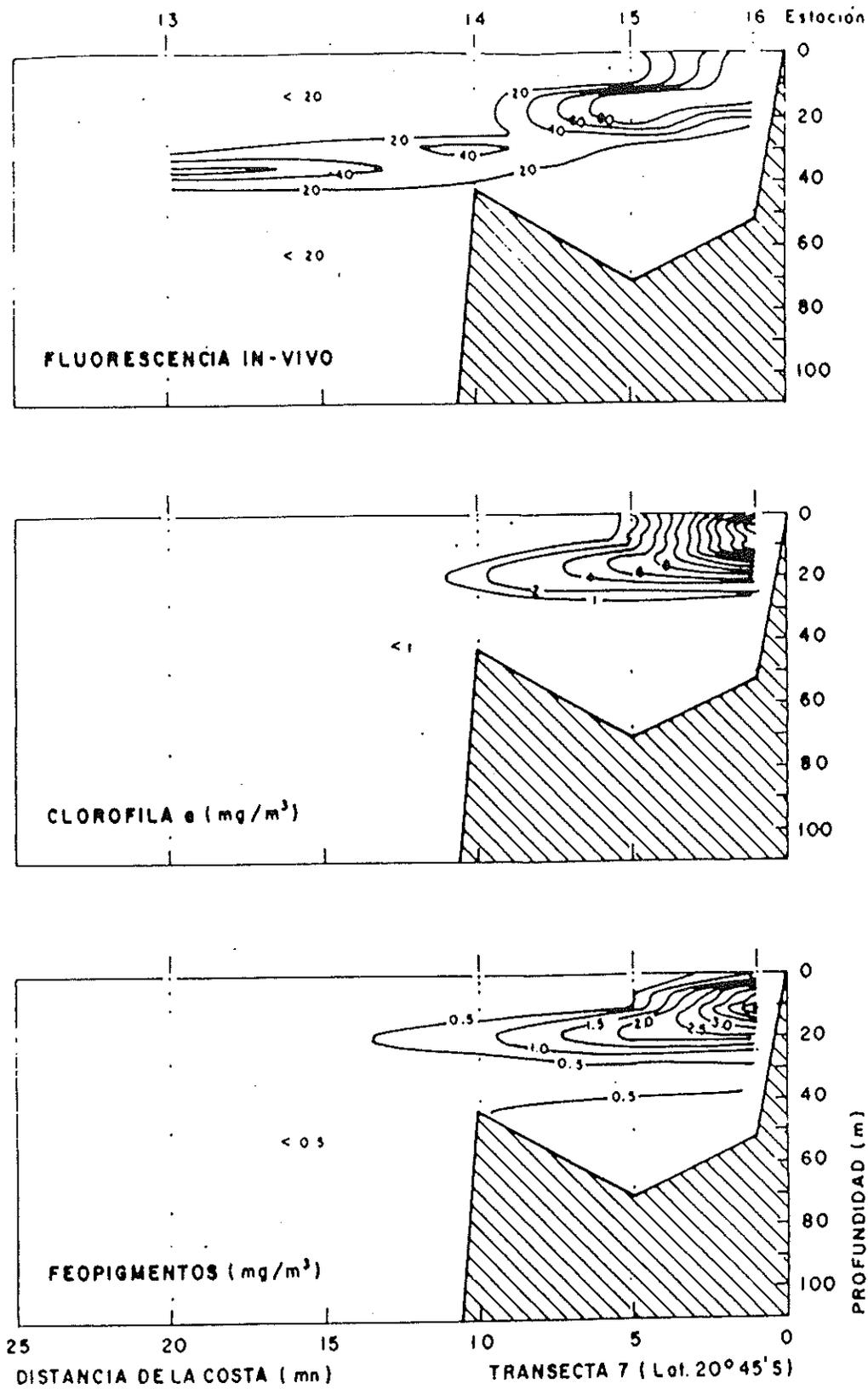


Figura 46. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 7 (Lat.  $20^\circ 45' \text{S}$ )

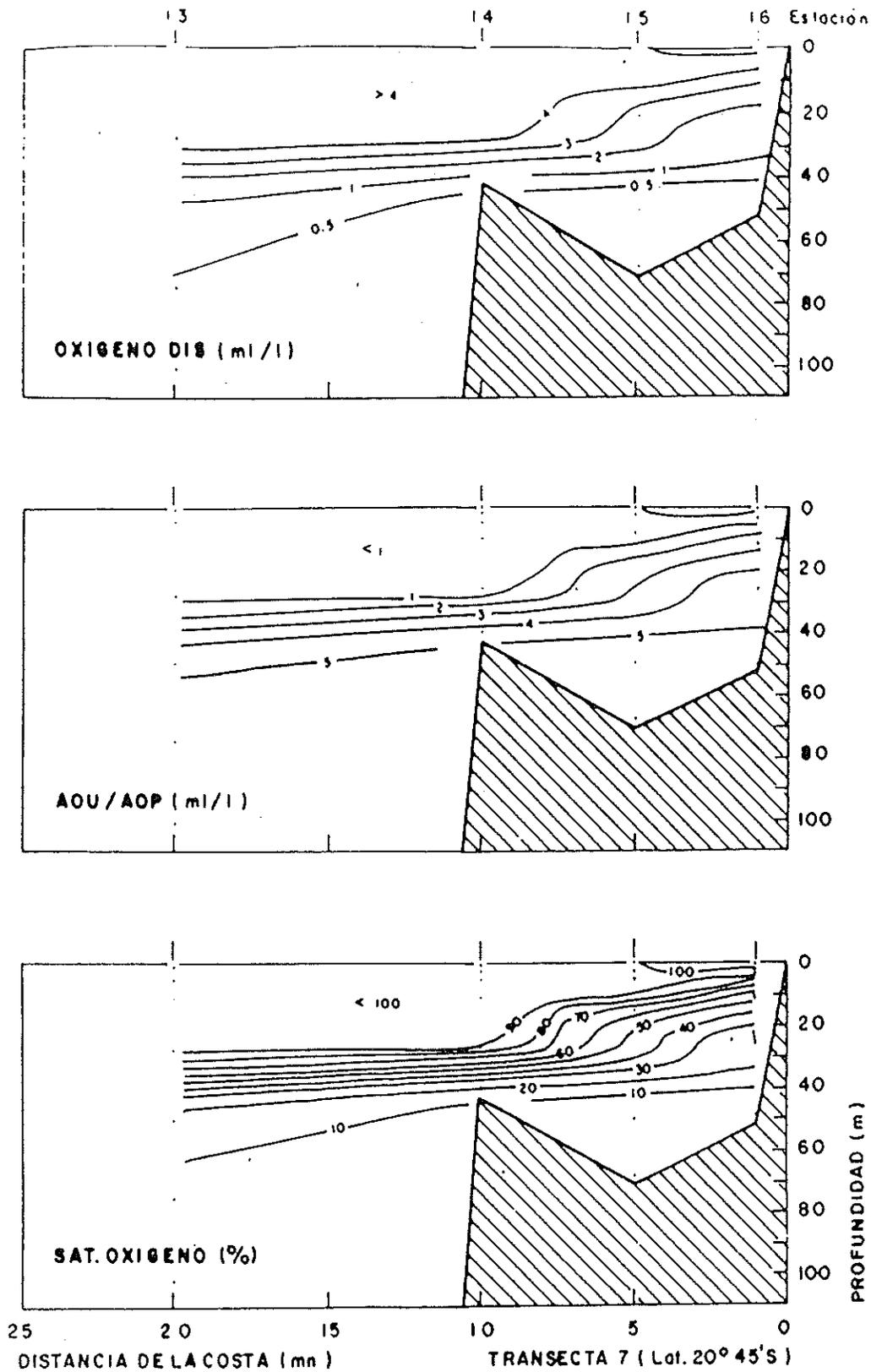


Figura 47. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 7 (Lat. 20° 45'S).

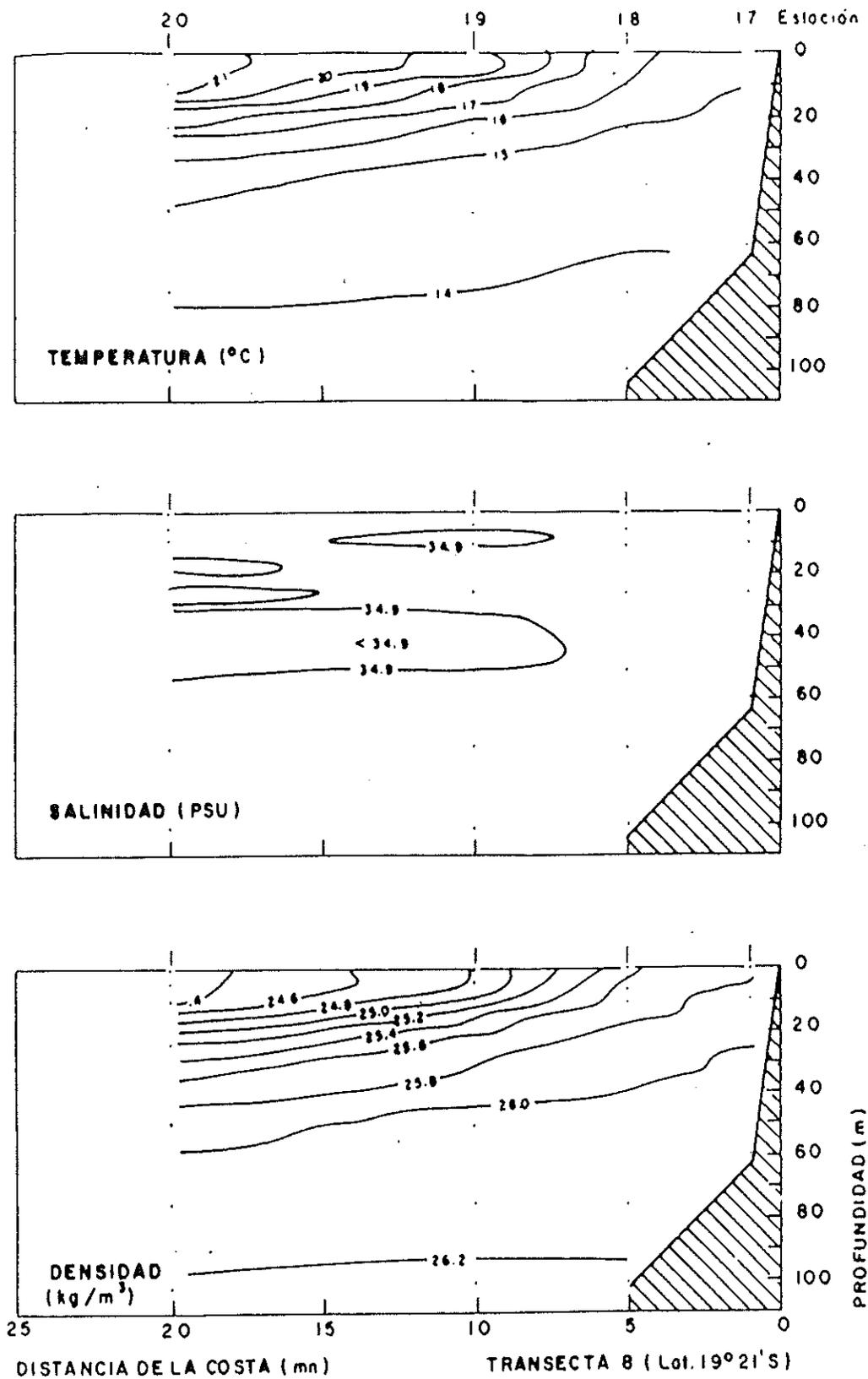


Figura 48. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 8 (Lat.  $19^{\circ} 21'S$ ).

