



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

## INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 93 - 01

INFORME : EVALUACION DIRECTA DEL STOCK DE  
FINAL SARDINA ESPAÑOLA, ANCHOVETA Y  
JUREL (I a IV REGIONES)

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
EJECUTORA

INFORME FINAL

**"Evaluación Directa del Stock de  
Sardina Española, Anchoveta y Jurel  
(Regiones I a IV)"**

SUBSECRETARIA DE PESQUERÍA  
ARCHIVO

INSTITUTO  
DE FOMENTO  
PESQUERO  
- CHILE -

*30 Años  
Contribuyendo al  
Desarrollo del  
Sector Pesquero*

SECRETARIA DE PESQUERIA  
ARCHIVO

INFORME FINAL

PROYECTO

"EVALUACION DIRECTA DEL STOCK DE SARDINA ESPAÑOLA,  
ANCHOVETA Y JUREL (REGIONES I A IV)"

Este documento ha sido inscrito en el registro  
de propiedad intelectual N° 90.827  
a nombre del Fondo de Investigación Pesquera,  
y no podrá ser reproducido, ni en su totalidad  
o parte alguna, por cualquier método o procedimiento,  
sin la autorización por escrito del Secretario  
Ejecutivo del Consejo de Investigación Pesquera.

REQUIRENTE : FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

EJECUTOR : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

**Autores:** JORGE CASTILLO P.  
JOSE LUIS BLANCO G.  
MAURICIO BRAUN A.  
HERNAN REYES R.  
HUGO ROBOTHAM V.

- MARZO, 1994 -

## PERSONAL PARTICIPANTE

### Acústica

Jorge Castillo P.	Jefe de Proyecto (B/I Carlos Porter)
José Córdova M.	Ingeniero Pesquero (B/I Abate Molina)
Marcos Espejo V.	Electrónico (B/I Carlos Porter)
Hector Umanzor	Electrónico (B/I Abate Molina)
Cristián Canales R.	Ingeniero Pesquero (B/I Carlos Porter)
Adrián Paillamán P.	Ingeniero Pesquero
Hugo Robotham V.	Estadístico
Jorge Pérez	Técnico (PAM Mar Caribe y Granada)

### Oceanografía Física

José Luis Blanco G.	Oceanógrafo
Hernán Reyes R.	Oceanógrafo (B/I Carlos Porter)
Cecilia Cerda A.	Oceanógrafo
René Durán	Biólogo (B/I Abate Molina)
Sergio Contreras E.	Técnico (B/I Carlos Porter)
Guillermo Ortega S.	Técnico (B/I Abate Molina)

### Ictioplancton

Juan M. Braun A.	Biólogo Marino
Omar Rojas J.	Médico Veterinario (B/I Abate Molina)
Hernan Miles U.	Técnico (B/I Carlos Porter)
Claudio Ortega R.	Técnico (B/I Carlos Porter)
Vivian Valenzuela C.	Biólogo Marino

## I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe entrega los resultados de la estimación de la biomasa, índices de abundancia relativa, cobertura, distribución geográfica, batimétrica, la distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina española, anchoveta y jurel, las condiciones oceanográficas físicas y las asociaciones entre éstas y los recursos en las regiones I a IV desde la costa a las 100 mn, registradas durante un crucero realizado entre el 1 de agosto y el 17 de septiembre de 1993, período en que se registra la máxima intensidad del desove de la mayoría de los recursos pelágicos.

El crucero se efectuó principalmente a bordo del B/I Carlos Porter que cubrió el sector comprendido entre bahía de Copiapó y Arica y auxiliariamente en el B/I Abate Molina que prospectó entre Coquimbo y bahía de Copiapó.

La evaluación de los recursos se realizó mediante métodos hidroacústicos en 32 transectas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa con una separación de 25 mn entre Coquimbo y Punta Amarilla (24°00'S) y 20 mn entre Punta Amarilla y Arica.

Se utilizó el sistema acústico científico SIMRAD EK 500, en la frecuencia de 38 Khz, eointegrándose entre la superficie y los 500 m, con una longitud de pulso de 0,3 mseg, potencia 1/1 (2 KW) y tasa de sondeo 1/seg. Los canales digitales del eointegrador se programaron en estratos de 50 m y el canal análogo en los primeros 300 m. La información recolectada se discretizó en observaciones de 1 mn (I.B.M.). Los estimados de biomasa se realizaron mediante procedimientos estándar y la precisión se determinó con los métodos de Conglomerados, Estratos Agrupados y Bootstrap.

La asignación de los registros acústicos por especie se efectuó mediante el método acústico del coeficiente volumétrico de dispersión (Sv) de los cardúmenes, validado con pescas de identificación con artes de cerco, realizadas con los PAM Mar Caribe y Granada y con las capturas georeferenciadas de la flota que operó contemporáneamente a la prospección.

El muestreo Bio-oceanográfico se efectuó mediante 7 estaciones en cada transecta, ubicadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70 y 100 mn de la costa, completándose en el crucero un total de 222 estaciones, 42 entre bahía de Copiapó y Coquimbo y 180 entre bahía de Copiapó y Arica. En cada estación se recolectó información de temperatura, salinidad y oxígeno desde la superficie hasta los 600 m como máximo y se realizaron pescas planctónicas mediante arrastres verticales desde una profundidad máxima de 100 m a superficie con una red modelo Wp-2 de 297 micras de abertura de malla complementada con medidores de flujo TSK calibrados.

Se evaluó la abundancia y distribución de huevos y larvas de sardina y anchoveta. Adicionalmente a los objetivos del proyecto se entrega la distribución y abundancia de huevos y larvas de jurel y estimados de la biomasa zooplanctónica total.

Los principales resultados de las condiciones oceanográficas observadas en la zona durante el crucero indican que entre Arica y Antofagasta la distribución de las isotermas en superficie, es similar a la registrada en situaciones cálidas post-Niño 1987 y 1992.

Para el sector Antofagasta-Caldera, los valores de temperatura superficial presentaron una mayor variabilidad en relación a los datos disponibles de períodos invernales anteriores, siendo similares a los encontrados en 1976, levemente mayores (1°C) a 1988 y menores (1°C) a 1987 y 1991.

La anomalía de temperatura superficial respecto a los promedios de largo plazo de Reynolds (1982) indican normalidad entre Caldera y Tocopilla. Al norte de ésta última localidad y dentro de las primeras 70 millas se registraron anomalías de +1 a +2 siendo este último valor similar a lo encontrado durante El Niño 1991-92 y en Septiembre de 1992, en que se calificó como condiciones de post-Niño. Entre Caldera-Coquimbo se presentaron valores positivos y negativos que no superaron una desviación estándar.

La base de la termoclina, representada por la profundidad de la isoterma de 15°C, presentó en general valores típicos para la época en el área oceánica. En el sector costero esta isoterma se encontró

entre 10 y 20 metros más profunda que los años 1989, 90 y 91, pero similar a la registrada en septiembre de 1992.

La salinidad, presentó en toda el área de estudio valores más altos a los registrados en igual período de otros años, siendo mayores en 1 a 2 décimas que los años 1976, 1989 y 1992, 1 a 3 décimas que 1987 y mayores en 1 a 4 décimas con respecto a 1988, 1990 y 1991. Los valores y distribución de la salinidad entre Arica y Antofagasta son similares a los encontrados en enero y octubre de 1992 y en octubre de 1983, en condiciones de relajamiento de El Niño 1982-83.

En el área Arica- Caldera se identificaron cinco masas de agua. Estas son: masas de agua subtropical costera (AST-1), subtropical oceánica (AST-2), subantártica (ASAA), ecuatorial subsuperficial (AESS) e intermedia antártica (AIAA).

El AST-2 se presentó en el área oceánica desde Iquique al norte y frente a Mejillones, con salinidades y temperaturas superiores a 35,2 y 16°C respectivamente.

En la superficie (primeros 30 a 40 metros de profundidad) desde Arica a Taltal se ubicaron el Agua Subtropical Costera (AST-1) y el Agua Subtropical Oceánica (AST-2), bajo estas se presentó la ASAA con valores de 34,4 a 34,8 en salinidad, 11° a 15°C en temperatura y 4 ml/l en oxígeno disuelto. En general esta masa de agua disminuyó su participación hacia el norte y hacia la costa, siendo interrumpido su desplazamiento hacia el norte por AST y AESS entre Tocopilla y Mejillones y frente a Taltal, respectivamente.

Al sur de Taltal se encontró el Agua Subantártica (ASAA) entre la superficie y los 100 metros con salinidades de 34,4 a 34,6, temperaturas de 11 a 14°C y concentración de oxígeno disuelto mayores a 5 ml/l.

El AESS se registró en toda la zona bajo el ASAA aumentando su participación hacia el norte y hacia la costa con valores característicos en su núcleo de 34,8 a 35,0 en salinidad, 10 a 13°C en temperatura y menores a 0,5 ml/l en oxígeno. El espesor de ésta masa de agua fue de 350 metros en el sector norte y variable entre

250 y 350 hacia el sur. Su núcleo se encontró centrado aproximadamente en los 200 metros.

Bajo los 500 metros se presentó el límite superior del AIAA con valores inferiores a 34,6 y 8°C en salinidad y temperatura respectivamente, y mayores a 1 ml/l en oxígeno en el extremo norte y a 2 ml/l en el sur.

En el sector Caldera-Coquimbo se identificaron tres masas de agua: Subantártica (ASAA), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) e Intermedia Antártica (AIAA).

En superficie se ubicó el ASAA aumentando su participación en dirección SW, extendiéndose hasta los 100 metros de profundidad en el área oceánica, bajo ésta, se presentó el AESS con un espesor de aproximadamente 200 metros.

El Agua Intermedia Antártica (AIAA) se detectó bajo el AESS, con salinidades inferiores a 34,5, temperaturas bajo los 8°C y oxígenos sobre los 3 ml/l.

Los niveles de abundancia del ictioplancton de las especies comprometidas en el estudio permitieron constatar la persistencia del cambio en la composición específica del ictioplancton en la zona norte, detectado desde 1985 y que se ha caracterizado por el marcado predominio de anchoveta respecto de sardina y jurel, lo cual es coincidente con lo reportado en otras investigaciones realizadas en época y zona similar.

La abundancia ictioplanctónica de sardina española, jurel y anchoveta alcanzó en conjunto a 268.156 huevos y 299.652 larvas. De los cuales, el 87,7 % de los huevos y el 96,4 % de las larvas correspondieron a anchoveta.

En términos generales, la fase de huevo de sardina española, presentó una modalidad oceánica en la postura concentrándose el 89,7% de los huevos de la especie en las primeras 70 mn. En el sentido latitudinal, la mayor frecuencia de estaciones positivas se registró en el área comprendida entre Tocopilla y Caldera. Las

- v -

áreas de mayor abundancia ( $> 1.200$  huevos/ $10m^2$ ), se ubicaron frente a Punta Colorada, Punta Tames y Caleta Botijo ( $24^{\circ}25'S$ ).

Las zonas de mayores abundancias de larvas ( $> 100$  larvas/ $10m^2$ ) se localizaron frente a Arica, Punta Arenas, inmediaciones de la península de Mejillones, Caleta Botijo y Taltal, estando configuradas por 9 estaciones, las que en conjunto representan el 67,8% del total de larvas de la especie.

En la zona Caldera-Coquimbo, la presencia de huevos de sardina fue escasa, detectándose sólo en dos estaciones costeras (1 mn de costa).

El desove de anchoveta se distribuyó en forma bastante homogénea ocupando el rango latitudinal comprendido entre Arica y Puerto Chañaral y longitudinalmente se extendió hasta las 100 mn, tendiendo a concentrarse en la franja comprendida entre la costa y las 70 mn y hacia la zona norte, particularmente en el sector comprendido entre Arica y Punta Gruesa, donde se registró el 41,8% de las estaciones positivas para la zona I del crucero (Arica-Caldera), los focos que se destacaron por su mayor concentración ( $>10.500$  huevos/ $10m^2$ ) se ubicaron frente a Caleta Botijo ( $24^{\circ}25'$ ), Punta Tames ( $22^{\circ}40'$ ), Punta Arenas ( $21^{\circ}40'$ ), Punta Madrid ( $19^{\circ}00'$ ), Punta Baquedano ( $18^{\circ}40'$ ) y Arica.

La frecuencia de estaciones con las densidades de larvas de anchoveta más significativas, se localizaron mayoritariamente en la línea de estaciones contigua a la costa extendiéndose desde Mejillones hasta Arica, incrementándose los niveles de abundancia de sur a norte.

La frecuencia de huevos y larvas de anchoveta y la densidad promedio por estaciones positivas sugiere para esta especie un proceso de postura en declinación.

Para jurel, se encontraron 69 estaciones positivas para huevos y 44 para larvas, con totales de 18.954 huevos y 4.947 larvas, situación que es característica de un proceso reproductivo en etapa inicial.

La distribución espacial del desove de jurel, se extendió entre Arica y Taltal desde la costa hasta las 100 mn presentando una

tendencia a incrementarse desde la costa hacia mar afuera y en sentido sur - norte.

Las áreas de mayores abundancias ( $> 1.000$  huevos/10m<sup>2</sup>), se localizaron mayoritariamente en la zona oceánica y están ubicadas frente a Arica, Caleta Camarones (19°40') y Punta Patache.

Las larvas en general presentaron una distribución geográfica acorde con la descrita para los huevos, colonizando la franja longitudinal comprendida entre las 20 y las 100 mn, en forma ocasional esta distribución se extendió a las 5 y 10 mn frente a Caleta Botijo y Caleta Chipana, respectivamente. Las zonas de mayores abundancias de larvas de jurel ( $> 220$  larvas/10m<sup>2</sup>) se ubicaron frente a Caleta Camarones, Iquique, Punta Arenas y península de Mejillones.

Respecto a los estimados de biomasa de los recursos considerados, se observó que las mayores abundancias se registraron en la zona Arica-Punta Amarilla con 1.102.350 t, tendiendo a disminuir en las zonas Punta Amarilla-Caldera (329.310 t) y Caldera-Coquimbo (229.440 t), totalizándose 1.431.650 t entre Arica-Caldera.

La especie más abundante fue el jurel estimándose una biomasa de 663.620 t entre Arica y Caldera, registrándose el 77,0% (511.150 t) entre Arica y Punta Amarilla y 226.350 t entre Caldera-Coquimbo. con su distribución fue relativamente homogénea en toda la zona de estudio, detectándose el mayor grado de agregación entre Arica y Punta Amarilla con un ID de 56,6 t/mn<sup>2</sup>, mientras que en Punta Amarilla-Caldera y Caldera-Coquimbo se determinaron valores de 41,1 y 54,6 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. En el sentido vertical, entre Arica y Punta Amarilla, se encontró asociada a la capa de mezcla, por sobre la termoclina, observándose hacia el límite sur de ésta zona que las profundidades tendieron a incrementarse, detectándose incluso por abajo de la termoclina. Los rangos de profundidad principales variaron entre 10 y 30 m. Lo anterior estuvo determinado por las isotermas de 15 a 17°C, presentándose una tendencia a ubicarse en aguas de menores temperaturas hacia el límite sur de la zona. Las salinidades límites de la distribución batimétrica fluctuaron entre 34,9 y 35,3. En la zona Punta Amarilla-Caldera y Caldera-Coquimbo, el jurel se detectó en

estratos más profundos que en la zona norte, variando principalmente entre 80 y 120 m, llegando incluso hasta los 210 m limitada por las isotermas entre 11 y 13°C y salinidades entre 34,4 a 34,7.

Para sardina española se evaluó una biomasa de 629.850 t entre Arica y Caldera, siendo la zona Arica-Punta Amarilla la más abundante con el 73,4% de la biomasa (462.100 t), mientras que entre Caldera y Coquimbo alcanzó a 33.660 t. Su distribución se caracterizó por su alto grado de agregación, presentando las mayores concentraciones en la zona Punta Amarilla-Caldera, con un Índice de Densidad (ID) de 325,9 t/mn<sup>2</sup>. En los sectores Arica-Punta Amarilla y Caldera-Coquimbo se registraron ID de 171,2 t/mn<sup>2</sup> y 133,7 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. En el sentido batimétrico esta especie se ubicó en estratos más superficiales en la zona Arica-Punta Amarilla, sector en que se registró principalmente entre los 10 y 20 m de profundidad asociada a la capa de mezcla, por sobre la termoclina, en rangos de temperatura y salinidad de 15 a 16°C y 34,7 a 35, respectivamente. En la zona Punta Amarilla-Caldera se presentó principalmente entre 20 y 40 m de profundidad asociado a las isotermas de 13 a 14°C e isohalinas de 34,6 a 34,8. Entre Caldera y Coquimbo la distribución vertical se centró en los 30 m, en 12°C de temperatura y salinidad 34,6.

La anchoveta alcanzó entre Arica y Caldera 137.930 t, concentrándose el 93,4% (128.850 t) entre Arica y Punta Amarilla, no detectándose la presencia de anchoveta en la zona Caldera-Coquimbo, registrando una distribución contagiosa, concentrándose principalmente en la zona Arica-Punta Amarilla con un ID de 88,6 t/mn<sup>2</sup> y entre Punta Amarilla-Caldera con 22,1 t/mn<sup>2</sup>. Batimetricamente esta especie se presentó en la zona Arica-Punta Amarilla, asociado principalmente a la capa de mezcla entre los 10 y 20 m, en temperaturas de 15 a 17°C y salinidades entre 35 y 35,2. Entre Punta Amarilla y Caldera presentó las mismas profundidades que en la zona norte pero en isotermas entre 12 a 15 °C y salinidades entre 34,6 y 34,8.

II. INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
I. RESUMEN EJECUTIVO	i
II. INDICE GENERAL	viii
III. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	xi
IV. OBJETIVOS	1
V. ANTECEDENTES	2
VI. METODOLOGIA DE TRABAJO	7
1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CRUCERO	7
2. CONDICIONES OCEANOGRAFICAS	9
2.1 Toma de datos	9
2.2 Procesamiento	9
3. ICTIOPLANCTON	11
3.1 Toma de datos	11
3.1.1. Calibración de flujómetros TSK	11
3.1.2. Descripción de la red modelo Wp-2	12
3.2 Procesamiento de las muestras y análisis de la información	13
3.2.1. Huevos y larvas	13
3.2.2. Biomasa zooplanctónica	15
4. EVALUACION DE LOS RECURSOS	16
4.1 Muestreo acústico	16
4.2 Calibración electroacústica del sistema acústico	17
4.3 Calibración de la constante de ecointegración	19
4.4 Identificación de especies	19
4.5 Procesamiento de la información acústica	21
4.6 Distribución de los recursos	21
4.6.1 Determinación del tamaño de estructuras espaciales	22
4.7 Estimación de la biomasa y sus varianzas	23
4.7.1 Biomasa	23
4.7.2 Varianza	23
4.8 Indices de cobertura y abundancia relativa	27
4.9 Asociación entre las variables oceanográficas físicas y los recursos	28

## VII. RESULTADOS

<b>1. CONDICIONES OCEANOGRAFICAS</b>	28
1.1 Viento	28
1.2 Temperatura	30
1.3 Salinidad	31
1.4 Oxígeno	32
1.5 Densidad	33
1.6 Circulación	34
1.7 Masas de Agua	34
<b>2. ICTIOPLANCTON</b>	36
2.1 Calibración de medidores de flujo	36
2.2 Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces	37
2.3 Abundancia relativa del zooplancton	46
2.4 Abundancia de huevos de sardina, anchoveta y jurel con relación a la temperatura y salinidad	47
<b>3. EVALUACION DE LOS RECURSOS</b>	48
3.1 Calibración electroacústica	48
3.2 Pescas de identificación	49
3.3 Características de la información acústica	52
3.4 Distribución de los recursos pelágicos	54
3.4.1 Distribución geográfica del total de los recursos	54
3.4.2 Distribución geográfica de Sardina española	55
3.4.3 Distribución geográfica de Jurel	56
3.4.4 Distribución geográfica de Anchoveta	57
3.4.5 Atributos de las estructuras geográficas	58
3.4.6 Distribución batimétrica de los recursos	59
3.5 Estimados de biomasa de los recursos	62
3.6 Precisión de los estimados de biomasa	63
3.6.1 Total de especies	63
3.6.2 Sardina	64
3.6.3 Jurel	65
3.6.4 Anchoveta	66
3.7 Indices de densidad y cobertura	67

<b>VIII. ANALISIS DE RESULTADOS</b>	69
1. CONDICIONES OCEANOGRAFICAS	69
1.1 Temperatura	69
1.2 Surgencia	72
1.3 Masas de agua	72
1.4 Circulación	73
2. ICTIOPLANCTON	74
2.1 Sardina	75
2.2 Anchoveta	76
2.3 Jurel	77
3. ESTIMADOS DE BIOMASA	78
3.1 Sardina española	78
3.2 Jurel	79
3.3 Anchoveta	80
4. PRECISION DE LOS ESTIMADOS DE BIOMASA	82
5. CONDICIONES OCEANOGRAFICAS FISICAS Y DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS	86
5.1 Sardina	86
5.2 Anchoveta	87
5.3 Jurel	88
6. INDICES DE COBERTURA, DENSIDAD Y BIOMASA DE SARDINA ESPAÑOLA	88
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	91
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	96
<b>ANEXO I. TABLAS</b>	109
<b>ANEXO II. FIGURAS</b>	118
<b>ANEXO III. DATA REPORT</b>	221

### III. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

#### Tablas

Tabla 1. Características generales de los PAM Mar Caribe y Granada

Tabla 2. Categorías por densidad.

Tabla 3. Dirección e intensidad del viento diario medido en las estaciones a bordo durante el crucero PELANOR 9308-09.

Tabla 4. Registro de las pruebas de calibración de los flujómetros TSK 4767 y 4898.

Tabla 5. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos. Crucero PELANOR 9308-09.

Tabla 6. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas. Crucero PELANOR 9308-09

Tabla 7. Número de estadíos tempranos de sardina, anchoveta y jurel con respecto a la distancia de la costa.

Tabla 8. Calibraciones del EK-500 para la frecuencia de 38 KHz.

Tabla 9. Calibraciones del EK-500 para la frecuencia de 120 KHz.

Tabla 10. Capturas semanales (t) por especie en el período del crucero PELANOR 9308-09.

Tabla 11. Estimados de biomasa total por especie y zona. Crucero PELANOR 9308-09.

Tabla 12. Varianza  $V(B_0)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa total de especies.

Tabla 13. Varianza  $V(B_0)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de sardina.

- Tabla 14. Varianza  $V(B_0)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 15. Varianza  $V(B_0)$ , coeficiente de variación (CV) y de error (%) de los estimados de biomasa de anchoveta.
- Tabla 16. Indices de Cobertura (IC) (%) y Densidad (ID) (t/mn<sup>2</sup>) por especie y zona.
- Tabla 17. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos. Area comparativa Arica - Punta Amarilla. Período 1983-1993.
- Tabla 18. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas. Area comparativa Arica - Punta Amarilla. Período 1983-1993.
- Tabla 19. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos. Area comparativa Punta Amarilla-Coquimbo. Período 1983-1993.
- Tabla 20. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas. Area comparativa Punta Amarilla-Coquimbo. Período 1983-1993
- Tabla 21. Varianzas de la razón ( $V(R)$ ) entre ( $S^2$ ) y dentro ( $S^2_2$ ) de las transectas para el total de especies.

#### FIGURAS

- Figura 1. Zona de estudio y red de transectas realizadas. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 2. Ubicación de transectas y estaciones bio-oceanográficas, zona Arica-Caldera. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

- Figura 3. Ubicación de transectas y estaciones bio-oceanográficas, zona Caldera-Coquimbo. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 4. Distribución superficial de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y **b)** anomalía de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) respecto a los promedios de largo plazo de Reynolds. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 5. Distribución de **a)** profundidad (m) de la isoterma de  $15^{\circ}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) y **b)** salinidad superficial. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 6. Distribución vertical de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** salinidad, **(c)** concentración de oxígeno disuelto y **d)** densidad, en la transecta 31. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 7. Distribución vertical de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** salinidad, **(c)** concentración de oxígeno disuelto y **d)** densidad, en la transecta 27. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 8. Distribución vertical de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** salinidad, **(c)** concentración de oxígeno disuelto y **d)** densidad, en la transecta 23. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 9. Distribución vertical de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** salinidad, **(c)** concentración de oxígeno disuelto y **d)** densidad, en la transecta 21. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 10. Distribución vertical de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** salinidad, **(c)** concentración de oxígeno disuelto y **d)** densidad, en la transecta 19. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 11. Distribución vertical de **a)** temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** salinidad, **(c)** concentración de oxígeno disuelto y

d) densidad, en la transecta 17. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 12. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 13. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 13. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 09. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 14. Distribución superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de temperatura respecto a promedios de largo plazo de Reynolds, c) salinidad y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 15. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 05. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 16. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 01. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 17. Distribución superficial de a) concentración de oxígeno disuelto (ml/l) y b) densidad. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 18. Distribución superficial de a) densidad y b) anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 19. Distribución de la anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db, durante Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

- Figura 20. Diagramas t-s de estaciones ubicadas a 10, 40 y 100 millas de la costa en la transectas 31, 27 y 23, y a 10, 20 y 100 millas de la costa en la transecta 21. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 21. Diagramas t-s de estaciones ubicadas a 10, 40 y 100 millas de la costa en la transectas 19, 17, 13 y 9. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 22. Diagramas t-s de estaciones ubicadas a 10, 40 y 100 millas de la costa en la transectas 5 y 1. y de algunas estaciones a lo largo de la seccion a 40 y 100 millas de la costa. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 23. Curva de calibración de flujómetros utilizados en crucero PELANOR 9308-09. (a) TSK 4767 (b) TSK 4898.
- Figura 24. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina Zona Arica - Caldera.
- Figura 25. Abundancia promedio de huevos y larvas de sardina con respecto a la latitud
- Figura 26. Frecuencia acumulada de huevos de sardina, anchoveta y jurel para las zonas Arica - Caldera y Caldera - Coquimbo con respecto a la distancia de la costa.
- Figura 27. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina, jurel y anchoveta Zona Caldera - Coquimbo.
- Figura 28. Frecuencia acumulada de larvas de sardina, anchoveta y jurel para las zonas Arica - Caldera y Caldera - Coquimbo con respecto a la distancia de la costa.
- Figura 29. Distribución y abundancia de huevos y larvas de anchoveta Zona Arica - Caldera.
- Figura 30. Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la latitud.

- Figura 31. Índice gonádico y porcentaje de hembras maduras registrados durante 1993 para jurel en la zona Arica - Antofagasta.
- Figura 32. Distribución y abundancia de huevos y larvas de jurel Zona Arica - Caldera.
- Figura 33. Abundancia promedio de huevos y larvas de jurel con respecto a la latitud.
- Figura 34. Distribución de frecuencias por categorías de densidades de la biomasa zooplanctónica.
- Figura 35. Niveles de abundancia de la biomasa zooplanctónica por estaciones a igual distancia de la costa.
- Figura 36. Abundancia promedio de la biomasa zooplanctónica con respecto a la latitud.
- Figura 37. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica total en ml/1000m<sup>3</sup>.
- Figura 38. Relación entre la abundancia de huevos de sardina y los promedios ponderados de temperatura y salinidad.
- Figura 39. Relación entre la abundancia de huevos de anchoveta y los promedios ponderados de temperatura y salinidad.
- Figura 40. Relación entre la abundancia de huevos de jurel y los promedios ponderados de temperatura y salinidad.
- Figura 41. Patrón de directividad medido en la frecuencia de 38 Khz del B/I Carlos Porter. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 42. Patrón de directividad medido en la frecuencia de 120 Khz del B/I Carlos Porter. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 43. Recorrido de los PAM Mar Caribe y Granada y ubicación de los lances de identificación. Crucero PELANOR 9308-09

- Figura 44. Composición específica de los lances de pesca de identificación. Crucero PELANOR 9308-09
- Figura 45. Composición de tallas del total de lances de identificación. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 46. Composición de tallas de los lances de identificación. Sardina. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 47. Composición de tallas de los lances de identificación. Jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 48. Composición de tallas de los lances de identificación. Anchoqueta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 49. Composición de tallas de los lances de identificación. Anchoqueta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 50. Capturas de la flota cerquera durante el crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 51. Capturas semanales la flota cerquera de sardina y jurel durante el crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 52. Capturas semanales de la flota cerquera de anchoqueta durante el crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 53. Composición de las lecturas acústicas del total de especies por zona. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 54. Composición de las lecturas acústicas de sardina por zona. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 55. Composición de las lecturas acústicas de jurel por zona. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 56. Composición de las lecturas acústicas de anchoqueta por zona. Crucero PELANOR 9308-09.

- Figura 57. Distribución geográfica del total de especies entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 58. Distribución geográfica de las lecturas del ecoinTEGRADOR (Sa) para el total de especies. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 59. Distribución geográfica del total de especies entre Punta Amarilla y Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 60. Distribución geográfica del total de especies entre Caldera y Coquimbo. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 61. Distribución geográfica de sardina española entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 62. Distribución geográfica de las lecturas del ecoinTEGRADOR (Sa) para sardina española. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 63. Distribución geográfica de sardina española entre Punta Amarilla Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 64. Distribución geográfica de sardina española entre Caldera y Coquimbo. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 65. Distribución geográfica de jurel entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 66. Distribución geográfica de las lecturas del ecoinTEGRADOR (Sa) para jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 67. Distribución geográfica de jurel entre Punta Amarilla y Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 68. Distribución geográfica de jurel entre Caldera y Coquimbo. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 69. Distribución geográfica de anchoveta entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.

- Figura 70. Distribución geográfica de las lecturas del ecointegrador (Sa) para anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 71. Distribución geográfica de anchoveta entre Punta Amarilla y Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 72. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de sardina. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 73. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de sardina. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 74. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 75. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 76. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 77. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 78. Distribución batimétrica de sardina. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 79. Distribución de frecuencias de profundidad de sardina y jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 80. Distribución de frecuencias de temperatura de sardina y jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 81. Distribución de frecuencias de salinidad de sardina y jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 82. Distribución batimétrica de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

- Figura 83. Distribución batimétrica de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 84. Distribución batimétrica de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 85. Distribución batimétrica de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 86. Distribución de frecuencias de profundidad de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 87. Distribución de frecuencias de temperatura de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 88. Distribución de frecuencias de salinidad de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.
- Figura 89. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), y b) salinidad, a lo largo de una transecta a 40 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 90. Distribución vertical de a) concentración de oxígeno disuelto y b) densidad, a lo largo de una transecta a 40 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 91. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), y b) salinidad, a lo largo de una transecta a 100 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.
- Figura 92. Distribución vertical de a) concentración de oxígeno disuelto y b) densidad, a lo largo de una transecta a 100 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

Figura 93. Estimación de la abundancia promedio y contribución porcentual de huevos de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla en el invierno de los años 1983 - 1993.

Figura 94. Estimación de la abundancia promedio y contribución porcentual de larvas de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla en el invierno de los años 1983 - 1993.

Figura 95. Dominancia numérica de huevos (A) y larvas (B) de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla para el invierno de los años 1983-1993.

Figura 96. Frecuencia numérica de huevos (A) y larvas (B) de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla para el invierno de los años 1983-1993.

Figura 97. Estimación de la abundancia promedio de larvas y huevos de sardina, anchoveta y jurel para la zona Punta Amarilla - Coquimbo en invierno de los años 1983 - 1993.

Figura 98. Estimados acústicos estacionales de sardina y jurel en la zona Arica-Antofagasta. Período 1981-93.

Figura 99. Estimados acústicos estacionales de sardina y jurel en la zona Antofagasta-Coquimbo. Período 1981-93.

Figura 100. Estimados acústicos estacionales de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta y Antofagasta-Coquimbo. Período 1981-93.

Figura 101. Estimación del número de transectas a distintos niveles del coeficiente de Variación (8CV) en base a los estimados de razón y los niveles de varianza alcanzados en el presente crucero, según el método de los Conglomerados Desiguales (Hansen et al, 1953).

#### **IV. OBJETIVOS**

##### **1. OBJETIVO GENERAL**

Cuantificación de la biomasa de los recursos pelágicos sardina española, anchoveta y jurel existentes en el litoral marítimo de las regiones I a IV circunscrita a las primeras 100 millas de la costa, con el propósito de disponer de información oportuna y actualizada acerca de su distribución y abundancia relativa y de las condiciones oceanográficas asociadas a dichos recursos.

##### **2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 2.1 Determinar la distribución conjunta de los recursos pelágicos sardina española, anchoveta y jurel en el área a prospectar.
- 2.2 Determinar la biomasa agregada total (en peso) de los recursos pelágicos sardina española, anchoveta y jurel en el área a prospectar.
- 2.3 Estimar la participación en la distribución conjunta y en la biomasa agregada de los recursos sardina española, anchoveta y jurel, separadamente.
- 2.4 Determinar la distribución y abundancia relativa de los recursos pelágicos sardina española, anchoveta y jurel mediante índices de abundancia y cobertura geográfica.
- 2.5 Determinar la distribución geográfica y abundancia de huevos y larvas de sardina española y anchoveta, con el propósito de determinar áreas de desove.
- 2.6 Registrar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución pelágica de los recursos objeto de estudio dentro del área a prospectar.
- 2.7 Comparar las condiciones oceanográficas de la zona norte con aquellas consideradas normales para la zona y período, y determinar las relaciones entre dichas condiciones y los resultados de la evaluación hidroacústica.

### 3. OBJETIVOS ADICIONALES

- 3.1 Determinar la distribución geográfica y abundancia de huevos y larvas de jurel, con el propósito de determinar áreas de desove.
- 3.2 Estimación de la biomasa zooplanctónica total.

### V. ANTECEDENTES

La pesquería pelágica de la zona norte de Chile históricamente ha sido una de las más importantes del país, siendo actualmente la segunda en importancia después de la desarrollada en la zona centro-sur.

Esta pesquería se inició a principios de la década del 50, siendo hasta 1972 la anchoveta la especie predominante. A partir de 1970 esta especie comenzó a disminuir su importancia relativa en las capturas, llegando a colapsar por efecto de la combinación de diversos factores, entre los cuales se cuentan una pesca excesiva, caídas del reclutamiento y cambios en su comportamiento (estos últimos relacionados con la incidencia de los eventos de El Niño de 1972-73 y 1976).

A partir de 1977 y hasta 1985, la sardina española fue la principal especie, con aportes de menor magnitud de jurel, registrando en 1985 capturas totales sin precedentes para esos años con niveles superiores a las 3,3 millones de t, de los cuales 2,5 millones de t correspondieron a sardina española. Sin embargo, a contar de ese año y como consecuencia de condiciones oceanográficas favorables, la anchoveta incrementó su importancia relativa en las capturas constituyéndose actualmente junto con la sardina española en las principales especies que sustentan la actividad pesquera de la zona norte (Martínez et al., 1992) (IFOP, 1993).

No obstante el incremento de las capturas de anchoveta en los últimos años, las que han presentado importantes fluctuaciones, la persistente disminución del reclutamiento de sardina ha determinado que la pesquería pelágica de la zona norte presente una tendencia decreciente, registrándose valores cercanos a los 1,6 millones de t en 1991 y 1,9 millones de t en 1992 (Martínez et al., 1992; Barría y Serra, 1992).

Las evaluaciones de la biomasa de los recursos pelágicos en la zona norte han sido realizadas en forma indirecta mediante el Análisis de Poblaciones Virtuales (APV) y los métodos de evaluación directa: Acústico y Producción de Huevos (MPH) aplicado por primera vez para evaluar la biomasa de anchoveta en 1992. Se ha observado tendencias similares entre las evaluaciones acústicas y el APV, las que muestran una disminución en los niveles de biomasa de sardina española en el período 1982-92.

El método acústico para evaluar los recursos pelágicos ha sido aplicado en la zona norte desde 1981. Mediante cruceros estacionales se ha verificado la variabilidad interanual de la biomasa y distribución de los recursos y se pudo establecer que durante el período invernal la sardina española presentaba una distribución geográfica en forma de cuña, con su base entre la costa y las 160 mn frente a Arica y su vértice ubicado a unas 40 m.n a la cuadra de Antofagasta. Las mayores densidades fueron detectadas en las primeras 40 mn de la costa desde Pisagua a Mejillones. La anchoveta se ha distribuido principalmente en las cercanías de la costa, llegando ocasionalmente hasta las 60 mn. El jurel, en cambio, se ha localizado en sectores oceánicos y sus densidades tienden a incrementarse en las cercanías de la costa (Castillo et al., 1993).

La distribución batimétrica de estas especies se caracteriza por un marcado comportamiento migratorio nictimeral (Guzmán el al., 1982; Rodríguez et al., 1983; Lillo et al., 1991 y Castillo et al., 1993), ubicándose durante las horas de luz diurna asociado a la capa de mezcla, migrando hacia la superficie en la noche.

De acuerdo a los estudios de marcación de sardina española, realizados en la zona norte en 1983 y 1984 (Torres et al., 1985), la velocidad máxima promedio de desplazamiento de esta especie

alcanza a las 5,4 mn por día, observándose algunos casos extremos que superaron levemente las 10 mn por día.

Los recursos pelágicos localizados en la zona norte son especialmente sensibles a los cambios del medioambiente, entre los cuales se encuentran los efectos producidos por los eventos El Niño que se presentan en forma aperiódica.

Es así como durante el último decenio y particularmente con posterioridad a El Niño 1982-1983, se han registrado importantes cambios en el ecosistema pelágico de la zona norte, los que se han caracterizado por variaciones en la composición específica y en la distribución geográfica de la fauna íctica pelágica. Alteraciones similares vinculadas a las variaciones de los stock, han sido descritas en comunidades pelágicas que habitan los ecosistemas altamente productivos de los márgenes orientales de los océanos (Murphy, 1974).

Entre las diversas teorías que se formulan para explicar dichas variaciones, adquieren día a día mayor fuerza la hipótesis formulada por Hjort (1914, 1926) en el sentido de que la magnitud de las clases anuales estaría condicionada por la tasa de sobrevivencia durante las primeras fases del desarrollo de los peces, considerándose especialmente importante la etapa de transición desde la fase de cría a larva, la cual constituye el comienzo de la dependencia del individuo de su medio externo, para satisfacer sus requerimientos nutricionales, etapa que ha sido denominada "período crítico". Sin embargo esta relación no se presenta en forma directa y simple por cuanto el ambiente como conjunto de variables condiciona en diferentes sentidos la magnitud del desove, crecimiento y sobrevivencia de los huevos y fases larvarias que van a sustentar una clase anual en particular.

Existen antecedentes acerca de las primeras fases de la vida de los peces y del efecto que la variabilidad ambiental ejerce sobre éstas, los cuales han sido documentados en diferentes publicaciones (Sharp, 1981; Hempel, 1979; Lasker y Sherman, 1981; Parsons *et al.*, 1978). Al mismo tiempo se han propuesto programas de investigación a nivel internacional orientados a identificar y comprobar el efecto que sobre el potencial reproductivo, crecimiento y

sobrevivencia, ejercen determinadas variables ambientales como: temperatura, turbulencia, transporte, alimentación y predación (Sullivan, 1982).

Los estudios cuantitativos relacionados con distribución y abundancia de huevos y larvas de peces, han sido utilizados con éxito en estimaciones de la biomasa de poblaciones de algunos peces pelágicos, como es el caso de Sardinops caerulea (Smith, 1972), Engraulis mordax (Staufer, 1980; Staufer y Parker, 1980), y en predicciones de la magnitud del reclutamiento de la sardina japonesa Engraulis japonicus (Hayashi, 1961).

En general en nuestro país, los antecedentes básicos asociados a los estadios tempranos de peces son escasos y fragmentarios, lo que limita su aplicación a problemas prácticos como estimaciones de abundancia y variaciones del reclutamiento.

En relación a las variaciones del ambiente es posible señalar que a partir del cuarto trimestre de 1991, han imperado en la zona norte de Chile condiciones meteorológicas y oceanográficas correspondientes a un evento cálido. Esta alteración se hizo mas evidente durante los primeros meses de 1992, manteniéndose presente hasta el tercer trimestre de 1992. Aún cuando hacia fines de ese año las alteraciones oceanográficas se relajaron, el sistema oceanográfico no retornó completamente a la normalidad. Es así cómo información a escala global de los tres primeros meses de 1993 (BAC N° 28, 29 y 30, 1993) indicó la presencia de un nuevo evento cálido, acompañado de aumentos en el nivel del mar producto del paso de ondas kelvin.

Para el mes de Julio el Boletín de Alerta Climática N°34 (BAC N° 34, 1993) señala una relajación de las condiciones de El NIÑO que venían desarrollándose desde el año 1991.

Sin embargo, durante el mes de Agosto, la persistencia de las anomalías positivas de la temperatura del mar en el Pacífico tropical central, la fase negativa de la Oscilación del Sur (IOS=-1.5) y la tendencia al debilitamiento de los vientos alisios sugieren una reactivación del evento cálido, de manera similar a la ocurrida en el invierno de 1992 (BAC N°35, 1993). Durante el mes de

Septiembre (BAC N°36, 1993) se mantuvo esta situación, lo que confirmaría la continuación del evento cálido que comenzó en 1991.

En el presente informe se entregan los resultados de la evaluación de los recursos, la distribución geográfica y abundancia de huevos y larvas de sardina española y anchoveta y las condiciones oceanográficas físicas registradas en la zona de Coquimbo a Arica.

Adicionalmente se incluye la distribución y abundancia de huevos y larvas de jurel y de la estimación de la biomasa zooplanctónica total, aspectos no contemplados en las bases técnicas y administrativas del proyecto.

## VI. METODOLOGIA DE TRABAJO

### 1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CRUCERO

La zona de estudio estuvo comprendida entre Coquimbo ( $30^{\circ}00'S$ ) y Arica ( $18^{\circ}20'S$ ), desde la costa hasta las 100 m.n.

El crucero, se realizó entre el 2 de Agosto y el 17 de Septiembre de 1993 a bordo de los B/I Carlos Porter y Abate Molina, que cubrieron las zonas: Bahía de Copiapo ( $27^{\circ}20'S$ ) a Arica ( $18^{\circ}20'S$ ) y de Coquimbo ( $30^{\circ}00'S$ ) a Bahía de Copiapó, respectivamente (Fig. 1).

Las actividades del crucero se iniciaron con la calibración del sistema acústico científico del B/I Carlos Porter en Valparaíso el 30 y 31 de Julio y las transectas 1 y 2 los días 3 y 4 de Agosto. Sin embargo, las malas condiciones meteorológicas registradas en la zona sur del área de estudio, con fuertes vientos y condiciones de mar adversas, produjeron un nivel de ruido en los equipos acústicos superior a lo permitido para las evaluaciones de la biomasa de los recursos e impidieron el muestreo oceanográfico, situación que obligó a suspender la prospección con el B/I Carlos Porter en ésta zona. En vista que éstas condiciones se mantuvieron por un tiempo superior a 6 días y en atención a que la evaluación debía ajustarse al período de máxima intensidad del desove de los recursos, se modificó el plan de actividades del crucero, reubicándose las transectas programadas entre Coquimbo y Punta Amarilla ( $24^{\circ}00'S$ ), aumentando su separación a 25 mn, manteniendo la distancia de 20 mn entre las transectas ubicadas al norte de Punta Amarilla.

Es así como la prospección con el B/I Carlos Porter se reinició en Bahía Copiapó ( $27^{\circ}20'S$ ) el día 11 de Agosto finalizando en Arica ( $18^{\circ}20'S$ ) el 10 de Septiembre y la zona bahía Copiapó-Coquimbo fue cubierta por el B/I Abate Molina entre el 10 y el 17 de Septiembre de 1993.

Las faenas de pesca de identificación fueron realizadas en la zona Antofagasta-Arica entre el 23 de agosto y 4 de septiembre con el PAM Mar Caribe y entre el 5 y 9 de septiembre por el PAM Granada. En la tabla 1 se entregan las características generales de estas embarcaciones.

Debido al desfase temporal en la prospección de las zonas Arica-Bahía de Copiapó (B/I Carlos Porter) y Bahía de Copiapó-Coquimbo (B/I Abate Molina), estos resultados serán presentados en forma separada, definiendo el sector Arica-Bahía de Copiapó como Arica-Caldera y Bahía de Copiapó-Coquimbo como Caldera-Coquimbo.

Además y con el fin de hacer comparables con la serie histórica disponible, los resultados de la evaluación hidroacústica y la distribución y abundancia del ictioplancton en la zona Arica-Caldera se presentan divididos en dos zonas: Arica-Punta Amarilla (24°00'S) y Punta Amarilla-Caldera.

Tabla 1. Características generales de los PAM Mar Caribe y Granada.

BARCO	MAR CARIBE	GRANADA
ESLORA (m)	21,95	17,37
MANGA (m)	6,63	5,50
PUNTAL (m)	2,59	2,45
TRB (t)	81,92	40,39
BODEGA (t)	140,00	50,00
POTENCIA (HP)	330	288
RED	280x40 br	195x30 br
ECOSONDA	St-TEX CVS-106	St-TEX CVS-106
ALCANCE (m)	320	320
FRECUENCIA (Khz)	50	50
SONAR	FURUNO CH 24	FURUNO CH 24
ALCANCE (m)	0-1600	0-1600
FRECUENCIA (Khz)	60	60

## 2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

### 2.1 Toma de datos

El área Arica-Caldera se realizó con el B/I Carlos Porter, en el que se efectuaron un total de 180 estaciones oceanográficas (Fig. 2), en las cuales se obtuvo datos de temperatura (°C) y salinidad con profundidad hasta un máximo de 600 m. En 81 de estas estaciones se utilizó un CTD marca SEABIRD modelo 19 SEACAT, el que a partir de la transecta 21 presentó problemas en su funcionamiento, por lo que el muestreo se continuó con botellas oceanográficas en las transectas restantes.

El área Caldera-Coquimbo se realizó con el B/I Abate Molina, efectuándose 42 estaciones (Fig. 3), en las cuales se obtuvo un registro continuo de temperatura (°C) y salinidad mediante un CTD marca NEIL BROWN, modelo mark III, equipado con un muestreador automático tipo roseta, marca General Oceanics, con 12 botellas oceanográficas Niskin y termómetros de inversión.

En las transectas impares de ambos sectores, con el objeto de verificar los valores de temperatura y salinidad del CTD (entre las transectas 1 y 20) y obtener muestras para análisis de la concentración de oxígeno disuelto (en toda el área), se realizaron lances con botellas oceanográficas equipadas con termómetros de inversión, en las profundidades estándares de 0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, y 600 metros como máximo.

### 2.2 Procesamiento

El procesamiento de las muestras se realizó a bordo, utilizando procedimientos oceanográficos estándares, esto es, salinidad mediante un salinómetro de inducción marca AUTOLAB 601, concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler modificado por Carpenter (1965) y temperatura con termómetros de inversión.

Los datos de temperatura y salinidad medidos mediante CTD fueron comparados con los datos discretos obtenidos mediante botellas, registrándose una desviación máxima de  $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$  en temperatura y

$\pm 0.0025$  en salinidad, por lo que no fue necesario aplicar un factor de corrección.

En forma adicional, se revisaron los valores de densidad y de estabilidad hidrostática con profundidad para cada estación, con objeto de determinar el peso del filtro que permite eliminar las pequeñas variaciones del sensor de salinidad, debidas al movimiento del buque causado por el oleaje.

Con los datos así obtenidos, se calculó a profundidades estándar para CTD y botellas: Densidad (como  $\sigma-t$ ) mediante la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero and Poisson, 1981 y UNESCO 1981a y 1981b). Estabilidad hidrostática ( $\times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$ ) por la ecuación dada por Pond y Pickard (1983). Anomalía del volumen específico ( $\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ), mediante la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 y la escala práctica de salinidad de 1978 (Millero *et. al.*, 1980; Millero and Poisson, 1981; UNESCO, 1981a, 1981b y 1983) y la Anomalía Geopotencial ( $10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ ) de superficie (0 metro) referida al nivel de 500 dbar, mediante la ecuación clásica de LaFond (1951).

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981c), y por conveniencia se anotan omitiendo el factor  $10^{-3}$ .

Con los datos procesados se confeccionaron cartas superficiales de distribución de las variables temperatura, salinidad, oxígeno, densidad ( $\sigma-t$ ), anomalía superficial de temperatura respecto a los promedios mensuales de Reynolds (1982), anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db y batimetría de la isoterma de  $15^\circ\text{C}$ . Asimismo, se confeccionaron gráficos de distribución vertical y diagramas t-s, en las transectas donde se detectaron cardúmenes importantes o representan el área adecuadamente.

### 3. ICTIOPLANCTON

#### 3.1 Toma de datos

En cada una de las estaciones oceanográficas (Figs. 2 y 3), se realizó un muestreo cuantitativo del zooplancton orientado a determinar la abundancia de los huevos y larvas de peces objetivo del estudio, utilizando una red modelo Wp-2 (UNESCO, 1968), complementada con medidores de flujo TSK previamente calibrados, lo que permitió cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance.

Las pescas de zooplancton se efectuaron mediante arrastres verticales, desde profundidades máximas de 100 m hasta la superficie, o desde 5 m sobre el fondo, en el caso de registros batimétricos menores a la profundidad máxima de muestreo.

Las muestras obtenidas fueron fijadas en una solución de formalina al 5% en agua de mar y neutralizadas con Disodio tetraborato (bórax). El proceso de fijación se realizó tan pronto como estas muestras fueron extraídas del colector, para evitar de esta manera, un posible deterioro de los ejemplares capturados.

##### 3.1.1. Calibración de flujómetros TSK

Para determinar el factor de arrastre estándar para cada lance, se requiere la colocación de un flujómetro calibrado en la boca de la red y el registro minucioso de las revoluciones durante cada lance.

El factor de calibración ( $f$ ) expresa la distancia en metros recorridas por cada revolución de su hélice (m/rev). Este factor varía según el instrumento utilizado y con la velocidad de arrastre de cada flujómetro. Por estas razones su comportamiento se verifica antes del crucero.

La calibración de los medidores de flujo se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile.

Para calibrar el flujómetro se le remolcó a distintas velocidades, a lo largo de una distancia conocida de agua, registrando en forma separada el número de revoluciones para cada prueba. Las velocidades de calibración incluyeron valores lo suficientemente lentos como para definir el punto de fricción de cada aparato y lo suficientemente altos como para alcanzar el rango de velocidades a las que el flujómetro será utilizado durante el crucero.

### 3.1.2. Descripción de la red modelo Wp-2

Esta es una red cilindro - cónica con una abertura de 57 centímetros (cm) de diámetro ( $0,25 \text{ m}^2$  de área de boca) y una longitud total de 261 cm. La red está compuesta por dos secciones, la anterior de forma cilíndrica, tiene 57 cm de diámetro y 95 cm de longitud y está confeccionada con malla sintética monofilamento de 300 micras de abertura. Posee dos bandas de lona de 10 cm en sus extremos anterior y posterior destinadas a fijar la red al aro (sector anterior) y para utilizar opcionalmente un mecanismo de estrangulación para pescas estratificadas (sector posterior). La sección posterior, es de forma cónica con 57 cm de diámetro anterior, 11 cm de diámetro posterior y 166 cm de largo, esta confeccionada con malla de características similares a la sección cilíndrica. La red termina en una sección separable (copo) consistente en una bolsa colectora fabricada con malla de iguales características a la descrita para la sección filtrante y a la que se fija mediante una sección tubular de plástico y abrazaderas metálicas. El área efectiva de filtración de esta red es de  $2,996 \text{ m}^2$  y la relación área filtrante/área de la boca (R) es de 6,48, la cual puede considerarse altamente favorable para evitar la oclusión de las mallas en circunstancias de pescas prolongadas o de gran densidad de plancton (Smith et al., 1968).

### 3.2 Procesamiento de las muestras y análisis de la información

#### 3.2.1 Huevos y Larvas

En el procesamiento de las muestras se emplearon microscopios estereoscópicos marca Nikon con aumento de 8 a 40 veces, examinando la totalidad de la muestra.

En cada una de las muestras se realizó la separación de la totalidad del ictioplancton, el cual posteriormente es identificado y cuantificado.

Identificación taxonómica de los huevos y larvas de sardina, anchoveta y jurel. Para la identificación taxonómica se usaron claves y descripciones de desarrollo existentes en publicaciones especializadas, utilizando de preferencia las de: Fischer (1958), Einarsson y Rojas de Mendiola (1963), Santander y Castillo (1971), Balbontín y Garretón (1977), Pérez (1978), Garretón y Balbontín (1982), Orellana y Balbontín (1983), Fahay (1983), Moser (ed.) (1984).

El resto del ictioplancton se enumeró y agrupó bajo la denominación de "otras especies".

Cuantificación de huevos y larvas de las especies objetivo. Con el propósito de obtener un buen nivel de comparación en el análisis del ictioplancton, el número de huevos y larvas obtenido en las diferentes pescas, se estandarizó a una base común en términos de número de huevos y larvas, presente en una unidad de área estándar de 10 m<sup>2</sup>, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C = 10 * d/w * c$$

donde:

C = número de huevos o larvas en una unidad de área de mar (10 m<sup>2</sup>)

d = profundidad máxima del lance (m)

w = volumen de agua filtrado (m<sup>3</sup>)

c = número de huevos o larvas en la muestra

El valor "d" se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = L_o * \cos \phi$$

donde :

$L_o$  = cantidad de cable arriado (m)

$\cos \phi$  = coseno del ángulo registrado antes del virado de la red

El volumen de agua filtrado "w" se calculó por la ecuación:

$$w = Q * t$$

donde :

$Q$  = volumen de agua filtrado por unidad de tiempo ( $m^3$  /seg)

$t$  = tiempo empleado en el arrastre (seg)

El valor de "Q" se calcula de la ecuación:

$$Q = V * A$$

donde :

$V$  = velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg

$A$  = área de la boca de la red ( $m^2$ )

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

$$V = a N + b$$

donde :

$N$  = número de revoluciones por segundo

$a$  y  $b$  = constantes

Basado en los valores cuantitativos del análisis y con la finalidad de disponer de antecedentes comparativos entre las fases de desarrollo de las especies ictioplactónicas se determinaron algunos parámetros, tales como el parámetro poblacional, densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas y los parámetros comunitarios, constancia y dominancia numérica.

La constancia, usada como índice de la intensidad del desove, se calculó estableciendo la relación porcentual existente entre el número de muestras en que se encontró huevos o larvas de cada especie y el total de muestras colectadas.

La dominancia numérica, expresión de la extensión del desove, se determinó de la relación porcentual entre el número de ejemplares (huevos o larvas) de cada especie, respecto al total de los especímenes recolectados.

Para la confección de mapas de distribución y abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas se utilizó la escala geométrica de Frontier (1966) modificada.

Para efectos de establecer una comparación interanual se emplearon datos estandarizados del ictioplancton de las especies objetivo, obtenidos en inviernos precedentes para la zonas Arica - Punta Amarilla y Punta Amarilla - Coquimbo, desde la costa hasta una distancia máxima de 100 mn hacia el oeste.

### **3.2.2. Biomasa zooplanctónica**

La biomasa zooplanctónica se estimó en base a los biovolúmenes, empleándose el método de desplazamiento de volumen húmedo descrito por Yashnov (1959) modificado por Robertson (1970). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas determinaciones. Solamente se excluyeron de las mediciones los organismos de un volumen superior a 5 ml.

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

$$Y = 1000 (X/W)$$

donde:

Y = ml de zooplancton por 1000 m<sup>3</sup>

X = ml de zooplancton

W = volumen de agua filtrada por la red (m<sup>3</sup>)

La determinación de los biovolúmenes se realizó con posterioridad a la extracción del ictioplancton a fin de evitar posibles daños de los huevos o larvas que pudiera dificultar su identificación y clasificación.

#### 4. EVALUACION DE LOS RECURSOS

##### 4.1 Muestreo acústico

La prospección acústica fue realizada con los sistemas de ecointegración SIMRAD EK 500, utilizando la frecuencia de 38 KHz para la evaluación y los 120 KHz para el sondeo en la capa de agua superior. Se utilizó la escala de 0 a 500 m, con una longitud de pulso corta (0,3 ms); tasa de sondeo 1/seg y potencia 1/2 kw, los canales digitales se programaron en estratos de 50 m, cubriendo desde el nivel 0 del transductor hasta los 500 m y el canal analógico en los primeros 300 m. La información se discretizó en observaciones (I.B.M.) de 1 mn.

El área de estudio se cubrió mediante 32 transectas diurnas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa. En la zona Coquimbo-Punta Amarilla se completaron 14 transectas equidistantes por 25 mn y entre Punta Amarilla y Arica se completaron 18 separadas por 20 mn (Fig. 1). Este diseño muestral corresponde a un muestreo sistemático de conglomerados de tamaño variable, donde cada conglomerado corresponde a una transecta, diseño que ha sido recomendado para evaluaciones hidroacústicas por diversos autores, como Shotton y Down (1975), Shotton y Bazigos (1984), Francis (1984), Simmonds et al (1991) y el grupo de estudio en acústica del ICES.

#### 4.2 Calibración electroacústica del sistema acústico

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 consiste en medir las diferencias en las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco de referencia conocido ubicado a una distancia mínima de 15 m de la cara radiante del transductor en el centro del haz acústico, de este modo se determinan las posibles diferencias entre los valores reales y el teórico y se procede al ajuste de los parámetros en el software (Foote et al, 1987).

Se utilizaron blancos estándar de cobre diseñados para las frecuencias de 38 y 120 KHz, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (Foote et al., 1987). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de  $\pm 0,5$  dB, siendo aceptable con  $\pm 1$  dB.

Los controles de los equipos durante la calibración deben ser iguales que los utilizados durante la prospección, por lo tanto ante eventuales cambios en estos controles es necesario realizar las mediciones con las diferentes alternativas ó repetir la medición.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración es necesario realizar el experimento en un bahía protegida de vientos y corrientes intensas, debiendo fondear el buque con dos anclas por la proa y una por la popa (barbas de gato).

La esfera debe ser ubicada con tres líneas de nailon monofilamento con sistemas que permitan controlar la ubicación del blanco en el haz, en este caso se utilizaron carretes de cañas de pescar.

El procedimiento de medición del TS consiste en medir las ganancias del transductor, ajustándose según:

$$G_1 = G_0 + \frac{TSm - TSb}{2}$$

donde:

$G_1$  = nueva ganancia del transductor

$G_0$  = ganancia antigua

T<sub>Sm</sub> = intensidad de blanco medida (dB)

T<sub>Sb</sub> = intensidad de blanco teórico (dB)

Para ajustar los parámetros de las lecturas del ecointegrador ( $S_a$ ) se aplica el siguiente procedimiento:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 \log \frac{S_{a(m)}}{S_{a(t)}}}{2}$$

siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4\pi r_0^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{\Psi r^2}$$

donde:

$\sigma_{bs}$  = sección dispersante de la esfera (dB).

$r$  = profundidad de la esfera (m).

$r_0$  = profundidad de referencia (1 m).

$\Psi$  = ángulo equivalente del haz acústico (dB).

$S_{a(0)}$  = salida teórica del ecointegrador.

$S_{a(m)}$  = salida medida del ecointegrador.

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

Esta medición permite determinar la diferencia entre los valores de diseño de las ganancias en el lóbulo principal del haz acústico en los distintos niveles de intensidad sónica de los transductores, respecto a las condiciones reales de instalación y oceanográficas

presentes durante la calibración. El procedimiento de medición consiste en variar la posición de la esfera en el haz acústico, estableciéndose la ganancia a los distintos niveles de intensidad sónica del haz mediante el software instalado en el sistema EK 500, recuperándose y procesándose la información mediante un programa diseñado por el Institute of Marine Research (Bergen) instalado en un computador personal el que está interconectado al EK-500.

#### 4.3 Calibración de la constante de ecointegración

La constante de ecointegración (C) se calcula según:

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

donde:

$TS_{kg}$  = intensidad de blanco por kg (dB).

En este caso se ha utilizado un  $TS_{kg}$  de -32,5 dB, correspondiente a los resultados alcanzados en calibraciones experimentales con jaula realizados por Guzmán et al (1982) y Castillo et al (1987).

#### 4.4 Identificación de especies

La identificación de especies se realizó mediante el análisis de la forma geométrica, comportamiento y coeficiente volumétrico de dispersión (Sv) de los cardúmenes detectados, de acuerdo a la formulación dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad Acústica del IFOP (Guzmán et al., 1983).

Este método se basa en las diferencias en la intensidad de los voltajes cuadrados, entregados por el ecointegrador, provenientes de cardúmenes de peces pelágicos de diferentes especies.

Es así como se analiza la densidad absoluta de cada cardúmen, mediante el coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), en relación a la salida del ecointegrador, ambos en decibeles según:

$$Sv = C_e \times V^2 / (L_a \times D_a)$$

donde:

Sv = coeficiente volumétrico de dispersión promedio de la agregación.

C<sub>e</sub> = constante de calibración electrónica del ecointegrador que en el caso de EK-500 se incluye en la salida del equipo (V<sup>2</sup>), mediante la calibración con blanco estándar de cobre.

V = voltaje de salida del ecointegrador

L<sub>a</sub> = longitud de la agregación, medida en el ecograma (m)

D<sub>a</sub> = altura media de la señal remitida por la agregación (m)

En el caso de muestras digitales, la altura media de la señal corresponde al promedio de las alturas observadas en cada ping, respecto al número total de muestras consideradas en la muestra.

De este modo, se observa que los Sv de los cardúmenes de sardina se encuentran en el rango entre -25 a -36 dB y los de jurel entre -37 a -47 dB. La anchoveta se encuentra entre -32 a -42 dB, considerándose adicionalmente para su identificación las características de la forma geométrica de los cardúmenes, su distribución batimétrica y localización longitudinal.

En la zona Arica-Antofagasta se realizaron pescas de identificación para validar las identificaciones efectuadas mediante el método antes señalado. Con tal objeto, se utilizaron las embarcaciones cerqueras comerciales Mar Caribe y Granada, que realizaron lances de pesca en los sectores detectados por los equipos acústicos del B/I Carlos Porter y en las zonas en que las características de las agregaciones permitieron efectuar pescas exitosas. La información de las capturas de identificación se presentan en cartas geográficas y gráficos que indican los aportes porcentuales por especie.

De las capturas obtenidas en cada lance se realizaron muestreos tendientes a establecer la estructura de tallas de la especie domi-

nante, determinándose los aportes porcentuales de cada especie. Estos resultados se aplicaron a las lecturas acústicas en las I.B.M's cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds et al., 1991), analizándolos conjuntamente con la identificación de las especies realizadas mediante el método acústico.

Además, se utilizó la información de capturas georeferenciada provenientes de la flota que operó contemporáneamente a la prospección, asignándose como base de referencia para la ubicación geográfica de los lances cuadrículas de 10 por 10 mn, según el procedimiento e información recolectada por IFOP. El período considerado fue entre el 13 de agosto y el 17 de septiembre. Los resultados obtenidos de este modo fueron comparados con la identificación de especies realizada a bordo mediante el método acústico y con lances de pesca.

#### **4.5 Procesamiento de la información acústica**

El procesamiento de los datos se realizó en gran parte a bordo mediante un conjunto de programas computacionales ad hoc. Se crearon bases de datos con las lecturas acústicas por cada I.B.M. separados por especie, tipo de agregación, sus profundidades máximas y mínimas, la posición geográfica de cada I.B.M., fecha, número y rumbo de la transecta.

Con tales datos se obtuvieron las cartas de distribución (geográfica y batimétrica) de los recursos, expresadas en categorías de densidad y se calcularon los estimados de biomasa y sus varianzas.

El área prospectada fue medida mediante un planímetro digital.

#### **4.6 Distribución de los recursos**

La distribución del total de los recursos y por especie, se presenta en cartas geográficas, utilizando una escala de densidad ( $t/mn^2$ ), determinada por la siguiente expresión  $75 \cdot 2^{(n-1)}$ , donde  $n$  representa el nivel de la categoría, siendo  $0 < n \leq 4$  (Tabla 2).

Tabla 2 Categorías por densidad

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

En el sentido batimétrico, la distribución de los recursos se presenta en secciones verticales correspondientes a la longitud total de las transectas indicando la información de isolíneas de temperatura.

#### 4.6.1 Determinación del tamaño de estructuras espaciales

Con el fin de describir la distribución espacial de los recursos, se analizó el nivel de autocorrelación entre la información acústica para cada especie y las unidades básicas de muestreo, construyéndose para cada transecta su correspondiente correlograma. Este procedimiento permite establecer el tamaño de las macroestructuras en la información recolectada.

El coeficiente de autocorrelación  $R_0$  se calculó según :

$$R_0 = \frac{n_j}{n_j - k} \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ij} - \bar{Y}_j) (Y_{i+k} - \bar{Y}_j)}{\sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_j)^2}$$

donde:

k = orden de autocorrelación.

$Y_{ij}$  = densidad i-ésima de la transecta j-ésima.  
 $Y_j$  = densidad media de la transecta j-ésima.  
 $n$  = número total de observaciones.

#### 4.7 Estimación de la biomasa y sus varianzas

##### 4.7.1 Biomasa

Un estimador apropiado para evaluar la biomasa ( $\hat{B}$ ) en la zona de estudio está dado por :

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

donde A es el área de estudio en millas náuticas cuadradas y  $\hat{R}$  es un estimador de razón de densidad media por número de intervalos básicos de muestreo, siendo:

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

donde:

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

##### 4.7.2 Varianza

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, se obtienen tres estimadores alternativos de varianza  $\hat{V}_1(\hat{R})$ , siendo el estimador para la varianza de la biomasa  $\hat{B}$ , expresado por:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 \times \hat{V}_1(\hat{R})$$

a) Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen et al, 1954)

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = (1 - \frac{n}{N}) \frac{1}{ny^2} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

donde, N es el número total de transectas en el área, y

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

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

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

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

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

b) Estratos agrupados (Volter, K, M., 1985).

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

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  $\hat{B}$  está dado por la expresión:

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

c) 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  $\hat{R}_I$  un estimador de razón obtenido de la  $i$ -ésima muestra de tamaño  $n$  seleccionado 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  $\hat{B}$  se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC)

$$(\hat{F}^{-1} \{ \Phi(2Z_0 - Z_\alpha) \} \quad ; \quad \hat{F}^{-1} \{ \Phi(2Z_0 + Z_\alpha) \})$$

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

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

y donde,

$$Z_\alpha = \Phi^{-1} (\hat{F}(\hat{R}))$$

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

d) Estimación por estratos

En atención a que las zonas Arica-Punta Amarilla y Punta Amarilla-Caldera fueron prospectadas con transectas separadas por 20 y 25 mn, respectivamente, los estimados totales de biomasa y varianza fueron calculados considerando dos estratos diferentes, esto es:

$$\hat{B}_0 = \sum_{i=1}^2 \hat{B}_{0i}$$

donde:

$\hat{B}_0$  = Biomasa estimada total (t)

$\hat{B}_{0i}$  = Biomasa estimada en el estrato i (t)

Luego, la varianza estimada de la biomasa total es:

$$\hat{V}(\hat{B}_0) = \sum_{i=1}^n \hat{V}(\hat{B}_{0i})$$

por lo que el error total de la estimación de biomasa queda como:

$$E(\%) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{B}_0)}}{\hat{B}_0} * t_{(1-\frac{\alpha}{2})} * 100$$

Los resultados alcanzados en la zona Caldera-Coquimbo son presentados y analizados en forma separada.

#### 4.8 Índices de cobertura y abundancia relativa

El índice de cobertura indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, señalando el grado de agregación presentado por la especie en el momento de la prospección. Su cálculo se realiza según:

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

La abundancia relativa de los recursos se determinó con el índice de densidad (I.D.), que indica el grado de concentración de los recursos en aquellas observaciones acústicas que detectaron la presencia de estos. El procedimiento de cálculo es:

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

donde:

k = número de observaciones acústicas con presencia de recurso

Z = número total de observaciones acústicas en el crucero.

Sa<sub>ij</sub> = lecturas acústicas en la i-ésima I.B.M de la j-ésima transecta.

C<sub>e</sub> = factor de ecointegración, obtenido en base a un TS<sub>kg</sub> de -32,5 dB/kg (t/mn<sup>2</sup>/Sa).

IC = índice de cobertura (%)

ID = índice de densidad en t/mn<sup>2</sup>.

#### **4.9 Asociación entre las variables oceanográficas físicas y los recursos**

El análisis descriptivo entre las variables oceanográficas físicas (temperatura y salinidad) y los recursos, se realizó mediante la presentación de la distribución batimétrica de cada especie en secciones verticales correspondientes a cada transecta con las variables oceanográficas señaladas. Se presentan histogramas con la frecuencia de los cardúmenes (%) respecto a las variables profundidad, temperatura y salinidad.

La información oceanográfica utilizada en este análisis, resulta de la interpolación de las variables medidas en las estaciones oceanográficas a cada IBM, asignando las variables oceanográficas a la profundidad promedio de los cardúmenes detectados.

El comportamiento histórico de las variables oceanográficas y los recursos, se realiza mediante gráficos de máximos-mínimos, para establecer de este modo el grado de normalidad de la distribución de los recursos, respecto a los patrones históricos y estacionales.

### **VII. RESULTADOS**

#### **1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS**

##### **1.1 Viento**

Los vientos medidos en las estaciones durante el transcurso del crucero son bastantes variables en cuanto a intensidad y dirección (Tabla 3). Predominan los vientos del 2° y 3 er cuadrante, con una moda en torno a los 15 nudos e intensidades máximas de hasta 27 nudos. Dada la orientación de la costa, tanto la intensidad como la dirección de los vientos favorecen los procesos de surgencia en la zona.

Tabla 3. Dirección e intensidad del viento diario medido en las estaciones durante el crucero PELANOR 9308-09.

Transecta	Día	Mes	Dirección	Intensidad (nudos)
1	1	9	S-N	2 - 12
2	2	9	NE-NW	0 - 11
3	3	9	E-SE-S	2 - 10
4	4	9	S-SSW	10 - 16
5	5	9	S-W	0 - 5
6	6	9	S-SSW	4 - 16
7	11	8	SW-WSW	8 - 16
8	12	8	NE-SE	10 - 19
9	13	8	NE-S-SW	8 - 19
10	14	8	SSE-S-SW	12 - 19
11	15	8	SSE-S-SW	12 - 19
12	16	8	SE	12 - 19
13	17	8	NE-SE-SW	4 - 19
14	18	8	SE-SSW	12 - 18
15	19	8	S-WSW	10 - 23
16	19-20	8	S-SW	14 - 27
17	22	8	SSW-SW	10 - 18
18	23	8	S-SSW-W	8 - 19
19	24	8	S-SW	6 - 19
20	25	8	SW	8 - 21
21	26	8	SW	8 - 16
22	27	8	SW	2 - 10
23	28	8	SE-S-SSW	8 - 14
24	29	8	S	4 - 19
25	30	8	SSE-SW	10 - 23
26	31	8	SSW-SW	10 - 18
27	3	9	SW	8 - 12
28	4	9	SSE-S-SW	6 - 12
29	5-6	9	S-SW	4 - 12
30	6	9	SSE-SW	0 - 8
31	7	9	SSE-S	2 - 12
32	8-9	9	S-SSW	6 - 16

## 1.2 Temperatura

### a) Zona Arica-Caldera

La temperatura superficial (Fig. 4a), presenta valores entre 13,3 y 18,6 °C, aumentando de sur a norte y desde la costa hacia el sector oceánico, con una leve disminución por fuera de las 70 millas. En el sector costero (primeras 20 millas) las isotermas son paralelas a la costa, mientras que en el sector oceánico se ubican diagonalmente formando una lengua en dirección sur.

La anomalía de temperatura superficial respecto a los promedios mensuales de largo plazo de Reynolds (1982) (Fig. 4b), presenta entre Arica y Tocopilla un valor superior a +1°C, con un pequeño núcleo superior a +2°C a 40 millas de la costa frente a Arica. Al sur de Tocopilla la anomalía fluctúa en torno al cero.

La profundidad de la isoterma de 15°C (Fig. 5a), que representa la base de la termoclina entre la latitud 18°S y 24°S, se encuentra en el área costera entre los 30 y 40 metros, aumentando hacia el sector oceánico. Alcanza la máxima profundidad, 90 metros, a 100 millas frente a la península de Mejillones.

Con profundidad, las isotermas se distribuyen en forma casi horizontal (Figs. 6a a 13a), con un ascenso desde aproximadamente 60 metros hacia la superficie, en las primeras 10 millas de la costa. La capa de mezcla disminuye su espesor de sur a norte, de 80 a 30 metros entre las 100 y las 70 millas, de 60 a 20 metros a 40 millas y prácticamente desaparece dentro de las primeras 10 millas.

Bajo la capa de mezcla, la termoclina permanente se presenta desde Taltal hacia el norte con un gradiente de aproximadamente 0,5°C/10m, mientras que en el sector sur, ésta es mas débil (0,25°C/10) llegando incluso a desaparecer al sur de los 26°S.

A 600 metros de profundidad la temperatura disminuye de 8°C frente a Arica a 6° frente a Caldera.

## **b) Zona Caldera-Coquimbo**

La temperatura superficial (Fig. 14a) aumenta de sur a norte de 13,59 a 15,06°C. Las isotermas se orientan en dirección SW, insinuando un flujo hacia el norte. Los mínimos valores se encuentran en las cercanías de la bahía de Coquimbo.

La anomalía de temperatura superficial respecto a los promedios de largo plazo de Reynolds (1982) (Fig. 14b) presenta valores cercanos a 0°C alcanzando a +0,5°C en el sector norte y -0,5°C en el del sur.

En la vertical (Fig. 15a y 16a) no se presenta una termoclina desarrollada. La temperatura disminuye monotonicamente con la profundidad hasta los 6°C a los 600 metros.

## **1.3 Salinidad**

### **a) Zona Arica-Caldera**

En superficie, la salinidad aumenta de sur a norte con valores que fluctúan de 34,58 a 35,38 (Fig 5b). Los mínimos valores se encuentran frente a Chañaral (<34,6) alrededor de las 100 millas de la costa y el máximo (>35,3) en el área oceánica entre Arica e Iquique.

Se observa además un núcleo de baja salinidad (<34,7) centrado a 80 millas frente a Antofagasta. Inmediatamente al norte de este núcleo de baja salinidad se localiza una lengua de alta salinidad (35,2) que penetra por el sector oceánico, lo que produce un intenso frente salino de casi 4 décimas en sólo 20 millas.

En la vertical (Figs. 6b a 13b) se observa al norte de Tocopilla una haloclina bien definida entre los 20 y 60 metros con un gradiente aproximado de 0,1/10 m. Al sur de Tocopilla la haloclina es más débil y discontinua, profundizándose hasta los 100 m en el sector oceánico.

En la columna se observan dos máximos salinos, uno superficial y otro subsuperficial. Entre estos dos máximos se localiza un mínimo,

con valores de 34,5 en el sector sur y que aumenta a 34,8 en el norte.

El máximo salino subsuperficial tiene un valor de 34,9 en casi toda el área, y se encuentra centrado en los 200 metros.

Entre Tocopilla y Mejillones desde las 40 millas al Oeste, la salinidad no presenta el máximo y el mínimo subsuperficiales.

A la profundidad de 600 metros la salinidad alcanza valores menores de 34,6.

#### **b) Zona Caldera-Coquimbo**

La salinidad superficial (Fig. 14c) aumenta de oeste a este dentro del rango de 34,35 a 34,69. El máximo se encuentra en la franja costera frente a Coquimbo y Huasco.

Las isohalinas insinúan un flujo hacia la costa en los 29°S, el que separa las aguas más salinas provenientes de los sectores de surgencia.

Con profundidad (Figs. 15b y 16b) no se observa una haloclina desarrollada. Se detecta un máximo y un mínimo subsuperficial, con valores típicos de 34,8 y 34,3 respectivamente. Bajo los 300 metros los valores decrecen monotonamente hasta alcanzar los 34,4 a 600 metros.

### **1.4 Oxígeno**

#### **a) Zona Arica-Caldera**

La capa superficial de todo el sector se encuentra bien oxigenada (Fig. 17a) con valores homogéneos entre 5 y 6 ml/l, donde los mínimos valores de oxígeno, se ubican en la franja costera.

En la vertical (Figs. 6c a 13c), las isolíneas de oxígeno ascienden en la zona costera mostrando los procesos de surgencia. Entre los

50 y 100 metros el contenido de oxígeno disminuye bruscamente, alcanzando valores menores de 1 ml/l. Esta capa de mínimos de oxígeno se encuentra hasta casi 450 metros. A partir de allí los valores comienzan a aumentar nuevamente.

#### **b) Zona Caldera-Coquimbo**

En superficie el contenido de oxígeno (Fig. 14d) aumenta desde la costa hacia el sector oceánico de 4,48 a 6,18 ml/l. Con un máximo de 7,5 ml/l dentro de la Bahía de Coquimbo.

Con profundidad (Figs 15c y 16c) el contenido de oxígeno disminuye rápidamente alcanzando 1 ml/l a 100 metros. Entre 100 y 400 metros los valores son menores a 1 ml/l. Bajo los 400 metros la concentración de oxígeno aumenta hasta 3 ml/l a 600 metros.

### **1.5 Densidad**

#### **a) Zona Arica-Caldera**

La densidad superficial, en valores de sigma-t (Fig. 17b), disminuye de norte a sur y del sector oceánico hacia la costa. Los valores fluctúan entre 25,39 y 25,96 Kg/m<sup>3</sup>. Los menores valores de sigma-t se encuentran asociados a los sectores de menor salinidad.

En la vertical (Figs. 6d a 13d) las isopicnas son casi horizontales, presentando en el sector costero un ascenso desde los 60 metros hacia la superficie y al sur de Iquique un hundimiento.

