



INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2006-39

Evaluación
hidroacústica del
reclutamiento de
anchoveta entre la
I y II Regiones,
año 2007



DICIEMBRE
2007



INFORME FINAL

FIP N° 2006-39

**Evaluación hidroacústica
del reclutamiento de
anchoveta entre
la I y II Regiones,
año 2007**

• Diciembre 2007 •



REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP

Presidente del Consejo:
Jorge Chocair Santibáñez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo :
Ramón Figueroa González

• Diciembre 2007 •



JEFE PROYECTO

JORGE CASTILLO PIZARRO

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en la I y II Regiones durante el periodo de reclutamiento. Verano 2007.

JORGE CASTILLO P.
ÁLVARO SAAVEDRA G.
FRANCISCO LEIVA D.
CAROLA HERNÁNDEZ S.
CAROLINA LANG A.

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la I y II Regiones durante el verano del 2007.

HERNÁN REYES R.
MILENA PIZARRO R.

Biología Pesquera de la anchoveta en la I y II Regiones durante el periodo del reclutamiento. Verano 2007

CAROLA HERNÁNDEZ S.

Edad y Crecimiento de anchoveta en la I y II Regiones en el verano del 2007

FRANCISCO CERNA T.
AMALIA LÓPEZ A.

Oferta ambiental de alimento en la I y II Regiones durante el verano del 2007

LILIANA HERRERA C.
GABRIEL CLARAMUNT Q.



En general la estructura de tallas de anchoveta fue unimodal centrada en 13,5 cm y una incipiente moda secundaria en 15,5 cm, el rango vari3 entre 9,0 y 19 cm. Al norte de Iquique se aprecian distribuciones bimodales con modas principales centradas en 15,5 y 13 cm, mientras que hacia el sur se presentaron distribuciones unimodales centradas en 12 y 13,5 cm.

La anchoveta, present3 una distribuci3n espacial hasta las 16 mn de la costa concentrada principalmente en 3reas costeras que no superaron las 10 mn. La mayor y m3s extensa concentraci3n de anchoveta se registr3 entre punta de Lobos (21°00'S) a caleta Paquica (21°50'S). La anchoveta present3 estructuras espaciales entre 3 y 7,5 mn, apreci3ndose que en los sectores en que las tallas modales fueron menores (12 a 13,5 cm) las macroestructuras fueron menores (entre 3 a 6,6 mn); mientras que en los sectores en que las tallas modales fueron entre 14,5 y 15,5 cm las estructuras espaciales fueron mayores a 7,08 mn.

El IOC del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), alcanza el 43,5% del 3rea prospectada, valor levemente inferior a lo registrado en otros cruceros.

Las agregaciones diurnas presentaron una longitud m3xima de 892 m con un promedio de 29,7 m ($\pm 51,5$), mientras que en la noche el m3ximo detectado alcanz3 una longitud de 15.803 m con un promedio de 552 m (± 1.462).

Los vientos medidos durante el crucero y con sat3lite se ajustaron al patr3n de comportamiento de esta variable, (menor a 5 m/s) con predominio de la componente favorable a la surgencia. Las mayores intensidades relativas del viento estuvieron hacia el sector oce3nico, principalmente al sur de la península de Mejillones, engrosando la capa de mezcla. En la zona, predominaron las anomalías t3rmicas y salinas negativas en superficie producto de la surgencia costera inducida por el viento. Los centros de surgencia m3s importantes fueron Arica a Pisagua, Iquique a



caleta Chipana, punta Arenas a Tocopilla, Península de Mejillones y desde punta Coloso a Caleta Colorada, siendo él de mayor intensidad el área de caleta El Cobre.

Los valores de anomalías de TSM, salinidad, profundidad de la isoterma de 15°C entre otras variables observadas en el crucero, en general, están en el rango que señala una condición de normalidad para la zona. Las concentraciones de clorofila fueron inusualmente altas (cloa > 10 µg/L) en el nivel subsuperficial de prácticamente toda la banda costera. La fluorescencia en vivo (fliv) mostró una similar distribución a la cloa. Los feopigmentos, en general, estuvieron en concentraciones muy por debajo de la cloa lo que indica un óptimo estado fisiológico de las células fitoplanctónicas.

Las mayores agregaciones de anchoveta estuvieron asociados a temperaturas entre 15° a 16°C, con salinidades entre 34,8 a 34,39 psu, densidades entre 25,6 a 25,8 y por sobre la capa mínima de oxígeno entre 2 a 4 ml/l y en sectores donde las gradientes fueron leves ó nulas.

Para toda la zona de estudio el porcentaje de individuos indeterminados sexualmente solo alcanzó un 0,11%. De los individuos restantes, las hembras contribuyeron con el 48,35% las que predominaron en el rango de tallas 15 a 19 cm. Los machos representaron el 51,65% y predominaron en el rango de tallas 9 a 14,5 cm. El valor promedio de IGS fue de 1,94%, con un mínimo de IGS de 0,11% en 11,5 cm y 5,38% en 17 cm. En general en toda la zona predominaron los estados de madurez 2 y 3 para machos y hembras.

La componente fitoplanctónica estuvo conformada por diatomeas solitarias y formadoras de cadena, y por flagelados. Las diatomeas alcanzaron las mayores abundancias celulares (> 1.100 cél/mL) con un amplio rango de tamaño (40-2.000 µm). Los flagelados presentaron una densidad máxima de 800 cél/mL con tamaños que fluctuaron entre 25 y 600 µm. La distribución espacial de las diatomeas se caracterizó por núcleos de alta concentración restringidos al norte y sur del área de



I. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados de la evaluaci3n acústica de la biomasa, abundancia y distribuci3n espacial; oferta ambiental de alimento y las condiciones oceanográficas físicas asociadas a la anchoveta en el periodo de reclutamiento de febrero del ańo 2007 entre Arica y punta Buitre (I y II Regiones).

Los datos fueron recolectados en un crucero realizado a bordo del B/C "Abate Molina" entre el 01 y el 22 de febrero del ańo 2007. La zona de estudio se localiz3 entre Arica (18°22'S) y punta Buitre (24°40'S), donde se realizaron 39 transectas de prospecci3n hidroacústica diurnas perpendiculares a la costa; 18 réplicas nocturnas; 99 estaciones oceanográficas y 47 lances de pesca a media agua.

La abundancia total de anchoveta vari3 entre 25.395,75 y 26.248,2 millones de ejemplares, segun el método utilizado, siendo el mayor con el geoestadístico. De este total, el 21,1% correspondi3 a reclutas (< 12 cm) (5.373,7 millones de ejemplares). El 79,9% de la abundancia se registr3 al sur de 20°07'S (norte de Iquique), con 20.345,36 millones de ejemplares, constituido principalmente por ejemplares reclutas, con el 75,1% de ejemplares de esta categoría.

La biomasa total de anchoveta vari3 entre 414.545,95 y 429.231,4 t, segun el método aplicado, siendo el mayor con el geoestadístico. El 78,7% de esta biomasa se localiz3 al sur de 20°07'S (norte de Iquique) (zonas 5 y 6) con 327.147,64 t. Los reclutas representaron el 13,9% de la biomasa total, con 57.740,79 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en las zonas 3, con el 45,8% (12.788,3 t) y 5 con el 18,9% (40.029,7 t).



estudio, mostrando cambios latitudinales en cuanto a las especies dominantes. Este patrón de distribución dista del normal que se caracteriza por su presencia a lo largo de todo el borde costero con altas abundancias y biomasa. Los flagelados se encontraron a lo largo de toda la zona costera, con máximos en el centro del área de estudio, presentando eventos de marea roja. La fracción microzooplanctónica estuvo conformada por representantes holoplanctónicos y meroplanctónicos. Sus abundancias fluctuaron entre 1,2 y 65,9 individuos/mL, con una distribución relativamente homogénea en el área de estudio.

La abundancia total de zooplancton presentó valores extremos de 162,05 y 3197,07/m³, mientras que la biomasa varió entre 22,64 y 4424,96 gr/1000 m³, valores propios de la zona y el periodo. La distribución de la abundancia y biomasa fueron concordantes, con altos valores al norte y hacia el sector más alejado de la costa, con las mayores magnitudes restringidas al borde costero.

Se modeló la densidad acústica de la anchoveta con las variables bio-oceanográficas medidas en las agregaciones detectadas, mediante modelos aditivos generalizados. Las variables oceanográficas consideradas fueron, temperatura, salinidad, clorofila, densidad, oxígeno y gradientes respectivos. Las variables biológicas fueron abundancia de diatomeas, flagelados y microzooplancton. La salinidad explica la mayor variabilidad de la densidad de anchoveta (alrededor de un 5%), las otras variables contribuyen marginalmente a la explicación de la respuesta con un aporte máximo del 2%. En general, el pseudo coeficiente de determinación obtenido es de 0,142, lo que indica un bajo porcentaje de explicación del modelo a la variabilidad total.



II. 3NDICE GENERAL

	P3gina
I. RESUMEN EJECUTIVO -----	1
II. 3NDICE GENERAL -----	5
III. 3NDICE DE FIGURAS Y TABLAS -----	13
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO -----	29
A. Objetivo general -----	29
B. Objetivos espec3ficos -----	29
V. ANTECEDENTES-----	30
VI. METODOLOG3A POR OBJETIVO-----	35
1. Objetivo espec3fico B1: Estimar la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n recluta de anchoveta y sardina com3n que se incorporan en el per3odo de m3ximo reclutamiento a la pesquer3a. -----	35
1.1 Zona de estudio-----	35
1.2 Plan de muestreo ac3stico-----	35
1.3 Calibraci3n del sistema ac3stico -----	36
1.3.1 Calibraci3n electroac3stica -----	36
1.3.2 Medici3n del TS <i>in situ</i> de anchoveta -----	38
1.4 Identificaci3n de especies-----	40
1.4.1 M3todo ac3stico (Guzm3n <i>et al.</i> , 1983)-----	40
1.4.2 Pescas de identificaci3n -----	41



1.5	Procesamiento de la información acústica -----	42
1.6	Estimación de la abundancia y la biomasa-----	43
1.6.1	Estratificación de la estructura de tallas-----	43
1.6.2	Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)-----	43
1.6.3	Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa -----	47
1.6.4	Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV) 51	51
2.	Objetivo B2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio-----	52
2.1	Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio -----	52
2.1.1	Muestreo de las capturas de lances de mediagua -----	52
2.1.2	Estructura de tallas -----	54
2.1.3	Estimador de la composición en talla -----	54
2.1.4	Pesos medios a la talla -----	55
2.1.5	Expansión al área total-----	56
2.1.6	Relación longitud/peso-----	57
2.2	Descripción de los estadios de madurez de anchoveta -----	59
2.3	Índice gonadosomático -----	61
2.4	Proporción sexual -----	61
2.5	Estimación de la talla de primer madurez -----	61
2.6	Estimación y composición de la edad de anchoveta -----	62
2.6.1	Estimación de la edad-----	62
2.6.2	Lectura de otolitos-----	63
2.6.3	Clave edad- talla y composición de edad de la captura-----	65
2.6.3.1	Clave talla-edad-----	65
2.6.3.2	Captura en número por grupo de edad -----	66
2.6.3.3	Expansión de la captura en número a los grupos de edad -----	66
2.6.3.4	Peso medio a la edad-----	67
3.	Objetivo B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación. -----	68



3.1	Distribuci3n espacial de los recursos -----	68
3.2	Indices de ocupaci3n y abundancia relativa -----	71
3.3	Caracterizaci3n de las condiciones hidrogr3ficas y meteorol3gicas en la I y II regi3n durante el verano del 2007. -----	72
3.3.1	Informaci3n Metereol3gica -----	72
3.3.2	Muestreo de temperatura, salinidad, oxigeno y clorofila-a-----	72
3.3.3	Procesamiento de la informaci3n -----	74
3.3.4	Distribuci3n espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital-----	81
3.3.5	Distribuci3n espacial y temporal de la clorofila superficial del mar-----	82
3.3.6	Im3genes satelitales del r3gimen de viento-----	83
3.3.7	Informaci3n satelital de la circulaci3n geotr3fica superficial-----	84
3.3.8	Comparaci3n hist3rica de las condiciones oceanogr3ficas-----	85
3.4	Oferta ambiental de alimento en las Regiones I y II en el verano 2007 -----	86
3.4.1	Microfitoplancton y microzooplancton -----	86
3.4.1.1	Composici3n especifica-----	86
3.4.1.2	Abundancia y espectro de tama3os -----	87
3.4.2	Zooplancton-----	88
3.4.2.1	Biomasa-----	88
3.4.3	An3lisis de la informaci3n-----	88
3.5	An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de las variables oceanogr3ficas y anchoveta.-----	89
3.5.1	Procesamiento de la informaci3n -----	89
3.5.2	Relaciones entre la distribuci3n espacial de anchoveta y las variables oceanogr3ficas. -----	93
3.6	Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales. -----	95
4.	Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta y sardina común en el área de estudio.-----	96



VII. RESULTADOS	99
1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la I y II Regiones de Chile durante el verano del 2007 (Objetivo B3)	99
1.1 Viento	99
1.2. Condiciones hidrográficas en superficie	100
1.2.1 Temperatura	100
1.2.2 Salinidad	100
1.2.3 Densidad	101
1.2.4 Oxígeno	101
1.3 Profundidad de la isolínea de 1 mL/L	102
1.4 Capa de mezcla	103
1.5 Termoclina	103
1.6 Profundidad de la isoterma de 15 °C	104
1.7. Distribución vertical de las variables oceanográficas	105
1.7.1 Temperatura	105
1.7.2. Salinidad	106
1.7.3. Densidad	107
1.7.4 Distribución vertical de OD	107
1.8 Masas de aguas	108
1.9 Circulación geostrofica superficial	109
1.10 Distribución espacial de la TSM superficial	110
1.11 Distribución espacial de viento satelital	111
1.12 Clorofila	111
1.12.1 Clorofila superficial	111
1.12.2 Clorofila integrada	112
1.12.3 Fluorescencia superficial	113
1.12.4 Clorofila satelital	113
1.12.5 Distribución vertical de clorofila	114
1.12.6 Distribución vertical de fluorescencia in vivo	116
1.12.7 Asociación entre clorofila-a superficial, clorofila total, clorofila integrada y fluorescencia	116
1.13 Condiciones regionales durante los cruceros de reclutamiento de Anchoqueta (RECLAN)	117