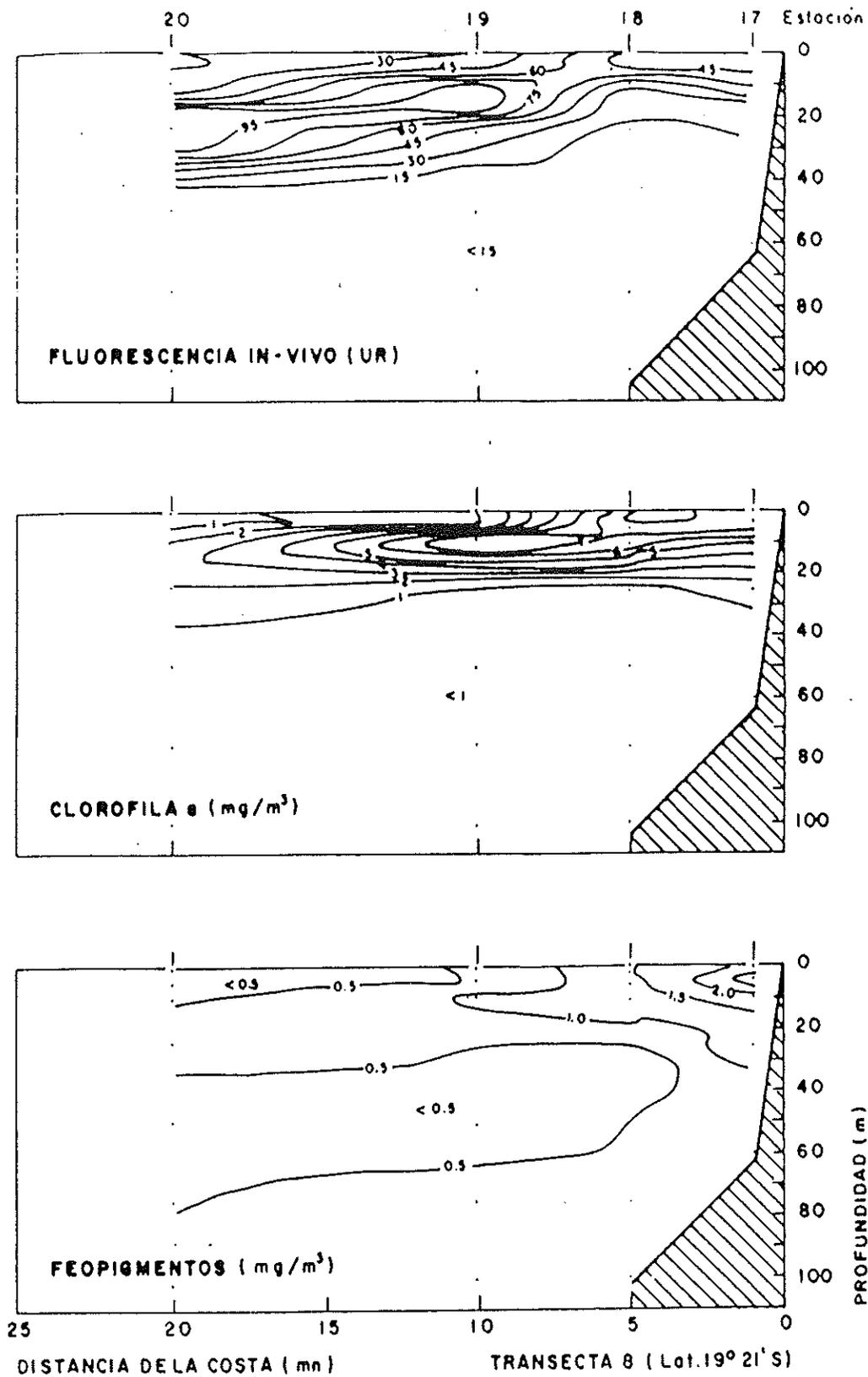


Figura 49. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 8 (Lat.  $19^\circ 21' \text{S}$ )

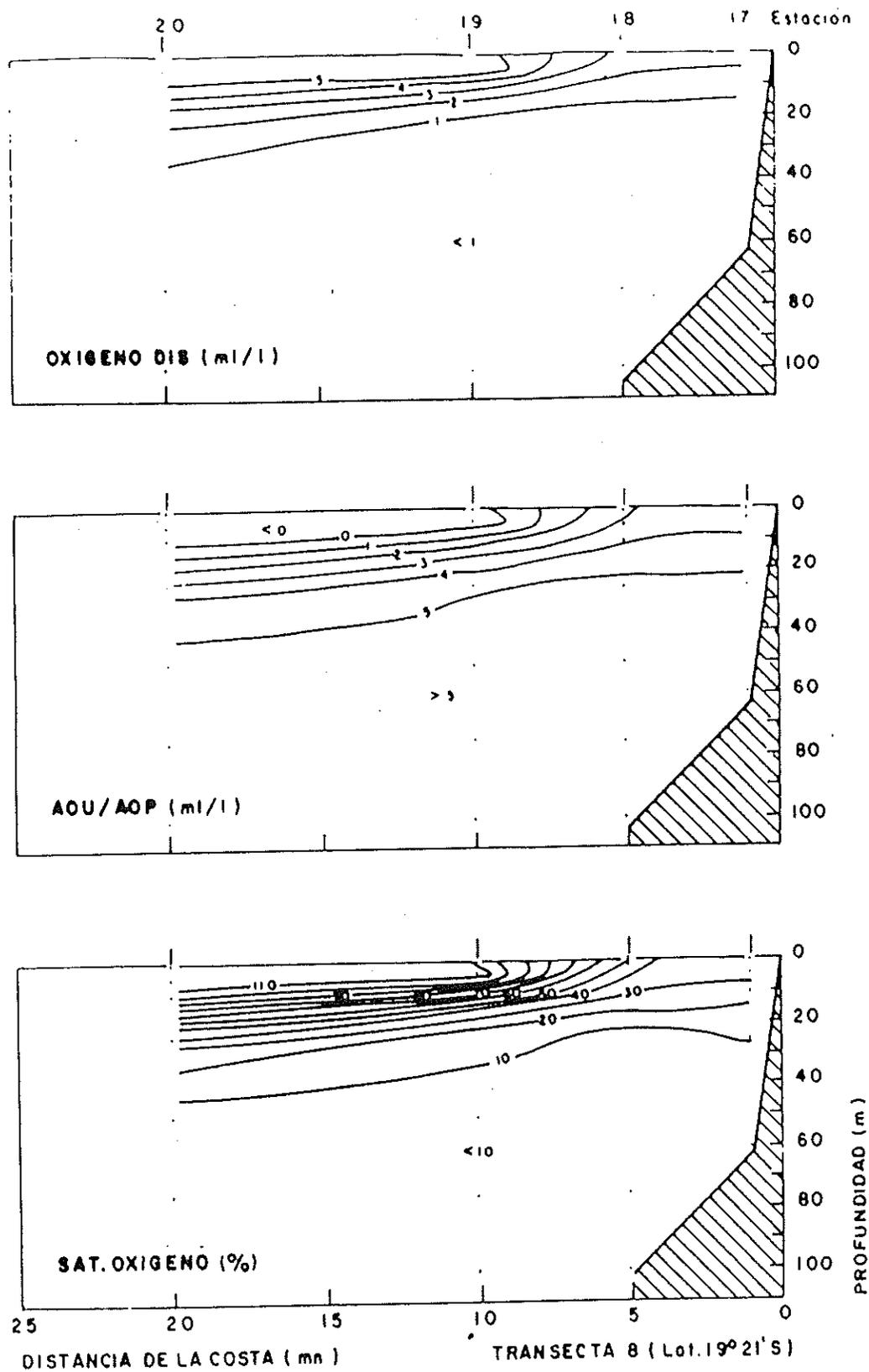


Figura 50. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 8 (Lat. 19° 21' S).

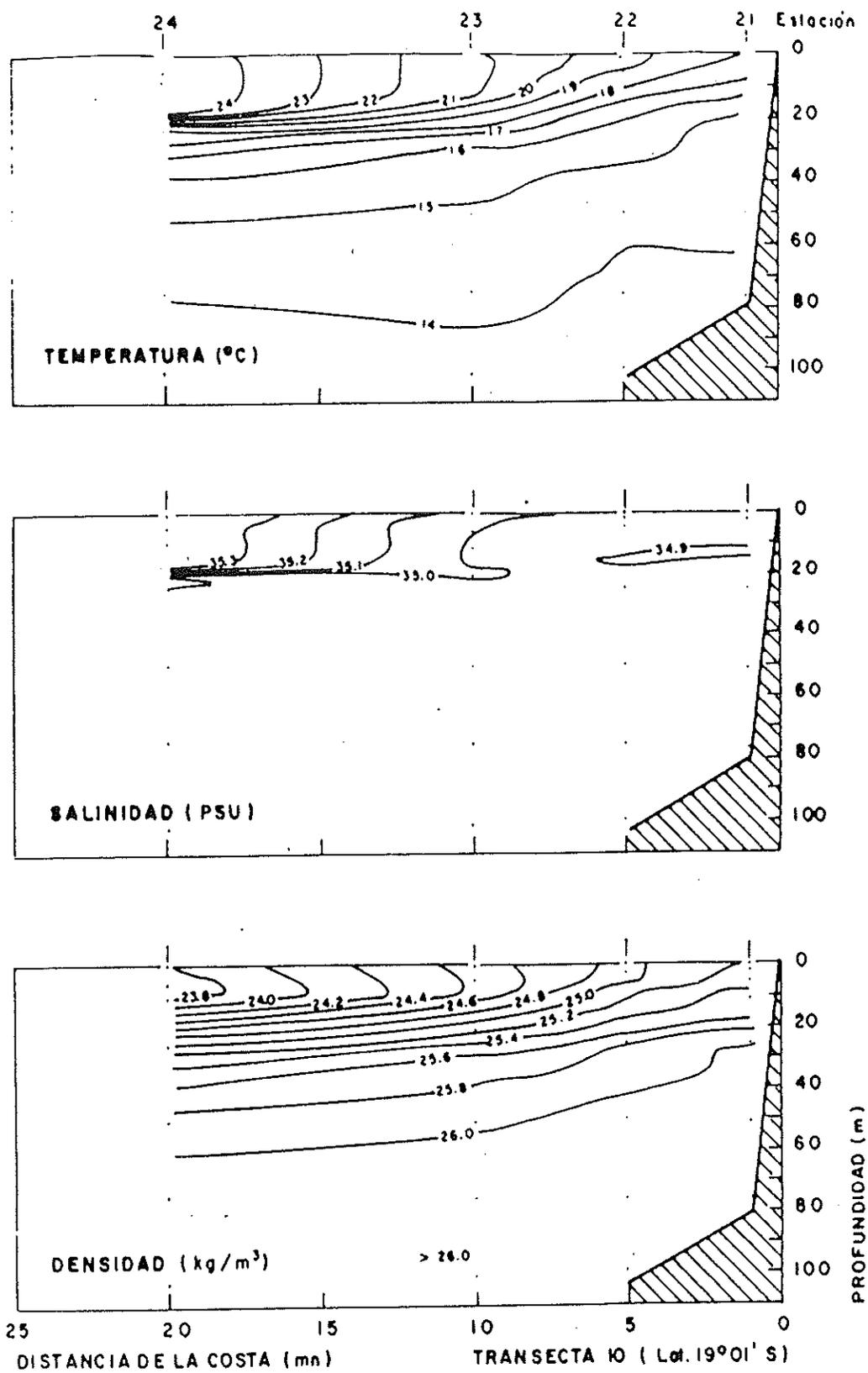


Figura 51. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU), y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 10 (Lat.  $19^{\circ} 01' \text{S}$ ).

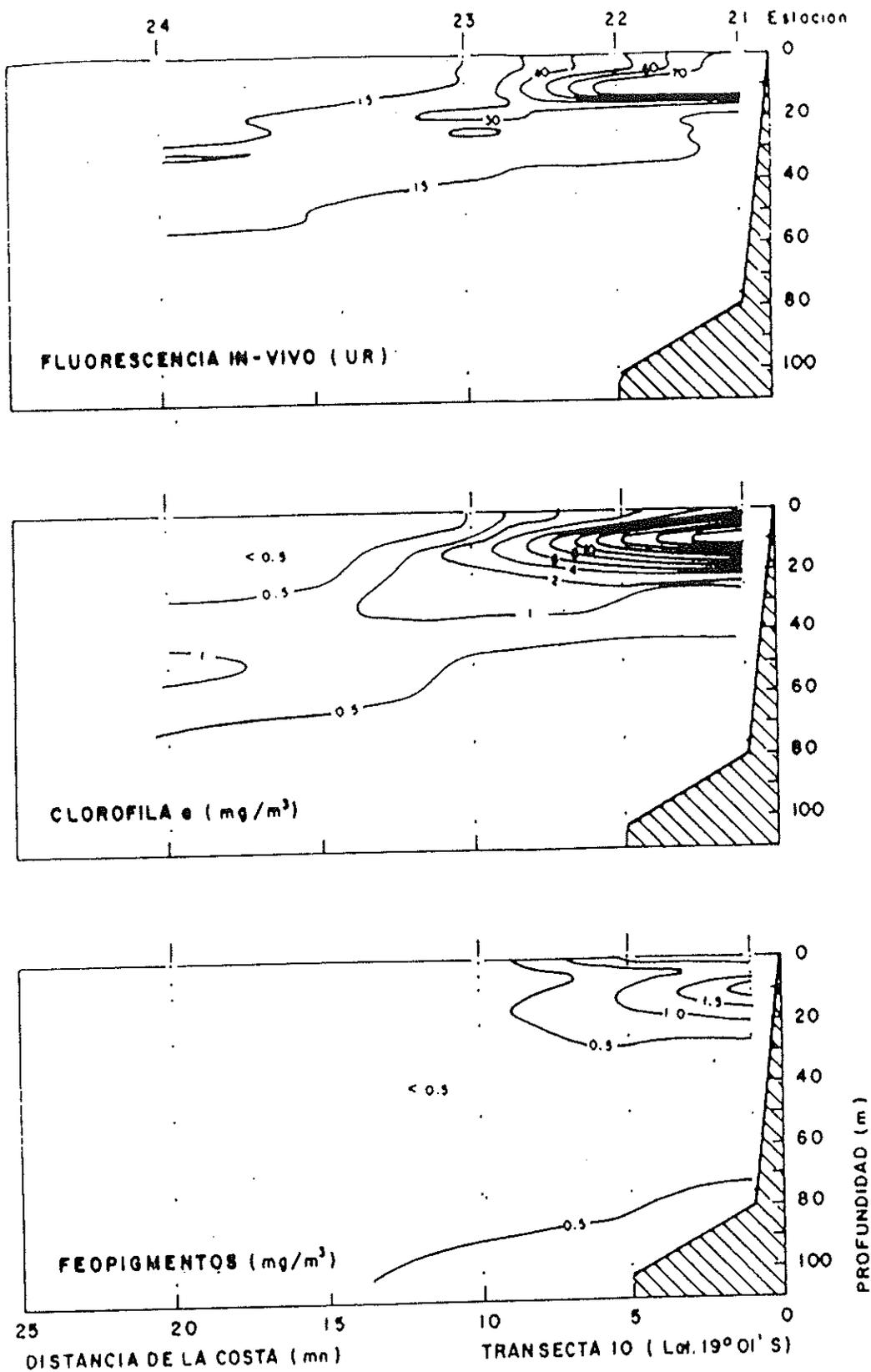


Figura 52. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 10 (Lat.  $19^\circ 01' \text{S}$ )