#### **b) Zona Caldera-Coquimbo**

La densidad superficial (Fig. 18a) presenta valores entre 25,52 y 26,16 kg/m<sup>3</sup>, aumentando hacia el noroeste.

Con profundidad (Figs. 15d y 16d) las isopicnas se distribuyen de igual forma que en el sector Arica-Caldera, solo que el ascenso de las isolíneas ocurre entre las 20 y 10 millas de la costa.

## 1.6 Circulación

### a) Zona Arica-Caldera

La circulación superficial (Fig. 19) en base a la anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db, muestra un predominio de flujos perpendiculares a la costa. No obstante lo anterior, es posible identificar algunos flujos dirigidos hacia el norte en el área costera.

En general, los flujos presentes forman parte de remolinos o meandros claramente identificables en el sector oceánico. Dos remolinos anticiclónicos a 80 millas de la costa, uno entre Arica e Iquique y otro frente a Antofagasta y un pequeño remolino ciclónico entre Antofagasta y Taltal, a 60 millas de la costa.

### b) Zona Caldera-Coquimbo

La circulación superficial (Fig. 18b) en base a la anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db, muestra el predominio de un flujo en dirección norte paralelo a la costa.

Centrado en las 70 millas se localiza un estrecho flujo al sur, que se une a otro proveniente del oeste a la altura de Coquimbo.

## 1.7 Masas de Agua

### a) Zona Arica-Caldera

En el área se identifican cinco masas de agua (Figs. 20 a 22). Estas son: masas de agua subtropical costera (AST-1), subtropical oceánica (AST-2), subantártica (ASAA), ecuatorial subsuperficial (AESS) e intermedia antártica (AIAA).

La forma de las curvas T-S revelaron importantes cambios en la composición relativa de estas masas de aguas en las direcciones este-oeste (Figs. 20 y 21) y norte-sur (Fig. 22)

De Taltal al norte y en los primeros 30 a 40 metros se ubican el Agua Subtropical Costera (AST-1) y el Agua Subtropical Oceánica (AST-2).

El AST-1 se caracteriza por valores que aumentan de sur a norte desde 34,8 a 35,2 en salinidad, 15°C a 17°C en temperatura y 5 a 6 ml/l en oxígeno. El AST-2 se presenta en el área oceánica desde Iquique al norte y frente a Mejillones, con salinidades y temperaturas superiores a 35,2 y 16°C respectivamente.

El Agua Subantártica (ASAA) se encuentra presente desde Taltal al sur entre la superficie y los 100 metros con salinidades de 34,4 a 34,6, temperaturas de 11 a 14°C y concentración de oxígeno disuelto mayores a 5 ml/l. Al norte de Taltal el ASAA se ubica bajo el AST con valores de 34,4 a 34,8 en salinidad, 11° a 15°C en temperatura y 4 ml/l en oxígeno disuelto. En general esta masa de agua disminuye su participación hacia el norte y hacia la costa. En su desplazamiento hacia el norte es interrumpida por AST entre Tocopilla y Mejillones y por AESS frente a Taltal.

El AESS se ubica bajo el ASAA aumentando su participación hacia el norte y hacia la costa con valores característicos en su núcleo de 34,8 a 35,0 en salinidad, 10 a 13°C en temperatura y menores a 0,5 ml/l en oxígeno. El espesor de esta masa de agua es de 350 metros en el sector norte y variable entre 250 y 350 hacia el sur. Su núcleo se encuentra centrado aproximadamente en los 200 metros.

Bajo los 500 metros se presenta el límite superior del AIAA con valores inferiores a 34.6 y 8°C en salinidad y temperatura respectivamente, y mayores a 1 ml/l en oxígeno en el extremo norte y a 2 ml/l en el sur.

#### **a) Zona Caldera-Coquimbo**

En este sector se identificaron tres masas de agua (Figs. 22c y 22d): Subantártica (ASAA), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) e Intermedia Antártica (AIAA).

En superficie se ubicó el ASAA con valores característicos de 34,3 a 34,6 y 12° a 14° en salinidad y temperatura respectivamente, 5 ml/l en oxígeno y sigma-t entre 26 y 26,4. La participación de la ASAA aumenta hacia el área oceánica y hacia el sur. Esta masa de agua se extiende hasta los 100 metros de profundidad en el área oceánica.

El AESS se ubica bajo el ASAA, sus valores representativos son de 34,7 en salinidad, 12° en temperatura y menor a 0,5 ml/l en oxígeno. El espesor de esta masa de agua es de aproximadamente 200 metros.

El Agua Intermedia Antártica (AESS) se detecta bajo el AESS, con salinidades inferiores a 34,5, temperaturas bajo los 8°C y oxígenos sobre los 3 ml/l.

## 2. ICTIOPLANCTON

### 2.1 Calibración de medidores de flujo

La calibración de los medidores de flujo utilizados en el crucero PELANOR se realizaron en la bahía de Valparaíso el día 28 de agosto de 1993 a bordo del B/I "Carlos Porter", TSK 4767, y en la mar el día 13 de septiembre de 1993 a bordo del B/I "Abate Molina", TSK 4898.

Los registros de los números de revoluciones, así como también el factor de calibración (f) para cada prueba de cada uno de los flujómetros se entregan en la tabla 4. Posteriormente un análisis de regresión lineal simple, entre las revoluciones por segundo (N) y los metros por segundo (V) registrados en cada prueba permitió obtener las curvas de calibración para cada flujómetro (Figs. 23 a,b) y cuyas ecuaciones fueron iguales a:

TSK 4767	$V = -0,005447 + 0,167808 * N$
TSK 4898	$V = -0,148878 + 0,168405 * N$

## 2.2 Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento y análisis de las 223 muestras colectadas durante el crucero en las zona I y II, permitió determinar la presencia de 363.243 huevos y 394.562 larvas, de los cuales 268.156 huevos (73,8%) y 299.652 larvas (75,9%) fueron identificados a nivel específico (Tabla 5 y 6).

### 2.2.1 Sardina, Sardinops sagax

En general, en toda la zona de estudio se encontraron 30 estaciones positivas para huevos y 52 para larvas, presentando la fase huevo la menor constancia numérica de las especies analizadas (13,5%). Con respecto al total de estaciones del crucero, las larvas exhiben una constancia igual a 23,3%, la cual es superior a jurel e inferior a anchoveta. En términos generales, el ictioplancton de sardina con respecto a anchoveta y jurel, presenta bajos niveles de abundancia exhibiendo para cada una de dichas fases una dominancia numérica de 3,8% y 1,5% respectivamente (Tabla 5 y 6).

#### a) Zona Arica - Caldera

Para esta zona se determinó la presencia de huevos de sardina en 28 estaciones, localizándose 47 estaciones positivas para larvas, en las cuales se colectaron 12.680 huevos y 5.477 larvas, ambas cifras referidas a un área de superficie de 10 m<sup>2</sup>, lo que señala para dichos estadios una dominancia numérica de 4,0% y 1,5% respecto del total de huevos y larvas colectados en esta zona, situación que caracteriza una actividad reproductiva moderada.

#### Fase Huevos

Las estaciones con presencia de huevos de sardina se distribuyen latitudinalmente en toda la zona explorada, sin embargo, longitudinalmente es posible distinguir dos modalidades de cobertura espacial: entre Arica (18°23'S) y Punta Colorada (20°20'S), los huevos presentan una distribución esencialmente nerítica, la que se incrementa hacia el sur hasta 40 mn al oeste de Punta Arenas (21°40'). Entre Punta Copaca (22°20'S) y Punta

Amarilla, el desove adopta una modalidad más oceánica extendiéndose hasta las 70 y 100 mn frente a Punta Copaca, Punta Tames y Punta Angamos. Esta distribución disminuye hacia el sur hasta terminar circunscrita a las estaciones ubicadas a 1 mn de la costa al norte de Puerto Chañaral y frente a bahía Copiapó (Fig. 24).

Las áreas de mayor abundancia de sardina española ( $> 1.200$  huevos/10m<sup>2</sup>), se ubicaron frente a Punta Colorada, Punta Tames y Caleta Botijo (24°25'S), encontrándose configuradas por 4 estaciones (14,3%), las que en conjunto albergan el 83,4% de los huevos de sardina localizados la zona.

Las estaciones positivas, no incluidos los focos de desove anteriormente descritos, presentan bajas concentraciones comprendidas dentro del rango de 25 a 277 huevos/10 m<sup>2</sup>.

La estación más relevante en términos de su densidad, para la zona Arica - Caldera, fue la situada a 70 mn frente a Punta Tames (22°40'S) con 6.482 huevos/10 m<sup>2</sup> (51,1%) (Fig. 25).

Cabe señalar, que en términos generales, esta fase de desarrollo, presentó una modalidad oceánica en la postura (Fig. 26, Tabla 7) concentrándose el 89,7% de los huevos de esta especie en las primeras 70 mn. Por otro lado, la mayor frecuencia de estaciones positivas (75%) se registró en el área comprendida entre Tocopilla y Caldera, mientras que, en las transectas realizadas entre Tocopilla y Arica, ésta experimenta una fuerte disminución (25%).

#### **Fase Larvas**

La distribución y abundancia de las fases larvarias (Fig. 26) presentaron una constancia o frecuencia superior a la de los huevos, aunque con una densidad promedio más baja, situación que caracteriza el proceso de dispersión y mortalidad que afecta a las fases tempranas durante el curso del desarrollo larvario.

La distribución espacial de las larvas ocupó todo el rango latitudinal y longitudinal de la zona de estudio. No obstante lo

anterior, su cobertura geográfica se asoció preferentemente a la estación de 1 mn en la zona comprendida entre Arica y Tocopilla, donde se localizó el 60% de las estaciones positivas. En forma ocasional, esta distribución se extendió hasta 70 y 40 mn frente a Punta Gruesa (20°20'S) y Punta Arenas (21°40'S) respectivamente. Desde Tocopilla a Bahía Copiapó, las fases larvarias amplían su cobertura espacial y el índice de frecuencia de estaciones positivas, concentrándose principalmente la costa y las 40 mn.

Las zonas de mayores abundancias ( $> 100$  larvas/10m<sup>2</sup>) se localizaron frente a Arica, Punta Arenas, inmediaciones de la península de Mejillones, Caleta Botijo y Taltal, estando configuradas por 9 estaciones, las que en conjunto representan el 67,8% del total de larvas de la especie. La estación con la densidad más importante coincide con la registrada para la fase de huevo y corresponde a la observación de 70 mn realizada al oeste de Punta Tames, cuya densidad 1.612 larvas/10 m<sup>2</sup>, representa el 29,4% del total de larvas de la especie.

#### **b) Zona Caldera - Coquimbo**

En la zona II se identificaron 2 estaciones positivas para huevos y 5 para larvas, lo que entregó una constancia de 4,9% y 12,2% y una dominancia numérica igual a 2,6% y 1,0% para cada uno de dichos estadios respectivamente (Tabla 5 y 6).

#### **Fase Huevos**

La presencia de estaciones positivas a huevos (Fig. 27) se restringió esencialmente al área costera y particularmente a las estaciones de 1 mn realizadas frente a Punta Alcalde (28°35'S) y Coquimbo, destacando en términos cuantitativos la estación designada con el número 1, la cual registró una concentración de 1.253 huevos/10 m<sup>2</sup>, representando el 97,8% de los huevos de esta zona. El otro foco, de menor importancia, corresponde a la estación ubicada en las cercanías de Punta Alcalde, cuya abundancia numérica fue de sólo 28 huevos/10 m<sup>2</sup>.

### Fase Larvas

La presencia de larvas de sardina coincidió con el rango latitudinal descrito para huevos, pero se presentan con una frecuencia de estaciones positivas y una distribución longitudinal mayor, concentrándose el 100 % de las larvas entre la costa y las 10 mn (Fig. 28). Un foco de relativa importancia cuantitativa lo constituyeron las estaciones 26, 27 y 28 realizadas frente a Punta Alcalde, cuyas densidades en conjunto alcanzaron a la cifra de 83 larvas/10 m<sup>2</sup>, representando el 32,4% del total de larvas. Frente a Coquimbo se localizó el foco más relevante en términos cuantitativos con una densidad de 136 larvas/10m<sup>2</sup>, valor que constituye un aporte relativo superior al 50% del total de larvas de sardina encontradas en toda la zona prospectada.

De acuerdo a ésto, la sardina presentó en la zona II, un desove marcadamente costero y restringido a áreas muy localizadas (Fig. 28).

#### 2.2.2 Anchoveta, *Engraulis ringens*

Para las zonas I y II del crucero, se registraron 80 estaciones positivas para huevos y 159 para larvas, lo que representó una frecuencia de 35,9% y 71,3% y una dominancia numérica igual a 64,8% y 73,2% para cada uno de estos estadios de desarrollo, respectivamente (Tabla 5 y 6). El análisis de las muestras colectadas en las 221 estaciones zooplanctónicas, permitió determinar la presencia de un total de 235.241 huevos y 288.972 larvas, señalando una situación característica de una amplia e importante actividad reproductiva a lo largo de toda la extensión latitudinal de la zona explorada, la cual es coherente con el pico primario de desove de la especie. Esta aseveración se ve corroborada por la evolución del índice gonadosomático y porcentaje de hembras maduras, los cuales durante 1993 alcanzan sus máximos principales durante los meses de agosto (6,03 y 90,4%) y septiembre (6,18 y 98,2%).

### a) Zona Arica - Caldera

Para esta especie se identificaron 79 estaciones positivas para huevos y 152 para larvas con totales de 227.780 huevos y 288.347 larvas lo que representa una dominancia numérica de 72,5% y 78,4% respectivamente, (Tabla 5 y 6).

#### Fase Huevos

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta, revela que el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Arica y Puerto Chañaral y longitudinalmente se extendió hasta las 100 mn (Fig. 29).

El desove fué bastante uniforme, concentrándose el 77,23% de éstos, en la franja comprendida entre la costa y las 70 mn (Fig. 26). No obstante, la amplia cobertura del desove, los niveles de abundancia presentan una tendencia a incrementarse hacia la zona norte, donde es posible diferenciar focos de mayor relevancia cuantitativa ( $>10.500$  huevos/ $10m^2$ ) ubicados frente a Caleta Botijo ( $24^{\circ}25'$ ), Punta Tames ( $22^{\circ}40'$ ), Punta Arenas ( $21^{\circ}40'$ ), Punta Madrid ( $19^{\circ}00'$ ), Punta Baquedano ( $18^{\circ}40'$ ) y finalmente Arica (Fig. 30).

En el contexto de este patrón de distribución, es importante señalar que en el área comprendida entre Arica y Punta Gruesa se registró el 41,8% de las estaciones positivas para la zona I del crucero, siendo cuantitativamente importantes las estaciones 194 y 200 localizadas a 1 y 100 mn al oeste de Arica respectivamente, cuyas densidades en conjunto ( $60.968$  huevos/ $10m^2$ ), representan el 26,8% de los huevos de anchoveta censados. Los focos de desove más importante, se extendieron desde Arica hasta Punta Madrid, presentando una amplia cobertura espacial.

Desde Punta Patache al sur, la modalidad de postura se tornó más nerítica ocupando preferentemente la franja comprendida entre 1 y 70 mn, en forma ocasional esta distribución se extendió hasta las 100 mn frente a Tocopilla y Punta Angamos para terminar circunscrita a la estación de 1 mn al sur de Puerto Chañaral, destacando por sus niveles de abundancia la estación realizada a 10 mn frente a Punta Tames, cuya densidad (17.532 huevos), aporta el

8% al total de huevos. Otras áreas de desove de menor significancia cuantitativa para esta zona, se sitúan a 20 mn, frente a las localidades de Punta Botija y Punta Tames, donde la concentración de huevos fue de 9.272 y 8.927 especímenes respectivamente, así como también, las registradas en las transectas 22 y 23 situadas frente a Punta Arenas y Caleta Chipana, las que revelaron densidades de 7.521 y 7.412 huevos/10 m<sup>2</sup>.

### **Fase Larvas**

Las estaciones positivas para larvas ocuparon toda la extensión latitudinal y longitudinal del área de estudio, concentrándose el 79,3% de ellas en las primeras 70 millas (Fig. 28). Las larvas de esta especie presentaron una frecuencia superior a la de huevos y una densidad promedio por estaciones positivas más baja respecto de aquellos, lo que sugiere un proceso de postura en declinación.

La frecuencia de estaciones con las densidades más significativas, caracterizadas por el rango de densidades comprendido entre 5.001 y 50.000 especímenes/10m<sup>2</sup>, se localizaron mayoritariamente en la línea de estaciones contigua a la costa extendiéndose desde Mejillones hasta Arica, incrementándose los niveles de abundancia de sur a norte (Fig. 30).

Con respecto a la fase de huevo, las larvas de anchoveta exhiben una mayor cobertura geográfica debido al proceso de dispersión y transporte que afecta a los productos del desove en el curso de su desarrollo y una mayor abundancia relativa, la cual se manifiesta por una diferencia porcentual de 48% en la frecuencia de estaciones positivas y de 21% en la densidad promedio.

### **b) Zona Caldera - Coquimbo**

Esta zona presentó un total de 7 estaciones positivas para larvas y sólo una para huevos, concentrando un total de 625 larvas/10 m<sup>2</sup> y 7.461 huevos/10 m<sup>2</sup>, lo que reflejó una frecuencia porcentual de 17,1% y 2,4% y una dominancia numérica de 2,3% y 15,3% respectivamente, lo cual permite considerarla como área de desove poco importante en términos de abundancia con respecto a la zona I (Tabla 5 y 6).

### **Fase Huevos**

La totalidad de los huevos de anchoveta se concentraron en la estación 1, ubicada a 1 mn frente a Coquimbo, coincidiendo con el mayor foco de desove que presentaron los huevos de sardina.

### **Fase Larvas**

Por otro lado, la distribución espacial de las larvas de anchoveta estuvo limitada entre Coquimbo ( $29^{\circ}50'S$ ) y Punta Molle ( $28^{\circ}09'S$ ). Los registros positivos se detectaron desde la costa hasta las 40 mn, concentrándose el 76% del total de larvas frente a Coquimbo (476 larvas/10 m<sup>2</sup>). El resto de estaciones positivas se localizaron frente a Punta Alcalde ( $28^{\circ}35'S$ ) y Punta Molle (Fig. 27).

#### **2.2.3 Jurel, Trachurus symmetricus murphy**

En el curso de la prospección y consideradas sus dos zonas, se encontraron 69 estaciones positivas para huevos y 44 para larvas, con totales de 18.954 huevos y 4.947 larvas, exhibiendo cada una de dichas fases una dominancia numérica de 5,2% y 1,3% respectivamente (Tabla 5 y 6). Esta situación es característica de un proceso reproductivo en etapa inicial, interpretación que es avalada por los altos valores del índice gonadosomático y porcentaje de hembras maduras obtenidos para los meses de agosto y septiembre en la zona Arica - Punta Amarilla (Fig. 31).

##### **a) Zona Arica - Caldera**

Durante la ejecución del crucero y para esta primera zona, se registraron 65 estaciones positivas para huevos y 43 para larvas identificándose un total de 18.679 y 4.870 ejemplares para cada estadio de desarrollo (Tabla 5 y 6).

### **Fase Huevos**

La distribución espacial del desove, respecto a huevos (Fig. 32), compromete la extensión latitudinal comprendida entre Arica y Taltal y longitudinalmente están presentes desde la costa hasta las 100 mn, registrándose un mayor y más uniforme desove hacia el área oceánica (Tabla 7). A pesar de esta amplia cobertura geográfica, el índice de frecuencia de estaciones positivas, se incrementa en la franja comprendida entre las 40 y las 100 mn, albergando a 46 de un total de 65 estaciones identificadas como positivas.

Las áreas de mayores abundancias ( $> 1.000$  huevos/10m<sup>2</sup>), se localizan mayoritariamente en la zona oceánica y están ubicadas frente a Arica, Caleta Camarones (19°40') y Punta Patache, encontrándose configuradas por 4 estaciones (6,1%) cuyas densidades en conjunto contribuyen con el 39,2% al total de huevos de la especie censados.

Aparte de los focos de desove anteriormente señalados, el resto de las estaciones positivas se caracterizan por presentar densidades comprendidas dentro del rango de 1-100 y 101 -1.000 huevos/10m<sup>2</sup>. La mayor abundancia de huevos de esta especie se registró en la estación número 151 localizada a 100 mn frente a Punta Patache con 2.995 unidades (16%).

Para esta especie es posible diferenciar modalidades distintas en la postura, es así como, en el área comprendida entre Arica y Punta Patache, el desove adoptó una modalidad esencialmente oceánica. Entre Punta Patache y Caleta Botijo el desove se presentó más abundante y constante tanto en la zona costera como en la oceánica, para terminar circunscrito a la estación de 1 mn frente a Taltal.

Con respecto a la fase de huevo se puede concluir que los niveles de abundancia presentan una tendencia a incrementarse desde la costa hacia mar afuera y en sentido sur - norte (Fig. 33).

### **Fase Larvas**

Las larvas en general presentaron una distribución geográfica acorde con la descrita para los huevos, colonizando la franja longitudinal comprendida entre las 20 y las 100 mn, en forma

ocasional esta distribución se extendió a las 5 y 10 mn frente a Caleta Botijo y Caleta Chipana, respectivamente (Fig. 32).

En sentido latitudinal, redujeron su distribución presentándose entre Taltal y Punta Madrid. En el contexto de este patrón de distribución, cabe señalar que la fase larvaria presenta una frecuencia y densidad promedio inferior a la de huevos, debido a que durante esta época del año (agosto - septiembre), el desove tiene un origen reciente, sin embargo, no debe descartarse la posibilidad de que durante su desarrollo estas sean afectadas por procesos de transporte fuera de la zona de estudio.

Como se observa en la figura 32, el índice de frecuencia de estaciones positivas, se incrementa hacia la región oceánica de la zona de estudio concentrándose en la línea de estaciones de 70 y 100 mn el 72% de los registros positivos. En esta zona se localizan las áreas de mayores abundancias ( $> 220$  larvas/10m<sup>2</sup>) las cuales se ubican frente a Caleta Camarones, Iquique, Punta Arenas y península de Mejillones y se encuentran configuradas por 6 estaciones (14%) de un total de 43 registradas, aportando el 49% al total de la especie. La mayor densidad de larvas (776/10m<sup>2</sup>) se presentó en la estación número 167 localizada 70 mn al oeste de Caleta Camarones, la cual coincidió con uno de los focos relevantes descrito para la fase de huevo. El resto de las estaciones positivas presentaron abundancias comprendidas entre 30 y 196 larvas/10m<sup>2</sup>.

#### **b) Zona Caldera - Coquimbo**

En esta zona de la prospección, se detectó la presencia de 4 estaciones positivas para huevos (9,8%) y una para larvas (2,4%), identificándose un total de 275 y 77 especímenes, lo que representa una dominancia numérica de 0,6% y 0,3% para cada uno de los estadios de desarrollo (Tabla 5 y 6).

#### **Fase Huevos**

Con respecto al patrón de distribución de huevos, este se extiende entre Bahía Salado (27°45'S) y Caleta Cruz Grande (29°26'S), desde la costa hasta las 100 mn (Fig. 27). El área de máxima abundancia

se registró en la zona costera frente a Punta Molle cuya densidad (115 huevos/10m<sup>2</sup>) importa el 42% al total.

### Fase Larvas

La presencia de larvas se restringe a la estación de 1 mn localizada frente a Punta Molle, la que es coincidente con el registro de máxima concentración de huevos.

### 2.3 Abundancia relativa del zooplancton

Los niveles de biomasa zooplanctónica, expresados en ml de zooplancton presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua filtrada, fluctuaron entre 15 y 436 con un promedio general para el área de estudio de 84, predominando los valores comprendidos en los rangos de densidad de 0-33 y 34-100 para la zona I y de 101-300 ml/1.000 m<sup>3</sup> para la zona II (Fig. 34). Se observaron como tendencias generales una disminución de la biomasa zooplanctónica hacia el área oceánica (70mn) y un aumento de ésta en las transectas del sector sur del área de estudio (Fig. 35 y 36).

La distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica (Fig. 37), señala que las mayores concentraciones para la zona I, se detectaron principalmente en la zona nerítica comprendida entre Pisagua e Iquique y frente a Tocopilla; en forma ocasional esta distribución se extendió hasta las 100 mn frente a Caleta Botijo (24°25'). En la zona II del área prospectada predominaron los valores categorizados dentro del rango de densidades, 101 - 300 ml/1.000 m<sup>3</sup>, registrándose las mayores abundancias en las estaciones costeras realizadas frente a Punta Chungungo (29°25') con valores comprendidos entre 301 - 900 ml/1.000 m<sup>3</sup>.

En general, el elemento dominante en la composición faunística de las muestras fue el mesozooplancton, y particularmente el grupo de los copépodos.

#### 2.4 Abundancia de huevos de sardina, anchoveta y jurel con relación a la temperatura y salinidad

Por tratarse de muestras de zooplancton colectadas mediante arrastres verticales desde una profundidad máxima de 100 m hasta la superficie, se desconoce el nivel exacto de procedencia del material ictioplanctónico de las especies objetivo del presente estudio, por cuyo motivo al relacionar la presencia de éste con la temperatura y salinidad en estaciones positivas a huevos, se han considerado los promedios ponderados de los primeros 100 m de profundidad.

El análisis de la relación existente entre la abundancia de la fase de huevo de las tres especies, con los promedios ponderados de temperatura y salinidad en las zonas I y II del crucero, permitió caracterizar el rango de dichos parámetros, en los cuales se localizaron las densidades de huevo más importantes de las especies objetivo.

De esta manera se pudo determinar, que los huevos de sardina se distribuyeron en aguas cuya temperatura fluctuó entre 13,24° y 14,84°C y salinidades comprendidas dentro del rango 34,72 ppm a 35,09 ppm detectándose las mayores densidades (> 6.000 huevos), en aguas con temperaturas superiores a los 14°C y salinidades sobre 35 ppm (Fig. 38).

De igual forma, se determinó que los huevos de anchoveta se distribuyeron en aguas con temperaturas y salinidades comprendidas entre 13,20 y 16,34°C y 34,62 y 35,13 ppm, registrándose las mayores densidades (> 12.000 huevos/10m<sup>2</sup>) en aguas cuya temperatura fluctuó entre 13,27 y 14,85 °C y salinidades entre 34,92 y 34,99 ppm (Fig. 39).

En el caso de huevos de jurel la temperatura fluctuó entre 13,20 y 15,66°C y 34,49 y 35,09 ppm, observándose que las mayores concentraciones (> 1.200 huevos/10m<sup>2</sup>) se ubicaron en aguas cuya temperatura y salinidad promedio fluctuó entre 14,53 y 15,66°C y 34,92 y 35,09 ppm (Fig. 40).

### 3. EVALUACION DE LOS RECURSOS

#### 3.1 Calibración electroacústica

La calibración del sistema de eointegración EK-500 del B/I Carlos Porter se realizó en Valparaíso los días 30 y 31 de julio de 1993, midiéndose las frecuencias de 38 y 120 khz en pulsos corto, medio y largo.

Los resultados de las calibraciones realizadas a la fecha a este ecosonda se indican en las tablas 4 y 5 para las frecuencias de 38 y 120 KHz.

En la tabla 8 se puede observar que los valores de TS y Sv obtenidos en las dos primeras calibraciones, se mantienen dentro del rango normal ( $\pm 1$  db). La última calibración es menor a 1,0 db inferior (en todos los pulsos) a las anteriores debido al cambio de la tarjeta "transceiver" correspondiente a 38 KHz efectuado en noviembre de 1992.

Los resultados presentados en la tabla 9 muestran diferencias mayores debido principalmente a la inestabilidad de la esfera en el centro del eje acústico, encontrándose dentro del rango aceptable para este tipo de trabajos.

Tabla 8. Calibraciones del EK-500 para la frecuencia de 38 KHz

Fecha	Lugar	TS-transd. gain			Sv-transd. gain		
		Corto	Medio	Largo	Corto	Medio	Largo
09.06.92	Mejillones	27,2	28,3	28,4	27,3	28,3	28,3
07.09.92	Mejillones	27,2	28,2	28,3	27,3	27,9	28,5
30.07.93	Valparaíso	26,5	27,3	27,4	26,5	27,0	27,4*

(\*) Cambio de tarjeta "transceiver" por anterior dañada.

Tabla 9. Calibraciones del EK-500 para la frecuencia de 120 KHz

Fecha	Lugar	TS-transd. gain			Sv-transd. gain		
		Corto	Medio	Largo	Corto	Medio	Largo
09.06.92	Mejillones	20,9	22,1	22,2	21,4	21,7	22,4
07.09.92	Mejillones	----	----	----	----	----	----*
30.07.93	Valparaíso	20,6	21,8	21,5	21,8	21,8	21,8

(\*) No se calibró por inestabilidad de la esfera

Las Figs. 41 y 42 muestran los resultados de las mediciones del patrón de directividad de los transductores obtenidas para las frecuencias de 38 y 120 KHz respectivamente. En estas figuras se observa las distintas posiciones del blanco dentro del haz acústico durante las mediciones y en la tabla de resultados correspondiente, se indica el ángulo real del haz y la posición relativa del lóbulo principal respecto al centro teórico.

### 3.2 Pescas de identificación

Se realizaron un total de 11 lances de pesca de identificación en la zona Mejillones-Arica, registrándose una captura total de 18.055 kg, la captura por lance varió entre 10 y 15.000 kg. En la Fig. 43 se presenta el recorrido seguido por la embarcación utilizada para las pescas de identificación y la ubicación geográfica de los lances de pesca. En la Fig. 44 se indica la composición específica y la captura de cada uno de los lances de pesca.

Los bajos niveles en las capturas obtenidas en las pescas de identificación se debieron fundamentalmente a que el recurso se encontraba innaccesible a la red de cerco, utilizada en este caso, combinado con una característica de distribución dispersa de los recursos, que aunque formó cardúmenes, estos fueron de pequeño tamaño.

El jurel fue la especie principal en los lances 1, 2, 5, 11 y 12, realizados entre Tocopilla y la latitud  $22^{\circ}36'S$  (lances 1, 2 y 5) y a la cuadra de Pisagua (lances 11 y 12).

La sardina estuvo presente en los lances 1, 4 (mezclada con anchoveta) y 12.

En general, se capturó anchoveta en los sectores costeros, dominando en los lances 3, 4, 6, 7, 8, 9 y en menor proporción en el lance 11.

La talla de sardina capturada en estos lances varió entre 21 y 33 cm (Fig. 45), observándose que en el lance 1 la moda estuvo ubicada en los 30 cm, mientras que en el lance 12 los ejemplares fueron menores, con una moda en los 24 cm (Fig. 46).

La composición por tallas del jurel, estuvo constituida por ejemplares de 20 a 27 cm, con una moda centrada en 22 cm (Fig. 45 y 47).

La anchoveta presentó un rango de tallas entre 12 y 16 cm con modas que variaron entre 14 y 15 cm (Figs. 45, 48 y 49).

Las capturas registradas por la flota que operó contemporaneamente al crucero, se dividieron en tres períodos semanales, entre 13 al 19 de agosto, desde el 20 al 26 de agosto y entre el 10 y el 17 de septiembre, para el caso particular de anchoveta se consideraron dos períodos adicionales, entre el 27 de agosto al 2 de septiembre y entre el 3 al 9 de septiembre. La captura total alcanzó a 23.329 t, en la tabla 10 se presentan las capturas registradas por semana y especie.

En las Figs. 50 a 52 se presentan las distribuciones geográficas de las capturas por especie y semana, georeferenciadas en cuadrículas de 10x10 mn.

Tabla 10. Capturas (t) semanales por especie en el período del crucero PELANOR 9308-09.

Período	Sardina	Anchoveta	Jurel	Caballa	Total
13-19/agosto	2.072	1.209	83	27	3.391
20-26/agosto	310	3.169	47	23	3.549
10-17/septiembre	157	16.205	27		16.389
TOTAL	2.539	20.583	157	50	23.329

La sardina española presentó las mayores capturas en la semana del 13 al 19 de agosto, destacándose dos zonas importantes, entre caleta Buena ( $19^{\circ}55'S$ ) y L  $20^{\circ}30'S$ ; y desde punta Patache ( $20^{\circ}50'S$ ) a punta Arenas ( $21^{\circ}40'S$ ) coincidiendo principalmente con el sector sur de la zona ubicada entre las 43 y 63 mn desde Caleta Camarones ( $19^{\circ}09'S$ ) hasta Punta Colorada ( $20^{\circ}05'S$ ) y entre las 56 y 80 mn desde Iquique hasta Caleta Chipana ( $21^{\circ}22'S$ ), detectados durante la prospección (Fig. 61). La veda reproductiva de la sardina española entre el 2 de agosto y el 10 de septiembre explica los bajos niveles de captura y la aparente inconsistencia entre estos y la información proveniente de la prospección.

Las mayores capturas de anchoveta se registraron entre Pisagua y punta Lobos ( $21^{\circ}00'S$ ) en la semana inmediatamente posterior al período en que se prospectó dicho sector (10 al 17 de septiembre), coincidiendo con la zona de mayor concentración de este recurso detectado durante la prospección (Fig. 69).

Las zonas de pesca de jurel se ubicaron fundamentalmente entre punta Lobos ( $21^{\circ}00'S$ ) y Tocopilla, no coincidiendo con las zonas de distribución detectadas en la prospección (Fig. 65). Cabe señalar que en este período la flota operaba preferentemente sobre la anchoveta y la sardina se encontraba en veda reproductiva, además de la innaccesibilidad de este recurso a las artes de pesca

utilizadas por la flota, por su localización relativamente mas profunda.

En general, las capturas provenientes de los lances de identificación y de la flota que operó contemporáneamente a la prospección, se utilizaron para validar la identificación de especies realizada mediante el método acústico, especialmente para la anchoveta que registró una alta correlación entre la ubicación geográfica de las capturas y los sectores en que esta especie fue detectada en la prospección. Los lances de identificación, permitieron además obtener información biológica de los peces detectados durante la prospección. Aún cuando en este caso el número de lances de pesca exitosos estuvo limitado por las características de distribución de los recursos, permitió cumplir con los fines planteados en la Propuesta Metodológica del proyecto.

En el caso de la información proveniente de la flota, la limitación estuvo determinada fundamentalmente por la veda reproductiva de sardina, por lo que las capturas de esta especie fueron inferiores.

La validez de la información de la flota pesquera, para efectos complementarios de la identificación de especies, se aprecia claramente en el caso de anchoveta y está fundamentado en el alto número de barcos que realizan faenas de extracción permitiendo una alta capacidad de muestreo. Sin embargo, en algunos casos, este tipo de información puede sesgarse por efecto de la intencionalidad de pesca sobre algún recurso o zona en particular.

### **3.3 Características de la información acústica**

En general, la información acústica recolectada en el presente crucero estuvo constituida por una alta proporción de observaciones sin la presencia de registro (cero) y correspondientes a densidades bajas (lecturas en el ecointegrador entre 500 y 1000). En la zona Arica-Punta Amarilla se realizaron un total de 1784 observaciones acústicas (IBM), de las cuales 1364 correspondieron a cero (76,5%) y 420 fueron superiores a este valor (23,5%) (Fig. 53). En la zona Punta Amarilla-Caldera, se realizaron un total de 715 observaciones, registrándose 586 (81,9%) sin la presencia de

recurso y 129 con valores superiores a cero (18,0%). Entre Caldera y Coquimbo se efectuaron 588 IBM's con 471 sin registro (80,1%) y 117 superiores a cero (19,9%).

Estos resultados representan la situación típica en prospecciones directas, particularmente en recursos pelágicos, en que la gran proporción de datos cero indica el grado de agregación de los recursos detectados, observándose en algunos casos, de acuerdo a la distribución de los recursos, modificaciones en la proporción de los cero y la información a distintos niveles de densidad.

A nivel de cada especie, la proporción se mantiene, acentuándose en algunos casos la importancia relativa de los cero, respecto a la información superior a este valor. En la Fig. 54 se presenta la información correspondiente a sardina para las tres zonas consideradas. De este modo se aprecia que de las 1784 observaciones acústicas realizadas entre Arica y Punta Amarilla, el 97,6% no presentó la presencia de esta especie (1741) y en 2,4% de las IBM's estuvo presente (43). Entre Punta Amarilla y Caldera y Caldera-Coquimbo la presencia de sardina se hizo mas escasa, registrándose sólo en el 1,7% y 0,9% de las observaciones, respectivamente.

En el caso del jurel, se aprecia una menor importancia relativa de los datos cero, respecto al total, es así como en la zona Arica-Punta Amarilla las observaciones cero fueron el 82,2% del total; entre Punta Amarilla y Caldera fueron el 84,3% y; entre Caldera y Coquimbo alcanzaron al 78,9% (Fig. 55).

La anchoveta presentó una situación similar que la sardina, registrándose el 97,6% de datos cero entre Arica y Punta Amarilla y el 98,5% en la zona Punta Amarilla-Caldera, no detectándose en el sector Caldera-Coquimbo (Fig. 56).

### **3.4 Distribución de los recursos pelágicos**

#### **3.4.1. Distribución geográfica del total de recursos.**

##### **a) Zona Arica-Punta Amarilla**

Las principales concentraciones del total de recursos se localizaron entre las 3 y 89 mn de la costa desde punta Baquedano ( $18^{\circ}40'S$ ) a Punta Colorada ( $20^{\circ}00'S$ ) y entre las 17 mn a 72 mn desde Paquica ( $21^{\circ}50'S$ ) a Isla Santa María ( $23^{\circ}30'S$ ) (Fig. 57). Las mayores densidades, las que cubrieron una mayor área tendieron a ubicarse hacia el límite sur de esta zona (Fig. 58).

##### **b) Zona Punta Amarilla-Caldera**

En este sector las áreas cubiertas por las altas densidades fueron inferiores que en la zona Arica-Punta Amarilla, destacándose los sectores ubicados a 78 mn de Caleta Botija ( $24^{\circ}30'S$ ); 62 mn entre Punta Buitre ( $24^{\circ}37'S$ ) y Punta Guanillo ( $25^{\circ}00'S$ ) (Fig. 59). En esta zona es interesante destacar el alto grado de agregación de los recursos que ocuparon un reducido tamaño, determinado fundamentalmente por el jurel, ubicado entre 26 a 33 mn de Punta San Pedro ( $25^{\circ}30'S$ ) (Fig. 58).

##### **c) Zona Caldera-Coquimbo**

El tamaño de las áreas que cubrieron las principales y los niveles de las densidades de los recursos en este sector fueron relativamente inferiores que en el sector Punta amarilla-Caldera (Figs. 58 y 60). El límite longitudinal de las principales agregaciones de los recursos no superó las 40 mn de la costa, destacándose los sectores ubicados entre las 31 y 36 mn desde Huasco a Bahía Carrizal ( $29^{\circ}10'S$ ); a 7 mn de Caleta Inglesa y; entre las 16 a 21 mn y 31 a 36 mn a la cuadra de Caleta Cruz Grande ( $29^{\circ}35'S$ ).

### **3.4.2 Distribución geográfica de Sardina española**

#### **a) Zona Arica-Punta Amarilla**

En general, la sardina se localizó entre las 10 y 80 mn de la costa, destacándose tres grandes focos (Fig. 61), ubicados entre las 43 y 63 mn desde Caleta Camarones ( $19^{\circ}09'S$ ) hasta Punta Colorada ( $20^{\circ}05'S$ ); entre las 56 y 80 mn desde Iquique hasta Caleta Chipana ( $21^{\circ}22'S$ ) y; entre las 20 a 73 mn desde Punta Arenas ( $21^{\circ}40'S$ ) hasta Isla Santa María ( $23^{\circ}27'S$ ). Además, se registraron otros sectores de menores dimensiones ubicados entre las 9 y 17 mn desde las latitudes  $19^{\circ}12'S$  a  $19^{\circ}28'S$  y entre las 19 y 35 mn a la cuadra de Punta Amarilla ( $24^{\circ}00'S$ ).

La localización geográfica de esta especie se caracterizó por presentar una tendencia creciente en la densidad junto con el incremento de la latitud, observándose que las mayores concentraciones de sardina se detectaron en el foco ubicado al sur del río Loa, en que las lecturas del ecointegrador presentaron los valores mayores, superando las 5.000 unidades. En la Fig. 62 se presenta la distribución geográfica de las lecturas del ecointegrador, pudiendo apreciarse la alta concentración de la sardina entre el río Loa y Taltal y particularmente la situación registrada en las cercanías de Mejillones.

#### **b) Zona Punta Amarilla - Caldera**

La distribución de la sardina se caracterizó por ser altamente contagiosa, detectándose en agregaciones aisladas de pequeño tamaño (Fig. 63), destacándose por sus mayores concentraciones los sectores ubicados entre las 13 y 19 mn y las 51 a 57 mn desde las latitudes  $24^{\circ}19'$  hasta  $24^{\circ}30'S$ ; 62 a 68 mn de las latitudes  $24^{\circ}42'S$  y  $24^{\circ}55'S$  y; 27 a 32 mn a la cuadra de Bahía Lavata ( $25^{\circ}40'S$ ). En este caso, las mayores concentraciones de sardina se presentaron hacia el límite norte de esta zona, con lecturas máximas en el ecointegrador de 3.380.

**c) Zona Caldera-Coquimbo**

Esta especie estuvo virtualmente ausente en esta zona, detectándose solo tres agregaciones en toda la prospección (Fig. 64), localizados entre las 19 y 23 mn de la costa entre Caleta Inglesa ( $29^{\circ}00'S$ ) y Punta Poroto ( $29^{\circ}50'S$ ) en que las lecturas del ecointegrador alcanzaron valores levemente superiores a las 630 unidades de Sa (Fig. 62).

**3.4.3 Distribución geográfica de Jurel**

**a) Zona Arica-Punta Amarilla**

En general los límites de la distribución geográfica de esta especie variaron entre las 5 y las 95 mn de la costa, presentando un patrón mas homogéneo que en la sardina, con alta frecuencia de densidades bajas y escasa presencia de las categorías de densidad altas, que sólo formaron pequeños sectores (Fig. 65). En este sentido es posible destacar las agregaciones registradas entre las 58 y 90 mn desde Punta Baquedano ( $18^{\circ}40'S$ ) hasta Punta Madrid ( $19^{\circ}04'S$ ); 58 a 60 mn a la cuadra de punta Madrid; 69 mn a la cuadra de Tocopilla; entre las 86 y 90 mn de latitud  $23^{\circ}20'S$ ; a 98 mn y 70 mn de Punta Amarilla, sector en que se presentaron los mayores registros de jurel con lecturas en el ecointegrador cercanas a las 4.600 unidades de Sa (Fig. 66).

**b) Zona Punta Amarilla- Caldera**

La distribución geográfica detectada en este sector mantiene las mismas características observadas al norte de Punta Amarilla (Fig. 67), con un patrón homogéneo con densidades bajas, no detectándose la presencia de sectores de alta concentración del recurso. La distribución geográfica de los valores de Sa, presentados en la Fig. 66 indica que en el límite norte de esta zona se aprecia una concentración de jurel, sugiriendo que la distribución presentó una proyección hacia el límite occidental de la prospección.

**c) Zona Caldera-Coquimbo**

De acuerdo a las cartas geográficas expresada en categorías de densidad, se observa que en general el patrón de distribución geográfico de jurel en esta zona, coincidió con el observado entre Punta Amarilla y Caldera, tendiendo a aumentar la frecuencia de agregaciones de alta densidad, destacándose los ubicados a las 42 mn de la latitud  $27^{\circ}44'S$ ; 32 mn de la latitud  $28^{\circ}35'S$ ; 39 mn de Punta Chungungos ( $29^{\circ}25'S$ ) y; a 50 mn de Punta Poroto ( $29^{\circ}50'S$ ) (Fig. 68). En la distribución geográfica de las lecturas del ecointegrador es posible observar que los ordenes de magnitud de las lecturas en este sector fueron superiores a los presentados entre Punta Amarilla y Caldera, siendo en todo caso inferiores a los registrados entre Arica y Punta Amarilla.

**3.4.4 Distribución geográfica de Anchoveta**

**a) Zona Arica-Punta Amarilla**

Esta especie se detectó en forma escasa en áreas de baja densidad ubicadas entre las 5 y 57 mn de la costa (Fig. 69), la única zona que se destacó por su alta concentración se localizaron entre las 30 y 51 mn a la cuadra de Pisagua y en las cercanías de Mejillones, siendo ambos sectores de ordenes de magnitud similares en las lecturas del ecointegrador (Fig. 70).

**b) Zona Punta Amarilla- Caldera**

En esta zona esta especie estuvo virtualmente ausente, detectándose solamente un sector con baja densidad localizado entre las 26 y 38 mn de las latitudes  $24^{\circ}15'S$  y  $24^{\circ}51'S$  (Fig. 71)

**c) Zona Caldera-Coquimbo**

En este sector no se detectó la presencia de anchoveta.

### 3.4.5 Atributos de las estructuras geográficas

Los correlogramas construidos para cada transecta con la información correspondiente a las lecturas del ecoinTEGRADOR (Sa) asignados a sardina española, jurel y anchoveta para cada subzona tuvieron un orden de retardo de 12 mn.

#### a) Sardina española

En general los coeficientes de autocorrelación presentaron una alta variabilidad, observándose sólo ruido blanco en las transectas realizadas entre Coquimbo y Punta Amarilla (Figs. 72 y 73), mientras que entre Punta Amarilla y Arica, se presentó autocorrelación entre los datos entre 1 y 6 mn, siendo los valores mas significativos entre 1 y 2 mn. Esta información permite detectar la presencia de macroestructuras en la zona Punta Amarilla-Arica con tamaños cercanos a las 3 mn, registrándose solo en la transecta 15 una macroestructura de tamaño superior a las 6 mn. Estos resultados son producto del alto grado de agregación presentado por la sardina española y de los niveles de las lecturas acústicas en cada observación. Es así como reflejan la escasa presencia de esta especie al sur de Punta Amarilla y de igual modo su mayor frecuencia y niveles de densidad en la zona Punta Amarilla-Arica en que los mayores índices de autocorrelación se presentaron en las transectas con lecturas acústicas mas altas (transectas 15 a 18, 20 y 25). Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Barbieri y Córdova (1986), en que analizaron la variabilidad de los datos de una prospección de recursos pelágicos en la zona norte en el otoño de 1981.

#### b) Jurel

En el caso de esta especie, se registró una alta variabilidad en los órdenes de magnitud de los coeficientes de autocorrelación determinados para cada transecta, registrándose los valores mayores en las transectas 1, 11, 14, 15, 16, 17, 24, 30, 31 y 32 (Figs. 74 a 76). Estos resultados indican niveles de autocorrelación mayores que en sardina española con valores que variaron entre 2 y 8 mn, observándose solo en las transectas 16 y 30 que el orden de autocorrelación superó las 9 mn. De este modo se definen tamaños de

macroestructuras entre 2 y 5 mn, las que fueron mas evidentes en las transectas 5, 9, 16, 17 y 29 a 32, señalando la característica de mayor homogeneidad en la distribución geográfica del jurel, respecto a la sardina española.

### **c) Anchoveta**

En general, la información correspondiente a anchoveta se presentó autocorrelacionada entre 1 y 4 mn, siendo mas frecuente un orden de autocorrelación de 1 a 2 mn (Fig. 77). El tamaño de las macroestructuras varió entre 1 y 4 mn, indicando la concentración de este recurso en focos definidos y su ausencia hacia zonas mas oceánicas.

## **3.4.6 Distribución batimétrica de los recursos**

### **a) Sardina española**

#### **Zona Arica-Punta Amarilla**

La distribución batimétrica de sardina fluctuó entre 10 y 30 m de profundidad, registrándose sobre un 70% de los cardúmenes detectados entre 10 y 20 m (Fig. 78), observándose que las agregaciones de mayor densidad (categorías 3 y 4) tendieron a ubicarse en el estrato de profundidad entre los 20 y 30 m, mientras que los de menor densidad (categorías 1 y 2) se localizaron en sectores mas superficiales.

Estas profundidades corresponden a la capa de mezcla, sobre la termoclina, limitado por las isotermas entre 14 y 17°C, registrándose sobre el 70% de las observaciones acústicas de sardina, asociados a las isotermas de 15 y 16°C (Figs. 79 y 80).

Las isohalinas que limitaron la distribución vertical variaron entre 34,7 y 35,3, registrándose las mayores frecuencias entre 34,7 y 35. Los resultados por categoría de densidad, indica una leve tendencia de los cardúmenes de mayor concentración (categorías 3 y 4) a ubicarse entre 34,7 a 35,7 (Fig. 81).

### **Zona Punta Amarilla-Caldera**

En esta zona la sardina se localizó entre los 20 y 60 m de profundidad, registrándose las mayores frecuencias (73,3%) entre los 20 y 40 m, presentándose una distribución homogénea de las categorías de densidad de los cardúmenes en este estrato. Las isotermas que limitaron esta distribución vertical variaron entre 13 y 15 °C, registrándose el 91,7% de los cardúmenes asociados con el rango 13 a 14°C. Las salinidades variaron entre 34,4 y 34,8, con un 83,4% de los ecorregistros en 34,6 a 34,8.

### **Zona Caldera-Coquimbo**

La distribución vertical de la sardina en esta zona varió entre 10 y 50 m, centrada en los 30 m con un 60% de los cardúmenes detectados. Esta distribución estuvo limitada por las isotermas de 11 y 12 °C, con un 80% de los cardúmenes ubicados en 12°C, coincidiendo con la tendencia de las categorías mayores. Las salinidades variaron entre 34,5 y 34,6, tendiendo a localizarse la mayor frecuencia (60%) del número de ecorregistros en 34,6.

### **b) Jurel**

#### **Zona Arica-Punta Amarilla**

En general, en el sentido vertical, el jurel localizado en esta zona estuvo asociado a la capa de mezcla, por sobre la termoclina, observándose hacia el límite sur de esta zona que las profundidades tendieron a incrementarse, detectándose incluso por abajo de la termoclina (Figs. 82 y 83). Los rangos de profundidad variaron entre la superficie y los 140 m, observándose que las mayores frecuencias se ubicaron entre 10 y 30 m (64%) (Fig. 79), esta tendencia corresponde con lo registrado para las categorías de densidad menores (1 y 2), presentando una mayor dispersión en las categorías de densidad mayores (3 y 4).

Lo anterior estuvo determinado por las isotermas de 11 a 15 °C, presentándose una tendencia a ubicarse en aguas de menores

temperaturas hacia el límite sur de la zona, coincidiendo con el incremento en profundidad de la distribución. Las isoterms que registraron las mayores frecuencias de los cardúmenes estuvieron entre 15 y 17 °C, con un 71,5% (Fig. 80). Las salinidades límites de la distribución batimétrica fluctuaron entre 34,4 y 35,3 con un 58,9% de los ecorregistros entre 34,9 y 35,3 (Fig. 81).

#### **Zona Punta Amarilla-Caldera**

En esta zona, el jurel se detectó en estratos mas profundos que en la zona norte, variando entre 20 y 160 m, asociado al sector de mayor gradiente térmica producida por la termoclina ó por abajo de ésta (Fig. 84), las mayores frecuencias del número de cardúmenes detectados fluctuaron entre 80 y 120 m, con un 62,5%, siendo dominado por las categorías de menor densidad (1 y 2) (Fig. 79). Esta distribución vertical estuvo limitada por las isoterms de 11 y 15°C, observándose que el 91,1% de los cardúmenes se localizaron entre 11 y 13 °C (Fig. 80). Las salinidades variaron entre 34,3 y 34,9, tendiendo a ser mayores las frecuencias en el rango 34,4 a 34,7 (88,4%) (Fig. 81)

#### **Zona Caldera-Coquimbo**

La distribución batimétrica del jurel en esta zona varió entre 10 y 210 m, tendiendo a reducir las profundidades en las cercanías de la costa (Fig. 84), observándose dos modas en la distribución, entre 90 y 110 m, con el 30,1% de los cardúmenes, y entre 140 y 170 m, con el 30,2% (Fig. 79). Las isoterms que limitaron esta distribución variaron entre 10 y 14 °C, tendiendo a reducirse la isoterma superior, respecto a lo observado en la zona Arica-Punta Amarilla, ubicándose el 94,4% de los cardúmenes entre 11 y 13°C (Fig. 80). En este caso, las frecuencias totales estuvieron dominadas por los valores de menor categoría de densidad (1 y 2). Las salinidades variaron entre 34,4 y 34,7, registrándose el 93,7% de los ecorregistros entre 34,5 y 34,7 (Fig. 81).

### **c) Anchoveta**

#### **Zona Arica-Punta Amarilla**

En general, esta especie se ubicó entre los 10 y 30 m de profundidad, asociado a la capa de mezcla (Fig. 85), observándose que el 98% de los cardúmenes estuvieron entre los 10 y 20 m. Las categorías de menor densidad (1 y 2) se ubicaron en los estratos de profundidad mas superficiales, mientras que las mayores densidades tendieron a adoptar una mayor dispersión en todo el rango de profundidades (Fig. 86). Las isotermas límites de esta distribución variaron entre 14 y 18°C, observándose las mayores frecuencias entre 15 y 17°C (89,8%) (Fig. 87). Las salinidades variaron entre 34,3 y 35,3 registrándose una moda principal entre 35 y 35,2, con un 57,2% de los cardúmenes (Fig. 88).

#### **Zona Punta Amarilla-Caldera**

Las profundidades presentadas por esta especie entre Punta Amarilla y Caldera, fluctuaron entre 10 y 20 m, asociado a las isotermas de 12 a 15 °C y salinidades entre 34,6 y 34,8 (Figs. 86 a 88).

### **3.5 Estimados de biomasa de los recursos**

En la tabla 11 se presentan los estimados de la biomasa de los recursos por zona y período.

La biomasa de sardina española, jurel y anchoveta estimada en el invierno de 1993 entre Arica y Caldera alcanzó a 629.850 t, 663.620 t y 137.930 t, respectivamente, mientras que entre Caldera y Coquimbo la sardina alcanzó a 33.660 t y el jurel a 226.350 t, no detectándose la presencia de anchoveta en esta zona. En términos generales, se observó que los estimados de biomasa para las tres especies fueron mayores en la zona Arica-Punta Amarilla, tendiendo a disminuir en las zonas Punta Amarilla- Caldera y Caldera-Coquimbo.

Los valores estimados para sardina española en las zonas Punta Amarilla-Caldera (167.750 t) y Caldera-Coquimbo (33.660 t) fueron

un 63,7% y 92,7% menores respecto a los obtenidos entre Arica y Punta Amarilla (462.100 t), respectivamente.

En jurel, la zona Arica-Punta Amarilla presentó el estimado de biomasa mayor con 511.150 t, mientras que entre Punta Amarilla y Caldera se registró el valor mas bajo con 152.470 t, la comparación entre las tres zonas indica que los resultados alcanzados entre Punta Amarilla-Caldera y Caldera-Coquimbo fueron 70,2% y 55,7%, inferiores que los obtenidos entre Arica y Punta Amarilla.

La anchoveta presentó los estimados de biomasa mas bajos de las tres especies, alcanzándose entre Arica y Punta Amarilla 128.850 t y entre Punta Amarilla y Caldera 9.080 t, representando una reducción del 92,9%, respecto a la zona norte. Entre Caldera y Coquimbo no se detectó la presencia de esta especie, lo que probablemente se debió a su distribución en sectores costeros inaccesibles al buque de prospección.

Tabla 11. ESTIMADOS DE BIOMASA TOTAL POR ESPECIE Y ZONA. CRUCERO PELANOR 9308-09.

ZONA	PERIODO	SARDINA ESPAÑOLA			JUREL		ANCHOVETA		TOTAL	
		AREA (mn <sup>2</sup> )	BIOMASA (t)	DENS (t/mn <sup>2</sup> )						
ARICA-PTA.AMARILLA	20.08-11.09.93	34.865	462.100	13,3	511.150	14,7	128.850	3,7	1.102.350	31,6
PTA.AMARILLA-CALDERA	11.08-19.08.93	18.555	167.750	9,0	152.470	8,2	9.080	0,5	329.310	17,7
CALDERA-COQUIMBO	11.09-17.09.93	14.904	33.660	2,3	226.350	15,2	229.440	15,4		
ARICA-CALDERA	11.08-11.09.93	53.420	629.850	11,7	663.620	12,4	137.930	2,6	1.431.650	26,8

### 3.6 Precisión de los estimados de biomasa

#### 3.6.1 Total de especies

En la tabla 12 se presentan las varianzas y los coeficientes de error (%) de las estimaciones de biomasa del total de especies, obtenidas por la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

Los resultados antes expuestos indican que la precisión de los estimados de biomasa para el total de especies, medida según el coeficiente de error, variaron entre 14,0 y 65,8 % dependiendo del método y de la zona considerada. En general, para las estimación con el total de especies los métodos de los Estratos Agrupados y Bootstrap aplicados en la zona Arica Punta Amarilla presentaron los menores coeficientes de error.

Estos resultados se ajustan al plan de muestreo propuesto en la Oferta Técnica del Proyecto que planteaba un Coeficiente de Variación (CV) de 0,14, puesto que en este caso el coeficiente de variación (CV) resultante en las zonas Arica-Punta Amarilla y Caldera-Coquimbo fueron inferiores a este valor. En la zona Punta Amarilla-Caldera el CV fue superior al esperado, debido a la distribución altamente gregaria de las tres especies, a la escasa presencia de sardina española y a la virtual ausencia de anchoveta. Sin embargo, esta situación se compensó al considerar la zona integrada desde Arica a Caldera, resultando un valor de CV dentro de lo proyectado.

Tabla 12. Varianza  $V(B_o)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa total de especies

METODO	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP			
	Zona	Area (mn <sup>2</sup> )	$V(B_o)$ (x 10 <sup>10</sup> )	E (%)	CV	$V(B_o)$ (x 10 <sup>10</sup> )	E (%)	CV	$V(B_o)$ (x 10 <sup>10</sup> )	E (%)	CV
	Arica-Punta Amarilla	34.865	2,38504	23,1	0,14	1,61533	18,9	0,12	2,23296	22,0	0,14
	Punta Amarilla-Caldera	18.555	1,73310	65,8	0,39	1,63000	63,8	0,39	1,50230	61,0	0,37
	Caldera-Coquimbo	14.904	0,05055	16,1	0,09	0,08563	20,9	0,13	0,03685	14,0	0,08
	Arica-Caldera	53.420	4,11814	23,4	0,14	3,24533	20,8	0,13	17,69429	48,6	0,29

### 3.6.2 Sardina

En la tabla 13 se presentan las varianzas y los coeficientes de error (%) de las estimaciones de biomasa de sardina española, obtenidas por la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

En el caso de sardina española la mayor precisión se alcanzó con el método de Estratos Agrupados, alcanzando en la zona Arica-Punta Amarilla un coeficiente de error de 44,8%.

En general cuando el coeficiente de error superó el 70% fue omitido de las tablas de resultados. Esta situación se presentó entre Punta Amarilla y Caldera, producto de la escasa presencia de la especie en la zona, reflejada en la alta proporción de datos cero y que generó una amplia variabilidad en los datos. En la zona Caldera-Coquimbo se obtuvieron coeficientes de error levemente inferiores a los registrados en Punta Amarilla-Caldera, alcanzando a 67,7%

Al considerar la zona integrada desde Arica a Caldera, el coeficiente de error fue de 45,3%.

Tabla 13. Varianza  $V(B_0)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de sardina

METODOS	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
	Area (mn <sup>2</sup> )	$V(B_0)$ (x 10 <sup>-10</sup> )	E (%)	CV	$V(B_0)$ (x 10 <sup>-10</sup> )	E (%)	CV	$V(B_0)$ (x 10 <sup>-10</sup> )	E (%)	CV
Arica-Punta Amarilla	34.865	2,03390	50,8	0,31	1,58535	44,8	0,27	1,99358	49,0	0,30
Punta Amarilla-Caldera	18.555	1,13712	50,6	0,64	1,64067	44,7	0,71	0,93516	----	0,58
Caldera-Coquimbo	14.904	0,03251	----	0,54	0,01919	67,7	0,41	0,02667	----	0,49
Arica-Caldera	53.420	3,17102	46,5	0,28	3,00294	45,3	0,28	2,87095	44,3	0,27

### 3.6.3 Jurel

En la tabla 14 se presentan las varianzas y los coeficientes de error (%) de las estimaciones de biomasa de jurel, obtenidas por la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

Para jurel, los coeficientes de error fueron inferiores que en el caso de sardina española variando entre 20,0% y 69,0% según el método y la zona considerada. En este caso, los menores valores también se registraron con el método de Estratos Agrupados. La zona Caldera-Coquimbo fue la que presentó los menores coeficientes de

error, siendo de 21,9% y 20,0 % para los métodos de Estratos Agrupados y Bootstrap, respectivamente.

Por su parte el sector comprendido entre Punta Amarilla y Caldera registró los valores mayores, siendo de 60,6% con Estratos Agrupados. Estos resultados reflejan la fuerte influencia de los datos cero sobre la variabilidad total de los datos, que de hecho representaron el 84,3% de las observaciones.

En el caso de la zona Caldera-Coquimbo, en general las densidades por transecta fueron bajas (entre 500 y 1000 unidades de Sa), que sumada al menor número de observaciones con datos cero, respecto a las otras zonas, proporcionó un estimado de biomasa con baja variabilidad.

El coeficiente de error determinado entre Arica y Caldera, fue de 21,1% según el método de Estratos Agrupados.

Tabla 14. Varianza  $V(B_0)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de jurel

METODOS	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
	Zona	Area ( $mn^2$ )	$V(B_0)$ ( $x 10^{10}$ )	E (%)	CV	$V(B_0)$ ( $x 10^{10}$ )	E (%)	CV	$V(B_0)$ ( $x 10^{10}$ )	E (%)
Arica-Punta Amarilla	34.865	0,59513	24,8	0,15	0,40579	20,5	0,12	0,52879	23,0	0,14
Punta Amarilla-Caldera	18.555	0,48949	----	0,46	0,31541	60,6	0,37	0,42426	69,0	0,43
Caldera-Coquimbo	14.904	0,09048	21,9	0,13	0,09038	21,9	0,13	0,07469	20,0	0,12
Arica-Caldera	53.420	1,08462	25,8	0,16	0,72120	21,1	0,13	0,95306	24,2	0,15

#### 3.6.4 Anchoqueta

En la tabla 15 se presentan las varianzas y los coeficientes de error (%) de las estimaciones de biomasa de anchoqueta, obtenidas por la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

Para anchoqueta, los coeficientes de error determinados entre Arica y Punta Amarilla variaron entre 45,0 y 46,3%, siendo los menores valores correspondientes al método de los Estratos Agrupados y

Bootstrap. Los resultados alcanzados en la zona Punta Amarilla-Caldera superaron al 70%, por lo cual no se incluyeron en la tabla. Esta situación se explica principalmente por la virtual ausencia de esta especie en dicha zona. El resultado integrado de la zona Arica-Caldera presentó coeficientes de error de 36,2 de acuerdo al método de los Estratos Agrupados, siendo válida en este caso la explicación de la reducción de la variabilidad total por el incremento del número de observaciones.

Tabla 15. Varianza  $V(B_0)$ , coeficiente de variación (CV) y de error (%) de los estimados de biomasa de anchoveta

METODOS	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
	Area (mn <sup>2</sup> )	$V(B_0)$ (x 10 <sup>10</sup> )	E (%)	CV	$V(B_0)$ (x 10 <sup>10</sup> )	E (%)	CV	$V(B_0)$ (x 10 <sup>10</sup> )	E (%)	CV
Arica-Punta Amarilla	34.865	0,13304	46,6	0,28	0,10476	41,3	0,25	0,12396	45,0	0,27
Punta Amarilla-Caldera	18.555	0,00435	----	0,73	0,00195	----	0,49	0,00384	----	0,68
Arica-Caldera	53.420	0,13738	44,2	0,25	0,10671	36,2	0,22	0,12780	39,6	0,24

### 3.7 Indices de densidad y cobertura

Con el objeto de hacer comparables los Indices de Cobertura (IC) y Densidad (ID) obtenidos en el presente crucero respecto a los alcanzados en prospecciones anteriores, se han considerado IBM's de 2 mn. En la tabla 16 se entregan los valores correspondientes a cada especie por zona.

De estos resultados resalta el hecho que la sardina española detectada entre Punta Amarilla y Caldera presentó el mayor grado de concentración de las tres zonas consideradas con un ID de 359,9 t/mn<sup>2</sup>, indicando el alto grado gregario de esta especie, lo cual explica los niveles de error en el estimado de biomasa de esta especie en dicha zona.

Tabla 16. Indices de Cobertura (IC) (%) y Densidad (ID) (t/mn<sup>2</sup>) por especie y zona.

ZONA	SARDINA ESPAÑOLA		JUREL		ANCHOVETA	
	ID (t/mn <sup>2</sup> )	IC (%)	ID (t/mn <sup>2</sup> )	IC (%)	ID (t/mn <sup>2</sup> )	IC (%)
Arica-Punta Amarilla	171,2	7,8	56,6	26,1	88,6	4,0
Punta Amarilla-Caldera	325,9	2,8	41,1	20,1	22,1	2,2
Caldera-Coquimbo	133,7	1,7	54,8	27,7		

## VIII. ANALISIS DE RESULTADOS

### 1. CONDICIONES OCEANOGRAFICAS

#### 1.1 Temperatura

Entre Arica y Antofagasta la distribución de las isothermas en superficie para el período de estudio, es similar a la registrada en julio-agosto de 1987 (Kelly y Osses, 1987) y septiembre de 1992 (Castillo et al, 1992), períodos en que se presentaban situaciones cálidas post-Niño 1987 y 1992 respectivamente.

Entre Arica y Pisagua la temperatura es menor en 1°C con respecto a Agosto de 1989 (Osses et al, 1989).

Para el área entre Antofagasta y Caldera, los valores de temperatura son similares a los encontrados en julio de 1976 (Silva y Sievers, 1981) mayores en 1°C con respecto al período de agosto de 1988 (Kelly et al, 1988), menores en 1°C a los períodos julio-agosto 1987 (Kelly y Osses, 1987) y 1991 (Blanco, 1991).

La base de la termoclina, representada por la profundidad de la isoterma de 15°C presentó valores en general típicos para la época en el área oceánica, excepto a los 21°S donde ésta isoterma alcanza los 80 metros debido a la entrada de un flujo de AST-2 proveniente del Oeste.

En tanto en el área costera esta isoterma se encuentra aproximadamente 10 a 20 metros mas profunda que los años 89 (Osses et al, 1989), 90 (Kelly et al, 1990) y 91 (Blanco, 1991), pero similar a la registrada en septiembre de 1992 (Castillo et al, 1992). Esto último indica una mayor intrusión de aguas cálidas pertenecientes al Agua Subtropical Oceánica como ocurre durante los eventos cálidos (Robles et al, 1974; Blanco y Díaz, 1985, Kelly y Blanco, 1986).

Los anomalía de temperatura superficial respecto a los promedios de largo plazo de Reynolds (1982) muestran valores cercanos al promedio entre Caldera y Tocopilla. Al norte de ésta última

localidad y dentro de las primeras 70 millas la anomalías de +1 a +2 son similares a lo encontrado durante las condiciones de post-Niño de septiembre de 1992. La anomalía térmica de +2 es un valor considerado anormal, y que también se presentó durante El Niño 1991-92 desde diciembre de 1991 a octubre de 1992 (Blanco et al, 1991; Blanco et al, 1992 a,b,c,d y e; Blanco y Vega, 1992; Blanco y Reyes, 1992; Castillo et al, 1992).

La salinidad, presentó en toda el área de estudio valores más altos a los registrados en igual período años anteriores, siendo mayores en 1 a 2 décimas que los años 1976 (Silva y Sievers, 1981), 1989 (Osses et al, 1989) y 1992 (Castillo et al, 1992), 1 a 3 décimas que 1987 (Kelly y Osses, 1987) y mayores en 1 a 4 décimas con respecto a 1988 (Kelly et al, 1989), 1990 (Kelly et al, 1990) y 1991 (Blanco, 1991).

El máximo de 35,3 que cubre el sector oceánico entre Arica e Iquique, es particularmente alto para esta época del año (Kelly et al, 1983). Tanto los valores como su distribución son similares a los encontrados en octubre de 1983 (Blanco y Díaz, 1985), enero y octubre de 1992 (Blanco et al, 1992a; Blanco y Vega, 1992).

El frente salino detectado a la cuadra de Mejillones, sería producto del encuentro de AST-2 y de agua originada de la mezcla de AST-1 y ASAA. La primera de éstas, la AST-2, ingresa desde el oeste, alterando una estrecha franja de agua en la superficie pero cuyo efecto se observa a lo menos hasta los 600 metros de la columna de agua. Esto último es evidente por la brusca profundización de las isotermas, isohalinas e isopicnas en las secciones paralelas a la costa a 40 y 100 millas (Figs. 89 a 92). Tal situación no ha sido observada en cruceros anteriores debido probablemente a la menor separación de transectas utilizada en el presente crucero (20 mn). La segunda, que corresponde a un tipo de agua producto de la mezcla de AST y ASAA (salinidad menor a 34,7 y temperatura >15°C), participa en el remolino ciclónico permanente de invierno y primavera (Blanco y Reyes, 1992).

La concentración de oxígeno disuelto en superficie es levemente menor en 0,5 ml/l que la registrada en julio 1976 (Silva y Sievers, 1981) y en agosto de 1991 (Blanco, 1991), sin embargo es similar a

Septiembre de 1992 (Castillo et al, 1992). Estas características serían producto de las mayores temperaturas registradas durante los eventos cálidos.

La disponibilidad de estudios previos en el sector Caldera - Coquimbo para épocas similares es escasa, lo que limita el análisis de datos históricos.

La temperatura superficial de Septiembre entre Caldera y Coquimbo presenta una distribución similar a la registrada durante Julio de 1976 (Silva y Sievers, 1981) y Septiembre 1992 (Boré et al, 1993). Respecto a imágenes de satélite de septiembre de 1992 los valores son superiores en 1°C. La anomalía térmica con respecto a los promedios mensuales de Reynolds (1982) presenta valores positivos y negativos que no superan una desviación estándar.

En este mismo sector la distribución de las isotermas e isopícnas indica el avance de aguas frías hacia el norte entre las 40 y 70 millas de la costa, lo que es confirmado por la anomalía geopotencial de superficie.

Los mayores valores de salinidad en superficie en el área costera corresponden a aguas AESS que ascienden producto de la surgencia costera en punta Lengua de Vaca y al norte de Huasco, y que posteriormente penetran hacia el sector oceánico.

En lo que respecta al oxígeno esta variable presenta sus máximos valores dentro de la Bahía de Coquimbo, producto de la intensa producción primaria que ocurre dentro de la Bahía (Boré, et. al. 1993).

La fuerte curvatura de las isolíneas que se observa frente a los 29°S en la transecta a 40 millas de la costa (Figs. 89 y 90) se debe a una mayor presencia de AESS detectada en la estación 319. Esto último sería el producto de la curvatura hacia el oeste de la línea costera a esa latitud, la que empujaría, en esa misma dirección, el núcleo de la AESS que viene desde el norte pegado a la costa.

## 1.2 Surgencia

Los intensidad de los vientos predominantes registrados durante el período de estudio, que provienen del segundo y tercer cuadrante, son propicios para la generación de surgencias.

El ascenso en el sector costero de las isolíneas de todas las variables analizadas, confirman los procesos de surgencia típicos de la zona. Este proceso se detecta prácticamente a lo largo de toda la costa de la zona de estudio. Por las características termohalinas y los menores valores de oxígeno de las aguas en la área costera, las aguas surgentes corresponden a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS).

## 1.3 Masas de agua

En condiciones normales, el AST-1 ha sido detectada desde Tocopilla al norte con salinidades y temperaturas mayores a 34,9 y 16°C respectivamente (Robles et al, 1974; Silva y Konow, 1975; Kelly et al, 1983; Kelly et al, 1988; Blanco, 1991). Para este crucero, los diagramas t-s de las transectas 17 y 19 muestran una importante participación de la AST-1 en el área oceánica, al menos hasta unas 80 millas al sur de Tocopilla y una leve participación de la misma entre Antofagasta y Caldera con un máximo de 40 metros.

La presencia de la AST-2 es anormal para la zona norte en esta época (Kelly et al, 1983, Blanco, 1991), siendo observada durante los eventos El Niño 1982-83 y 1991-92 (Blanco y Díaz, 1985; Kelly y Blanco, 1986; Castillo et al, 1992).

El ASAA presenta una temperatura, salinidad y oxígeno también típicos para la zona, sin embargo al norte de Taltal su participación se encuentra reducida, producto de la extensión anormal hacia el sur de las aguas subtropicales. El AESS y AIAA presentan una distribución y valores de temperatura, salinidad y oxígeno normales para la época en toda el área de estudio (Silva y Konow 1975; Silva y Sievers, 1981; Blanco, 1991; Kelly et al, 1988; Castillo et al, 1992).

#### 1.4 Circulación

La circulación superficial característica para la zona (Silva y Fonseca, 1983), corresponde un flujo paralelo a la costa hacia el sur penetrando entre dos flujos al norte. Sin embargo, en el sector oceánico entre Caldera y Arica, predominan flujos perpendiculares a la costa, situación también observada durante septiembre de 1992 (Castillo et al, 1992).

La gran cantidad de giros o remolinos detectados se debe principalmente a la separación de las transectas (20 millas). La separación de las transectas en los cruceros realizados antes de la incorporación de CTDs era entre 40 y 60 millas, por lo que solo se podían detectar los grandes giros, como el remolino anticiclónico ubicado frente a Antofagasta, el que posee el carácter de permanente para las estaciones de invierno y primavera. El remolino ubicado entre Arica e Iquique ha sido observado ocasionalmente en el mes de febrero de 1991 (Kelly y Rubio, 1991) y en los meses de enero, abril y diciembre de 1992 (Blanco et al, 1992a y 1992d; Blanco y Reyes, 1992). El remolino ciclónico ubicado al sur de Antofagasta también fue observado por Silva y Ramírez (1982) durante el invierno y verano de 1981.

Con profundidad, se puede estimar indirectamente de las secciones de salinidad y oxígeno perpendiculares a la costa, que los núcleos del ASAA y el AESS se ajustan al esquema clásico de circulación hacia el norte y hacia el sur, donde como principal flujo subsuperficial se presenta la corriente de Gunther (Gunther, 1936) hacia el sur.

La intrusión de aguas AST-2 desde el oeste que ocurre entre Tocopilla y Mejillones, y que interrumpe en la vertical tanto el flujo de ASAA y AESS, es la única situación que altera el típico patrón de circulación subsuperficial observado anteriormente para la zona.

## 2. ICTIOPLANCTON

El análisis comparativo de los resultados del crucero de agosto-septiembre de 1993 para la zona Arica - Punta Amarilla, respecto de aquellos obtenidos en prospecciones realizadas en un área y época similar en el transcurso de los años 1983 - 1993, señalan que en el invierno de 1993, la abundancia relativa de las tres especies objetivo de estudio presenta variaciones respecto de años precedentes (Tabla 17 y 18).

Las figuras 93 y 94 representan los resultados de la abundancia promedio y contribución porcentual de huevos y larvas de sardina, anchoveta y jurel para el período señalado anteriormente, y en general se puede afirmar que ambos parámetros reflejan con bastante fidelidad los cambios experimentados por la composición específica de la comunidad pelágica de la zona norte del país, es decir, muestran una marcada predominancia del desove de anchoveta respecto de sardina y jurel, situación que se ve corroborada mediante el examen de los parámetros comunitarios, constancia y dominancia numérica (Fig. 95 y 96). Se exceptúa la fase de huevos y larvas asociada a los cruceros de 1983 y 1984 en los cuales se aprecia una predominancia en los niveles de abundancia del ictioplancton de sardina.

De acuerdo a lo señalado por los antecedentes históricos y para el caso de los clupeiformes, la prospección coincide con una época caracterizada por ocurrencia de actividad reproductiva, lo que es avalado por los valores del índice gonadosomático y porcentaje de hembras maduras registrados para la zona Arica - Punta Amarilla durante los meses de agosto y septiembre de 1993 (sardina: 6,03 y 88,8%; anchoveta: 6,18 y 98,2%).

En términos generales la abundancia del ictioplancton de las especies comprometidas en el estudio es elevada, alcanzando en su conjunto a 268.156 huevos (73,8%) y 299.652 larvas (75,9%). De éstos, el 87,7% de los huevos y el 96,4% de las larvas corresponden a anchoveta, esto permite determinar la persistencia a nivel del ictioplancton del cambio de la composición específica de la fauna pelágica, detectada en 1985 para la zona Arica - Punta Amarilla y que se ha caracterizado por el marcado predominio de esta especie,

aspecto que ha sido enfatizado en informes precedentes (Braun, 1991; Castillo et al., 1992) y que este análisis lo confirma nuevamente (Tabla 17 y 18 ).

Al analizar los 11 cruceros en su conjunto, se determina que respecto de la fase de huevo, la densidad promedio de anchoveta es 8 veces superior a sardina y 66 veces superior a jurel. Por otra parte, el mismo índice aplicado a la fase de larva señala que anchoveta es superior en 10 y 166 veces respecto de sardina y jurel. La desproporcionada diferencia que se aprecia entre anchoveta y jurel a nivel de larvas, se atribuye a la temprana capacidad natatoria que adquieren las larvas de jurel respecto de sardina y anchoveta, aspecto que les permite evadir las redes de plancton, especialmente en condiciones de arrastres verticales efectuados a bajas velocidades.