1.13.1	Temperatura superficial del mar (TSM)	117
1.13.2	Oxigeno disuelto	119
1.13.3	Clorofila- a	120
1.13.4	Circulaci3n geostr3fica	121
2.	Oferta ambiental de alimento en la zona I y II Regiones durante el verano del 2007 (Objetivo B3)	122
2.1	Fitoplancton	122
2.2	Microzooplancton	126
2.3	Zooplancton	128
2.3.1	Abundancia y espectro de tama1o	128
2.3.2	Biomasa del zooplancton	129
2.3.3	An3lisis de la informaci3n	129
3.	Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 3rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad (Objetivo B2)	130
3.1.	Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C "Abate Molina".	130
3.1.1	Comparaci3n estructura de tallas entre cerco y arrastre	131
3.2	Composici3n de tallas y pesos del stock de reclutas de anchoveta en el 3rea de estudio	132
3.3	Estructura de tallas de anchoveta	133
3.3.1	Estructura de tallas de anchoveta en la zona total	133
3.3.2	Estratificaci3n de las estructura de tallas	134
3.3.2.1	An3lisis estadístico de la estratificaci3n de las subzonas mediante la D3cima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)	137
3.4	Relaciones longitud-peso	138
3.4.1	Modelos lineales	138
3.4.2	Modelos no lineales	139
3.4.3	An3lisis de covarianza para la relaci3n longitud-peso de anchoveta	139



3.5	Proporci3n sexual-----	140
3.6	IGS y estados de madurez-----	141
3.7	Talla de primera madurez-----	147
3.8	Determinaci3n de las estructuras de edad de anchoveta-----	147
3.8.1	Clave talla- edad-----	147
4.	Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n juvenil de anchoveta y sardina com3n que se incorporan en el per3odo de m3ximo reclutamiento a la pesquer3a (Objetivo B1).-----	148
4.1	Calibraci3n hidroac3stica-----	148
4.2	Calibraci3n de la intensidad de blanco TS <i>in situ</i> de anchoveta-----	148
4.3	Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta-----	150
4.4	Precisi3n de los estimados de biomasa-----	152
4.5	Estructura de edad de la captura-----	152
5.	Distribuci3n de los recursos-----	153
5.1	Distribuci3n geogr3fica-----	153
5.2	Distribuci3n batim3trica de los recursos-----	156
5.3	Distribuci3n batim3trica de jurel, caballa y pez linterna-----	156
5.4	Distribuci3n espacial de anchoveta y su relaci3n con las variables bio- oceanogr3ficas-----	157
5.4.1	An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de anchoveta y las variables oceanogr3ficas-----	157
5.4.1.1	Relaci3n con la temperatura-----	158
5.4.1.2	Relaci3n con la salinidad-----	158
5.4.1.3	Relaci3n con la sigma- t-----	159
5.4.1.4	Relaci3n con el oxigeno disuelto-----	160
5.4.1.5	Relaci3n con la clorofila-a integrada-----	161
5.4.1.6	Relaci3n con la abundancia de fitoplancton, microzooplancton y zooplancton-----	161
5.4.2	Medida de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y las variables bio oceanogr3ficas-----	162
5.4.2.1	Temperatura-----	162
5.4.2.2	Salinidad-----	163



5.4.2.3	Densidad-----	164
5.4.2.4	Ox3geno -----	165
5.4.2.5	Clorofila -----	166
5.4.2.6	Fitoplancton -----	166
5.4.2.7	Microzooplancton-----	167
5.4.2.8	Zooplancton-----	167
5.5.	Modelamiento estad3stico de la densidad ac3stica de anchoveta y las condiciones ambientales-----	168
5.5.1	An3lisis descriptivo -----	168
5.5.2	An3lisis Inferencial -----	170
6.	Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj B4)-----	174
6.1.	Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas-----	174
6.1.1	Descriptores morfol3gicos -----	174
6.1.2	Descriptores batim3tricos -----	176
6.1.3	Descriptores de energ3a -----	177
6.1.4	Valores promedio descriptores por rango de hora -----	178
6.1.5	Valores promedio por zona y periodo d3a- noche -----	179
6.2.	Resultados an3lisis componentes principales -----	181
6.2.1	Agregaciones diurnas-----	181
6.2.2	Agregaciones nocturnas-----	183
VIII.	TALLER DE DISCUSI3N DE RESULTADOS -----	185
IX.	AN3LISIS DE RESULTADOS -----	186
1.	An3lisis de la hidrografa-----	186
2.	Biolog3a Pesquera-----	202
3.	Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta utilizadas-----	204
4.	Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta-----	206
5.	Precisi3n de los estimados de biomasa -----	209
6.	Relaciones entre la distribuci3n de anchoveta y las variables bio oceanogr3ficas --	210
7.	Caracterizaci3n de la oferta ambiental de alimento de anchoveta-----	217



X. CONCLUSIONES	219
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	223

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

- ANEXO 1.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- ANEXO 2.** Taller de discusi3n de resultados.
- ANEXO 3.** CD Base de datos FIP N° 2006-39.
- ANEXO 4.** CD Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word)
FIP N° 2006-39.



III. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2006.
- Figura 2.** Localización de transectas de prospección acústica diurnas (a), nocturnas (b) realizadas por el B/C Abate Molina (c). Crucero RECLAN 0702.
- Figura 3.** Localización de estaciones bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 4.** Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento (m/s), b) índice de surgencia asociado promediado cada un grado de latitud y c) índice de turbulencia asociado promediado cada un grado de latitud. Crucero febrero 2007.
- Figura 5.** Distribución superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero febrero 2007.
- Figura 6.** Distribución superficial de a) densidad ($\sigma\text{-t}$) (kg/m^3), b) contenido de oxígeno disuelto (mL/L), c) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y d) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m). Crucero febrero 2007.
- Figura 7.** Distribución de a) espesor de la capa de mezcla (m), b) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, c) espesor de la termoclina (m) d) temperatura base de la termoclina ($^{\circ}\text{C}$). Crucero febrero 2007.
- Figura 8.** Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero febrero 2007.
- Figura 9.** Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 10.** Distribución vertical de salinidad (psu) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 11.** Distribución vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.



- Figura 12.** Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 13.** Diagramas T-S de las estaciones por transecta cada 1° de latitud. Crucero febrero 2007.
- Figura 14.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 15.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 16.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 17.** Imagen de circulación geostrofica superficial correspondiente a los días 1, 7, 14 y 20 de febrero de 2007.
- Figura 18.** Distribución espacial semanal de la TSM satelital en la zona norte de Chile. Febrero 2007.
- Figura 19.** Distribución espacial del viento medido con satélite los días 1, 7, 14 y 20 de febrero de 2007.
- Figura 20.** Distribución de a) clorofila-a superficial ($\mu\text{g/L}$), b) feopigmento superficial ($\mu\text{g/L}$), c) clorofila integrada (mg/m^2), d) feopigmentos integrados (mg/m^2) y e) fluorescencia *in vivo* (volt). Crucero febrero 2007.
- Figura 21.** Distribución espacial de clorofila satelital en la zona norte de Chile, correspondiente a los días 3, 5, 10 y 17 de febrero de 2007.
- Figura 22.** Distribución vertical de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 23.** Distribución vertical de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.
- Figura 24.** Distribución vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.



- Figura 25.** Asociación entre a) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) superficial v/s clorofila-a integrada (mg/m^2), b) clorofila Total (clorofila-a + feopigmentos; $\mu\text{g/L}$) v/s fluorescencia in vivo (vlot) y c) clorofila Total ($\mu\text{g/L}$) v/s clorofila satelital ($\mu\text{g/L}$). Crucero febrero 2007.
- Figura 26.** Índice Multivariado de eventos ENSO (MEI) para el período enero de 1997 a mayo de 2007. En color rojo se indican los eventos cálidos y en azul los fríos (fuente: Physical Science División. Earth System Research Laboratory, NOAA)
- Figura 27.** Imágenes de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla 2 y la fecha de los cruceros en la Tabla 3.
- Figura 28.** Imágenes de anomalía de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla 2 y la fecha de los cruceros en la Tabla 3.
- Figura 29.** Imágenes de circulación geostrofica superficial y altura del mar medida con satélite para 3 días del mes de diciembre de 2001.
- Figura 30.** Distribución horizontal de la abundancia fitoplanctónica integrada (cél/mL). A: Total; B: Diatomeas; C: Flagelados.
- Figura 31.** Distribución vertical de la abundancia (cél/mL) de Diatomeas.
- Figura 32.** Distribución vertical de la abundancia (cél/mL) de Flagelados.
- Figura 33.** Distribución de frecuencia de tamaños (μm) de A. Diatomeas y B. Flagelados.
- Figura 34.** Distribución horizontal del espectro de tamaños (μm) de A: Fitoplancton total; B: Diatomeas; C: Flagelados.
- Figura 35.** Distribución vertical del espectro de tamaños (μm) de Diatomeas.
- Figura 36.** Distribución vertical del espectro de tamaños (μm) de Flagelados.
- Figura 37.** Distribución de frecuencia de tamaños (μm) del Microzooplancton.
- Figura 38.** Distribución horizontal del Microzooplancton A: abundancia (ind/mL); B: tamaños (μm).
- Figura 39.** Distribución vertical de la abundancia del Microzooplancton (ind/mL).
- Figura 40.** Distribución vertical del espectro de tamaños (μm) del Microzooplancton.
- Figura 41.** Distribución horizontal de la abundancia total zooplanctónica ($\text{N}^{\circ}/\text{m}^3$).



- Figura 42.** Abundancia media (N°/m^3) de zooplancton clasificado por el software Zooimage.
- Figura 43.** Abundancia media (N°/m^3) del espectro de tamaño de zooplancton mayor a 2,75 mm.
- Figura 44.** Abundancia media (N°/m^3) del espectro de tamaño de zooplancton menor a 2,75 mm.
- Figura 45.** Biomasa zooplanctónica media en función de la distancia a la costa (línea vertical = desviación estándar).
- Figura 46.** Campo medio de biomasa en función latitudinal (línea vertical = desviación estándar).
- Figura 47.** Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica ($gr/1000 m^3$).
- Figura 48.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta obtenida en los lances de arrastre a media agua y cerco realizados por el B/C Abate Molina y cerco realizados por L/M en el marco del proyecto seguimiento de las principales pesquería en la zona norte. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 49.** Distribución de subzonas de anchoveta y estructura de tallas asociadas. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 50.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 1 entre I y II región, lances 1, 2 y 3, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 51.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 2 entre I y II región, lances 4, 5 y 6, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 52.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 3 entre I y II región, lances 7, 8, 9, 10 y 11, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 53.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 4 entre I y II región, lances 12, 13, 14 y 17, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 54.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 5 entre I y II región, lances 15, 16, 19, 20, 21, 22 y 23, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 55.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 5 entre I y II región, lances 24, 25, 26, 28, 29, 30 y 31, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 56.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 6 entre I y II región, lances 32, 33, 34, 35 y 36, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.



- Figura 57.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 6 entre I y II región, lances 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 58.** Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 6 entre I y II región, lances 44, 45 y 46, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 59.** Distribución de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (n°), B) frecuencia (%), C) distribución en peso (kg) y D) distribución en peso (%).Crucero RECLAN 0702.
- Figura 60.** Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para las zonas 1, 2, 3 y 4. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 61.** Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para las zonas 5, 6 y total. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 62.** Proporción de hembras del total de ejemplares sexuados de anchoveta por para zona total, 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 63.** Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta para zonas 4, 5 y 6. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 64.** Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y para zona total, 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 65.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 66.** IGS de anchoveta para zona total, 1, 2 y 3, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 67.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 1. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 68.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 2. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 69.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 3. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 70.** Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y para zonas 4, 5 y 6. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 71.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 4. Crucero RECLAN 0702



- Figura 72.** IGS de anchoveta para la zona 4, 5 y 6 de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 73.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 5. Crucero RECLAN I0702.
- Figura 74.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 6. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 75.** Talla de primera madurez según criterio 1, 2 y global, machos y hembras
- Figura 76.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.
- Figura 77.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.
- Figura 78.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 79.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 80.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 81.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 82.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 83.** Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702
- Figura 84.** Intensidad de Blanco (TS) por talla de anchoveta para los cruceros RECLAN 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012, 0111 (●), 0702 (Δ), 0703 (○).



- Figura 85.** Abundancia (millones de ejemplares) y Biomasa (t) de anchoveta por talla y zona. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 86.** Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluación hidroacustica Zona Norte RECLAN I-II,
- Figura 87.** Distribución espacial de sa anchoveta en el área 18°25'-24°LS.
- Figura 88.** Distribución espacial de anchoveta por rango de tallas. Crucero RECLAN 0703.
- Figura 89.** Variograma experimentales isotrópicos omnidireccional de la densidad de anchoveta estandarizado y distribución de tallas por zona. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 90.** Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de anchoveta por zona en el crucero RECLAN 12 0702. Se indican tendencias del rango respecto la talla (—) y nugget respecto la talla (.....)
- Figura 91.** Distribución batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de jurel entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN.
- Figura 92.** Distribución batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de anchoveta entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 93.** Distribución batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de caballa entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 94.** Distribución batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de vincinguerria entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 95.** Distribución espacial de temperatura y salinidad en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 96.** Señal latitudinal de la variable temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (°C), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702
- Figura 97.** Señal latitudinal de gradiente de temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (°C/mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.



- Figura 98.** Señal latitudinal de la variable salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 99.** Señal latitudinal de gradiente de salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu/mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 100.** Distribución espacial de densidad del agua de mar y oxígeno disuelto en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 101.** Señal latitudinal de la variable densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (Kg/ m^3), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 102.** Señal latitudinal de gradiente de densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes ($\text{Kg/ m}^3 \text{ mn}$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 103.** Señal latitudinal de la variable oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 104.** Señal latitudinal de la variable gradiente oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 105.** Distribución espacial de la abundancia fitoplancton integrado a 50m, micro zooplancton, zooplancton y clorofila "a" integrada hasta 50 m. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 106.** Señal latitudinal de la variable clorofila "a" integrada (mg/m^3), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 107.** Señal latitudinal de gradiente de clorofila "a" integrada (mg/m^2), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 108.** Señal latitudinal de Abundancia fitoplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 109.** Señal latitudinal Abundancia micro zooplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.