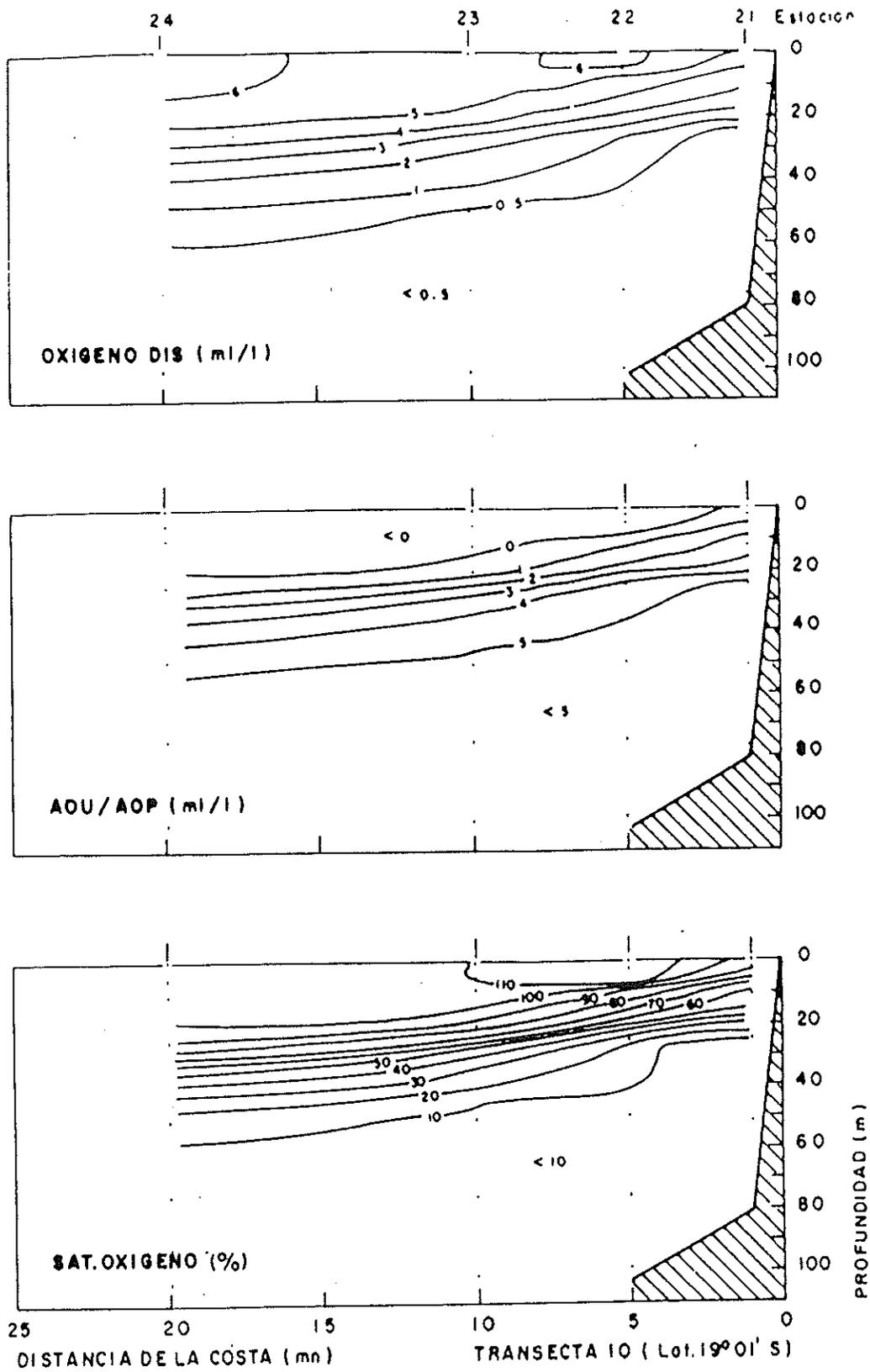


Figura 53. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 10 (Lat. 19° 01'S).

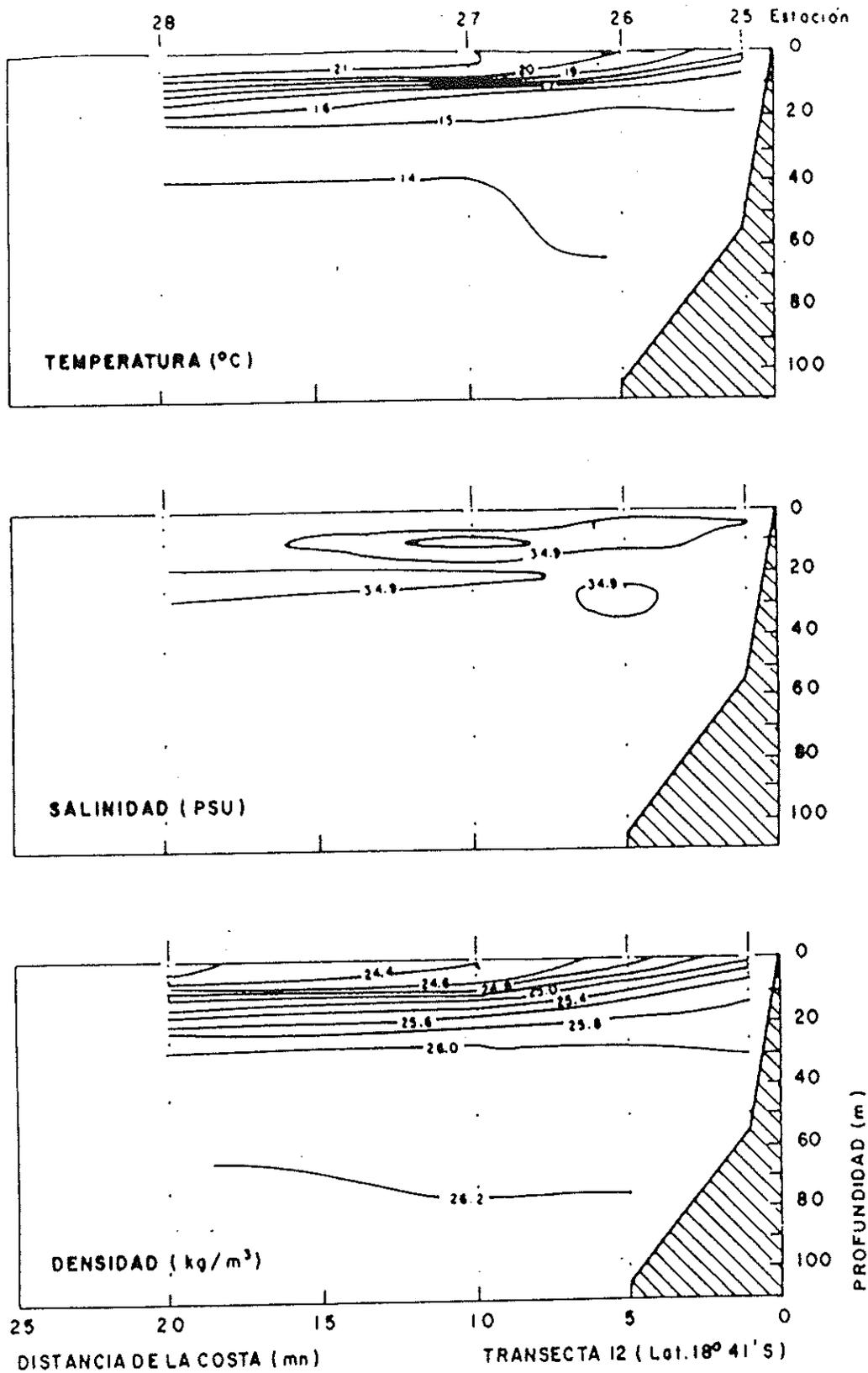


Figura 54. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 12 (Lat.  $18^{\circ} 41' \text{S}$ ).

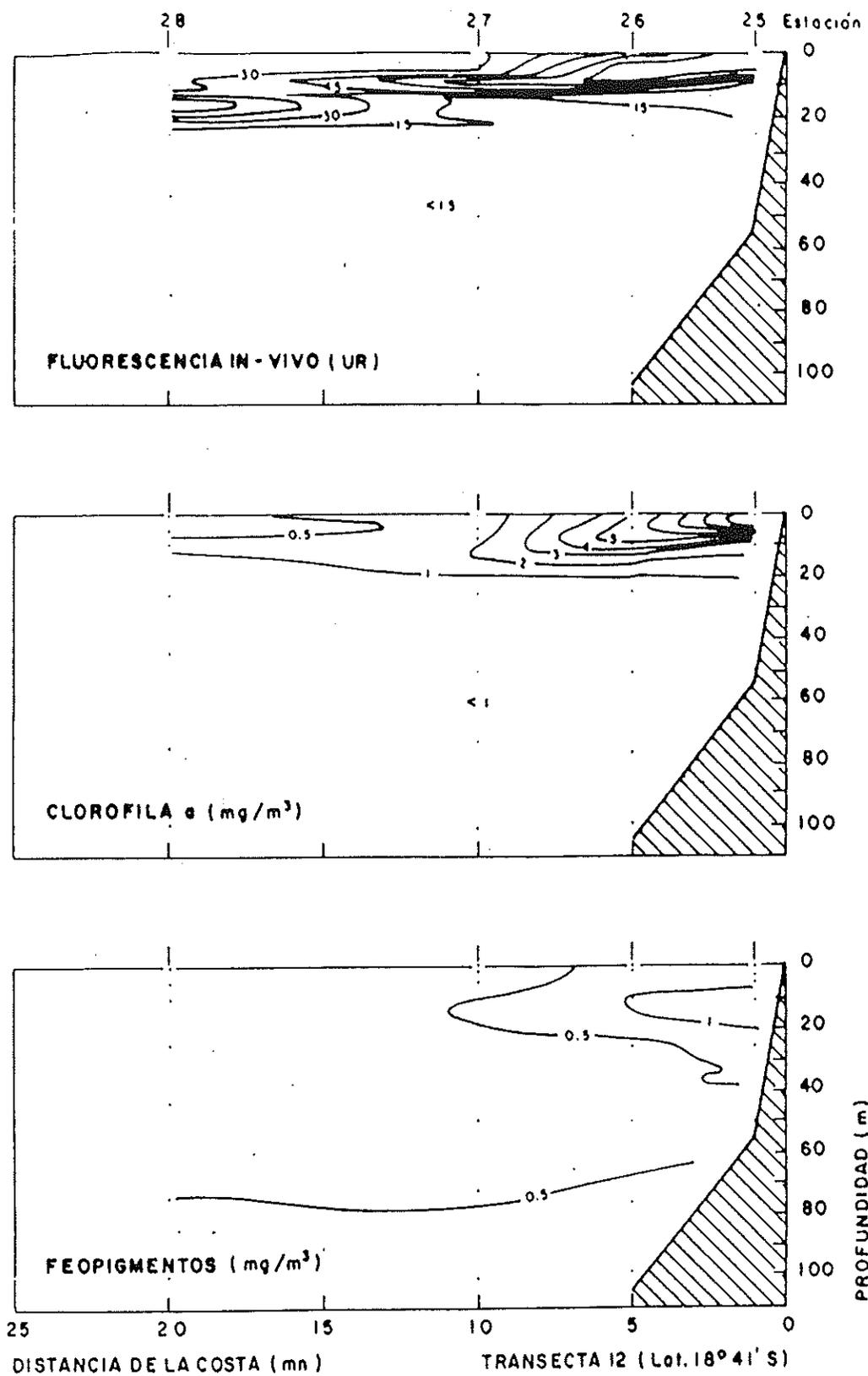


Figura 55. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 12 (Lat.  $18^\circ 41' \text{S}$ )