## **2.1 Sardina**

La estimación de la abundancia promedio y contribución porcentual de huevos y larvas de sardina se visualizan en las figuras 96 y 97 y al contrastar los resultados obtenidos en invierno de 1993 con los reportados en inviernos precedentes, se determina que los niveles de abundancia del ictioplancton de esta especie, analizada en términos de la frecuencia de estaciones positivas utilizada como índice de la extensión del desove, señala que en esta oportunidad se produce una disminución en la cobertura geográfica de huevos y larvas, lo cual se refleja en porcentajes de cambio con respecto a 1992, iguales a - 43,2% y -56,4% para ambas fases de desarrollo respectivamente. Durante agosto- septiembre de 1993, la extensión espacial del desove ocupó un área inferior a la observada en 1992, siendo similar a la registrada en el invierno de 1991, constituyéndose en el segundo registro más bajo de la serie 1983-1993.

Con respecto a la intensidad del desove, las densidades promedio por estaciones positivas acusan con respecto a 1992, una situación diferente para huevos y larvas, en efecto el primer estadio experimenta una leve disminución en su intensidad, del orden de -9,2%, en cambio las larvas exhiben un incremento que alcanza a 34,7%.

En términos generales, se puede concluir que el ciclo de desove de sardina se encuentra en un nivel muy bajo, situación que para la época del año, no puede ser considerada normal debido a que la especie se encuentra en proceso de pick primario de desove. Lo anterior corrobora, la declinación del potencial reproductivo que ha experimentado esta especie a partir de 1985 en la zona norte de Chile.

Para la zona Punta Amarilla - Coquimbo, se dispone de una serie histórica interrumpida (Tabla 19 y 20) y de cobertura geográfica diferente, lo cual no permite visualizar un comportamiento estacional en los niveles de abundancia del ictioplancton de sardina. No obstante lo anterior, los resultados de los cruceros precedentes señalan que las mayores abundancias promedio de huevos y larvas de sardina se detectaron en los años 1983 - 1984 con valores comprendidos entre 130 y 649 especímenes/10m<sup>2</sup>, fluctuando posteriormente entre 46 y 223 especímenes/10m<sup>2</sup> (Fig. 97). El resultado alcanzado en el presente crucero y para ambos estadios de desarrollo constituye el menor de la serie 1983 - 1993.

## **2.2 Anchoqueta**

Con respecto a la anchoqueta, se detecta un significativo incremento en la distribución espacial del desove, acusando con respecto a 1992 diferencias porcentuales iguales a 18% y 17% para las fases de huevo y larva (Tabla 17 y 18). En relación a la intensidad del desove, se presenta con respecto al invierno precedente, una importante disminución para el estadio de huevo igual a -35,9% en cambio las larvas incrementan su densidad promedio en un 102%, resultados que son coherentes con el pick primario de desove que caracteriza el ciclo de madurez sexual de esta especie, y que se manifiesta a través de su amplia e importante actividad reproductiva, lo cual se refleja en los niveles de huevos y larvas registrados durante la prospección (Fig. 93 y 94).

Los niveles de abundancia del ictioplancton de anchoqueta para la zona Punta Amarilla - Coquimbo registrados durante el crucero PELANOR la señalan como la especie dominante, y de acuerdo a lo indicado por la fase de huevo, representa el desove más intenso del período analizado.

Con respecto a la fase de larva, estas acusan con respecto a 1991 un desove de mayor intensidad pero de menor cobertura espacial.

### 2.3 Jurel

La comparación de resultados obtenidos para jurel, respecto de años anteriores, revelan una significativa recuperación en sus niveles de desove, y en relación a 1992, incrementa su densidad promedio por estaciones totales en 84,2% y 54,2% para la fase de huevo y larva respectivamente, alcanzando en esta oportunidad el estadio de huevo, el segundo registro más alto de la serie 1983 - 1993, mientras que la fase de larva alcanza el nivel más alto registrado para el período 1983 -1993.

Para la zona Punta Amarilla - Coquimbo, los antecedentes históricos del ictioplancton de jurel son bastante escasos como para poder realizar un análisis estacional de las variaciones que han experimentado los productos del desove, sin embargo, cabe señalar que existe una situación diferente para ambas fases de desarrollo, en efecto, la abundancia relativa de la fase de huevo ha presentado una tendencia a incrementarse a partir de 1987, alcanzando en esta oportunidad el segundo registro más alto del período analizado.

Con respecto al invierno precedente (1991), la fase de huevo incrementa su cobertura espacial y disminuye su intensidad lo cual se expresa en porcentajes de cambio iguales a 40% y - 34,6% respectivamente.

Las fases larvarias, solo se presentaron los años 1987 y 1993 colonizando en esta oportunidad un área geográfica menor.

Con respecto a los niveles promedio de la biomasa zooplanctónica obtenidos en inviernos precedentes en la zona Arica - Punta Amarilla y para el período 1985 - 1993, se puede apreciar que con posterioridad al evento de El Niño 1986-87, ha existido un aumento paulatino en los estimados de biomasa registrándose el más alto valor en el año 1992. Los resultados obtenidos en el presente crucero se presentan bajos en comparación con resultados precedentes, siendo estos similares a los reportados en el invierno de 1987.

### 3. ESTIMADOS DE BIOMASA

#### 3.1 Sardina española

Las estimaciones estacionales de la biomasa de las especies pelágicas con métodos hidroacústicos realizadas en forma casi ininterrumpida desde 1981, han permitido establecer claramente dos etapas en la evolución del stock de sardina distribuido en la zona Arica-Antofagasta. La primera que abarca desde 1981 a 1985 en que se registró una marcada estacionalidad, con los máximos niveles en los inviernos, con valores cercanos a los 5 millones de toneladas en el período 1981-83 y de 3,5 millones de toneladas para 1985 (Fig. 98). En las primaveras y otoños de este período, las biomásas fluctuaron entre 1,1 y 2,7 millones de toneladas (Castillo et al, 1992; Lillo et al, 1991; Castillo et al, 1990).

La segunda etapa se inició a partir de 1986, caracterizándose por una notable reducción en los estimados de biomasa de los inviernos y una tendencia a desaparecer la estacionalidad observada en el período anterior, estimándose biomásas entre 0,3 y 0,6 millones de toneladas (Castillo et al, 1986). La excepción a esta tendencia la constituyeron los resultados alcanzados en la primavera de 1988 e invierno de 1989, con 1,3 y 1,7 millones de toneladas respectivamente (Córdova et al, 1989).

A partir de 1986 se comenzó a detectar una dispersión en la distribución y una reducción del tamaño de las agregaciones, incrementándose de este modo el grado de polarización del recurso.

En el invierno de 1992 se registró un incremento relativo en la biomasa de sardina (Castillo et al, 1992), representando el valor más alto de la serie desde 1986, con excepción del invierno de 1989, con incrementos relativos cercanos al 145% respecto a los inviernos de 1990 y de 97% en relación a igual estación de 1991, pero siendo un 55% inferior que el estimado de 1989 .

En este contexto, el estimado de biomasa obtenido en el presente crucero en la zona Arica-Antofagasta, es un 33,1 y 16,5% superior a los alcanzados en los inviernos de 1990 y 1991, respectivamente,

presentando una reducción del 39,2% respecto a igual período de 1992.

En la zona Antofagasta-Coquimbo se dispone de una serie histórica interrumpida y con información que tiene distinta cobertura de área. No obstante lo anterior, los resultados de las prospecciones en los inviernos del período 1981-1987 (Castillo y Briones, 1987), indica que las mayores biomásas de detectaron en los años 1982-83 con valores entre 680.000 t (1982) y 1.170.000 (1983), fluctuando posteriormente entre 47.000 y 156.000 t (Fig. 99). La falta de continuidad temporal en la información y las distintas coberturas de área aplicadas en las prospecciones de este sector no permite visualizar un eventual comportamiento estacional en los estimados de biomasa.

Teniendo presente lo anterior, el resultado alcanzado en el presente crucero constituye uno de los mayores de la serie, siendo inferior solamente al registrado en 1982 y 1983.

### 3.2 Jurel

Los estimados acústicos de la biomasa de jurel distribuido entre Arica y Antofagasta indican que el máximo nivel se obtuvo en el invierno de 1981 con 5,8 millones de toneladas, cifra que disminuyó en los dos años siguientes a 2,8 y 1,8 millones de toneladas (Castillo et al, 1992; Lillo et al, 1991; Castillo et al, 1990).

A partir de 1983 se registró una drástica reducción de la biomasa, constituyéndose en uno de los indicios de la reacción de esta especie frente al fenómeno El Niño 1982-83 (Lillo et al, 1983).

En el período 1984-91, las biomásas de jurel variaron entre 46.600 t en 1984 a 610.000 t en 1989 (Fig. 98), mostrando importantes fluctuaciones interanuales y tendiendo a desaparecer la estacionalidad sugerida en el período 1981-82 (Castillo et al, 1992; Lillo et al, 1991).

Los resultados obtenidos en el invierno de 1992 presentaron un importante incremento en los niveles de biomasa respecto a 1990 y 1991. Sin embargo, esta mayor biomasa se caracterizó por

distribuirse en estratos de profundidad superiores a los 130 m, siendo detectada en forma bastante frecuente hasta en 300 m (Castillo et al, 1992).

En este contexto, los resultados alcanzados en el presente crucero en la zona Arica-Antofagasta, presentan una reducción en los estimados de biomasa del 36,4 % respecto a 1992, comparándose al valor obtenido en 1989, superando en 77,3 y 49,5% a los estimados de 1990 y 1991, respectivamente.

En la zona Antofagasta-Coquimbo los estimados de biomasa de jurel en invierno, señalan que los valores mas altos se alcanzaron entre 1981 y 1983 con valores entre 1,5 y 1,6 millones de toneladas, presentando un máximo en 1982 cercano a 5,3 millones de toneladas, disminuyendo drásticamente a cerca de 0,5 millones de toneladas en 1984, fluctuando entre 0,125 y 0,23 millones de toneladas en el período 1985-87. Dicha situación probablemente se debió a una reacción anticipada del jurel a las alteraciones del evento El Niño 1982-83, puesto que el aumento de la biomasa en esta zona en el invierno de 1982 coincide con la disminución en la zona Arica-Antofagasta, hecho que aparentemente se inició en la primavera de 1981 en que los estimados de biomasa de jurel en Antofagasta-Coquimbo llegaron a 1,7 millones de toneladas (Fig. 99), determinando que para ese período la biomasa de jurel en la zona Antofagasta-Coquimbo llegara a un valor cercano a los 8 millones de toneladas (Castillo y Briones, 1987; Lillo et al, 1983).

En 1991 se detectó un incremento relativo respecto al período 1985-87, evaluándose una biomasa de 0,582 millones de toneladas (Lillo et al, 1991).

Considerando lo anterior, la biomasa de jurel estimada durante el presente crucero representa una reducción del 49,7% respecto a 1991, siendo comparable al resultado alcanzado en 1986 y superior en 36,1% y 57,4% respecto a los años 1985 y 1987, respectivamente.

### **3.3 Anchoqueta**

La sensibilidad de la anchoqueta a las condiciones ambientales y la variabilidad propia del sistema oceanográfico de la zona norte han

determinado que esta especie presente altas fluctuaciones en los niveles de biomasa. Esta situación se ha presentado particularmente en los inviernos, variando desde 0,45 millones de t en 1985, período en que se presentó el valor más alto de la serie histórica, a 0,24 millones de t en la misma estación de 1986, presentando una virtual desaparición de la zona norte en 1987 como consecuencia de El Niño 1986-87, con una biomasa de 28.900 t., mientras que entre 1988-91, los estimados fluctuaron entre 42.000 y 70.000 t (Fig. 100) (Castillo et al, 1985; Castillo et al, 1987).

En los otoños del período 1986-91 se observa una reducción desde 172.000 t en 1986 a niveles cercanos a las 20.000 en 1990, de igual modo en los veranos, las biomásas variaron entre 51.000 t en 1988 a 38.000 t en 1991, con la excepción del valor alcanzado en 1990 en que se estimaron 116.000 t (Córdova y Espejo, 1991).

Las primaveras aparecen como las estaciones mas estables con fluctuaciones entre 136.000 y 222.000 t para la serie 1985-91.

De acuerdo a lo anterior, los estimados de biomasa alcanzados en el presente crucero en la zona Arica-Antofagasta, son similares a los obtenidos en el invierno de 1992 representando uno de los valores más altos obtenidos en los inviernos, otoños y veranos del período 1987-91, siendo comparable con los estimados de primavera.

Respecto a la zona Antofagasta-Coquimbo, los antecedentes históricos de estimados de biomasa de anchoveta son demasiado escasos para poder realizar un análisis de la evolución de este recurso. En todo caso, su presencia en esta zona aparentemente es esporádica en ciertas zonas del año y se presenta hacia el límite norte de dicho sector.

Es necesario mencionar que la distribución presentada por la anchoveta se caracteriza por ser altamente costera y cercana a la superficie por lo que la evaluación acústica puede estar subestimada por incrementos en los sesgos de orilla y por zona muerta de superficie. En este sentido se debe indicar que el plan de muestreo aplicado, dirigido a la evaluación del total de los recursos pelágicos pequeños distribuidos en la zona norte, puede ser inadecuado para evaluar la anchoveta en particular siendo

recomendable modificar el muestreo, enfatizando la prospección en sectores costeros.

#### 4. PRECISION DE LOS ESTIMADOS DE BIOMASA

Un procedimiento válido para discriminar entre los diferentes métodos de estimación de la precisión utilizados en el presente caso, lo constituye la comparación directa de los coeficientes de error (E %) y de variación (CV) por cuanto estandarizan las variabilidades registradas en los datos, permitiendo de este modo analizar en forma comparativa los resultados alcanzados en las tres zonas y para cada una de las especies consideradas.

Los estimados de la varianza son intrínsecos a la estructura de los datos, midiendo la variabilidad propia de ellos pero no es posible utilizarla para discriminar entre dos grupos de datos distintos. Si se trata de discriminar entre los resultados alcanzados entre dos métodos de estimación de la varianza provenientes del mismo grupo de datos, el cociente entre ellas constituye un adecuado procedimiento.

Debido a las características de la información obtenida en las prospecciones acústicas de recursos pelágicos, que reflejan las condiciones altamente gregarias de los recursos, es recomendable utilizar diferentes indicadores de la variabilidad de los datos.

En el presente caso, el método que presentó el mejor estimador de la precisión para cada una de las especies en la zona Arica-punta Amarilla correspondió al de Estratos Agrupados, mientras que en las zonas punta Amarilla-Caldera y Caldera-Coquimbo los CV menores se obtuvieron con los métodos de los Estratos Agrupados y Bootstrap.

Para el total de especies el método Bootstrap presentó la mejor precisión con CV de 0,14, 0,37 y 0,08 para las zonas Arica-punta Amarilla, punta Amarilla-Caldera y Caldera-Coquimbo, respectivamente, resultados que son comparables al rango de 0,07 a 0,55 y 0,16 a 0,36 encontrados en las evaluaciones de capelín (*Mallotus villosus*) en el Atlántico Noroeste (Nakashima, 1981) y (Miller, 1985). Aglen (1983) y Aglen et al (1982) en prospecciones

realizadas en el Golfo de Oman y Fiordos Noruegos señalan valores de CV entre 0,04 y 0,48.

No obstante que el método de los Conglomerados presenta en este caso los mayores valores de CV, Shotton y Down (1975) en un análisis comparativo de tres estimadores de varianza señalan que conceptualmente este método es el que se ajusta mejor a las características de los datos acústicos, porque considera un índice de la correlación serial entre las observaciones de distribuciones contagiosas y los resultados pueden ser usados para ubicar el esfuerzo de muestreo en base al grado de variación intra e inter transectas.

Considerando lo anterior y aplicando el método de los Conglomerados para los datos del presente crucero, se ha estudiado separadamente la variabilidad observada dentro y entre las transectas para cada zona, particularmente la correspondiente al sector Punta Amarilla-Caldera y Caldera-Coquimbo. En la tabla 21 se presentan los resultados de este análisis, observándose que para la zona Arica-punta Amarilla la varianza total está principalmente afectada por la varianza entre las transectas, mientras que en el sector punta Amarilla-Caldera no se observan diferencias importantes. En Caldera-Coquimbo se observó que la relación fue inversa, con una mayor contribución de las varianzas dentro de las transectas.

Tabla 21. Varianzas de la razón (V(R)) entre ( $S^2$ ) y dentro ( $S^2_2$ ) de las transectas para el total de especies.

ZONA	$S^2_2$ x10 <sup>9</sup>	$S^2$ x10 <sup>9</sup>	V(R) x10 <sup>3</sup>
Arica-punta Amarilla	0,047927	0,175110	0,99030
punta Amarilla-Caldera	0,110830	0,162300	2,53970
Caldera-Coquimbo	0,024115	0,007927	0,13757

En general, la alta variabilidad registrada en la zona punta-Amarilla-Caldera y particularmente en el valor observado dentro de las transectas, es producto de la distribución altamente contagiosa presentada por los recursos en este sector, explicando los coeficientes de variación obtenidos. Aun cuando en la zona Caldera-Coquimbo la variabilidad dentro de las transectas fue superior que el valor entre ellas, la distribución relativamente mas homogénea en bajas densidades explican el CV de 0,09 alcanzado en dicho sector.

Estos resultados indican que el diseño de muestreo aplicado entre Arica y punta Amarilla con transectas separadas por 20 mn fue adecuado, por cuanto fue dirigido al total de especies, lográndose niveles de CV cercanos a los proyectados. Sin embargo, al considerar la precisión por cada especie se evidencia el importante efecto de agregación presentado por algunos recursos particularmente en el caso de sardina española y anchoveta en que los CV superaron cerca del doble al valor proyectado (0,14). Lo anterior se confirma al analizar los resultados alcanzados en jurel, por cuanto presentó una distribución homogénea y tuvo un efecto importante en el CV obtenido para el total de especies.

El mayor grado de agregación de los recursos en las zonas punta Amarilla- Caldera y Caldera-Coquimbo determinado en gran parte por la escasa presencia de sardina española entre punta Amarilla y Caldera y su virtual ausencia en Caldera-Coquimbo y la alta concentración de jurel, que presentó las mayores densidades del crucero al sur de Taltal (Fig. 53 a 56 y Figs. 61 a 71), determinaron una alta variabilidad en los datos.

Una alternativa para mejorar el nivel de precisión de estos resultados se relaciona con un incremento del muestreo (N° de transectas). Con el fin de estudiar esta posibilidad se ha determinado el número de transectas necesarias para alcanzar distintos niveles de precisión (CV), considerando los estimados de razón y los niveles de varianza obtenidos en el presente crucero en las diferentes zonas según el método de los Conglomerados. Es necesario señalar que estos resultados corresponden a las condiciones encontradas en la presente prospección y no aseguran que en futuras prospecciones se repitan.

De acuerdo a este procedimiento, para reducir el CV en la zona Arica-punta Amarilla desde 0,14 a 0,12, se deben realizar alrededor de 25 transectas. Mientras que en la zona punta Amarilla-Caldera, para conseguir una reducción de un 50% en el CV, desde 0,39 a 0,2, se requieren de 32 transectas (Fig. 101), considerando que este sector tiene una distancia latitudinal de 200 mn ( $24^{\circ}00'S$  a  $27^{\circ}20'S$ ), la separación entre las transectas debería ser de 6 mn, estos resultados evidentemente tienen un impacto económico en la prospección de este sector y la decisión debe contemplar la relación costo-beneficio de destinar fondos para efectuar estudios de este tipo.

Una opción viable y que debe ser sometida a consideración técnico-económica, se relaciona con la aplicación de otras estrategias de muestreo que contemplen la realización de prospecciones pilotos que indiquen la intensidad y ubicación del muestreo a realizar en la evaluación, de acuerdo a los sectores de mayor concentración de los recursos. Dicho procedimiento ha sido aplicado por Hampton y Jolly (1993) en evaluaciones de la anchoveta distribuida en las costas sudafricanas utilizando técnicas de análisis estratificado de los datos, con transectas ubicadas al azar e intensificando el muestreo en aquellos sectores que presentan una mayor concentración del recurso.

En base a los resultados de la distribución geográfica de los recursos, los indicadores de la precisión de los estimados de biomasa y al análisis de las componentes de las varianzas, se visualiza la necesidad de dirigir el muestreo a algunas especies en particular, adecuándolo a la zona y al patrón de distribución. En este contexto, la anchoveta presenta características diferentes a la sardina española y jurel, por cuanto la primera presenta un patrón de distribución altamente costero, lo que exige que el muestreo se circunscriba hasta 40 mn de la costa, con una densidad de transectas superior al aplicado para las otras especies, privilegiando la prospección en áreas costeras incluyendo algunas caletas que eventualmente se constituyan en refugio durante algunas horas del día.

## 5. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS

### 5.1 Sardina

En general las temperaturas que han limitado la distribución de sardina presenta fluctuaciones importantes según la estación, con rangos que varían entre 13 y 25°C para verano-otoño y entre 12 y 21°C para invierno-primavera (Fig. 102). (Castillo et al, 1992; Lillo et al, 1991; Castillo et al, 1990). Sin embargo el mayor número de cardúmenes se ubican entre 15 y 23°C en las estaciones de verano-otoño y entre 14 y 17°C para invierno-primavera.

Durante los períodos en que se ha presentado el evento El Niño los límites de la temperatura han sido mayores que en años considerados normales, es así como en la primavera de 1986 (Castillo et al, 1987; Castillo et al, 1987), previa a El Niño 1986-87, el rango fluctuó entre 14 y 21°C, localizándose las mayores frecuencias entre los 16 y 19°C, situación que se mantuvo durante el verano de 1987 con temperaturas entre 13 y 22°C, período en que las mayores frecuencias presentaron dos modas, entre 15 y 17°C y 21-22°C. En el invierno de 1987 el rango fue levemente superior a los datos registrados en la serie histórica con valores entre 13 y 18°C y las mayores frecuencias ubicadas entre 15 y 17°C. Un caso especial se observó en el verano de 1989, puesto que el rango de temperatura que limitó las mayores frecuencias de cardúmenes de sardina fue similar a lo observado en 1987.

Durante 1992, las temperaturas más altas se observaron en el otoño, con valores entre 16 y 23°C y las mayores frecuencias entre 20 y 21°C, correspondiendo con la intensificación de El Niño 1991-92 (Castillo et al, 1992) .

El rango de temperaturas en las que se distribuyó la sardina durante el invierno de 1993 se encuentra dentro de la tendencia general observada en los años anteriores, reduciéndose levemente el límite inferior, respecto a 1991 y 1992 (Fig. 102).

En el caso de la salinidad se observa que con excepción del invierno de 1986, verano de 1988 y otoño de 1992, la sardina se

localizó entre 34,6 y 35,2 ppm, detectándose el mayor número de cardúmenes en el rango 34,7-35,1 ppm (Castillo et al, 1992). Llama la atención el amplio rango de la salinidad observada en el otoño de 1992 en que fluctuó entre 34,9 y 35,6 ppm, producto del período de mayor intensidad de El Niño 1991-92 (Fig. 102).

En el invierno de 1993, los rangos de salinidad extremos en que se registró la sardina son levemente superiores a los observados en la serie 1987-92, manteniéndose sin embargo las mayores frecuencias en valores similares a los observados en 1992, siendo incluso inferiores que los registrados en 1988 y 1989.

De acuerdo a lo anterior, es posible señalar que la sardina se adecúa a las condiciones oceanográficas dominantes en cada estación, presentando amplios niveles de temperatura y salinidad, pero el mayor número de cardúmenes tiende a mantenerse en rangos estrechos que son más favorables.

## 5.2 Anchoqueta

En general las temperaturas que han limitado la distribución de la anchoqueta en el período verano-otoño, con excepción del otoño de 1987, han fluctuado entre 12 y 20°C, detectándose que el mayor número de ejemplares se ha localizado entre 14 y 19°C (Fig. 102), en el otoño de 1987 los valores extremos estuvieron entre 12 y 22°C, pero las mayores frecuencias se ubicaron en rango similares de los otros años. En invierno-primavera, las temperaturas variaron entre 12 y 19°C, observándose que en los inviernos de 1989, 1991 y 1992 el rango de temperatura del mayor número de cardúmenes presentó una leve tendencia a incrementarse, variando entre 13-15°C a 16-18 °C, respectivamente. La diferencia más notable se presentó en el otoño de 1992, en que el mayor número de cardúmenes de anchoqueta se ubicó entre los 19 y 21°C (Castillo et al, 1992; Lillo et al, 1991; Castillo et al, 1990).

Las temperaturas en que se registró la anchoqueta en el invierno de 1993 fluctuaron en el mismo rangos que en los años anteriores, observándose sin embargo, que las mayores frecuencias se presentaron en valores superiores a los obtenidos entre 1987 y 1989.

A excepción del invierno y primavera de 1986 y otoño de 1992 en que se registraron condiciones previas o correspondientes a eventos El Niño, las salinidades que limitaron la distribución de anchoveta fluctuaron entre 34,6 y 35,1 ppm observándose que el mayor número de cardúmenes se ubicaron entre los 34,6 y 35,0 ppm (Fig. 102)

Para el invierno de 1993, el límite inferior de las salinidades fue inferior que los registrados en anteriores oportunidades, observándose que las mayores frecuencias de cardúmenes estuvieron localizados en salinidades superiores a las registradas anteriormente.

### 5.3 Jurel

En general el rango de temperatura histórico en que se ha localizado el jurel en invierno y primavera, ha variado entre 11 y 19°C, con la excepción del año 1987 en que los extremos se acentuaron desde 10 a 21°C. Las mayores frecuencias de cardúmenes se han detectado en temperaturas entre 15 y 12°C, con la excepción de 1986, 1987 en que los límites superiores fueron mayores. Aún cuando en 1993, los límites generales de la temperatura fueron similares a los observados en años anteriores (11 a 18°C), las mayores frecuencias de cardúmenes se localizaron en rangos superiores a los registrados en la serie histórica con valores entre 15 y 17°C (Fig. 102) (Castillo et al, 1992) .

En verano y otoño se presentan las variaciones mas extremas en los límites de la temperatura en que se ubicó el jurel, con rangos que han variado entre 10 y 25°C.

## 6. INDICES DE COBERTURA, DENSIDAD Y BIOMASA DE SARDINA ESPAÑOLA

La evolución histórica del Índice de Cobertura (%) en los inviernos, indica que entre 1981 y 1984 la sardina presentó una tendencia expansionista en el área ocupada, variando entre un 20 y un 30%. A partir de 1984 se observa que el área ocupada por esta especie empieza a disminuir en forma sostenida llegando a un 7% en

1986 y fluctuando entre 8 y 13% en el período 1989-92 observándose que el valor alcanzado en el presente crucero se encuentra en este último rango, siendo del mismo orden de magnitud que los registrados en 1991 y 1992 (Fig. 103) (Castillo et al, 1992; Castillo et al, 1986).

El Índice de Densidad promedio ( $ID_p$ ) ( $t/mn^2$ ), calculado según el cociente entre la biomasa y el área prospectada presenta una tendencia similar a los estimados de biomasa, variando en el período 1981-83 entre 72,4 y 126,7  $t/mn^2$ , fluctuando entre 1984 y 1992 entre 46,8 y 7,0  $t/mn^2$ , registrándose el valor mas bajo en el invierno de 1987. Es interesante destacar la situación registrada en 1984, en que la Biomasa y el Índice de Densidad real ( $ID_r$ ) presentaron un brusca caída, lo que no se reflejó en el Índice de Cobertura, igual situación se presenta entre el  $ID_p$  y la Biomasa en 1985 y 1989, siendo de menor magnitud en 1992 y 1993, en que la Biomasa presentó un repunte relativamente mayor que el presentado en el  $ID_p$  (Castillo et al, 1992; Castillo et al, 1986). En el presente crucero, la densidad promedio es comparable a la registrada en 1990 y 1991, pero levemente inferior que el observado en 1992.

El indicador de la densidad real ( $ID_r$ ) ( $t/mn^2$ ) señala el grado de agregación del recurso, dando una idea del nivel de vulnerabilidad y permite explicar algunas incongruencias que eventualmente se pueden presentar entre los estimados de biomasa con métodos directos y las capturas. Los resultados mas relevantes de este índice señalan que en los inviernos de 1981, 1982, 1983 y 1985, la densidad real fluctuó entre 300 y 400  $t/mn^2$ , con la excepción del año 1984 en que se registraron 145  $t/mn^2$ . En los años 1986 y 1987 se presentaron los  $ID_r$  mas bajos de la serie considerada, con valores entre 59,6 y 92,3  $t/mn^2$ , mientras que en los años 1988-89, junto con un incremento relativo de la biomasa, se observó que el  $ID_r$  aumentó de manera extraordinaria, alcanzando en 1989 a 481,5  $t/mn^2$ , valor que superó a los registrados en los años 1981-85, situación que fue similar en 1991-92, aunque en niveles inferiores, obteniéndose en 1992 un valor cercano a las 300  $t/mn^2$  (Fig. 103) (Castillo et al, 1992; Castillo et al, 1986).

El incremento de la concentración de sardina se relaciona con la ocurrencia de los fenómenos El Niño, por cuanto las altas densidades observadas en 1982-83 y 1991-92 coinciden con la ocurrencia de este fenómeno. Para 1986-87, la relación del ID, en el invierno, aparentemente no está directamente asociado con la ocurrencia del evento El Niño, sin embargo, los ID, obtenidos en los otoños de aquellos años, fueron superiores a 165 t/mn<sup>2</sup>, constituyendo los valores mas altos de la serie considerada, junto con el valor registrado en 1989, que alcanzó a las 394 t/mn<sup>2</sup>.

De este modo, es posible explicar que las capturas cercanas a 2,2 y 2,5 millones de t registradas en 1986 y 1987, respectivamente, coincidieran con los menores estimados de biomasa de la serie considerada (IFOP, 1992).

Otro elemento que resalta del presente análisis, lo constituye la tendencia inversa entre la cobertura y la densidad real de sardina en la zona norte, hechos que estan señalando que los cardúmenes de esta especie se presentan en concentraciones de mayor densidad pero que ocupan áreas menores, lo que se refleja en el grado de precisión de los estimados de biomasa, materia que se ha tratado en el punto de Precisión del presente capítulo.

### VIII. CONCLUSIONES

1. La temperatura superficial presentó valores entre 13,3 y 18,6°C, aumentando de sur a norte y desde la costa hacia el sector oceánico, disminuyendo levemente por fuera de las 70 millas. En el sector costero las isotermas se presentan paralelas a la costa, debido al ascenso de aguas mas frías, producto de los procesos de surgencia.
2. Entre Arica y Antofagasta, tanto los valores como la distribución de las isotermas en superficie son similares a los registrado en julio-agosto de 1987 y septiembre de 1992, períodos en que se presentaban condiciones post-Niño.
3. La base de la termoclina, representada por la profundidad de la isoterma de 15°C, presento valores típicos para la época en área oceánica con una profundidad máxima de 90 metros frente a Antofagasta, en tanto en el área costera esta isoterma se encuentra aproximadamente 10 a 20 metros mas profunda que los años 89, 90 y 91, pero similar a la registrada en septiembre de 1992 producto de una situación post El Niño 1991-92.
4. Los valores de anomalía de temperatura superficial respecto a los promedios de largo plazo de Reynolds (1982), presenta valores similares a los encontrados en Septiembre de 1992, con una anomalía de superior a +1°C en el sector norte y menor de +1°C al sur de Tocopilla.
5. La salinidad superficial aumenta de sur a norte con valores que fluctúan de 34.58 a 35.38. En toda el area de estudio los valores son más altos que los registrados en igual periodo de otros años : mayores en 1 a 2 décimas que los años 1976, 1989 y 1992, 1 a 3 décimas que 1987 y mayores en 1 a 4 décimas respecto de 1988, 1990 y 1991. Tanto los valores como su distribución son similares a los observados en enero y octubre de 1992.
6. En el área se registró la presencia de 5 masas de agua, éstas son: Subtropical costera, Subtropical oceánica, Subantártica, Ecuatorial Subsuperficial e Intermedia Antártica. Siendo la

presencia del Agua Subtropical (costera y oceánica) anómala para la época.

7. Los altos valores de salinidad encontrados sugieren una permanencia en el sector norte de Chile de las aguas subtropicales oceánicas, por lo que las condiciones oceanográficas esperadas para los próximos meses de primavera y verano serían similares a las observadas en el período 1992-1993.
8. El ciclo de desove de la sardina se encuentra en un nivel muy bajo, situación que para la época del año, no puede considerarse normal, debido a que la especie se encuentra en proceso de pick primario de desove. Lo anterior corrobora la declinación del potencial reproductivo que esta especie ha experimentado a partir de 1985.
9. Los niveles de abundancia del ictioplancton de sardina, analizados en términos de la frecuencia de estaciones positivas, utilizada como índice de la extensión espacial del desove, señala que durante el invierno de 1993 y para la zona Arica - Punta Amarilla, se produce una disminución en la cobertura geográfica de huevos y larvas, lo cual se refleja en porcentajes de cambio con respecto a 1992, iguales a - 43,2% y - 56,4 % respectivamente, siendo similar a la registrada en el invierno de 1991, constituyendo el segundo registro más bajo de la serie analizada.
10. En relación a la intensidad del desove, las densidades promedio por estaciones positivas de sardina, acusan con respecto a 1992, una situación diferente para ambos estadios de desarrollo, experimentando la fase de huevos una leve disminución en su intensidad, del orden de - 9,2%, en cambio las larvas exhiben un incremento el cual alcanza a + 34,7% .
11. Para anchoveta se detecta una amplia e importante actividad reproductiva a lo largo de la zona de estudio, lo cual se expresa tanto en los valores de la densidad promedio como en la frecuencia de estaciones positivas. Situación que es coherente

con el pick primario de desove que caracteriza el ciclo de madurez sexual de esta especie.

12. En relación a jurel, se aprecia una significativa recuperación en sus niveles de desove, y en relación a 1992, incrementa su densidad promedio por estaciones totales en + 84,2% y + 54,2% para la fase de huevo y larva respectivamente, alcanzando en esta oportunidad el estadio de huevo el segundo registro más alto de la serie histórica analizada. Con respecto a la fase de larva, se registra el nivel más alto para el período 1983 - 1993.
13. Los resultados de la biomasa zooplanctónica total se presentan bajos en comparación con resultados precedentes, siendo estos similares a los reportados en el invierno de 1987.
14. La biomasa estimada para el total de especies en la zona Arica-Caldera y Caldera-Coquimbo alcanzó a 1.431.650 t y 229.440 t respectivamente, los mayores valores se obtuvieron en la zona Arica-Punta Amarilla con 1.102.350 t.
15. La especie mas abundante fue el jurel estimándose una biomasa de 663.620 t entre Arica y Caldera, registrándose el 77,0% (511.150 t) entre Arica y Punta Amarilla y 226.350 t entre Caldera-Coquimbo.
16. La biomasa de jurel estimada durante el presente crucero representa una reducción del 49,7% respecto a 1991, siendo comparable al resultado alcanzado en 1986 y superior en 36,1% y 57,4% respecto a los años 1985 y 1987, respectivamente.
17. Para sardina española se evaluó una biomasa de 629.850 t entre Arica y Caldera, siendo la zona Arica-Punta Amarilla la más abundante con el 73,4% de la biomasa (462.100 t), mientras que entre Caldera y Coquimbo alcanzó a 33.660 t. En este contexto, el estimado de biomasa obtenido en el presente crucero en la zona Arica-Antofagasta, es un 33,1 y 16,5 % superior a los alcanzados en los inviernos de 1990 y 1991, respectivamente, presentando una reducción del 39,2 % respecto a igual período de 1992.

18. La anchoveta alcanzó entre Arica y Caldera 137.930 t, concentrándose el 93,4% (128.850 t) entre Arica y Punta Amarilla, no detectándose la presencia de anchoveta en la zona Caldera-Coquimbo.
19. Los estimados de biomasa de anchoveta alcanzados en el presente crucero en la zona Arica-Antofagasta, son similares a los obtenidos en el invierno de 1992 representando uno de los valores más altos obtenidos en los inviernos, otoños y veranos del período 1987-91, siendo comparable con los estimados de primavera.
20. La distribución de sardina española se caracterizó por su alto grado de agregación presentando las mayores concentraciones en la zona Punta Amarilla-Caldera.
21. El jurel mostró una distribución mas homogénea que la sardina española detectándose el mayor grado de agregación entre Arica y Punta Amarilla.
22. La anchoveta también registró una distribución contagiosa, concentrándose principalmente en la zona Arica-Punta Amarilla.
23. El rango de temperaturas en las que se distribuyó la sardina durante el invierno de 1993 en la zona Arica-Punta Amarilla se encuentra dentro de la tendencia general observada en los años anteriores. Los rangos de salinidad extremos son levemente superiores a los observados en la serie 1987-92.
24. Los límites generales de la temperatura en que se ubicó el jurel fueron similares a los observados en años anteriores (11 a 18°C), las mayores frecuencias de cardúmenes se localizaron en rangos superiores a los registrados en la serie histórica con valores entre 15 y 17°C.
25. Las temperaturas en que se registró la anchoveta en la zona Arica Punta Amarilla en el invierno de 1993, fluctuaron en el mismo rangos que en los años anteriores, observándose sin embargo, que las mayores frecuencias se presentaron en valores superiores a los obtenidos entre 1987 y 1989, el límite

inferior de las salinidades fue menor que los registrados en anteriores oportunidades, observándose que las mayores frecuencias de cardúmenes estuvieron localizados en valores superiores a las registradas anteriormente.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAC 28. 1993. Boletín de Alerta Climático. Enero 1993. CPPS.
- BAC 29. 1993. Boletín de Alerta Climático. Febrero 1993. CPPS.
- BAC 30. 1993. Boletín de Alerta Climático. Marzo 1993. CPPS.
- BAC 34. 1993. Boletín de Alerta Climático. Julio 1993. CPPS.
- BAC 35. 1993. Boletín de Alerta Climático. Agosto 1993. CPPS.
- BAC 36. 1993. Boletín de Alerta Climático. Septiembre 1993. CPPS.
- Barbieri M .A, J. Córdova. 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. La Pesca en Chile. pp 249-259. P. Arana (Ed). Escuela de Ciencias del Mar. Valparaíso, Chile.
- Balbontín, F. y M. Garretón. 1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española Sardinops sagax musica, en Valparaíso. Rev. Biol. Mar, 16(2): 171-181.
- Blanco, J. L. y M. Díaz. 1985. Características oceanográficas y desarrollo de El Niño 1982-83 en la zona norte de Chile. Inv. Pesq. (Chile) 32:53-60.
- Blanco, J. L. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile durante julio-agosto de 1991. En: Evaluación directa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica zona norte Julio-Agosto 1991. Programa de Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Blanco, J. L., A Vega y H. Reyes. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile en primavera de 1991. En: Evaluación directa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica zona norte Noviembre-Diciembre 1991. Programa de Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.

- Blanco, J. L., H. Reyes y A. Vega. 1992a. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile durante Enero de 1992. IFOP. Informe final de crucero ERFEN VII. Manuscrito no publicado.
- Blanco, J. L., H. Reyes y A. Vega. 1992b. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile durante Febrero-Marzo de 1992. IFOP. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte Febrero-Marzo 1992. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Blanco, J. L., H. Reyes y A. Vega. 1992c. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile durante Marzo-Abril de 1992. IFOP. Informe final de crucero ERFEN X. Manuscrito no publicado.
- Blanco, J. L., A. Vega y H. Reyes. 1992d. Condiciones Oceanográficas en la zona norte de Chile durante Abril de 1992. En: Monitoreo Mensual de la Distribución y Abundancia de Recursos Pelágicos y de las Condiciones Bio-Oceanográficas, Zona Norte. Abril 1992. Informe a Empresas Pesqueras. Inst. Fom. Pesq. Stgo., Chile.
- Blanco, J. L., A. Vega y H. Reyes. 1992e. Condiciones Oceanográficas en la zona norte de Chile durante Junio de 1992. En: Monitoreo Mensual de la Distribución y Abundancia de Recursos Pelágicos y de las Condiciones Bio-Oceanográficas, Zona Norte. Junio 1992. Informe a Empresas Pesqueras. Inst. Fom. Pesq. Stgo., Chile.
- Blanco, J. L. y A. Vega. 1992. Condiciones Oceanográficas durante octubre de 1992. En: Monitoreo Mensual de la Distribución y Abundancia de Recursos Pelágicos y de las Condiciones Bio-Oceanográficas, Zona Norte. Octubre 1992. Informe a Empresas Pesqueras. Inst. Fom. Pesq. Stgo., Chile.

- Blanco, J. L. y H. Reyes. 1992. Condiciones Oceanográficas durante Diciembre de 1992. En: Monitoreo Mensual de la Distribución y Abundancia de Recursos Pelágicos y de las Condiciones Bio-Oceanográficas, Zona Norte. Diciembre 1992. Informe a Empresas Pesqueras. Inst. Fom. Pesq. Stgo., Chile.
- Boré, D.; J. L. Blanco; E. Acuña; J. Moraga; J. Olivares; A. Mujica y E. Uribe. 1993. Evaluación de la distribución de recursos pelágicos de la cuarta región y condiciones oceanográficas asociadas. IFOP. Informe a Empresa Pesquera San José y Subsecretaría de Pesca.
- Braun, M. 1991. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina, anchoveta y jurel en la zona norte de Chile, durante julio-agosto de 1991. En: Evaluación Directa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-Oceanográfica Zona Norte Julio-Agosto 1991. Programa Investigaciones Pesqueras De Recursos Pelágicos - Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 81-121 p.
- Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. and Oceanogr., 10: 141-143.
- Castillo J .; P. Pineda y J. Blanco. 1985. Informe Final Tercer crucero proyecto "Cuantificación acústica de recursos pelágicos en la Zona Arica-Coquimbo. Informe a Empresas Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 31 p.
- Castillo J .; S. Lillo y P. Pineda. 1986. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en otoño de 1986. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelagicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 47 p.

- Castillo J .; S. Lillo y P. Pineda. 1986. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1986. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelagicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 48 p.
- Castillo J .; P. Pineda y S. Lillo. 1986. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en primavera de 1986. 35 p + anexo. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelagicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 35 p + anexos.
- Castillo J y P. Briones . 1987. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1987. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelagicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile pp 62-90.
- 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 Pelagicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 89 p + anexos.
- Castillo J ., J. Córdova y M. Espejo. 1990. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelagicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile pp. 69-110.
- Castillo, J.; M. Braun y J.L. Blanco. 1992. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia Bio-Oceanográfica, Zona Norte. Septiembre 1992. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.
- Córdova, J ., J. Castillo y M. Espejo. 1989. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelagicos-Zona Norte. pp. 54-93.

- Einarsson y B.Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (Engraulis ringens) Bol. Inst. Recurs. Mar., Callao, 1 (1): 1-23.
- Fahay, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian shelf. Fish. Sci., Vol.4.
- Fischer, W. 1958. Primeras fases del desarrollo del blanquillo (Prolatilus jugularis). Rev.Biol.Mar., Valparaíso 8 (1-3):1-24.
- Foote, K. 1983. Journal of the Acoustical Society of America, Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- Foote. K. 1981. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. Fisker og Havet Ser, B, 1981 (6): 1 - 107.
- Foote, K., H. Knudsen, G. Vestnes, D. Mac Lennan and J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Cooperative Research Report 144, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- Francis, R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacusctic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Frontier, S. 1966. Tratamiento de datos. En: D. Boltovskoy. Atlas de zooplancton del atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación Especial INIDEP Mar del Plata. Argentina. p. 169-188.

- Garretón, M. y F. Balbontín. 1982. Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario y crecimiento inicial de las larvas de sardina española, Sardinops sagax musica, en condiciones de laboratorio. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 18(1):57-71.
- Gunther, E. R. 1936. A report on oceanographical investigations in the Perú Costal Current Discovery. Rep. 13. London.
- Guzmán, O. , J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez e I. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30' - 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82) Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hansen, R. , W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: Jhon Wiley and Sons, INC.
- Hempel, G. 1979. Early life history of marine fish: the egg stage. University of Washington, Sea Grant Programme, Seattle, 70 pp.
- Hjort, J. 1914. Fluctuacions in the great fisheries og northern Europe viewed in the lighth of biological research. Rapp. P.-V.Réun. Cons. Perm. int. Explor.Mer., 20: 1 - 228.
- Hjort, J. 1926. Fluctuacions in the year classes of important food fishes. Rapp.P.-V.Réun. Cons. Perm. int. Explor.Mer., 1: 5 - 38.
- Hayashi, S .1961. Fishery biology of the japanese anchovy Engraulis japonicus (Houttyn). Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (31): 145 - 268.
- Kelly, R.; J. L. Blanco y M. Díaz. 1983. Rangos típicos de temperatura, salinidad y oxígeno de las aguas del norte de Chile, Informe final de Proyecto al Comité Oceanográfico Nacional (830017).

- Kelly, R. y J. L. Blanco. 1986. Características oceanográficas en el norte de Chile durante la declinación de El Niño 1982-83. Invest. Pesq. (Chile), 33: 77-90.
- Kelly, R. y J. Osses. 1987. Condiciones oceanográficas en la zona centro-norte de Chile en el invierno de 1987. IFOP. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte, Julio-Agosto 1987. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Kelly, R., R. Rubio y J. Osses. 1988. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile en invierno de 1988. IFOP. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte, Agosto 1988. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Kelly, R., J. Osses y R. Rubio. 1990. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile en invierno de 1990. IFOP. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte, Agosto 1990. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Kelly, R. y R. Rubio. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile en el verano de 1991. IFOP. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte, Febrero 1991. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- LaFond, E. 1951. Processing Oceanographic Data. U.S. Navy Hydrographic Office, H.O. Publication N°614: 114 pp.
- Lasker, R. y K. Sherman (Eds). 1981. The early life history of fish: Recent studies. Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 178: 606p.

- Lennan, M. ,D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.
- Lillo, S., O. Guzmán, P.Pineda, J. Castillo y L. Rodriguez. 1983. Estudio de los recursos pelágicos. Zona Norte -1983. Informe de proyecto a Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 46 p + anexos.
- Lillo, S., J. Córdova y M. Espejo. 1991. Distribución y abundancia de sardina, jurel y anchoveta en invierno de 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 42 p.
- 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).
- 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.
- Millero, F., C. Chen, A. Bradshaw and K. Schleicher. 1980. A new high pressure equation of state for seawater. Deep Sea Res., 27a, 255-264.
- Millero, F. and A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.
- Moser, H. G.(ed.) 1984. Ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication N°1.

- Murphy, G. T. (Chairman). 1974. Report of the fourth session of the panel of experts on stock assessment on Peruvian anchoveta. Instituto del mar del Perú (Callao), Boletín 2: 605 - 719.
- Orellana, M. y F. Balbontín. 1983. Estudio comparativo de las larvas de Clupeiformes de la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 19(1): 1-46.
- Osses, J., R. Rubio y R. Kelly, 1989. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile durante el invierno de 1989. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica zona norte. Agosto-Septiembre de 1989. Programa de Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Parsons, T. R., B.O. Jansson, A.R. Longhurst and G. Saeterdsdal (Editors). 1978. Marine Ecosystems and Fisheries Oceanography. Rapp.P.-V.Réun. Cons. Perm. int. Explor.Mer., 173 : 1 - 240.
- Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces en la Bahía de Valparaíso. Informe de Práctica Profesional para optar al título de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano. 238 pp.
- Pond, S. and G.L. pickard. 1983. Introductory Dynamic Oceanography. 241p.
- Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Technical Report NNS-31, National Metereological Center, NOAA, Silver Springs, Md.
- Robertson, A. 1970. An inproved apparatus for determinig, plankton volume. Fish. Bull. S. Africa (6): 23-36.
- Robles, F. E. Alarcón y A. Ulloa. 1974. Las masas de agua en la región norte de Chile y sus variaciones en un período frio (1967) y en períodos cálidos (1969,1971-1973).

Reunión de trabajo sobre el fenómeno de El Niño.  
Guayaquil - Ecuador, diciembre 1974. IFOP. 144p.

- Robotham, H. and J. Castillo. 1990. The bootstrap method: an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. int. Explor.Mer, 189: 421 - 424.
- Rojas, O. y A. Mujica. 1981. Delimitación de las áreas de desove, prereclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Santiago, Chile, IFOP: 82 p.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. AP83-31.
- Rojas, O. y J. Oliva. 1992. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la zona norte por el método de producción de huevos. Programa Evaluación Directa de Recursos Pelágicos de la Zona Norte. Ins. Fom. Pesq., Chile. 37pp + Figuras y Tablas.
- Santander, H., O.S. de Castilla. 1971. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de jurel Trachurus symmetricus murphyi (Nichols) en la costa peruana. Inf. Inst. Mar. Perú - Callao (36): 1-22
- Sharp. G. (editor). 1981. Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes. Lima, Perú, 20 April - 5 May, 1980. IOC Workshop Rep. 28 UNESCO, París: 323 pp.
- Shotton, R. 1979. Acoustic survey design. In: Meeting on Hydroacoustical methods for the estimation of marine fish population. Cambridge, MA, USA. 25- 29 June 1979.

- Shotton, R. y Bazigos G.P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.
- Sievers, H. y N. Silva. 1975. Masas de agua y circulación en el Océano Pacífico sudoriental. Latitudes 18°S - 33°S. Operación oceanográfica MARCHILE VII. Cienc. y Tec. Del Mar. Contrib. CONA. 1: 7-67.
- Silva, N. y D. Konow H. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4, julio-agosto 1974. Rev. Com. Per. Pacífico sur, (3):63-75.
- Silva, N. y H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt. Latitudes 18°S - 33°S (Operación Oceanográfica Marchile X-ERFEN I). Cienc. y Tec. del Mar. CONA (5):5-50.
- Silva, S. y B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: Zonas Arica-Coquimbo. Los Vilos-Chiloé. Estud. Doc. Univ. Católica Valparaíso, 28-1/82: 212 pp.
- Silva, N. y T. Fonseca. 1983. Geostrophic component of the oceanic flow off northern Chile. Conferencia Internacional sobre recursos Marinos del Pacífico. Viña del Mar, Chile. pp 59-70. P. Arana Ed.
- Simmonds, E. J., N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (figures).
- Smith, P. E., R.C. Counts and R.I. Clutter. 1968. Changes in filtering efficiency of plankton nets due to clogging under tow. J. Cons. CIEM, 32 (2): 232-48.

- Smith, P. E. 1972. The increase in spawning biomass of northern anchovy Engraulis mordax. Fish. Bull. NOAA/NMFS, 70(3) 49 - 74.
- Smith, P. E. y S.L. Richardson. 1979. Técnicas estandar para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca, (175): 107pp.
- Stauffer, G. D. 1980. Estimate of the spawning biomass of the northern anchovy central subpopulation for the 1979-1980 fishing season. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep. 21: 17 - 22.
- Stauffer, G. D. and K. R. Parker. 1980. Estimate of the spawning biomass of the northern anchovy central subpopulation for the 1979-1980 fishing season. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep. 21: 12 - 16.
- Torres, A. , C. Martinez y J. Oliva. 1985. Migraciones de la sardina española en el Pacífico Suroriental, durante el fenómeno El Niño 1982-83 y en 1984. Invest. Pesq. (Chile) 32 pp. 95-100.
- UNESCO. 1968. Zooplankton sampling. Monographs on oceanographic methodology 2. Geneve. 174 p.
- UNESCO, 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.
- UNESCO, 1981b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Tech. papers in marine science N°37.144p.
- UNESCO, 1981c. Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.

- UNESCO, 1983. Algorithms for computations of fundamental properties of seawater, Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°44.
- Volter. K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.
- Wyrcki, K. 1967. Circulation and water masses in the equatorial Pacific Ocean. Int. J. Oceanol. and Limnol. Vol. 1(2).
- Yashnov, U . A. 1959. A new model of volume meter for rapid and precise plankton evaluation under field conditions. Zoologicheskü, Zhurnal (Moscow), 38: 1741-4.

**ANEXO I**

**T A B L A S**

Tabla Nº 4

Registro de pruebas de calibración de los flujómetros TSK 4767 (A) y TSK 4898 (B)

A. - TSK 4767 (A07) B/C "Carlos Porter" Fecha: 28-08-93

PROF. DE PESCA	Nº REV. TSK	DUR. LANCE MIN.	DUR. LANCE SEG.	DUR. LANCE EN SEG.	N=(REV/SEG. (X)	F=METROS/REV.	V=METROS/SEG. (Y)
30	180	1	14	74	2.432	0.167	0.405
30	185	0	57	57	3.246	0.162	0.526
30	178	1	27	87	2.046	0.169	0.345
30	182	1	8	68	2.676	0.165	0.441
30	176	0	45	45	3.911	0.170	0.667
30	172	0	46	46	3.739	0.174	0.652
30	190	0	44	44	4.318	0.158	0.682
30	181	1	3	63	2.873	0.166	0.476
30	183	1	4	64	2.859	0.164	0.469
30	178	0	20	20	8.900	0.169	1.500
30	180	0	21	21	8.571	0.167	1.429
30	180	0	21	21	8.571	0.167	1.429

B. - TSK 4898 (A12) B/C "Abate Molina" Fecha: 13-09-93

PROF. DE PESCA	Nº REV. TSK	DUR. LANCE MIN.	DUR. LANCE SEG.	DUR. LANCE EN SEG.	N=(REV/SEG. (X)	F=METROS/REV.	V=METROS/SEG. (Y)
40	422	3	23	203	2.079	0.095	0.197
40	390	3	18	198	1.970	0.103	0.202
40	317	1	43	103	3.078	0.126	0.388
40	298	1	35	95	3.137	0.134	0.421
40	288	1	6	66	4.364	0.139	0.606
40	292	1	2	62	4.710	0.137	0.645
40	277	0	50	50	5.540	0.144	0.800
40	293	0	50	50	5.860	0.137	0.800
40	287	0	38	38	7.553	0.139	1.053
40	287	0	38	38	7.553	0.139	1.053
40	293	0	32	32	9.156	0.137	1.250
40	264	0	32	32	8.250	0.152	1.250
40	254	0	27	27	9.407	0.157	1.481
40	269	0	28	28	9.607	0.149	1.429
40	255	0	26	26	9.808	0.157	1.538
40	256	0	27	27	9.481	0.156	1.481
40	242	0	21	21	11.524	0.165	1.905
40	262	0	20	20	13.100	0.153	2.000
40	247	0	20	20	12.350	0.162	2.000

Tabla No 5

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos  
 Crucero 362 (3) 93 CP - AM  
 Pelanor 9308/09

E S P E C I E	Zona	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
				Totales	Positivas		
Sardinops sagax	I	28	12600	70	453	15.4	4.0
	II	2	1281	31	641	4.9	2.6
	Total	30	13961	63	465	13.5	3.8
Engraulis ringens	I	79	227700	1252	2883	43.4	72.5
	II	1	7461	182	7461	2.4	15.3
	Total	80	235241	1055	2941	35.9	64.8
Trachurus murphyi	I	65	18679	103	287	35.7	5.9
	II	4	275	7	69	9.8	0.6
	Total	69	18954	85	275	30.9	5.2
Otras especies	I	147	55247	304	376	80.8	17.6
	II	38	39841	972	1048	92.7	81.5
	Total	185	95088	426	514	83.0	26.2
Total de huevos	I	156	314386	1727	2015	85.7	100.0
	II	38	48857	1192	1286	92.7	100.0
	Total	194	363243	1629	1872	87.0	100.0

Tabla Nº 6

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas  
 Crucero 362 (3) 93 CP - AH  
 Pelamor 9308/09

E S P E C I E	Zona	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
				Totales	Positivas		
Sardinops sagax	I	47	5477	30	117	25.8	1.5
	II	5	256	6	51	12.2	1.0
	Total	52	5733	26	110	23.3	1.5
Engraulis ringens	I	152	288347	1584	1897	83.5	78.4
	II	7	625	15	89	17.1	2.3
	Total	159	288972	1296	1817	71.3	73.2
Trachurus murphyi	I	43	4870	27	113	23.6	1.3
	II	1	77	2	77	2.4	0.3
	Total	44	4947	22	112	19.7	1.3
Otras especies	I	176	69011	379	392	96.7	18.8
	II	41	25900	632	632	100.0	96.4
	Total	217	94911	426	437	97.3	24.1
Total de larvas	I	100	367705	2020	2043	98.9	100.0
	II	41	26857	655	655	100.0	100.0
	Total	221	394562	1769	1785	99.1	100.0

Tabla No 7

Número de estadios tempranos de sardina, anchoveta y jurel con respecto a la distancia de la costa  
ZONA I

ESPECIE	n.n.	1		5		10		20		40		70		100		TOTAL	
		No	%	No	%												
<b>Sardinops sagax</b>																	
Huevos		2161	17.24	26	0.21	1367	10.90	317	2.53	821	6.55	6548	52.23	1296	10.34	12536	100.0
Larvas		1652	30.16	498	9.09	325	5.93	255	4.65	479	8.74	1727	31.53	542.0	9.89	5478	100.0
<b>Engraulis ringens</b>																	
Huevos		19079	8.38	7765	3.41	35853	15.74	66493	29.19	28037	12.31	18681	8.20	51875	22.77	227783	100.0
Larvas		81357	28.22	53854	18.68	45674	15.84	23744	8.23	23545	8.17	25317	8.78	34854	12.09	288345	100.0
<b>Trachurus murphyi</b>																	
Huevos		1734	9.28			602	3.22	681	3.65	1716	9.19	4764	25.50	9182	49.16	18679	100.0
Larvas				59	1.21	30	0.62	165	3.39	367	7.53	2137	43.84	2116	43.41	4874	100.0

ZONA II

ESPECIE	n.n.	1		5		10		20		40		70		100		TOTAL	
		No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
<b>Sardinops sagax</b>																	
Huevos		1281	100.00													1281	100.0
Larvas		164	64.06	24	9.38	68	26.56									256	100.0
<b>Engraulis ringens</b>																	
Huevos		7461	100.0													7461	100.0
Larvas		409	65.54	83	13.30	101	16.19			31	4.97				624	100.0	
<b>Trachurus murphyi</b>																	
Huevos		115	41.82	43	15.64							75	27.27	42	15.27	275	100.0
Larvas		77	100.0												77	100.0	

Tabla N.º 17

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de nuevos  
 Área Comparativa: Arica - Punta Amarilla 0 - 100 m.d.

E S P E C I E	Estación	Año	Número de estaciones positivas	Número de nuevos	Densidad promedio por estaciones			Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %	
					Totales	Positivas				
<i>Sardinops sagax</i>	Invierno	1983	27	24415	479	904	52.9	73.2		
		1984	22	23645	483	1075	44.9	57.8		
		1985	34	234552	2792	6899	40.5	15.4		
		1986	49	42768	509	873	58.3	4.2		
		1987	44	42389	517	963	53.7	30.5		
		1988	30	29638	296	968	30.6	6.0		
		1989	39	28184	288	723	39.8	4.2		
		1990	19	11785	120	620	19.4	3.2		
		1991	13	3556	36	274	13.3	1.5		
		1992	37	20876	151	564	26.8	6.0		
		1993	21	10744	85	512	16.7	3.8		
		<i>Engraulis ringens</i>		1983	0	0	0	0	0.0	0.0
				1984	8	1804	37	226	16.3	4.4
1985	54			1252602	14912	23196	64.3	82.3		
1986	65			960953	11430	14771	77.4	94.0		
1987	16			59473	725	3717	19.5	42.8		
1988	43			258309	2636	6007	43.9	53.3		
1989	37			550207	5614	14870	37.8	82.7		
1990	29			280549	2863	9674	29.6	75.3		
1991	18			221108	2256	12284	18.4	90.3		
1992	61			279302	2824	4579	44.2	88.1		
1993	72			211348	1677	2935	57.1	75.2		
<i>Trachurus murphyi</i>				1983	0	0	0	0	0.0	0.0
				1984	4	682	14	171	8.2	1.7
		1985	2	295	4	148	2.4	0.0		
		1986	1	239	3	239	1.2	0.0		
		1987	25	3607	44	144	30.5	2.6		
		1988	44	34230	349	778	44.9	7.1		
		1989	16	2378	24	149	16.3	0.4		
		1990	9	933	10	104	9.2	0.3		
		1991	7	653	7	93	7.1	0.3		
		1992	57	10444	76	183	41.3	3.0		
		1993	56	17581	140	314	44.4	6.3		

Tabla No 18

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas  
 Área Comparativa: Arica - Puerto Anarilla 0 - 100 m.a.

E S P E C I E	Estación	Año	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %		
					Totales	Positivas				
Sardinops sagax	Invierno	1983	47	28895	567	615	92.2	62.2		
		1984	31	5614	115	181	63.3	26.5		
		1985	24	6051	72	252	28.6	1.2		
		1986	35	18668	222	533	41.7	10.7		
		1987	45	15009	183	334	54.9	18.1		
		1988	35	16851	172	481	35.7	8.8		
		1989	35	10075	103	288	35.7	3.0		
		1990	28	7073	72	253	28.6	5.1		
		1991	10	1221	12	122	10.2	2.4		
		1992	55	6099	44	111	39.9	3.4		
		1993	24	4073	32	170	19.0	1.2		
		Egagralis ringens		1983	0	0	0	0	0.0	0.0
				1984	18	2165	44	120	36.7	10.2
1985	80			461348	5492	5767	95.2	90.0		
1986	77			143469	1708	1863	91.7	82.5		
1987	47			39286	479	836	57.3	47.5		
1988	86			139427	1423	1621	87.8	72.6		
1989	72			294499	3005	4090	73.5	87.2		
1990	80			94935	969	1187	81.6	68.4		
1991	50			22368	228	447	51.0	44.9		
1992	100			110824	855	1100	72.5	66.3		
1993	117			279312	2217	2387	92.9	81.9		
Trechurus murphyi				1983	0	0	0	0	0.0	0.0
				1984	3	63	1	21	6.1	0.3
		1985	2	101	1	51	2.4	0.0		
		1986	2	61	1	31	2.4	0.0		
		1987	8	372	5	47	9.8	0.4		
		1988	21	2449	25	117	21.4	1.3		
		1989	6	438	4	73	6.1	0.1		
		1990	0	0	0	0	0.0	0.0		
		1991	2	112	1	56	2.0	0.2		
		1992	34	3290	24	97	24.6	1.8		
		1993	39	4644	37	119	31.0	1.4		

Tabla Nº 19

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos  
 Área Comparativa: Punta Amarilla - Coquimbo

E S P E C I E	Estación	Año	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
Sardinops sagax	Invierno	1983	12	12336	649	1828	63.2	67.4
		1984	8	13455	336	1682	20.0	60.4
		1986	7	4465	223	638	35.0	19.5
		1987	16	6970	162	436	37.2	12.8
		1991	11	4138	61	376	16.2	34.9
		1993	2	1281	31	641	4.9	2.6
Egagralis ringens		1983	0	0	0	0	0.0	0.0
		1984	14	3127	78	223	35.0	14.0
		1986	15	17379	869	1159	75.0	75.8
		1987	21	26427	615	1258	48.8	48.6
		1991	0	0	0	0	0.0	0.0
		1993	1	7461	182	7461	2.4	15.3
Trechurus murphyi		1983	0	0	0	0	0.0	0.0
		1984	1	43	1	43	2.5	0.2
		1986	1	32	2	32	5.0	0.1
		1987	13	1790	42	138	30.2	3.3
		1991	4	649	10	162	5.9	5.5
		1993	4	275	7	69	9.8	0.6

Tabla Nº 29

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas  
 Área Comparativa: Punta Amarilla - Coquimbo

E S P E C I E	Estación	Año	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Sardinops sagax</i>	Invierno	1983	14	5492	289	392	73.7	44.6
		1984	6	5317	133	886	15.0	35.7
		1986	6	927	46	155	30.0	4.0
		1987	16	2050	48	128	37.2	5.1
		1991	20	3594	53	179	29.4	14.3
		1993	5	256	4	51	12.2	1.0
<i>Engraulis ringens</i>		1983	0	0	0	0	0.0	0.0
		1984	22	1423	36	65	55.0	9.6
		1986	14	16009	800	1144	70.0	69.8
		1987	33	22616	549	716	76.7	59.0
		1991	10	1015	15	0	14.7	4.0
		1993	7	625	9	89	17.1	2.3
<i>Trechurus surphyi</i>		1983	0	0	0	0	0.0	0.0
		1984	0	0	0	0	0.0	0.0
		1986	0	0	0	0	0.0	0.0
		1987	5	504	12	101	11.6	1.3
		1991	0	0	0	0	0.0	0.0
		1993	1	77	1	77	2.4	0.3

**ANEXO II**

**FIGURAS**

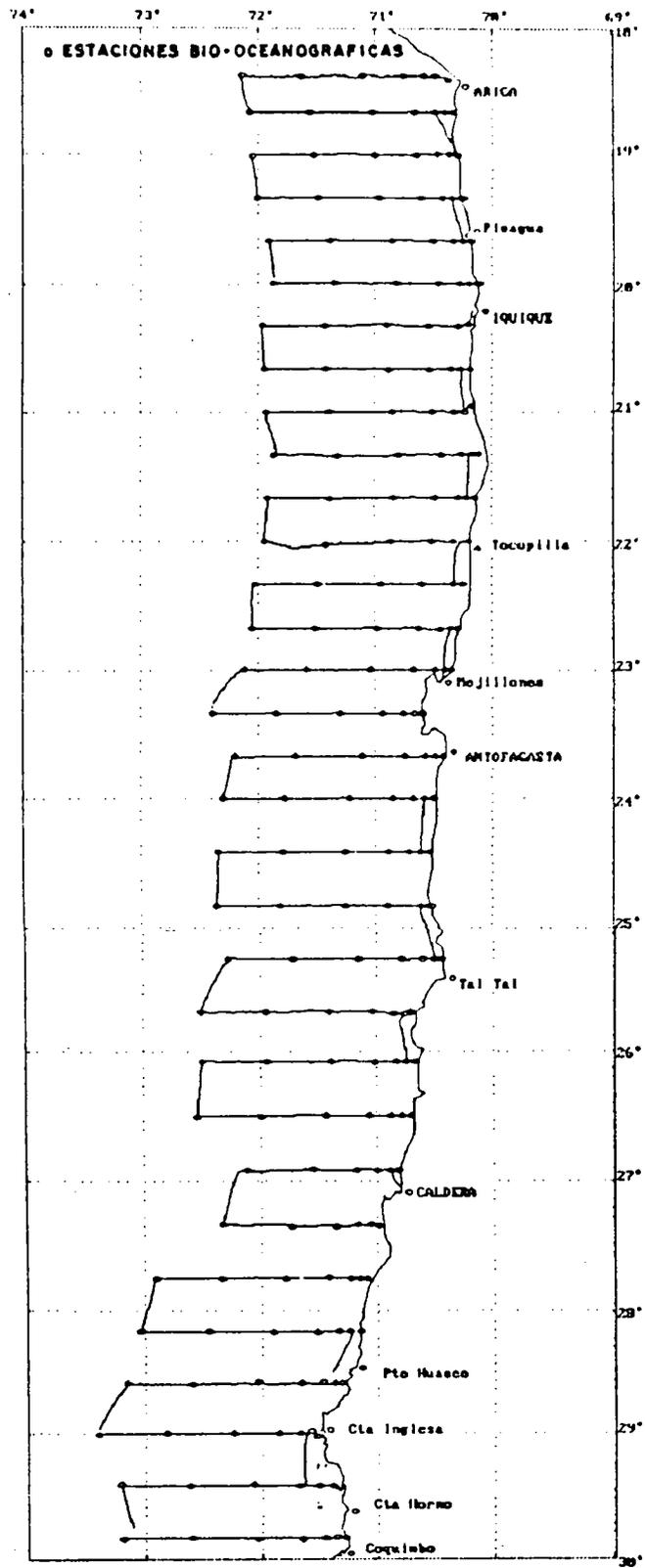


Figura 1. Red de transectas y estaciones bio-oceanográficas realizadas. Crucero PELANOR 9308-09.

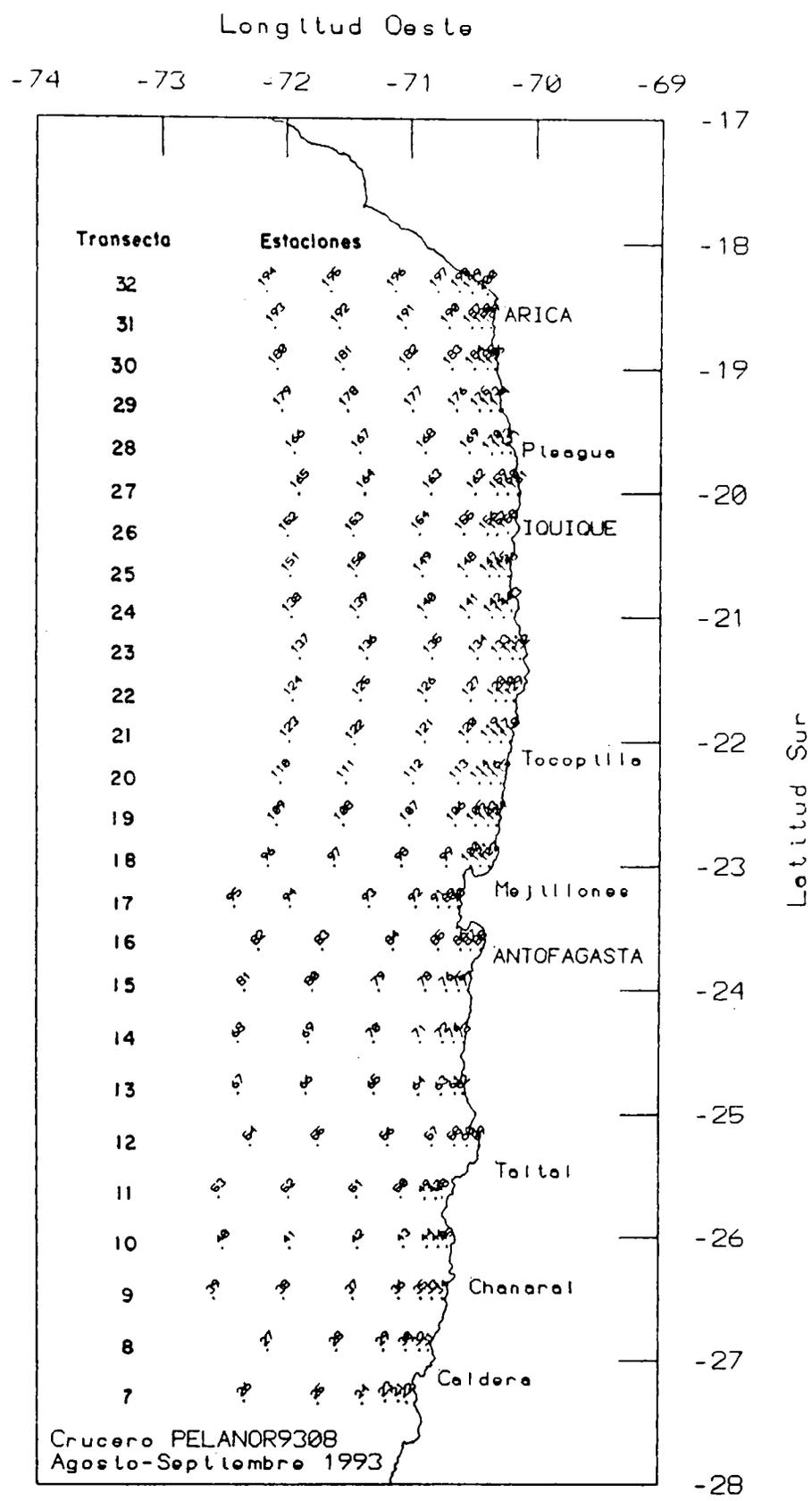
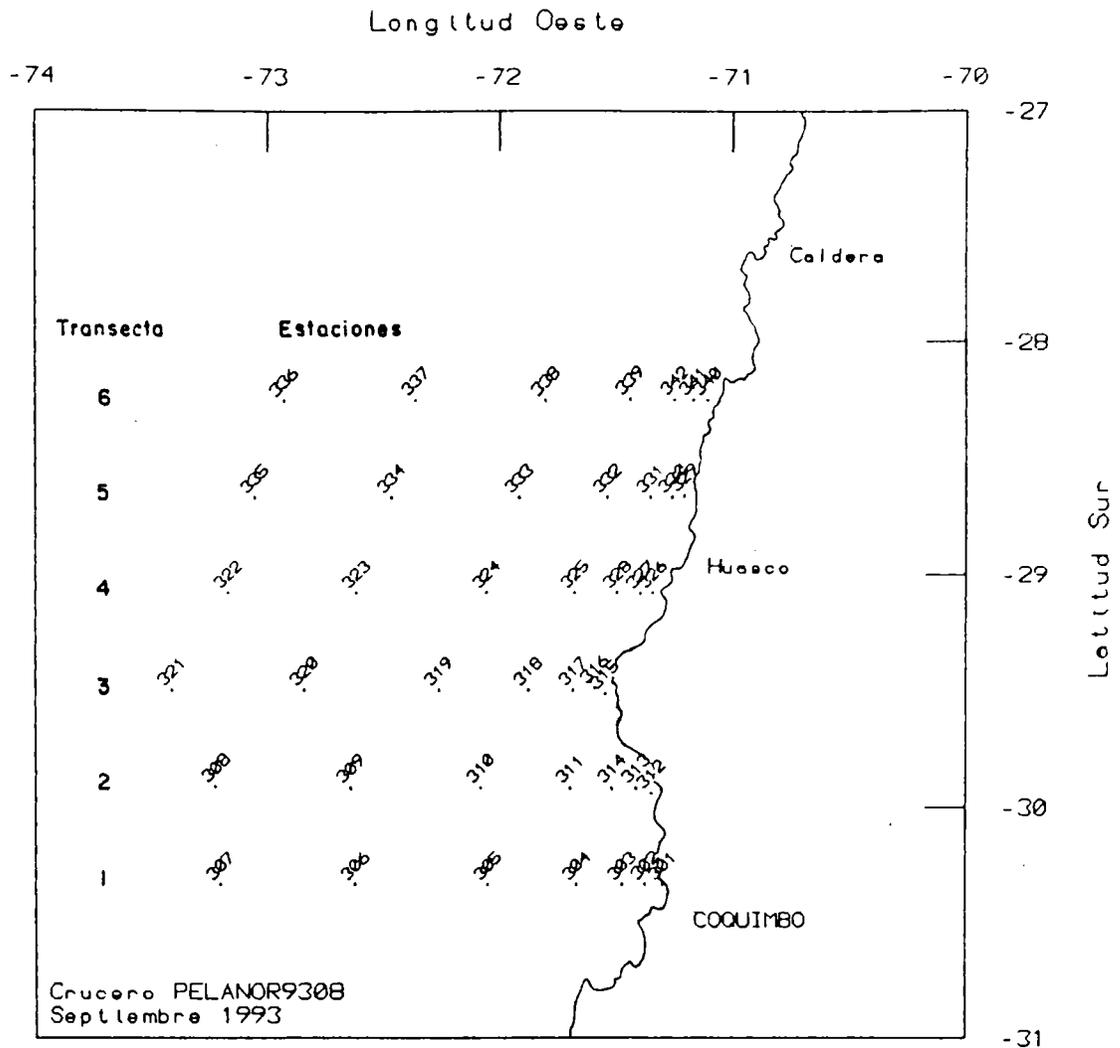


Figura 2. Ubicación de transectas y estaciones bio-oceanográficas, zona Arica-Caldera. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.