- Figura 110.** Señal latitudinal de la variable Abundancia zooplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 111.** Histogramas de la distribución de adultos de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila “a” integrada. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 112** Histogramas de la distribución de reclutas de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila “a” integrada. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 113.** Histogramas de la distribución de adultos y reclutas de Anchoveta respecto a la abundancia fitoplancton y micro zooplancton integrado y zooplancton. Crucero RECLAN 0702.
- Figura 114.** Distribución espacial de: a) la densidad acústica de anchoveta (m^2/mn^2) y b) profundidad media de la agregación (m).
- Figura 115.** Distribución latitudinal de los valores medios de las variables oceanograficas temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (PSU), oxígeno (ml/l), clorofila (mg/m^2) y densidad (kg/m^3).
- Figura 116.** Distribución latitudinal de los valores medios de los gradientes de las variables oceanográficas temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (PSU), oxígeno (ml/l), clorofila (mg/m^2) y densidad (kg/m^3).
- Figura 117.** Distribución latitudinal de los valores medios de las variables de oferta ambiental: Abundancia de diatomeas (Células/ml), abundancia de flagelados (Células/ml) y abundancia de microzooplancton (Células/ml).
- Figura 118.** Efectos de los predictores salinidad (sal), gr. de oxígeno (goxi), oxígeno (oxi) y clorofila (cloa) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo (predictor) función suavizadora.
- Figura 119.** Efectos de los predictores abund. Flagelados (abunflage), abund. Diatomeas (abundia), gr. clorofila (gcloa) y densidad (dens) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.
- Figura 120.** Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.



- Figura 121.** Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 122.** Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 123.** Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 124.** Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 125.** Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal, caso diurno nocturno.
- Figura 126.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 127.** Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.
- Figura 128.** Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura, caso diurno nocturno.
- Figura 129.** Distribución de frecuencia de energía retrodispersada (S_a), caso diurno nocturno.
- Figura 130.** Distribución de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 131.** Promedio del largo de agregaciones por rango de hora.
- Figura 132.** Promedio del alto de agregaciones por rango de hora.
- Figura 133.** Promedio de elongación de agregaciones por rango de hora.
- Figura 134.** Promedio de perímetro de agregaciones por rango de hora.
- Figura 135.** Promedio de área de agregaciones por rango de hora.
- Figura 136.** Promedio de la dimensión fractal por rango de hora.
- Figura 137.** Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora.
- Figura 138.** Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora.
- Figura 139.** Promedio del índice de altura por rango de hora.
- Figura 140.** Promedio de energía retrodispersada por rango de hora.



- Figura 141.** Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora.
- Figura 142.** Promedio de largo de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 143.** Promedio de alto de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 144.** Promedio de elongaci3n de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 145.** Promedio de per3metro de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 146.** Promedio de 3rea de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 147.** Promedio de dimensi3n fractal por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 148.** Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 149.** Promedio de profundidad del fondo por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 150.** Promedio de 3ndice de altura por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 151.** Promedio de Sa de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 152.** Promedio de densidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 153.** Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas
- Figura 154.** Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Figura 155.** Series de transporte perpendicular a la costa (3ndice de Surgencia instant3neo o transporte Ekman hacia el Oeste) calculadas de datos de viento satelital. Los puntos de extracci3n de datos fueron frente a punta Patache (19°30'S y 70°45'W) y pen3nsula de Mejillones (23°30'S y 70°45'W). Se indican las fechas en que se han realizado cruceros RECLAN en la I y II Regi3n
- Figura 156.** Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta. Seguimiento 2003, seguimiento 2004 y 2005 Cruceros RECLAN 0702.
- Figura 157.** Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN 0702.
- Figura 158.** Estimaciones de Abundancia y Biomasa de anchoveta total y reclutas en el periodo 1995-2001 y 2007. Se indican los aportes de los reclutas en porcentaje.



Figura 159. Distribución en el ciclo horario de: a) abundancia de diatomeas y b) abundancia de flagelados.

TABLAS

- Tabla 1.** Categorías por densidad acústica.
- Tabla 2.** Valores de verano de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.
- Tabla 3.** Fecha y tipo de imagen satelital de TSM consideradas para el análisis histórico de cruceros RECLAN.
- Tabla 4.** Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la I y II Región.
- Tabla 5.** Localidades donde se han presentado focos subóxicos en los cruceros RECLAN.
- Tabla 6.** Número de transectas perpendiculares a la costa y la concentración máxima de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) medida en cada crucero. Se indican además los rangos de clorofila integrada (mg/m^2) (Cloa int) para cada uno de ellos.
- Tabla 7.** Especies de diatomeas con sus rangos de tamaño.
- Tabla 8.** Grupos y especies de flagelados con sus rangos de tamaño.
- Tabla 9.** Abundancia celular fitoplanctónica (cél/mL) y aporte porcentual por grupo. Los valores corresponden a la abundancia integrada por estación. TRAN: transecta, EST: estación, DDC: distancia de la costa (mn), DIATO: diatomeas, FLAG: flagelados.
- Tabla 10.** Tamaños (μm) y aporte porcentual por grupo. Los valores corresponden al dato integrado por estación. TRAN: transecta, EST: estación, DDC: distancia de la costa (mn), T-DIA: tamaños diatomeas, T-FLA: tamaños flagelados.
- Tabla 11.** Grupos de especies de diatomeas responsables de las abundancias observadas por transecta (T), cada T incluye la inter-transecta subsiguiente en sentido latitudinal norte-sur. AP: aporte porcentual; TP: tamaño promedio.
- Tabla 12.** Grupos de especies de flagelados responsables de las abundancias observadas por transecta (T), cada T incluye la inter-transecta subsiguiente en sentido latitudinal norte-sur. AP: aporte porcentual; TP: tamaño promedio.



- Tabla 13.** Abundancia (ind/mL) y tama1os (μm) del Microzooplancton. Los valores corresponden a los datos integrados por estaci3n. TRAN: transecta, EST: estaci3n, DDC: distancia de la costa (mn).
- Tabla 14.** Grupos del Microzooplancton responsables de las abundancias observadas por transecta (T), cada T incluye la inter-transecta subsiguiente en sentido latitudinal norte-sur. AP: aporte porcentual.
- Tabla 15.** Abundancia media ($\text{N}^{\circ}/\text{m}^3$) por grupos zooplanct3nicos.
- Tabla 16.** Abundancia media ($\text{N}^{\circ}/\text{m}^3$) por espectro de tama1o y abundancia total de zooplancton.
- Tabla 17.** Resultados del an1lisis de K-media aplicado a las abundancias del fitoplancton y microzooplancton y a la biomasa zooplanct3nica. ABTF: abundancia total fitoplanct3nica; ABFLA: abundancia de flagelados; ABDIA: abundancia de diatomeas; ABMZ: abundancia del microzooplancton; BZ: biomasa zooplanct3nica.
- Tabla 18.** Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco por las L/M Don Pancracio y Kali, y arrastre a media agua por el B/C "Abate Molina", durante el crucero RECLAN 0702.
- Tabla 19.** Resumen de operaci3n y captura del B/I Abate Molina. Crucero RECLAN I Y II Regiones.
- Tabla 20.** Captura (Kg) por especie y total realizada por el B/I Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN I Y II Regiones.
- Tabla 21.** Resumen de lances de pesca por zonas (seg3n estratificaci3n), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN I Y II regiones.
- Tabla 22.** L3mites de las zonas seg3n la estratificaci3n de tallas de anchoveta y lances de pesca asignados. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 23.** Comparaci3n de estructura de tallas de anchoveta entre zonas, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 24.** Comparaci3n de estructura de tallas de anchoveta, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura para la zona 1, 2, 3 y 4. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 25.** Comparaci3n de estructura de tallas de anchoveta, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura para la zona 5 y 6. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 26.** Estimaci3n de los par1metros de regresi3n para anchoveta con modelo lineal y no-lineal. Crucero RECLAN 0702.



- Tabla 27.** Andeva para Anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 28.** Análisis de varianza para anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 29.** Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 30.** Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 31.** Talla de primera madurez (cm) y los parámetros del modelo global y por sexo.
- Tabla 32.** Clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (arica-antofagasta) crucero hidroacustico 2007.
- Tabla 33.** Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (arica-antofagasta) crucero hidroacustico
- Tabla 34.** Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/C "Abate Molina", para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.
- Tabla 35.** Resultados de la calibración hidroacústica del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 120 Khz, por longitudes de pulso.



- Tabla 36.** Valores de la intensidad de blanco (TS_{mo}) y tallas modales (L_{mo}) de anchoveta filtrados en los cruceros RECLAN12 0702 y RECLAN34 0703.
- Tabla 37.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y métodos en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN12 0702.
- Tabla 38.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y métodos en la zona norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN12 0702.
- Tabla 39.** Método y modelo ajustado por zona y sus parámetros. Crucero RECLAN 12 0702.
- Tabla 40.** Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método en la zona norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN12 0702.
- Tabla 41.** Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método en la zona norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN12 0702.
- Tabla 42.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Bootstrap. Crucero Reclan I-II, 2007.
- Tabla 43.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (ARICA-ANTOFAGASTA). Método Hansen. CRUCERO RECLAN I-II, 2007.
- Tabla 44.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (ARICA-ANTOFAGASTA). Método Kish. CRUCERO RECLAN I-II, 2007.
- Tabla 45.** Índice de ocupación de total, fracciones adulto y recluta de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 46.** Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de adultos y reclutas de a) anchoveta y las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada promedio. Crucero RECLAN 0702.
- Tabla 47.** Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM seleccionadas a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación. Crucero RECLAN 0702
- Tabla 48.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.
- Tabla 49.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.



- Tabla 50.** Valores promedio, máximo, mínimos y desviación estándar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para día y noche por zona de estudio.
- Tabla 51.** Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.
- Tabla 52.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 53.** Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 54.** Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 55.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 56.** Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 57.** Tabla resumen de condiciones oceanográficas y de distintas variables observadas en el sector costero y/o oceánico durante los cruceros RECLAN en la I y II Región. Se utilizó el MEI e imágenes satelitales de TSM descritas en este documento e información hidrográfica de los cruceros RECLAN. La información resumida es Fase (MEI), TSM y anomalía de TSM ($^{\circ}\text{C}$), banda costera (intensidad de gradientes térmicos en la costa), profundidad (m) de la isoterma de 15°C (115°C), salinidad superficial y su anomalía (psu), profundidad de la base de la termoclina (m) y concentración de clorofila integrada (mg/m^2).
- Tabla 58.** Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta ajustadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.
- Tabla 59.** Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta estandarizada en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.



IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock recluta del recurso anchoveta, a través del método hidroacústico, existente en el área comprendida entre la I y II Regiones, y caracterizar el proceso de reclutamiento de la especie en el área de estudio.

B Objetivos específicos

- b.1** Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.
- b.2** Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.
- b.3** Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, y relacionando, además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.
- b.4** Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.



V. ANTECEDENTES

La anchoveta constituye el principal recurso pesquero pelágico de la I y II Regiones de Chile. En los últimos tres quinquenios este recurso ha presentado importantes fluctuaciones interanuales en las capturas variando entre un histórico máximo de 2 millones de toneladas en 1994 y un mínimo de 135 mil toneladas en 1998, pasando por las 1,4 y 1,1 millones de toneladas el 2004 y 2005, respectivamente.

La alta variabilidad de la pesquería de anchoveta está determinada por la dependencia de la biomasa del stock explotable con el reclutamiento y por los efectos de las condiciones hidrográficas que determinan su distribución espacial, niveles de agregación, éxito del desove y consecuentemente los niveles de abundancia, efectos que particularmente se manifiestan por las alteraciones ambientales que periódicamente se presentan en la región. Un ejemplo de esta relación se produjo en 1998, en que por efecto de El Niño 1997-98, las capturas se redujeron cerca del 90% respecto a los niveles registrados en 1997 y del 83 % en relación a 1996.

El proceso de reclutamiento se inicia al momento mismo del desove y culmina cuando los peces alcanzan la talla juvenil que los incorpora a la pesquería. Este proceso tiene una alta dependencia de factores como el éxito del desove y la viabilidad de sobrevivencia de las larvas, lo que a su vez depende de la disponibilidad de alimento y de las condiciones oceanográficas físicas como la surgencia, las corrientes marinas, la turbulencia o el grado de normalidad de la temperatura y salinidad del mar, que pueden alterar la estabilidad de las masas de agua (Cruickshank, *et al.* 1990; Cruickshank, 1990).



Biológicamente la anchoveta se caracteriza por su corta vida, con máximos de alrededor de 5 años, con desoves fraccionados centrados principalmente entre julio y septiembre y reclutándose a la pesquería los ejemplares con longitud total entre 6 y 12 cm en las estaciones cálidas, entre noviembre y marzo, siendo calificados como prereclutas aquellos individuos con tallas menores a los 6 cm y como reclutados a aquellos con una longitud superior a los 12 cm (Einarson y Rojas de Mendiola, 1963).

El método de Análisis Secuencial de Poblaciones (ASP), considerado como una estimación de tipo absoluta (Rosenberg *et al.*, 1992), ha sido el procedimiento tradicional para determinar la fuerza de una clase anual y el reclutamiento de la anchoveta (Barría, 1991). Dado que los datos utilizados por el ASP se obtienen a partir de la actividad pesquera, sus resultados pueden verse seriamente afectados por distorsiones en la fuente de información, como la existencia de intencionalidad en las capturas de ciertos rangos de tallas de peces, la imposición de vedas ó la existencia de cuotas de pesca. De allí que en los últimos años el análisis del ciclo de vida de los recursos pesqueros, se realiza mediante modelos poblacionales que incluyen información de la distribución y abundancia obtenida mediante métodos directos, destacando el acústico por su independencia de otras fuentes de información, alta cobertura espacial, rapidez en la entrega de resultados y adecuada precisión. De este modo, las estimaciones con el ASP pueden ser mejoradas incorporando información proveniente de cruceros (Hilborn y Walters, 1992).

La distribución espacial del reclutamiento de anchoveta en la zona norte de Chile (I-II Región) típicamente se caracteriza por una estratificación temporal y geográfica en el sentido latitudinal, iniciándose en Arica durante noviembre, para finalizar hacia fines de febrero en Mejillones, con la sola excepción de la primavera de 1998 en que dicho comportamiento tuvo un sentido inverso al observado en otros periodos. Este patrón temporal del reclutamiento se ha visto alterado entre 2002 y 2005, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano. En



efecto, la evolución mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2006 (Fig. 1) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detectó el ingreso de reclutas en la pesquería a fines del 2002 y principio del 2003, evidenciándose una fuerte caída del reclutamiento situación similar a la registrada en el centro-norte de Perú. En las temporadas estivales 2004-2005 y 2005-2006, el reclutamiento se hizo más evidente entre enero-abril, centrándose en febrero. A finales del 2006, se registró un aparente retorno a las condiciones típicas, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (< 12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinación hacia febrero del 2007.