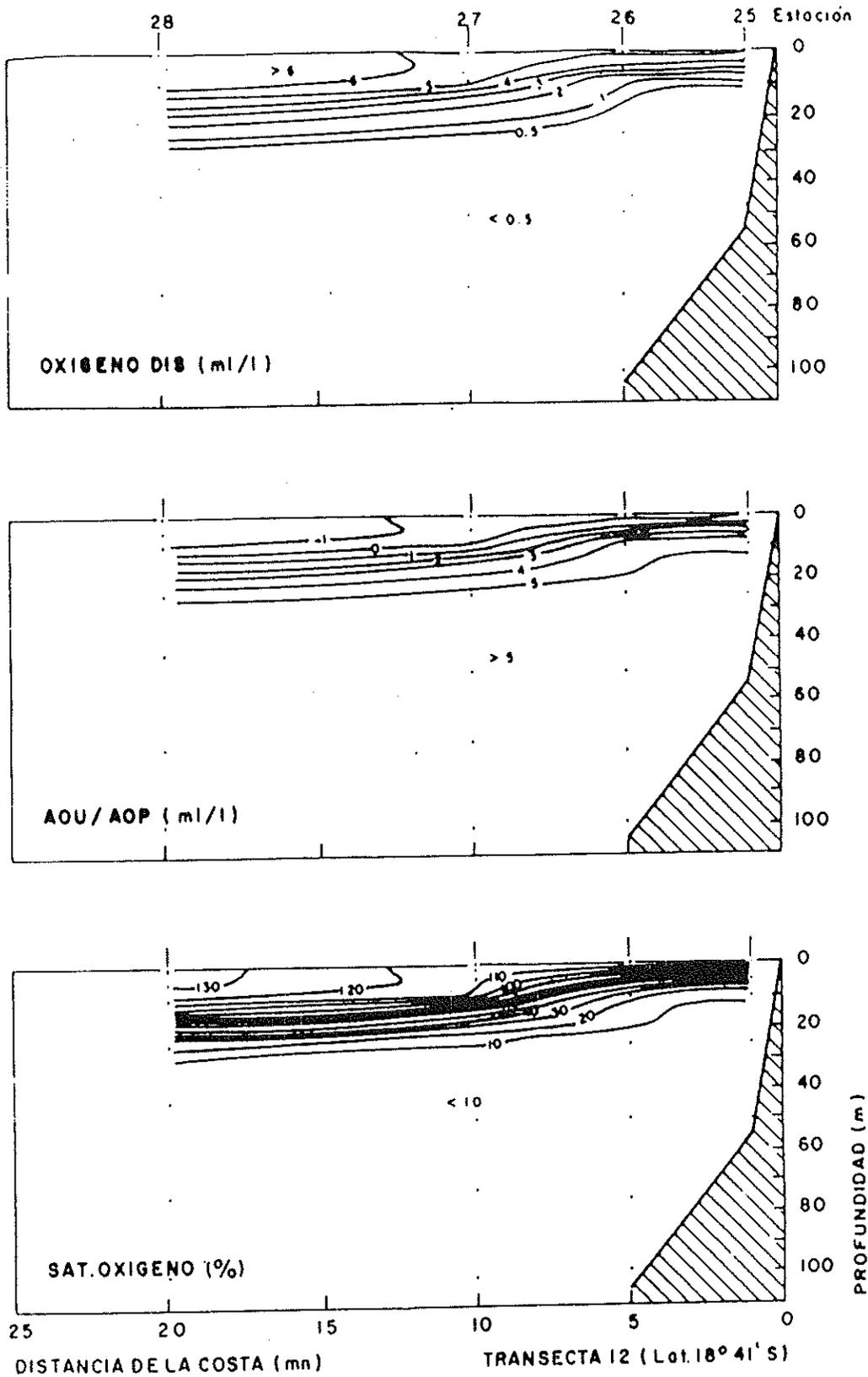


Figura 56: Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 12 (Lat. 18° 41' S).

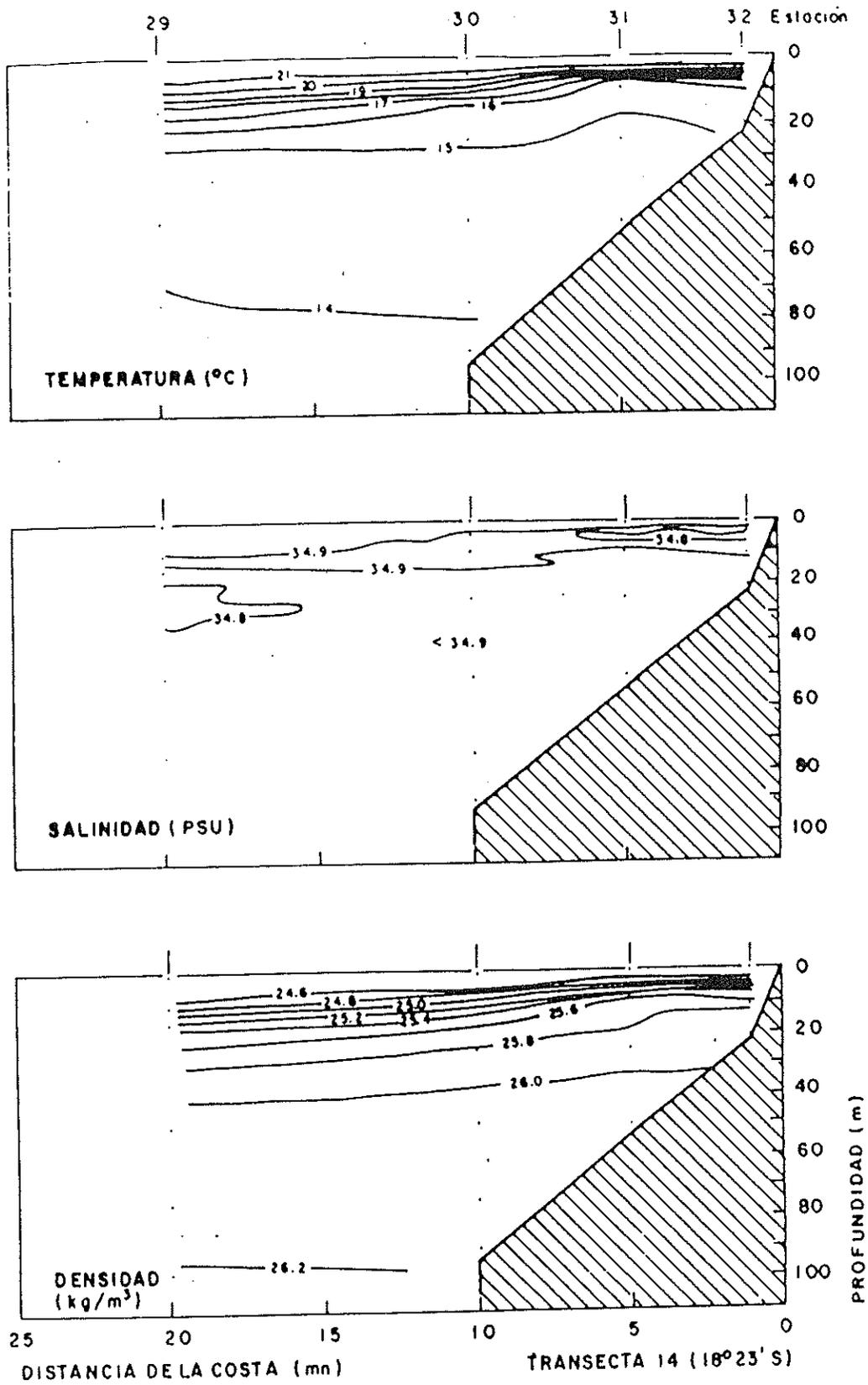


Figura 57. Distribución vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 14 (Lat.  $18^{\circ} 23' \text{S}$ ).

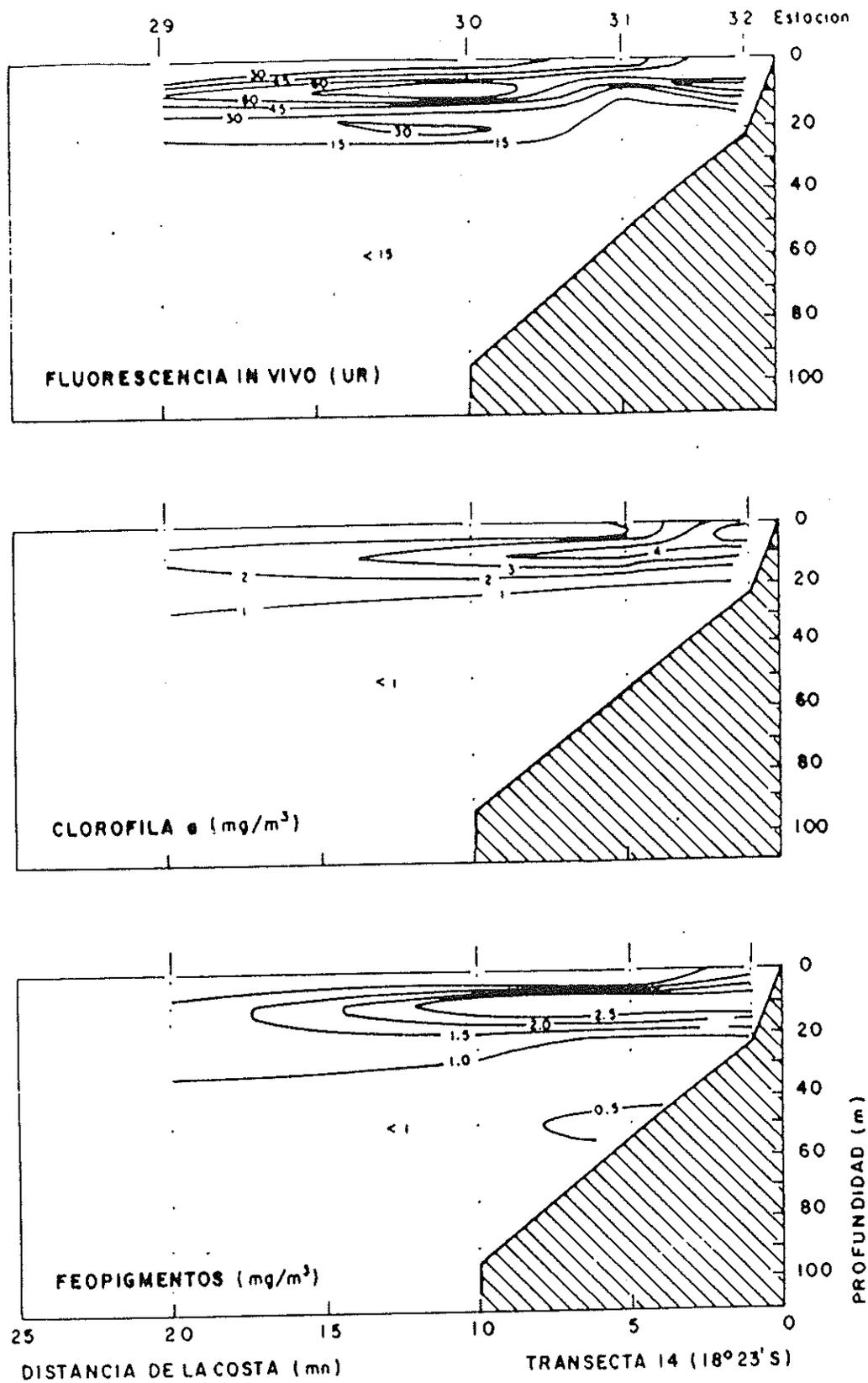


Figura 58. Distribución vertical de la fluorescencia in vivo (UR), la clorofila a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y los feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en la transecta 14 (Lat.  $18^\circ 23' \text{S}$ )