**Figura 3. Ubicación de transectas y estaciones bio-oceanográficas, zona Caldera-Coquimbo. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.**

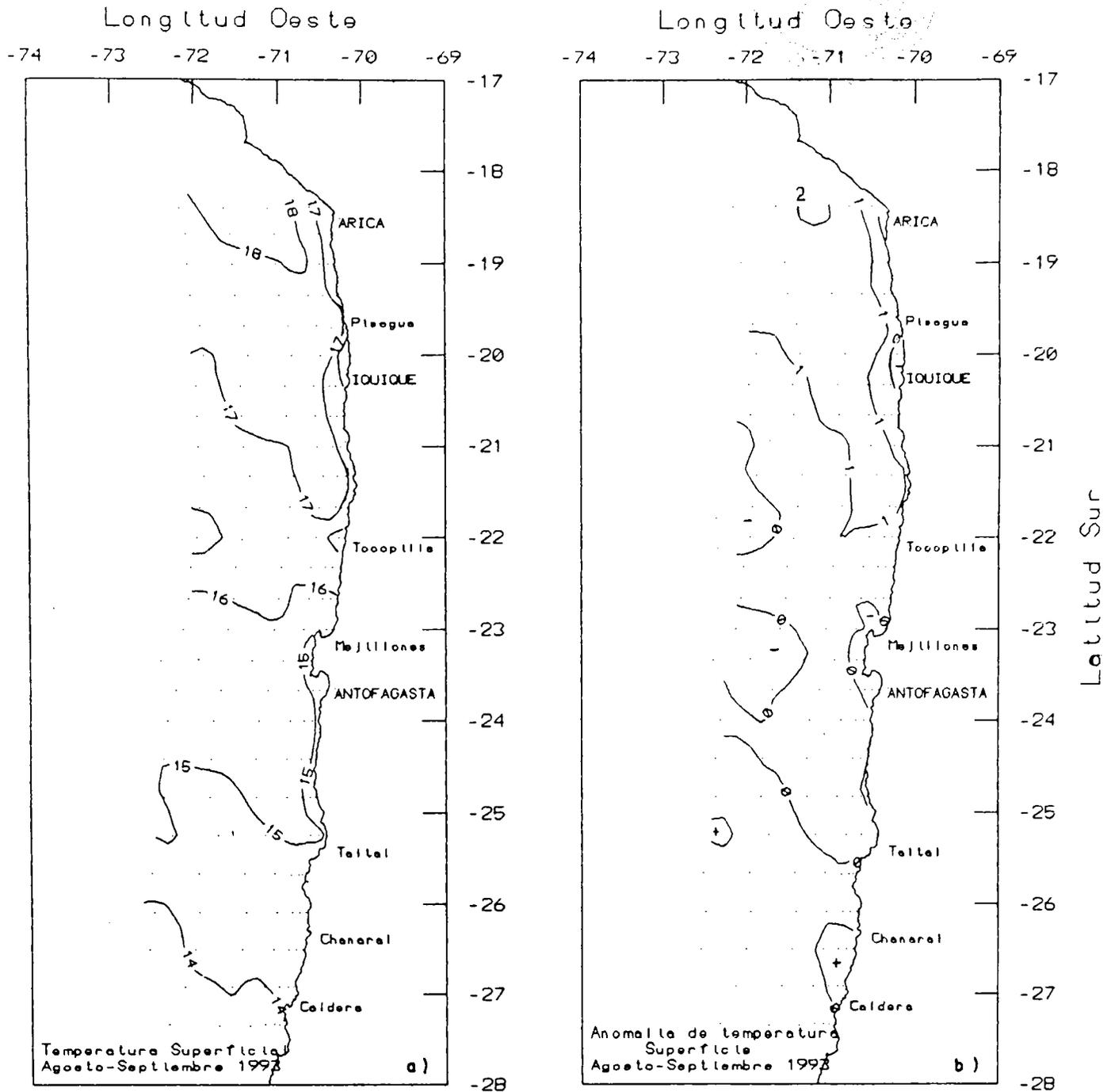


Figura 4. Distribución superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y b) anomalía de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) respecto a los promedios de largo plazo de Reynolds. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

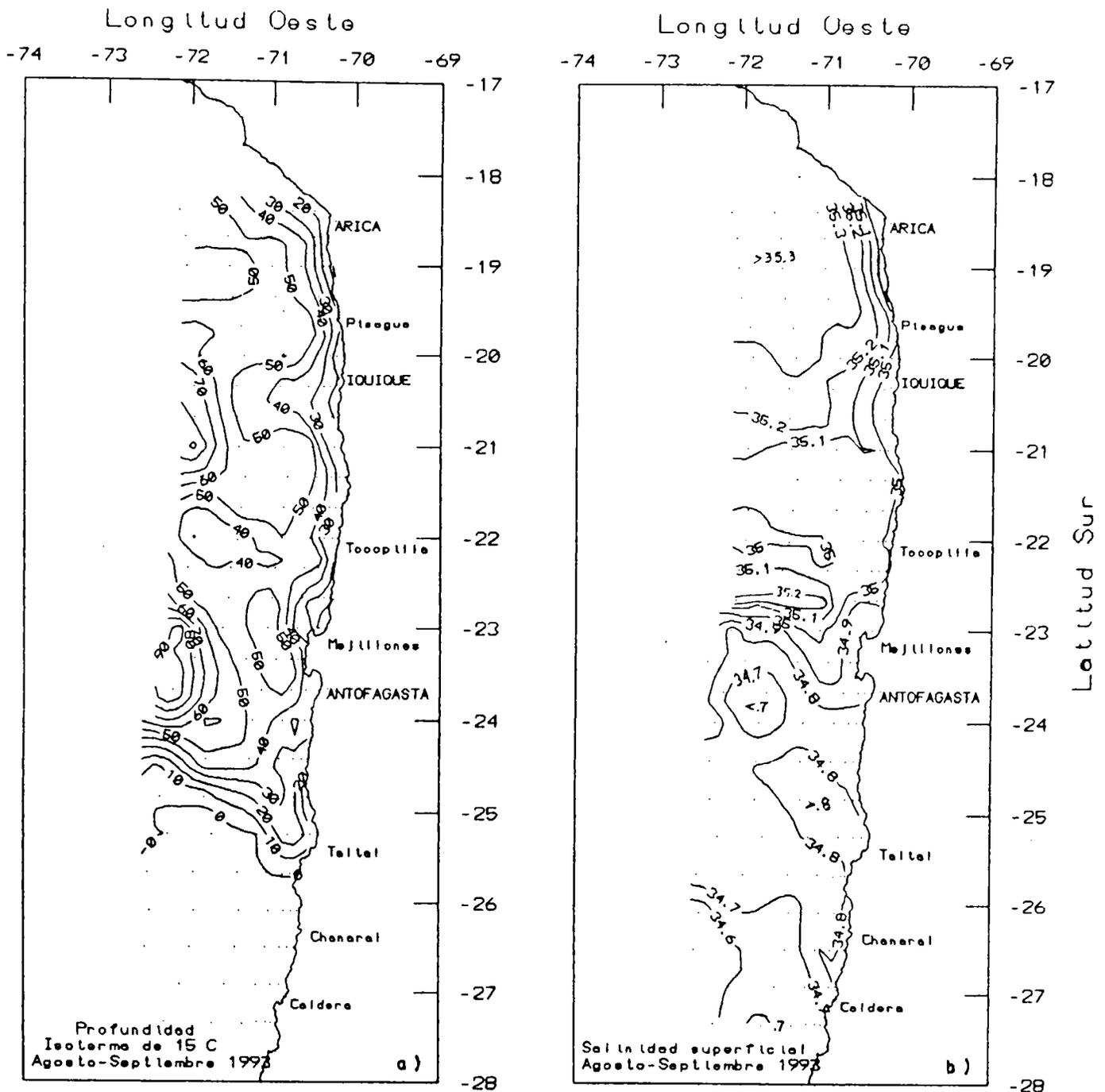


Figura 5. Distribución de a) profundidad (m) de la isoterma de 15° (°C) y b) salinidad superficial. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

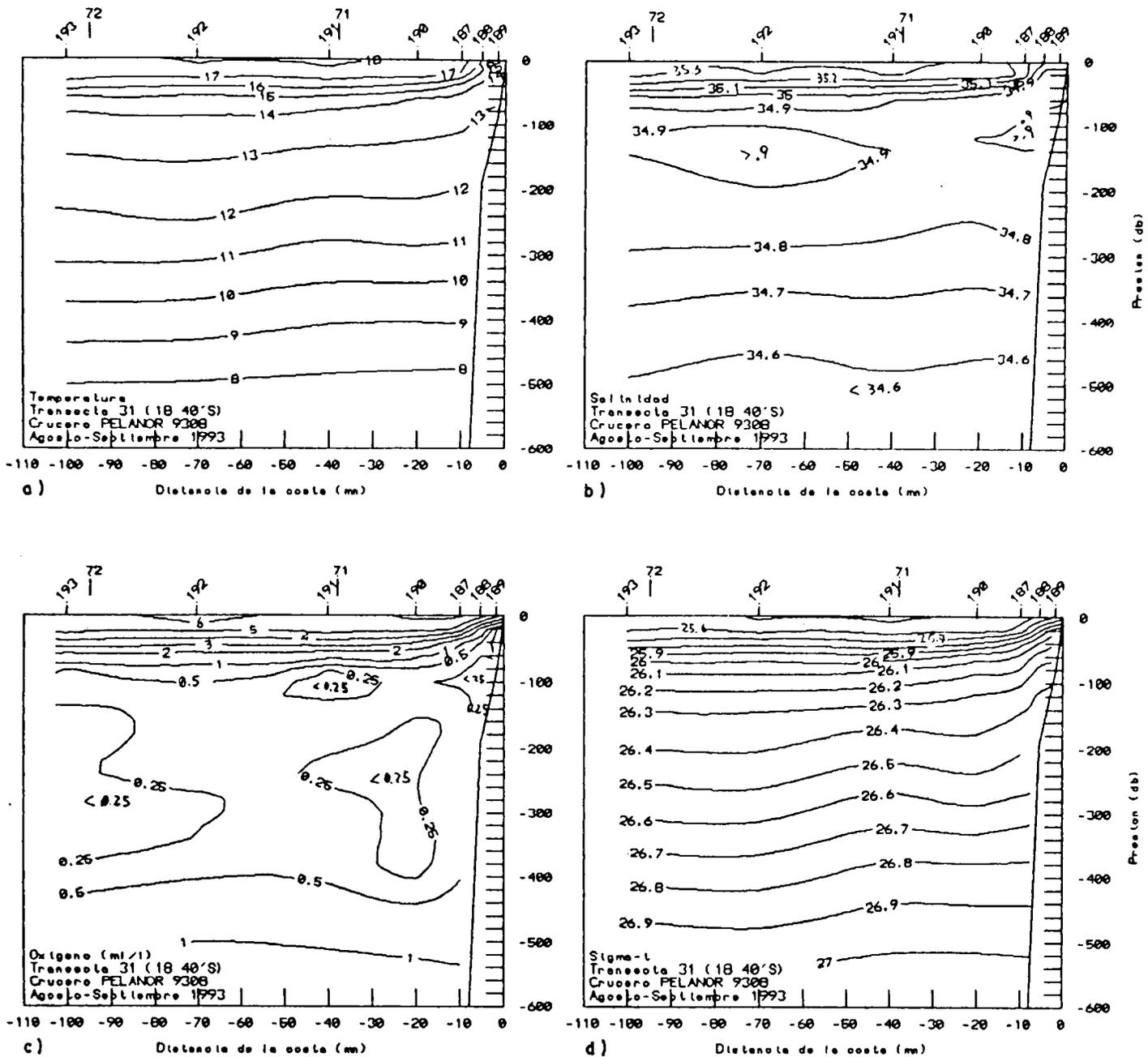


Figura 6. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 31. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

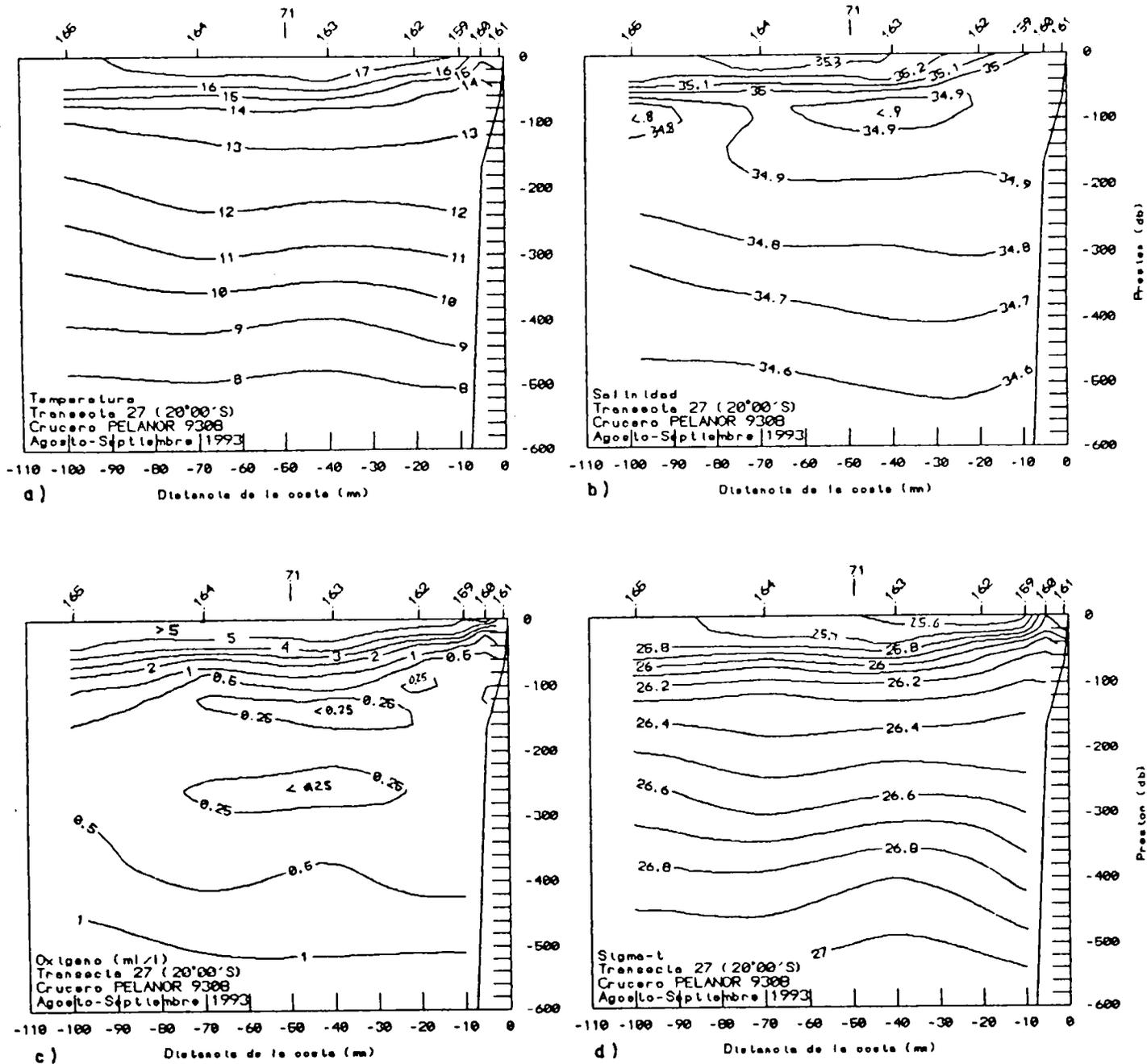


Figura 7. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 27. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

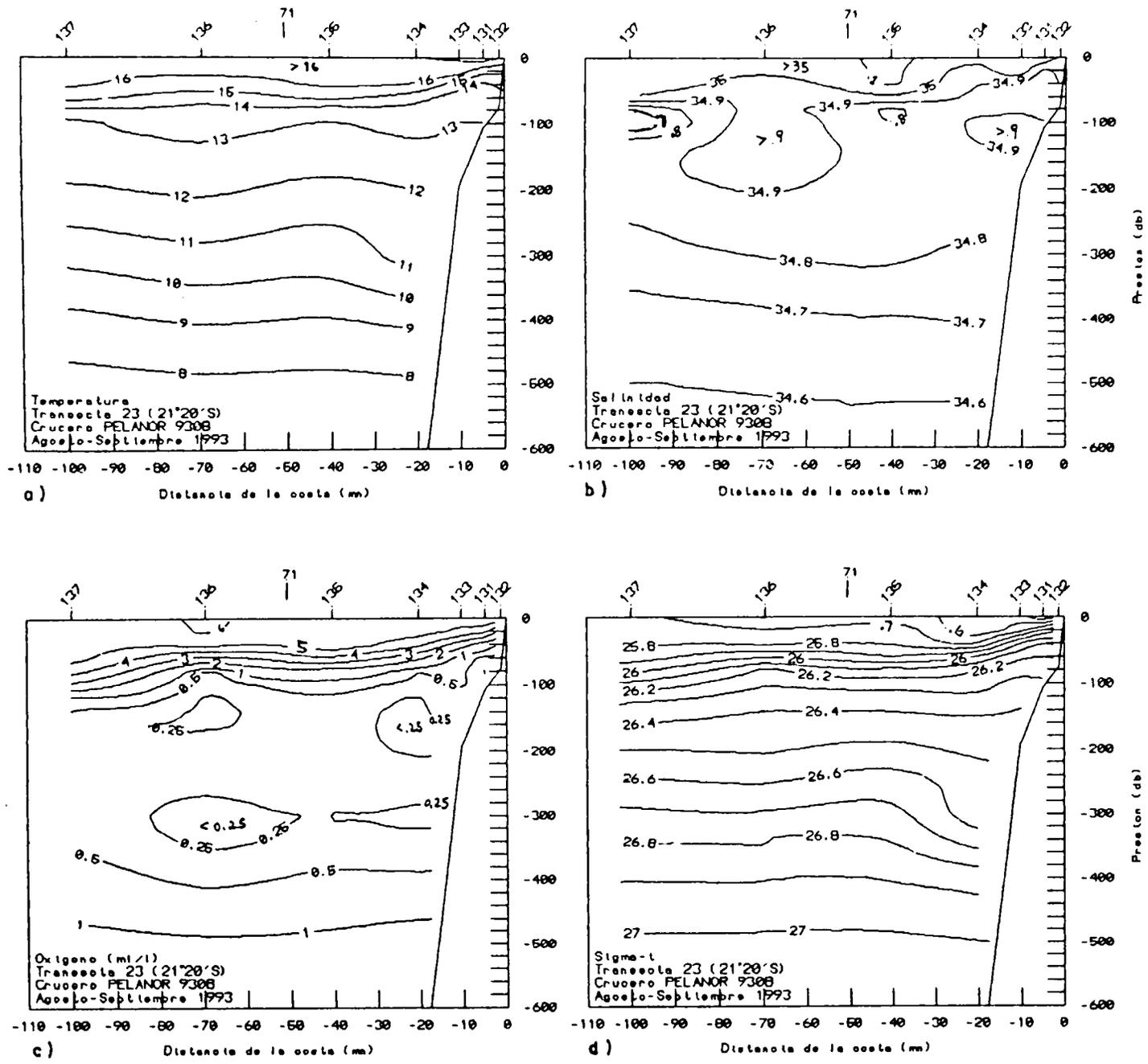


Figura 8. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 23. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

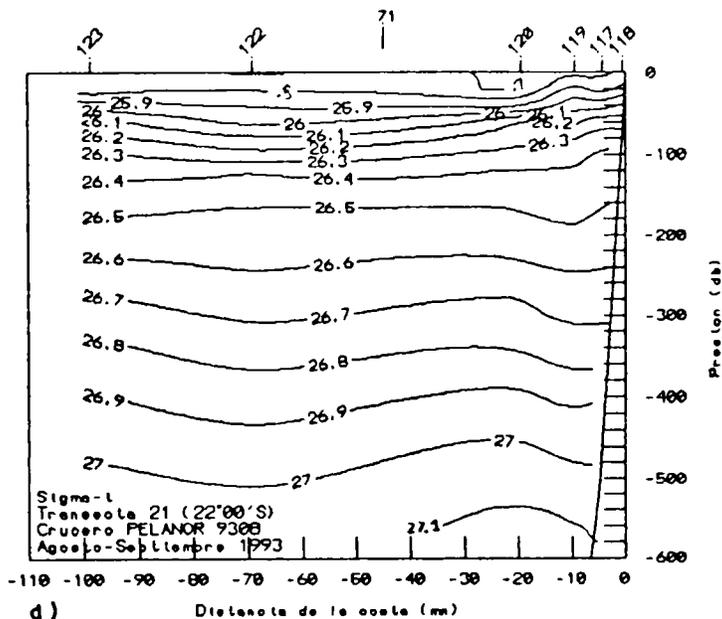
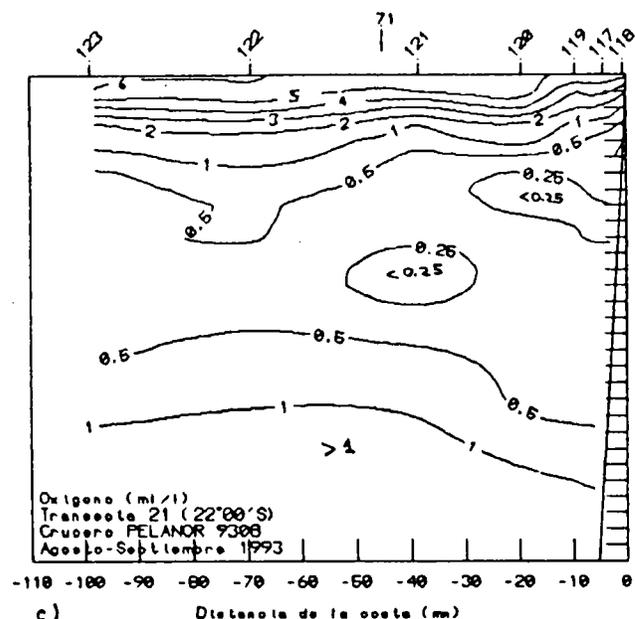
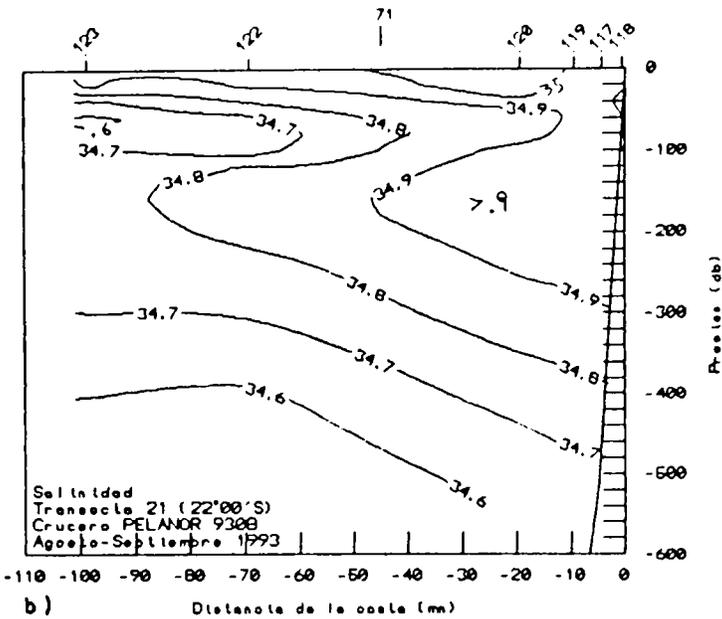
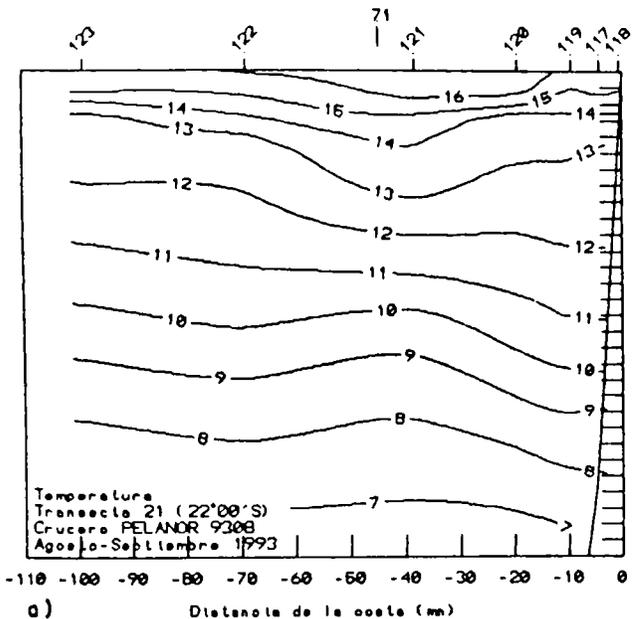


Figura 9. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 21. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

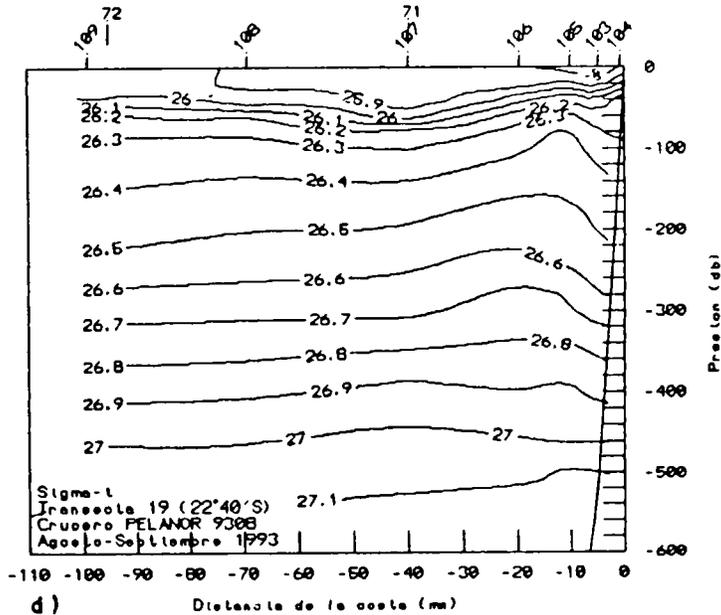
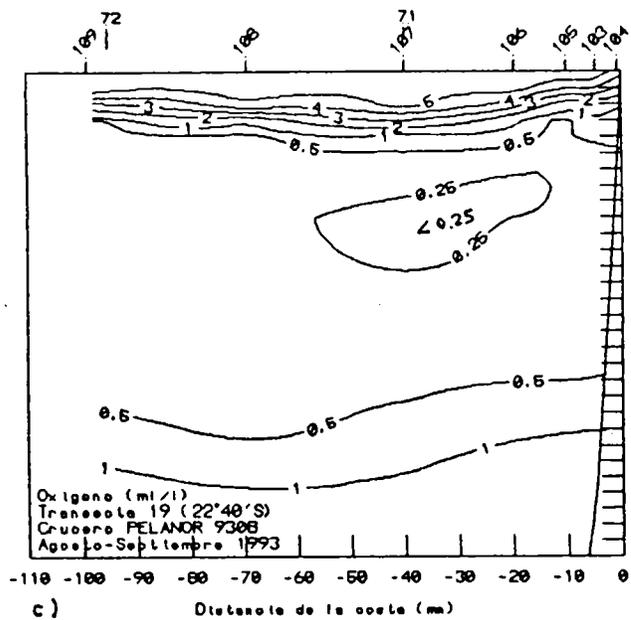
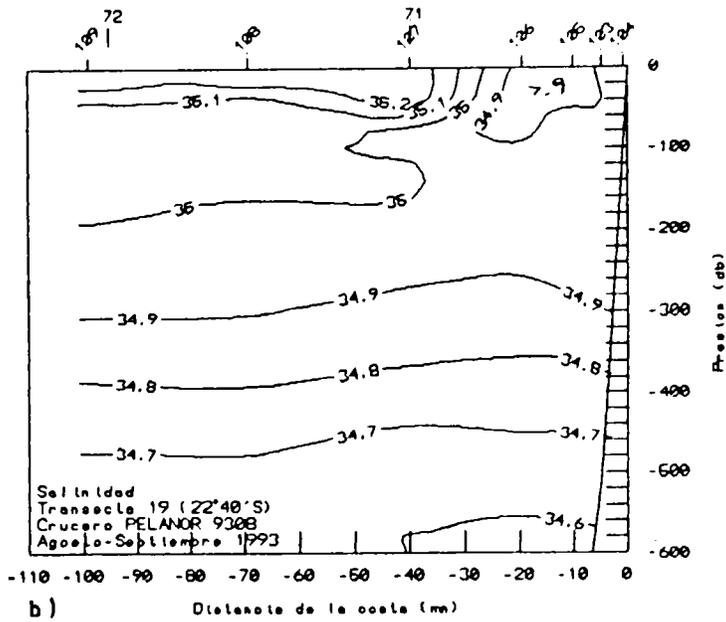
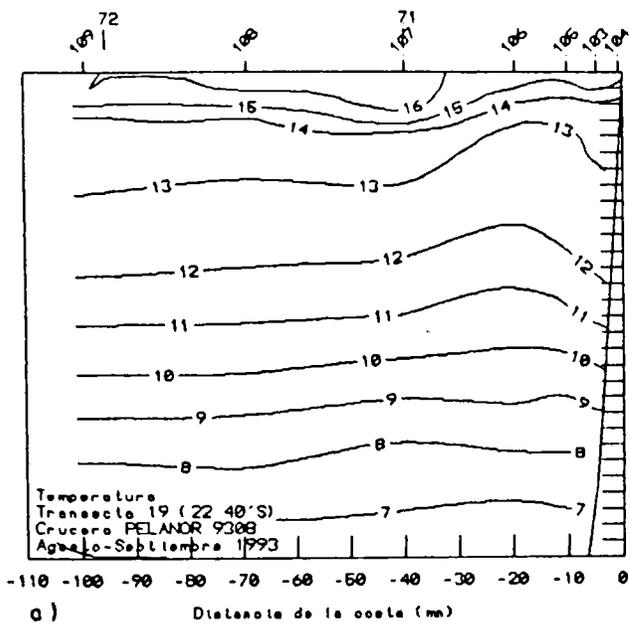


Figura 10. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 19. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

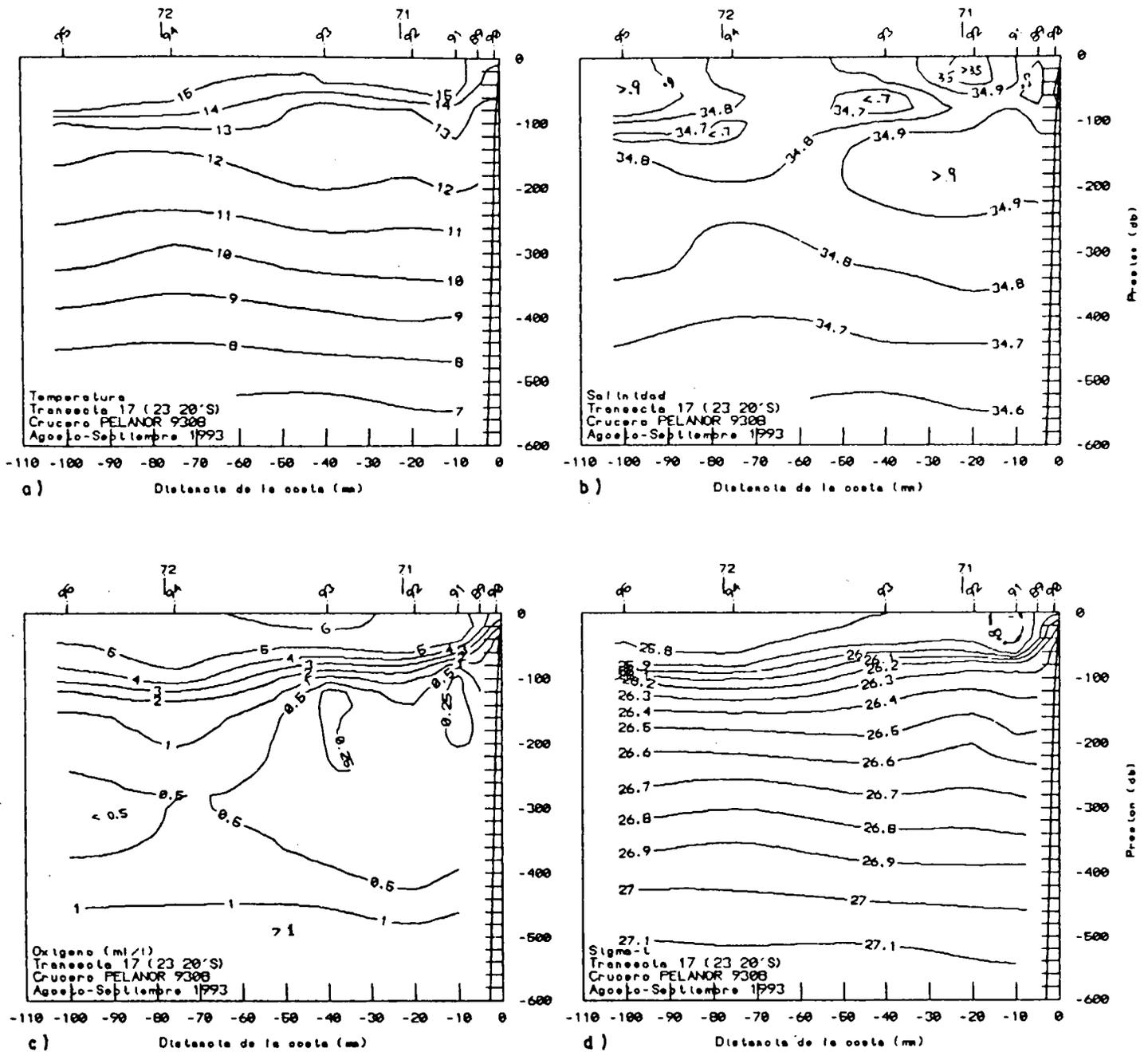


Figura 11. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 17. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

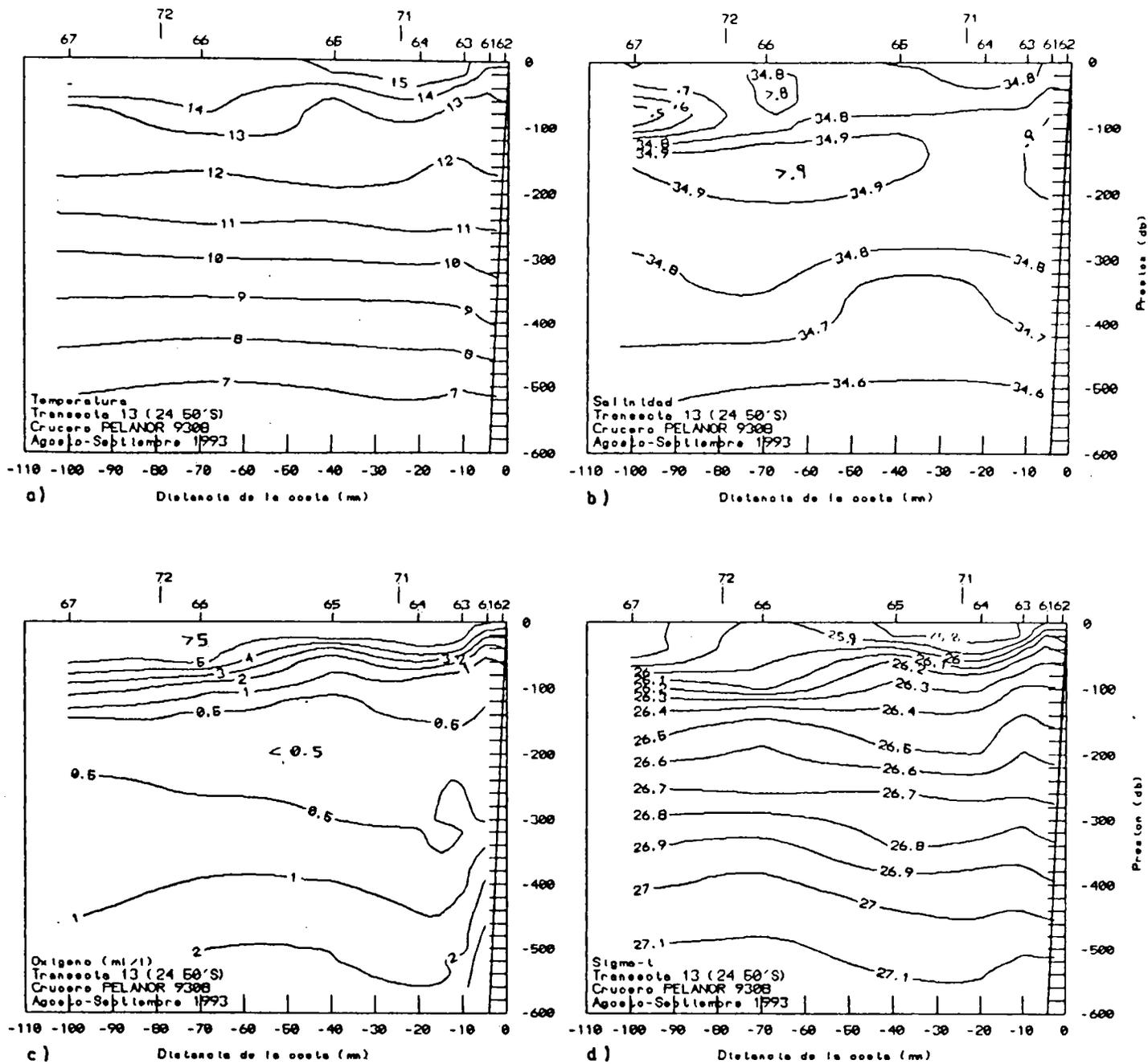


Figura 12. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 13. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

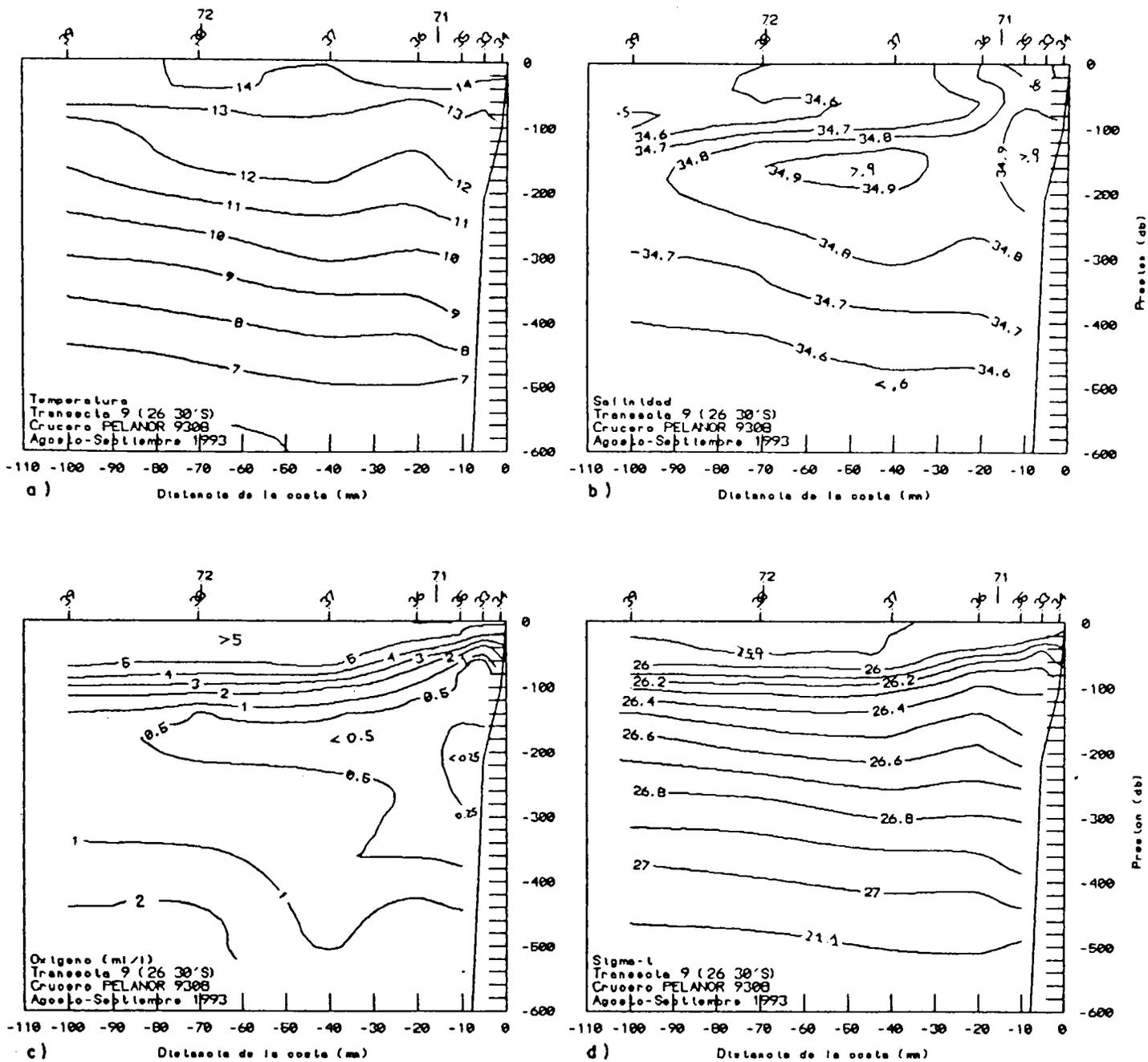


Figura 13. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 09. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

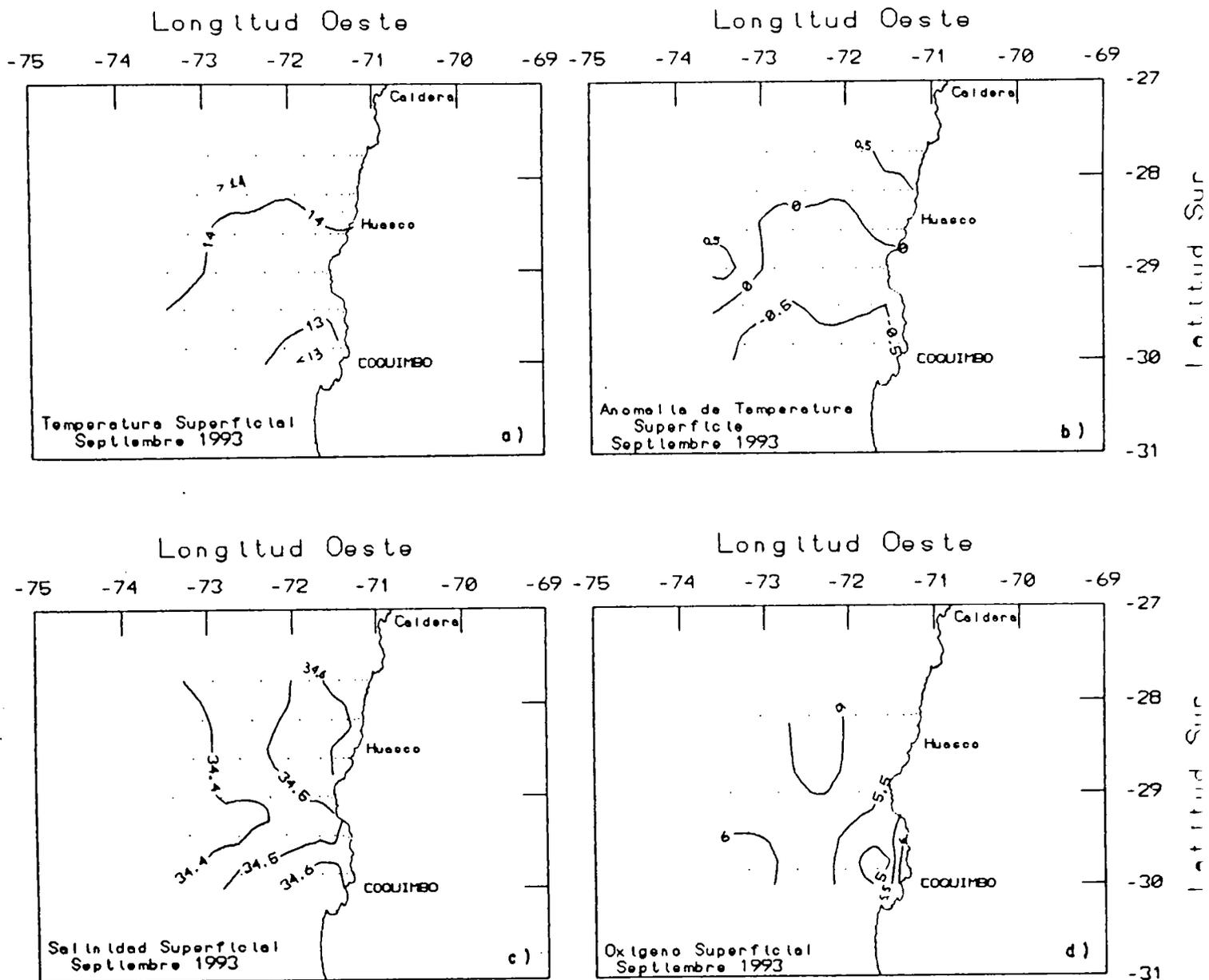


Figura 14. Distribución superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de temperatura respecto a promedios de largo plazo de Reynolds, c) salinidad y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

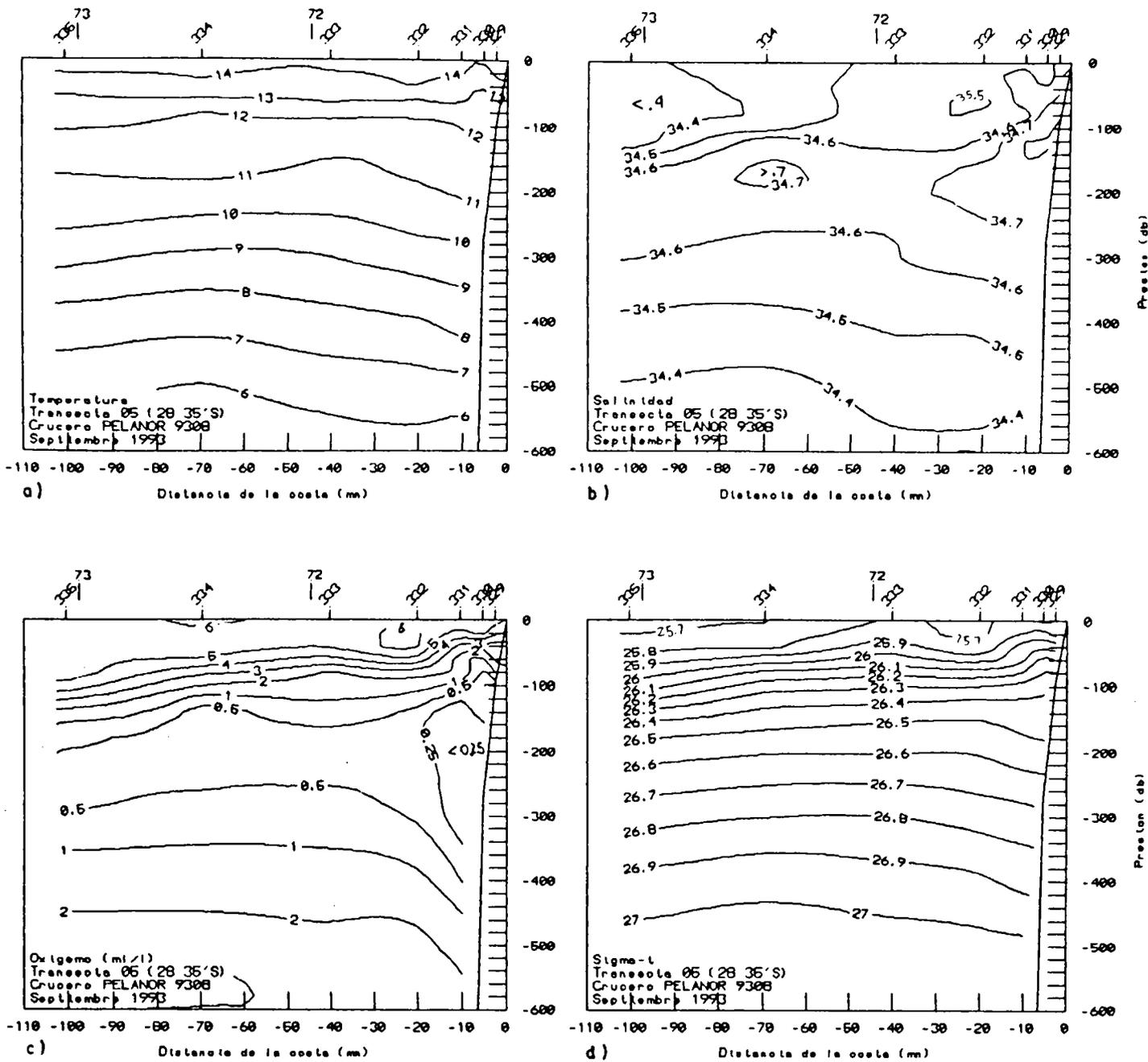


Figura 15. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 05. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

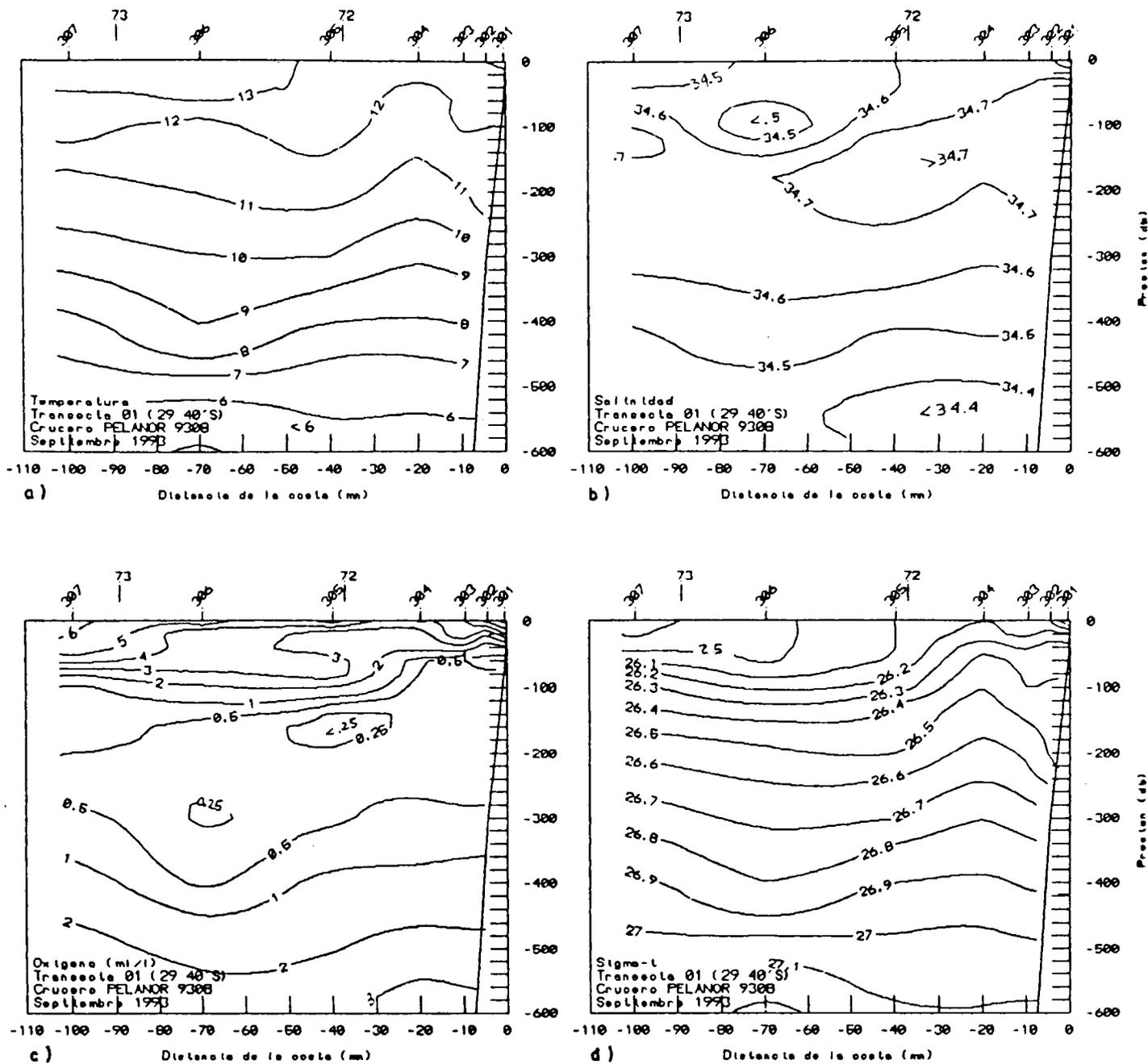


Figura 16. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto y d) densidad, en la transecta 01. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

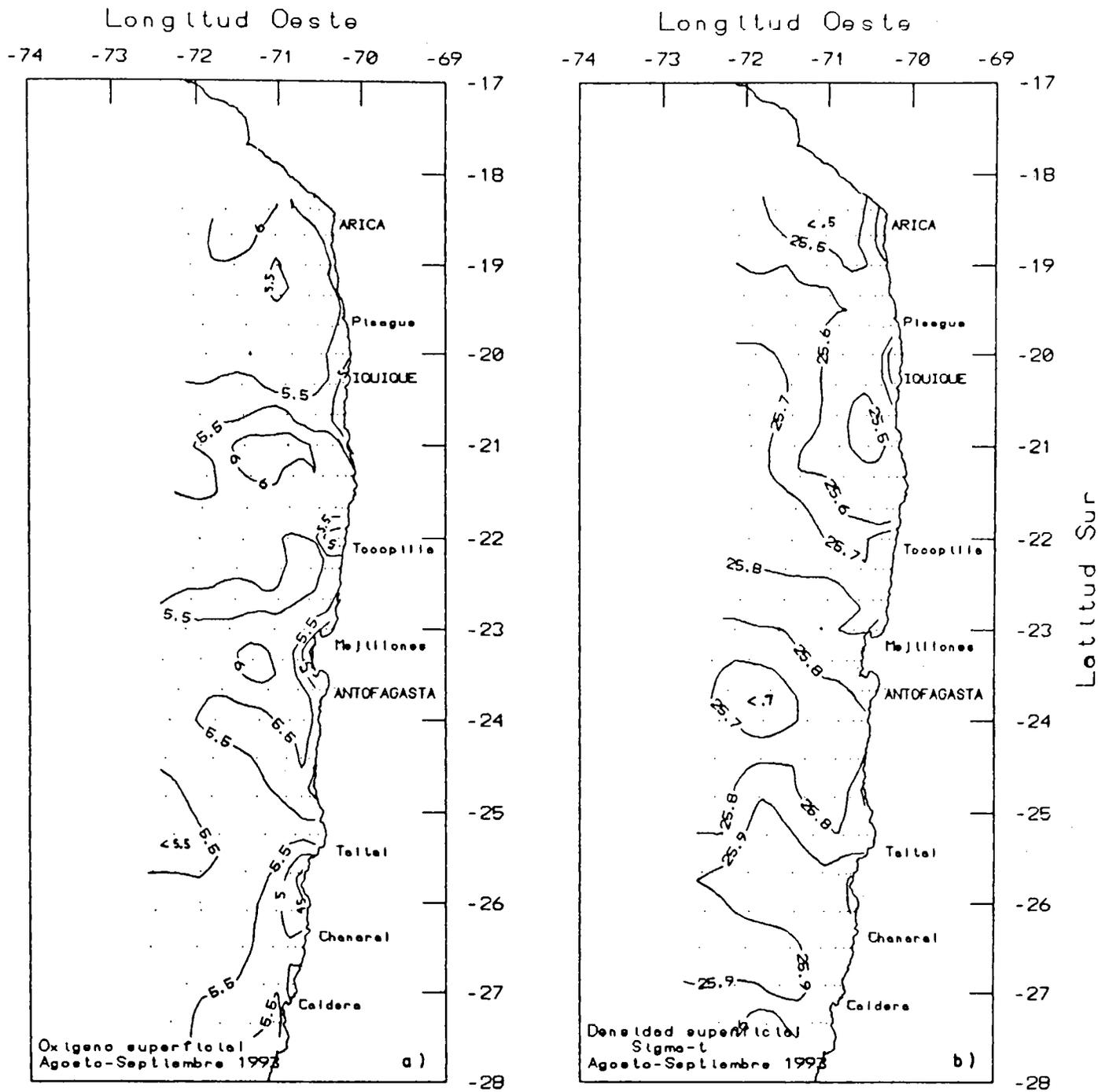


Figura 17. Distribución superficial de a) concentración de oxígeno disuelto (ml/l) y b) densidad. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

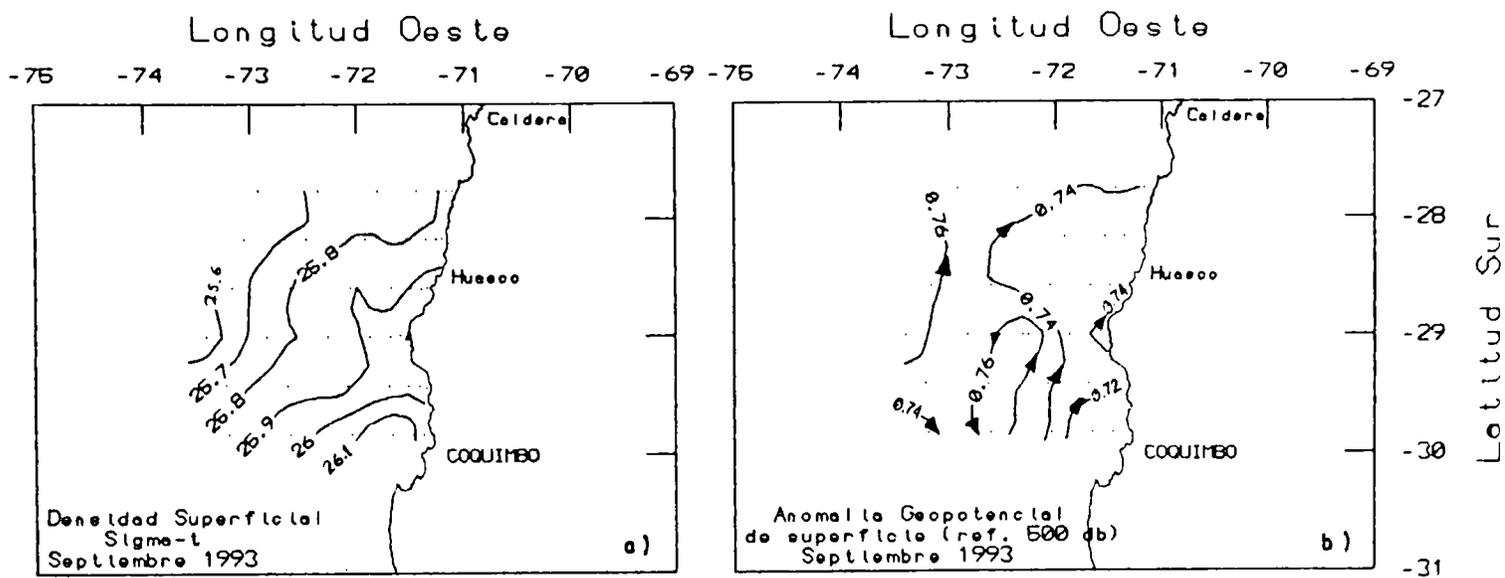


Figura 18. Distribución superficial de a) densidad y b) anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db. Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

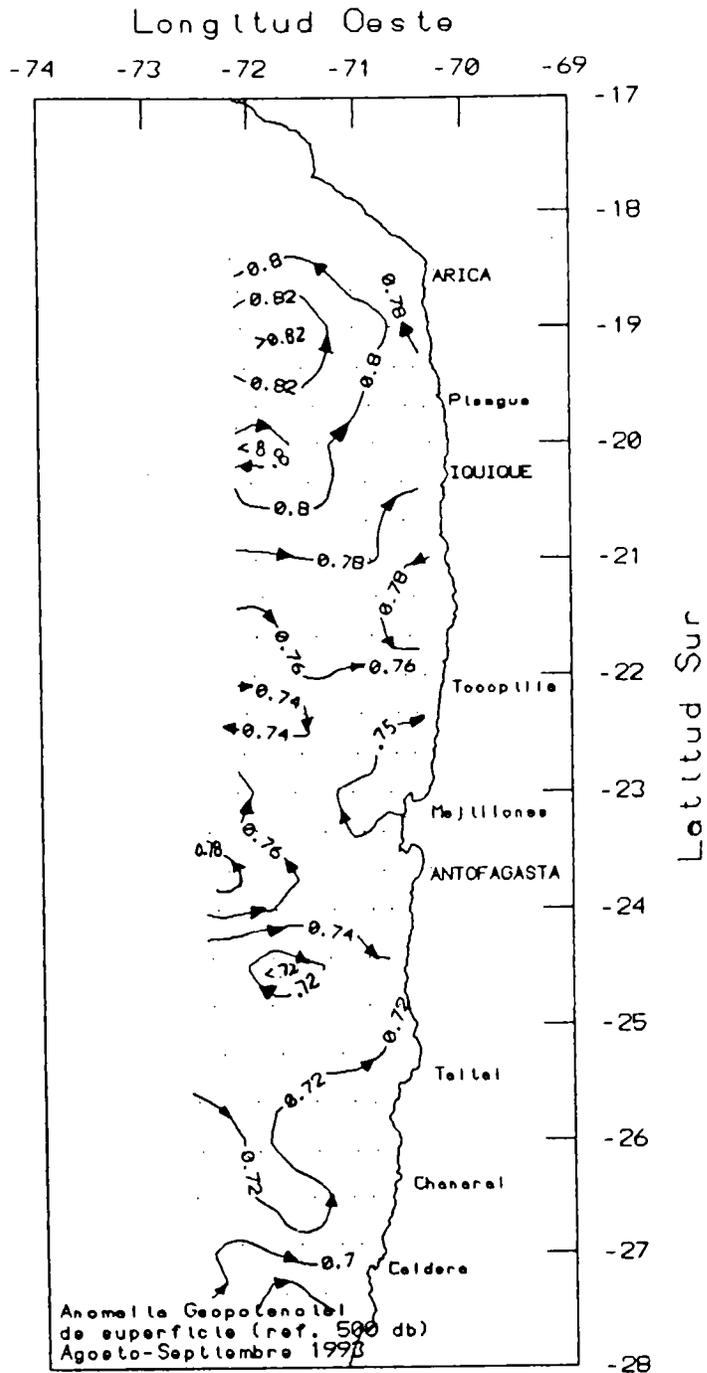


Figura 19. Distribución de la anomalía geopotencial de superficie referida a 500 db, durante Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

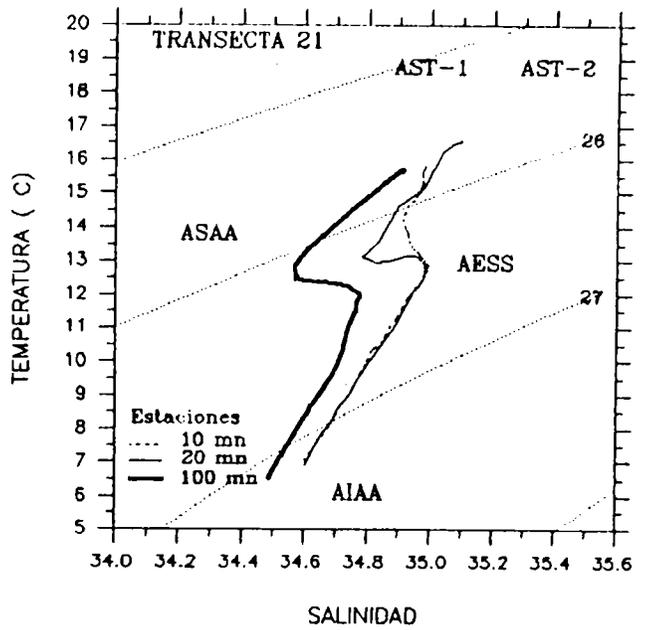
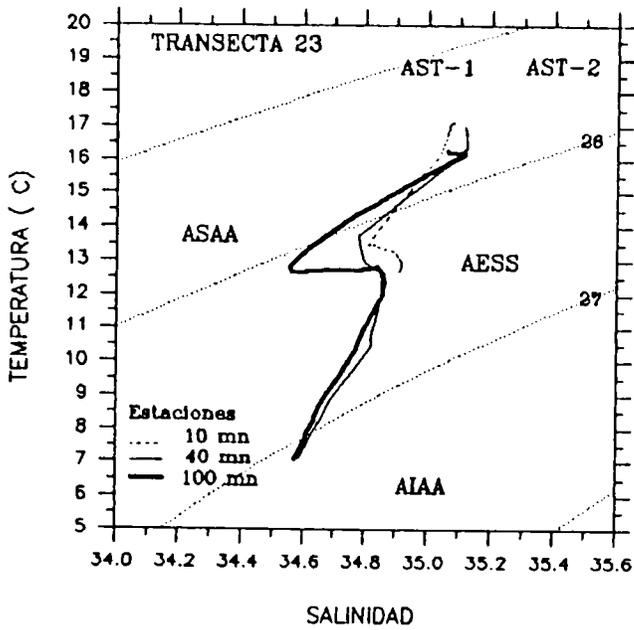
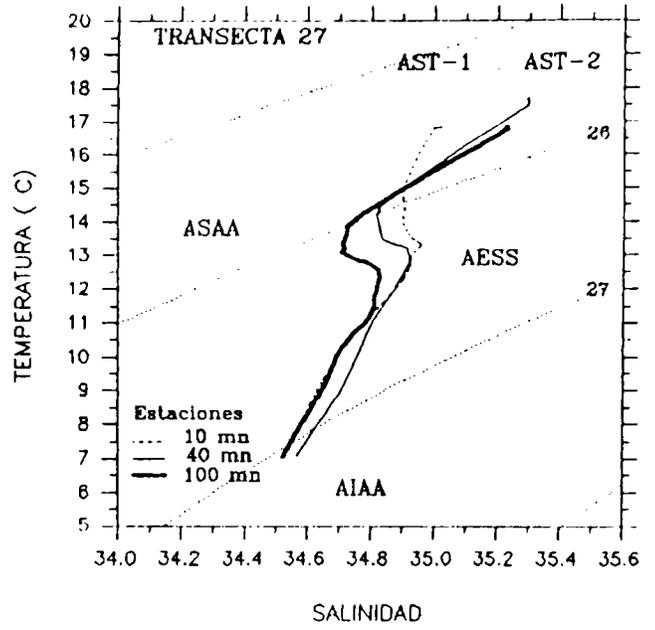
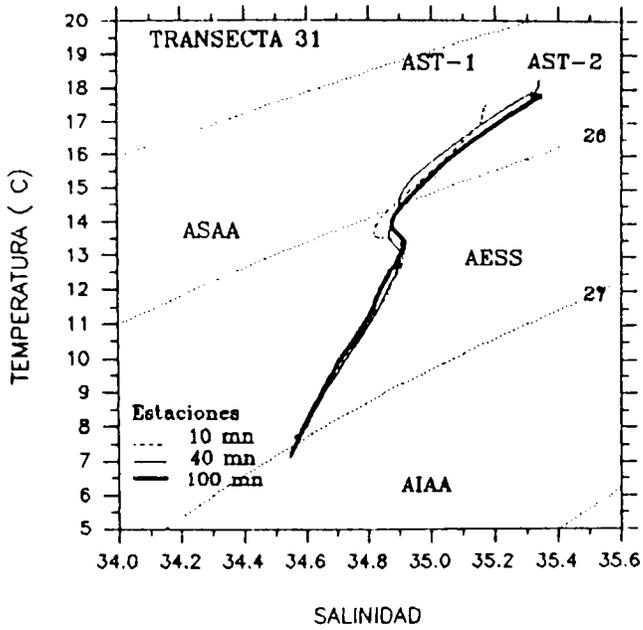


Figura 20. Diagramas T-S de estaciones ubicadas a 10, 40 y 100 millas de la costa en la transectas 31, 27 y 23, y a 10, 20 y 100 millas de la costa en la transecta 21. CRUCERO PELANOR 9308-09.

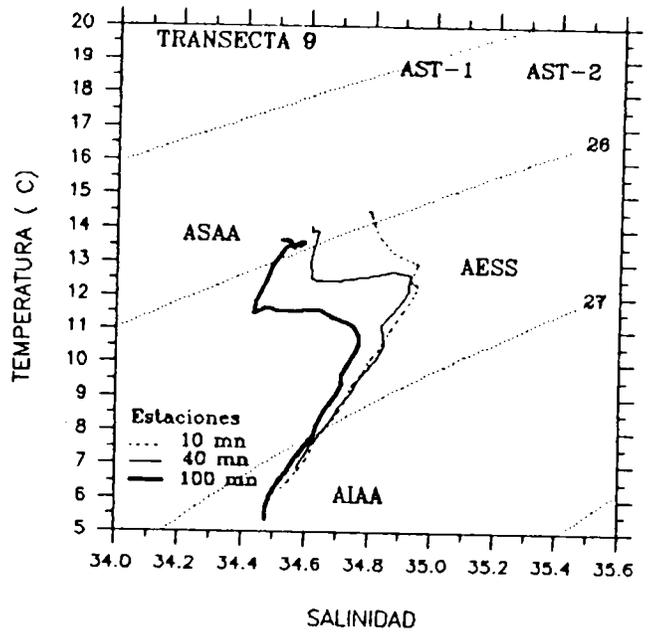
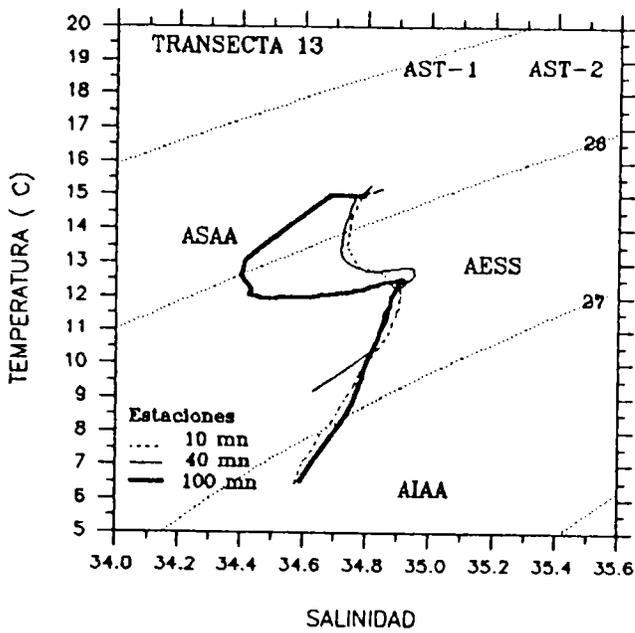
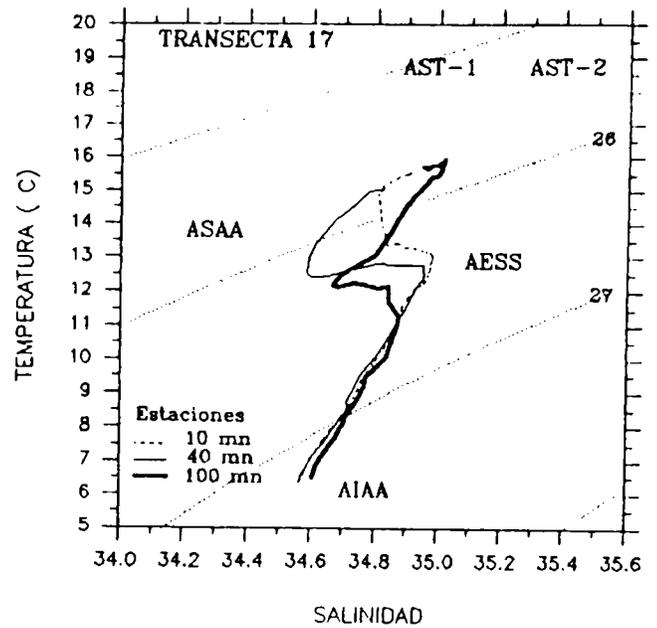
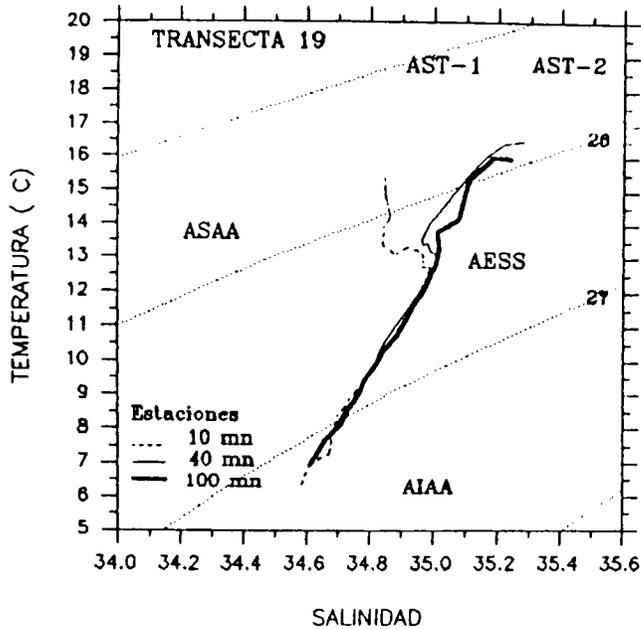


Figura 21. Diagramas T-S de estaciones ubicadas a 10, 40 y 100 millas de la costa en la transectas 19, 17, 13 y 9. CRUCERO PELANOR 9308-09.

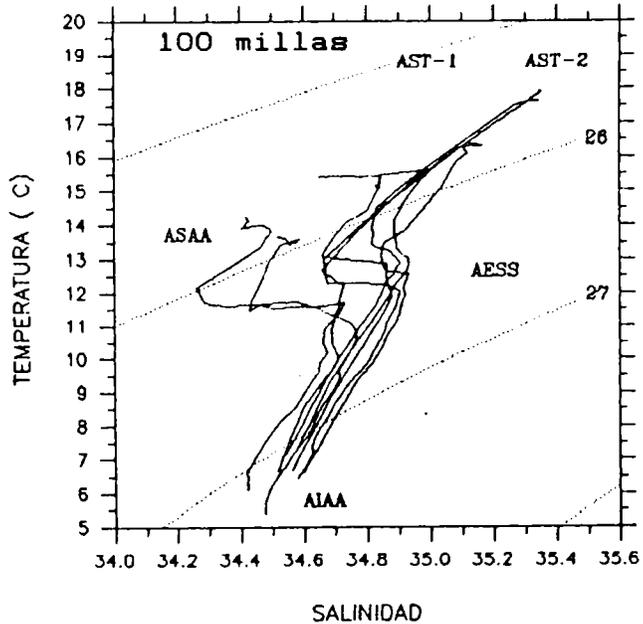
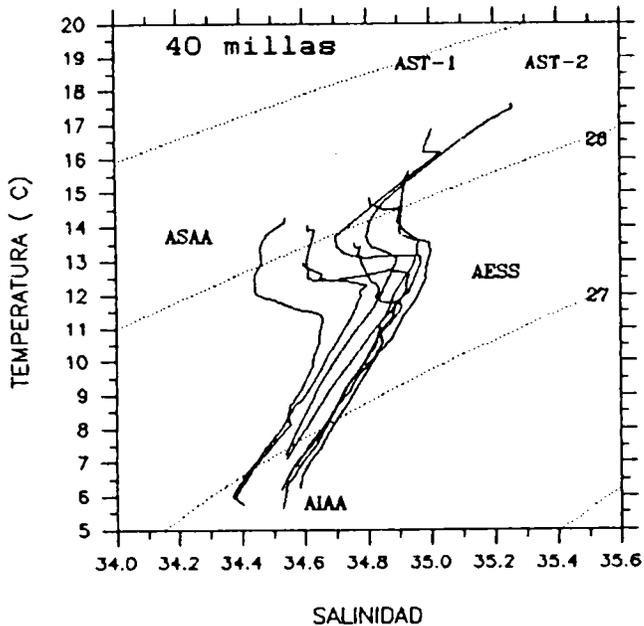
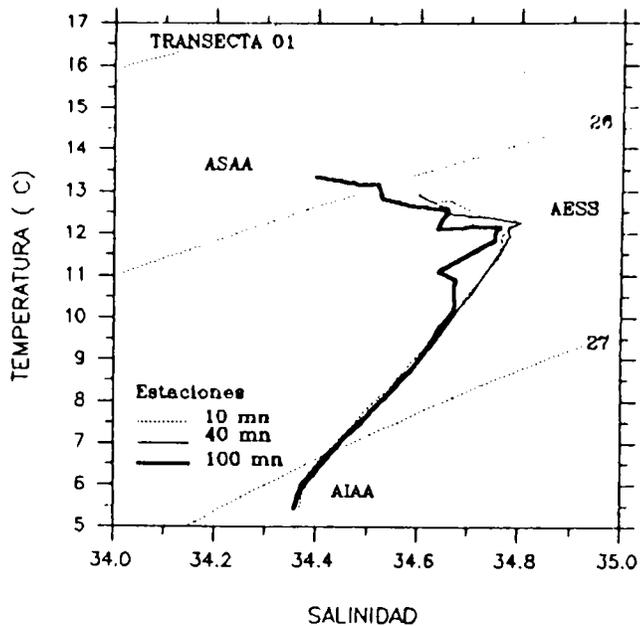
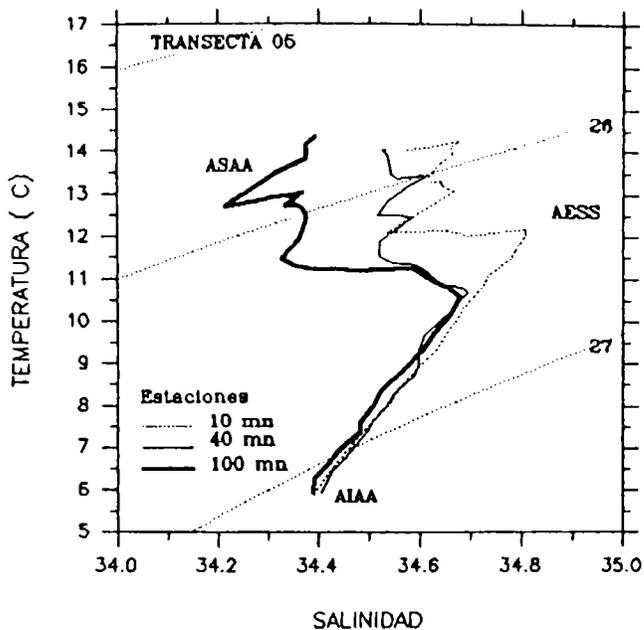
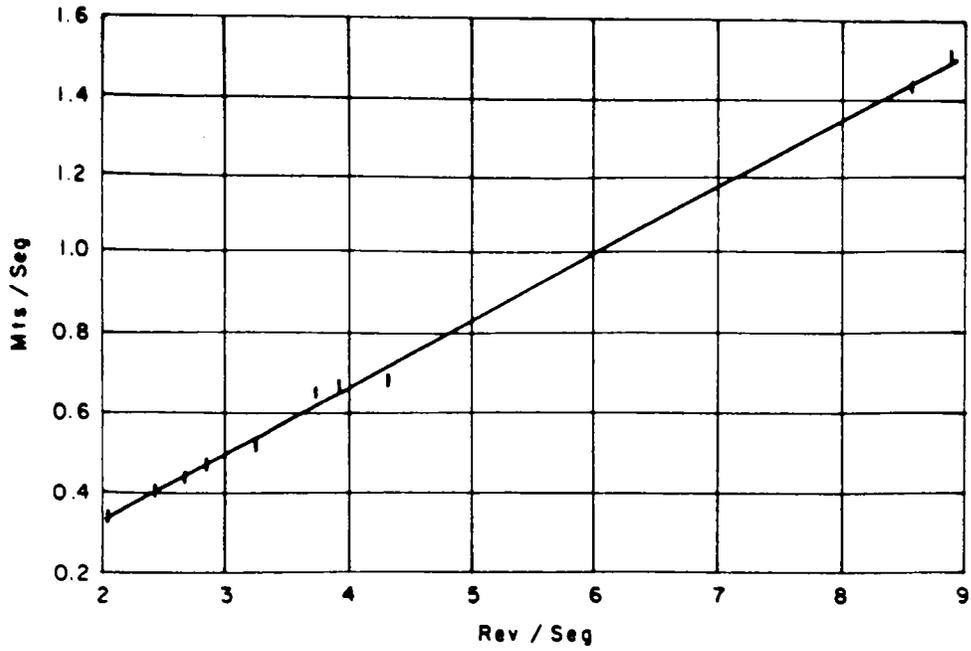


Figura 22. Diagramas T-S de estaciones ubicadas a 10, 40 y 100 millas de la costa en la transectas 5 y 1. y de algunas estaciones a lo largo de la sección a 40 y 100 millas de la costa. CRUCERO PELANOR 9308-09.