En la III y IV Región se presenta una aparente continuidad temporal del proceso respecto a lo observado hacia el norte de Antofagasta, con un desfase de alrededor de dos meses, por lo que el reclutamiento ocurre principalmente entre enero y marzo. El 2003 presentó una extraordinaria cobertura temporal del reclutamiento, especialmente en Caldera, habiéndose detectado la presencia de juveniles bajo talla hasta junio. En la temporada estival 2005-2006 se aprecia una leve anticipación de la presencia de juveniles, registrándose su presencia en las capturas desde diciembre del 2005, manteniéndose la extensión temporal hasta mayo del 2006. En Coquimbo, la proporción de juveniles es frecuentemente inferior a Caldera, aún cuando la tendencia temporal es similar, con una mayor presencia mayoritaria entre febrero y marzo (Fig. 1)

Los resultados de las prospecciones acústicas realizadas en el norte grande de Chile (Castillo *et al.*, 1993; Braun *et al.*, 1994) han permitido establecer que la anchoveta, en general, se distribuye principalmente en las cercanías de la costa, llegando ocasionalmente en los inviernos hasta las 60 mn. En los períodos estivales en que se presenta el reclutamiento, esta especie incrementa su presencia y densidad en áreas costeras concentrándose las mayores densidades principalmente en una franja



costera que llega hasta las 3 mn de la costa, situación que se vincula a la influencia de las intensas gradientes térmicas y salinas que se producen en zonas cercanas a la costa (Castillo *et al.*, 1996; Córdova *et al.* 1995; Castillo *et al.* 2000). Al sur de Mejillones la anchoveta aumenta su asociación con la costa en ambas estaciones. A la luz de estos antecedentes, se postula la hipótesis de trabajo que el reclutamiento de anchoveta en la I y II regiones tiene un sentido norte a sur, iniciándose típicamente en el extremo norte al principio de la primavera, avanzando hacia el sur junto con el verano, periodo en que tiende a masificarse entre Caldera y Coquimbo, extendiéndose hasta marzo, con una modificación en la cobertura temporal en los años 2002-2005, hacia la segunda mitad del verano, situación que aparentemente se ha normalizado a partir de la primavera del 2006.

La anchoveta conforma cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y se dispersa en la noche, para formar estratos superficiales de densidad variable (Castillo *et al.* 2003). Los cambios en el comportamiento, determinan que las densidades acústicas promedio diurnas son mayores que los registrados en la noche, particularmente en las agregaciones tipo cardúmen que son más frecuentes en el día. Las agregaciones tipo estratos, más comunes en la noche, tienen densidades acústicas inferiores a las diurnas, pero que se caracterizan por ocupar mayores espacios. Este patrón de agregación y distribución es también influenciado por la luminosidad lunar, por cuanto en noches claras con luna llena, las agregaciones se ubican en estratos de profundidad levemente mayores que en noches de oscuridad lunar.



Junto a lo anterior, se ha observado un patrón migratorio de alta frecuencia en el sentido este-oeste entre el día y la noche con un movimiento hacia el oeste en el crepúsculo, regresando a la costa al amanecer.

Las investigaciones realizadas en los proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera en la zona norte entre 1993 a 2000 han permitido determinar que la anchoveta se localiza preferentemente entre los 16 y 18 °C de temperatura en invierno y primavera, ampliándose el límite superior hasta los 19°C en otoño, mientras que en el verano se sitúa entre los 19 y 22°C, siendo los sectores de mayor gradiente térmica y halina los que definen la distribución espacial de la especie, tanto en el sentido horizontal - áreas fontogénicas (Castillo *et al.* 1996), como en el sentido vertical - termoclina (Castillo *et al.* 2000; Swartzman *et al.* 1994). Los juveniles de anchoveta (*Engraulis ringens*) se ubican preferentemente entre la costa y el borde interno de los frentes costeros, asociados a altos rangos de clorofila *a* (Castillo *et al.* 1997 y 1998) y existiendo al igual que en la anchoveta sudafricana y la que registra en la zona centro-sur de Chile, una relación entre la distribución espacial de los reclutas y los sectores de surgencia.



VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

1. **Objetivo específico B1.** Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

1.1 Zona de estudio

La zona de estudio estuvo comprendida entre Arica (18° 22'S) y punta Buitre (24° 40'S) entre la costa y las 20 mn (**Fig. 2**).

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C "Abate Molina", entre el 1 y el 20 de febrero del 2007.

1.2 Plan de muestreo acústico

Se aplicó un diseño de muestreo sistemático considerando que la distribución de los recursos es de carácter contagiosa y aleatoria con respecto a la posición de las transectas (Shotton y Bazigos, 1984; Francis, 1984; Simmonds *et al.* 1991, 1984 y Simmonds *et al.*, 1991). Este tipo de muestreo es recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la información presenta un gradiente de densidad en el sentido de las transectas.

La evaluación acústica se realizó con el sistema de ecointegración SIMRAD EK 500, utilizando la frecuencia de 38 KHz, con transductor de haz dividido, programándose los 10 canales digitales cada 25 m y el canal analógico entre los 3 y 150 m, entregando información relativa a la densidad de peces detectada y referida a 1 mn². El rango dinámico de 160 dB y el nivel mínimo de detección, puesto en -65 dB,



permitieron la incorporaci3n de un amplio espectro de se~ales provenientes de blancos de tama~o peque~o (plancton) hasta peces de gran tama~o, distribuidos en forma dispersa o en densos cardúmenes sin perder se~al o saturarse.

La informaci3n acústica relativa a las densidades de los peces se registr3 de manera continua durante la navegaci3n, discretizándose en intervalos de muestreo (ESDU) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de eointegraci3n con el navegador satelital GPS.

En la zona de estudio se realizaron 39 transectas diurnas perpendiculares a la costa separadas por 10 mn y 18 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribuci3n espacial en los recursos. (Fig. 2).

Los datos utilizados en la evaluaci3n acústica fueron filtrados desde la informaci3n obtenida durante la prospecci3n, teniendo como premisas que dichos datos se ajusten a un patr3n de muestreo sistemático y que con ellos se pudiera construir de mejor manera los mapas de distribuci3n de los recursos, especialmente en el caso del m3todo de las variables regionalizadas.

1.3 Calibraci3n del sistema acústico

1.3.1 Calibraci3n electroacústica

El procedimiento de calibraci3n electroacústica del sistema de eointegraci3n SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las se~ales de la intensidad de blanco (TS) y eointegraci3n (S_a) provenientes de un blanco estándar de cobre dise~ado para la frecuencia de trabajo y de intensidad medida en laboratorio, ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el



valor te3rico del blanco de referencia (Foote, 1987; Foote, 1983). De acuerdo a este m3todo es posible alcanzar un nivel de precisi3n de $\pm 0,1$ dB.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibraci3n, 3sta se ubic3 en el haz ac3stico mediante tres l3neas de nailon monofilamento, utiliz3ndose carretes de ca3as de pescar para variar y controlar la ubicaci3n del blanco en el haz.

El procedimiento de medici3n del TS consiste en medir las ganancias del transductor, ajust3ndose seg3n:

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

donde:

- G_1 = nueva ganancia del transductor
- G_0 = ganancia antigua
- TS_m = intensidad de blanco medida (dB)
- TS_b = intensidad de blanco te3rico (dB)

Para ajustar los par3metros de las lecturas del ecointegrador (S_a) se aplica el siguiente procedimiento:

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

siendo:

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



donde:

- s_{bs} = secci3n dispersante de la esfera (dB)
- r = profundidad de la esfera (m)
- r_0 = profundidad de referencia (1 m)
- Y = 3ngulo equivalente del haz ac3stico (dB)
- $Sa_{(t)}$ = salida te3rica del ecointegrador
- $Sa_{(m)}$ = salida medida del ecointegrador
- Ψ = angulo equivalente del haz ac3stico

1.3.2 Medici3n del TS *in situ* de anchoveta

La informaci3n necesaria para determinar el TS *in situ* de anchoveta fue recopilada durante los lances de pesca. Adem3s se realizaron mediciones del TS en sectores en los que se estableci3 previamente la presencia de la especie objetivo mediante los lances de pesca. Estas mediciones se realizaron con el barco detenido o navegando a velocidades inferiores a 2 nudos.

En las estaciones de medici3n del TS, los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos corto y medio con una tasa de sondeo autom3ticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utiliz3 t3picamente una escala de 25 m, almacen3ndose en medios magn3ticos. A fin de aumentar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detecci3n del EK-500, durante los experimentos se ajust3 el 3ngulo del haz en base a la talla promedio de los peces y a la profundidad de distribuci3n de los ecos.

Las estructuras de tallas de los peces insonificados fueron obtenidas de las muestras realizadas en los lances de pesca realizados durante, antes o despu3s de cada medici3n.



La informaci3n recolectada fue procesada mediante la opci3n del programa SIMBAD. Complementariamente, se utiliz3 el programa SONARDATA, para seleccionar los TS correspondientes a las tallas modales de los peces.

El principio general en las mediciones de TS *in situ* es que las modas en los histogramas de TS seorean con las modas en las distribuciones de tallas de los peces muestreados en las pescas.

Considerando que las eco-amplitudes se distribuyen aleatoriamente seg3n Rayleigh, es posible considerar que el 3rea dispersante de sonido del pez se distribuye exponencialmente pudiendo ajustarse a una funci3n de probabilidades de densidades (PDF) (MacLennan and Simmonds, 1992) seg3n:

$$PDF(\sigma) = (1/\bar{\sigma}) \exp(-\sigma/\bar{\sigma})$$

El TS corresponde a la ecuaci3n:

$$TS = 10 \log (\sigma / 4 \pi)$$

donde:

TS = intensidad de blanco (dB)

σ = 3rea dispersante (m²)

La relaci3n TS-Longitud del pez se ajusta a una ecuaci3n logar3tmica seg3n:

$$TS = a + b \text{Log}(L)$$

En esta ecuaci3n la pendiente "b" tiende a variar en torno a 20, valor que frecuentemente se adopta por convenci3n, permitiendo de este modo comparar facilmente las diferentes ecuaciones ajustadas a trav3s de la comparaci3n del intercepto, que para estos efectos se denomina "b20"



Finalmente, el coeficiente de ecointegración en número (C_n) se calculó según:

$$C_n = (4\pi x 10^{\frac{TS}{10}})^{-1}$$

El coeficiente de ecointegración en peso (C_b) se calculó según:

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

1.4 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada mediante dos procedimientos, que en general se aplicaron consecutivamente. Se realizó una inspección de los ecogramas y una identificación preliminar con el método acústico, el que también se utilizó en los sectores en que no fue posible efectuar lances de pesca ó para discriminar otras especies como jurel o bacaladillo y luego se corroboró en base a las capturas obtenidas con lances de arrastre a media agua.

1.4.1 Método acústico (Guzmán *et al.*, 1983)

Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según la expresión:

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



donde:

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersi3n de la agregaci3n 3 cardumen
- $C1$ = constante de calibraci3n electr3nica del equipo. En el caso del EK 500 est3 incluida en la salida calibrada del ecointegrador
- L = longitud de la agregaci3n (m)
- D = altura media de la seál remitida por la agregaci3n (m)

1.4.2 Pescas de identificaci3n

Con el objeto de validar la identificaci3n efectuada mediante el m3todo acústico y establecer el grado de mezcla interespecífico, en los sectores que las condiciones lo permitieron, se realizaron lances de pesca con una red de arrastre a media agua de 4 paneles de diseño ENGEL. Esta red es de 97 m de largo, sin copo, con 168 mallas de circunferencia en la boca, tamaño de malla estirada en las alas y cielo de 1800 mm, disminuyendo paulatinamente hasta 12 mm en el t3nel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m² de área y 750 kg de peso seco (300 kg peso húmedo), amantillada con 60 flotadores de 8" de diámetro, en paquetes de 10 dentro de bolsas de malla que se instalan en la relinga y 4 flotadores tipo hidrofoil de 40 litros cada uno, que se ubican dos en las puntas de las alas y dos en el centro de la boca, permitiéndose de este modo realizar pesca en superficie. El copo tiene aproximadamente 21 m con 122 mallas (4) de 24 mm de tamaño (210/39 nylon) y un cubrecopo de 11,6 mm. En el caso de lances con profundidad superior a los 10 m, se utiliz3 un net-sounder FURUNO para la verificaci3n de la profundidad y comportamiento de la red.

De las capturas obtenidas en el crucero se determinaron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos a la talla de las especies dominantes en las capturas, con especial énfasis en anchoveta aplicándose a las



lecturas acústicas en las ESDU, cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1992). De igual modo esta informaci3n fue comparada con la identificaci3n de las especies realizada mediante el m3todo acústico.

1.5 Procesamiento de la informaci3n acústica

El procesamiento de los datos fue realizado mediante los software SONARDATA y SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Los datos a ingresar a la base de datos son las lecturas acústicas por cada ESDU, las profundidades máximas y mínimas de la agregaci3n, la posici3n geográfica de cada ESDU, fecha, número y rumbo de la transecta. Adem3s, se ingres3 la informaci3n sobre temperatura y salinidades para cada estaci3n oceanográfica.

Posteriormente, la informaci3n fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistemático, eliminando los remuestreos y asegurando que la informaci3n seleccionada permitiera construir los mapas de distribuci3n que representara de mejor modo a los recursos.

Con tales datos se confeccionaron los mapas de distribuci3n espacial de los recursos detectados, los estimados de biomasa total y de la fracci3n reclutas y sus respectivas varianzas.



1.6 Estimaci3n de la abundancia y la biomasa

1.6.1 Estratificaci3n de la estructura de tallas

Se definieron subzonas en que las tallas de anchoveta, determinadas desde los lances de pesca, se estratificaron, registrando estructuras similares.

En cada subzona se agruparon los lances de pesca, determinándose una estructura de tallas com3n, con la que se obtuvo el aporte por cada talla y el correspondiente peso, derivándose el TS y el coeficiente de eointegraci3n.