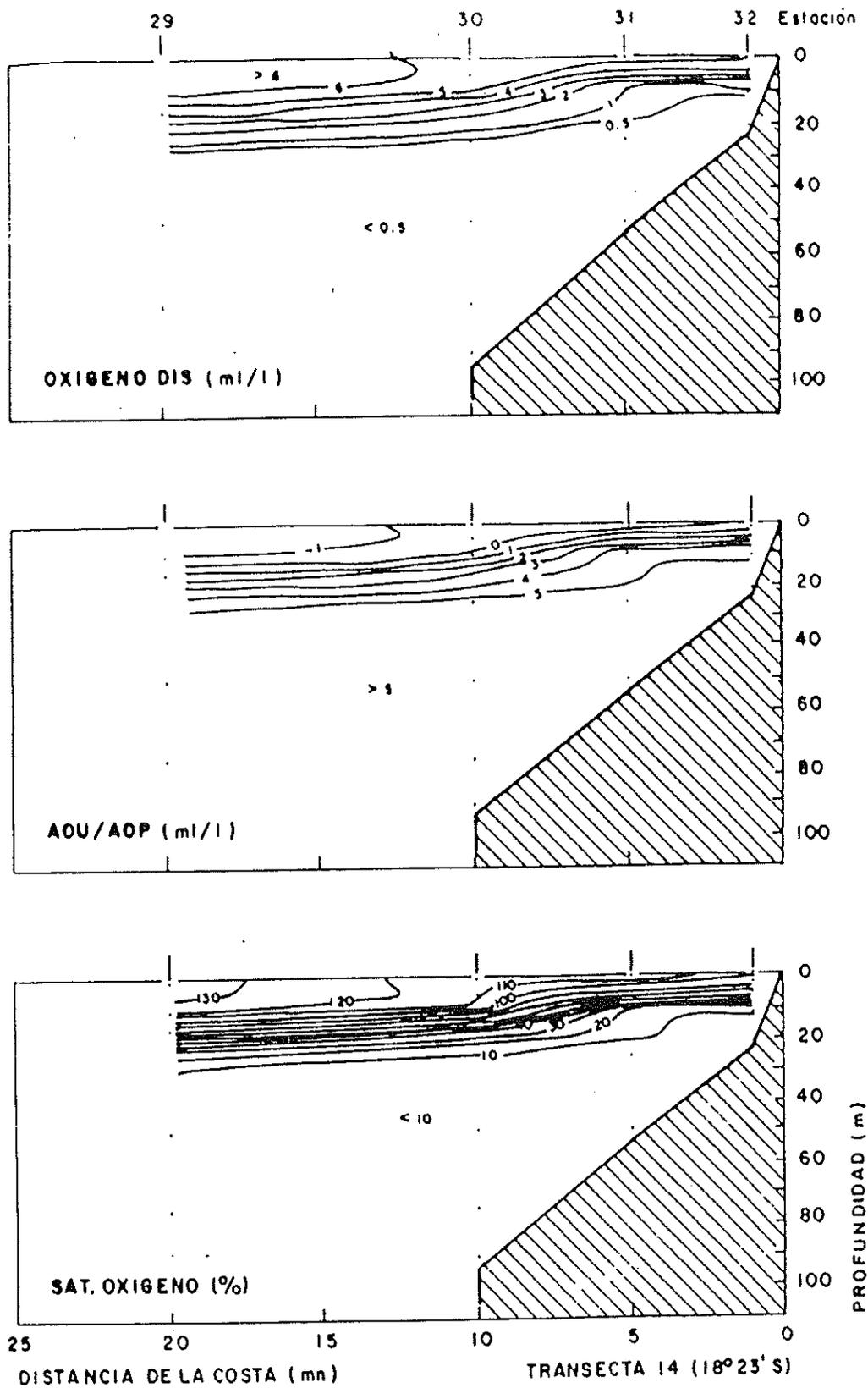


Figura 59. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml/l), la AOU/AOP (ml/l) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), en la transecta 14 (Lat. 18° 23'S).

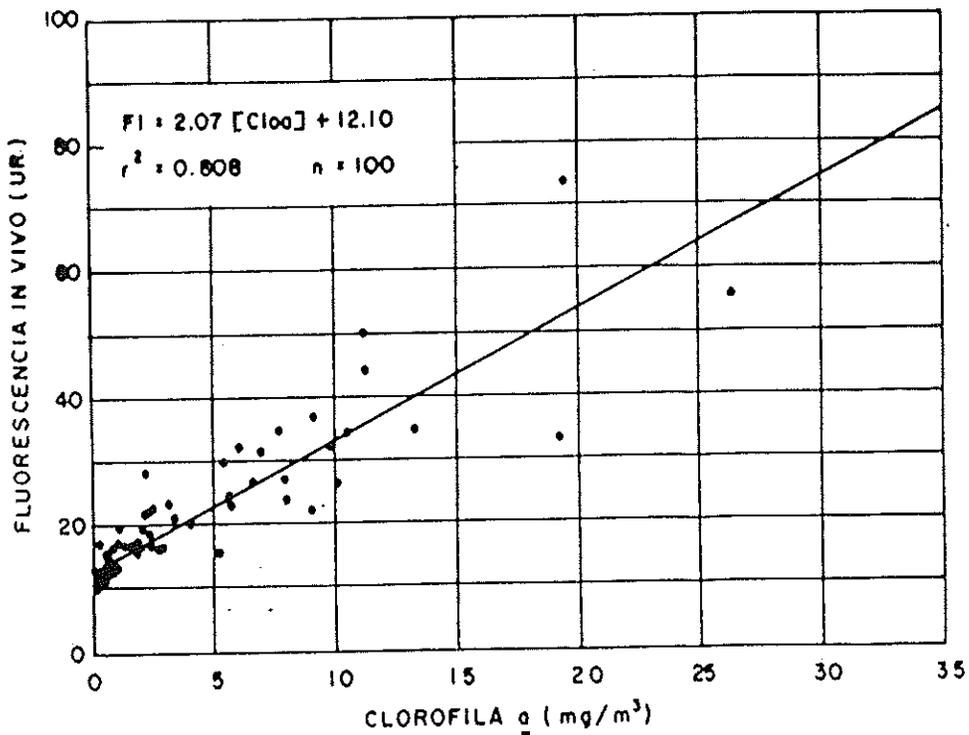
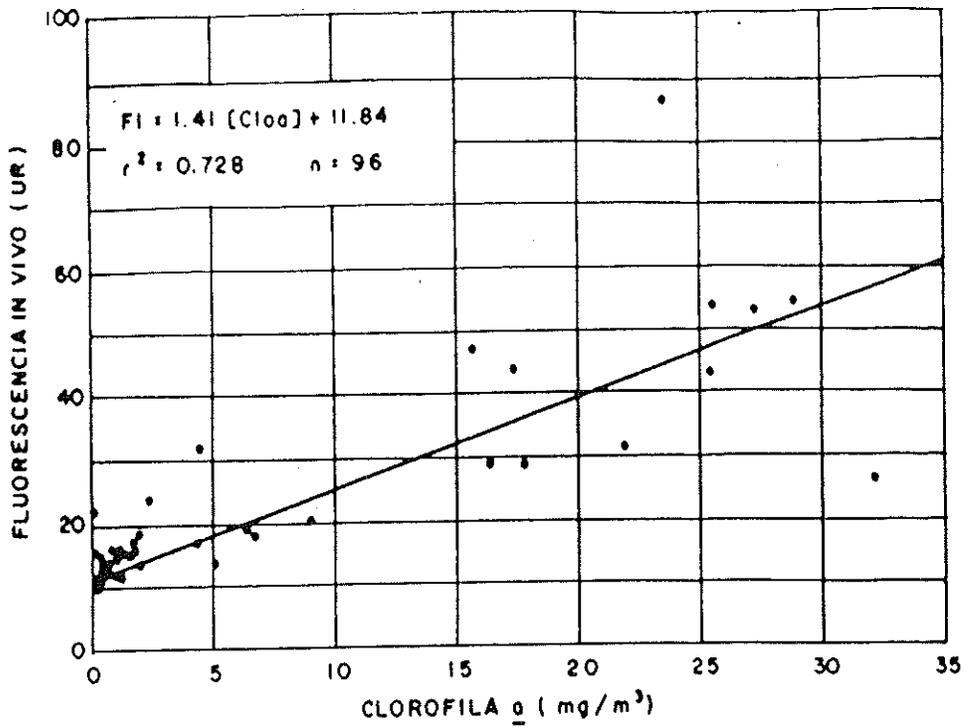


Figura 60. Gráficos de dispersión de la cloa y la fluorescencia in vivo, para la subárea I (a) y II (b).

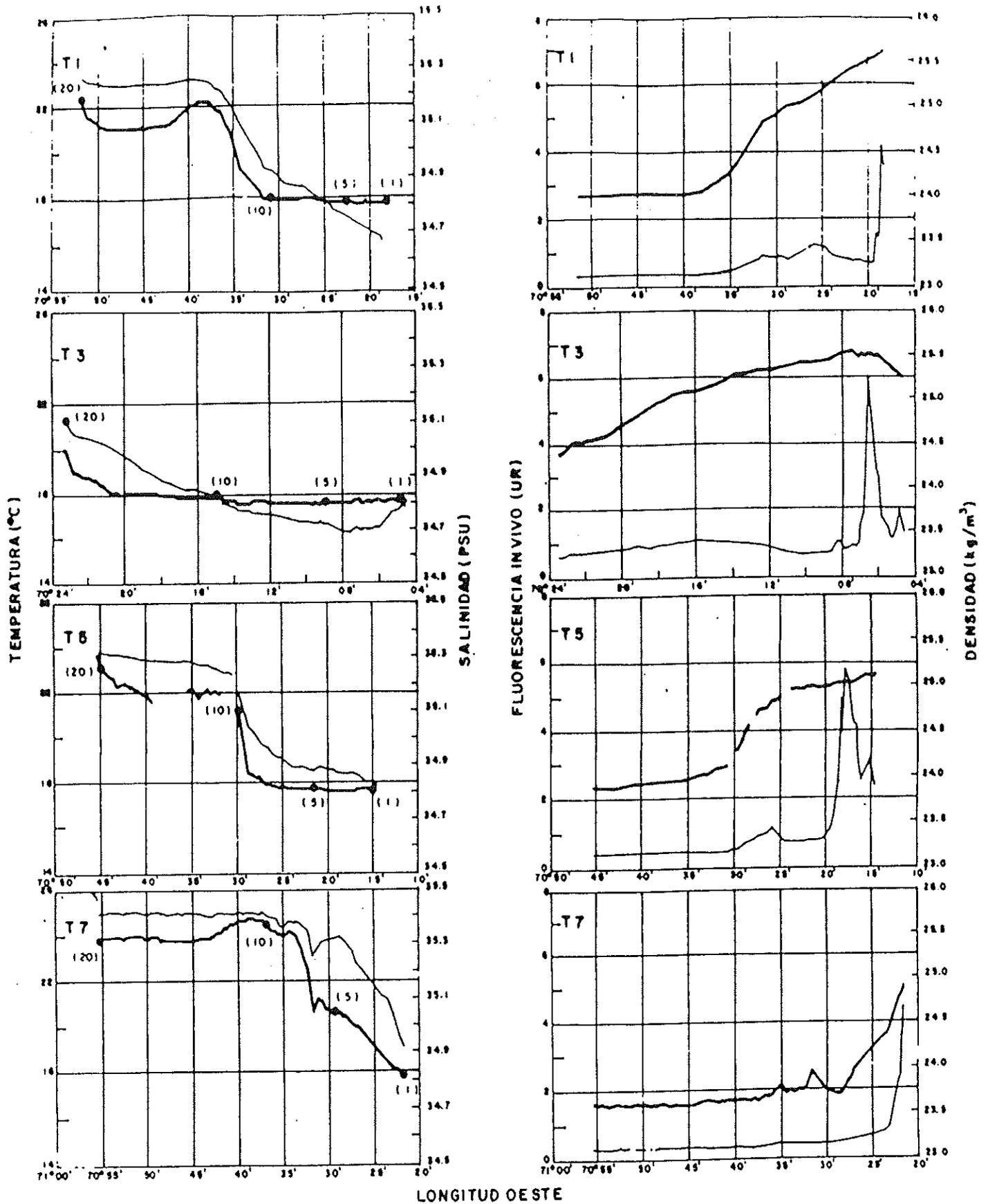


Figura 61. Diagrama de distribución horizontal, en perfiles continuos de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU), la fluorescencia in vivo (UR) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), para las transectas 1 (T1), 3 (T3), 5 (T5) y 7 (T7). Distancia de la costa entre paréntesis.