(a) TSK 4767



(b) TSK 4898

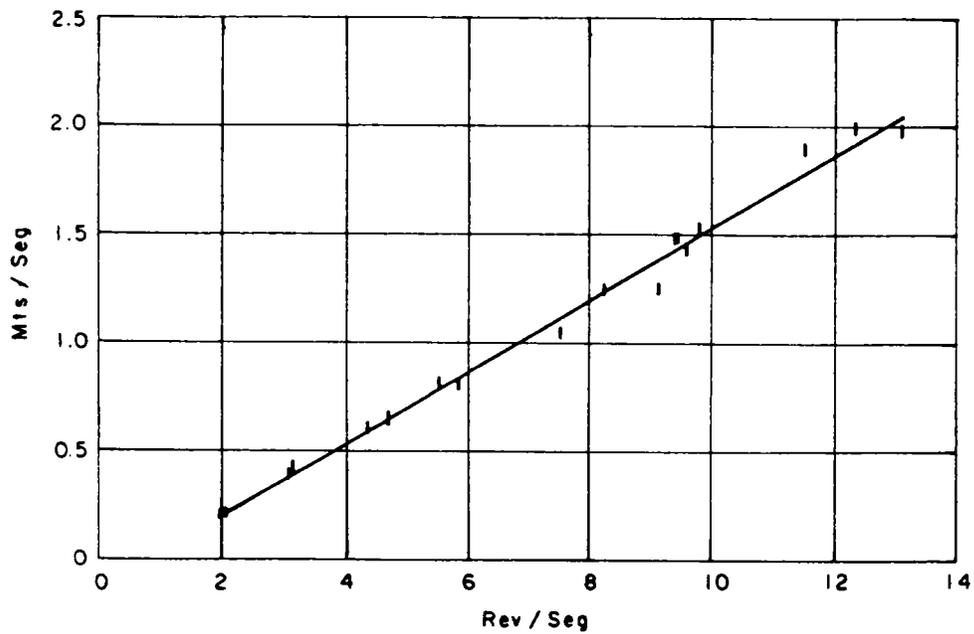


Figura 23.

Curva de calibración de flujómetros utilizados en cruceo PELANOR 9308-09. (A) TSK 4767 (b) TSK 4898.

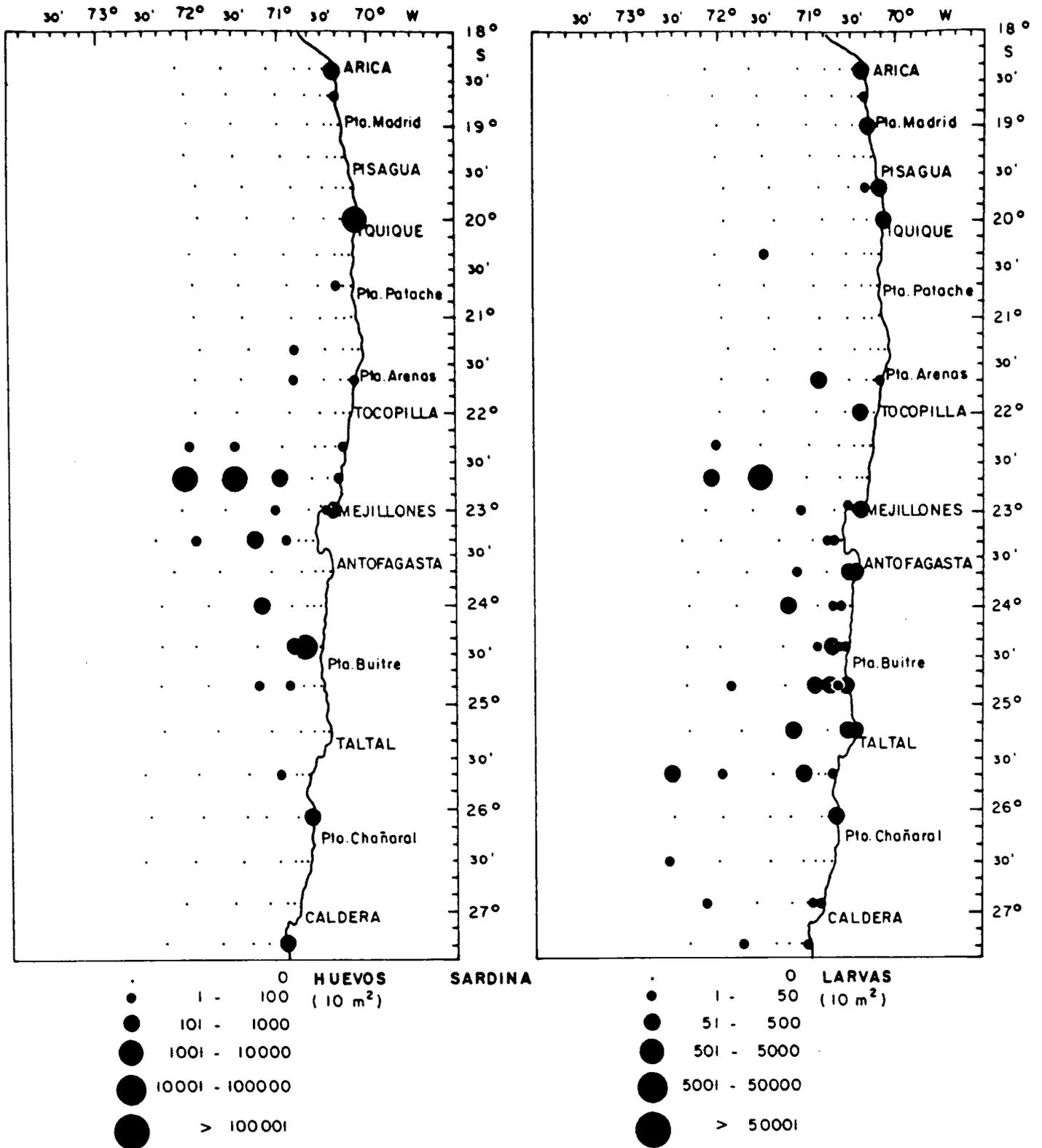
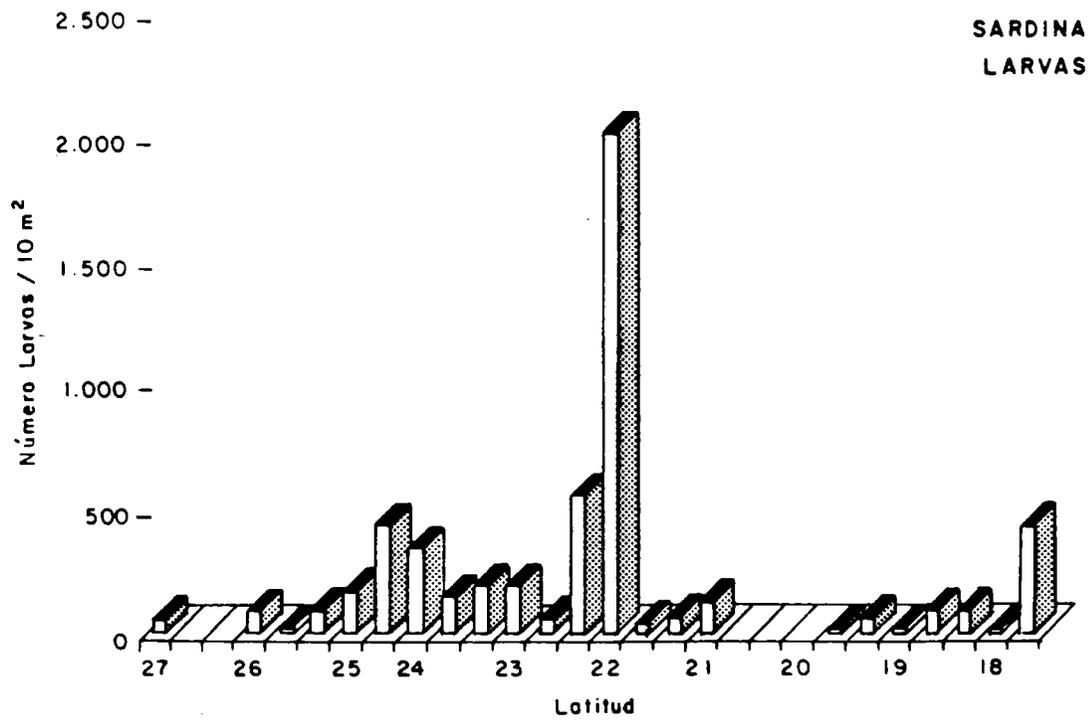
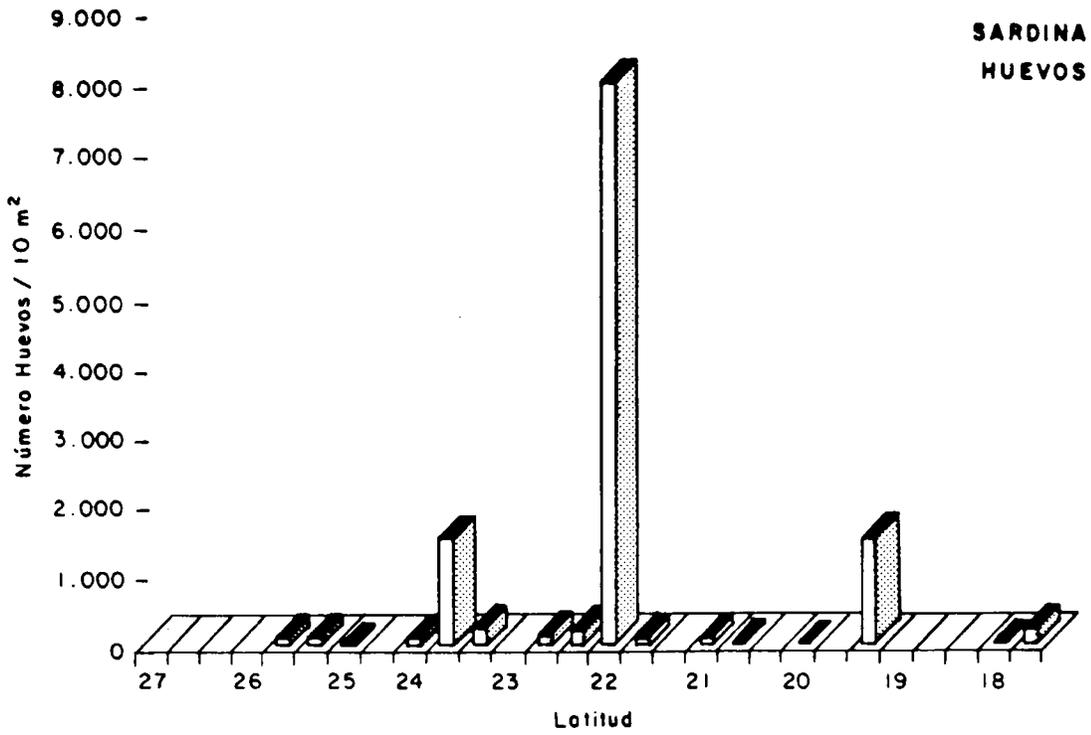


Figura 24. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina Zona Arica - Caldera.



Crucero PELANOR - 362 (3) 93 CP

Figura 25. Abundancia promedio de huevos y larvas de sardina con respecto a la latitud

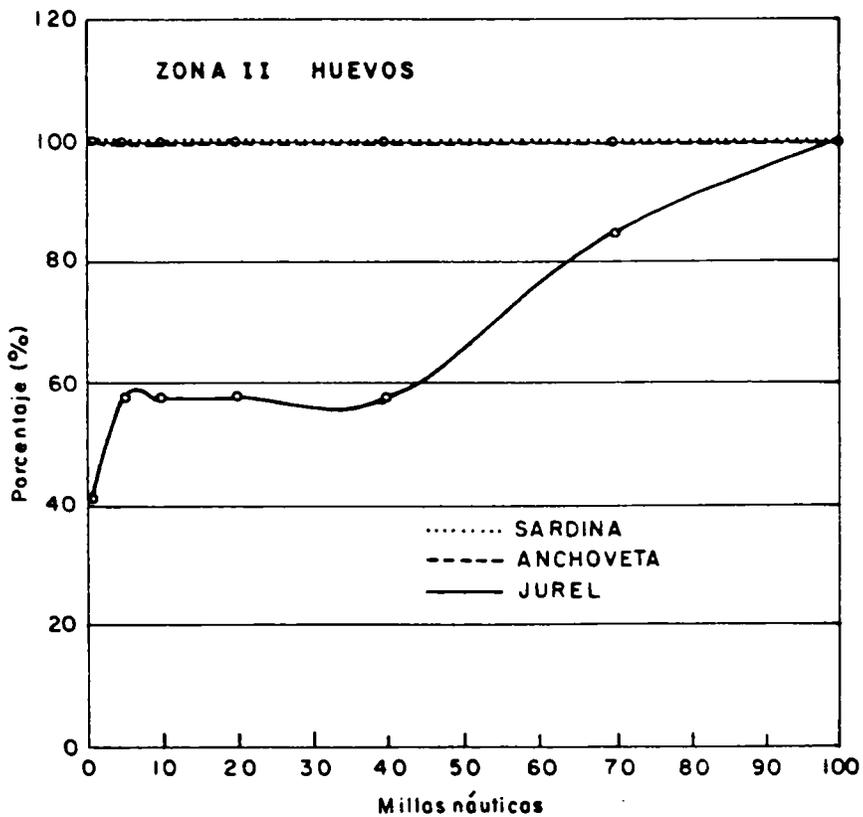
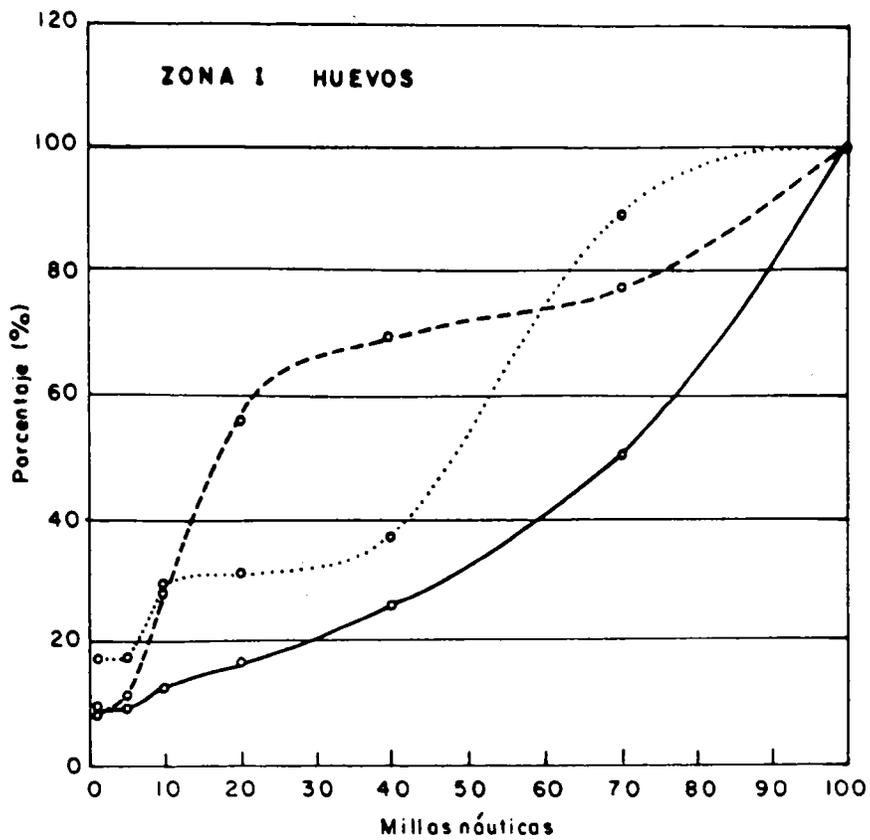


Figura 26. Frecuencia acumulada de huevos de sardina, anchoveta y jurel para las zonas Arica - Caldera y Caldera - Coquimbo con respecto a la distancia de la costa.

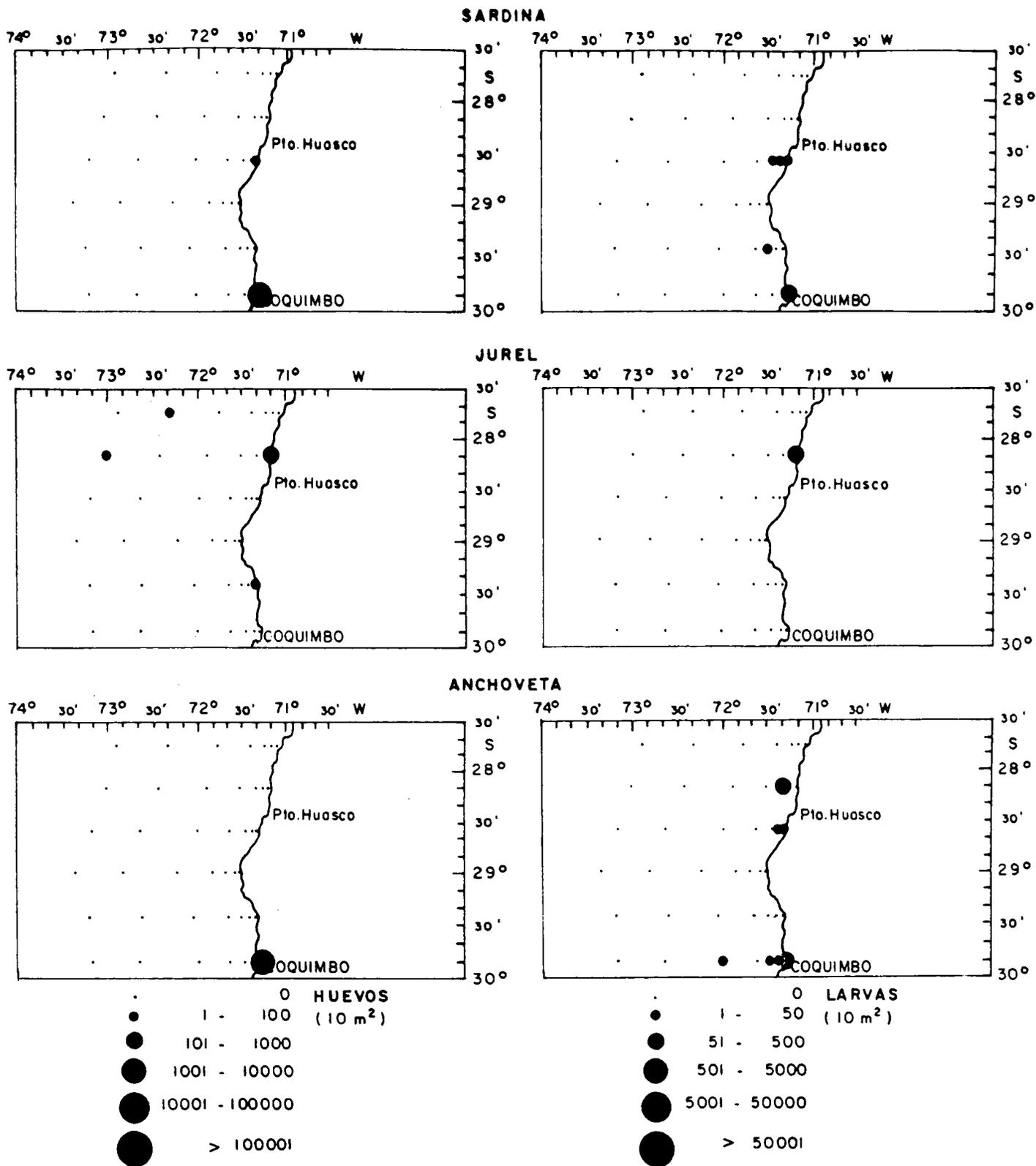
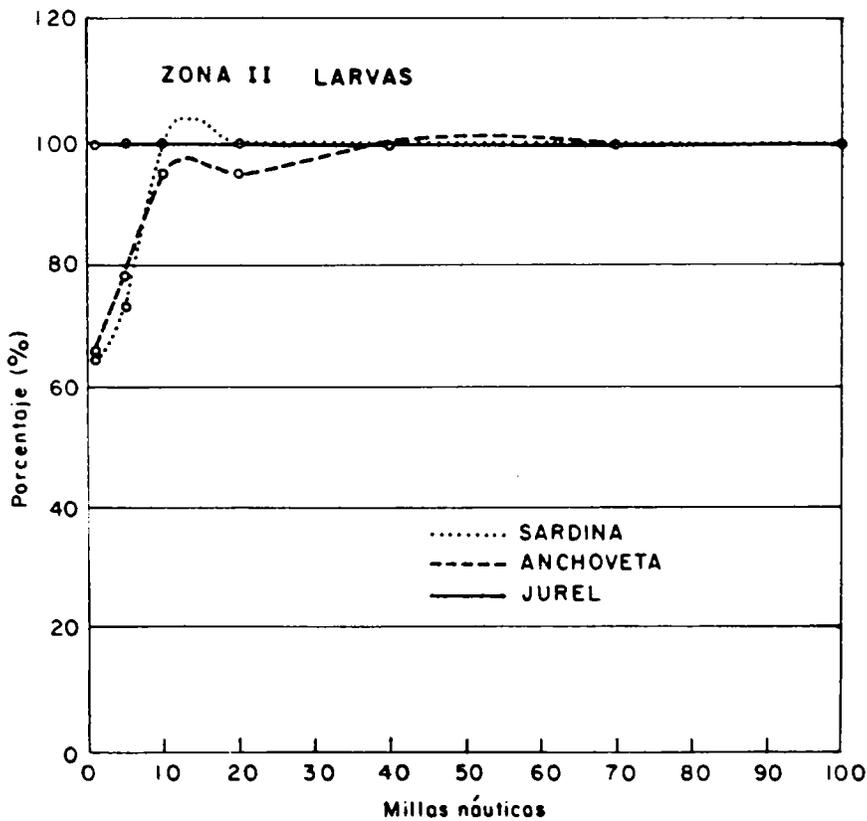
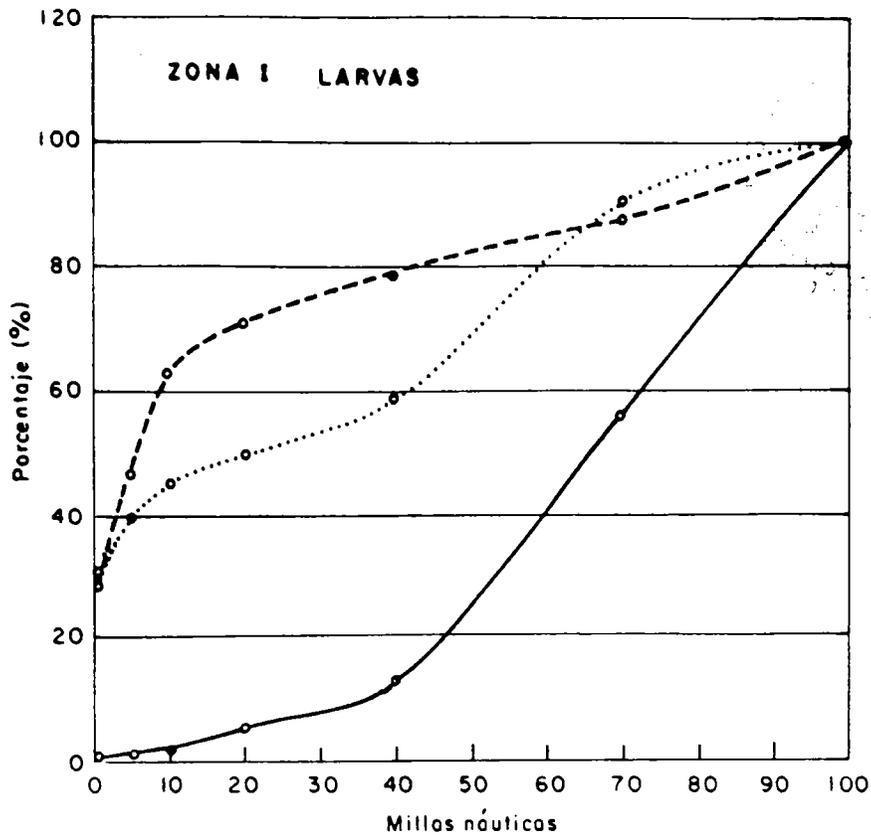


Figura 27. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina, jurel y anchoveta Zona Caldera - Coquimbo.



SECRETARIA DE PE  
 ARCHIVO

Figura 28. Frecuencia acumulada de larvas de sardina, anchoveta y jurel para las zonas Arica - Caldera y Caldera - Coquimbo con respecto a la distancia de la costa.

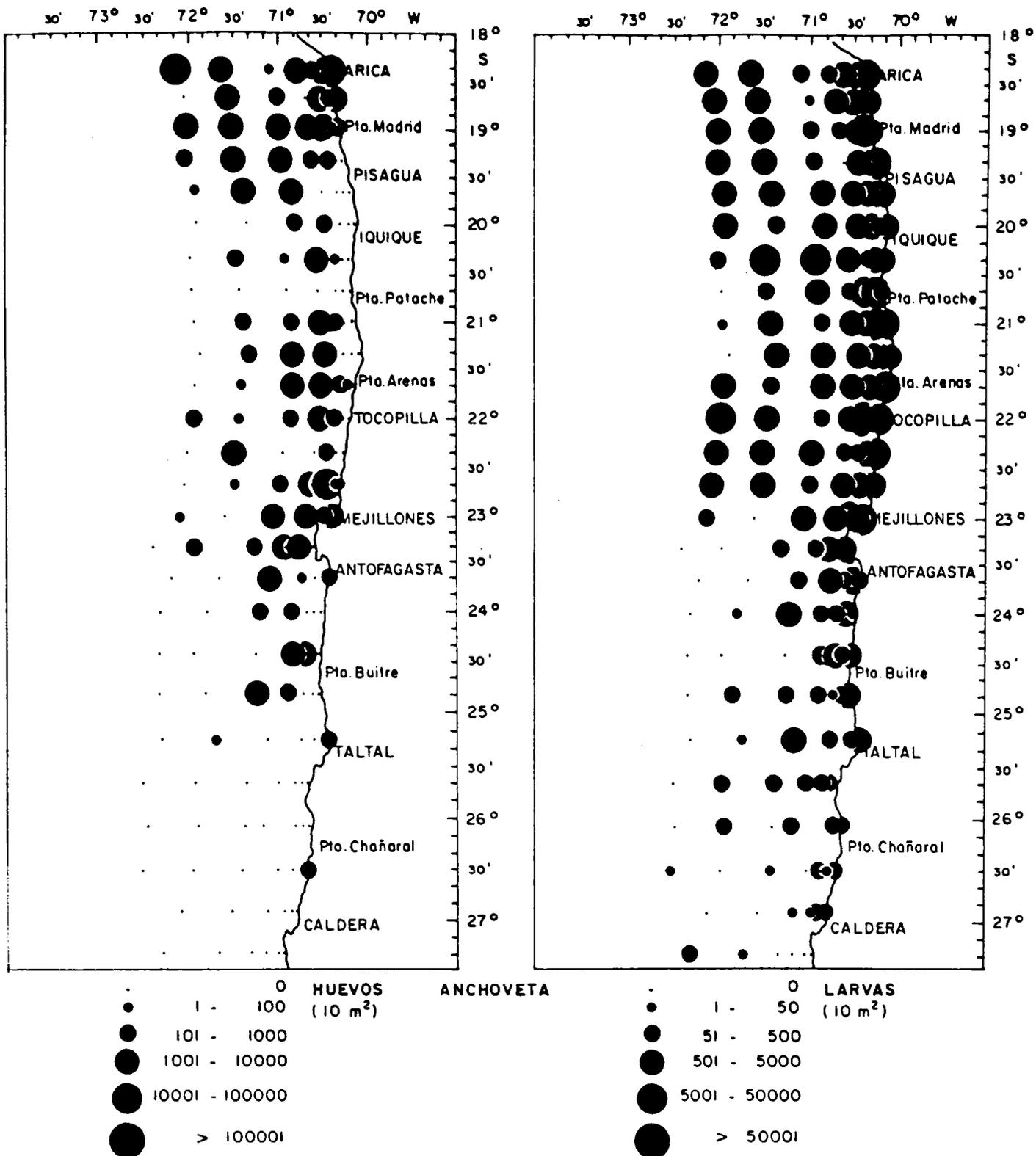
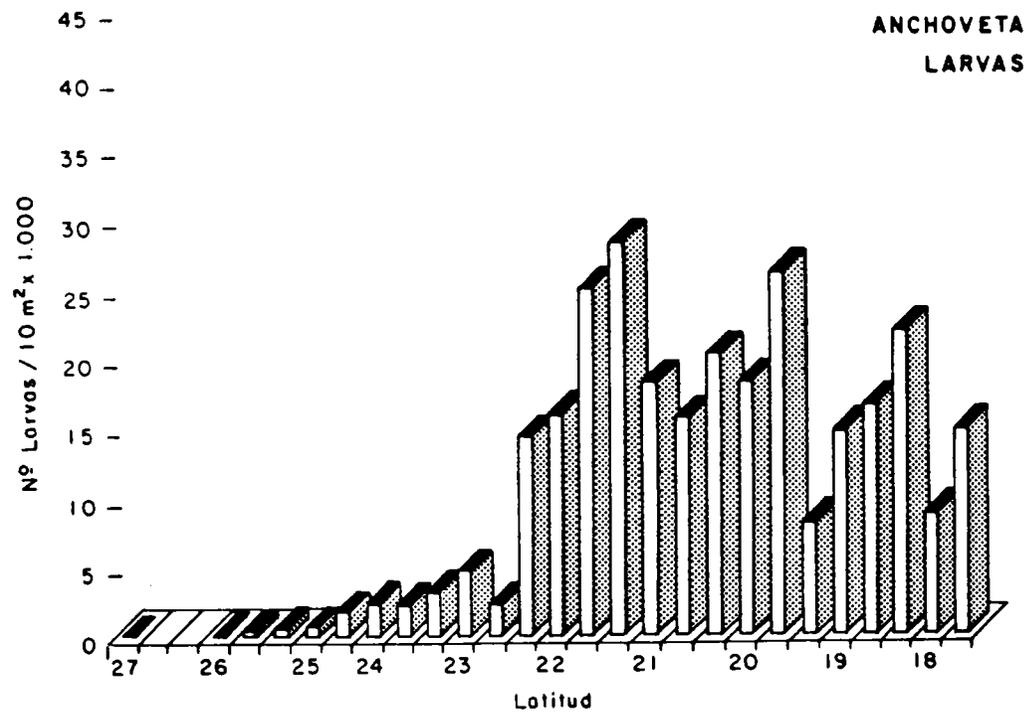
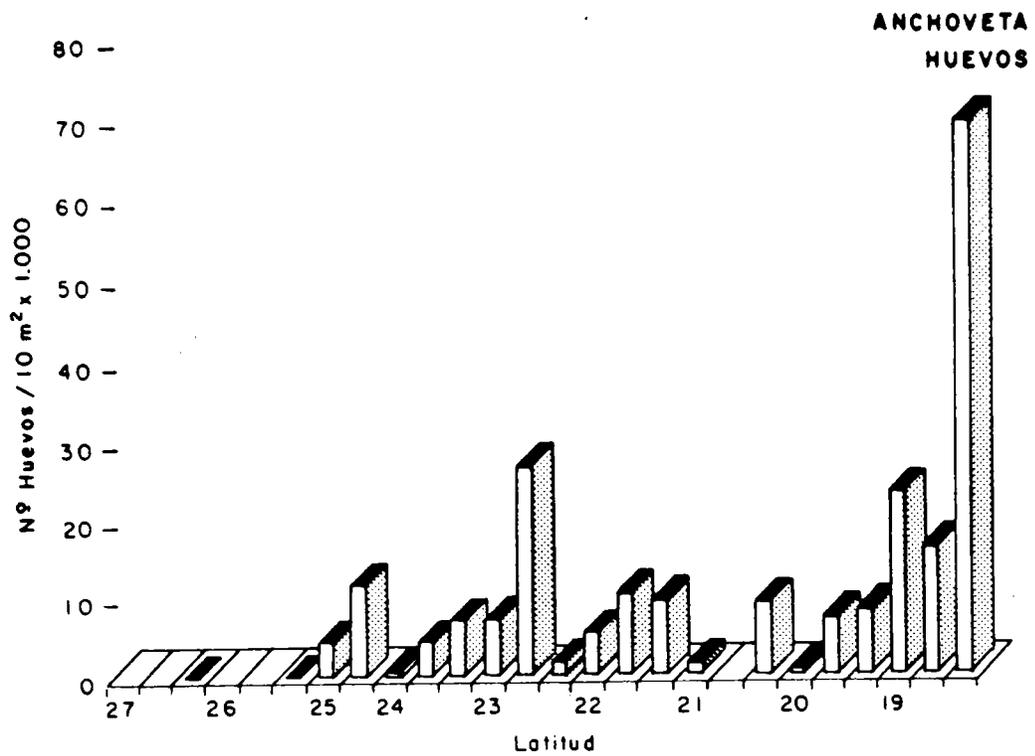


Figura 29. Distribución y abundancia de huevos y larvas de anchoveta Zona Arica - Caldera.



Crucero PELANOR-362 (3) 93 CP

Figura 30. Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la latitud.

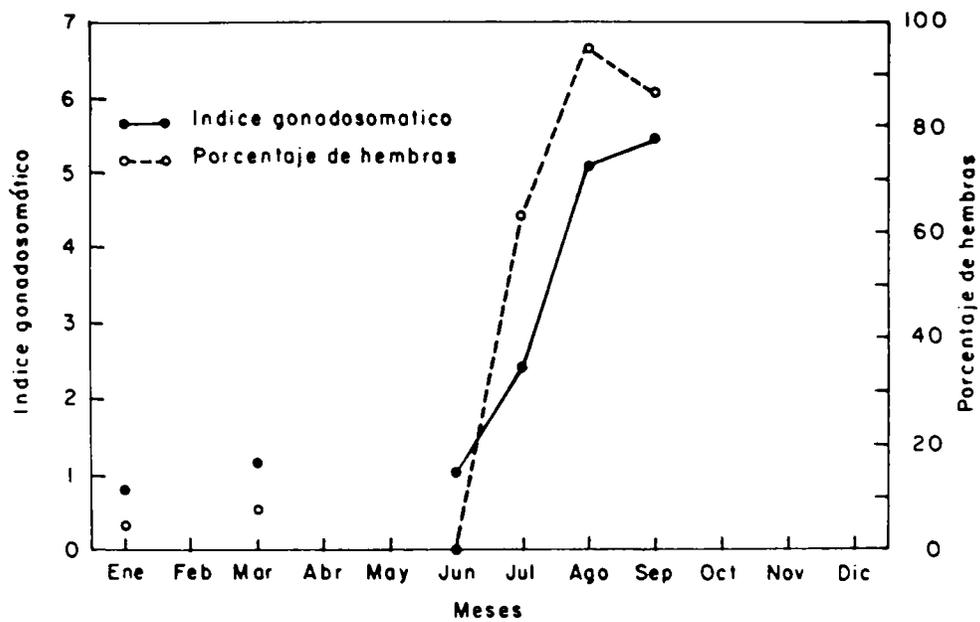


Figura 31. Índice gonádico y porcentaje de hembras maduras registrados durante 1993 para jurel en la zona Arica - Antofagasta.

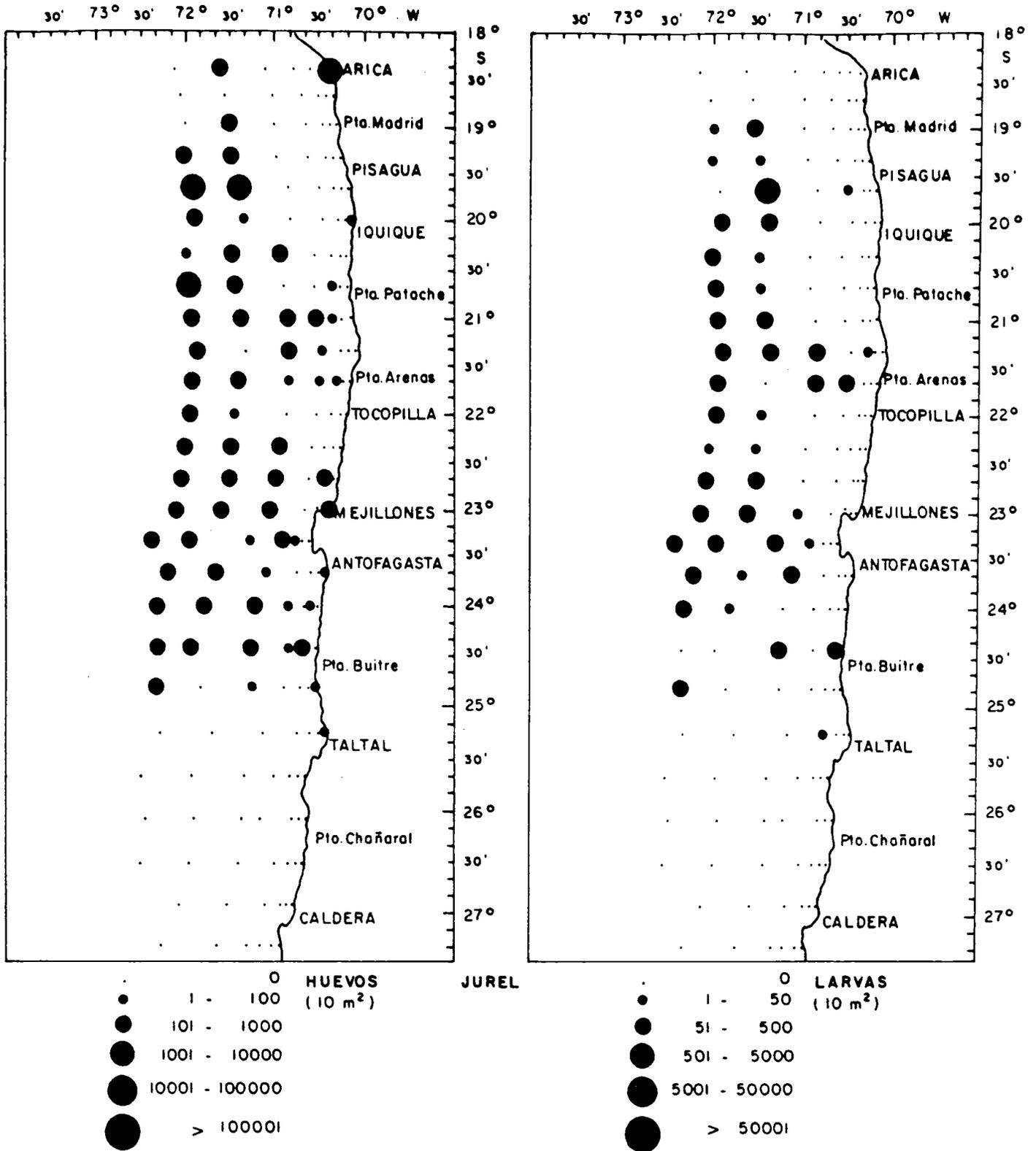


Figura 32. Distribución y abundancia de huevos y larvas de jurel Zona Arica - Caldera.

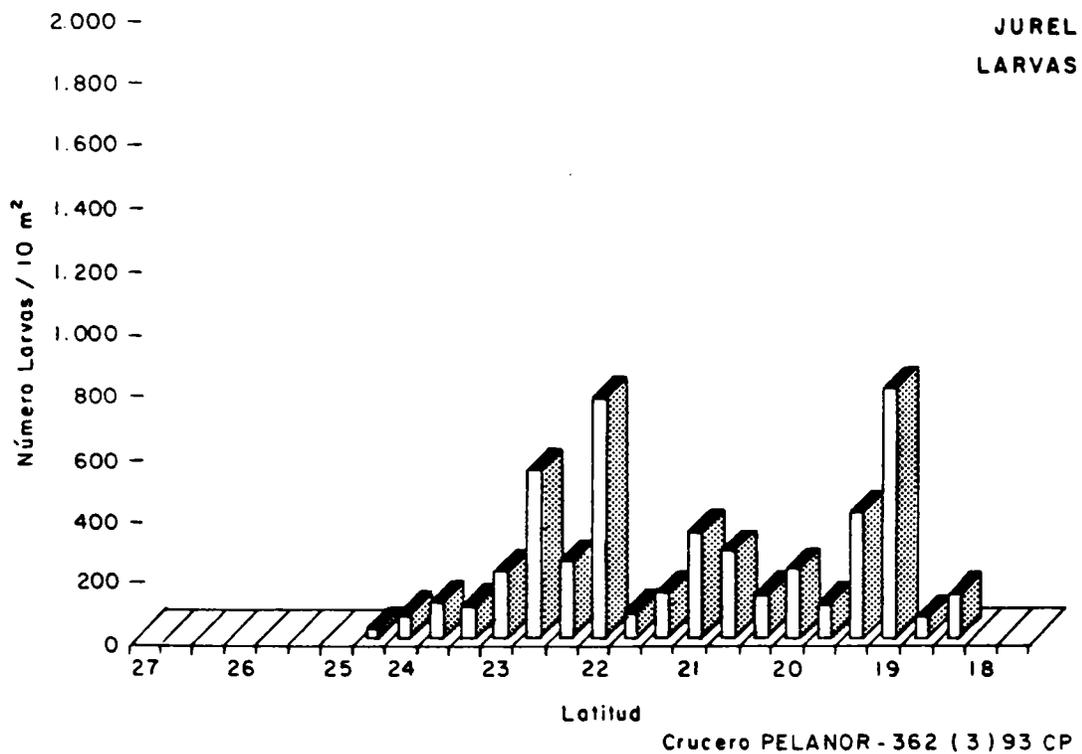
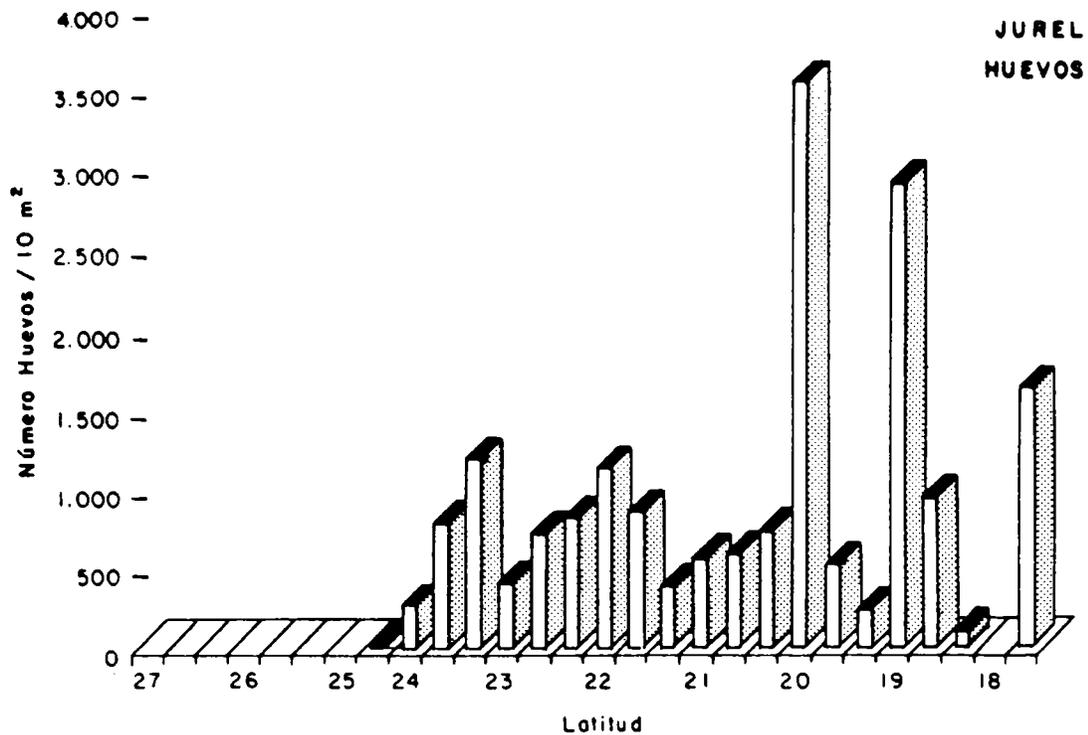


Figura 33. Abundancia promedio de huevos y larvas de jurel con respecto a la latitud.

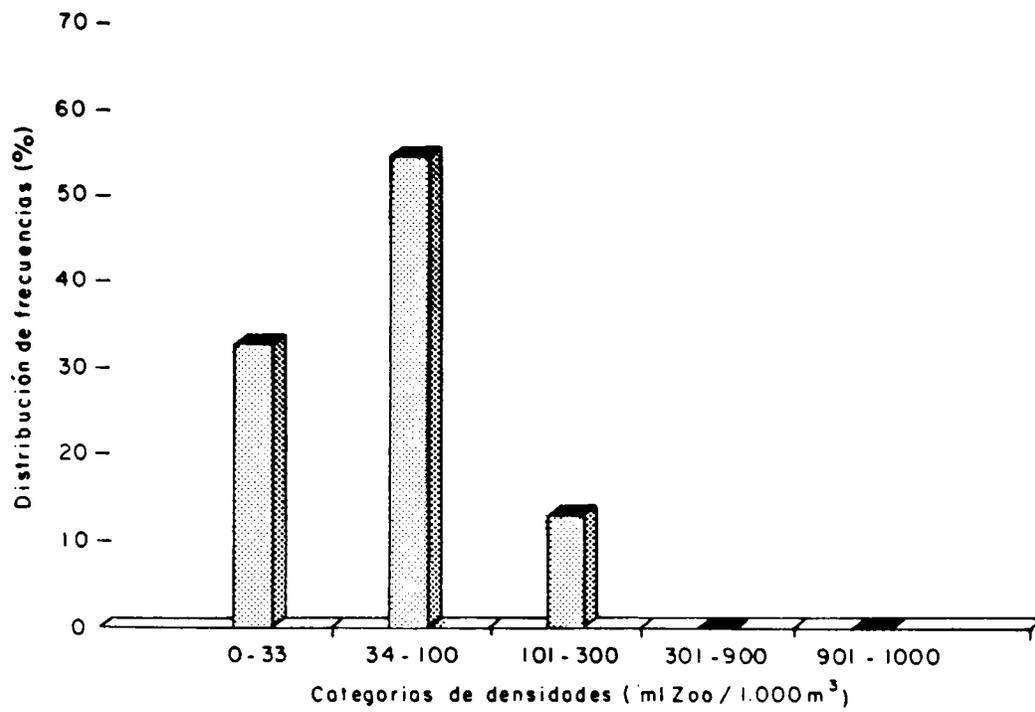


Figura 34. Distribución de frecuencias por categorías de densidades de la biomasa zooplanctónica.

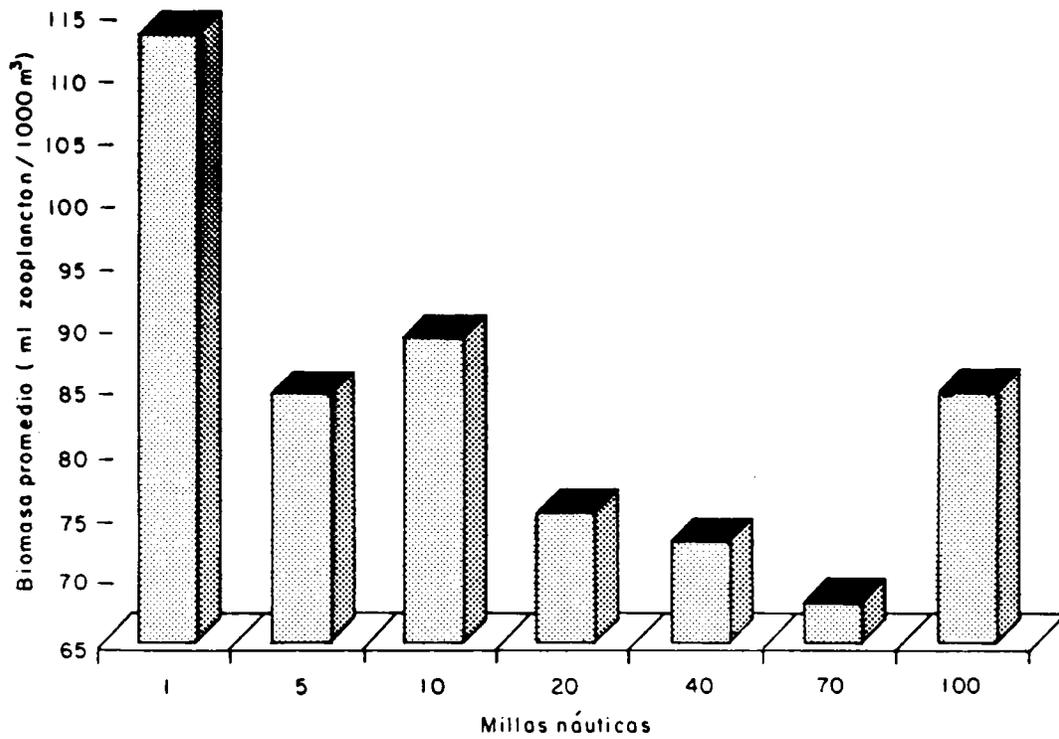


Figura 35. Niveles de abundancia de la biomasa zooplanctónica por estaciones a igual distancia de la costa.

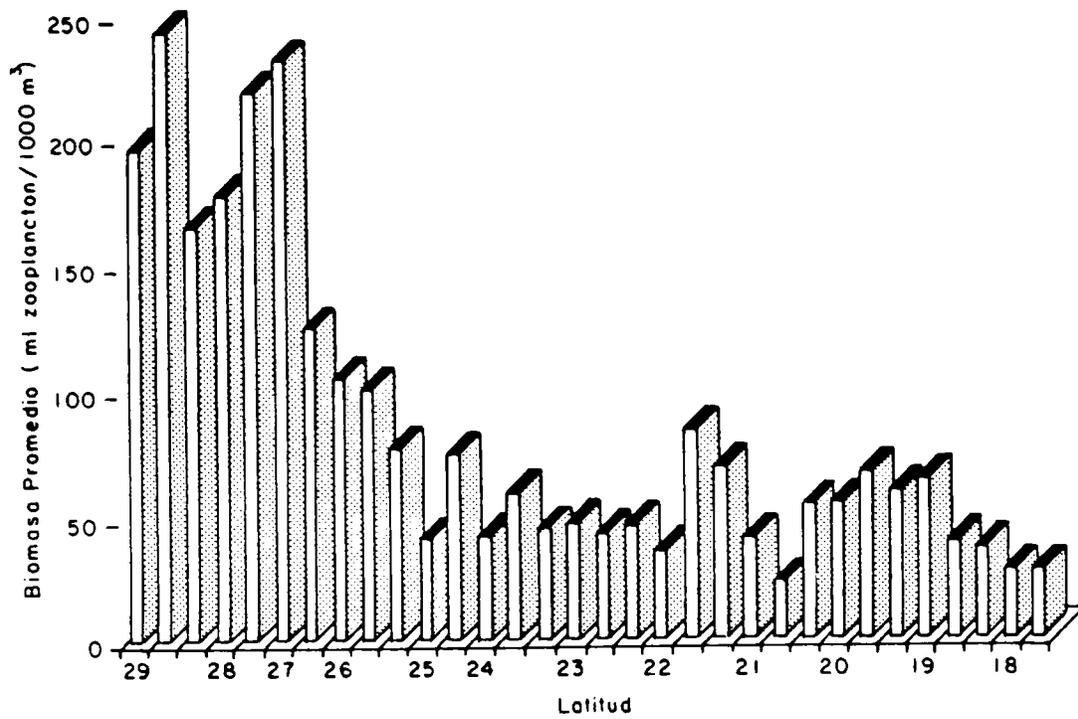


Figura 36. Abundancia promedio de la biomasa zooplanctónica con respecto a la latitud.

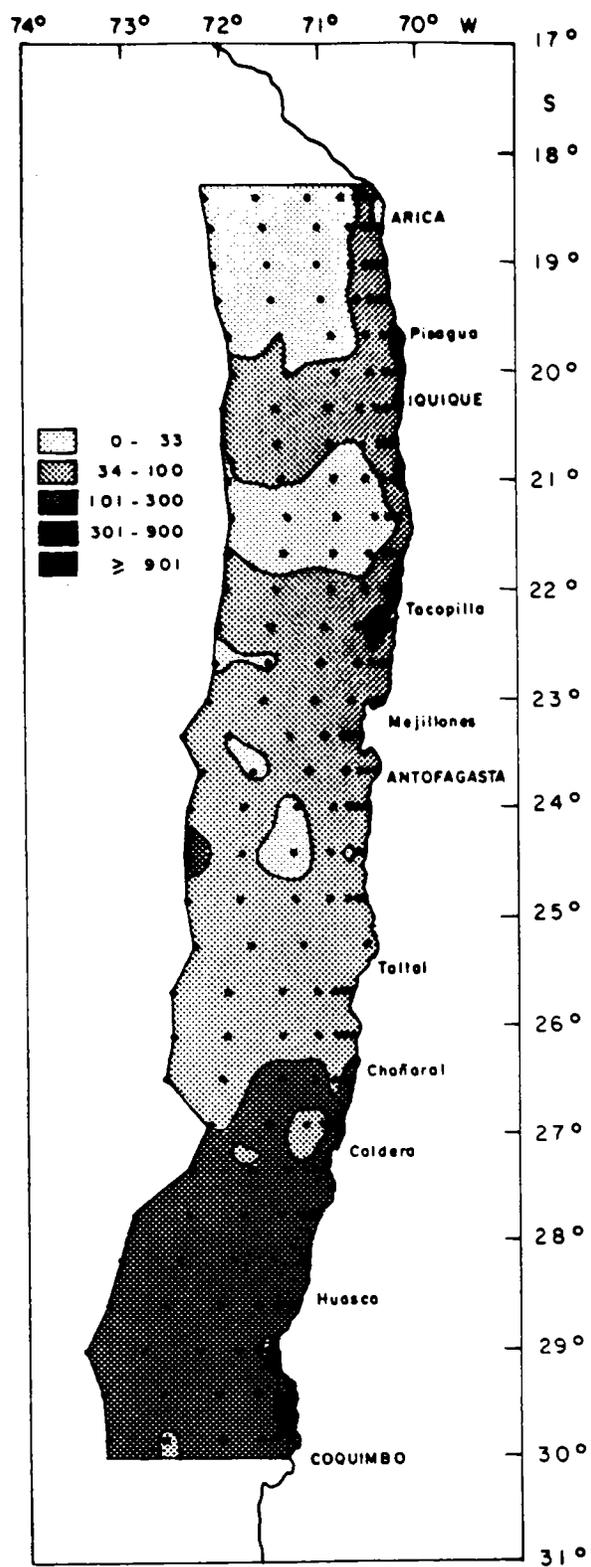


Figura 37. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica total en ml/1000 m<sup>3</sup>.

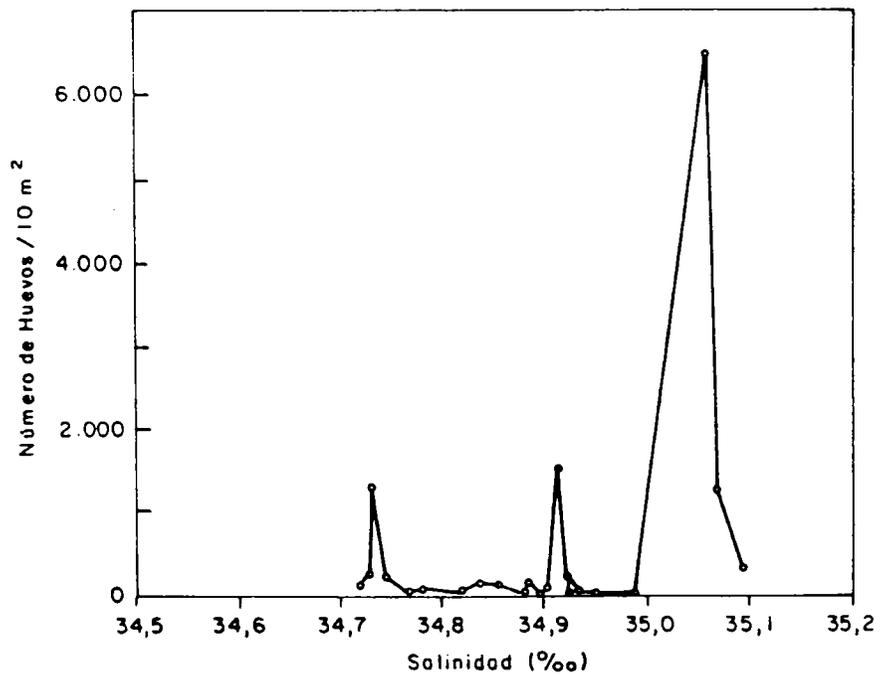
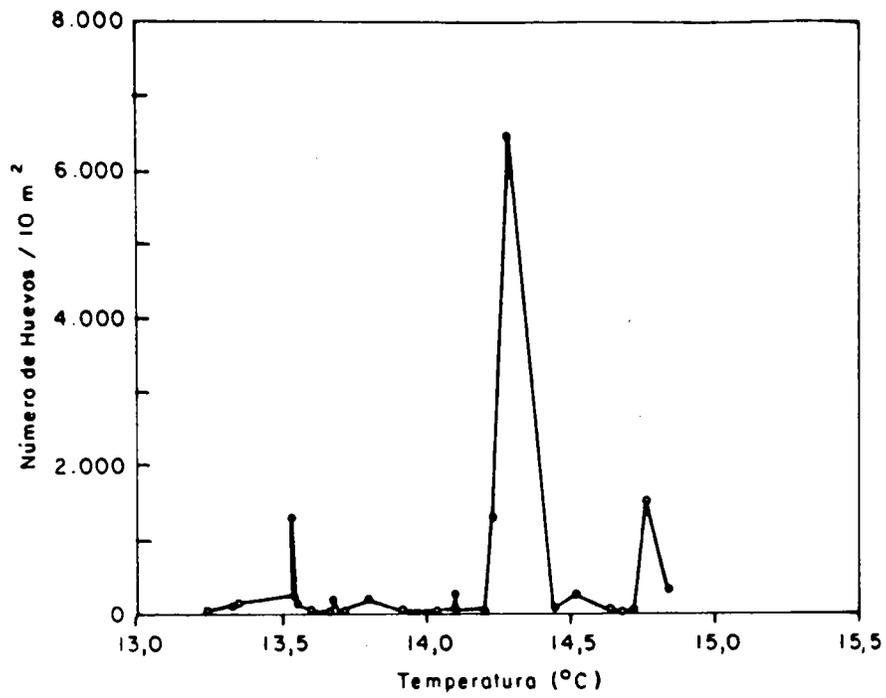


Figura 38. Relación entre la abundancia de huevos de sardina y los promedios ponderados de temperatura y salinidad.

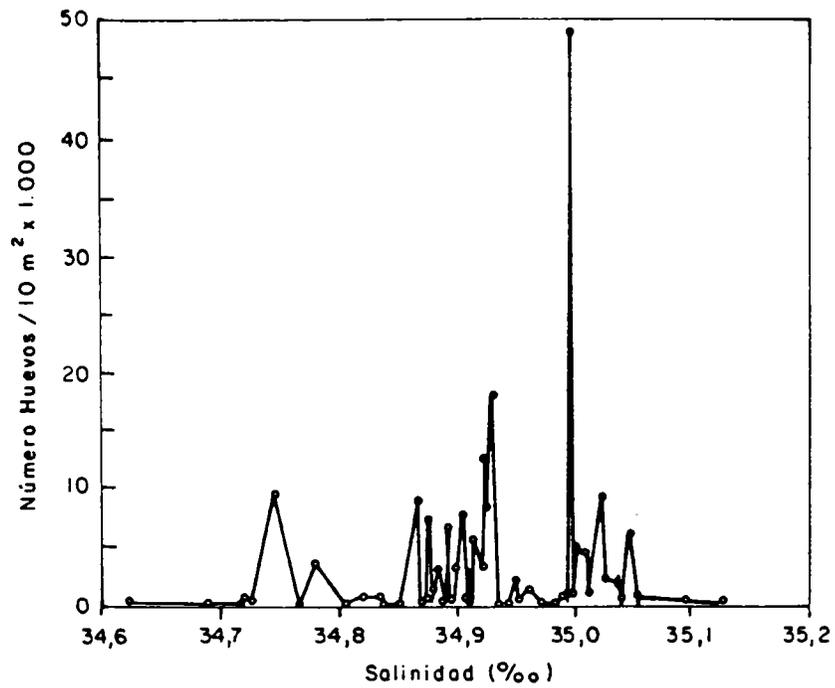
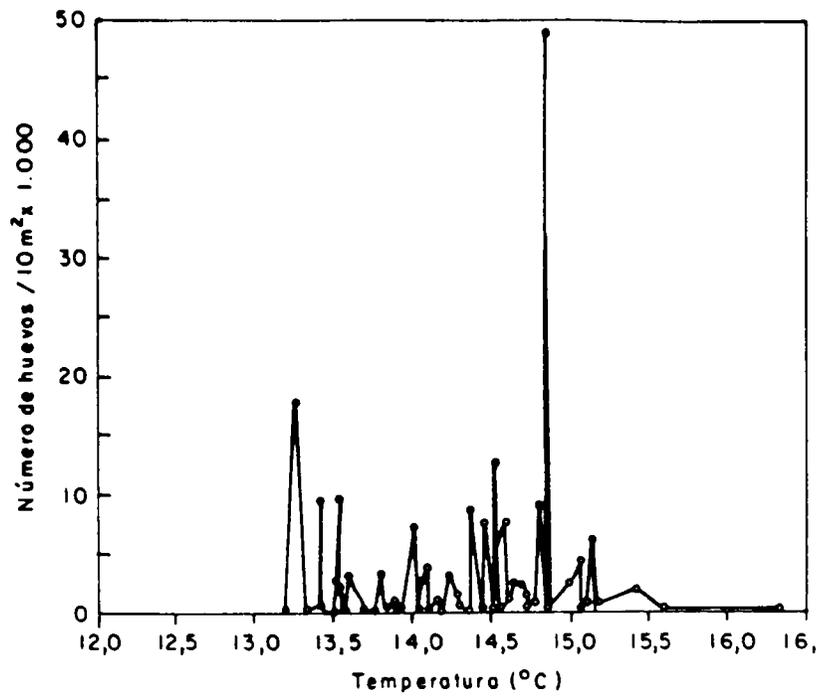


Figura 39. Relación entre la abundancia de huevos de anchoveta y los promedios ponderados de temperatura y salinidad.

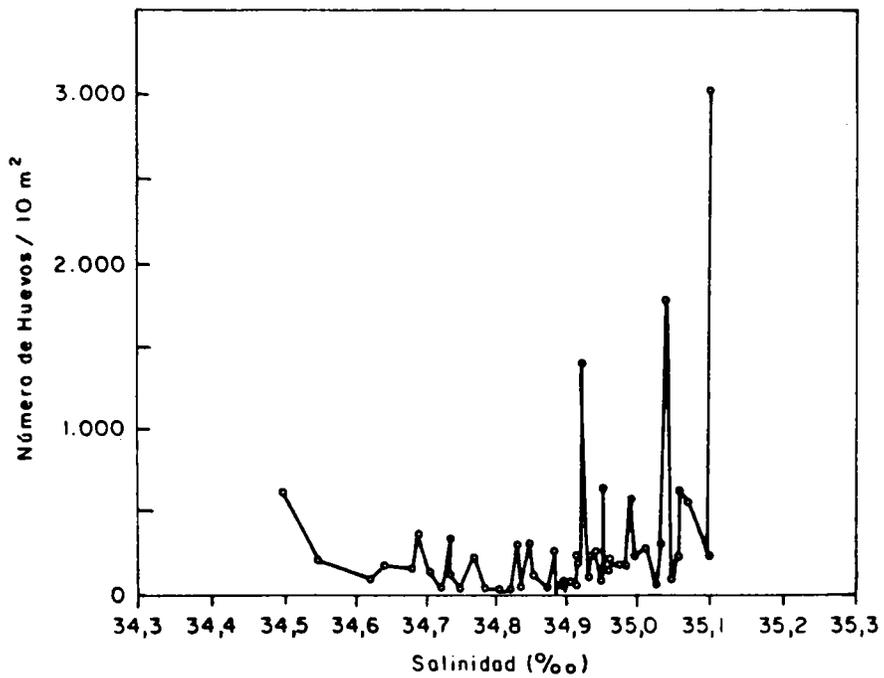
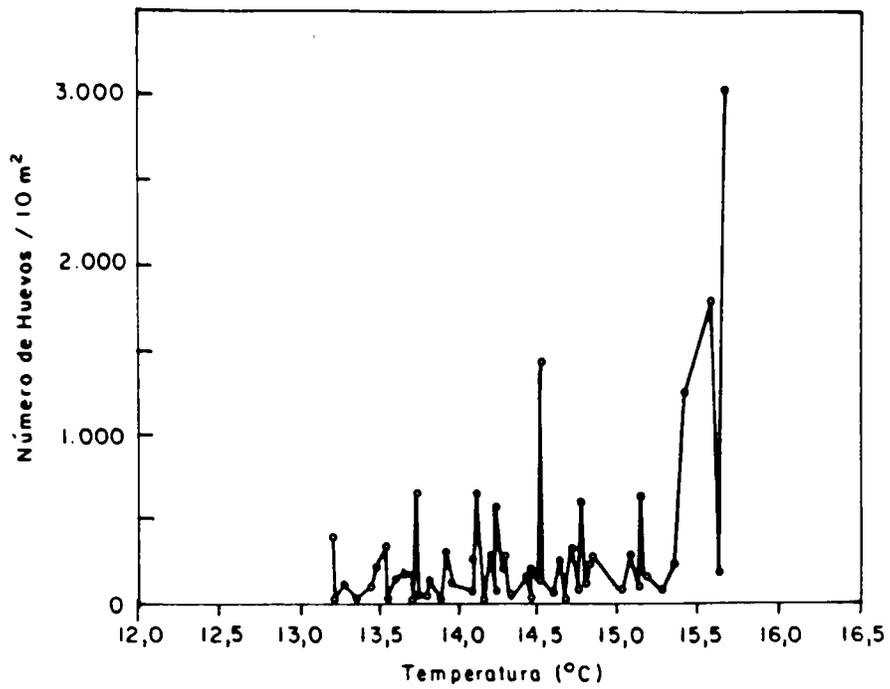


Figura 40. Relación entre la abundancia de huevos de jurel y los promedios ponderados de temperatura y salinidad.

Comment: PORTER - 21.07.93 - PELANOR 9308-09 - 38 KHz

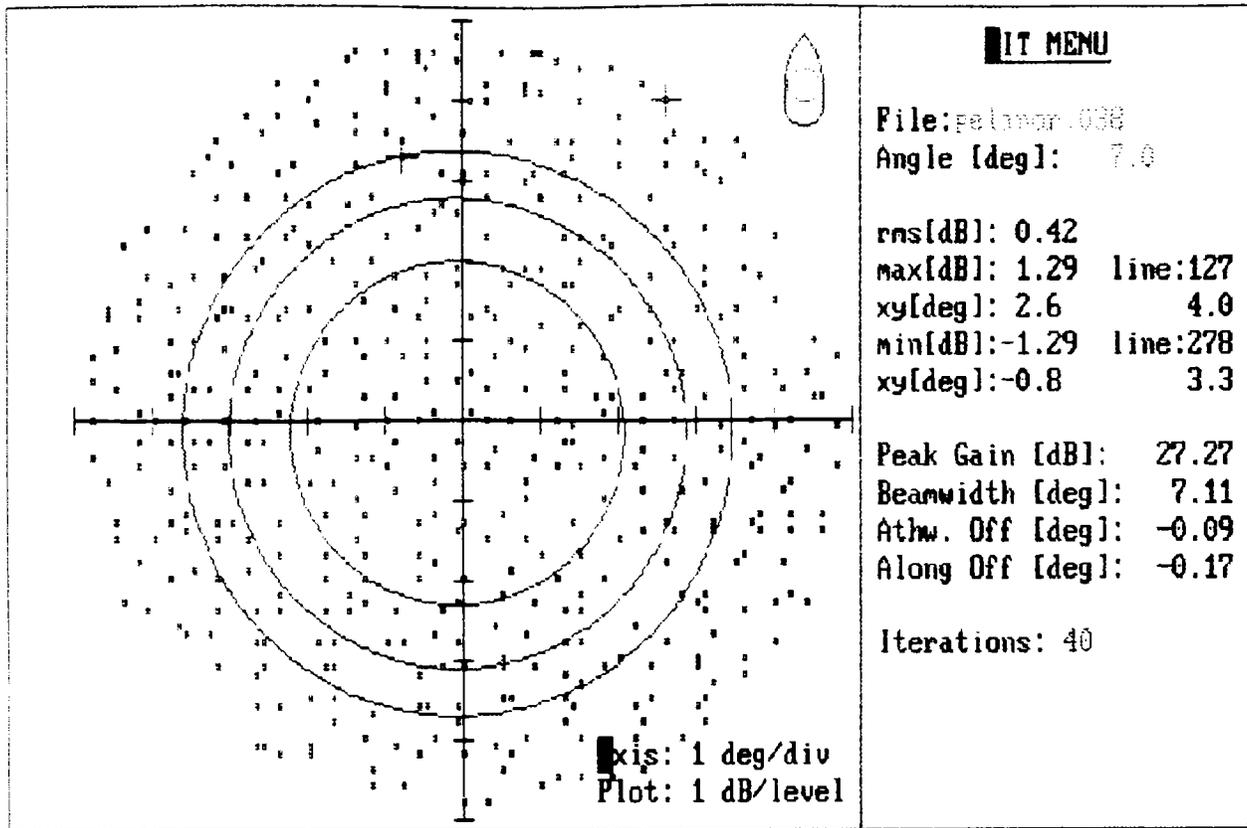


Figura 41. Patrón de directividad medido en la frecuencia de 38 KHz del B/I Carlos Porter. Crucero PELANOR 9308-09.

Comment: C. PORTER - 28.07.93 - PELANOR 9308-09 - 120 Khz

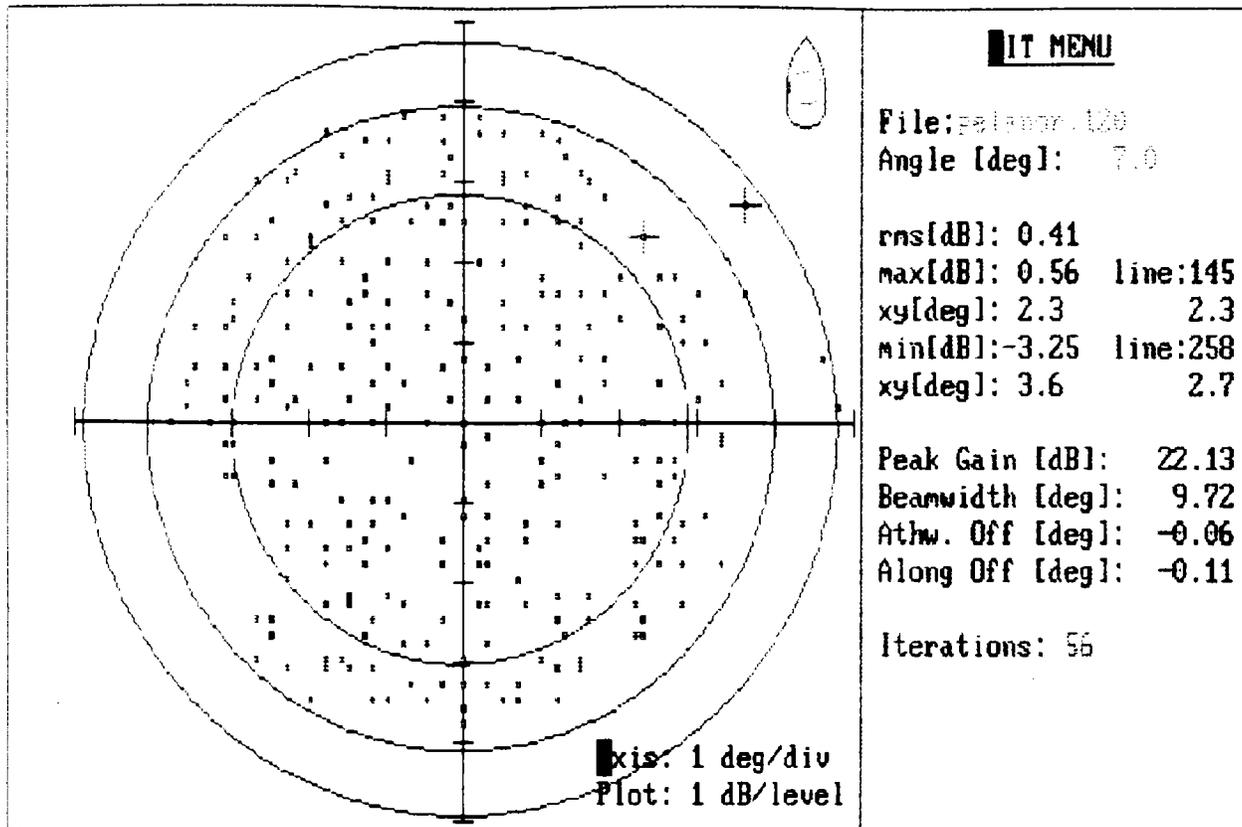


Figura 42. Patrón de directividad medido en la frecuencia de 120 Khz del B/I Carlos Porter. Crucero PELANOR 9308-09.