Se probaron las estratificaciones de las tallas por subzonas, mediante el m3todo D3cima de Hip3tesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2 , la homogeneidad en distribuciones de tallas.

1.6.2 Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de anchoveta por subzona se estim3 que:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \hat{w}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

donde :

\hat{A}_k = abundancia a la talla k (en n3mero).

a = 3rea prospectada (mn^2), en cada subzona.

\hat{C}_{nk} = coeficiente de eointegraci3n a la talla k ($n/\text{mn}^2/S_a$)

\hat{w}_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).



- $\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.
- P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca agrupados por subzona.
- \hat{R}_k = estimador de raz3n a la talla k.

Siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R} P_k$$

El estimador de raz3n (\hat{R}) en cada subzona, se obtuvo mediante los m3todos Hansen, Wolter, Bootstrap y Variables Regionalizadas.

Para determinar el 3rea prospectada se utiliz3 el software Surfer 8.0. En 3l se digitalizaron los puntos de inicio y fin de la totalidad de las transectas realizadas durante el crucero. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se convirtieron a millas n3uticas a trav3s de su proyecci3n en coordenadas mercator. Posteriormente se construy3 una grilla equivalente al 3rea rectangular m3nima que contuviera el pol3gono de la zona en estudio. Sobre esta grilla se blanque3 el pol3gono formado por los puntos iniciales y finales de las transectas. A la cual se le aplic3 la funci3n Volumen, la cual entrega un reporte completo, incluyendo el 3rea plana encerrada, expresada en millas n3uticas cuadradas.

En el caso de la utilizaci3n del software EVA2, el 3rea de cada pol3gono de distribuci3n de la anchoveta (V) se calcula en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas n3uticas cuadradas de acuerdo a su correspondiente correcci3n por el coseno de la latitud media seg3n:

$$v (mn^2) = \text{Area}_{\text{grados}} * 3600 * \cos(\text{Lat}^\circ S)$$



- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón (\hat{R}) de las lecturas acústicas del ecointegrador (\hat{S}_a) por ESDU correspondiente a los métodos de Hansen *et. al.* (1953) y Wolter (1985) se calcula según:

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

donde:

- n = número de transectas de la muestra
- xi = densidad de la transecta i-ésima.
- yi = número de ESDU. en la transecta i-ésima.

- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} según el método Bootstrap se calcula según:

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

siendo \hat{R} 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.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución



del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la raz3n \hat{R} , s3lo en dicha 3rea (V) mediante la expresi3n:

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

Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas ac3sticas, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual 3rea de influencia, el estimador de Z_v se calcula como la media aritm3tica de los datos de S_a por intervalo b3sico de muestreo.

El c3lculo se realiz3 mediante el programa EVA 2. en este programa, la media, correspondiente a la biomasa, puede ser estimada mediante el krigging ordinario sobre los datos encerrados en el pol3gono V (Petitgas y Lafont, 1997; Petitgas and Prampart, 1993), estimador que se denomina kriger. En este programa el estimador kriger se obtiene hasta 200 datos, debido a que sobre dicho n3mero de datos el kriger se acerca a la media aritm3tica.

La lectura ac3stica del ecointegrador por ESDU corresponde a la expresi3n:

$$S_a = 4\pi S_v R_o^2 (1852m/mn)^2 (r_2 - r_1)$$

donde :

- S_v = coeficiente volum3trico de dispersi3n (m^2/m^2).
- R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
- r_2, r_1 = l3mites superior e inferior de la ecointegraci3n 3 de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.



1.6.3 Estimaci3n de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determin3n seg3n:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 [\hat{V}(\hat{C}_{nk})\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{V}(\hat{C}_{nk})]$$

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(P_k)\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k)P_k^2 - \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{V}(P_k)$$

mientras que la varianza de la biomasa se calcula seg3n:

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k)\hat{w}_k^2 + \hat{V}(\hat{w}_k)\hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k)\hat{V}(\hat{w}_k)$$

La varianza del coeficiente de eointegraci3n en n3mero (\hat{C}_{nk}) se determin3n seg3n:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2}(10)^{-2(0,1\overline{TS}_k+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

Donde:

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\alpha) + \log^2(L_k)\hat{V}(\hat{\beta}) + 2 \log L_k \text{cov}(\alpha, \beta)$$

Siendo:

α y β = coeficientes de la regresi3n TS-L.

L_k = longitud a la talla k.

Para dise1nos sistem3ticos como el aplicado en esta evaluaci3n, donde se considera un 3nico punto de arranque para la muestra, 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 poblaci3n en estudio no presenta periodicidad en relaci3n a la selecci3n de la muestra sistem3tica. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza de la raz3n.



- **Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen *et al.*, 1953)**

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

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 abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

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

- **Estratos agrupados (Wolter, 1985)**

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

donde:

$$s_{xy} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{\bar{x} \bar{y}}$$
$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$



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

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

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

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

donde:

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

siendo \hat{R} 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 abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2 Z_0) \})$$

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

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

y donde,

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



siendo f^{-1} la funci3n inversa de la distribuci3n normal est3andar y Z_{α} es el percentil superior de una normal est3andar.

- **M3todo de las variables regionalizadas**

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geogr3ficamente correlacionados mediante la ecuaci3n:

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

donde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) seg3n:

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

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

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

donde V es el 3rea de distribuci3n del recurso, (α, β) los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreos y n el n3mero de muestras en V .

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la funci3n de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos 3ltimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma (Petitgas (1991) y Rivoirard *et al.* (2000)).



La varianza σ_e depende de la estructura espacial a trav3s de tres factores geom3tricos; de la geometr3a del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposici3n entre los intervalos b3sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$.

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimaci3n de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posici3n relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado m3nimo de la varianza (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000). Para la obtenci3n de los estimadores geoestad3sticos, se utiliz3 el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

1.6.4 Estimaci3n del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variaci3n (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisi3n alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el porcentaje de error y coeficiente de variaci3n.

Porcentaje de error:

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

donde:

- $\hat{V}(\hat{B})$ = varianza de la abundancia 3 biomasa
- \hat{B} = Abundancia o biomasa
- T = test de Student
- α = nivel de significaci3n.

Coeficiente de variaci3n:

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



2. Objetivo B2. Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 1rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

2.1 Determinaci3n de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio.

2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua

La totalidad de los lances de pesca del B/C "Abate Molina" fueron muestreados a fin de determinar la captura total del lance y la composici3n espec3fica, realiz1ndose un muestreo aleatorio simple de las anchovetas, tendiente a obtener la composici3n de tallas por clase y su peso medio a la talla, as3 como un an1lisis biol3gico de las muestra, recolect1ndose estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extray1ndose otolitos.

En el caso que la sub estratificaci3n sea positiva, permitiendo crear estratos, los datos se tratan como un dise1o de muestreo bi-et1pico, tomando como unidades de muestra primaria a los lances y unidades secundarias a una sub-muestra de ejemplares del lance.

- **Muestreo de proporci3n**

En cada lance se sacaron tres cajas de 25 kg c/u aproximadamente, clasific1ndose y pes1ndose por especie, de este modo se determina la proporci3n de especies presente en el lance.



- **Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud consiste en seleccionar en cada lance 150 ejemplares al azar, aproximadamente 4 kilos, de anchoveta si el volumen de la muestra lo permite. Cada uno de los ejemplares se mide y clasifica por categoría de tamaños cada medio centímetro. Medidos con ictiómetro con escala desplazada en 0,25 cm, lo que entrega clases de tamaño de 0,5 cm.

Posteriormente, en cada categoría de tamaño, los ejemplares se clasifican por sexo (hembras, machos e indeterminados), se cuentan y pesan.

- **Muestreo biológico y de otolitos**

Esta actividad es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar N=150 ejemplares (aproximadamente 4 kilos). Este tamaño de muestra incluso excede el número estándar que se utiliza en el muestreo de peces pelágicos. En cada ejemplar se realizan las siguientes mediciones: longitud total, peso total, peso eviscerado, peso gónada, sexo y estado de madurez. Además se le extraen los otolitos. Todas las medidas se registran en los formularios de muestreo biológico y de otolitos.

- **Fijación de las muestras**

El material biológico que se considere importante preservar para su análisis en laboratorio en tierra, fue fijado en una solución diluida de 3 l de formalina (formaldehído 37%) en 22 l de agua de mar y 2,5 g de bórax en polvo.



2.1.2 Estructura de tallas

Se post- analizaron, las posibles estratificaciones de las tallas o pesos medios a la talla, de zonas o 1reas de caracteristicas similares mediante pruebas estadisticas chi- cuadrado (Conover, 1981) para probar hip3tesis de homogeneidad en distribuciones de tallas, para lo cual se utilizaron las estructuras de tallas y pesos medios especificos provenientes de los lances de pesca a mediagua, agrupados en sub-zonas, determin1ndose de este modo, las caracteristicas de las estructuras de longitudes y pesos medios especificos.

2.1.3 Estimador de la composici3n en talla (Cochran, 1977)

Los estimadores son expresados por estrato, en la eventualidad que el post-an1lisis de los datos indique la existencia de ellos.

Notaci3n

- H : indice de estrato (1,, L)
- K : 1ndice de clase de talla (1,..... K)
- L : 1ndice de lance (1, 2,.....)
- T : n1mero de lances en la muestra
- T : n1mero total de lances en el 1rea
- N : muestra de ejemplares en el lance (j= 1,.....n)
- X : captura en n1mero de ejemplares en el lance.
- Y : captura en peso en el lance.

$$P_{hk} = \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl} P_{hkl}}{\sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}}$$



donde:

$$p_k = \frac{n_k}{n}$$

a. Estimador de la varianza de P_{hk}

$$\hat{V}(p_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h} \right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\bar{X}_h^2} (p_{hlk} - p_{hk})^2 + \frac{1}{t_h T_h} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\bar{X}_h^2} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}} \right) S_{hl}^2$$

donde:

$$\bar{x}_h = \frac{1}{t_h} \sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}$$

$$S_{hl}^2 = \frac{1}{n_{hl} - 1} p_{hlk} (1 - p_{hlk})$$

donde la captura en número por lance es:

$$X_{hl} = \frac{Y_{hl}}{w_{hl}}$$

$$\bar{w}_{hl} = \sum_{j=1}^{n_{hl}} \frac{w_{hlj}}{n_{hl}}$$

2.1.4 Pesos medios a la talla

Notación

La notación es la misma que la presentada en el punto anterior y donde w_j representa el peso de cada ejemplar.



a. Estimador del peso medio a la talla por estrato

$$\bar{w}_{hk} = \frac{\sum_{l=1}^{t_h} X_{hl} \bar{w}_{hkl}}{\sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}}$$

donde:

$$\bar{w}_{hkl} = \frac{1}{n_{hkl}} \sum_{j=1}^{n_{hkl}} w_{hkjl}$$

b. Estimador para la Varianza de \bar{w}_{hk}

$$\hat{V}(\bar{w}_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h}\right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{X_h^2} (\bar{w}_{hkl} - \bar{w}_{hk})^2 + \frac{1}{t_h T_h} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{X_h^2} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hkl}^2$$

donde:

$$S_{hkl}^2 = \frac{1}{n_{hl} - 1} \sum_{j=1}^{n_{hl}} (w_{hkjl} - \bar{w}_{hk})^2$$

2.1.5 Expansi3n al 1rea total

a. Composici3n por talla

a1. Estimador de la composici3n por talla

$$p_k = \sum_{h=1}^L \frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} p_{hk}$$



b. Estimador de la varianza P_k

$$\hat{V}(p_k) = \sum_{h=1}^L \left(\frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} \right)^2 \hat{V}(p_{hk})$$

donde X_h representa la captura total en número para el estrato h .

c. Estimación del peso medio por talla para el área de estudio

c.1. Estimador del peso medio por talla

$$\bar{w}_k = \sum_{h=1}^L \frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} \bar{w}_{hk}$$

c.2. Estimador de la varianza w_k

$$\hat{V}(\bar{w}_k) = \sum_{h=1}^L \left(\frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} \right)^2 \hat{V}(\bar{w}_{hk})$$

2.1.6 Relación longitud/peso

La estructura de pesos se determina utilizando los pesos a la talla. Para analizar la relación entre la longitud y el peso de la anchoveta, se utiliza el análisis de regresión lineal simple linearizado. Este modelo estima los parámetros de las curvas vía mínimos cuadrados ordinarios. Puesto que la variable peso se relaciona con la variable longitud a través de una relación potencial, para ajustar la regresión se utiliza una transformación logarítmica, según el modelo:

$$y = \beta_0 x^{\beta_1}$$

$$\log(y) = \log \beta_0 + \beta_1 \log(x)$$



Donde:

y = peso de los ejemplares (g)

x = longitud de los individuos (cm).

β_0 y β_1 = parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión, que en términos biológicos corresponde al índice o tasa de crecimiento relativo.

Se ajustan los modelos por zona. Para conocer la significancia de las estimaciones se plantean las siguientes hipótesis, entre zonas de pesca, de la siguiente forma:

$$H_0 : \beta_1 \text{ es igual a } \beta_2$$

$$H_1 : \beta_1 \text{ distinto a } \beta_2$$

Para verificar si existen diferencias significativas entre los modelos ajustados, se realiza un análisis estadístico tendiente a verificar específicamente si existen diferencias entre los coeficientes de regresión estimados. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

donde:

$$t = \frac{b_1 - b_2}{S_{b_1 - b_2}}$$

donde:

$$S_{b_1 - b_2} = \sqrt{\frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_1} + \frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_2}}$$

$$(S_{yx}^2)_p = \frac{RSS_1 + RSS_2}{RDF_1 + RDF_2}$$



donde RSS1 y RSS2 corresponden a la suma residual de cuadrados de la regresi3n 1 y 2 respectivamente; RDF1 y RDF2 corresponden a los grados de libertad residuales de la regresi3n 1 y 2, respectivamente. La ecuaci3n tiene una distribuci3n t de student con $n_1 + n_2 - 4$ grados de libertad (Zar, 1974).

2.2 Descripci3n de los estadios de madurez de anchoveta.

El examen macrosc3pico de las g3nadas de anchoveta permite determinar sus estadios de madurez sexual, clasific3ndolas seg3n la escala de Simpson y Gil (1967); mediante la que se pueden distinguir en machos y hembras, seis estados de desarrollo gon3dico. Esta escala de maduraci3n sexual, presenta VI estadios de desarrollo de la g3nada a diferencia de (Holden y Raitt, 1975) que tiene V estadios y agrupa los estadios IV y V como IV.