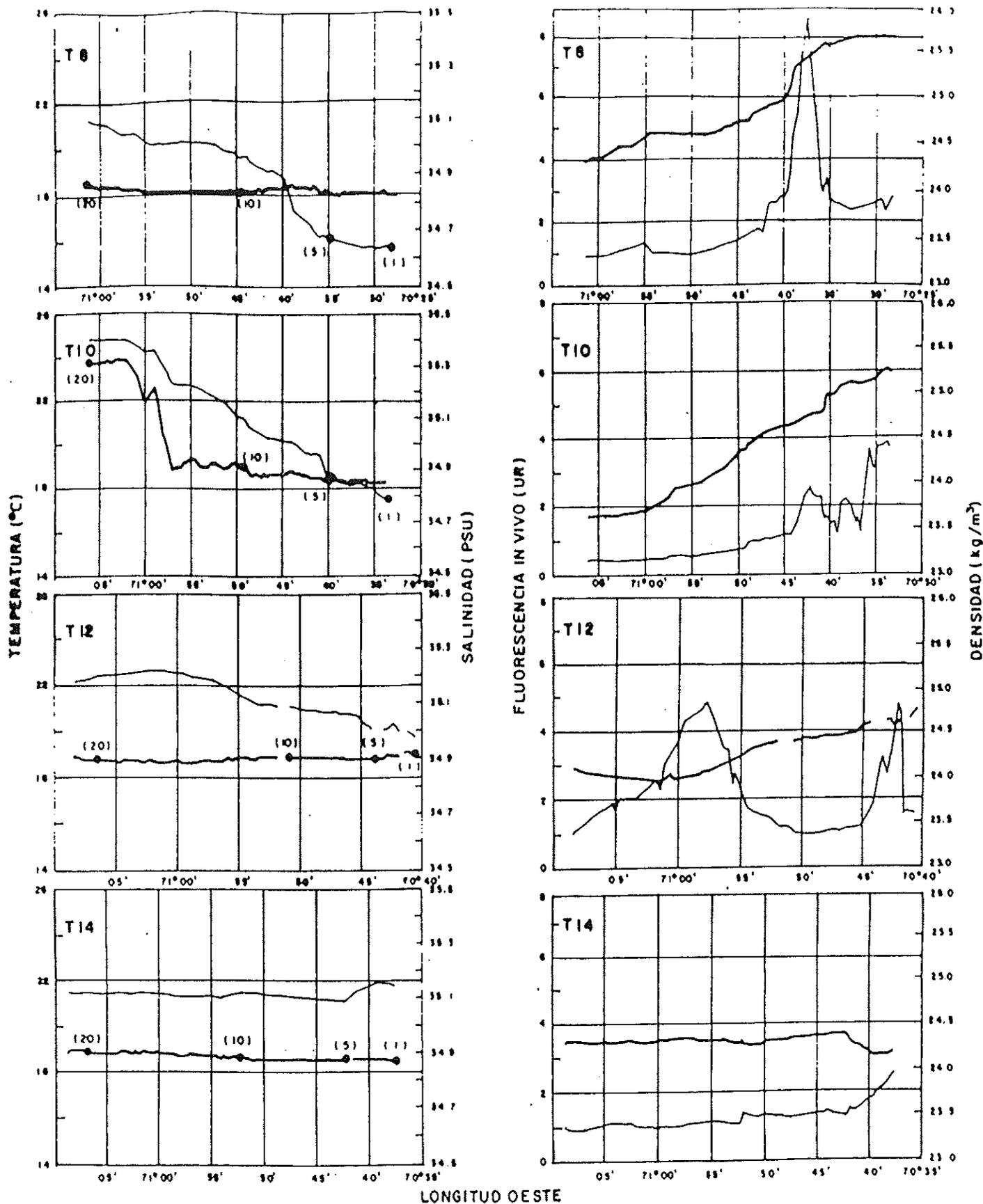


Figura 62. Diagrama de distribución horizontal, en perfiles continuos de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (PSU), la fluorescencia in vivo (UR) y la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), para las transectas 8 (T8), 10 (T10), 12 (T12) y 14 (T14).

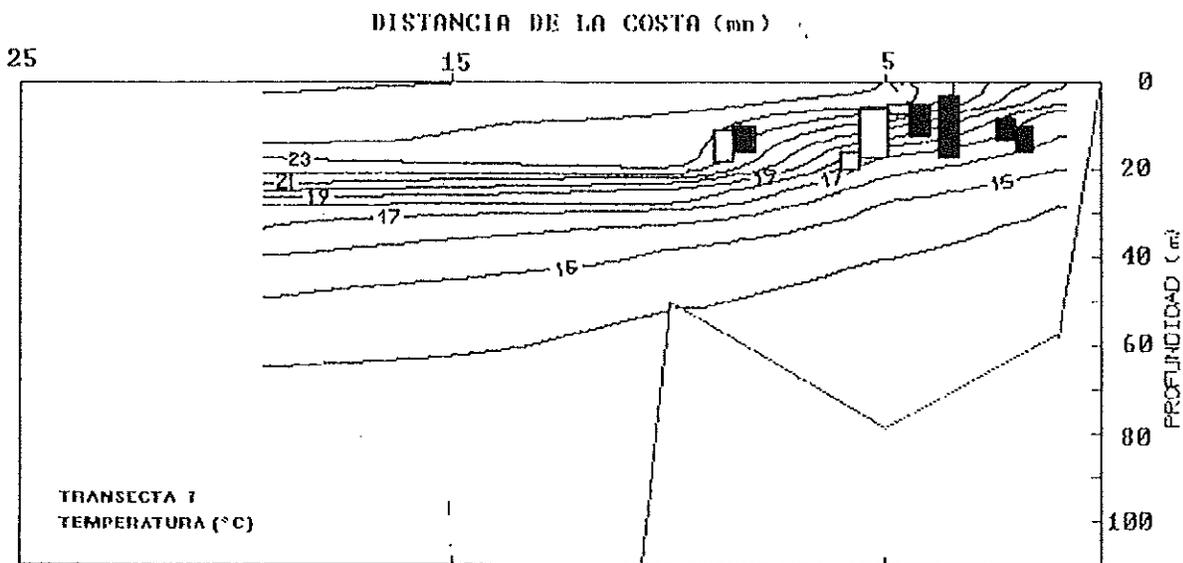
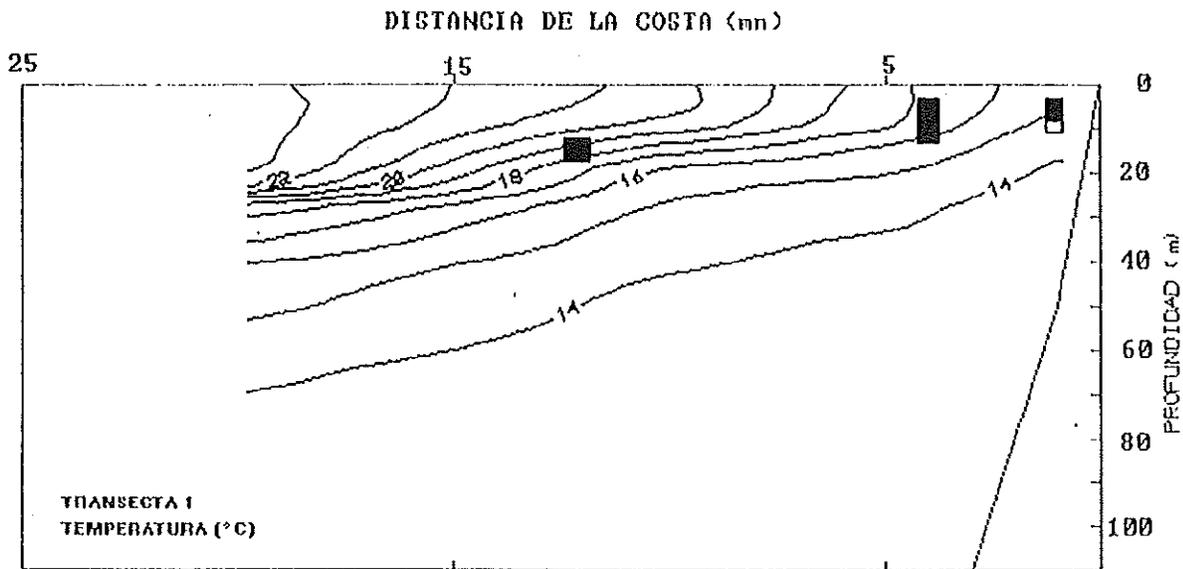


Figura 63. Distribución batimétrica de la anchoveta y la temperatura, para las transectas 1 y 7, subárea I.



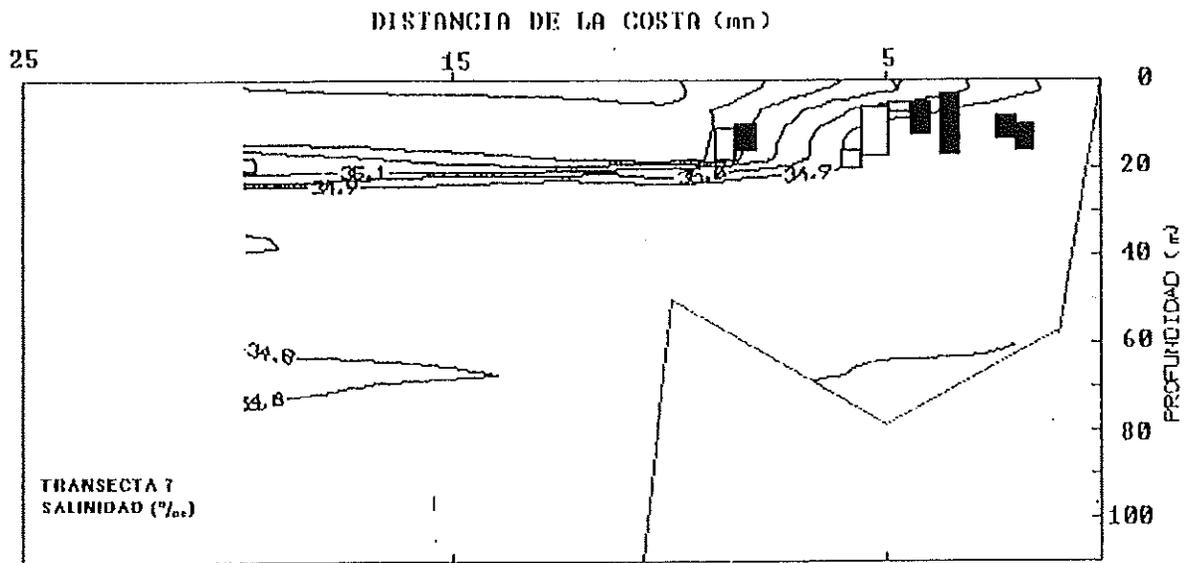
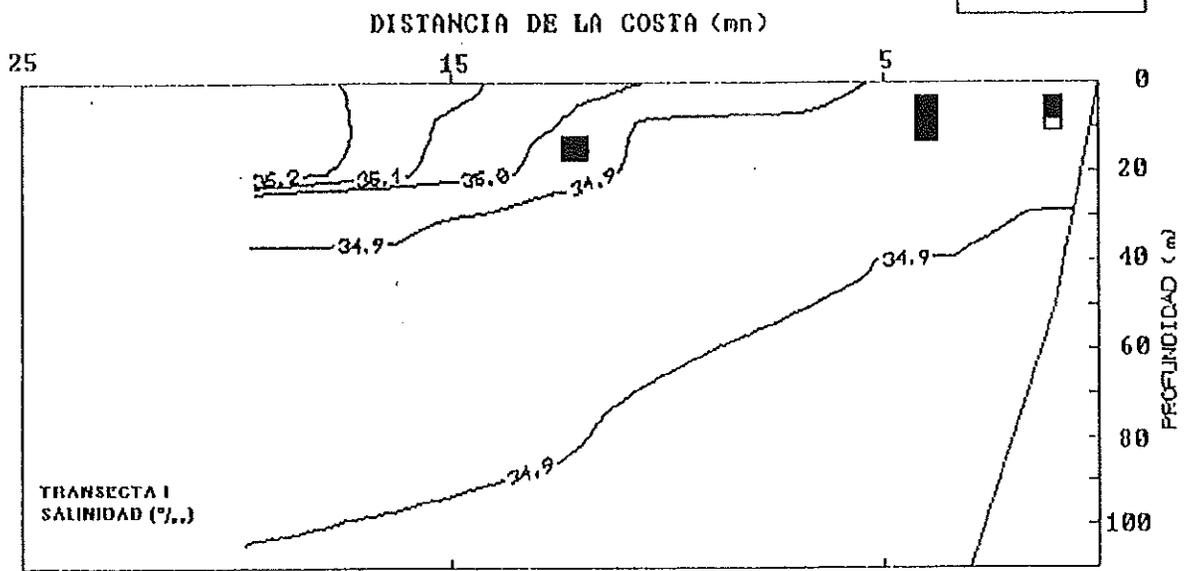


Figura 65. Distribución batimétrica de la anchoveta y la salinidad, para las transectas 1 y 7, subárea I.