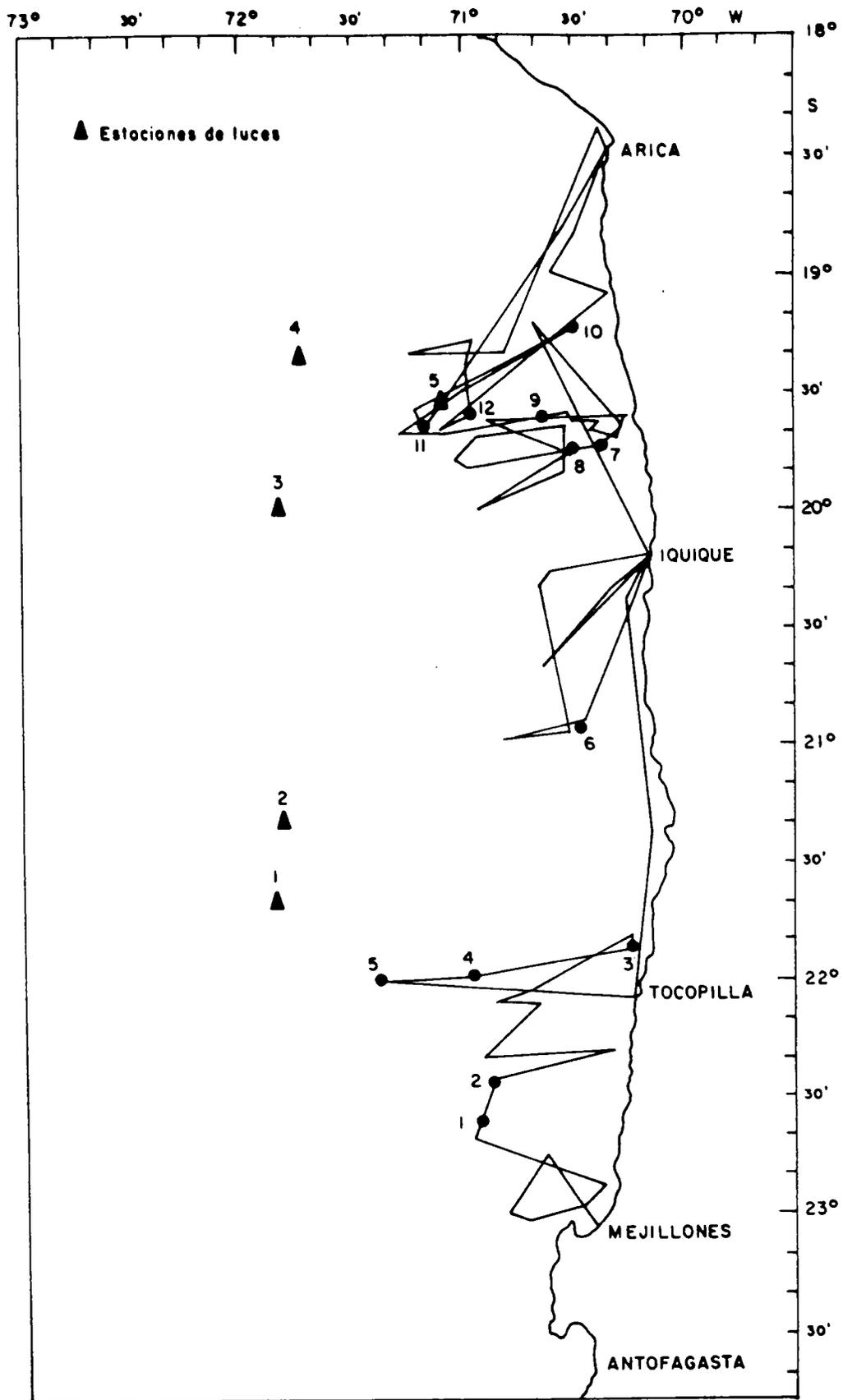
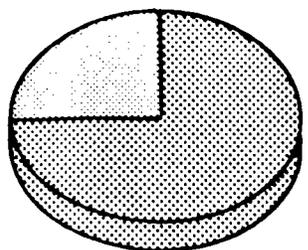


Figura 43. Recorrido de los PAM Mar Caribe y Granada y ubicación de los lances de identificación. Crucero PELANOR 9308-09

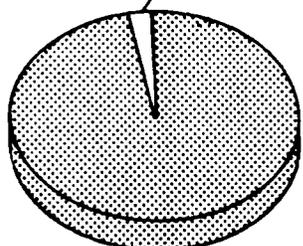
LANCE Nº 1  
(22°36'S 70°57'W) CAPT. 200 kg

Sardina  
(20,2%)



Jurel  
(79,8%)

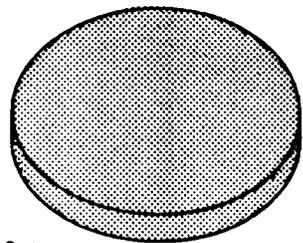
LANCE Nº 2  
(22°26'S 70°53'S) CAPT. 400 kg



Caballa  
(2,2%)

Jurel  
(97,8%)

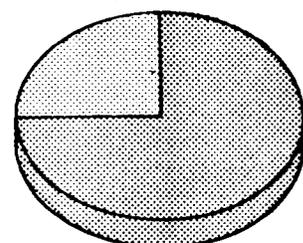
LANCE Nº 3  
(21°52'S 70°16'W) CAPT. 80 kg



Anchovela  
(100%)

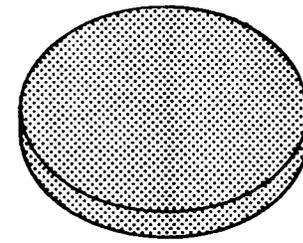
LANCE Nº 4  
(21°59'S 71°00'W) CAPT. 200 kg

Sardina  
(25,8%)



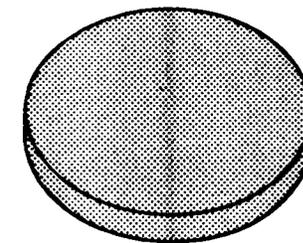
Anchovela  
(74,2%)

LANCE Nº 5  
(22°01'S 71°25'W) CAPT. 15.000 kg



Jurel  
(100%)

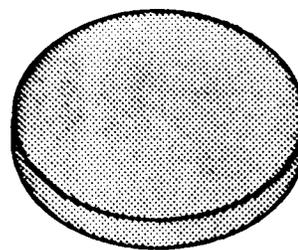
LANCE Nº 6  
(20°56'S 70°28'W) CAPT. 50 kg



Anchovela  
(100%)

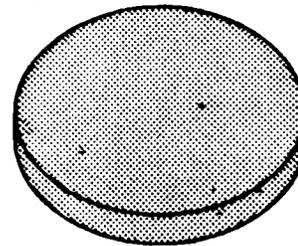
LANCE Nº 7  
(19°43'S 70°24'W) CAPT. 30 kg

Anchovela  
(100%)



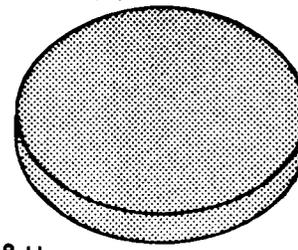
LANCE Nº 8  
(19°44'S 70°29'W) CAPT. 10 kg

Anchovela  
(100%)



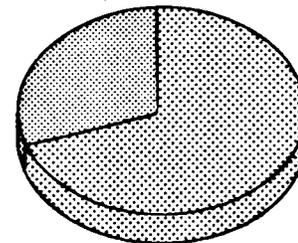
LANCE Nº 9  
(19°36'S 70°38'W) CAPT. 20 kg

Anchovela  
(100%)



LANCE Nº 11  
(19°39'S 71°11'W) CAPT. 25 kg

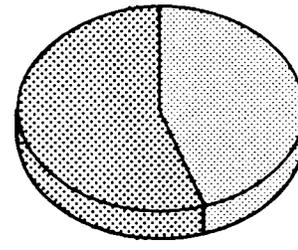
Anchoa  
(32,1%)



Jurel  
(67,9%)

LANCE Nº 12  
(19°36'S 70°59'W) CAPT. 2.000 kg

Jurel  
(53,5%)



Sardina  
(46,5%)

Figura 44. Composición específica de los lances de pesca de identificación. Crucero PELANOR 9308-09

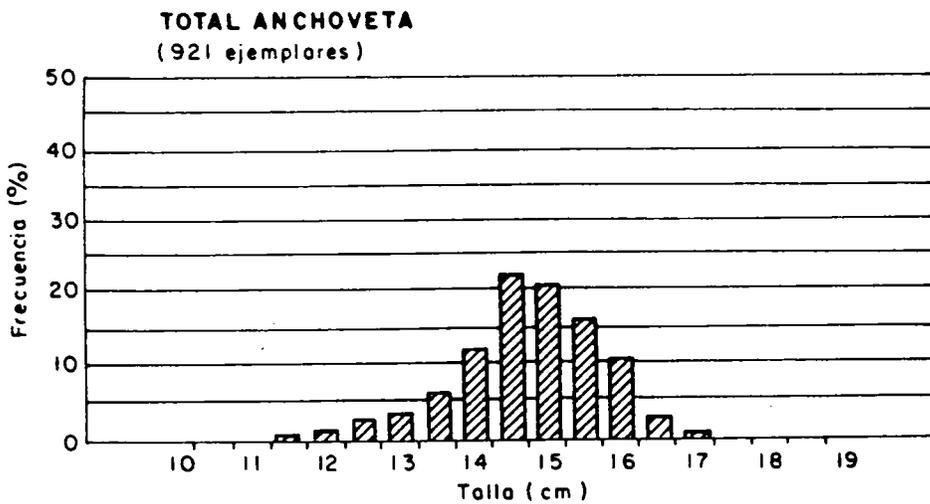
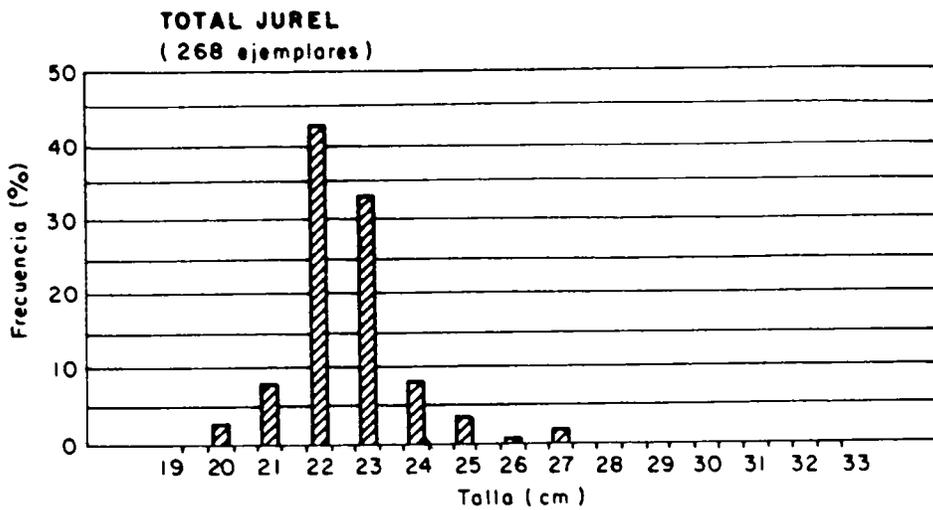
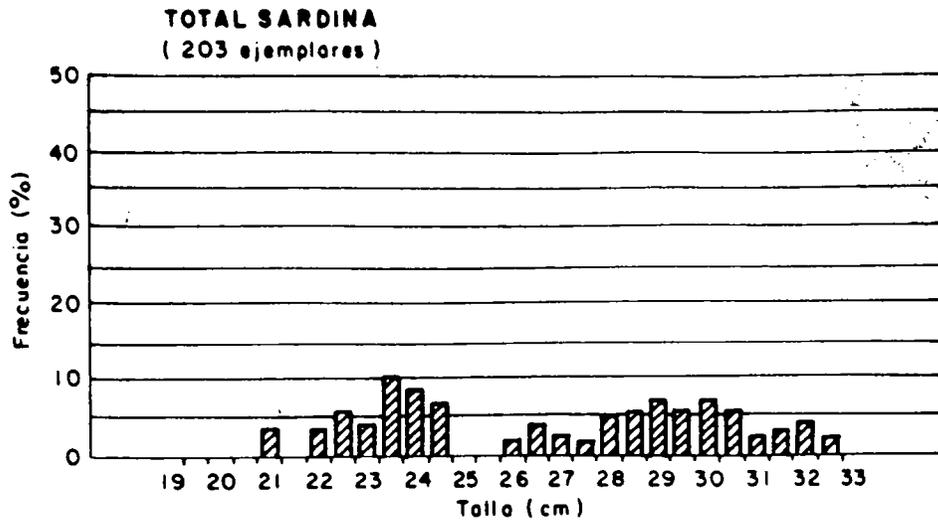


Figura 45. Composición de tallas del total de lances de identificación. Crucero PELANOR 9308-09.

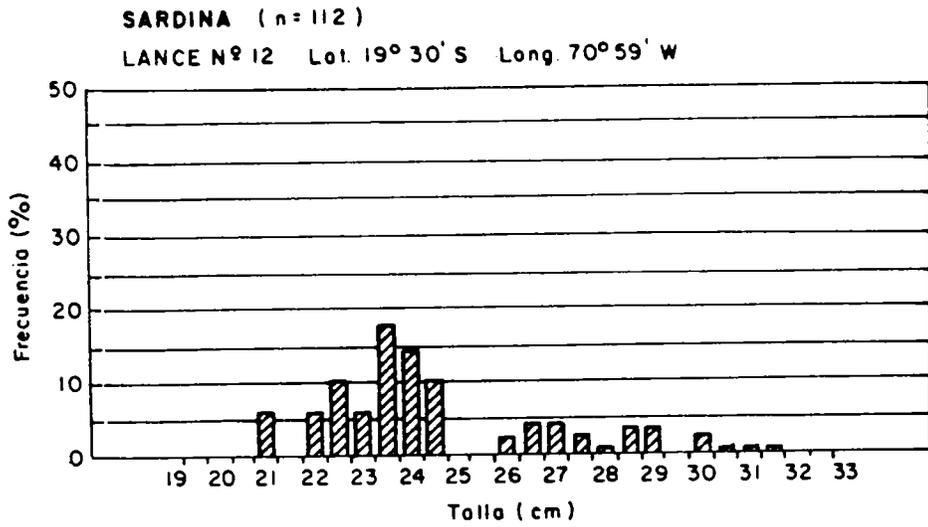
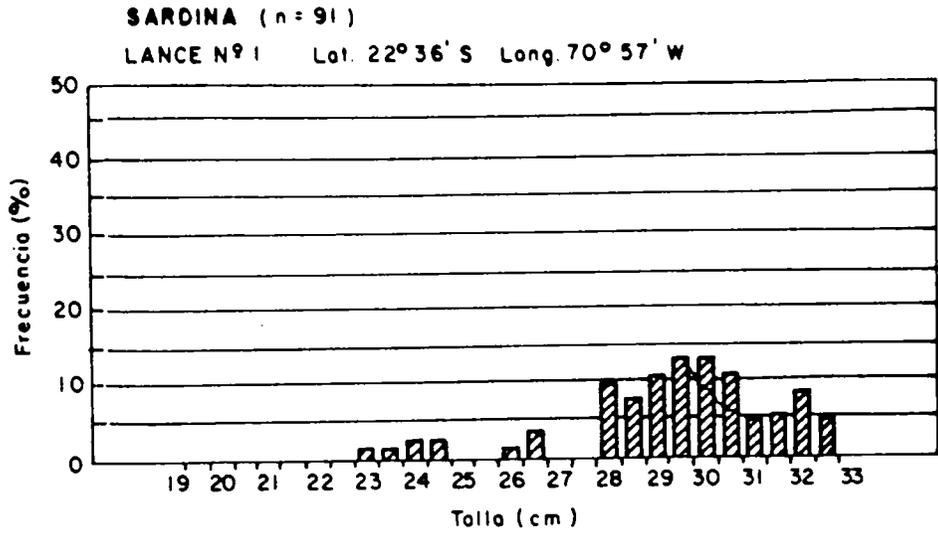


Figura 46. Composición de tallas de los lances de identificación. Sardina. Crucero PELANOR 9308-09.

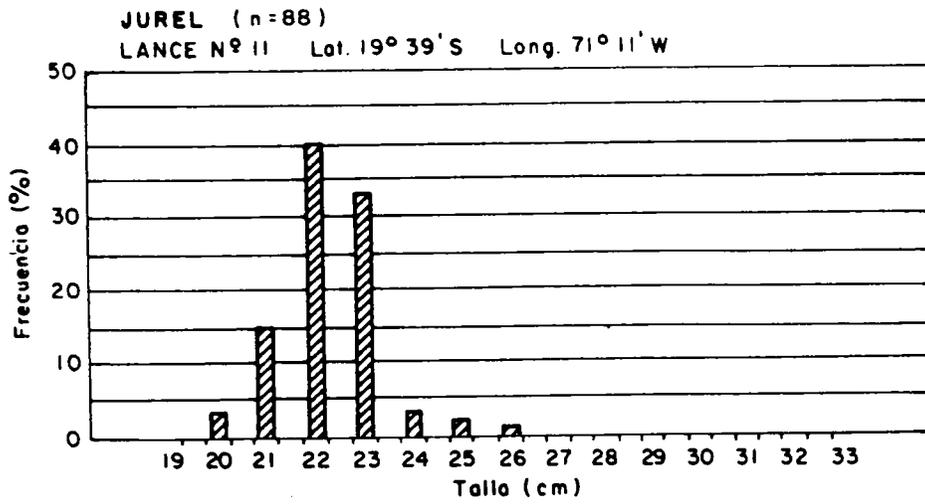
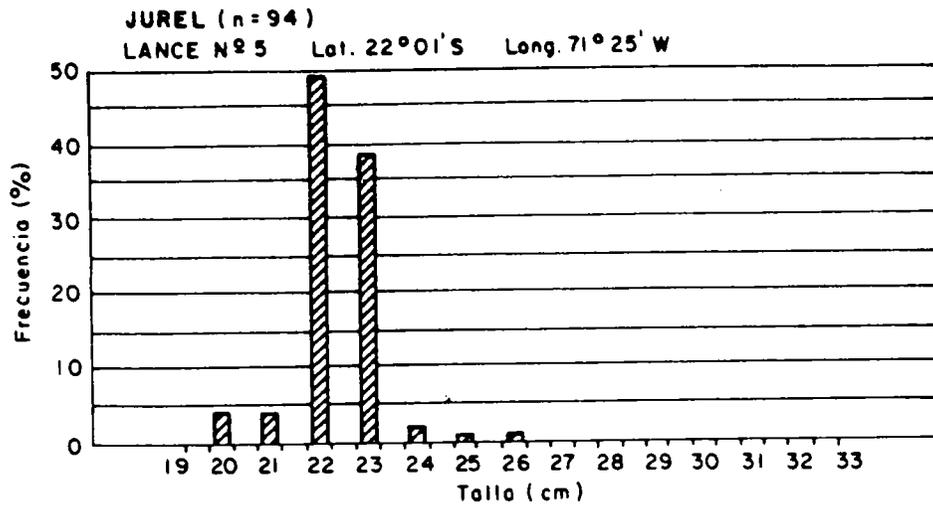
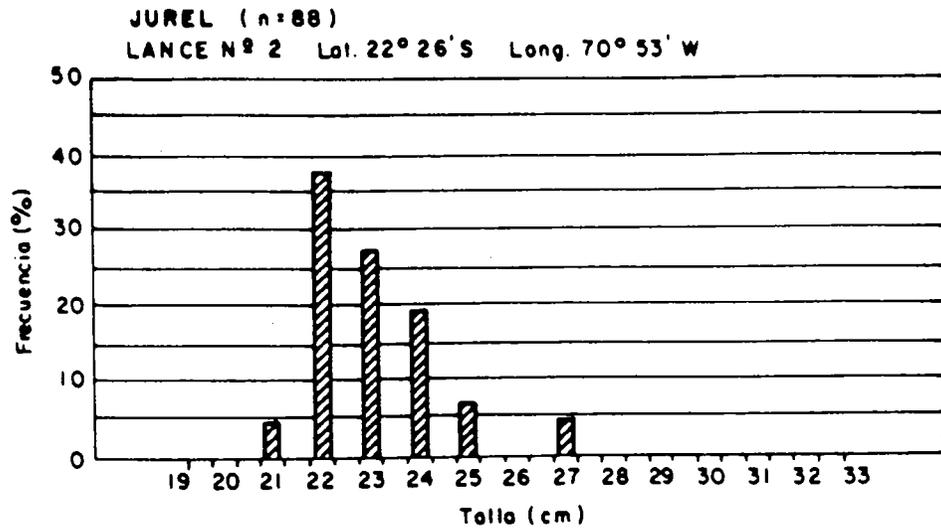


Figura 47. Composición de tallas de los lances de identificación. Jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

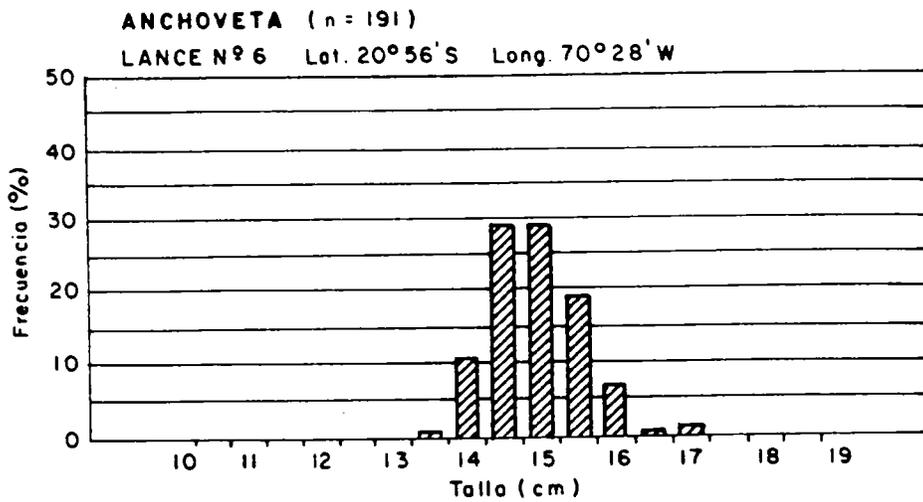
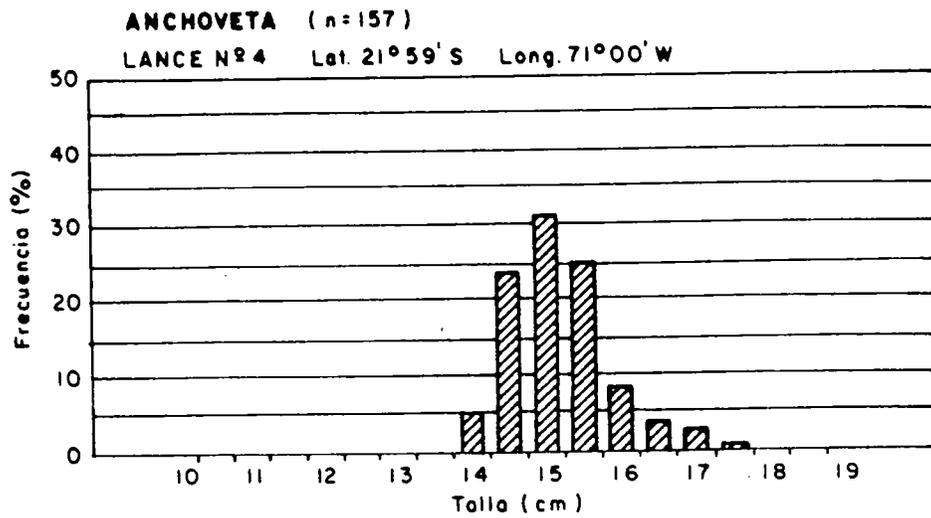
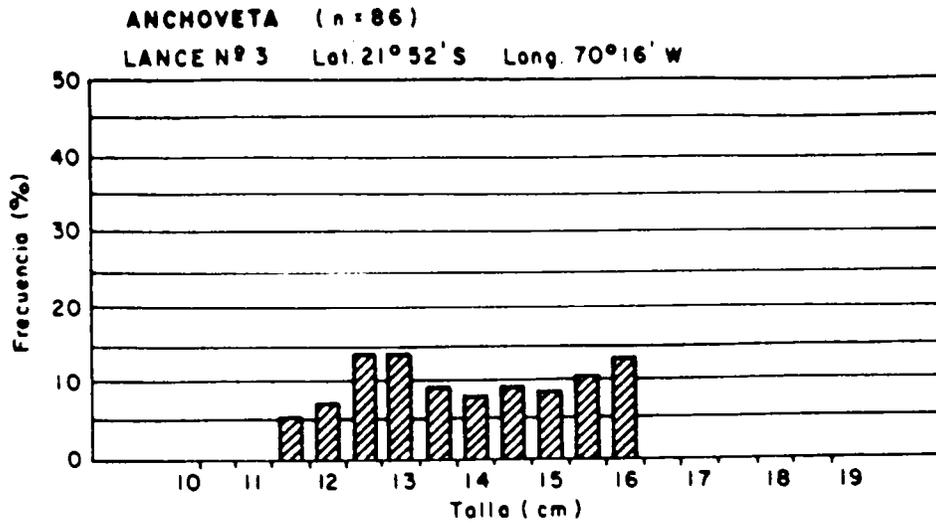


Figura 48. Composición de tallas de los lances de identificación. Anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

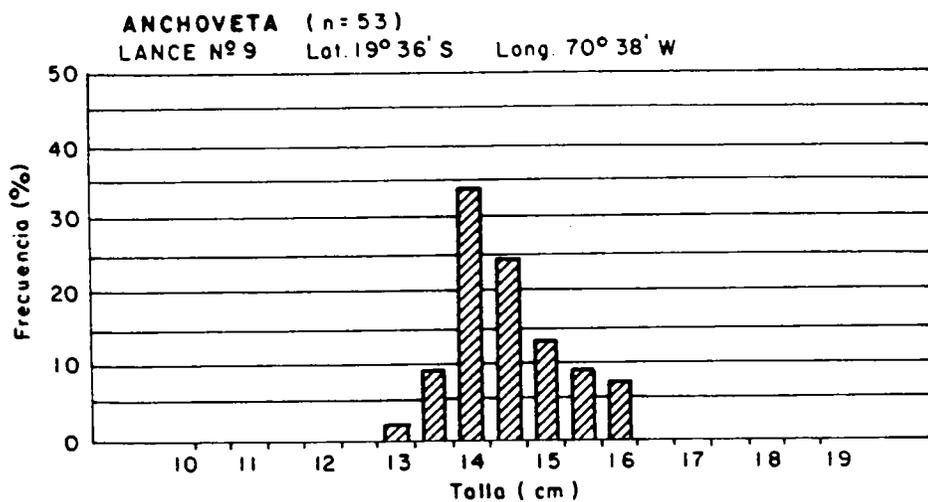
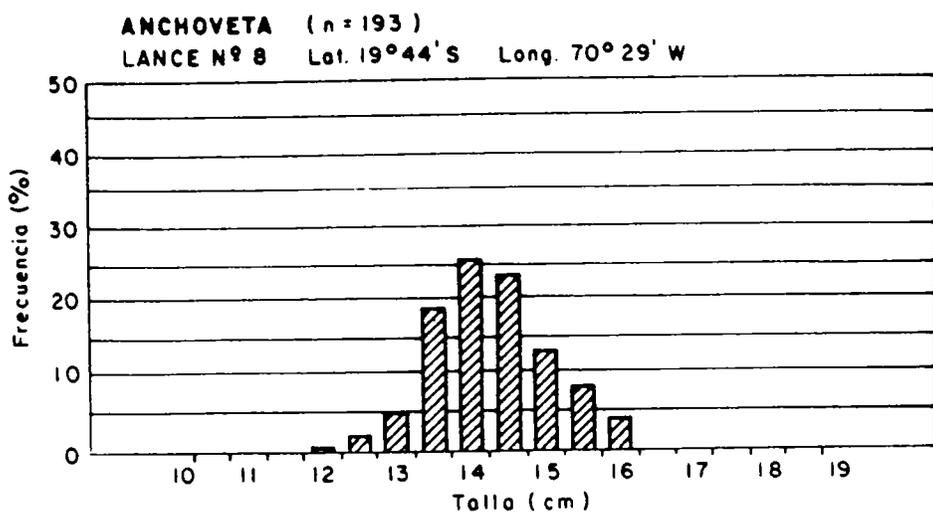
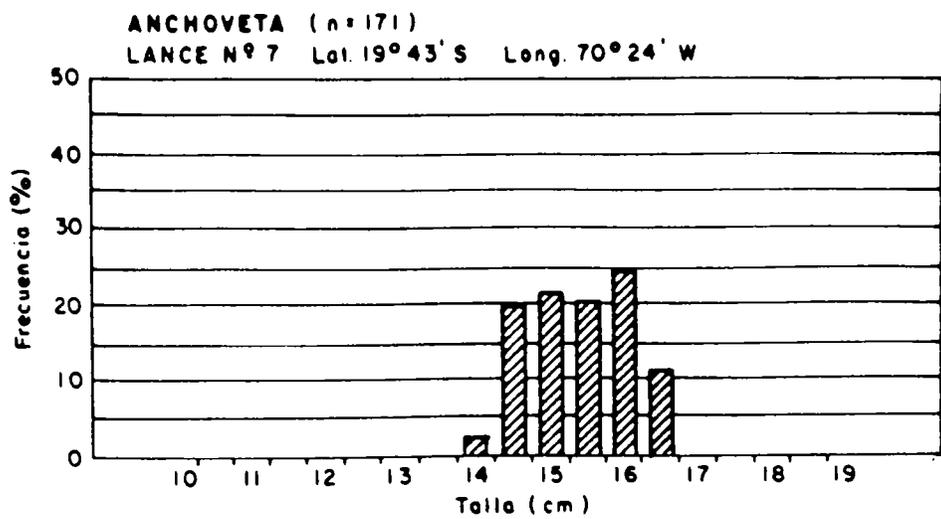


Figura 49. Composición de tallas de los lances de identificación. Anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

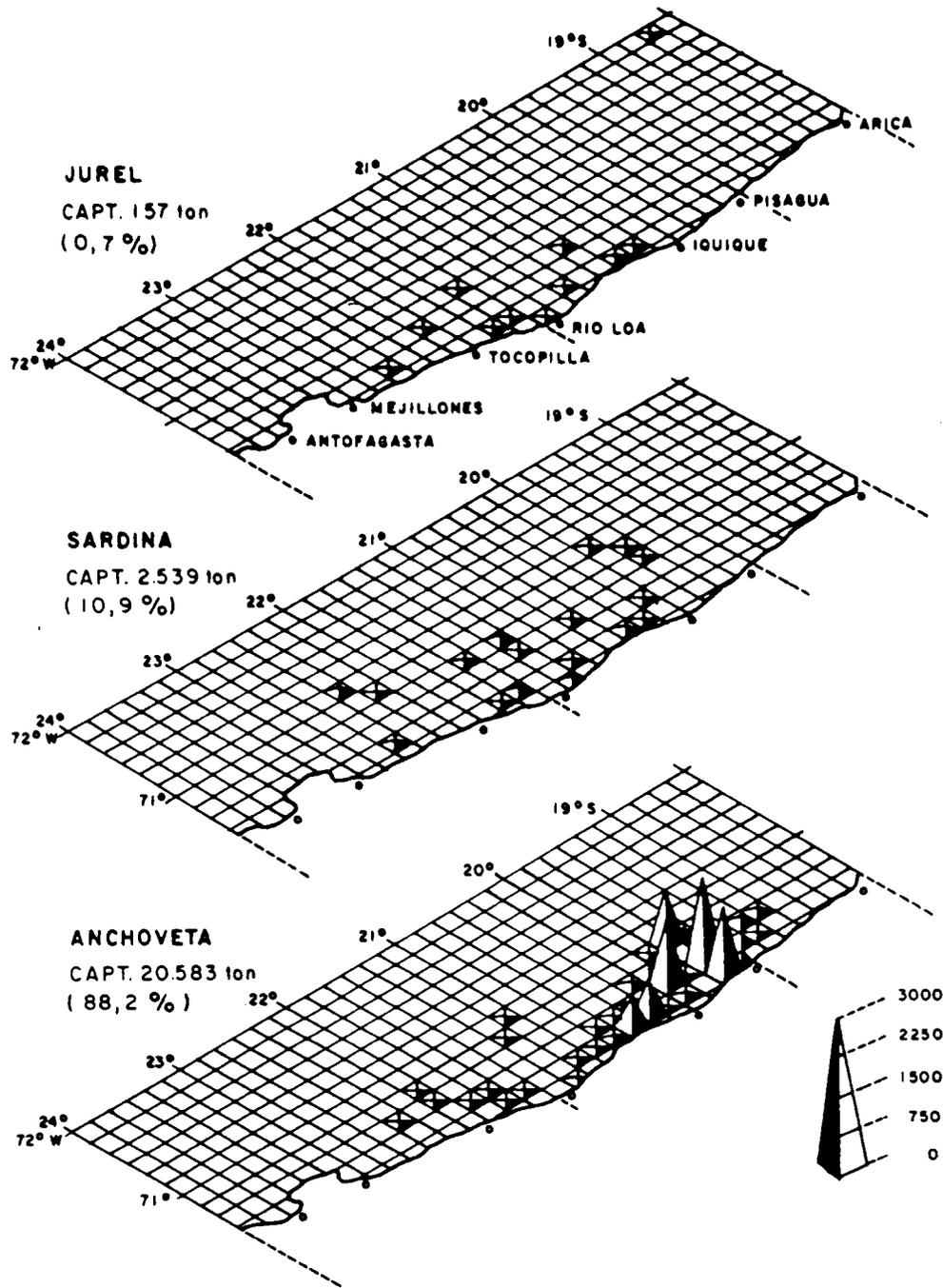


Figura 50. Capturas de la flota cerquera durante el crucero PELANOR 9308-09.

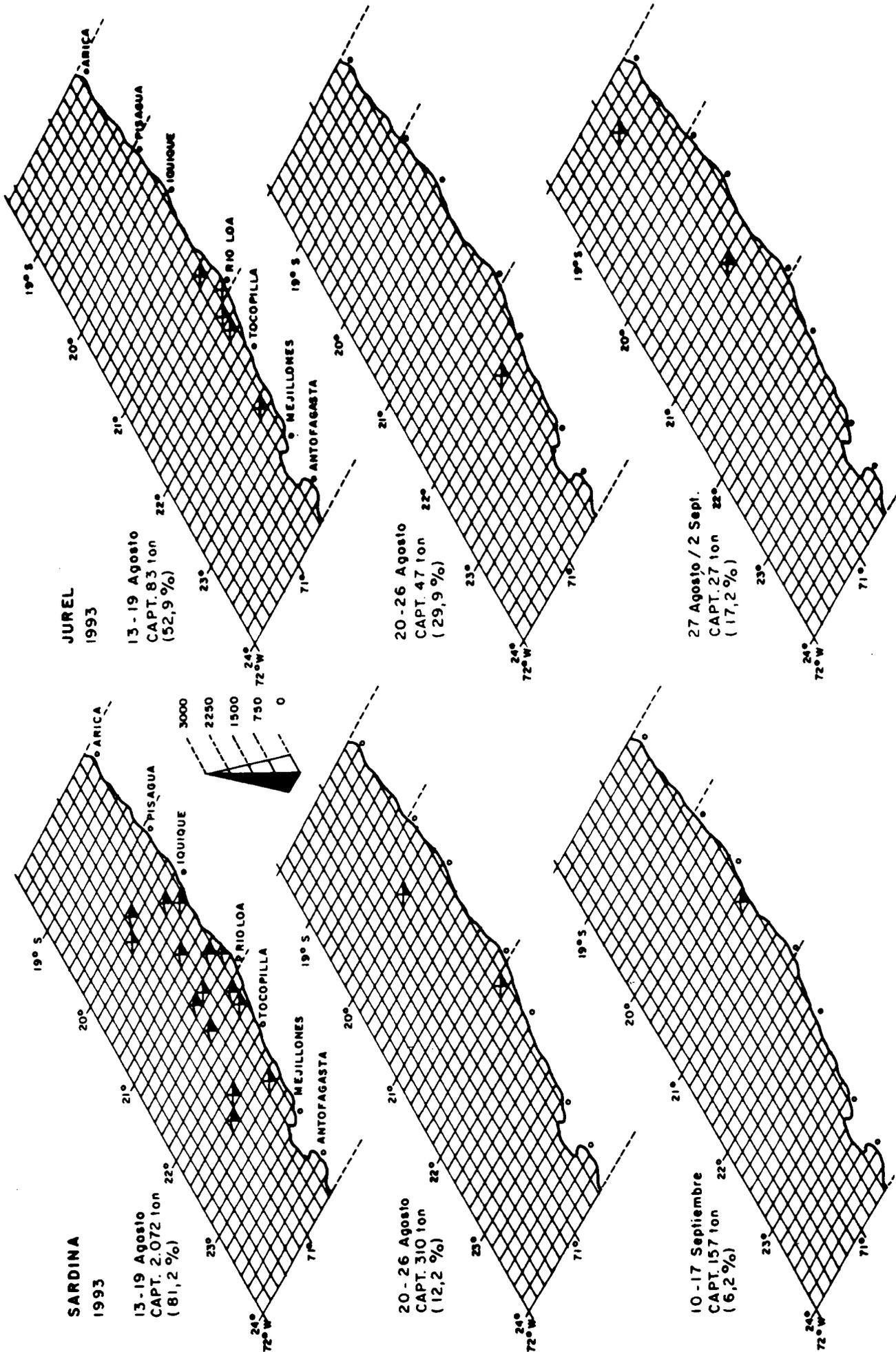


Figura 51. Capturas semanales de la flota cerquera de sardina y jurel durante el crucero PELANOR 9308-09.

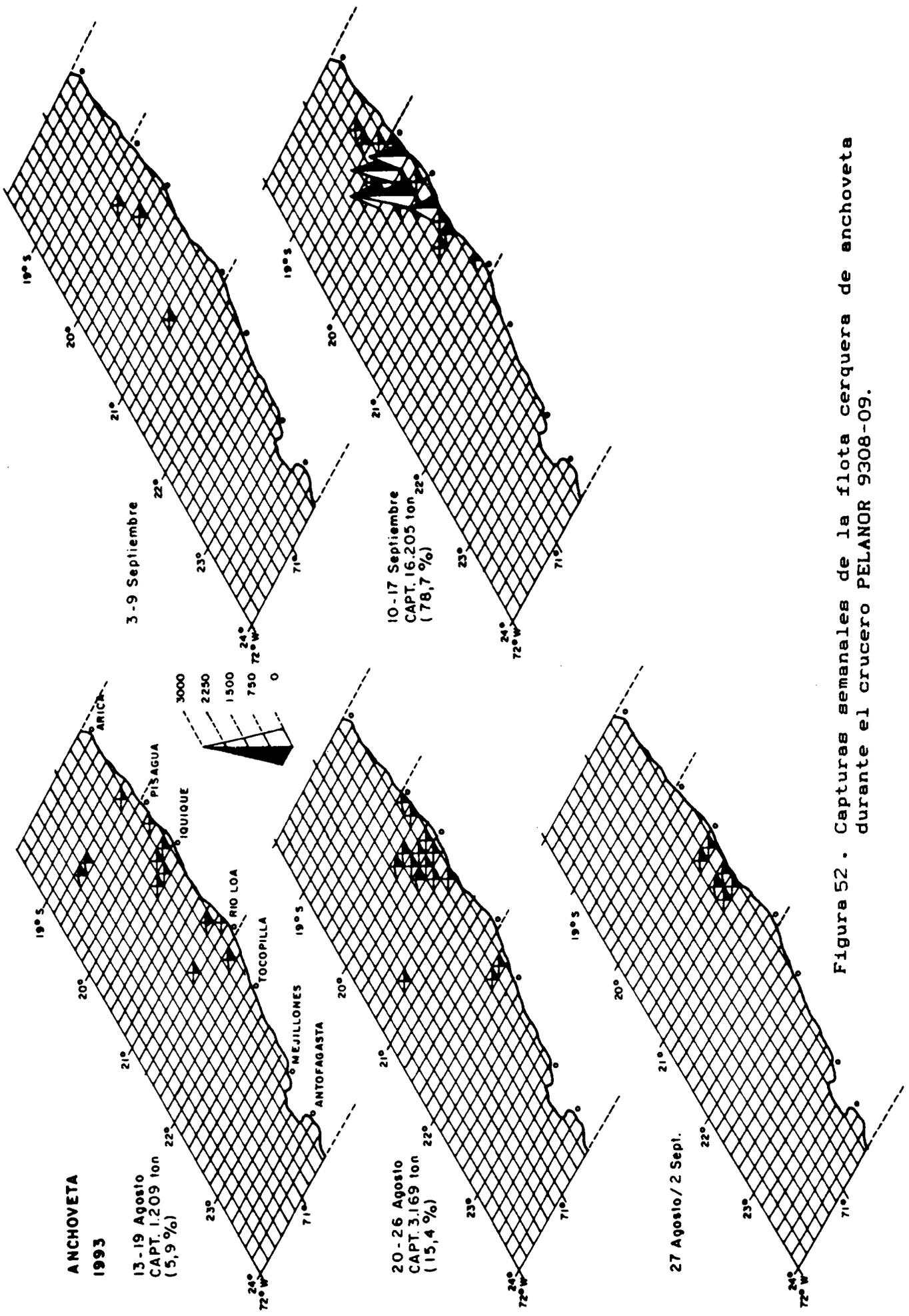


Figura 52. Capturas semanales de la flota cerquera de anchoveta durante el crucero PELANOR 9308-09.

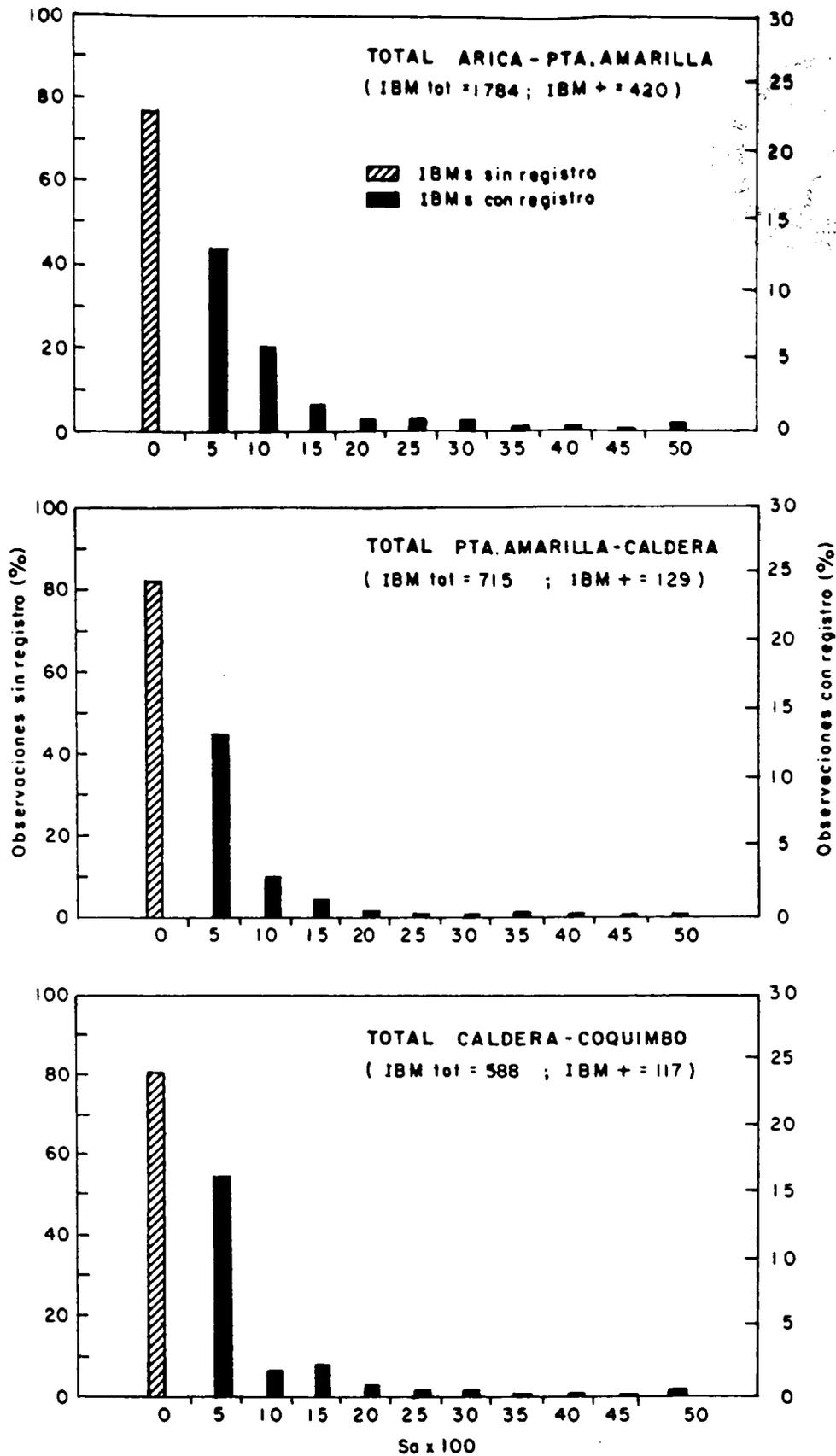


Figura 53. Composición de las lecturas acústicas del total de especies por zona. Crucero PELANOR 9308-09.

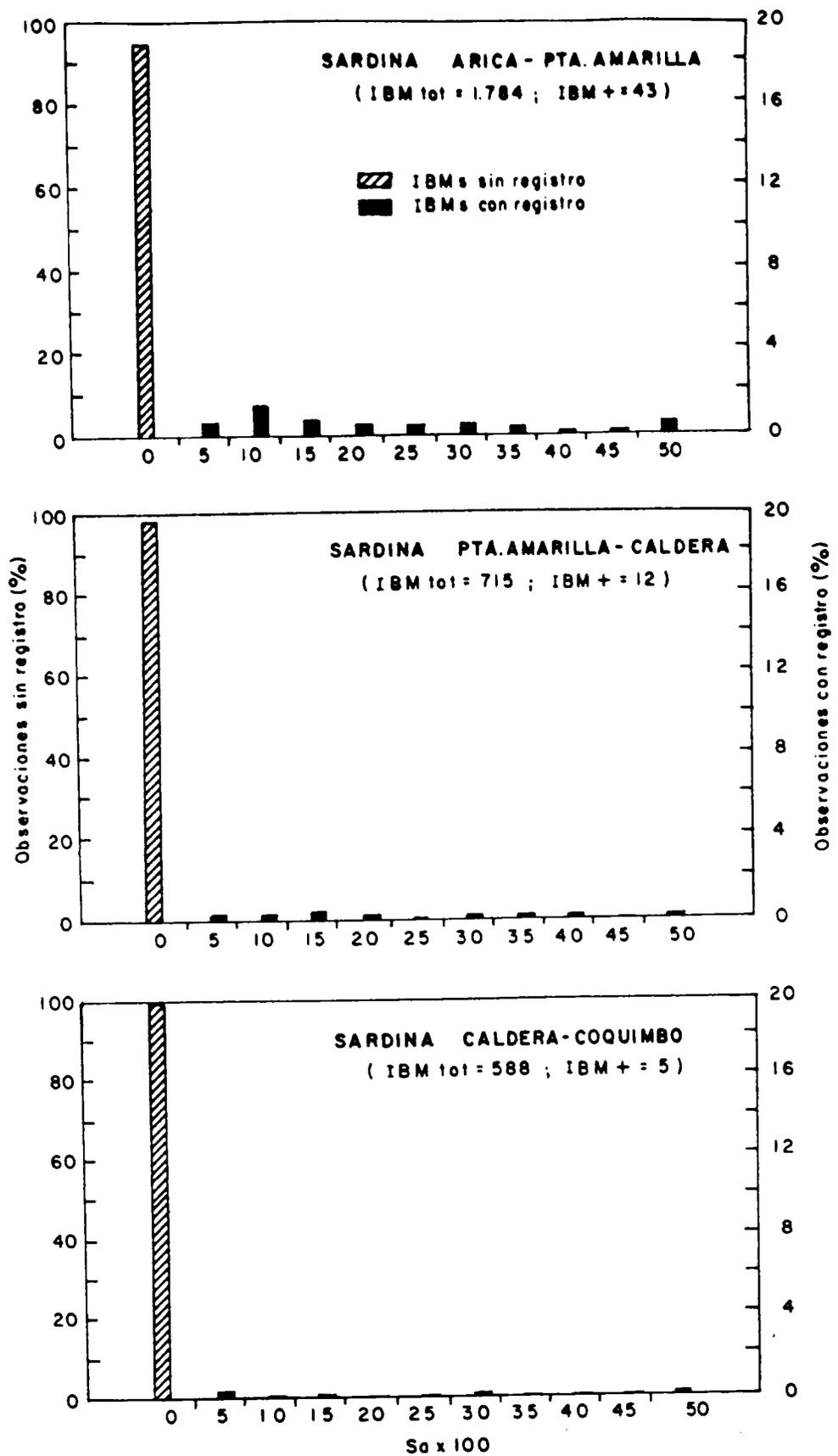


Figura 54 . Composición de las lecturas acústicas de sardina por zona. Crucero PELANOR 9308-09.

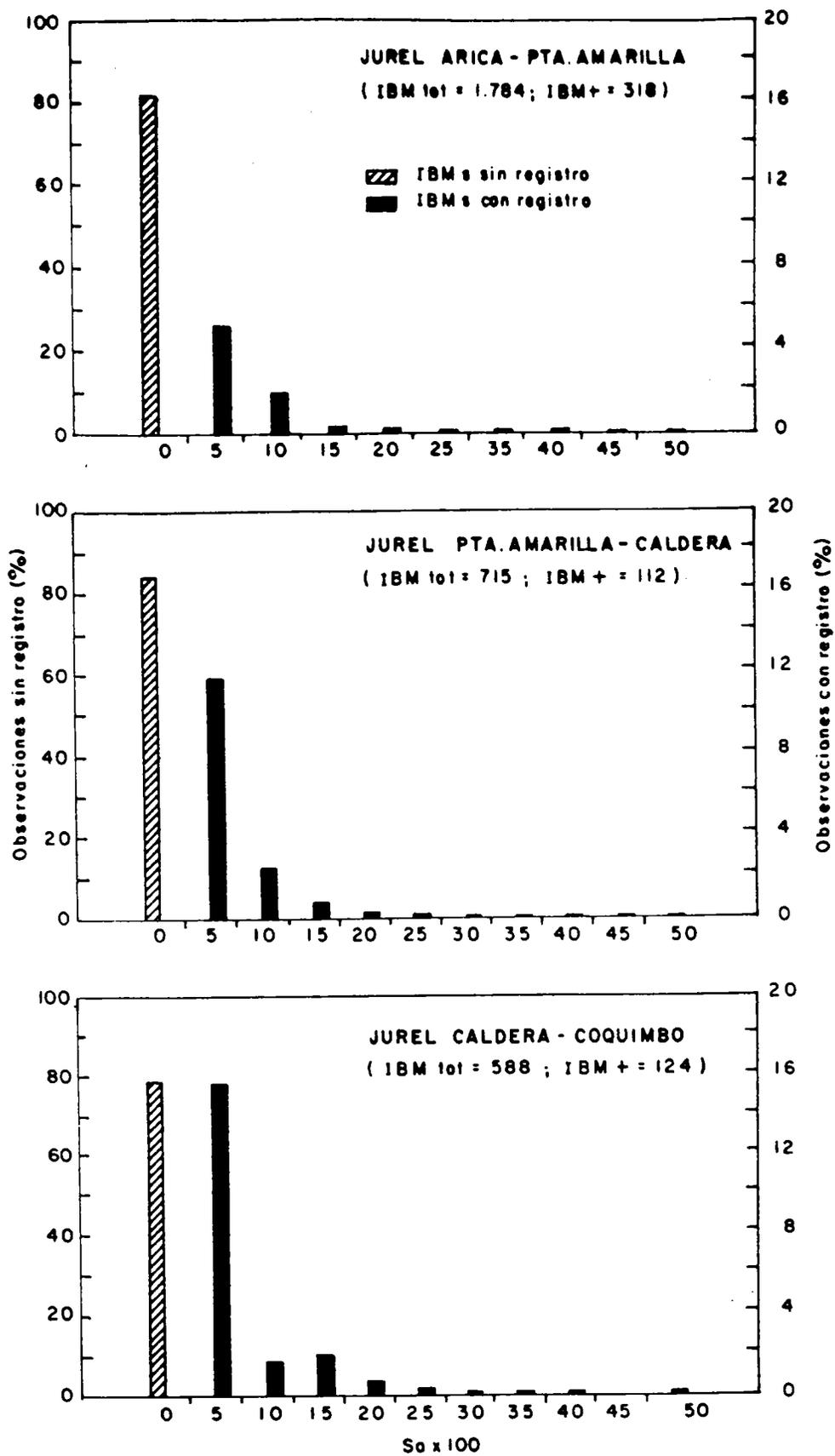


Figura 55. Composición de las lecturas acústicas de jurel por zona. Crucero PELANOR 9308-09.

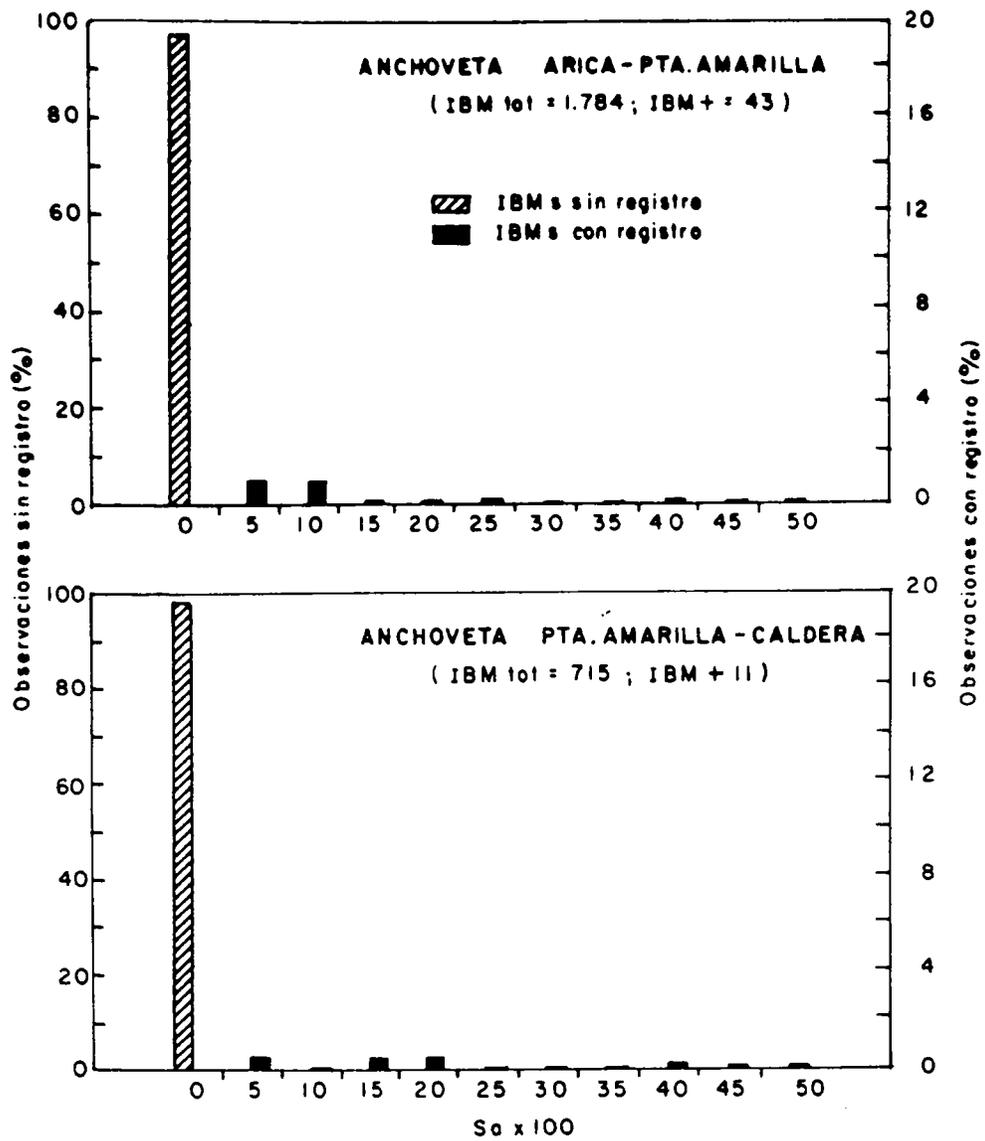


Figura 56 . Composición de las lecturas acústicas de anchoveta por zona. Crucero PELANOR 9308-09.

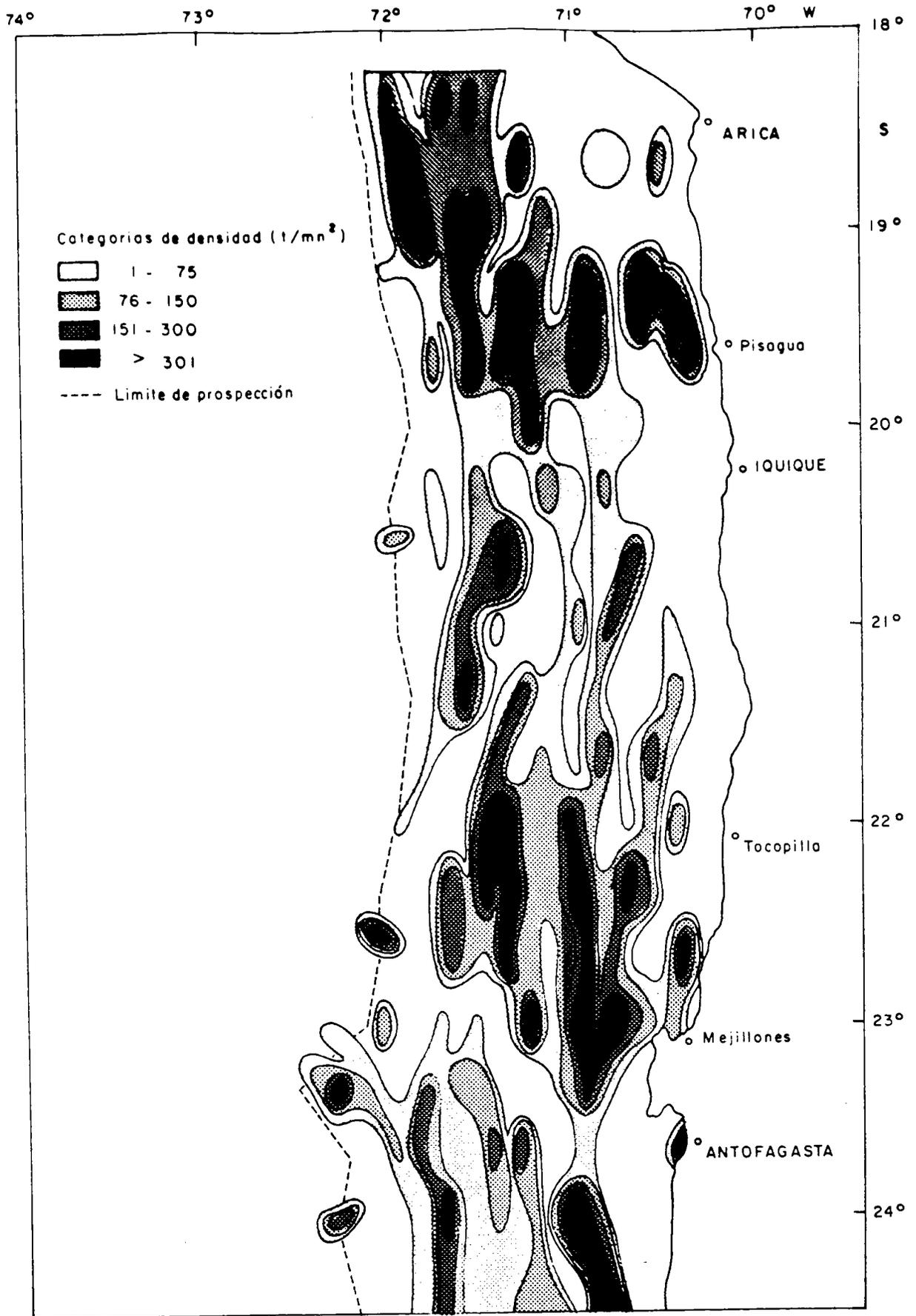


Figura 57. Distribución geográfica del total de especies entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.

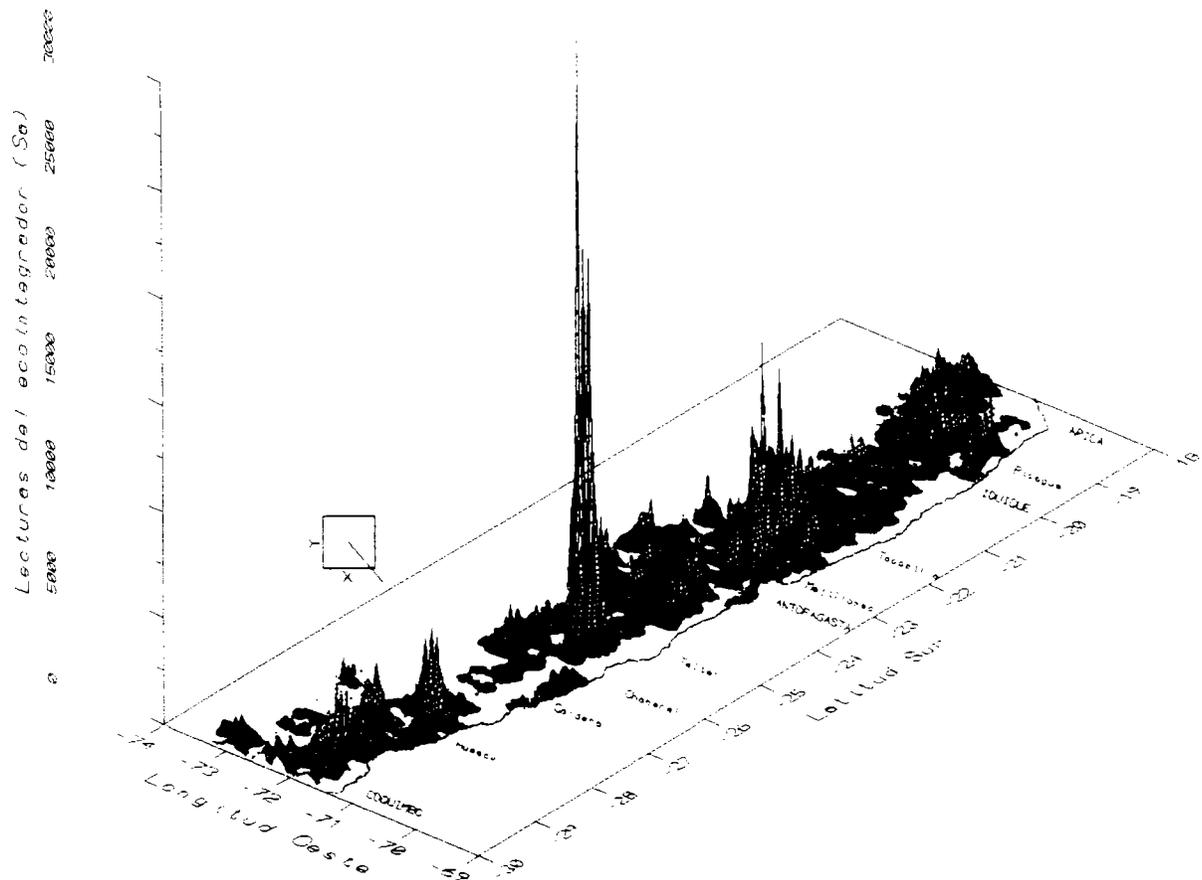


Figura 58. Distribución geográfica de las lecturas del ecoinTEGRADOR (Ss) para el total de especies. Crucero PELANOR 9308-09.

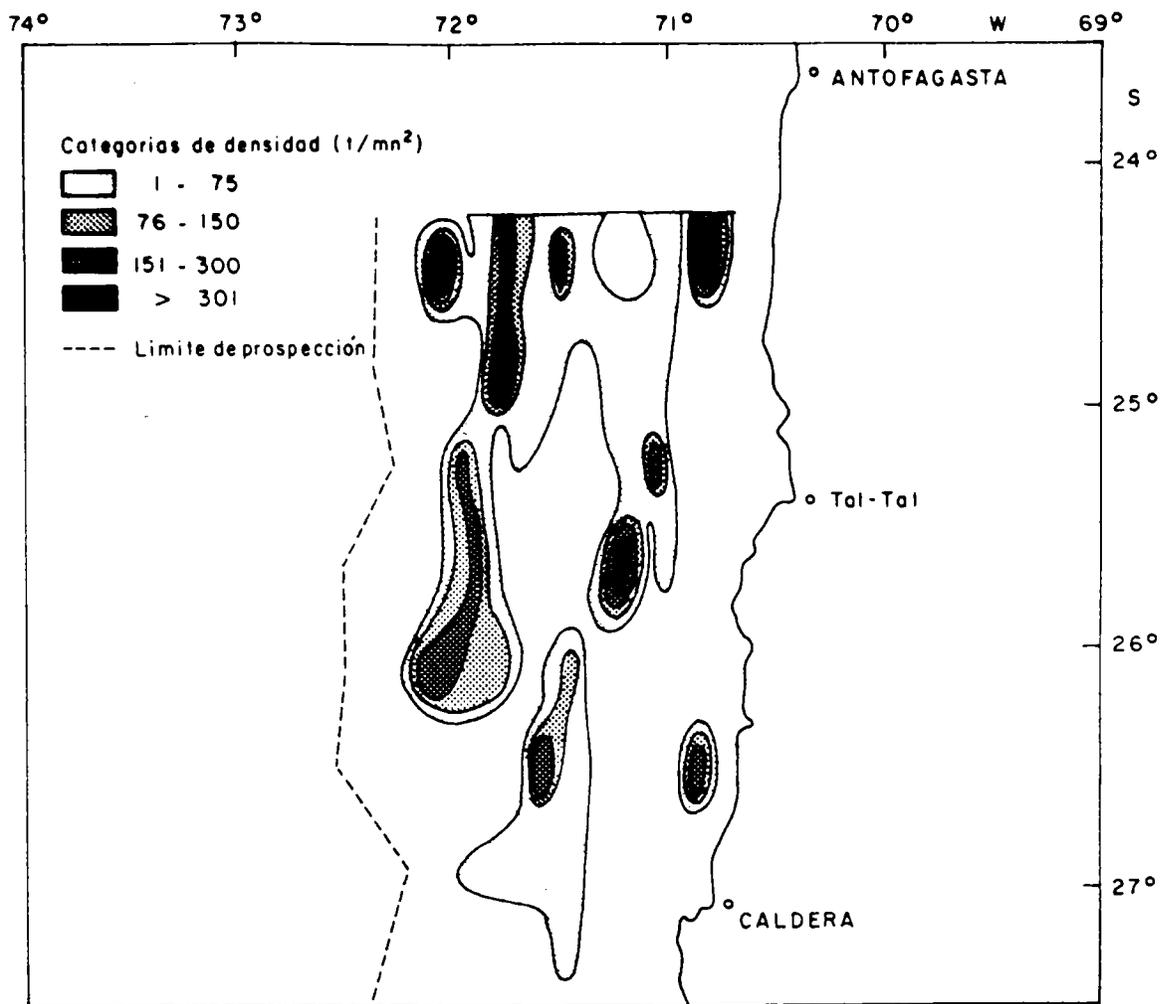


Figura 59. Distribución geográfica del total de especies entre Punta Amarilla y Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.

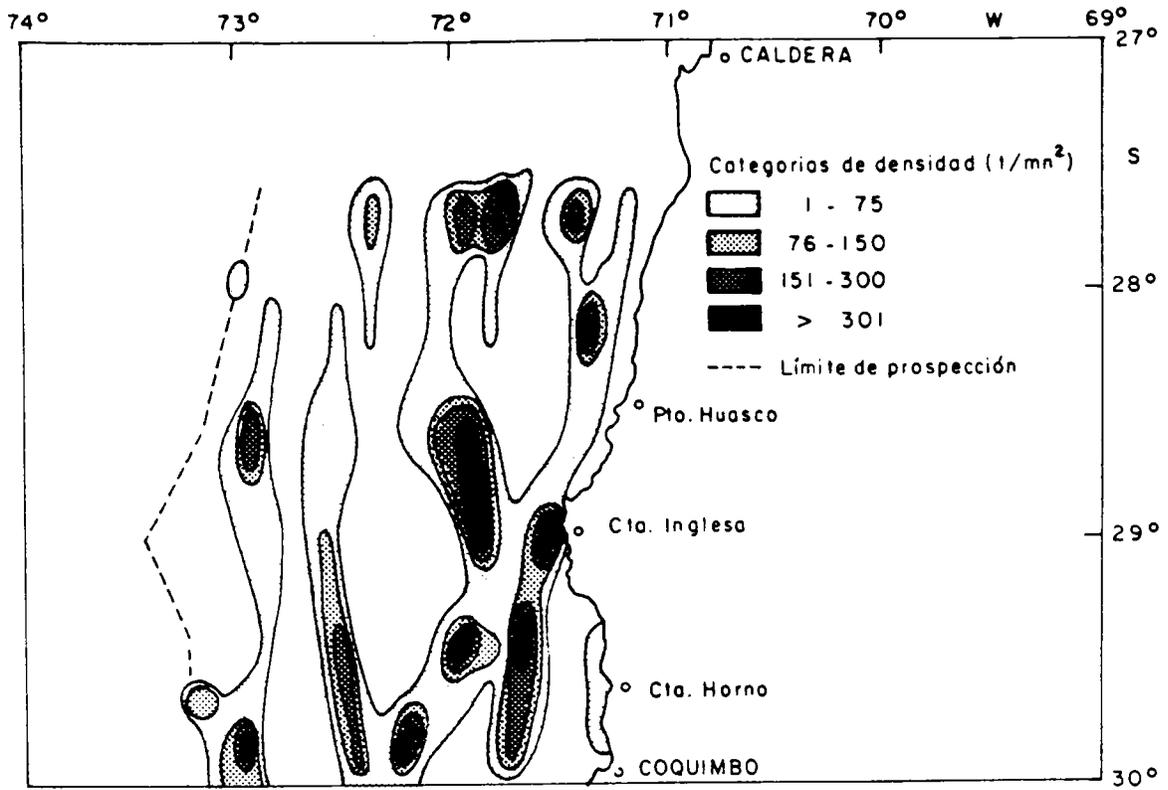


Figura 60. Distribución geográfica del total de especies entre Caldera y Coquimbo. Crucero PELANOR 9308-09.

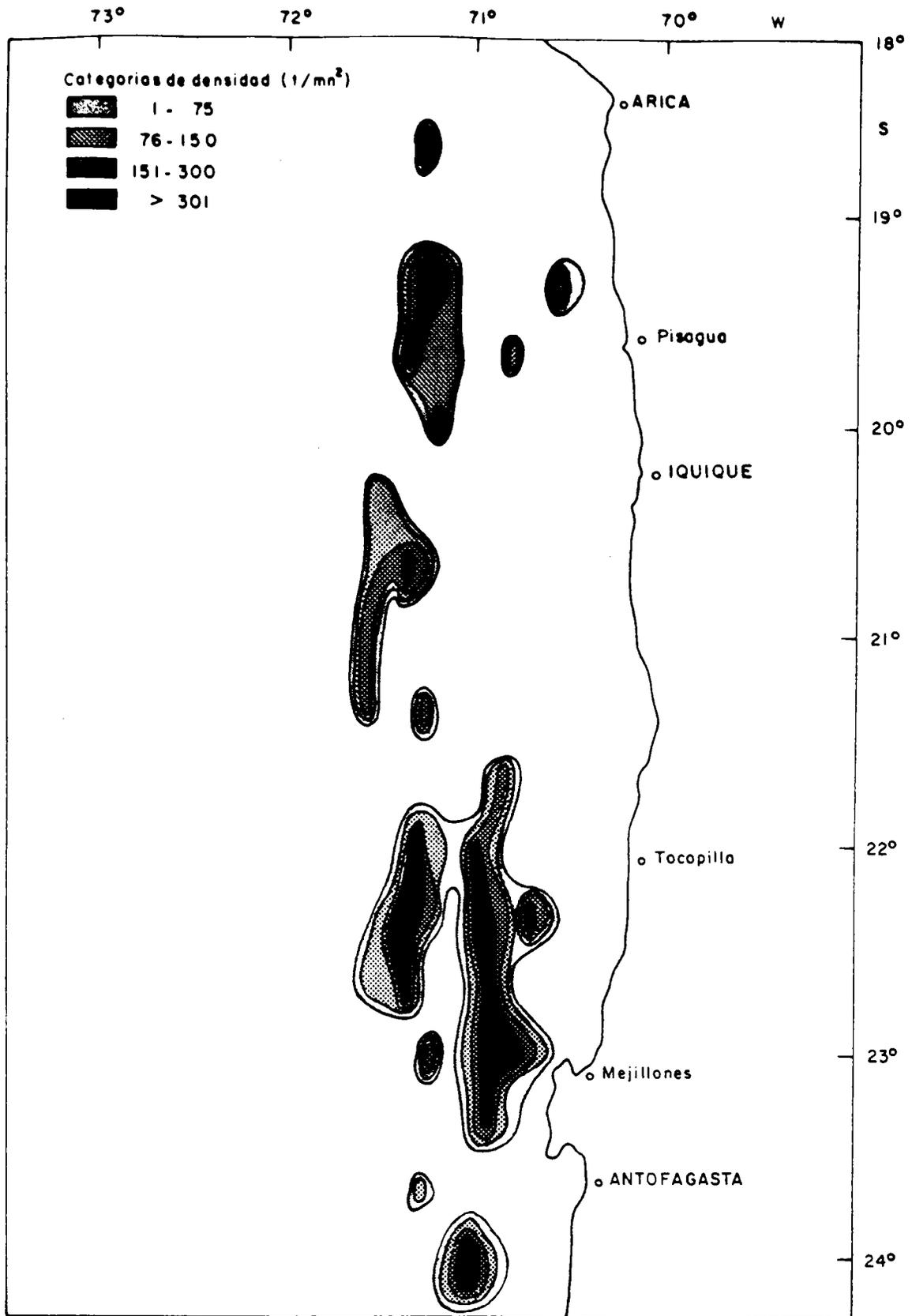


Figura 61. Distribución geográfica de sardina española entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.

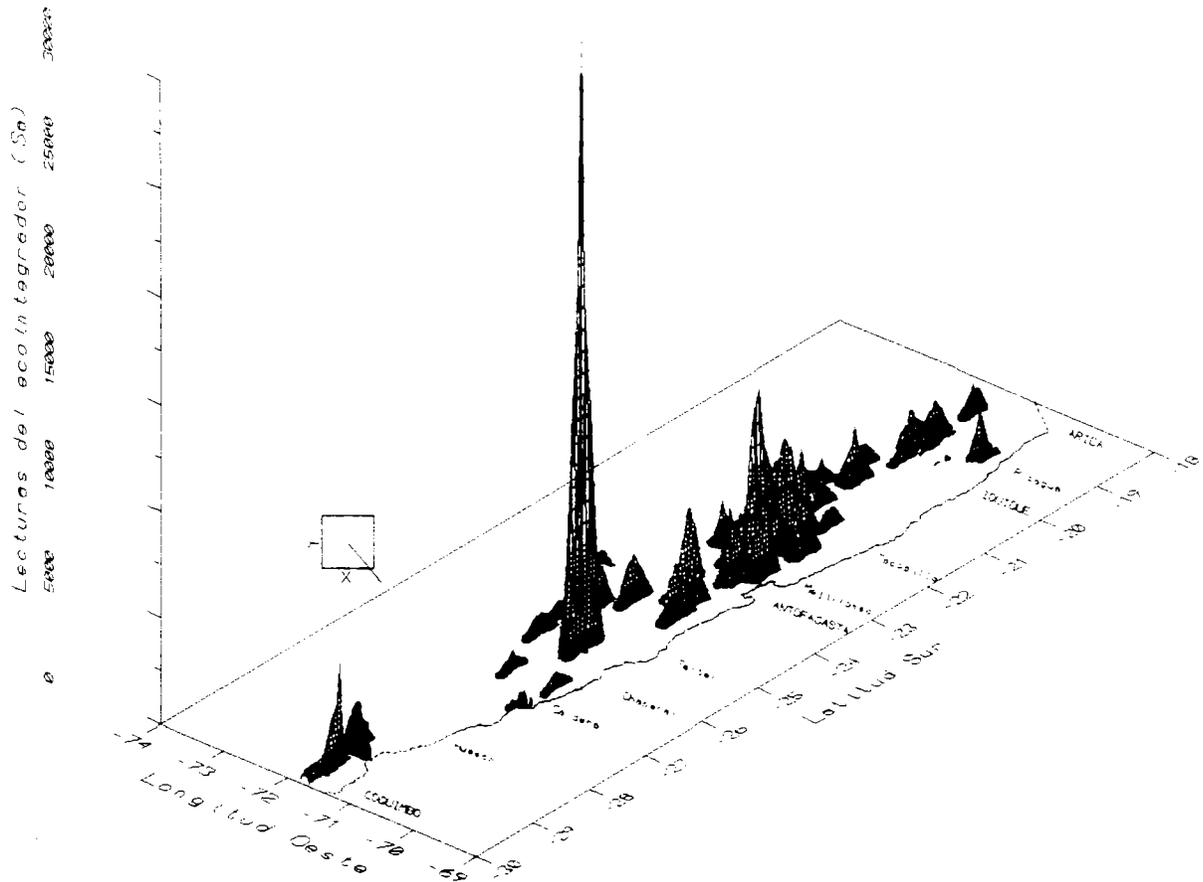


Figura 62. Distribución geográfica de las lecturas del ecointegrador (Sa) para sardina española. Crucero PELANOR 9308-09.