Los juveniles de anchoveta presentan las g3nadas en un estado de inmadurez virginal a partir del cual se sigue una evoluci3n progresiva que se mantiene hasta que alcanzan la primera madurez sexual. Los adultos muestran ciclos peri3dicos con las g3nadas en diferentes estados, durante el a3o, y son procesos reversibles que se repiten a trav3s de la vida.

Las g3nadas de los ejemplares de anchoveta son clasificadas de acuerdo a la siguiente escala de madurez:



Estadios de las hembras

I. Inmaduros. Los ovarios son tubulares. Muy delgados, de aspectos brillantes y la coloraci3n es amarillenta p3lida. No se observan 3vulos. Se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral, inmediatamente detr3s del intestino y sobre la vejiga natatoria. Corresponden a ejemplares de longitud entre 7,5 y 10,0 cm.

II. Virginal en maduraci3n o adultos en recuperaci3n Se presentan m3s delgados y anchos, tubulares y m3s voluminosos y turgentes. La coloraci3n se acent3a m3s a un tono amarillo anaranjado. Aumenta el desarrollo arterial y se ve, a simple vista, como una red. En el interior se puede observar una masa formada por septos ov3ricos que nacen de la membrana y se dirigen hacia el lumen. Los tabiques se hallan bien adheridos entre s3 y contienen ovocitos de distintos tama1os y fases de desarrollo.

III. Maduro. Aumenta de tama1o conservando una forma aproximadamente cil3ndrica aunque son aplanados lateralmente y bastante t3rgidos. Se incrementa el suministro arterial. Son de color naranja intenso. Se observan 3vulos grandes, de formas ovalada y de color blanquecino opaco, separados en sus septos ov3ricos.

IV Hidratado. Han aumentado considerablemente de tama1o ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El di3metro sigue aumentando y se ensancha mucho m3s hacia delante, mientras que la extremidad posterior es m3s aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado mas intenso; los 3vulos son transl3cidos, desprendi3ndose f3cilmente de los fol3culos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una peque1a presi3n en la paredes de la g3nada.

Es dif3cil encontrar ejemplares en este estado, ya que se considera que el tiempo que separa este estado del siguiente es muy breve.

V Desovando. Han alcanzado su m3ximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y est3n en pleno proceso de desove. La coloraci3n var3a del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento ocasionando por la rotura de los septos ov3ricos, luego de alcanzar los 3vulos su maduraci3n total.

Ocurre a veces que las g3nadas pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovados y con 3vulos en pleno desarrollo.

VI Desovado. Corresponde al post-desove y los ovarios se tornan fl3cidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vac3as. Su color es anaranjado viol3ceo. La longitud est3 visiblemente reducida. El interior de la pared ov3rica presenta un aspecto hemorr3gico y los septos ov3ricos contienen ovocitos y 3vulos grandes y opacos en v3as de deformaci3n y reabsorci3n.

A esta fase de recuperaci3n sigue el estado de reposo, despu3s del cual s3 reiniciar un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.



Indice gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS) se determina según la expresi3n:

$$IGS = \frac{PO}{PT - PO} 100$$

donde:

PO = peso de la g3nada (g)

PT = peso total del ejemplar (g)

2.3 Proporción sexual

Para estimar la proporci3n sexual de las anchovetas por lances se utiliza la expresi3n:

$$\hat{PS} = \frac{n_i}{n}$$

donde: n_i corresponde al n3mero de ejemplares de anchovetas hembras y n corresponde al n3mero total de ejemplares presentes en la muestra.

2.5 Estimaci3n de la talla de primera madurez

La estimaci3n de la talla de primera madurez sexual se determin3 bajo el criterio de la fracci3n del 50% de ejemplares maduros, utilizando el modelo logístico, con la siguiente ecuaci3n (Arancibia *et al.*, 1994, Cubillos *et al.*, 1999; Cerna. J & Oyarz3n, C., 1998)

$$P_i = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 - \beta_1 LT)}$$



Donde P_i es la proporci3n de individuos sexualmente maduros a la longitud total (LT), β_0 y β_1 son constantes del modelo. El ajuste de la funci3n de madurez se realiz3 mediante una regresi3n lineal, de donde se obtienen los par3metros β_0 y β_1 con el software S-plus.

En la estimaci3n de la talla de primera madurez se utilizaron 2 criterios (Cerna. J & Oyarz3n, C., 1998).

- 1) Considerar como maduros los ejemplares que se encuentran en estado de madurez 2, 3 y 4.
- 2) Considerar como maduros los ejemplares que se encuentran en estado de madurez 3 y 4.

Luego la talla a la cual el 50 % de individuos se encuentra maduro, se calcul3 mediante la siguiente ecuaci3n:

$$P_{50\%} = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$$

2.6 Estimaci3n y composici3n de la edad de anchoveta

2.6.1 Estimaci3n de la edad

La estimaci3n de la edad de las principales especies de peces comerciales, es un procedimiento habitual que se realiza en el IFOP desde 1970, empleando para ello las marcas de crecimiento contenidas en los otolitos, escamas, v3rtebras, espinas.

En la identificaci3n de las marcas anuales de crecimiento juega un rol fundamental la experiencia del analista de edad, ya que es necesario distinguir los anillos verdaderos (anuales) de los falsos. En el proceso de an3lisis es posible reconocer algunos indicadores, criterios de asignaci3n, que permiten establecer la presencia de un anillo de crecimiento anual.



Los criterios de asignaci3n de edad de anchoveta han sido contrastados con expertos internacionales como la Dra. Beatriz Morales-Nin del Instituto Mediterr3neo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB) y miembro del EFAN (European Fish Ageing Network), a trav3s del Proyecto FIP 97-10 "Evaluaci3n Indirecta y an3lisis de la Variabilidad del crecimiento de sardina com3n y anchoveta en la zona centro sur" (Barr3a *et al.*, 1998) obteni3ndose buenos niveles de concordancia en los criterios de asignaci3n de edad.

2.6.2 Lectura de otolitos

El an3lisis de los otolitos de anchoveta se realiza mediante un microscopio estereosc3pico con luz reflejada, utilizando aceite como l3quido aclarador. Se emplea un aumento de 20X para registrar las siguientes mediciones:

- Diametro total del otolito (DT).
- Diametro de los anillos (D1, D2, D3...Dn).

Se identifica el tipo de borde, el cual corresponde a lo que indique la observaci3n con luz reflejada, de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

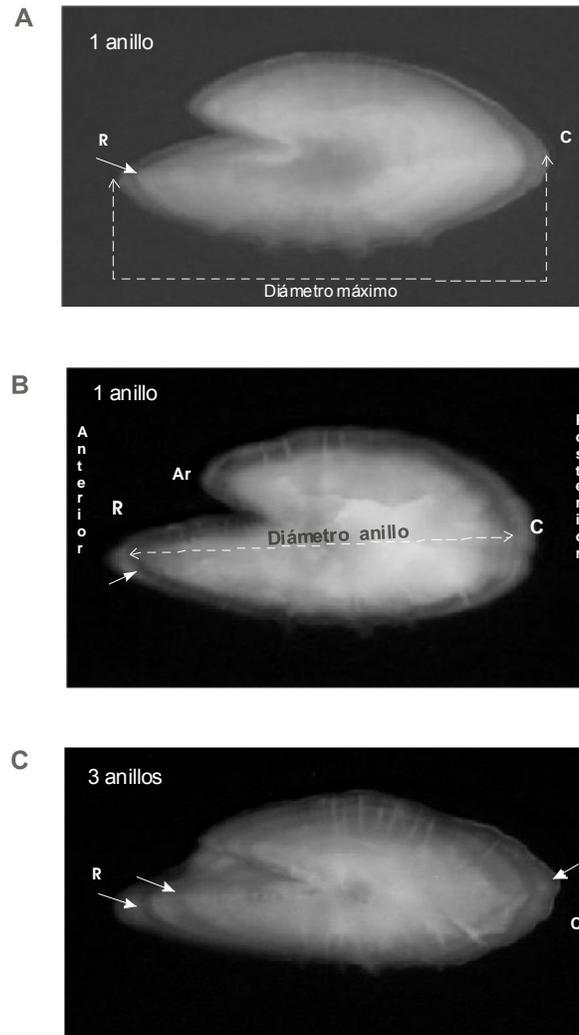
O = opaco

o = opaco peque1o

H = hialino

h = hialino peque1o

La lectura de otolitos se realiza sin conocer la talla de cada ejemplar, para lo cual las muestras se disponen en cartones, porta muestra, donde solo se especifica un n3mero que permite, a posteriori, relacionar la lectura con el muestreo biol3gico.



Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostru; C=cauda; Ar=antirrostru. Las imágenes muestran (A) otolito de un pez de 10 cm; (B)= de un pez de 11 cm y (C) pez de 14,5 cm de longitud total.



2.6.3 Clave edad-talla y Composición de edad de la captura

2.6.3.1 Clave Edad-Talla

Las claves edad-talla que son las matrices que permiten clasificar las edades de los individuos proyectados a grupos de edad (GE), según la longitud de los peces observados, se elaboran calculando la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos (Aguayo y Ojeda, 1981). La asignación de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo año (clase anual); corresponde a un número entero de años y se basa en el número de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al año de la captura el GE asignado.

El concepto básico de los modelos estructurados por edades es el de “cohortes”, el cual está referido a un grupo de peces de la misma edad y que pertenecen al mismo stock (Sparre y Venema, 1992) y es debido a ello que resulta adecuado trabajar en base a los grupos de edad mencionado anteriormente.

La clave edad-talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada estructura (sección de espina) por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

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

donde:

i : grupo de edad

j : longitud total del pez

q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud “j” de pertenecer a un GE dado

n_{ij} : número de individuos de edad “i” con longitud “j”

n_j : número total de individuos de longitud j.



Los criterios para la construcci3n de las matrices de edad (clave edad-talla) consistir3n en procesar con intervalos de clase cada 0,5 cm.

2.6.3.2 Captura en n3mero por Grupo de Edad

Denominada tambi3n como estructura de edad, corresponde a la expansi3n la abundancia mediante la clave edad-talla determinada. As3 esta composici3n corresponde a la matriz que representa la distribuci3n de los ejemplares que est3n presentes en la captura, por grupo de edad y por estrato de tama1o. Adem3s, se logra otra informaci3n como la longitud promedio por grupo de edad y sus varianzas.

2.6.3.3 Expansi3n de la captura en n3mero a los grupos de edad

Una de las principales componentes de los modelos anal3ticos es el conocimiento de la estructura de edades de las capturas para generar a su vez informaci3n del stock explotado. A partir de la abundancia en n3mero estimada para cada talla en la evaluaci3n hidroacustica, se proceder3 a expandir dicha abundancia por grupos de edad de la captura, de acuerdo al siguiente procedimiento:

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

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

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

donde:

N_j : n3mero estimado de individuos a la longitud "j"

N_{ij} : n3mero estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"

N_i : n3mero estimado de individuos a la edad "i"



Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporci3n con que participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodol3gico sealado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan expl3citamente toda la estructura interna de la captura en n3mero de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para c3lculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

2.6.3.4 Peso medio a la edad

Este estimador nos permite apreciar una seal de la condici3n biol3gica a la edad, al mismo tiempo de conocer el aporte medio por ejemplar de cada edad a la biomasa de las capturas. Variable que tambi3n es importante en las evaluaciones de stock de los recursos. Este indicador se relaciona con la estructura de tallas, la composici3n de la edad, el peso medio de los ejemplares por clases de talla y las capturas de la actividad extractiva.

La estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m3todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que en este estudio se opt3 por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a de Pienaar & Ricker, 1968.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, se pueden presentar dos casos, uno es cuando se est3 frente a un



crecimiento isométrico en donde b es igual a tres, y el otro es cuando b toma valores diferentes de tres, siendo de 2,5 a 3,5 un rango frecuente de observar.

El valor esperado de funci3n de W, $\Psi(L)$, es:

$$E(W) = a(\mu^n + a_1 \mu^{n-2} \sigma^2 + a_2 \mu^{n-4} \sigma^4 + a_3 \mu^{n-6} \sigma^6 + \dots)^b$$

donde el número de términos dependerá del exponente b.

- Objetivo B3.** Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, y relacionando además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluaci3n.

3.1 Distribuci3n espacial de los recursos

La informaci3n proveniente del crucero de prospecci3n, procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribuci3n geográfica, utilizando una escala de densidad (t/mn^2), determinada por la expresi3n (**Tabla 1**):

$$I = 75 (2^{(n-1)})$$

donde:

I = intervalo de densidad.

n = representa el nivel de la categoría, siendo $0 < n \leq 4$.

Lo anterior, permite visualizar claramente las áreas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).



Los mapas de distribuci3n espacial de anchoveta, se confeccionaron mediante el uso de los m3dulos de grillado y mapeo del software Surfer6 (Kleckner, 1996). La interpolaci3n se realiz3 mediante el m3todo de la distancia inversa al cuadrado. La caracterizaci3n de las estructuras espaciales de anchoveta se realiz3 mediante el uso de variogramas, herramienta anal3tica que permite describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.* 1996, Maynou *et al.* 1998).

En el m3todo geoestad3stico, los datos son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 3rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$ como funci3n de su distancia h , definida mediante la ecuaci3n:

$$2\gamma(x, h) = E[Z(x) - Z(x + h)]^2$$

La asunci3n de estacionaridad de segundo orden en el m3todo intr3nseco, requiere que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $\gamma^*(h)$ como:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_i [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(h)$ el n3mero de pares de datos en la distancia h .

El ajuste del variograma experimental a un modelo matem3tico, se efectu3 de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) de:

Modelo esf3rico:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & |h| = 0 \\ c_0 + c_s \left\{ \frac{3}{2} \left(\frac{|h|}{a_s} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{|h|}{a_s} \right)^3 \right\} & 0 < |h| \leq a_s \\ c_0 + c_s & |h| > a_s \end{cases} \theta$$



Modelo exponencial:

$$\gamma(h) = c_0 + c_s \left(1 - e^{-\frac{h}{a}} \right)$$

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s representa la varianza estructural del modelo de variograma y a_s el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlaci3n. La suma de ambas variabilidades ($c_0 + c_s$), representa el “sill” o nivel m3ximo de variabilidad de los datos.