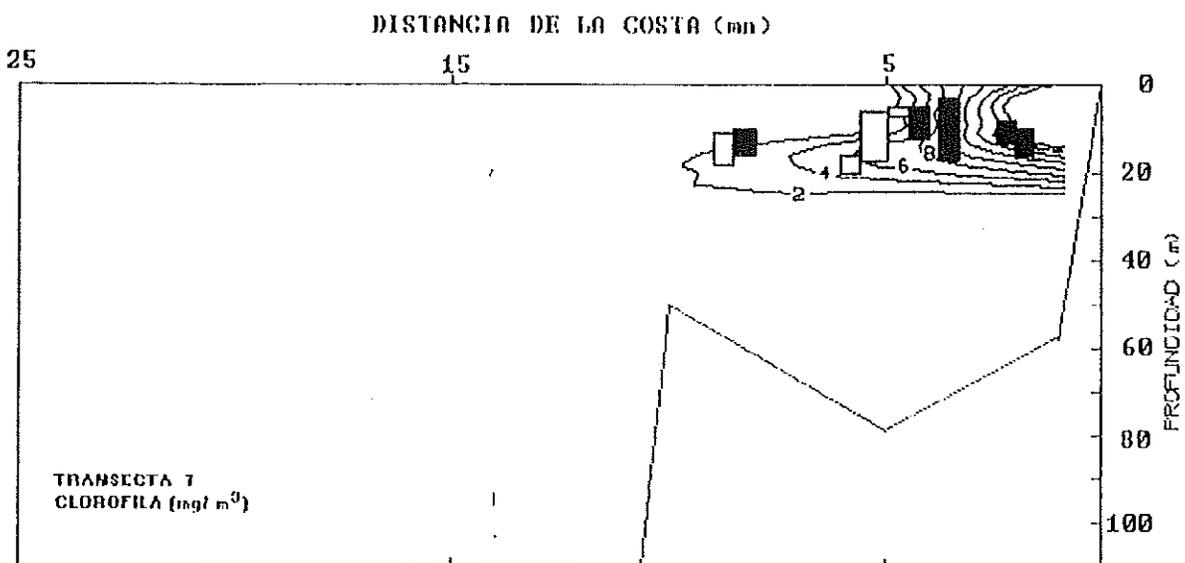
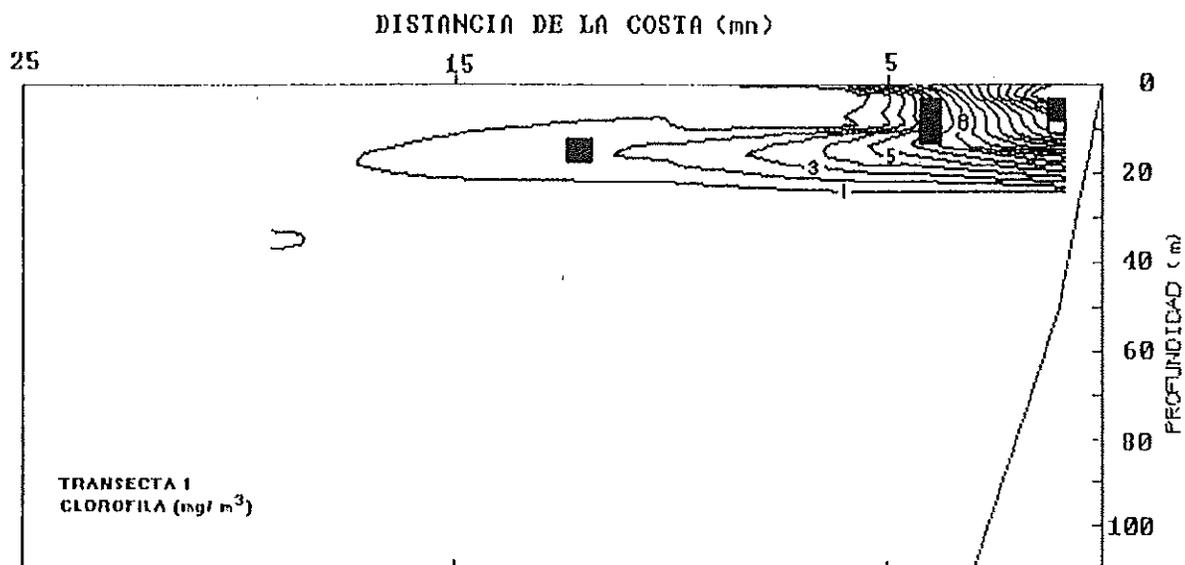


Figura 67. Distribución batimétrica de la anchoveta y la clorofila a, para las transectas 1 y 7, subárea I.





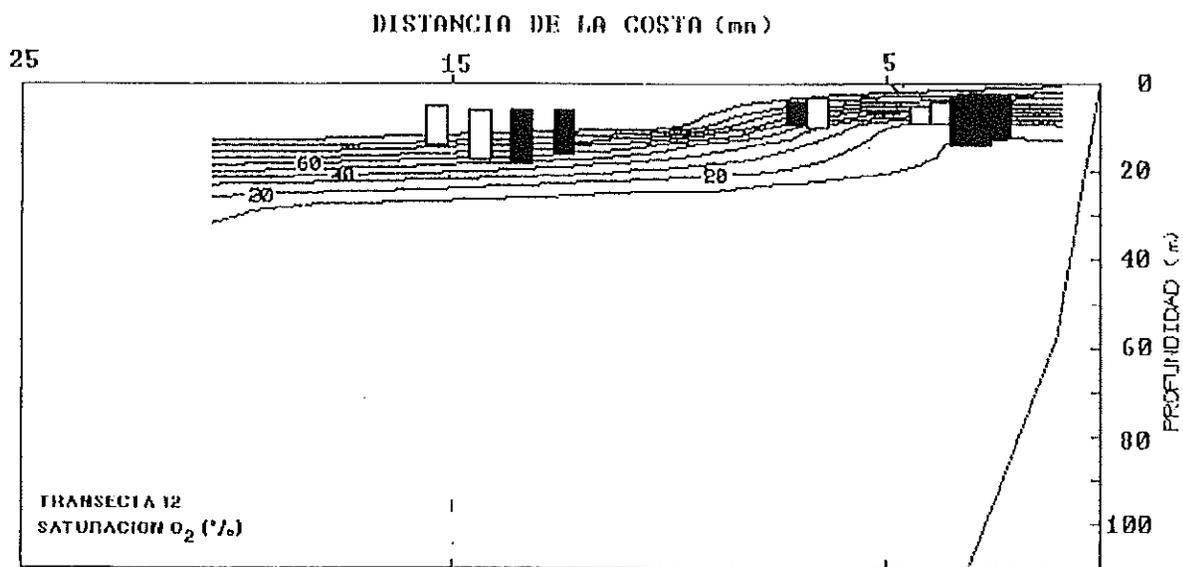


Figura 70. Distribución batimétrica de la anchoveta y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, para las transectas 8 y 12, subárea II.

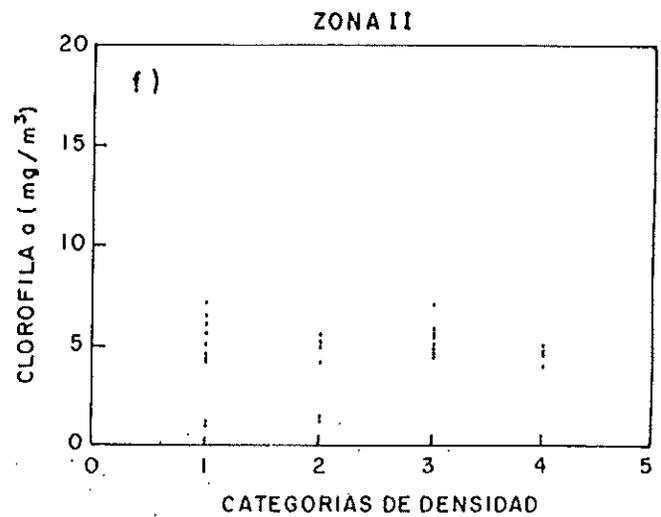
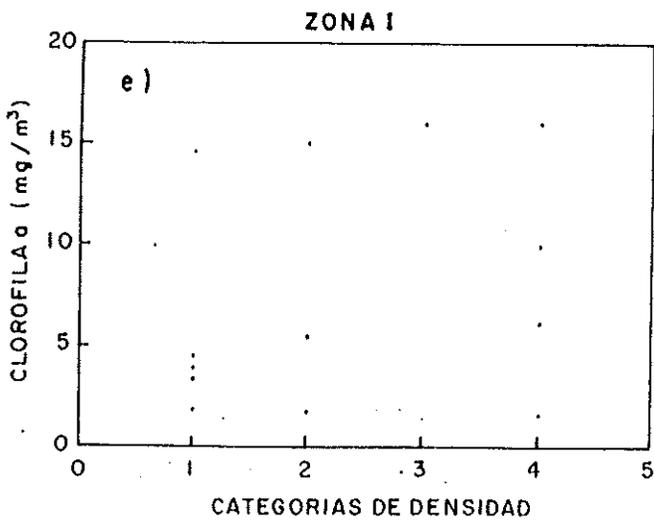
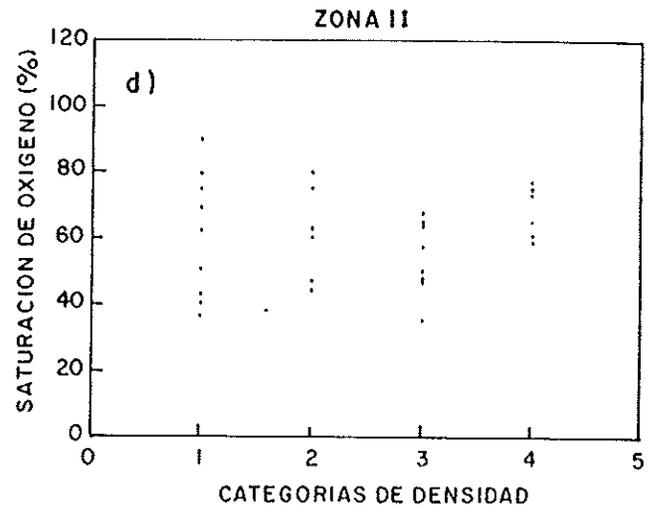
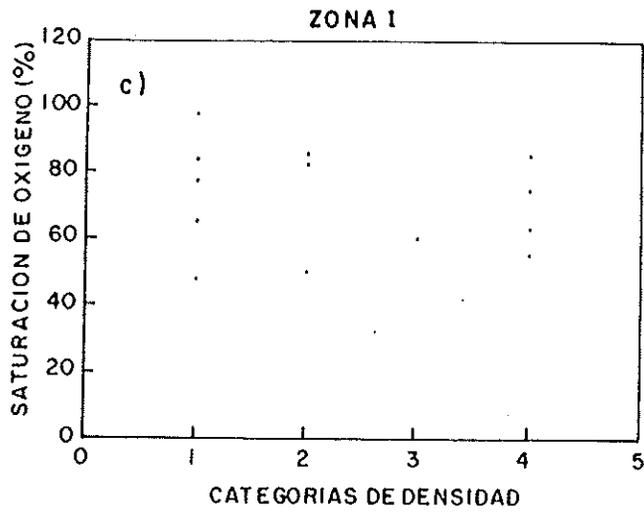
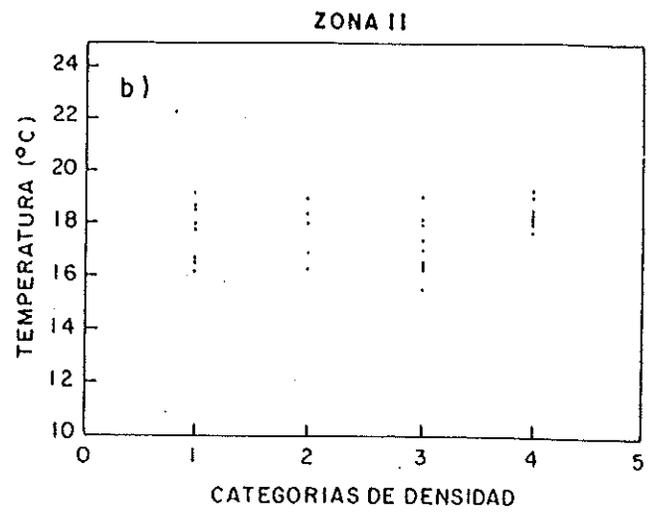
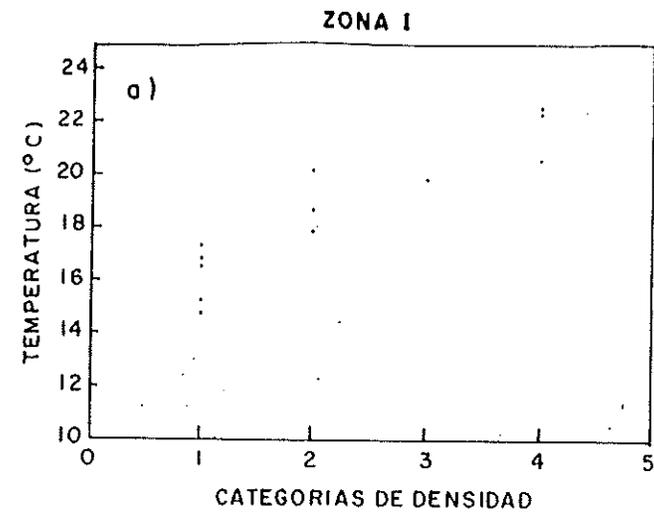


Figura 71. Diagramas de dispersión para las diferentes categorías de densidad de cardúmenes de anchoveta vs. temperatura (°C), porcentaje de oxígeno disuelto (%) y clorofila a (mg/m³).