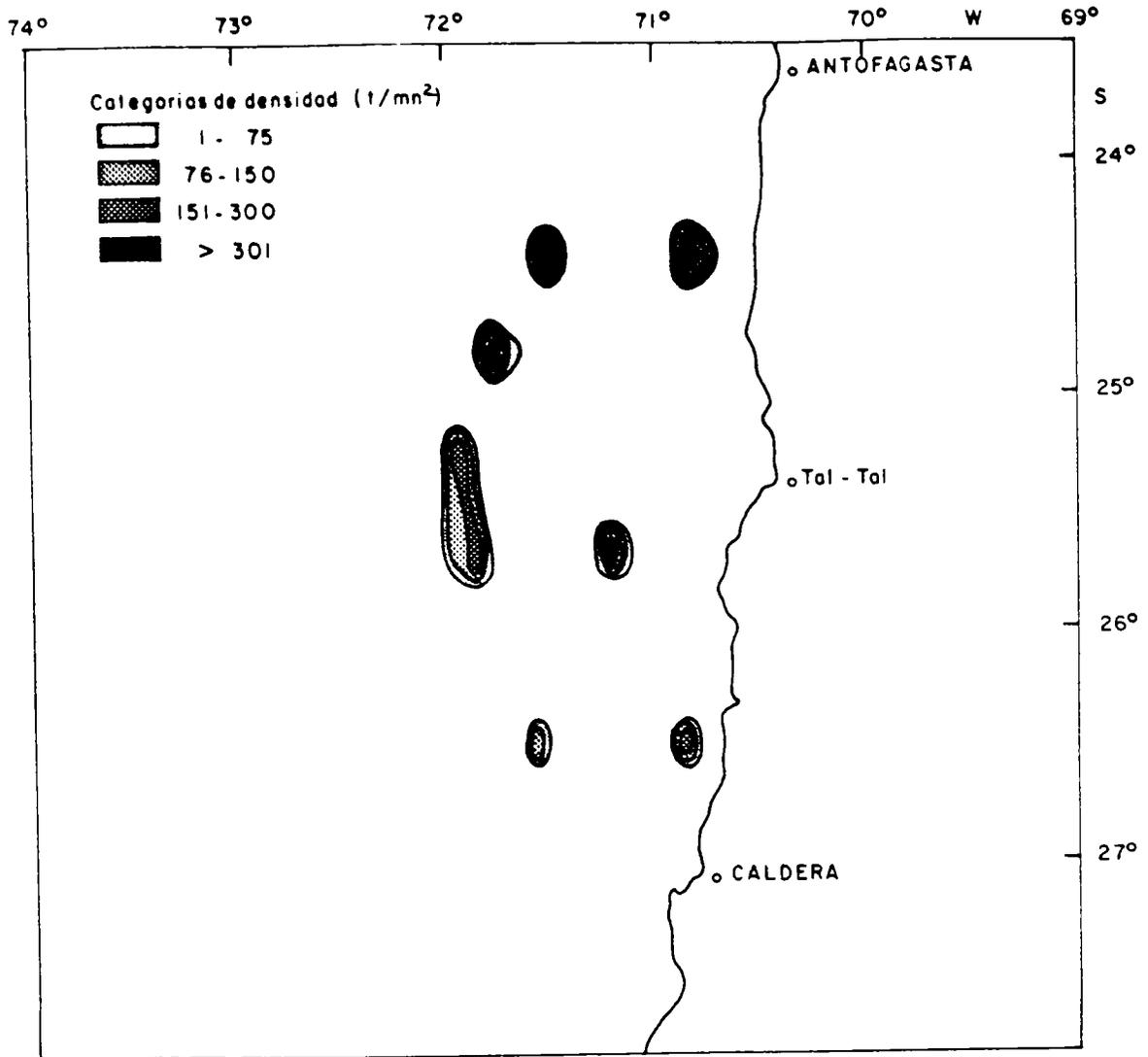


Figura 63. Distribución geográfica de sardina española entre Punta Amarilla Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.

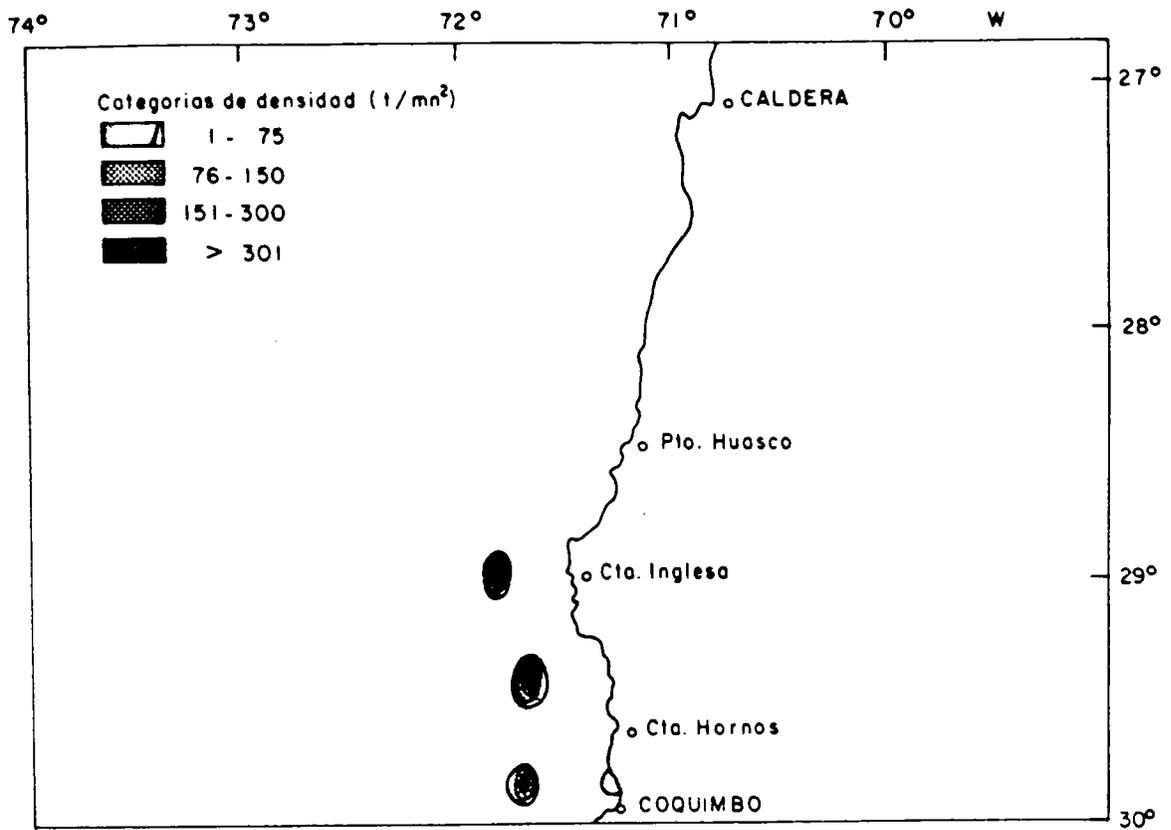


Figura 64. Distribución geográfica de sardina española entre Caldera y Coquimbo. Crucero PELANOR 9308-09.

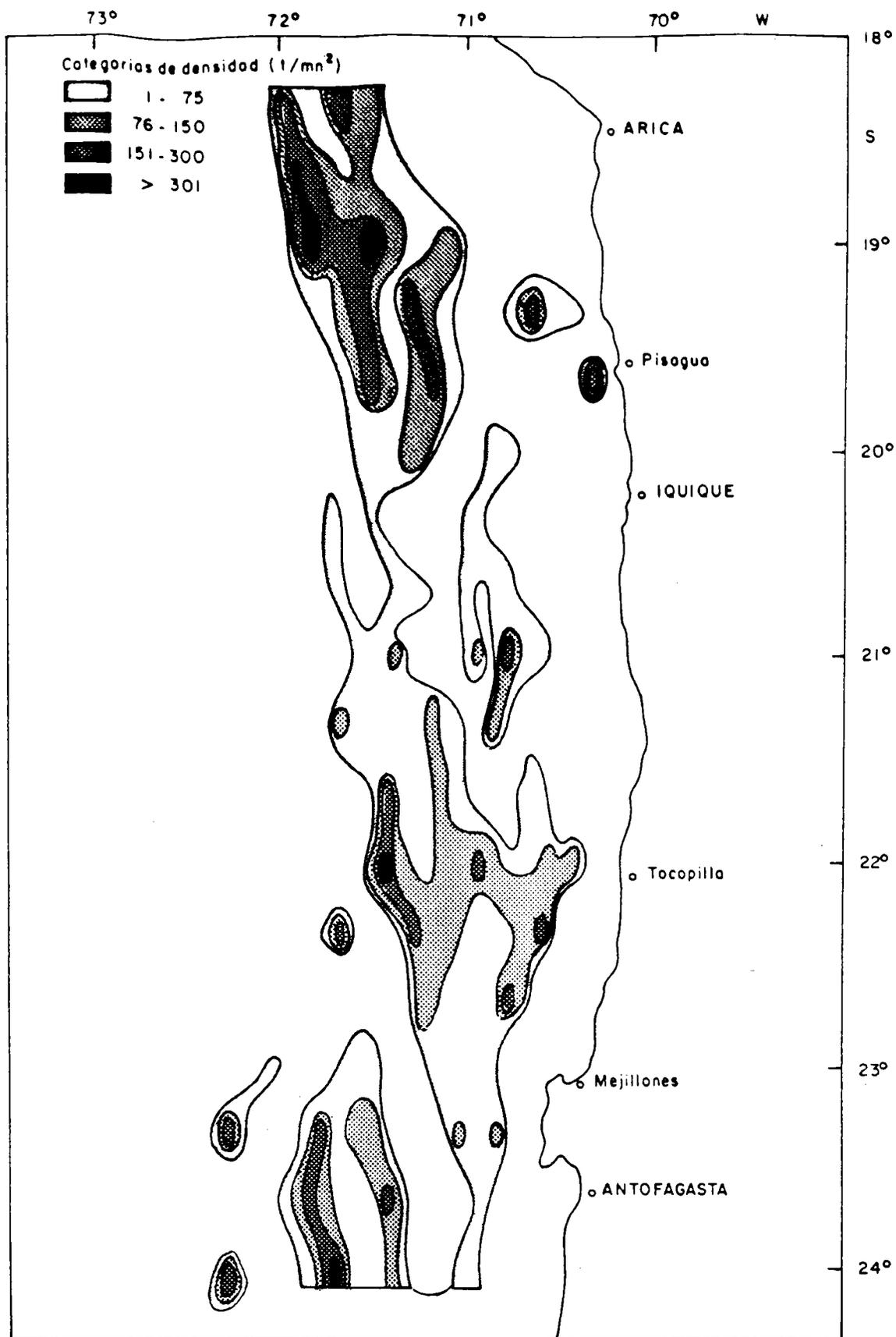


Figura 65. Distribución geográfica de jurel entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.

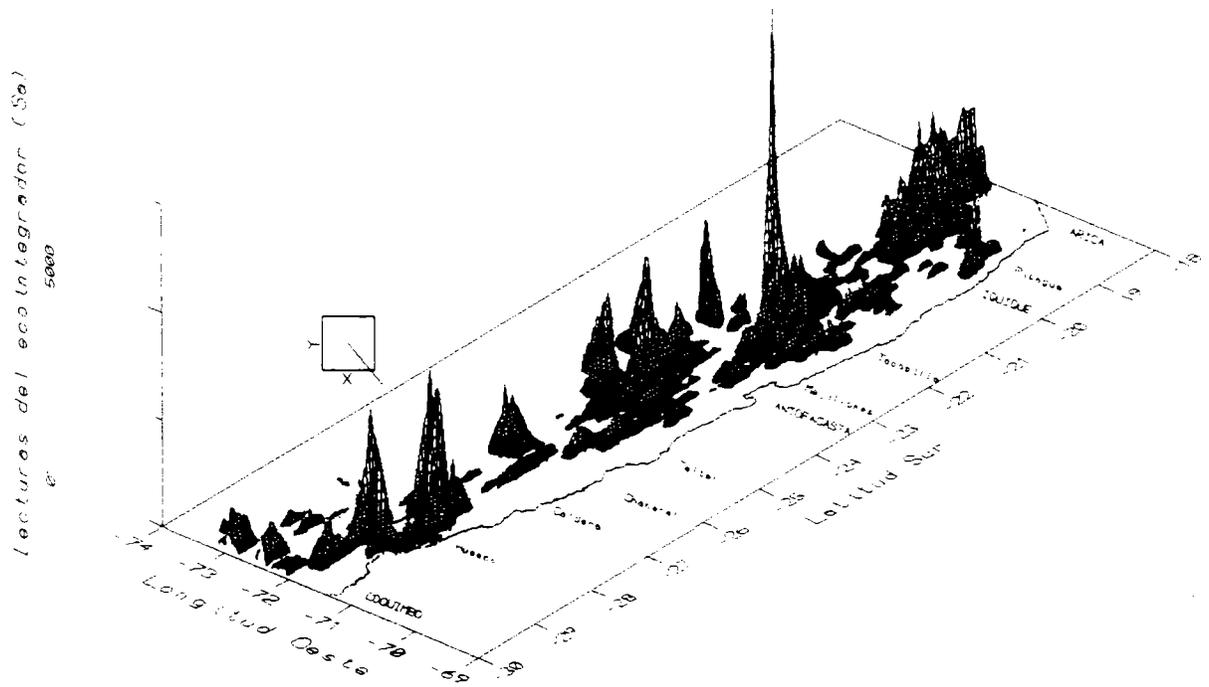


Figura 66. Distribución geográfica de las lecturas del ecointegrador (Sa) para jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

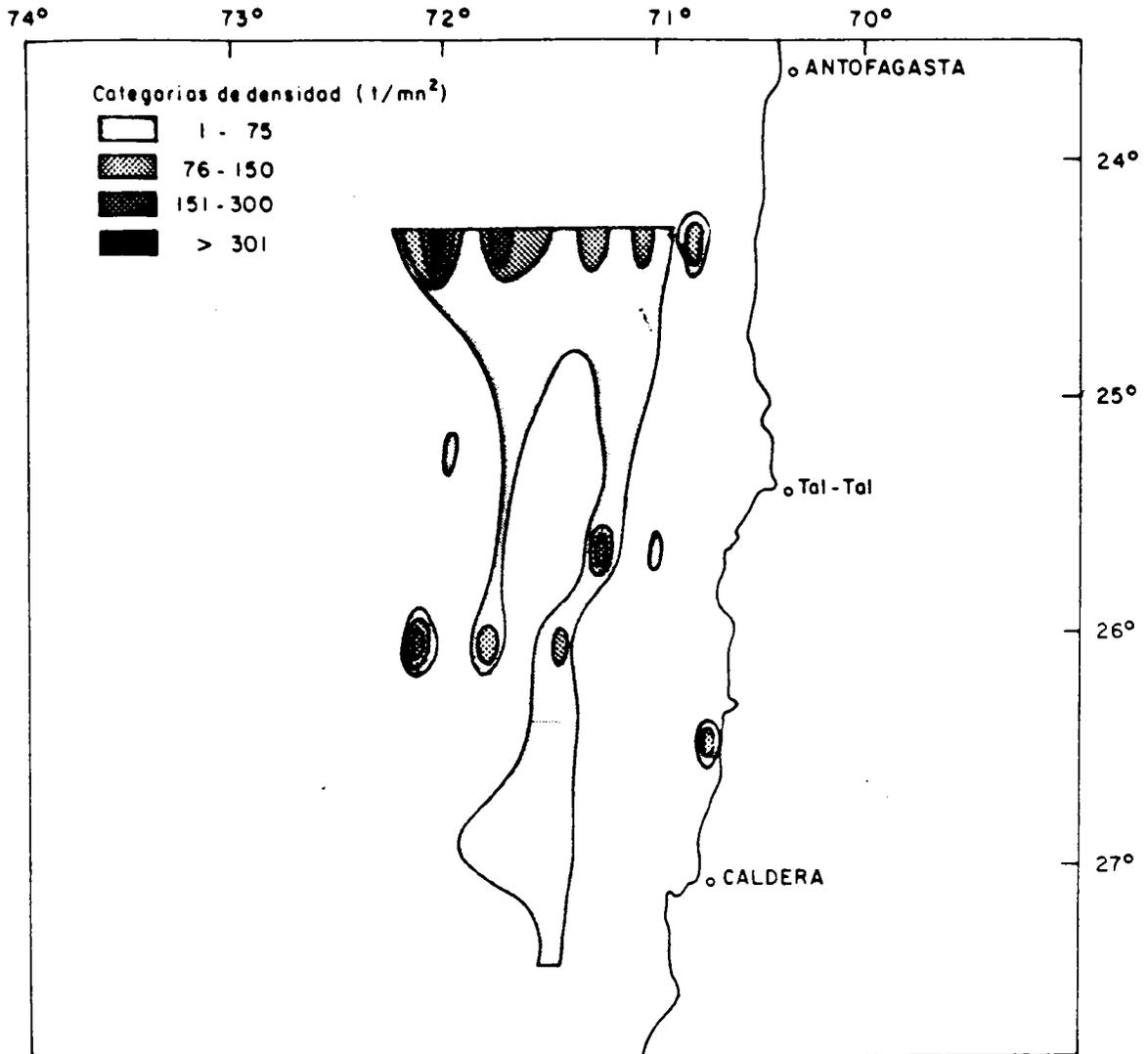


Figura 67. Distribución geográfica de jurel entre Punta Amarilla y Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.

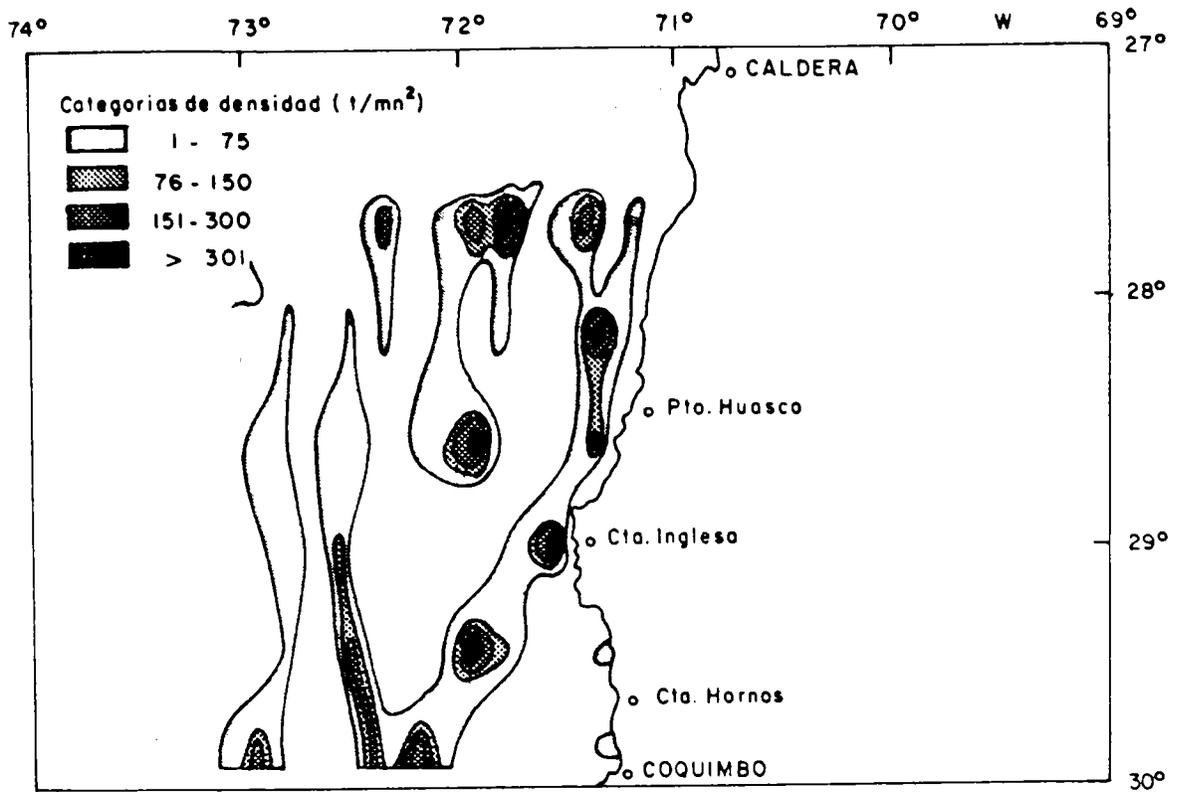


Figura 68. Distribución geográfica de jurel entre Caldera y Coquimbo. Crucero PELANOR 9308-09.

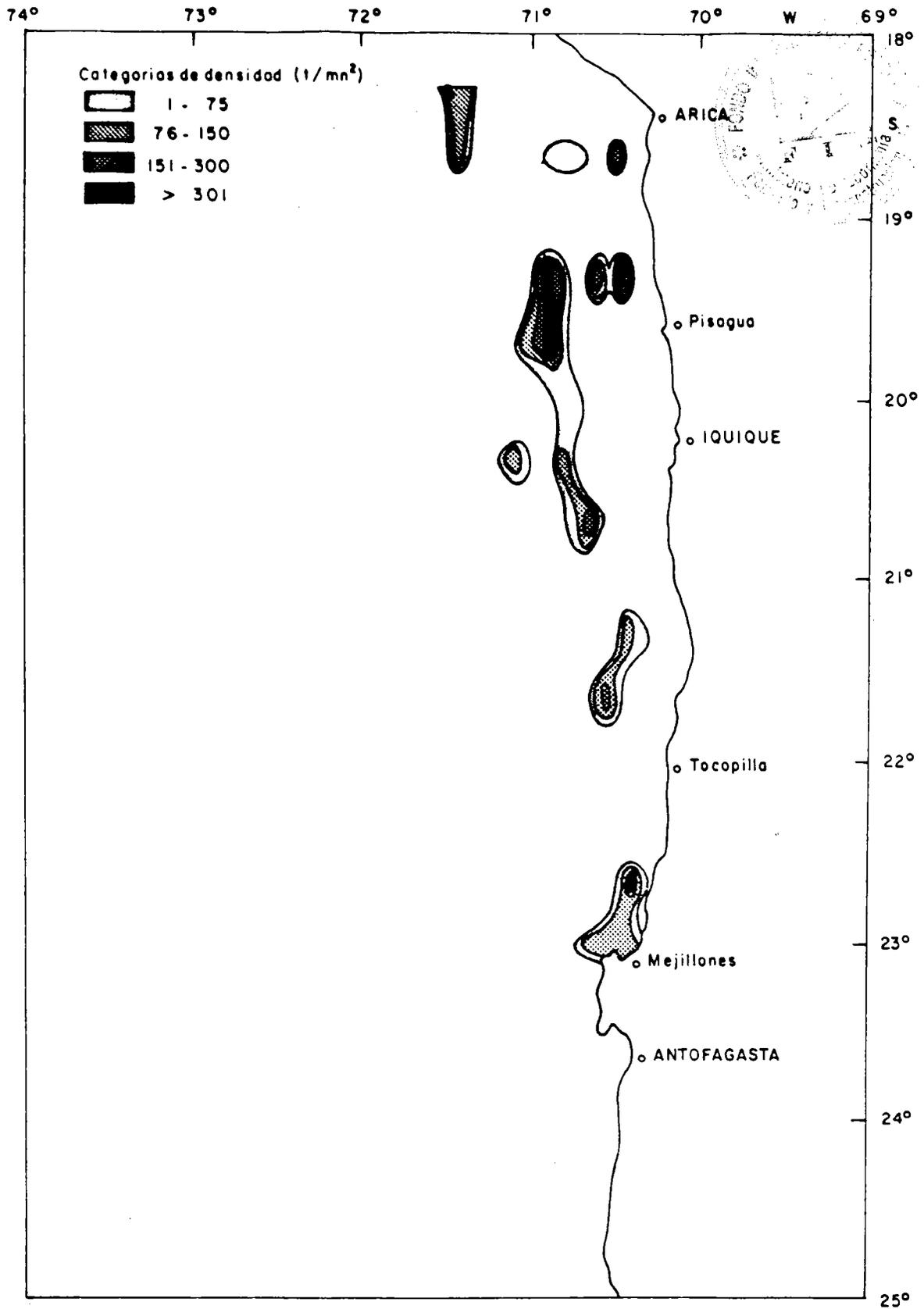


Figura 69. Distribución geográfica de anchoveta entre Arica y Punta Amarilla. Crucero PELANOR 9308-09.

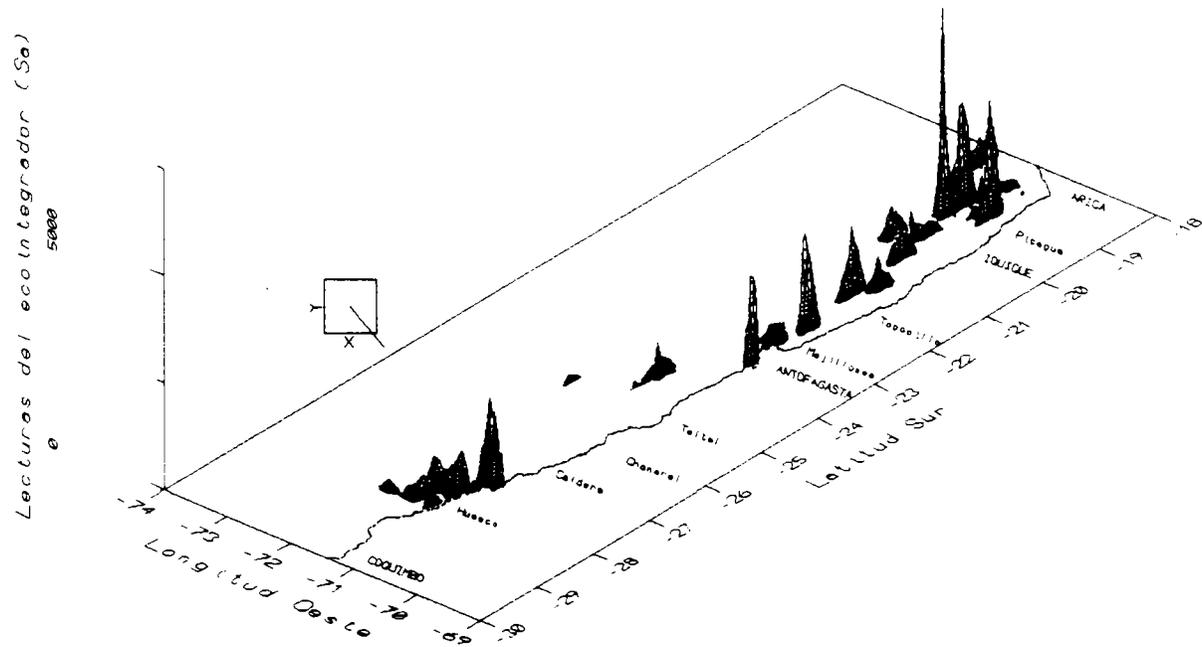


Figura 70. Distribución geográfica de las lecturas del ecointegrador (Sa) para anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

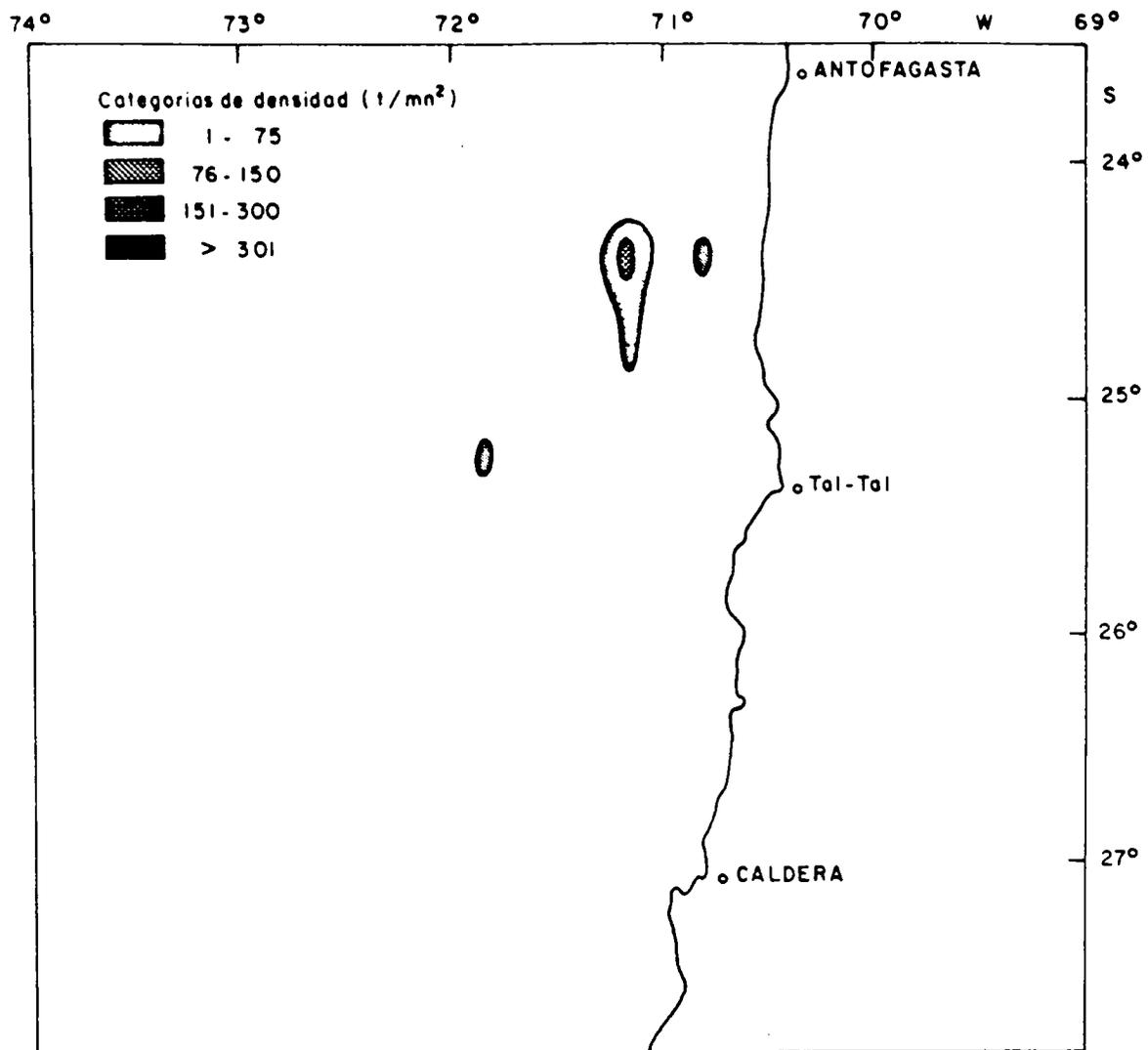


Figura 71. Distribución geográfica de anchoveta entre Punta Amarilla y Caldera. Crucero PELANOR 9308-09.

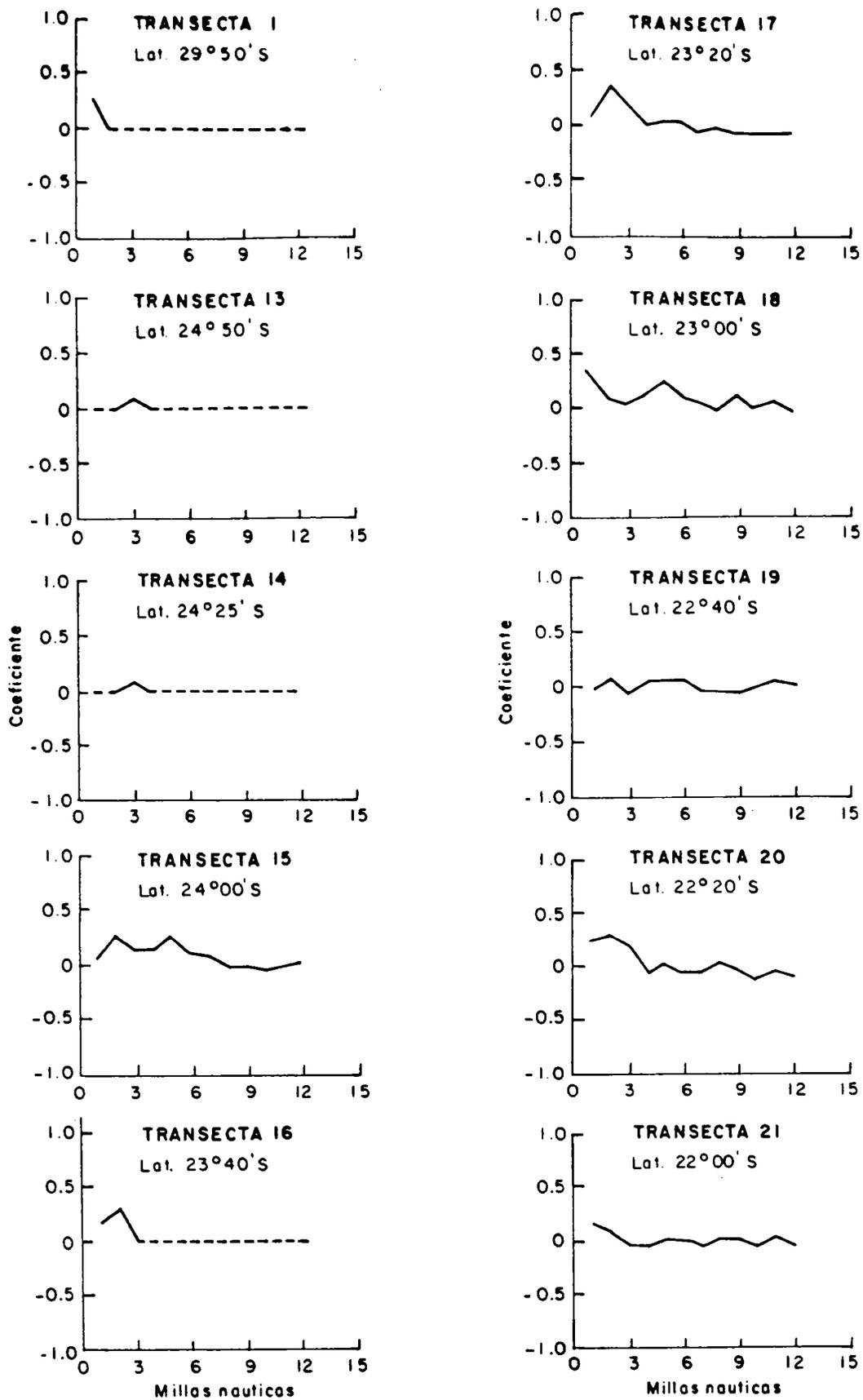


Figura 72. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de sardina. Crucero PELANOR 9308-09.

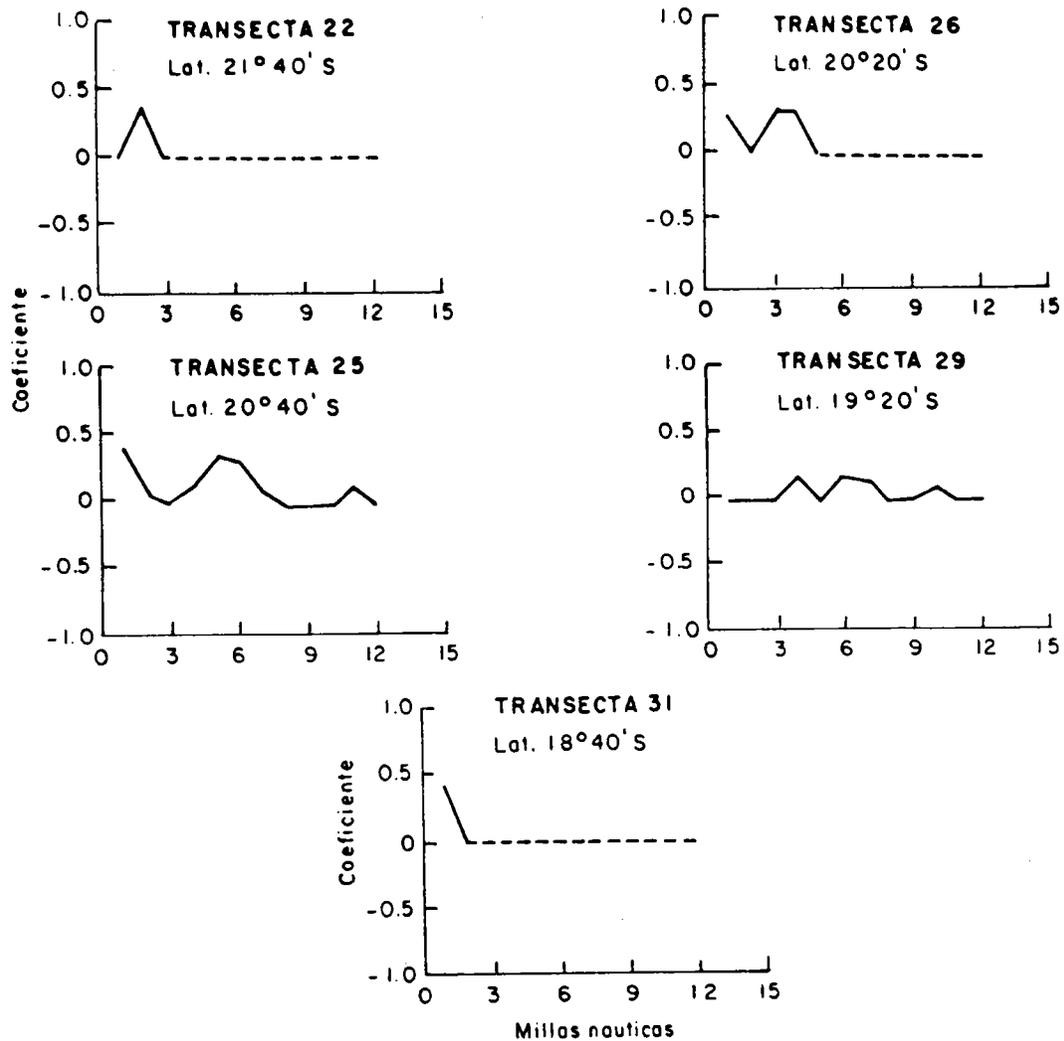


Figura 73. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de sardina. Crucero PELANOR 9308-09.

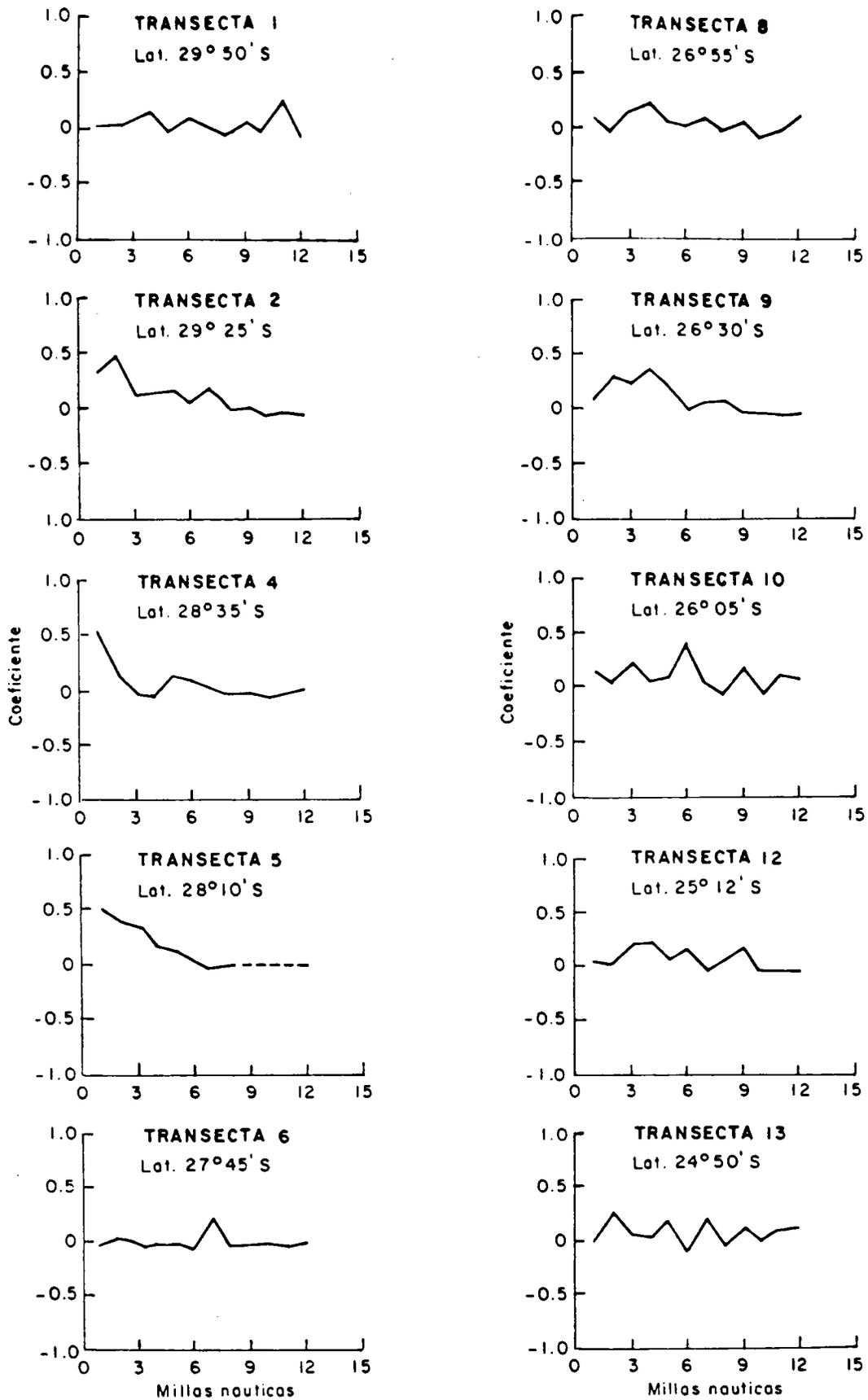


Figura 74. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

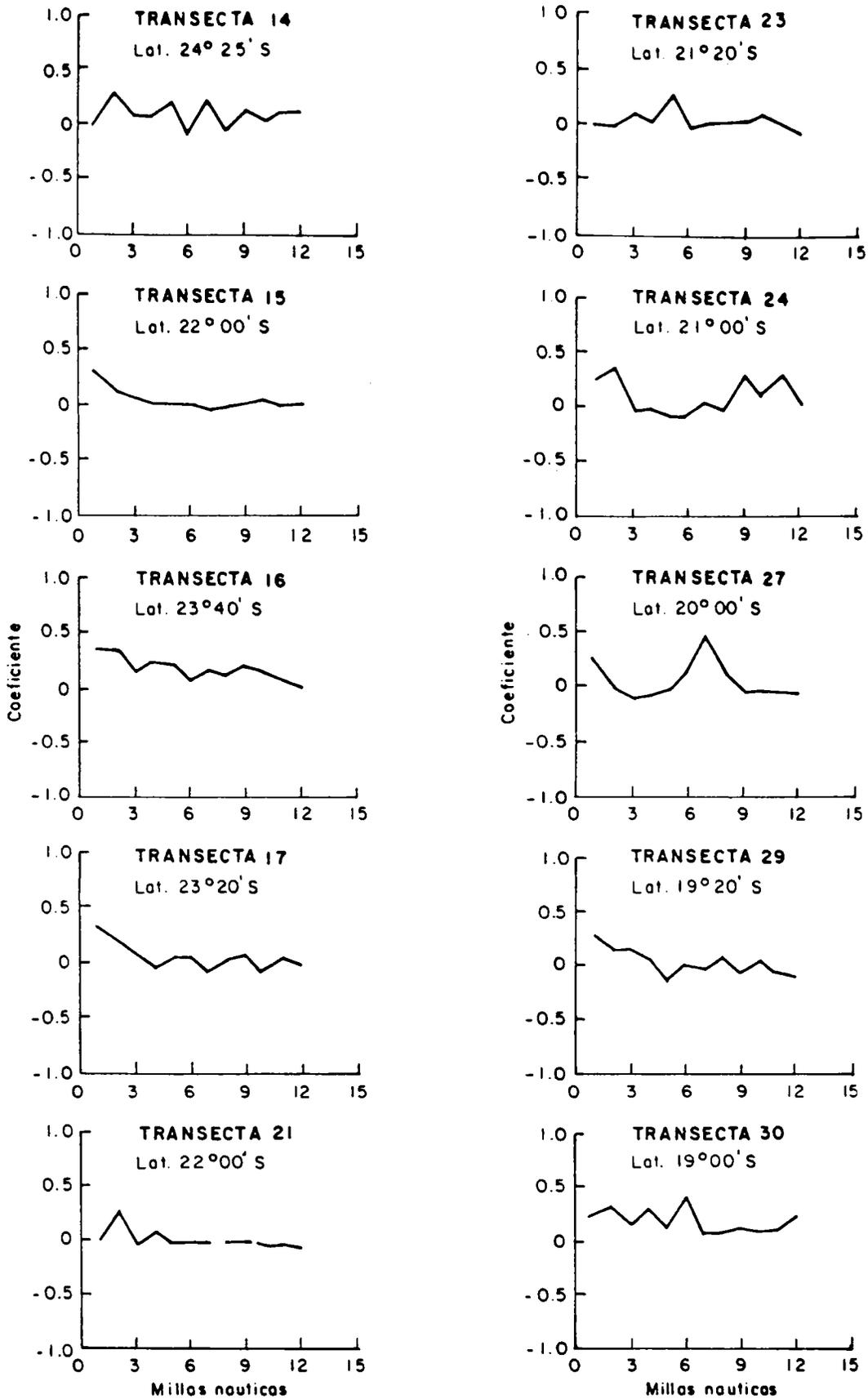


Figura 75. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

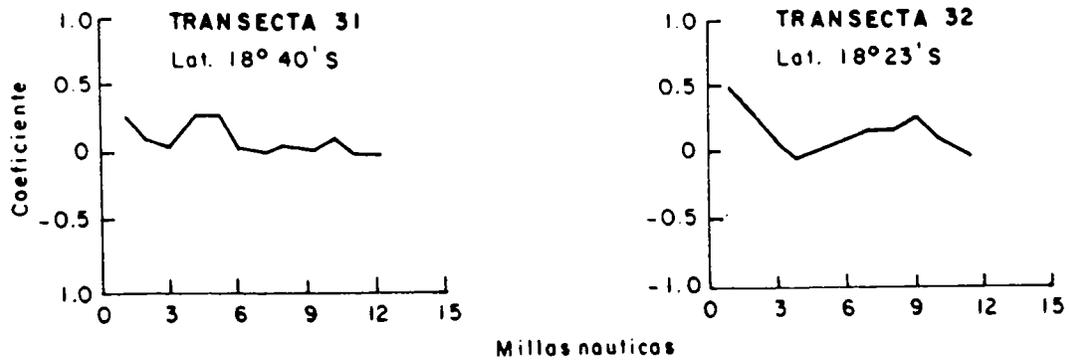


Figura 76 . Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

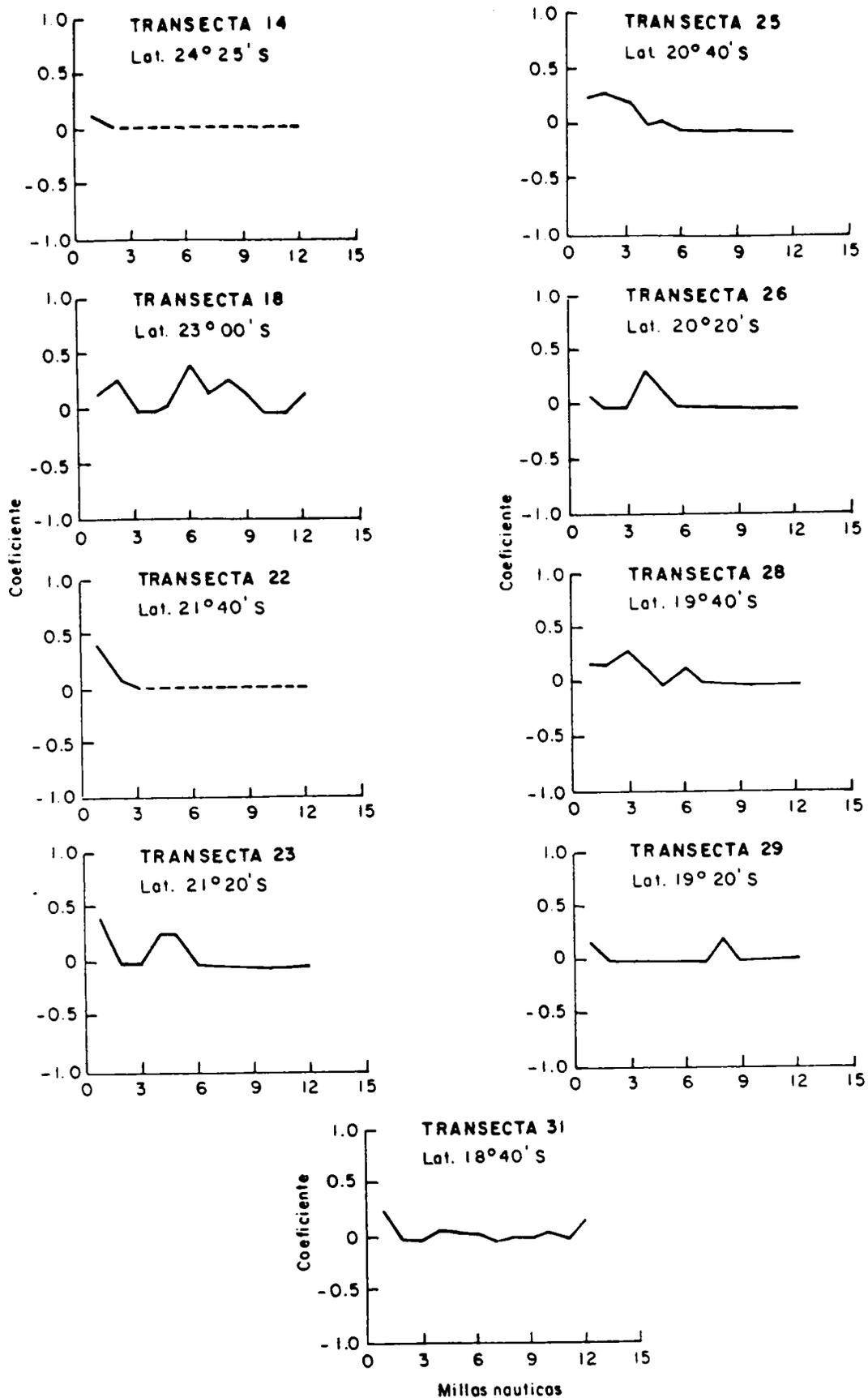


Figura 77. Correlogramas por transecta para el tamaño de estructuras de distribución de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

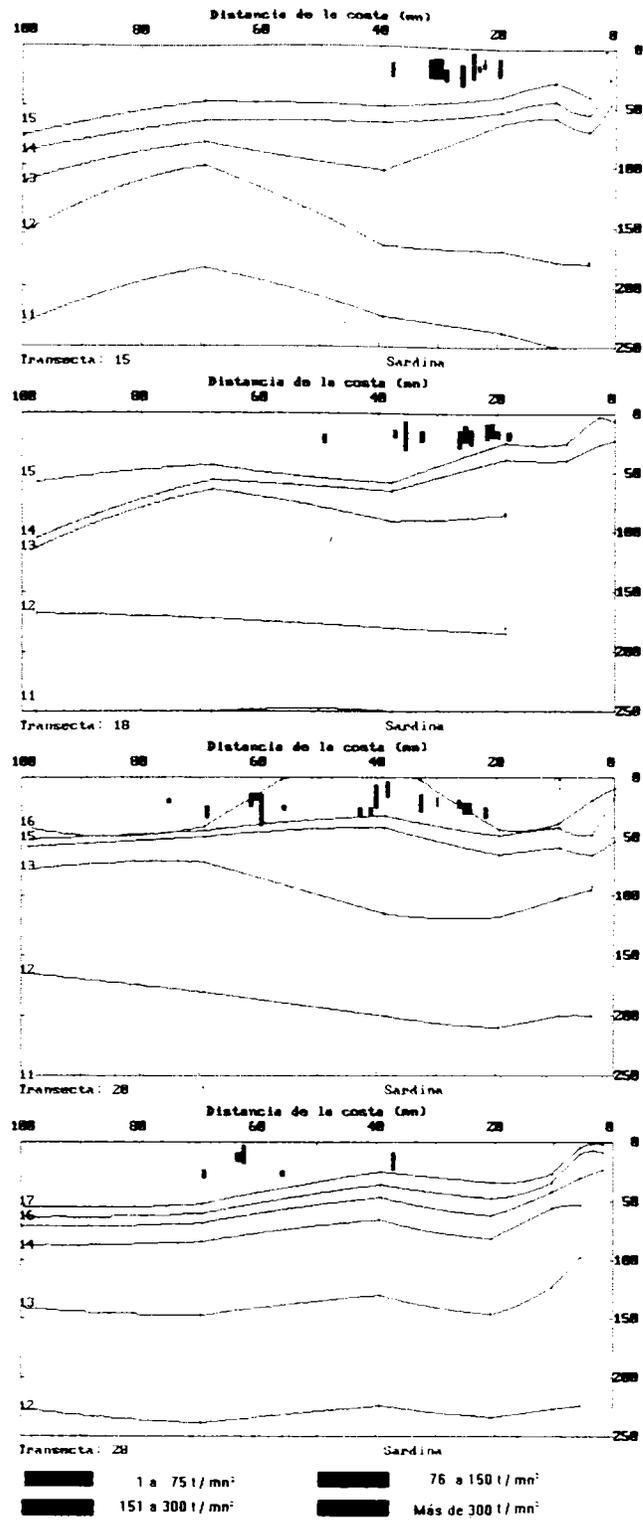


Figura 78. Distribución batimétrica de Sardina. Crucero Pelanor 9308-09

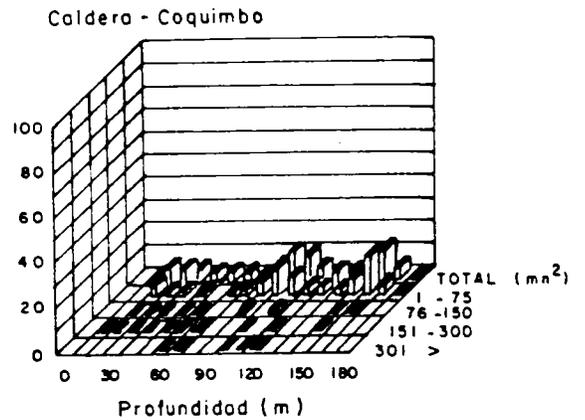
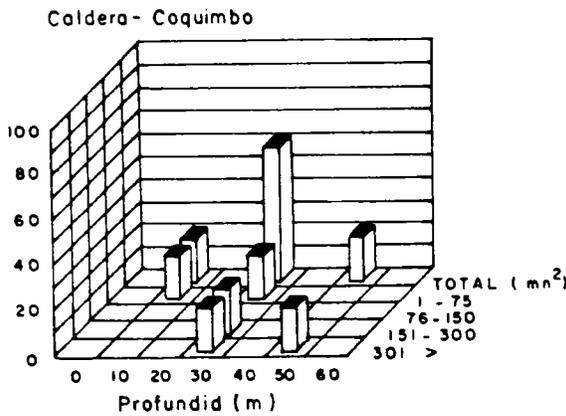
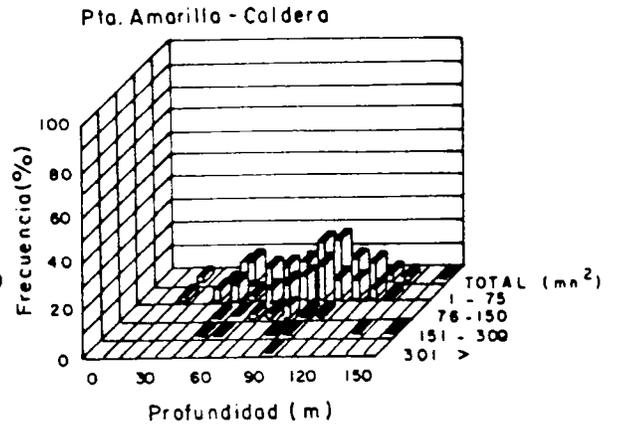
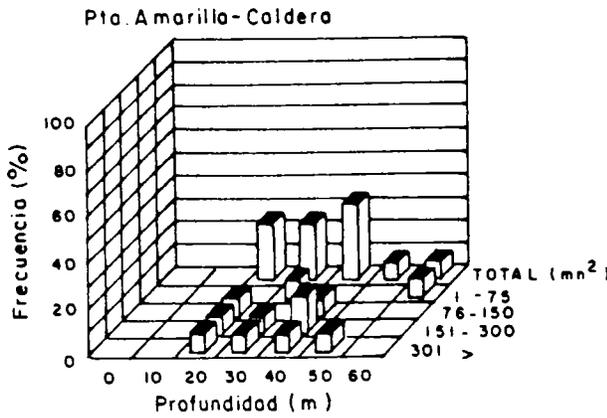
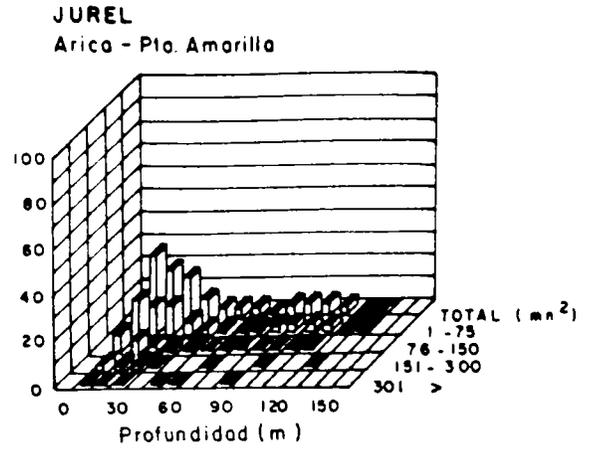
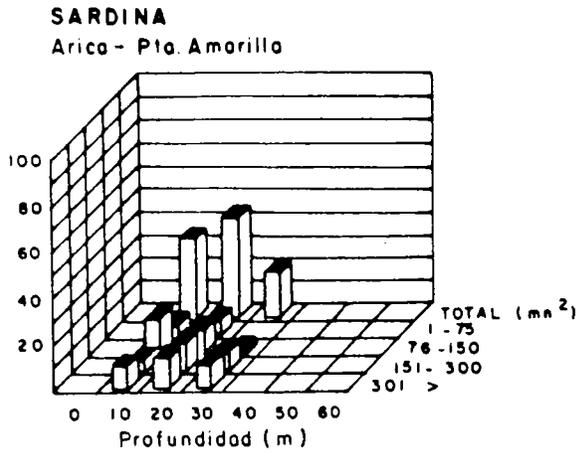
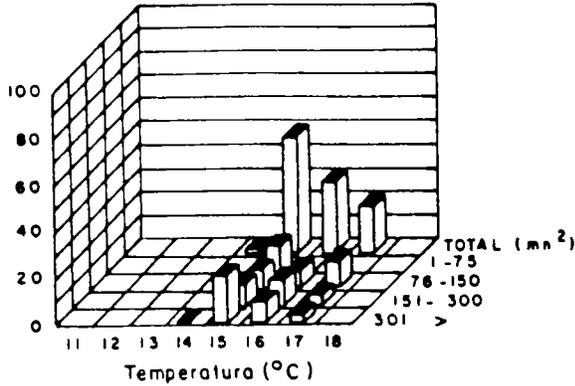
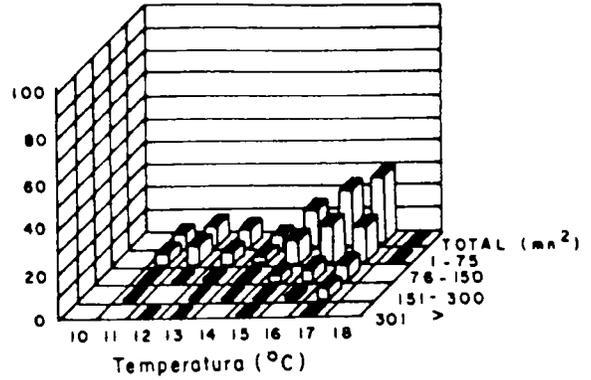


Figura 79. Distribución de frecuencias de profundidad de sardina y jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

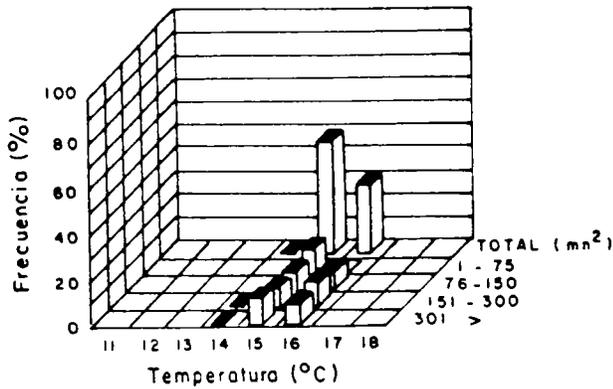
**SARDINA**  
Arica - Pta. Amarilla



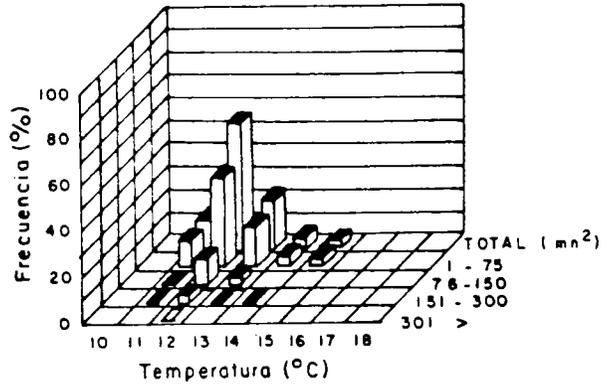
**JUREL**  
Arica - Pta. Amarilla



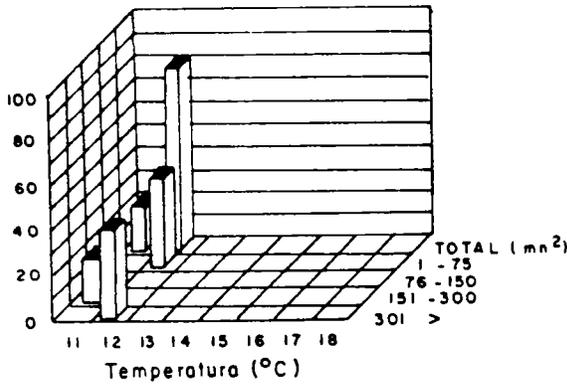
Pta. Amarilla - Caldera



Pta. Amarilla - Caldera



Caldera - Coquimbo



Caldera - Coquimbo

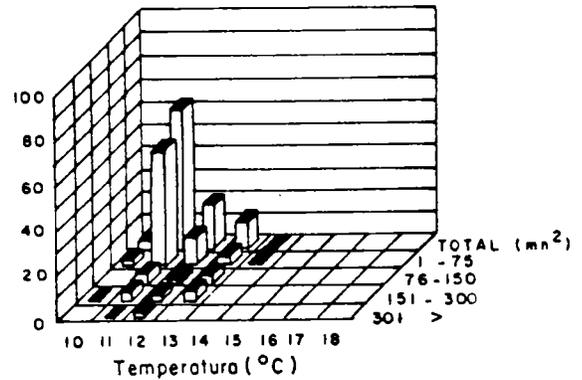


Figura 80. Distribución de frecuencias de temperatura de sardina y jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

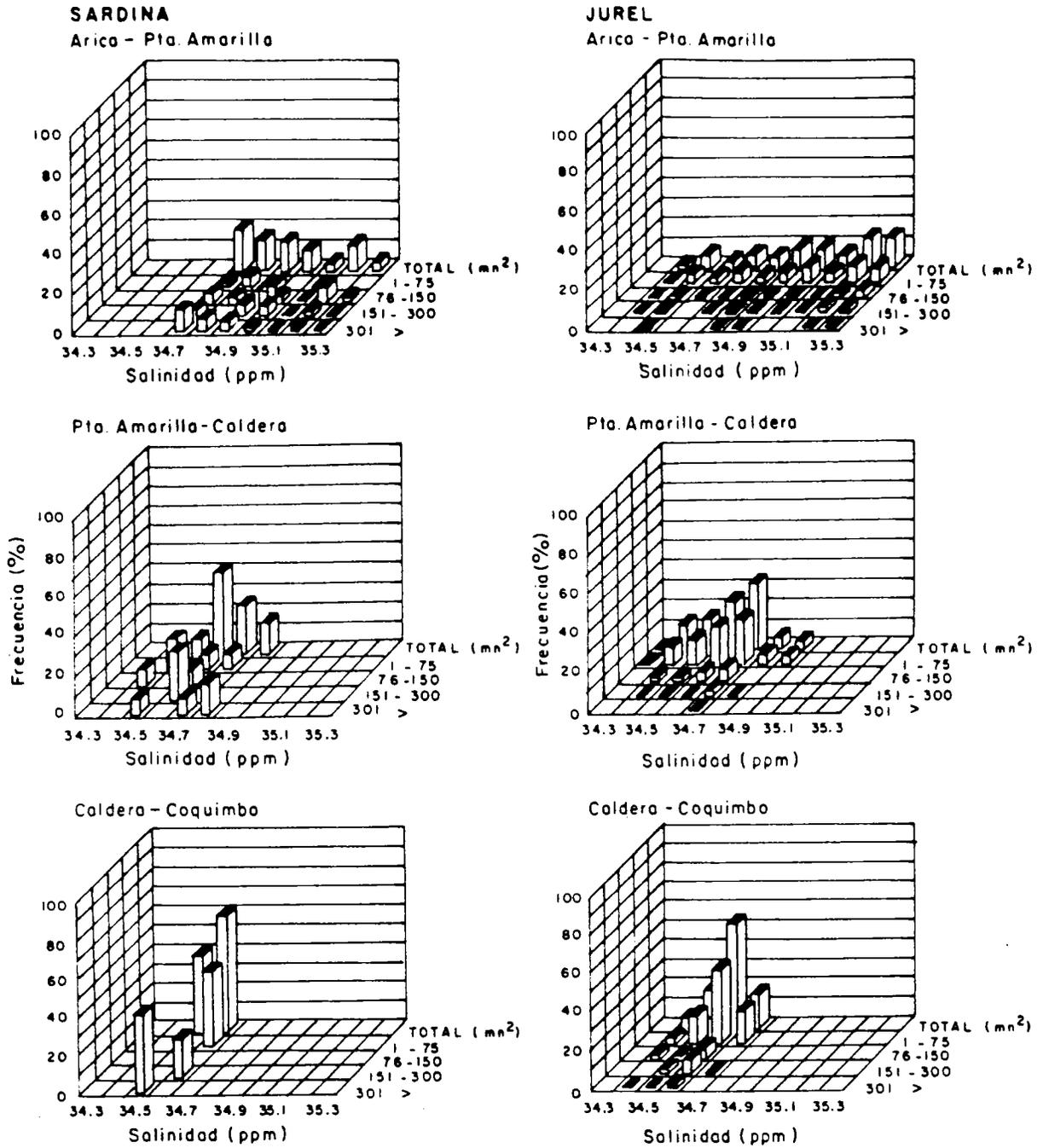


Figura 81. Distribución de frecuencias de salinidad de sardina y jurel. Crucero PELANOR 9308-09.

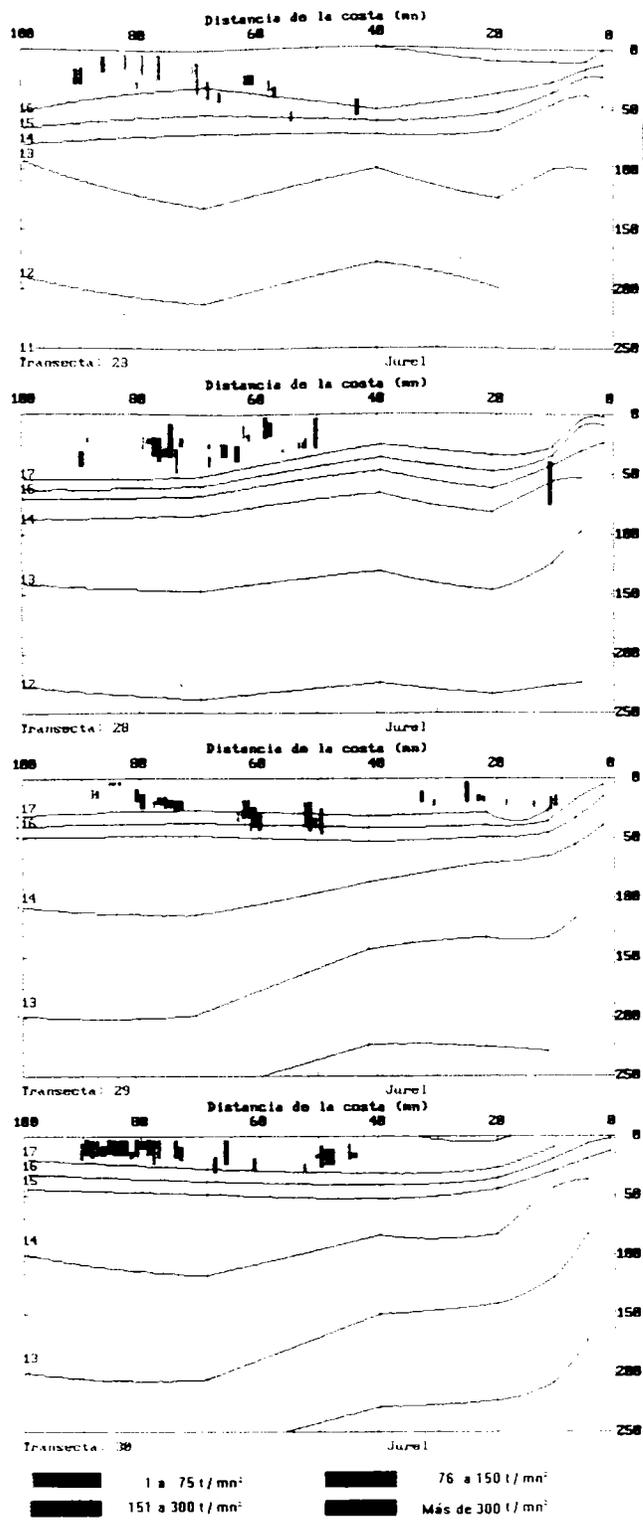
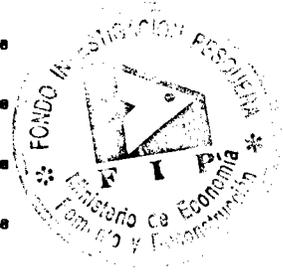


Figura 32. Distribución batimétrica de jurel  
Crucero Pelanor 9308-09

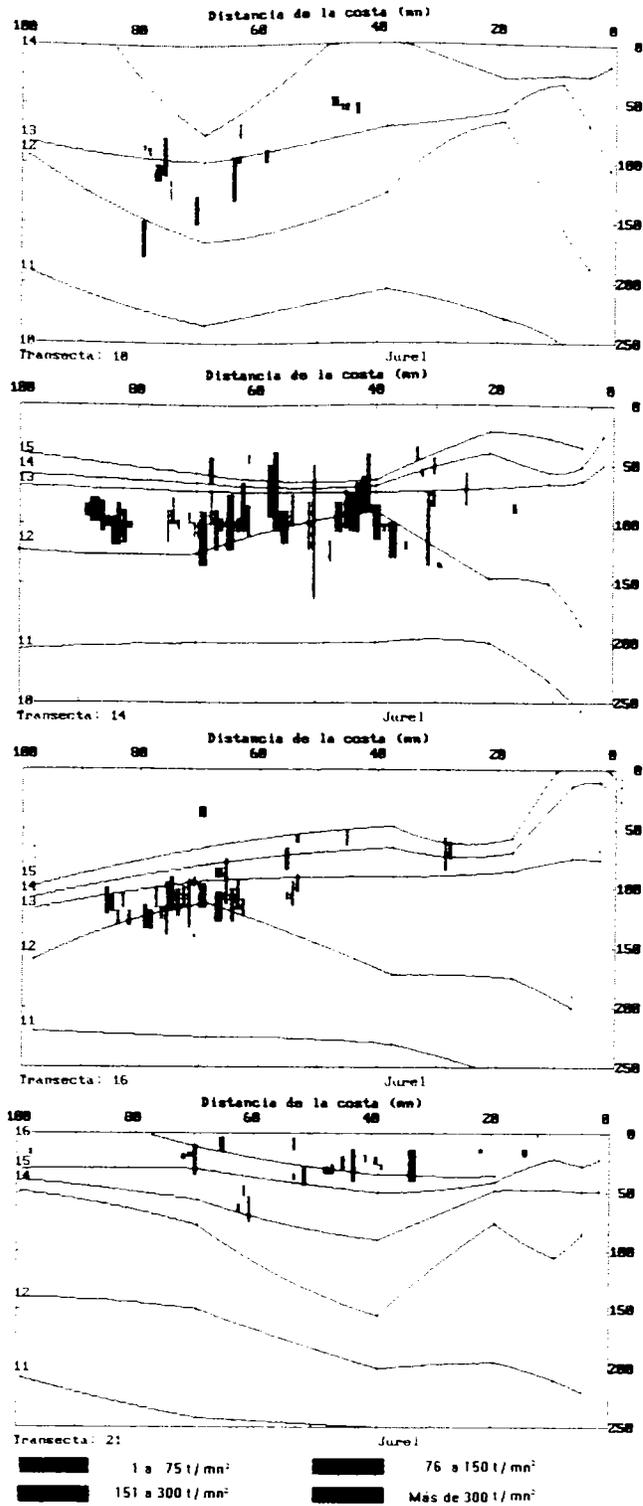


Figura 89. Distribución batimétrica de jurel  
Crucero Pelanor 9308-09

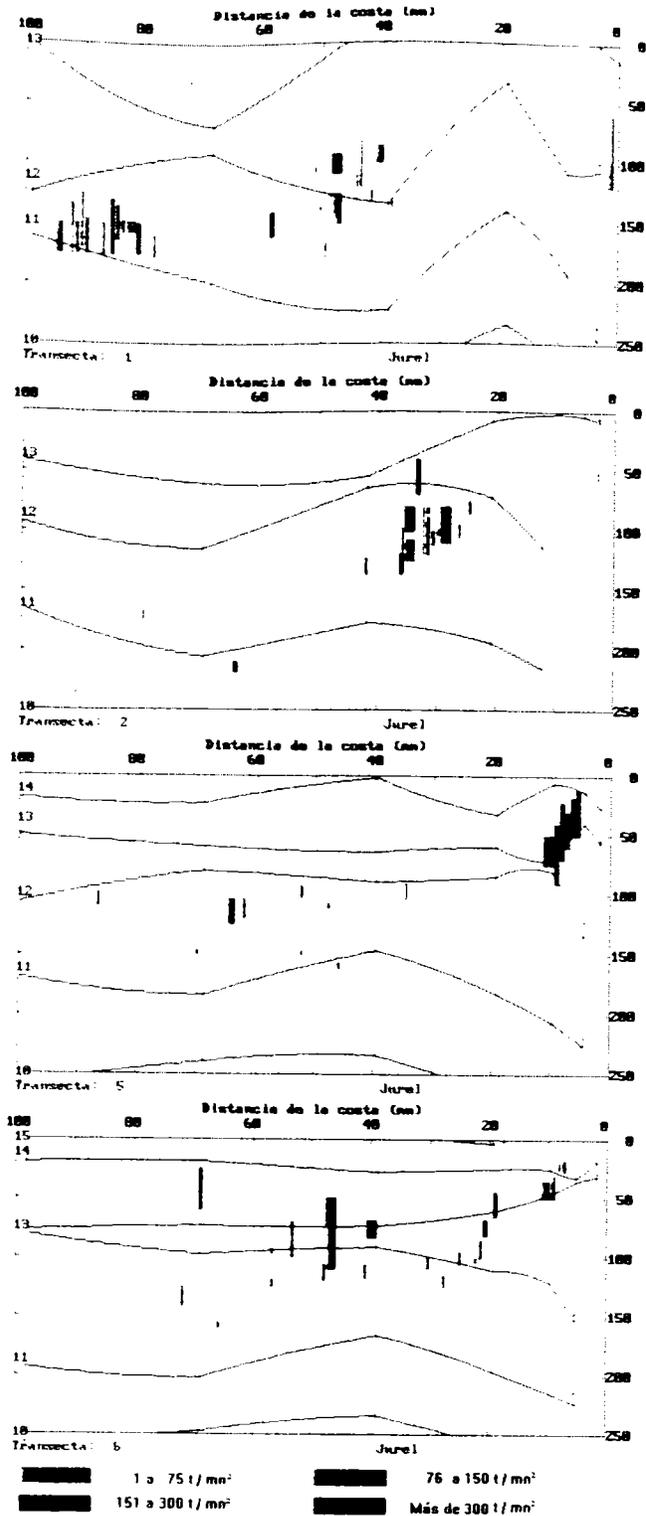


Figura 24. Distribución batimétrica de jurel  
Crucero Pelanor 9308-09

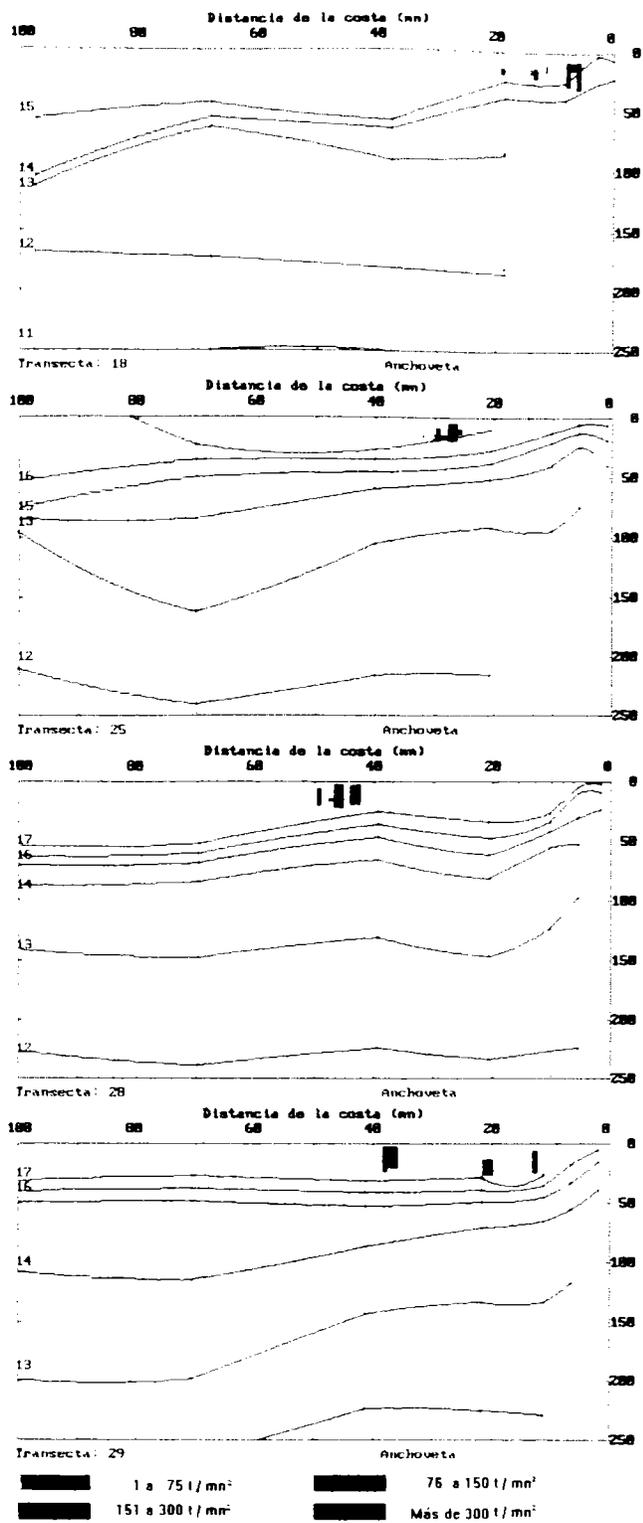


Figura 85. Distribución batimétrica de Anchoqueta. Crucero Pelanor 9308-09

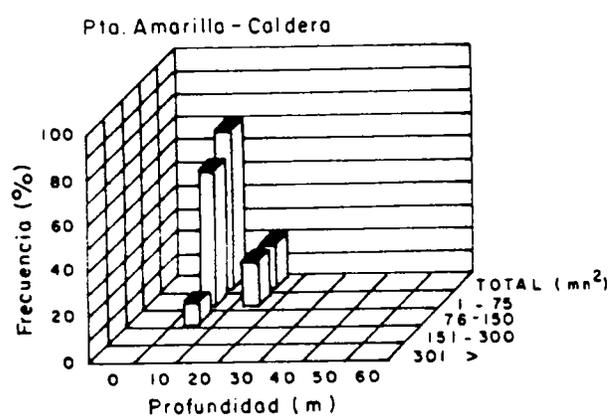
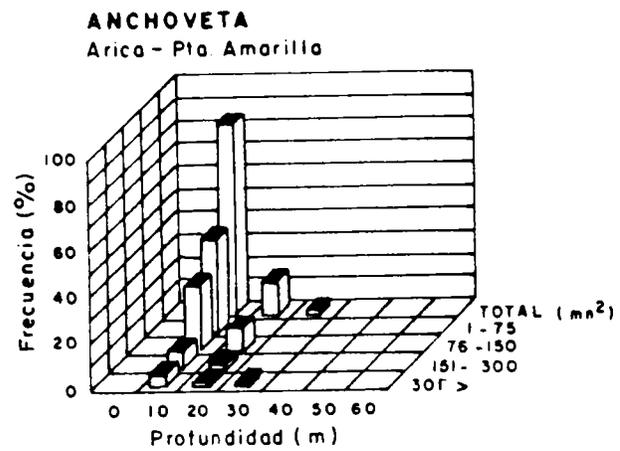


Figura 86. Distribución de frecuencias de profundidad de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

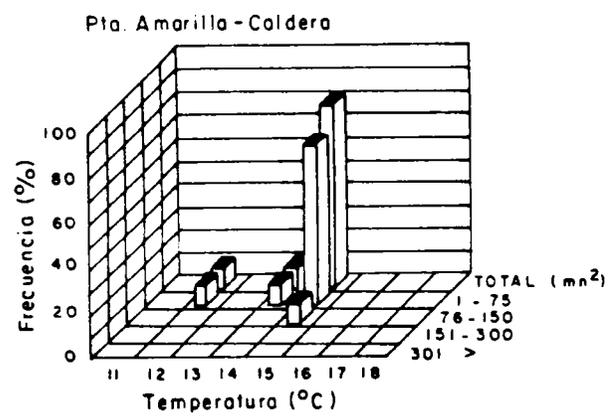
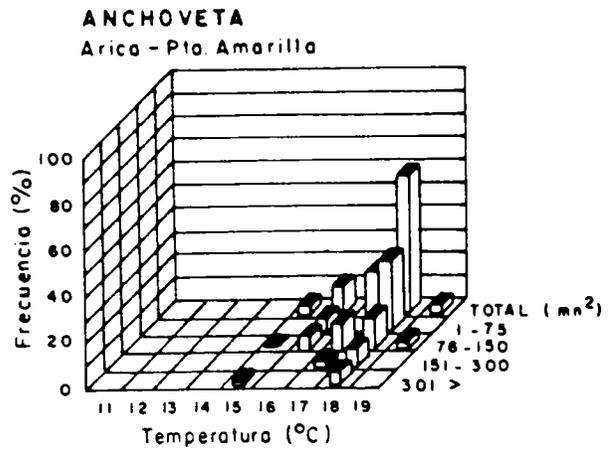


Figura 87. Distribución de frecuencias de temperatura de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

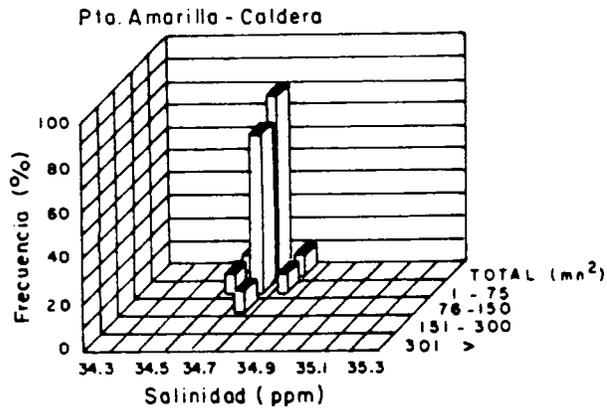
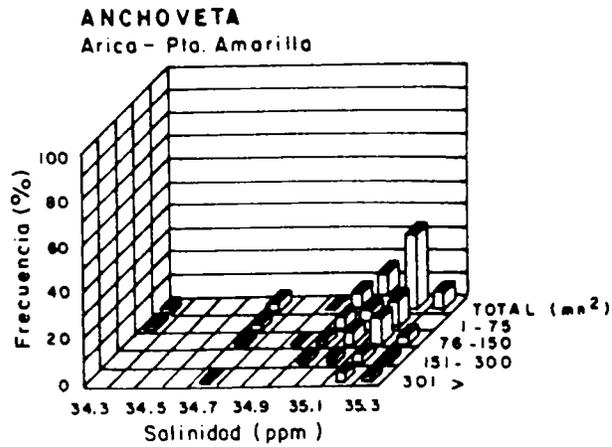


Figura 88. Distribución de frecuencias de salinidad de anchoveta. Crucero PELANOR 9308-09.