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realiz3 mediante el m3todo de m3nimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la funci3n:

$$\sum_{i=1}^H |N(h_{(j)})| \left\{ \frac{\hat{\gamma}(h_{(j)})}{\gamma(h_{(j)})} - 1 \right\}^2$$

Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_j)$ y al inverso de $\gamma(h_j)^2$, lo que tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma permitiendo obtener un buen ajuste en las cercan3as de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000).

La distribuci3n batim3trica de los recursos detectados se presenta en histogramas de frecuencia del n3mero de card3menes registrados a la profundidad. La profundidad corresponde al promedio de los valores m3ximos y m3nimos en que se detect3 el cardumen.

Los mapas de distribuci3n espacial se confeccionaron realizando una interpolaci3n seg3n el m3todo de la distancia inversa al cuadrado entre las ESDU y transectas



cercanas, trazando l3neas de isodensidad seg3n las categor3as se3aladas anteriormente.

3.2 3ndices de ocupaci3n y abundancia relativa

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregaci3n relativo de los reclutas de anchoveta, se utilizan los 3ndices de Densidad y de Ocupaci3n (Castillo y Briones, 1987). El 3ndice de ocupaci3n indica el porcentaje del 3rea ocupada efectivamente por la especie, dando una idea acerca del grado de agregaci3n presentado por la especie en el momento de la prospecci3n. Su c3lculo se realiza seg3n:

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

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

donde:

- k = n3mero de observaciones ac3sticas con presencia de recurso
- z = n3mero total de observaciones ac3sticas en el crucero
- Sa_{ij} = lecturas ac3sticas en la i-3sima ESDU, seg3n la norma internacional, de la j-3sima transecta
- C_b = coeficiente de eointegraci3n
- IC = 3ndice de ocupaci3n (%)
- ID = 3ndice de densidad en t/mn²



3.3 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas en la I y II Regiones durante el verano del 2007.

3.3.1 Información Meteorológica

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas nocturnas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se realizaron además estaciones a 1 mn de la costa en las transectas intermedias de prospección acústica. El total de estaciones fue de 989 (Fig. 3).

3.3.2 Muestreo de Temperatura, salinidad, oxígeno y clorofila-a

En cada estación del crucero se obtuvo registros verticales continuos de temperatura (°C) y salinidad con profundidad hasta un máximo de 500 m, mediante el uso de un CTD marca Sea Bird modelo 19, equipado con bomba, fluorómetro SEAPOINT y sensor de oxígeno, operado en modo auto contenido.

Para la toma de muestras de agua se utilizaron botellas Niskin de 5,0 L dispuestas en un muestreador automático tipo ROSETA. Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto se recolectaron muestras de agua, a profundidades estándares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200 y 300 metros como máximo.

Con las muestras de agua recolectadas se realizaron a bordo los análisis conducentes a la obtención de la concentración de oxígeno disuelto (OD), mediante el método Winkler modificado por Carpenter (1965), clorofila-a según la metodología descrita más adelante y los análisis de salinidad que fueron efectuados también a bordo con un salinómetro digital marca TSK modelo DIGIAUTO.



Durante la realizaci3n de las estaciones bio-oceanogr3ficas se registr3 informaci3n meteorol3gica de car3cter b3sico: temperatura del aire (bulbo seco y h3medo), presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y direcci3n de las olas. En el registro se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Los datos de viento corresponden al valor predominante observado durante la ejecuci3n de la estaci3n. Durante la navegaci3n se recopil3 tambi3n informaci3n del viento en forma horaria que corresponde al valor predominante observado.

Para los an3lisis de clorofila-a, se colect3 un total de 596 muestras a las profundidades est3ndar mencionadas hasta un nivel m3ximo de 100 m. Las muestras se filtraron *in situ* con un sistema de filtrado m3ltiple, utilizando filtros de fibra de vidrio (MFS GF-75, 0,7 μm , 25 cm de di3metro) (Jeffrey *et al.*, 1997), con un volumen de filtrado estandarizado en 50 mL, almacen3ndose 3stas en nitr3geno l3quido hasta su posterior an3lisis.

La extracci3n de la muestra para el an3lisis de clorofila-a, se realiza en forma pasiva, con una soluci3n acuosa de acetona al 90 % v/v, por un per3odo de 24 horas y a ca. - 20°C. La lectura del sobrenadante se efectu3 en ambiente de baja luminosidad con la t3cnica fluorim3trica con y sin acidificaci3n descrita en Parsons *et al.* (1984), utilizando para tales efectos un fluor3metro digital marca Turner Designs, modelo 10AU, calibrado con un est3ndar puro de clorofila-a marca Sigma Chemicals.

Con respecto a la estandarizaci3n del volumen de agua a ser filtrada (50 mL), cabe se3alar que al utilizar un fluor3metro digital de 3ltima generaci3n, como el Turnes Designs 10 AU, los niveles de detecci3n pueden llegar a ser de ng/L 3 ó 10⁻⁹ g/L, toda vez que estos equipos tienen un fotomultiplicador altamente sensible al rojo y que ha sido especialmente dise3ado para este trabajo anal3tico. Adicionalmente, si se



considera que la biomasa fitoplanct3nica para toda la zona muestreada est3 en el rango 0,2 a 30 $\mu\text{g/L}$ (o mg/m^3) aproximadamente, 3sta se ajusta adecuadamente a la sensibilidad del equipo utilizado, lo que permite estandarizar los vol3menes de muestreo sin que haya efecto sobre la cuantificaci3n.

Este dise1o de muestreo y an3lisis est3 siendo utilizado en la actualidad por el Instituto del Mar del Per3 – IMARPE – y fue propuesto como est3ndar de trabajo en el Taller Regional de Intercalibraci3n sobre monitoreo del impacto biol3gico del ENOS en Am3rica Latina en Lima Per3.

3.3.3 Procesamiento de la informaci3n

La informaci3n del CTD del crucero se proces3 de acuerdo a procedimientos est3ndar recomendados por el fabricante. El control de calidad de los datos del CTD se realiz3 con la informaci3n de temperatura y salinidad obtenida en terreno con otro CTD Sea bird 19 equipado con bomba, desplegado en forma simultanea.

Con los datos del crucero ya procesados se confeccionaron las cartas de distribuci3n superficial y vertical de las variables: temperatura, salinidad, ox3geno y densidad ($\sigma\text{-t}$). Con los datos verticales se obtuvo informaci3n de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad de la base, temperatura base, gradiente de temperatura promedio y m3ximo, profundidad del m3ximo gradiente), y el l3mite superior de la capa de m3nimo OD (profundidad), realiz3ndose las respectivas cartas y su posterior an3lisis.

Con respecto a la metodolog3a de c3lculo de estas estructuras verticales (eg. capa de mezcla, termoclina, y capa de m3nimo OD) el criterio a utilizar fue el siguiente:

- Capa de mezcla: Se considera como espesor de la capa de mezcla, la profundidad de la capa de agua superficial que presente una diferencia menor a $0,1^\circ\text{C}$, 0,1 psu y $0,1 \text{ Kg/m}^3$ con los datos correspondientes observados en el primer



metro de la columna de agua. Los datos de observaci3n de esta variable fueron los datos de CTD.

- Termoclina: Se define como termoclina la capa de agua que present3 una variaci3n de temperatura mayor o igual a 0,1°C/m. Los c3lculos de gradiente para la definici3n de termoclina y el valor de gradiente m3ximo se obtuvo por diferencia de temperatura entre dos niveles consecutivos (cada un metro). El valor de gradiente promedio se obtuvo de los gradientes metro a metro que se registraron en la termoclina.

- L3mite de la capa de m3nimo ox3geno disuelto: Corresponde a la profundidad de ubicaci3n de la concentraci3n de 1 mL/L de ox3geno disuelto. Dado que los datos obtenidos en terreno son discretos, la ubicaci3n en la columna de agua de los l3mites superior e inferior de esta capa, se obtuvo por interpolaci3n lineal.

Para el c3lculo de densidad del agua se utiliz3 la ecuaci3n internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero and Poisson (1981) y UNESCO (1981a y 1981b), que corresponde a la siguiente expresi3n:

$$\rho = \rho_o + AS + Bs^{3/2} + Cs^2$$

(Densidad del agua de mar (ρ) y densidad del agua pura (ρ_o) en kg/m³, Temperatura (t) en °C, Salinidad (s) en psu)

Donde:

$$\begin{aligned} A &= 8.24493 \times 10^{-1} - 4.0899 \times 10^{-3} t + 7.6483 \times 10^{-5} t^2 - 8.2467 \times 10^{-7} t^3 + 5.3875 \\ &\quad \times 10^{-9} t^4 \\ B &= -5.72466 \times 10^{-3} + 1.0227 \times 10^{-4} t - 1.6546 \times 10^{-6} t^2 \\ C &= 4.8314 \times 10^{-4} \end{aligned}$$



$$\rho_o = 999.842594 + 6.793952 \times 10^{-2} t - 9.095290 \times 10^{-3} t^2 + 1.001685 \times 10^{-4} t^3 \\ 1.120083 \times 10^{-6} t^4 + 6.536336 \times 10^{-9} t^5$$

Para se1alzar la densidad se utilizar1 la denominaci3n sigma-t. Un valor sigma-t expresa para 1 cm³ el n1mero de miligramos que sobrepasa la unidad.

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981c); por conveniencia se anotan omitiendo el factor 10⁻³.

Para el nivel superficial se presentan valores de anomal1a estacional de temperatura, salinidad, como tambi3n a nivel subsuperficial que corresponde al de profundidad de la isoterma de 15°C. Estos valores fueron obtenidos de los promedios mensuales (Reynolds, 1982; Blanco, 1996; Rojas y Silva, 1996) y que fueron actualizados por IFOP durante la ejecuci3n del proyecto FIP N° 2001-01 "Monitoreo de las Condiciones bio-oceanogr1ficas en la I y II Regiones, a1o 2001", seg1n la metodolog1a indicada por Blanco *et al.* (2001).

Para el an1lisis estacional de las masas de agua se confeccionaron diagramas T-S para las transectas cada 1° de latitud. Se calcul3 el porcentaje de participaci3n de las masas de agua (PPM): Subtropical, Subant1rtica y Ecuatorial subsuperficial de cada transecta. Los PPM de cada estaci3n se obtuvieron mediante el m3todo del tri1ngulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gr1fica como secciones verticales. Los valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los tri1ngulos de mezcla se muestran en la **Tabla 2**.

Con los datos de viento horario obtenidos durante la ejecuci3n del crucero se elabor3 una carta de intensidad y direcci3n, las cuales se utilizaron principalmente en la interpretaci3n de los datos oceanogr1ficos superficiales. Lo anterior permite discutir la



posible asociaci3n de anomalías t3rmicas superficiales con el comportamiento del viento, justificando así los valores de anomalía encontrados.

Los vientos horario medidos durante la navegaci3n fueron corregidos en forma vectorial, restándose el efecto de navegaci3n de la embarcaci3n de acuerdo a la siguiente expresi3n:

$$\mathbf{V_r} = \mathbf{V_m} - \mathbf{V_b}$$

Donde:

V_r = vector del viento real

V_m = vector del viento medido durante la navegaci3n

V_b = vector del viento relativo producido por la navegaci3n del buque

Con la informaci3n de viento horario se calcul3 tambi3n el índice de surgencia (IS) instantáneo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y a partir de estos se obtuvo el IS promedio de las observaciones realizadas cada 1° de latitud. El IS promedio fue representado por flechas en una carta de la zona, indicando en forma proporcional la magnitud del transporte y la direcci3n de éste.

El Índice de Surgencia instantáneo se expresa como transporte Ekman hacia el Oeste (M_x) por la siguiente ecuaci3n:

$$\mathbf{M_x} = \mathbf{t_y} / \mathbf{f} \quad (1)$$

donde:

M_x = transporte de masa hacia el oeste

t_y = coacci3n del viento sobre la superficie en la direcci3n norte-sur

f = parámetro de Coriolis



siendo:

$$f = 2 \omega \text{ Sen } (I) \quad (2)$$

donde en (2) :

ω = velocidad angular de la tierra

I = latitud del lugar

a su vez, de la ecuaci3n 1:

$$t_y = r_a C_d v |W| \quad (3)$$

donde en (3):

r_a = densidad del aire (1,25 Kg/m³)

C_d = coeficiente de arrastre (0,0013 sin dimensiones)

v = componente norte sur de la velocidad del viento

$|W|$ = magnitud de la velocidad del viento

El valor de C_d (coeficiente de arrastre) que se utiliz3 en los c3lculos fue igual a 0,0013 de acuerdo a Bakun y Parrish, (1982).

Con la informaci3n de viento horario registrado durante la navegaci3n se determin3 tambi3n el 3ndice de turbulencia (IT), el cual corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (W^3) (Bakun y Parrish, 1982). Con la informaci3n de los datos individuales de IT se obtuvo un valor de IT promedio costero dentro de un grado de latitud. Los valores promedio fueron graficados como barras sobre una carta que muestra la zona de estudio.



La información meteorológica obtenida en cada una de las estaciones bio-oceanográficas será remitida al CENDOC a fin de mantener actualizada la base de datos meteorológica del país.

La determinación de la “condición de normalidad de la zona”, se realizó considerando los valores de anomalías de las variables temperatura, salinidad, profundidad de la isoterma de 15°C, y su respectiva desviación estándar. Así también se utilizó la información de viento *in situ* y satelital, TSM satelital, circulación geostrófica (medida con satélite) para analizar procesos locales de mesoescala que pueden estar definiendo las condiciones encontradas.

En términos generales, la aparición de condiciones anómalas para la zona y período de estudio, está dada por valores de 1 desviación estándar respecto del promedio histórico en temperatura y salinidad superficial, discutiéndose la causa de la anomalía registrada. Las condiciones subsuperficiales son discutidas también respecto de las condiciones superficiales y los posibles procesos que están ocurriendo o se desarrollaron previamente en la zona.

Respecto a la clorofila, una vez cuantificadas las muestras, la información fue codificada, digitada y geo-referenciada por profundidad de origen. Esta información permitió confeccionar cartas de distribución vertical para todas las transectas, además de las cartas superficiales. Los resultados de clorofila-a y de los productos de degradación o feopigmentos se expresan en µg/L.