**ANEXO 1**

**REPORT ON THE WORKSHOP OF EVALUATION OF THE ACOUSTIC INVESTIGATIONS OF THE ANCHOVY RESOURCES IN NORTHERN CHILE, PROJECT NO. FIP 035-94-01. «ESTIMACION DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA DE LA ZONA NORTE (I Y II REGIONES).**

During the Symposium on Fisheries and Plankton Acoustics that was arranged by the International Council for the Exploration of the Sea in Aberdeen 12-16 June 1995, I was asked by Mr. Jorge Castillo on the possibility to come to Chile to participate in a Workshop for evaluating a project on acoustic investigations of the anchovy resource in Northern Chile. My answer was positive, and I received an invitation to participate in the Workshop from Mr. Patricio Barria M. on August 2<sup>nd</sup>. A formal invitation was received in September from the Director of Instituto de Fomento Pesquero, Chile, Mr. Pablo Alvarez T. to the Director of the Institute of Marine Research, Norway, Mr. Roald Vaage.

The Workshop was held in Subsecretaria de Pesca, Valparaiso, October 30<sup>th</sup>. The Workshop was opened by the Sub-Director of Instituto de Fomento Pesquero, Mr. Carlos Diaz D. In his opening address the Sub-Director highlighted the growing national importance of the Anchovy resource in Northern Chile. The catch in 1994 amounted to 1.6 million tons which gave a fish meal value of 160 million USD. The catch for 1995 seem to reach about 2.1 million tons. It is therefore of national interest that this vital resource is properly managed on the basis of qualified scientific advices. Especially it is important to be able to quantify the recruiting yearclasses before they enter the fishery.

This view of the importance of gaining knowledge of the distribution and biomass of the recruiting yearclasses was further supported by Mr. Sergio Ariles, Chief of the Fisheries Evaluation Directory. The Chief of the project, Mr. Patricio Barria M., highlighted the objectives of the project which was to develop methodology to map the distribution and quantify the biomass of recruiting yearclasses of Anchovy in Northern Chile as well as to describe the prevailing oceanographic conditions in the area. I ended the opening session of the Workshop by presenting the Institute of Marine Research, Norway, its history, research programmes, research vessels, staff and budget. I also described briefly the main fish stocks and fisheries in Norwegian waters.

The Workshop proceeded with a presentation by Mr. Patricio Barria M. of the distribution and life history of the Anchovy (*Engraulis ringens*) which is distributed in important populations in Central and Northern Peru, in an important population in Southern Peru/Northern Chile and a less important population in Central Chile. The yield of the Anchovy populations is rather variable, and seems to undertake a cyclical pattern. In 1970 the yield in Peru amounts to about 12 million tons, then declined to about 2 million tons in the middle of the seventies, but are now increasing. A similar cyclical pattern in the yield of the Anchovy resource is seen also in Chile, but the total catch reach about 3 million tons maximally in this country. At present there are about 160 industrial purse seiners fishing anchovy in Northern Chile.

VPA-analysis for 1993 indicated a middle biomass of 10 million tons of Anchovy in Northern Chile/Southern Peru. Of this biomass the adult population constitute 5 million tons and the recruiting yearclass about 7 million tons. However, the estimates are connected with substantial uncertainty, and annual estimates of year-class strength is needed. To obtain such estimates, the hydroacoustic method is regarded as especially suitable in modern fisheries management worldwide. The anchovy project therefore had a methodological approach by investigating the possibility of using the hydroacoustic method to map the distribution of the recruiting yearclass of Anchovy in Northern Chile.

The strength of the yearclasses of Anchovy varies substantially. The variable recruitment is also reflected in no consistent relationship between the density of Anchovy larvae and the strength of the yearclass recruiting to the fishery.

The Anchovy spawn nearshore in distinct areas in Northern Chile. The larvae drift offshore and northwards by the upwelling current, and are found more evenly distributed along the Northern coast of Chile. The spawning season seem to be concentrated to July - December. In this periode the gonosomatic index is much higher than for the rest of the year. The gonosomatic index increase rapidly in July-August, especially for fish > 14 cm, slower for fish between 12-14 cm, while fish < 12 cm remain immature. A model for the life cycle of the Anchovy in Northern Chile was presented.

Mr. Jorge Osses R. then presented results on the oceanographic conditions in relation to the Anchovy distribution . During the project cruise, parameters as temperature, salinity, oxygen and fluorescence were recorded on stations taken regularly. The results reveal that there was temperature stratifications horizontally and vertically that is characteristic for upwelling areas off Northern Chile. Nearshore the surface temperature was about 17 - 18 degree Celcius, while offshore the surface temperature increased to 22-24 degree Celsius. Nearshore and in the deep water off shore clear oxygen deficiency was recorded. A narrow chlorophyl gradient at surface was not recorded further down in the water column.

The area seem influenced by strong upwelling which clearly affects the biological structures. The biomass of Anchovy was concentrated in the temperature front with the densest concentrations recorded near the coast where the temperature was lowest. The oxygen saturation in areas with high concentrations of Anchovy was down to less than 20%.

Mr. Jorge Castillo presented results of the hydroacoustic assessment of Anchovy in Northern Chile as attempted during the project. The equipment used was a Simrad EK500 echo integration system operating on 38 kHz and 120 kHz. The system is mounted onboard R/V «Abate Molina». The system was calibrated with copper spheres with known reflecting properties, and a series of convincing and consistent calibration results since the system was installed was presented.

During the project cruise to assess the distribution and biomass of Anchovy in Northern Chile systematic east-west transects were run perpendicular to the coast. Sampling by pelagic trawl was conducted regularly to identify recordings and to obtain biological samples. In addition to map the horizontal distribution and assess the biomass of Anchovy, it was attempted to describe the degree of aggregation, map the east - west diurnal migration, describe the distribution of the biomass related to the survey design, and give the characteristics of two distinct sub-areas. The variance of the biomass estimate was calculated by several methods, among others the Volter and the Bootstrap method. Special effort was made to investigate if there was diurnal variation in the recordings. The result show that even if the aggregations was more dense during the day than during the night, there was similarity between the daytime and the nighttime recordings. However, the abundance estimates was higher during nighttime than during daytime.

To be able to give absolute biomass estimates the *in situ* target strength of Anchovy must be known. This parameter exists for several commercial important species like herring, cod and pollack in other areas. For the Anchovy however, the *in situ* target strength is not yet determined, and this was therefore given priority in the project. First, it was experimented with frozen Anchovy hang up in nylon in the acoustic axe of the Simrad

EK500 onboard R/V «Abate Molina». The results of the measurements on the frozen fish was not consistent, however, and was probably biased by varying artefacts.

The present version of the Simrad EK500 echo sounder possess the possibility of direct *in situ* measurements of target strength, and such data was collected during the Anchovy cruise. The instrument settings during the recordings was as recommended for such measurements. The results show substantial variability in the *in situ* measurements. During daytime the average recorded target strength was about 10 dB ( a factor of 10) higher than the average value recorded during nighttime. However, both the nighttime and daytime target strength values were much higher than expected, and could not be used for converting the recorded area backscattering coefficients to Anchovy biomass.

As a consultant, I was then invited to present result of *in situ* target strength estimates of herring and mackerel obtained by the comparison method. The principle of this method is to measure the geometric dimensions of fish schools by sonar and echo sounder, to record the area backscattering strength of the schools by echo integration and to capture the whole schools by purse seine to measure the absolute biomass. These measurements will give independent estimates of fish density which may then be combined with the area backscattering coefficients to deduce the average estimates of target strength.

I presented results by use of the comparison method on herring schools in the Northern Norway and on mackerel schools in the North Sea. The herring schools were dimensioned acoustically by sonar and echo sounder and the area backscattering strength recorded by echo integration by R/V «Fjordfangst». A hired commercial purse seiner then captured the measured schools. The mackerel schools were both measured acoustically and captured by the hired purse seiner M/V «Ligrun».

The results show a variation of the target strength by about 4 dB both among the herring and mackerel schools. The average target strength of herring indicate a target strength equation of  $20 \log L - 71$  which is close to the target strength equation recommended for herring on the basis of several *in situ* measurements. Similarly the mackerel school measurements resulted in a target strength equation similar to what has been obtained in other experiments. Thus, the comparison method give plausible results for schooling fish, and may therefore be a realistic alternative for obtaining *in situ* target strength estimates of small pelagic species as the Anchovy which usually occur in shoals with high densities.

In the presentation , I also addressed the causes of the unreliable *in situ* estimates of target strength obtained in the Anchovy project. With the present technology, the target strength distributions will be dominated by multiple echoes which originates by interfering reflections from two or more fishes. This will result in too high estimates of target strength. This problem is now recognised to be fundamental with the present split-beam technology when conducting measurements on small pelagic species that occur in high densities. However, the manufacturer is now developing improved equipment that probably will give more reliable results in the near future, and the problem is focused on several marine research institutes with the intention of improving the methodology.

A final comment about the hydroacoustic method in general:

With the hydroacoustic method it is possible to map the geographic distribution of the entire fish population, and the echo integration system provides continuous output of an area backscattering coefficient which is linearly related to fish density. On the basis of this coefficient, and sampling of the echo recordings by trawl to obtain the length and age distribution of the fish, it is possible to develop relative estimates of yearclass strength. If a reliable target strength relationship exists for the actual species, the absolute biomass of each yearclass can be calculated. This is the case for species like herring, sardine, jack mackerel, cod, pollack etc. The method is now used worldwide to estimate the biomass of the most economically important pelagic and semipelagic species.

## **EVALUATION OF THE ACOUSTIC PROJECTS CONDUCTED BY INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO (IFOP), VALPARAISO.**

This evaluation consider acoustic projects reviewed during a stay at Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaiso, October 30th - November 3rd. The projects evaluated was primarily the Anchovy project to measure the absolute biomass of the recruiting yearclasses, and establish a target strength relationship for the Anchovy based on *in situ* measurements. The second project reviewed was the acoustic surveys conducted annually since 1991 to measure the biomass of jack mackerel.

- 1) The hydroacoustic method is relevant for estimating the absolute biomass of recruiting yearclasses of Anchovy in Northern Chile. The method is used with success to estimate the biomass of Anchovy yearclasses in South Africa.
- 2) With the present splitt-beam technology, it is difficult to obtain reliable estimates of *in situ* target strength of small pelagic fish occuring in high density. The reason is that the measurements will be biased by echoes originating from two or more fishes (multiple echoes). This was the case for the *in situ* measurements of Anchovy in Northen Chile.
- 3) Analysis of the *in situ* data of Ancovy target strength showed that it was impossible to extract the true target strength of Anchovy due to major bias by multiple echoes. The method proposed by Barange et. al., (1995) was attempted, but it was nevertheless impossible to obtain confident estimates of the true target strength of Anchovy.
- 4) A solution to obtain reliable *in situ* estimates of Anchovy target strength is the comparison method presented during the workshop. This is especially valid in Chile which has access to a competent purse seine fleet.
- 5) The acoustic records can be used to give relative abundance indicies. Absolute biomass estimates must be based on reliable target strength relationships.
- 6) The utilization of the acoustic equipment onboard R/V «Abate Molina» and the application of the acoustic method are conducted with competence.
- 7) For both the Anchovy and the Jack mackerel surveys it will be an advantage to stratify the coverage of the fish stocks in geographical quadrants that is covered by the survey transects.
- 8) Effort should be invested to map the complete distribution and obtain an absolute biomass estimate of the Jack mackerel stock by the hydroacoustic method. This can be done by surveying with several vessels simultaneously. A possibility to be explored is to use chilean purse seiners equiped with echo integration systems for this purpose.

9) For further development of the hydroacoustic method in Chile, it will be an advantage if chilean scientists can establish cooperation and participate in survey activities in other parts of the world where the hydroacoustic method is used with success in the assessment of economically important fish stocks.

10) Effort should be taken to establish bilateral cooperation between Instituto de Fomento Pesquero, Chile, and Institute of Marine Research, Norway, in further development of the application of the hydroacoustic method for assessment of small pelagic species like Anchovy, and for widely distributed species as the Jack mackerel.

Valparaiso, November 3rd, 1995.

Dr. Philos.,

Ole Arve Misund

A handwritten signature in cursive script that reads "Ole Arve Misund".

(sign.)

Institute of Marine Research,

P.O. Box 1870,

N-5024 Bergen, Norway.

**A N E X O 2**

**(Se adjuntan archivos computacionales en disquette de 3½")**