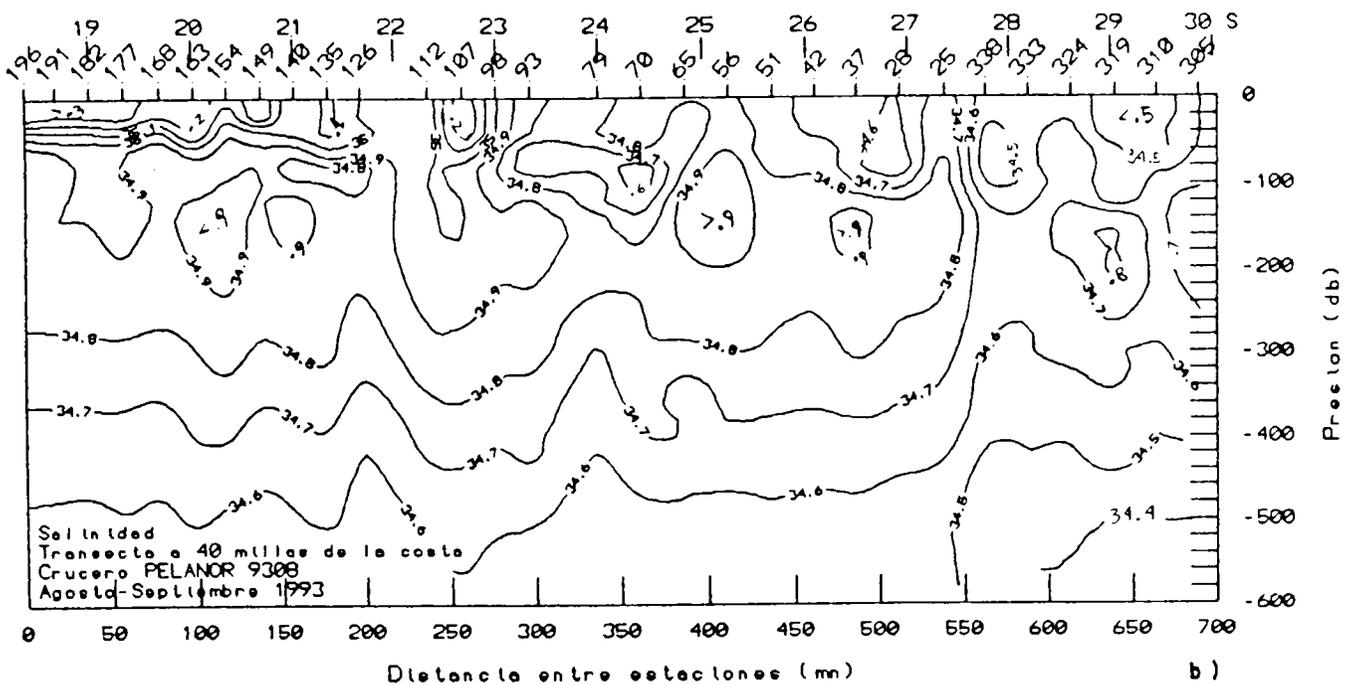
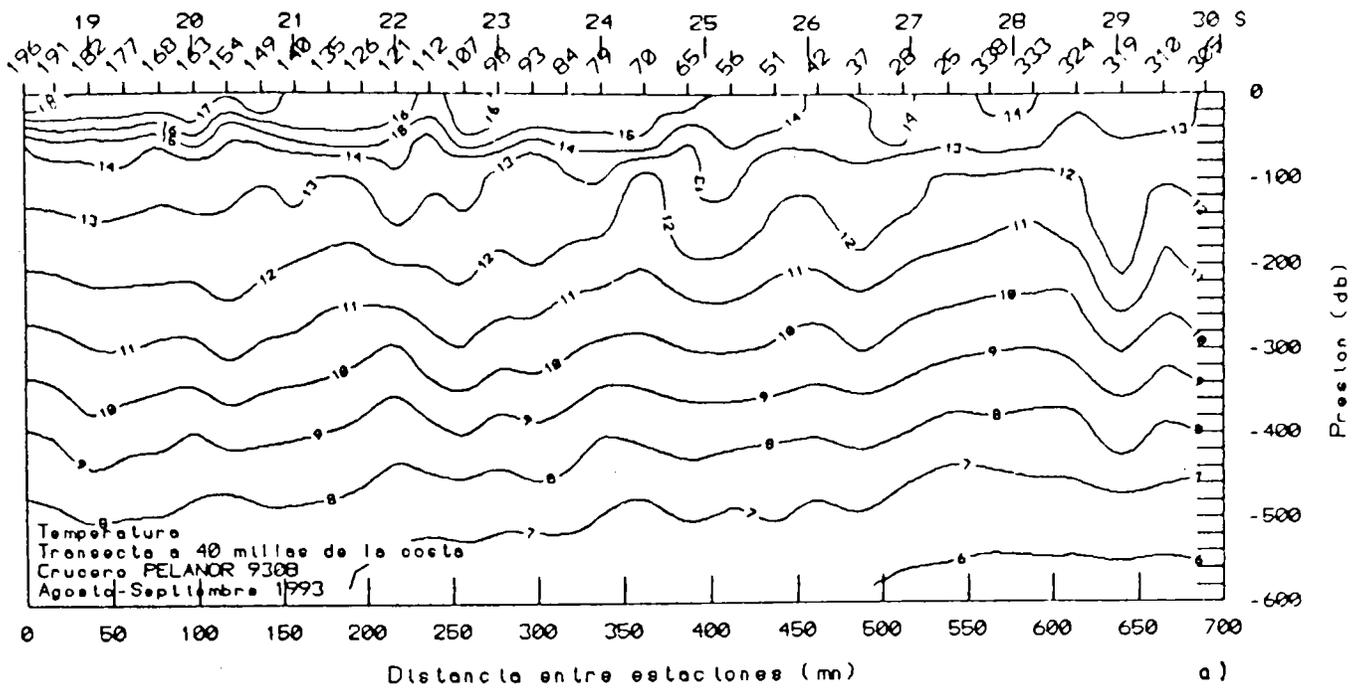


Figura 89. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), y b) salinidad, a lo largo de una transecta a 40 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

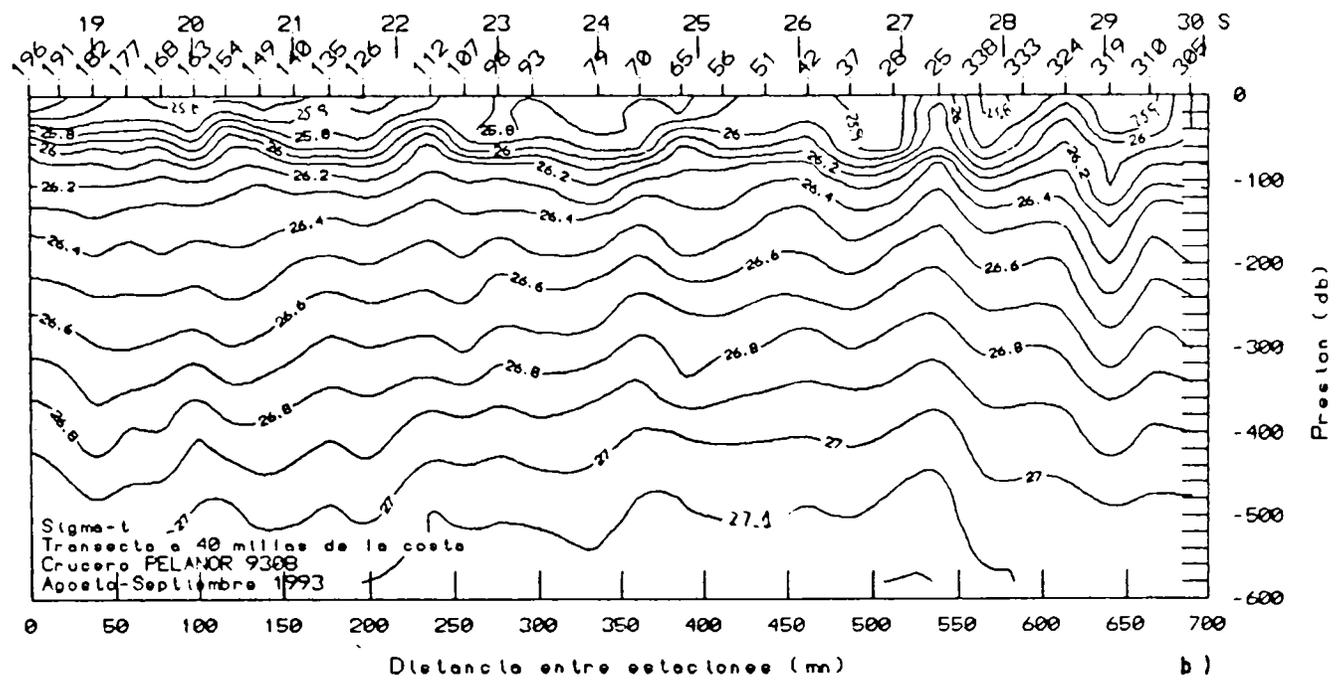
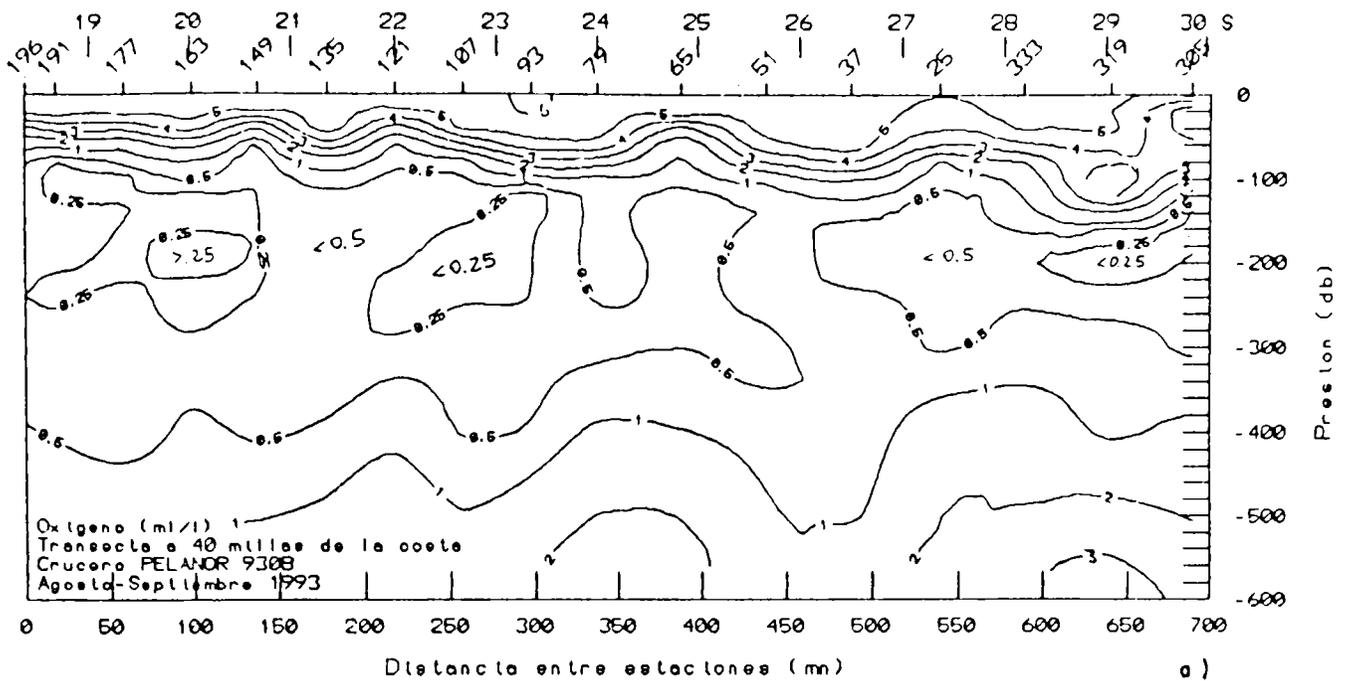


Figura 90. Distribución vertical de a) concentración de oxígeno disuelto y b) densidad, a lo largo de una transecta a 40 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

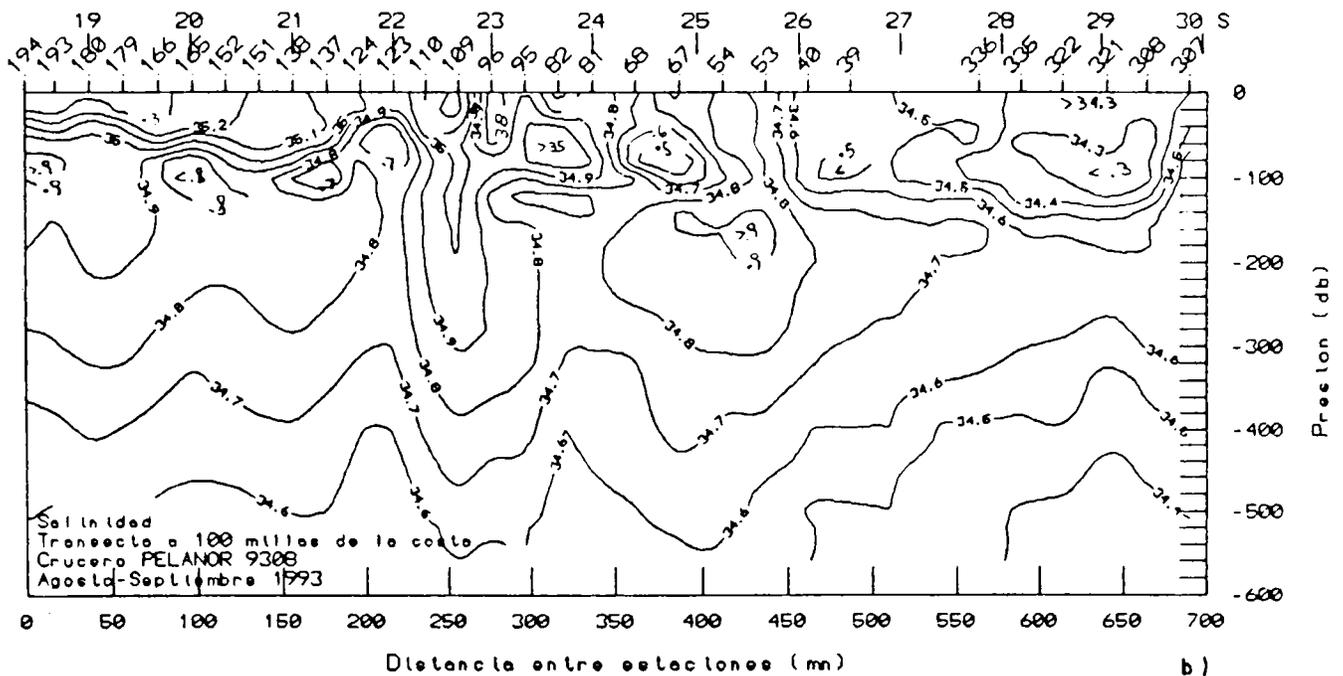
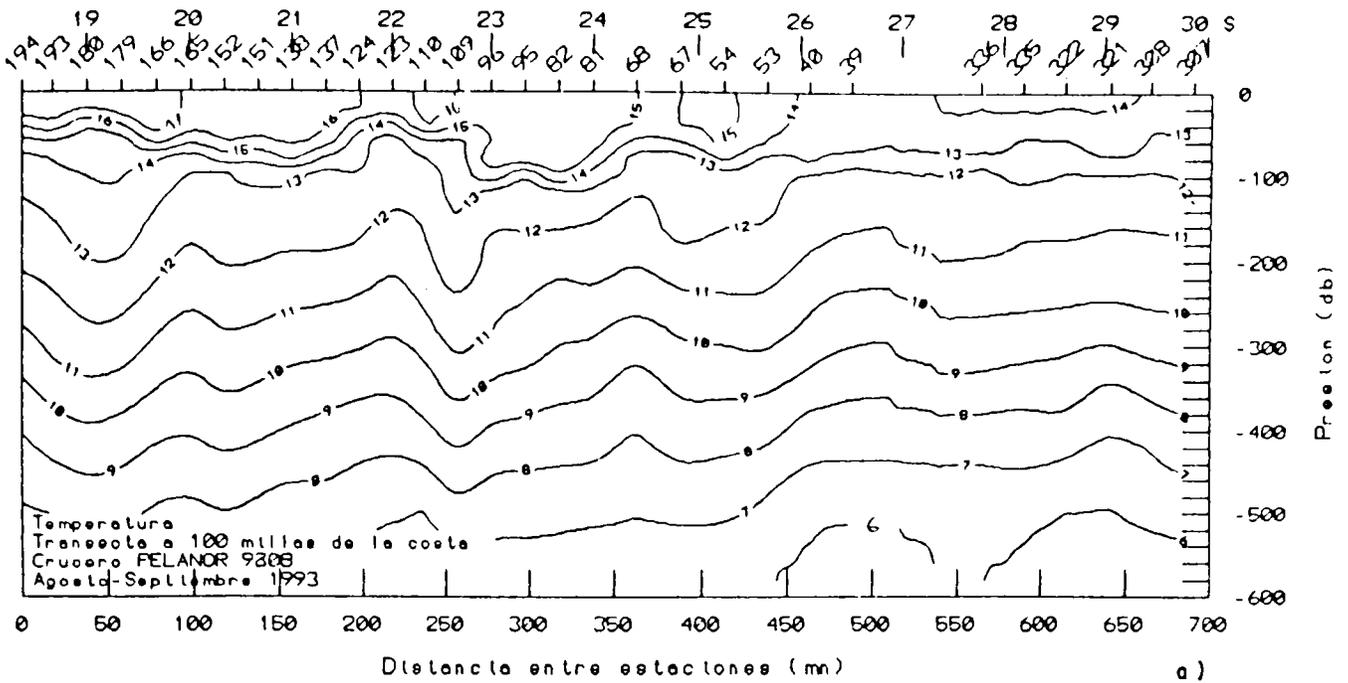


Figura 91. Distribución vertical de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), y b) salinidad, a lo largo de una transecta a 100 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

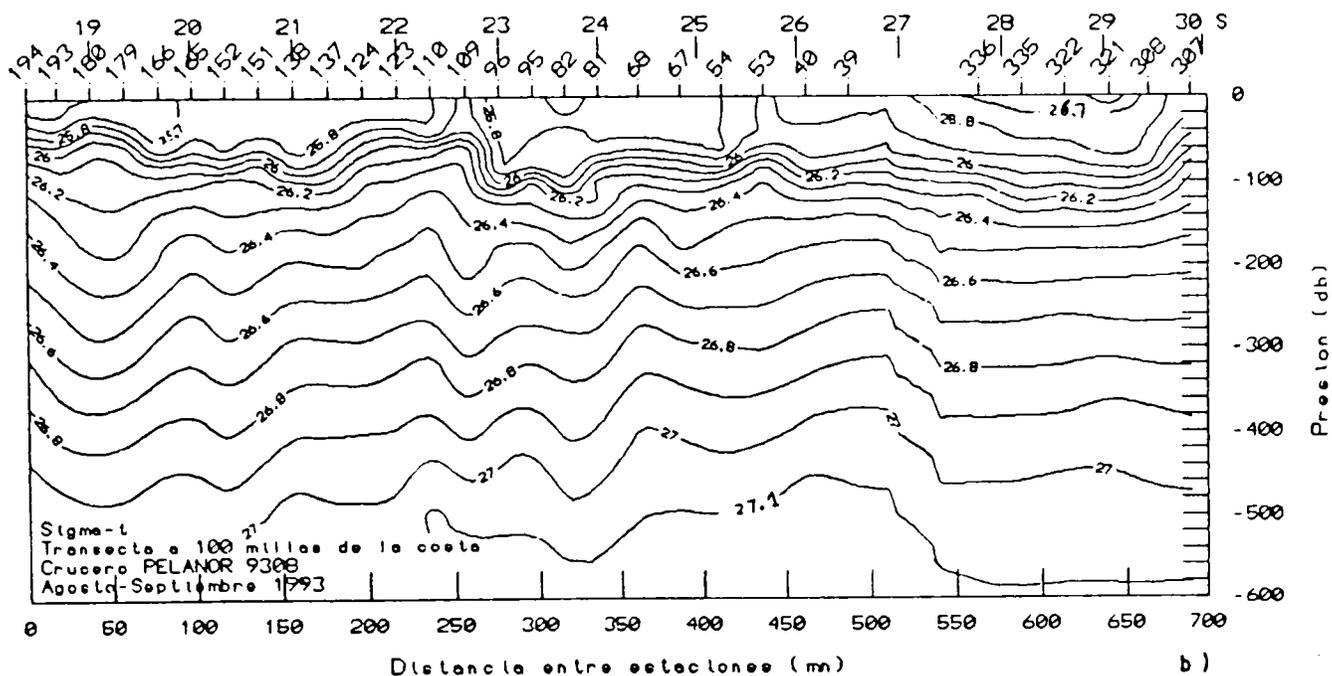
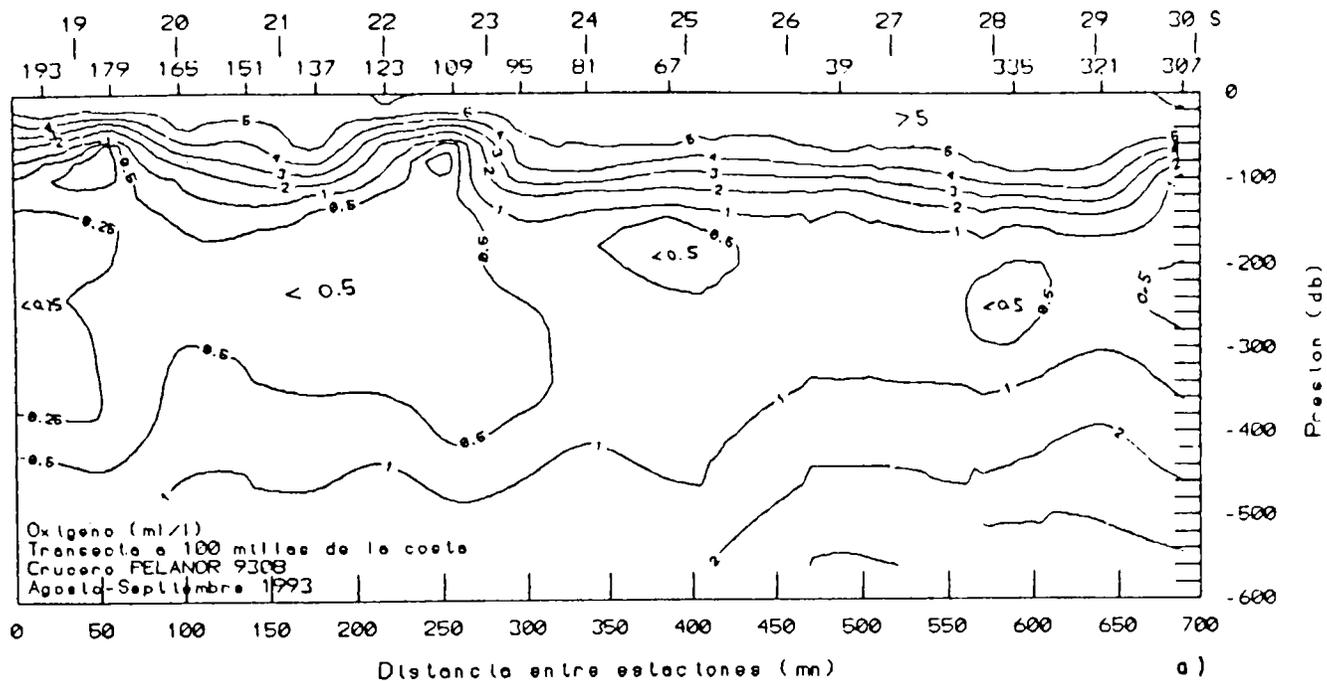


Figura 92. Distribución vertical de a) concentración de oxígeno disuelto y b) densidad, a lo largo de una transecta a 100 millas de la costa. Agosto-Septiembre de 1993. CRUCERO PELANOR 9308-09.

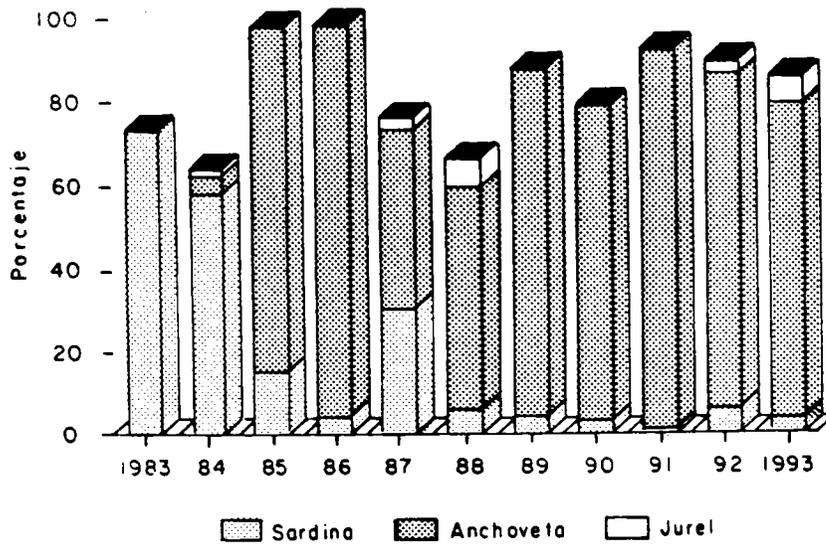
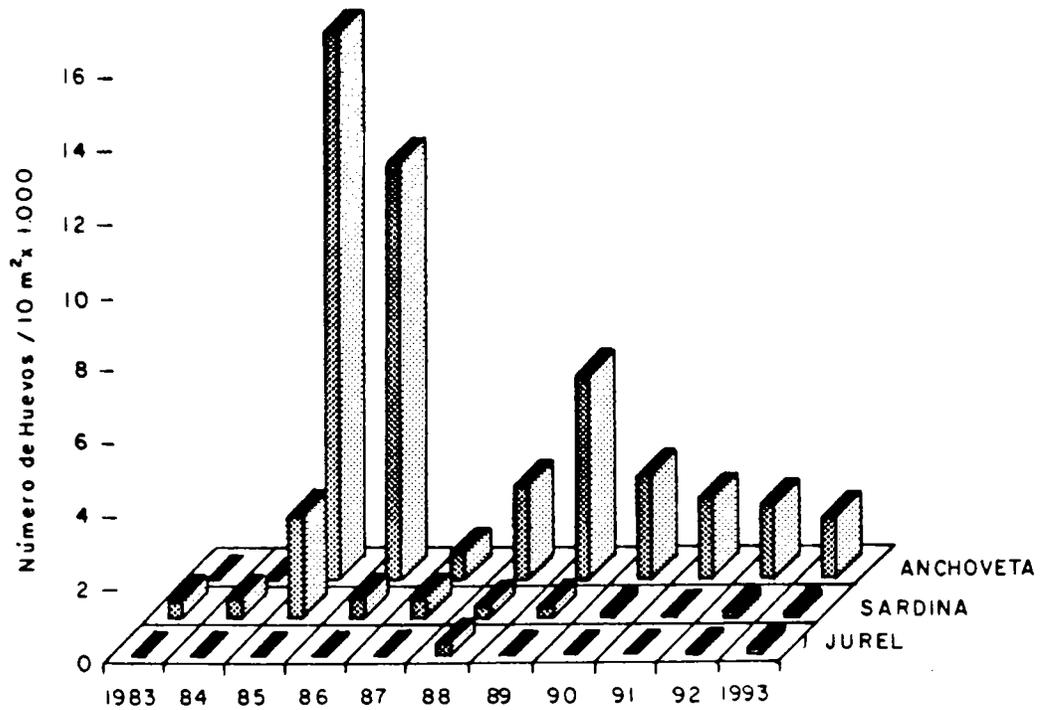


Figura 93. Estimación de la abundancia promedio y contribución porcentual de huevos de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla en el invierno de los años 1983 - 1993.

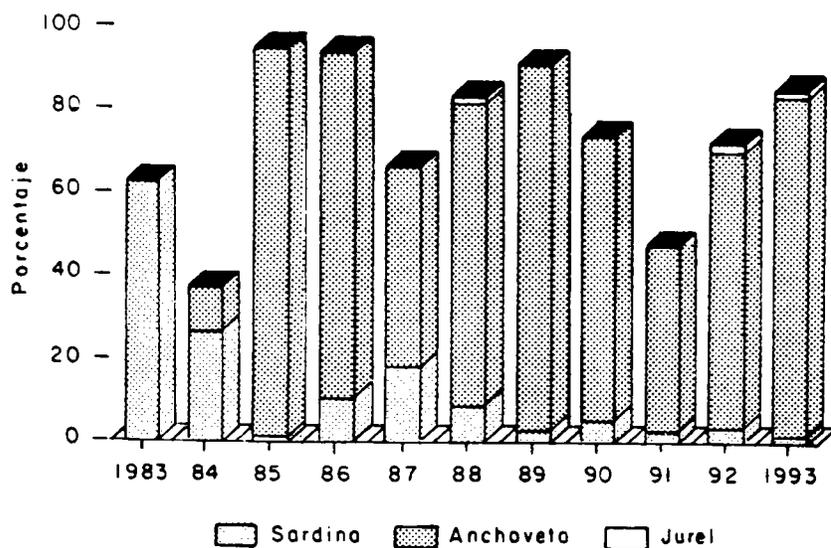
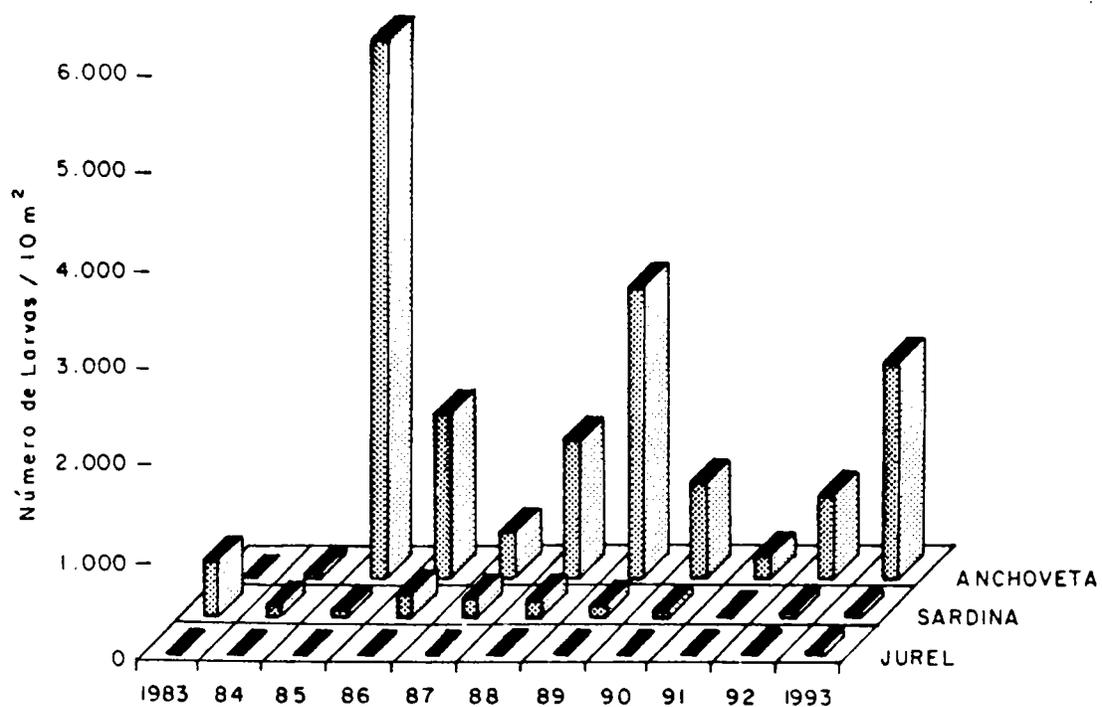


Figura 94. Estimación de la abundancia promedio y contribución porcentual de larvas de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla en el invierno de los años 1983 - 1993.

A

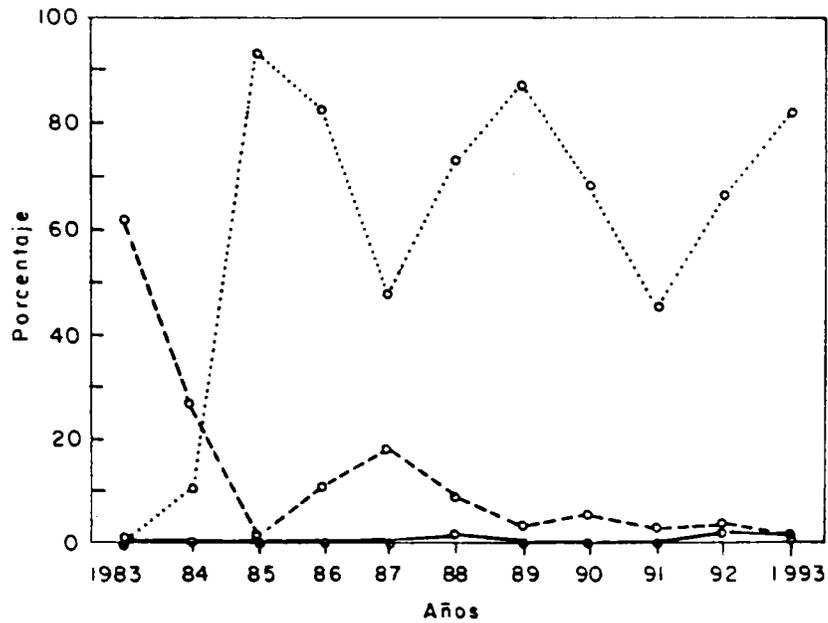
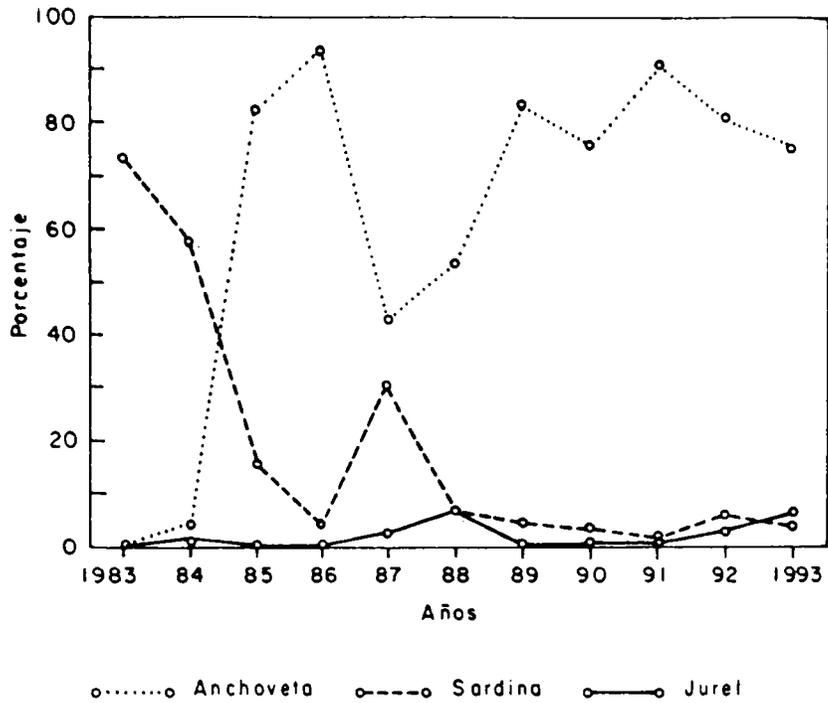
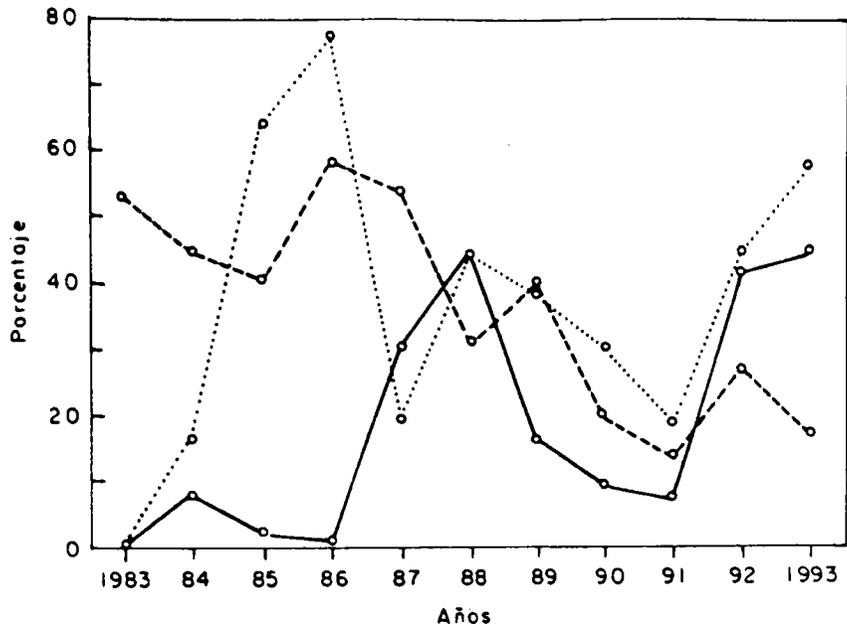


Figura 95. Dominancia numérica de huevos (A) y larvas (B) de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla para el invierno de los años 1983-1993.

A



B

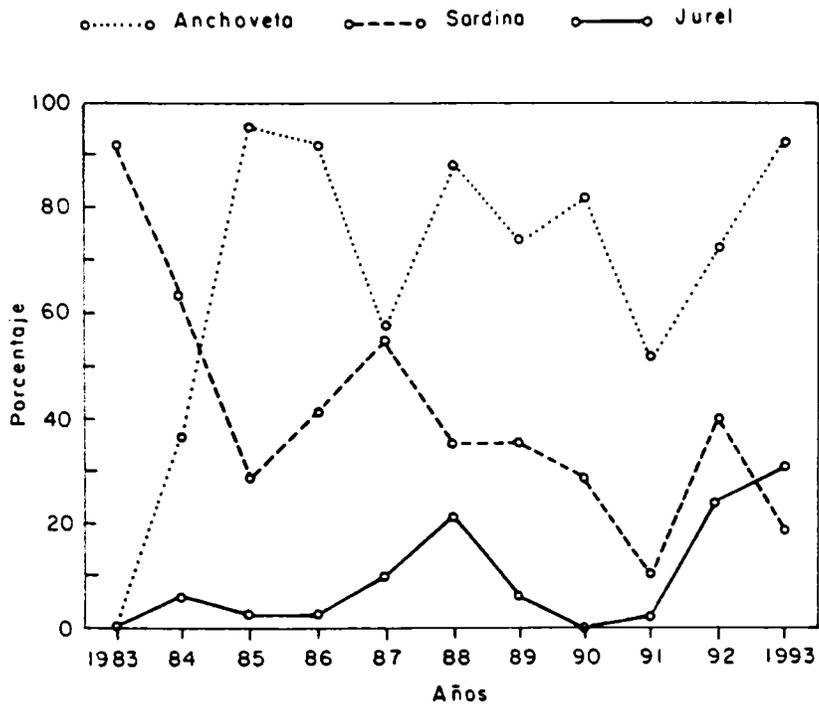


Figura 96. Frecuencia numérica de huevos (A) y larvas (B) de sardina, anchoveta y jurel para la zona Arica - Punta Amarilla para el invierno de los años 1983-1993.

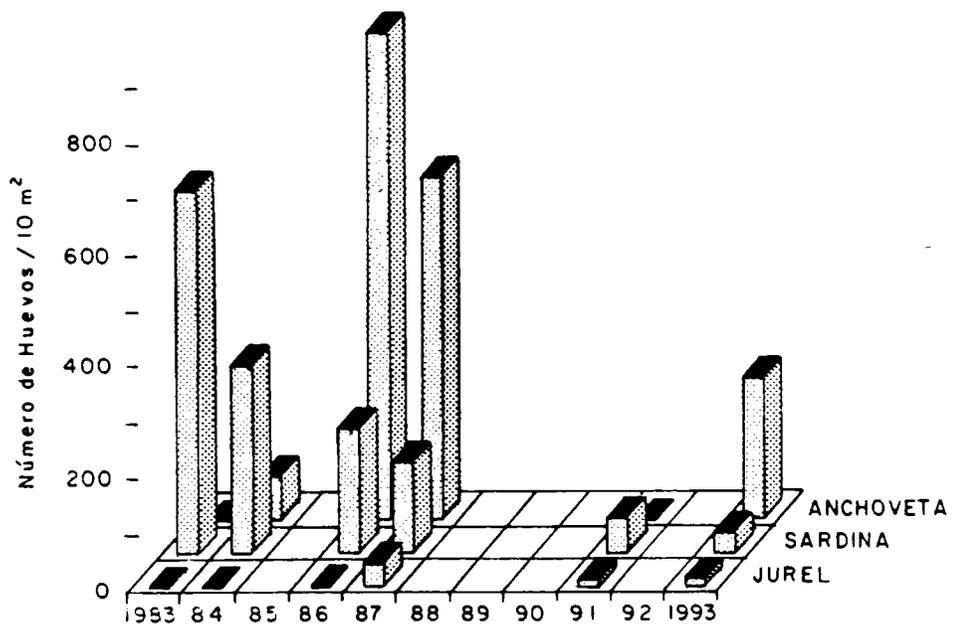
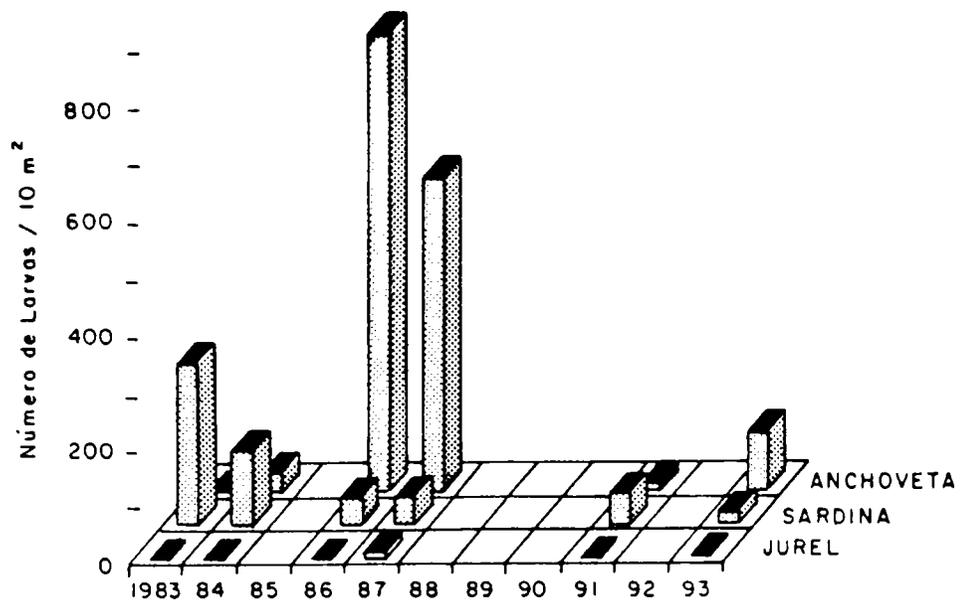


Figura 97. Estimación de la abundancia promedio de larvas y huevos de sardina, anchoveta y jurel para la zona Punta Amarilla - Coquimbo en invierno de los años 1983 - 1993.

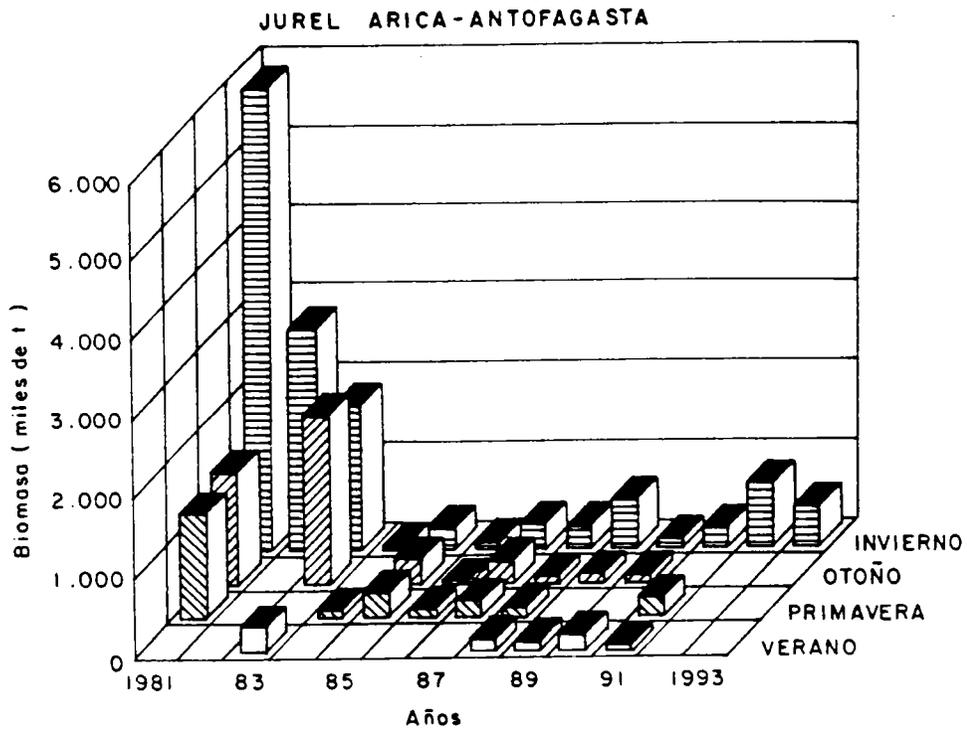
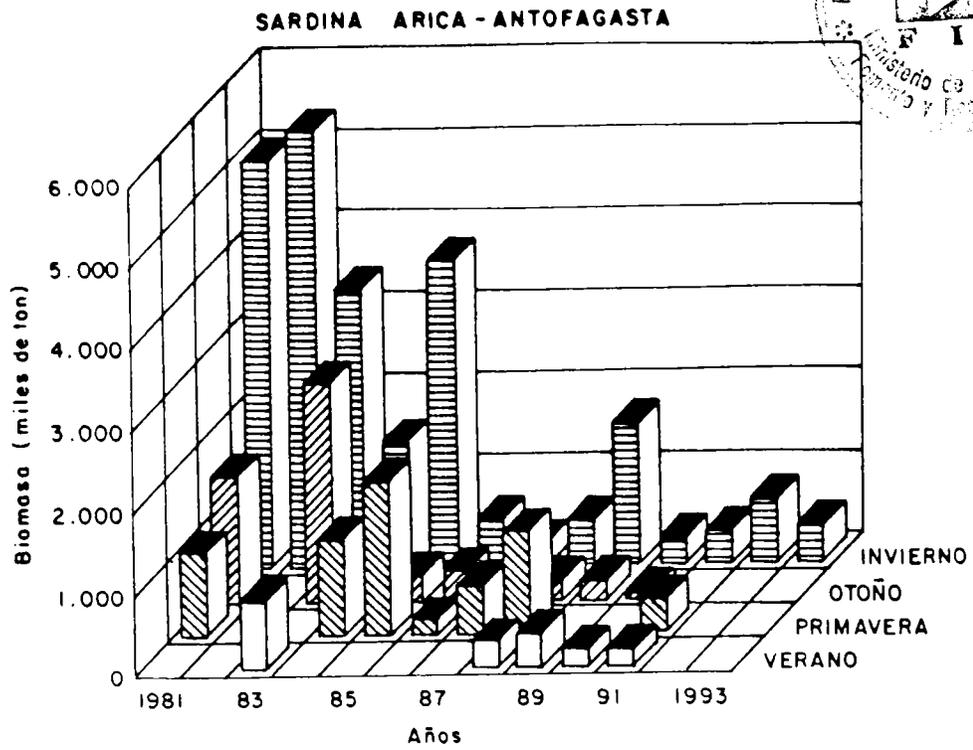
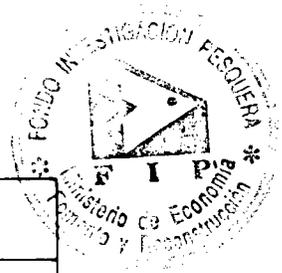


Figura 98. Estimados acústicos estacionales de sardina y jurel en la zona Arica-Antofagasta. Período 1981-93.

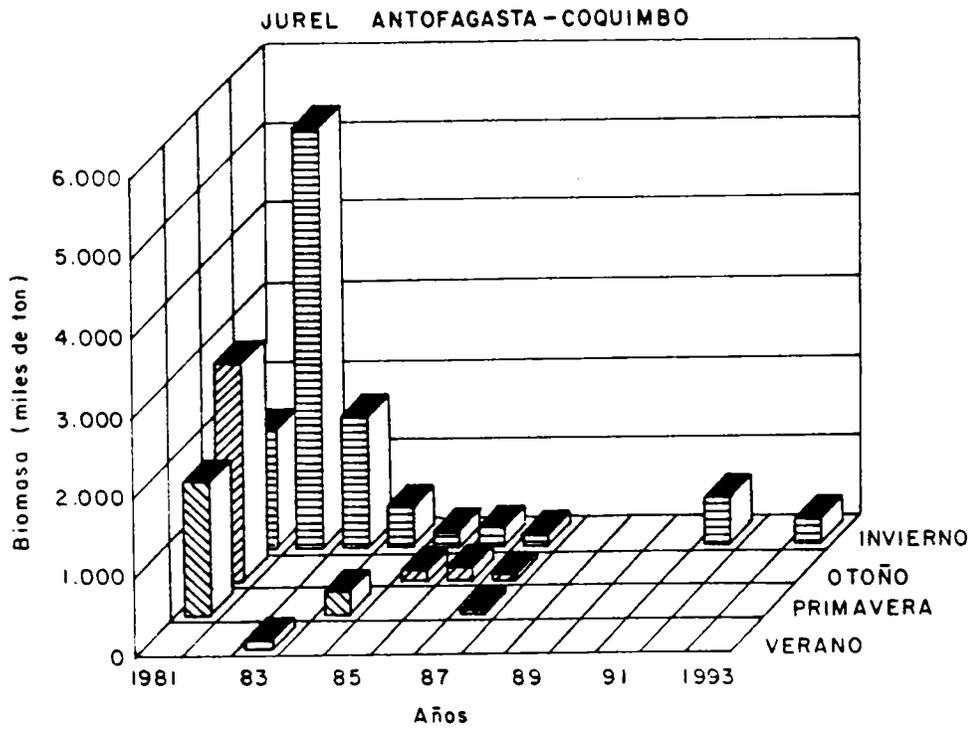
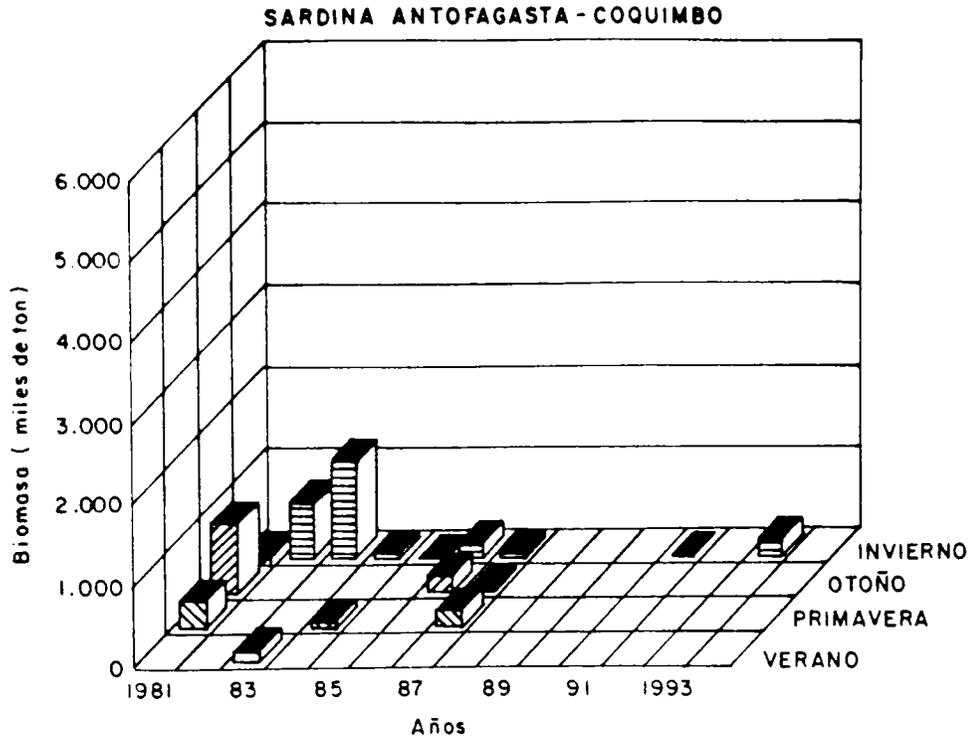


Figura 99. Estimados acústicos estacionales de sardina y jurel en la zona Antofagasta-Coquimbo. Periodo 1981-93.

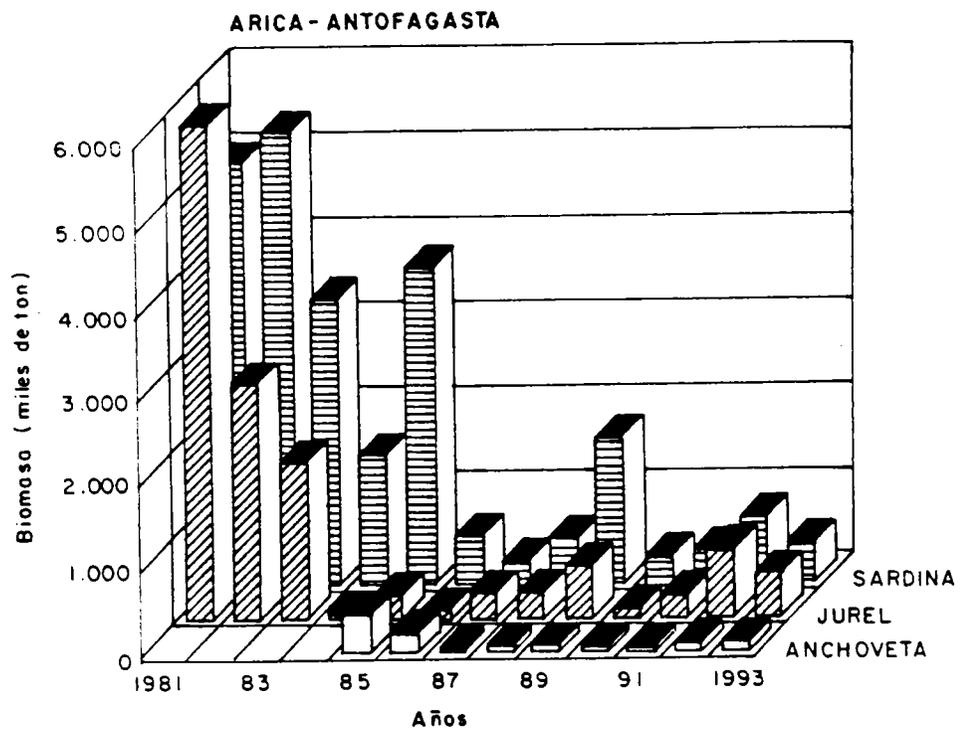
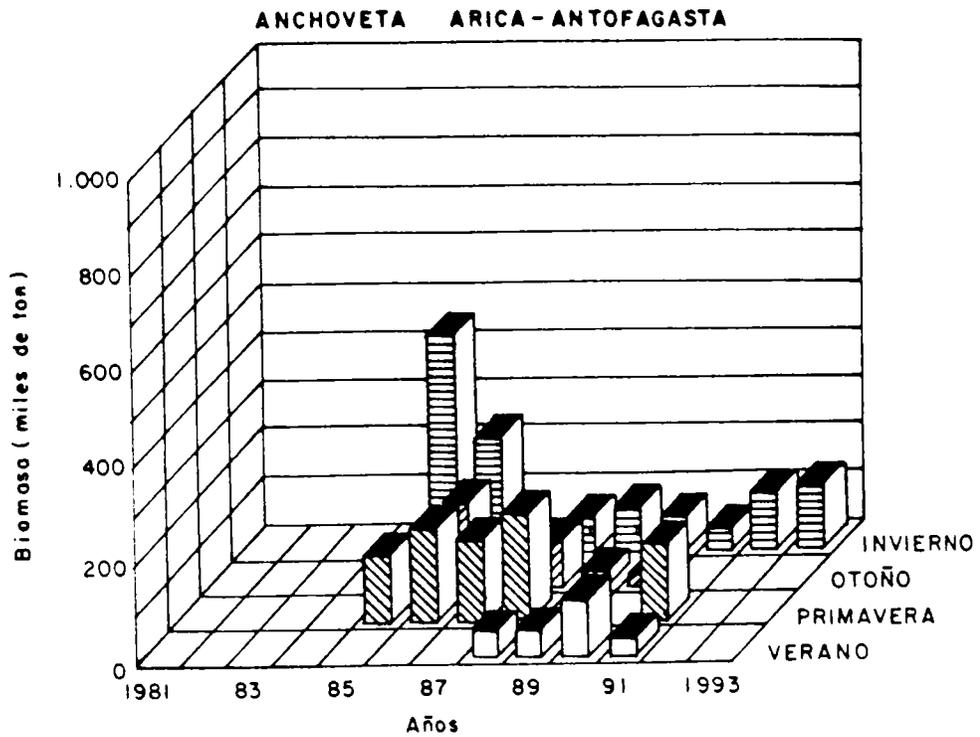


Figura 100. Estimados acústicos estacionales de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta y Antofagasta-Coquimbo. Periodo 1981-93.

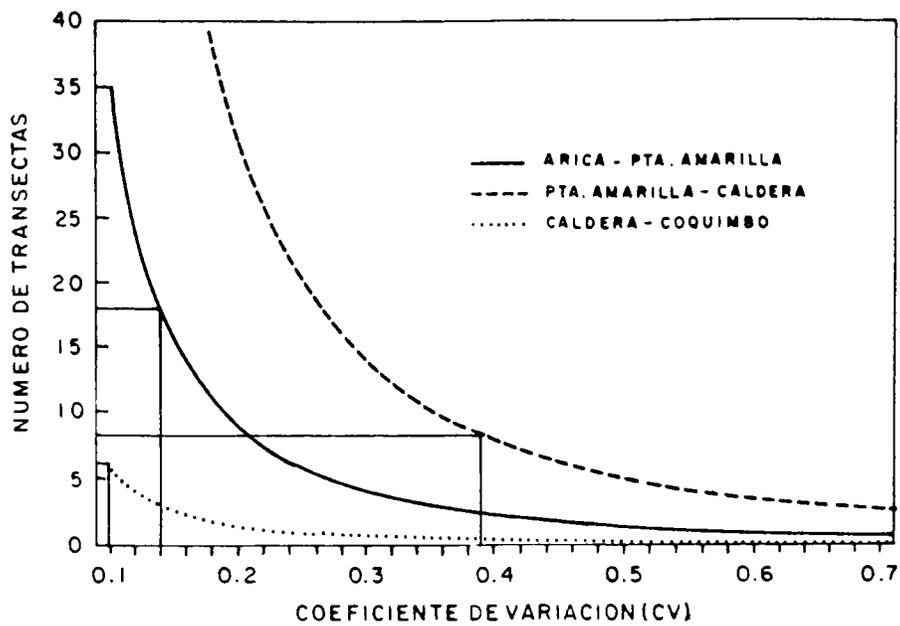


Figura 101. Estimación del número de transectas a distintos niveles del Coeficiente de Variación (CV) en base a los estimados de razón y los niveles de varianza alcanzados en el presente crucero, según el método de lo Conglomerados (Hansen et al, 1953)

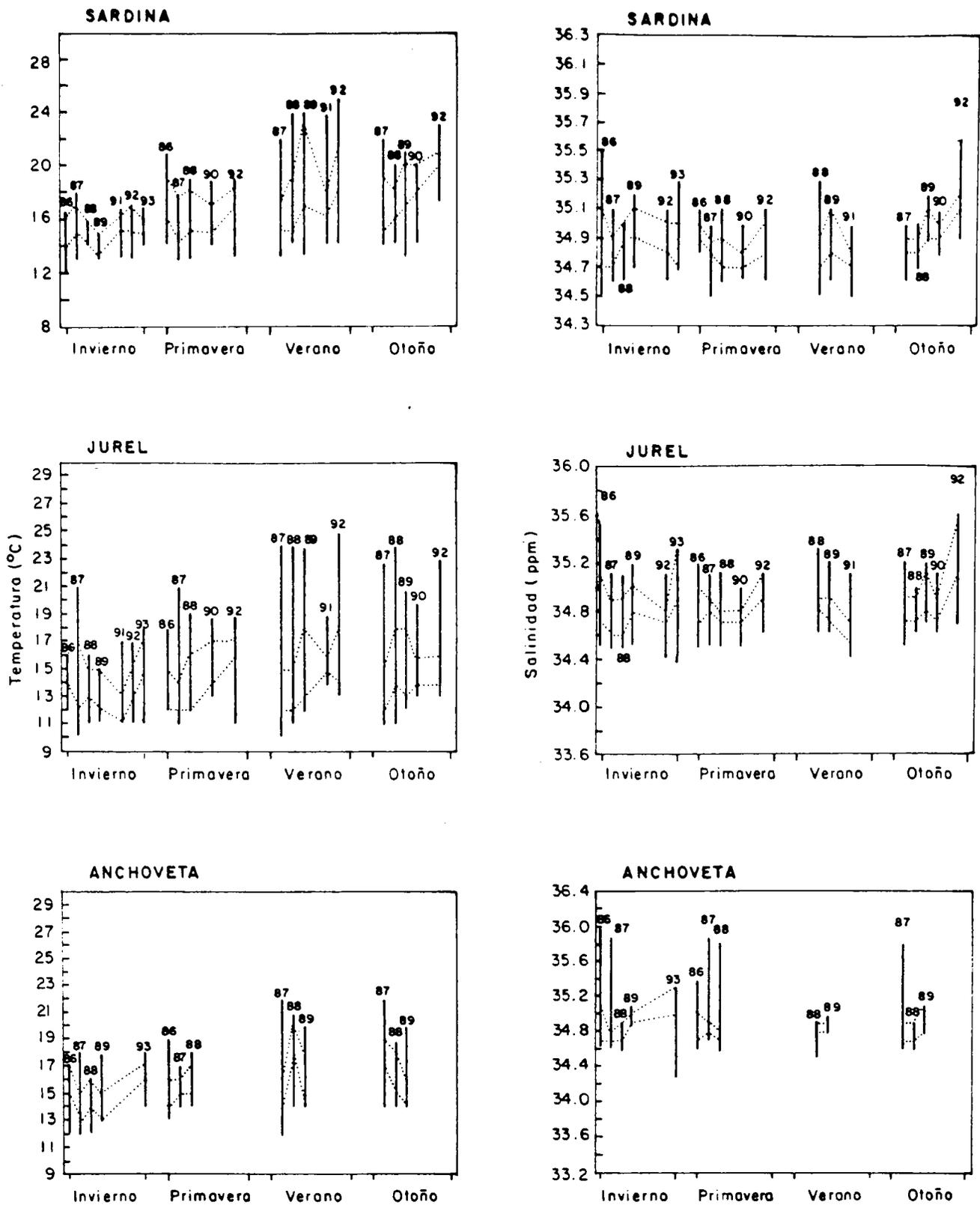


Figura 102. Rangos límites de la temperatura y salinidad de sardina, jurel y anchoveta por estación en la zona Arica-Antofagasta. Período 1986-93.

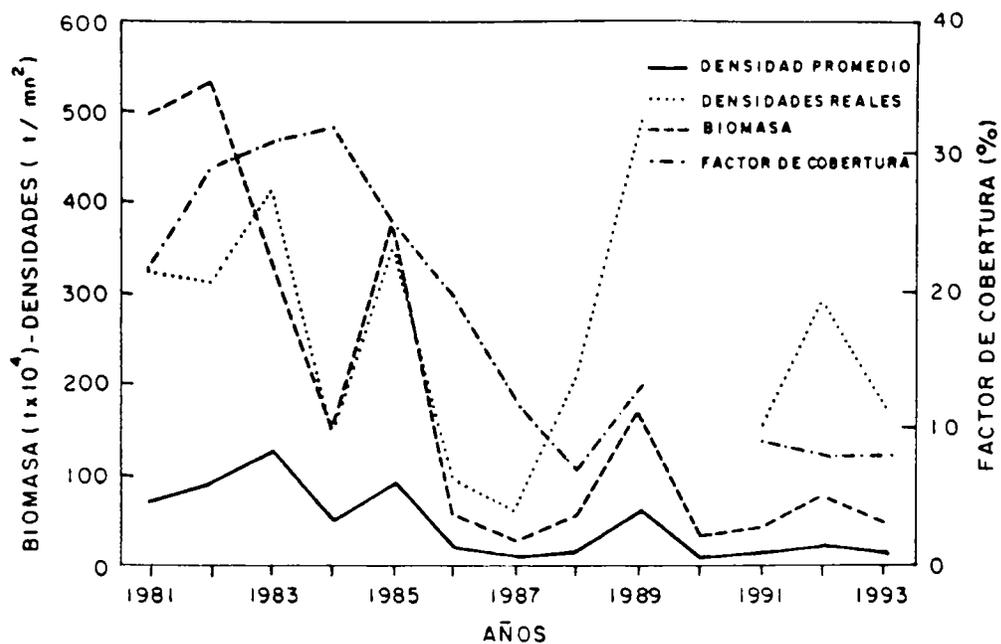


Figura 103. Variaciones interanuales de la Biomasa, Indices de cobertura y densidad de sardina en la zona Arica-Antofagasta en Invierno. Periodo 1981-93.

ANEXO III

DATA REPORT

### ANEXO III

La información obtenida durante el crucero se encuentra almacenada en registros magnéticos en diskette de alta densidad y fueron generados bajo sistema operativo DOS, los archivos y el formato de grabación de cada una de las componentes es el siguiente:

#### 1.- DATOS OCEANOGRÁFICOS Y METEOROLÓGICOS

La información oceanográfica y meteorológica de cada una de las estaciones bio-oceanográficas realizadas durante el crucero, se encuentra en el archivo CRUCE362, cuyo formato de grabación (Formulario de codificación), corresponde a una modificación del formato NODC. El formato IFOP esta compuesto por un registro de identificación y varios registros de información:

##### a) Registro de identificación

Campo	Col.inicio	Formato
país	1	E 2
buque	3	A 2
latitud	grados	5 E 2
	minutos	7 R 3.1
longitud	grados	10 E 2
	minutos	13 R 3.1
marsden	16	E 3
año	19	E 2
mes	21	E 2
día	23	E 2
hora local	25	R 3.1
institución	28	E 2
crucero	30	E 3
estación	33	A 3
prof.Ecosonda	36	E 4

máxima profundidad	40	E 2
n° observaciones	42	E 2
trans. Secchi	44	E 2
dirección olas	46	E 2
altura olas	48	E 1
período olas	49	E 1
dirección viento	50	E 2
velocidad viento	52	E 2
presión barométrica	54	R 3.1
bulbo seco	57	R 3.1
bulbo humedo	60	R 3.1
tiempo	63	E 2
tipo nubes	65	E 1
cant. Nubes	66	E 1
visibilidad	67	E 1
latitud n-s	68	A 1
longitud w-e	69	A 1
tipo de datos	76	A 1
control	80	E 1

b) Registros de datos

identificación	1	35 (Repetición)
profundidad (m)	36	E 4
temperatura (°C)	40	R 4.2
salinidad	44	R 5.3
oxígeno (ml/l)	49	R 4.4
control	80	E 1

Observaciones:

Formato tipo: A n: Alfanumérico  
E n: Entero  
R n: Real sin el punto (ej. 34.356 en  
formato R 5.3 es 34356  
n: Número de columnas

Columna 28 y 29 - códigos institución : 01=SHOA,

- 224 -

02=IFOP, 03=UCV, 04=SSP y 05=otros

Columna 76 - códigos del tipo de datos:  
B=botellas, C=CTD

Columna 80 - código control : 1 identificación de  
la estación y 2 ultimo dato  
observado

Los datos meteorológicos se encuentran codificados de  
acuerdo las normas y códigos del NODC.

## 2.- ICTIOPLANCTON

La información zooplanctónica de cada una de las estaciones bio-oceanográficas realizadas durante el crucero, se encuentra en el archivo 362IC.PRN, cuyo formato de grabación se detalla a continuación:

---

columna	tipo de información
1	Código estación
2,3,4	Año, mes y día
5 y 6	Hora estación: hora, minuto
7	Latitud grados
8	Latitud minutos
9	Longitud grados
10	Longitud minutos
11	Código de la red
12	Abertura de malla de la red, en micras
13	Profundidad
14	Código flujómetro
15	Número inicial revoluciones
16	Número final revoluciones
17 y 18	Tiempo calado minuto, segundo
19 y 20	Tiempo virado minuto, segundo
21	Metros cable arriado
22	Angulo del cable
23	Factor de estandarización
24 y 25	Huevos y larvas de sardina
26 y 27	Huevos y larvas de anchoveta
28 y 29	Huevos y larvas de jurel
30 y 31	Huevos y larvas de otras especies

---

### 3.- REGISTROS ACUSTICOS

La información concerniente a la evaluación hidroacústica está contenida en 2 tipos de archivos: BIOMA-XX.DAT y POSIC-XX.DAT. En el nombre de estos archivos se indica el número de transecta por las letras XX, en este caso 32.

Los archivos BIOMA XX.DAT contienen la información de las lecturas acústicas por especie en cada IBM indicando la frecuencia del ecosonda, la especie, las profundidades superior e inferior, tipo de agregación y lectura acústica.

Los archivos BIOMA-XX.DAT están estructurados según:

Línea	columna	tipo de información
1	1-	nombre del crucero
2	2-	barco
3	3-	zona
4 y +	1 a 3	número de IBM
	4	espacio
	5	especie (1 a 4) (ver 1)
	6	espacio
	7	ecosonda (1 = 38 Khz)
	8	espacio
	9	tipo de agregación (ver 2)
	10	espacio
	11 a 13	profundidad superior (m)
	14	espacio
	15 a 17	profundidad inferior (m)
	18	espacio
	19 a 23	lectura acústica (Sa)

(1) Códigos de especie

Sardina española código de especie= 1  
Jurel código de especie = 2  
Anchoveta código de especie = 3  
Caballa código de especie = 4  
Otras código de especie = 0

(2) Códigos del tipo de agregación

Cardúmen = 1  
Agregación (estrato) = 2  
Individual (aislado) = 3

Los archivos POSIC-XX.DAT contienen la información del número de la IBM, hora, Latitud y longitud.

Los archivos POSIC-XX.DAT están estructurados según:

---

columna	tipo de información
1 a 3	número de IBM
4	coma (,)
5 a 12	hora
13	coma (,)
14 a 20	latitud (LLLL.ll)
21	coma (,)
22	S (sur)
23	coma (,)
24 a 31	Longitud (GGGGG.gg)
32	coma (,)
33	W (oeste)

---