La concentración de los productos de degradación de la cloa o feopigmentos (feop) fue analizada solamente como un índice relativo de la degradación de la biomasa fitoplanctónica activa.



Para la adecuada representaci3n de la estructura biol3gica de toda la columna, se calcul3 el valor de la clorofila-**a** integrada (Lohrenz *et al.*, 1988), utilizando la siguiente ecuaci3n:

$$\sum Cloa = \sum_0^{100} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$

Donde:

i = son las profundidades de muestreo discretas.

C_i* y *C_{i+1} = son las concentraciones de clorofila ($\mu\text{g/L}$), en la profundidad ***i***, desde superficie a la profundidad m3xima de 100 m.

D_i* y *D_{i+1} = son las profundidades respectivas (m).

Este c3lculo expresa la clorofila-**a** de toda la columna en unidades de 3rea (mg/m^2), lo que permite representar adecuadamente los m3ximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanct3nica, los que pueden ser subestimados si se considera s3lo la clorofila-**a** superficial. Esta informaci3n se entrega en cartas de distribuci3n tanto para la clorofila integrada como para los feopigmentos integrados.

Con los datos disponibles se realiz3 un an3lisis exploratorio de modelaci3n entre: a) clorofila-**a** superficial y clorofila-**a** integrada, b) clorofila total (clorofila -**a** + feopigmentos) y fluorescencia in vivo y c) clorofila total y clorofila satelital. El modelo que mejor represent3 las relaciones correspondi3 a una relaci3n lineal del tipo:

$$Y = \alpha + \beta X$$



3.3.4 Distribuci3n espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital.

Para el an3lisis de la estructura termica superficial se recibieron 11 im3genes, que corresponden a promedios semanales de TSM. Las primeras 10 corresponden a los cruceros (RECLAN) anteriores y ser3n utilizadas para el an3lisis hist3rico. Estas im3genes corresponden a datos Pathfinder version 5.0, provenientes del radi3metro de alta resoluci3n (AVHRR) a bordo de los sat3lites NOAA. La imagen restante y 3ltima, corresponde al crucero realizado en febrero de 2007, con datos MODIS, provenientes del espectralradi3metro a bordo del sat3lite MODIS Aqua (NASA). Ambos tipos de datos satelitales fueron obtenidos de PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center).

Se utiliz3 s3lo una imagen promedio para cada crucero, escogiendo las que contengan el mayor porcentaje de datos no contaminados por nubes. Las fechas se se3alan en la **Tabla 3**:

Para las im3genes obtenidas con datos Pathfinder, se realiz3 principalmente un an3lisis visual de los datos para poder discriminar entre las nubes y los datos de TSM. Para esto se tomaron como referencia los datos de temperatura superficial *in situ* obtenidos en los cruceros y se realizaron histogramas de frecuencia de los datos satelitales, separando la franja costera del sector oce3nico, ya que existe una diferencia significativa entre las temperaturas de estos. En los histogramas se encontr3 distribuci3n del tipo gaussiano o normal y en base a esto se eliminaron los datos que notoriamente estaban fuera de esta distribuci3n.

Para las im3genes obtenidas de los datos MODIS se cuenta con un matriz de calidad, la que indica la confiabilidad de los datos, indicando los que corresponden a continente y nubes, entre otros parametros. Con esta matriz se



procedi3 a filtrar los datos, dejando s3lo los datos de mayor calidad, sin nubes y continente.

Tambi3n se calcul3 la anomal3a de temperatura satelital, en base a la climatolog3a satelital, que abarca desde 1985 hasta 2005. Este par3metro fue obtenido de la diferencia entre la carta satelital y el mes de la climatolog3a correspondiente.

El prop3sito de utilizar cartas promediadas semanalmente es el de obtener una buena visualizaci3n de los fen3menos t3rmicos superficiales y minimizar el efecto de la nubosidad, lo anterior se sostiene en dos fundamentos principales: primero, Pizarro *et al.* (1994), al describir el comportamiento de las fluctuaciones interdiarias, indica que los eventos de surgencia tienen una respuesta temporal de 8 o m3s d3as, por otro lado Barbieri *et al.* (1995), al efectuar un an3lisis multitemporal de las im3genes diarias en la zona norte, llega a la conclusi3n que los procesos asociados con la estructura t3rmica superficial y/o eventos de surgencia tienen una moda de 8 d3as.

3.3.5 Distribuci3n espacial y temporal de la clorofila superficial del mar

Para el an3lisis de la clorofila superficial del mar, se recibieron y procesaron 4 im3genes satelitales diarias para febrero 2007, simult3neas al periodo del crucero. Dichas im3genes son de alta resoluci3n y fueron derivadas del sensor SeaWiFS a bordo de sat3lites SeaStar. Las im3genes fueron geo-referenciadas y re-muestreadas con el objeto de obtener los valores de Clorofila. El tratamiento de las im3genes se realiz3 con el software IDRISI.



Al igual que las imágenes de TSM satelital, la disponibilidad de imágenes de Cloa también es condicionada por la nubosidad existente en la zona de estudio, ya que la forma de registro del sensor no realiza mediciones a través de las nubes.

Finalmente, con el objeto de validar las cartas de Clorofila satelital, éstas fueron contrastadas con datos recolectados *in situ*.

3.3.6 Imágenes satelitales del régimen de viento

Los datos de anomalía del nivel del mar y el campo superficial de corrientes geostróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretación, Validación y Almacenamiento, conocido en su sigla en inglés como AVISO (<http://www.aviso.oceanobs.com/>), con una resolución espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Estos datos satelitales son el resultado del procesamiento combinado de todos los satélites disponibles usando una interpolación óptima y tomando en cuenta los errores a lo largo de la longitud de onda (Ducet *et al.* 2000). La combinación de diferentes satélites proporciona mapas con una reducción significativa del error (hasta un 30%) comparado con cualquiera de los datos comparado en forma individual, y además proporciona mapas más realistas que los datos en forma individual, mejorando la descripción de la variabilidad de mesoescala del océano. Se obtuvo las imágenes de todo el mes pero se entregan en este informe sólo los días 1, 7, 14 y 20 de febrero, los cuales ilustran la condición mensual de esta variable. La resolución de este tipo de imágenes no entrega información del área costera de la zona de estudio (aproximadamente las primeras 20 mn).



Para la comparaci3n hist3rica se analizaron im3genes correspondientes a la fecha en que se realiz3 el crucero del a1o 2001, especifcamente de los d1as 5, 12 y 19 de diciembre.

3.3.7 Informaci3n satelital de la circulaci3n geotr3fica superficial

Datos diarios del campo vectorial superficial del viento del oc3ano son obtenidos del sat3lite QuickSCAT Nivel 3, estos datos son creados para proporcionar de una manera simple y global datos vectorial del viento para el uso en investigaciones del cambio clim3tico global y la interacci3n aire-oc3ano (Jet Propulsi3n Laboratory SeaWinds Project, disponible en <http://winds.jpl.nasa.gov/missions/quikscat/>). Este sensor remoto fue lanzado el 19 de junio de 1999 y es un radar de microondas especializado que mide velocidad y direcci3n del viento cercano a la superficie sobre los oc3anos. Estos datos est3n actualmente disponibles en Formato de Datos Jer3rquico, conocido en su sigla en ingl3s como HDF (Hierarchical Data Format) y existen desde julio de 1999 a la fecha.

Las im3genes del campo vectorial del viento tienen una cobertura global y una resoluci3n espacial de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$. Im3genes separadas est3n disponibles para el paso ascendente y el descendente, de manera de facilitar el uso de este producto para los estudios afectados por tendencias diurnas. De cualquier modo, las im3genes del paso ascendente y descendente pueden ser f3cilmente combinadas para obtener mapas de vientos diarios. Adem3s, los datos del nivel 3 dan una grilla global de 1440 p3xeles en longitud por 720 p3xeles de latitud (grilla de $0,25^\circ$). Se obtuvo y analizaron las im3genes de viento de todo el mes pero se entregan en este informe s3lo los d1as 1, 7, 14 y 20 de febrero para la caracterizaci3n del r3gimen de vientos presente en el 3rea de estudio durante el crucero.



Por otro lado, de los datos de viento disponibles se obtuvieron dos series de tiempo, para posteriormente calcular el transporte perpendicular a la costa (Índice de Surgencia instantáneo o transporte Ekman hacia el Oeste) utilizando la metodología señalada más adelante. Una de las series obtenidas corresponde a punta Patache y la otra a la península de Mejillones. Se escogieron estas zonas por presentar temperaturas y anomalías de TSM relativamente bajas según los datos de TSM satelital. Las series se obtuvieron extrayendo de las matrices, que representan los datos, el punto más cercano al sector de interés, los que corresponden a 19°30'S y 70°45'W para el sector de punta Patache y a 23°30'S y 70°45'W para la península de Mejillones.

3.3.8 Comparación histórica de las condiciones oceanográficas

Se realizó una comparación histórica de las condiciones oceanográficas encontradas durante los anteriores cruceros RECLAN en la I y II región (**Tabla 4**) y también dentro de un marco ambiental regional (Pacífico Ecuatorial). Los cruceros realizados son 8 y abarcan desde el año 1995 al 2001.

Para tal efecto se realizó una descripción de la información de variables superficiales, subsuperficiales (cuando las había disponible) y/o con información obtenida con percepción remota. Se trabajó con las siguientes variables: anomalía de temperatura (*in situ* y satelital) y salinidad superficial del mar (*in situ*), profundidad de la termoclina, profundidad de la isoterma de 15°C y circulación geostrofica superficial del sector oceánico (sólo para los cruceros de los años 2001 y 2007), presencia e intensidad de frentes térmicos generados por surgencia en el sector costero, ubicación de los núcleos de clorofila y de las condiciones anormales generadas por el evento cálido El Niño 1997-1998. También se obtuvo una serie de tiempo del transporte perpendicular a la costa en punta Patache y la península de Mejillones con



el fin de asociarla a los datos hist3ricos de TSM satelital y su correspondiente anomalía.

El cálculo de las anomalías hist3ricas de las variables temperatura, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C se realizó con la misma metodología ya descrita. El análisis de la presencia e intensidad de los frentes de surgencia se realizó utilizando las imágenes de TSM de los cruceros y/o mediante la informaci3n de TSM satelital

La informaci3n para el análisis de la circulaci3n geostrófica superficial de los cruceros anteriores fue obtenida segun la metodología ya indicada.

3.4 Oferta ambiental del alimento en las Regiones I y II en el verano del 2007

Las muestras fueron obtenidas en 39 transectas bio-oceanográficas, desde estaciones localizadas a 1, 5, 10 y 20 millas náuticas (mn) de la costa, y en las inter-transectas se trabaj3 en una estaci3n ubicada a 1 mn, completándose un total de 99 estaciones (**Fig. 3**).

3.4.1 Microfitoplancton y microzooplancton

3.4.1.1 Composici3n Específica

En cada estaci3n se obtuvieron muestras para el análisis cualitativo y cuantitativo de la componente planctónica. Para el análisis de los grupos y especies del fitoplancton y microzooplancton se tomaron muestras con una red de 20 µm de abertura de malla mediante arrastres verticales desde 50 m de profundidad a superficie, las que fueron fijadas con formalina al 4% neutralizada con b3rax.



3.4.1.2 Abundancia y espectro de tama1os

Las muestras para la determinaci3n de la abundancia celular fitoplanct3nica y de individuos del microzooplancton, fueron obtenidas mediante el uso de botellas Niskin desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad. Una submuestra de 250 mL fue fijada con una soluci3n de lugol-ac3tico 1% y se destin3 para el recuento de c3lulas fitoplanct3nicas. Para el recuento del microzooplancton 4 litros de muestra fueron filtrados a trav3s de un tamiz de 20 μm y el material retenido fue fijado con una soluci3n de Lugol-ac3tico 1% m3s 1 mL de formalina al 4% neutralizada. Se obtuvo un total de 99 muestras de red para cada grupo y 495 muestras de agua.

La identificaci3n de grupos y especies de fitoplancton y microzooplancton se realiz3 mediante microscop3a de contraste de fases, literatura especializada y t3cnicas de apoyo. Los recuentos se llevaron a cabo siguiendo la metodolog3a para microscopio invertido seg3n lo descrito por Sournia (1978) y Villafa1e y Reid (1995). Las mediciones fueron hechas seg3n Hillebrand *et al.* (1999), considerando individuos solitarios y en cadena.

Para el recuento, medici3n e identificaci3n a nivel de grupos mayores de individuos zooplanct3nicos, se llev3 a cabo un an3lisis automatizado utilizando el software Zooimage (Grosjean *et al.*, 2004). Cada muestra de zooplancton fue te1ida con Rosa de Bengala al 0,5% y lavada en alcohol al 70% y en agua. Los organismos fueron separados manualmente y digitalizados en esc3ner HP Scanjet 4070 a 800 dpi (24 bits). Una vez digitalizadas todas las estaciones se trabaj3 directamente con el software, el cual reconoce los organismos te1idos, enumer3ndolos y midi3ndolos. Luego se procede a su clasificaci3n en grupos utilizando el training set. El "training set" es un archivo, construido previamente, conformado de im3genes y mediciones de cada taxa.



3.4.2 Zooplancton

Para el análisis del zooplancton el muestreo fue realizado mediante arrastre vertical desde 100 m a superficie, con una red WP-2 con malla de 300 μm , equipada con medidor de flujo. El material biológico colectado fue fijado inmediatamente con formalina al 5% neutralizada con bórax.

3.4.2.1 Biomasa

La biomasa zooplanctónica fue estimada como peso húmedo, estandarizando los valores en gramos por 1000 m^3 de agua filtrada.

3.4.3 Análisis de la Información

Para la construcción de gráficos de distribución horizontal del fitoplancton y microzooplancton los valores de abundancia y de tamaños fueron integrados utilizando la fórmula de Hasle (1969). Para los gráficos de distribución vertical se obtuvo un promedio de transectas las cuales fueron seleccionadas para cada grupo en base a la distribución de las abundancias.

Para cada una de las transectas, incluyendo la información de la inter-transecta subsiguiente, se definieron especies de diatomeas y flagelados, y grupos del microzooplancton, en función de su aporte porcentual al total de la abundancia. Para esto se consideraron aquellos grupos y especies que contribuyeron con valores iguales o superiores al 1%. De esta forma se definió un gradiente latitudinal de los grupos y especies responsables de las abundancias y de los tamaños observados en la componente horizontal.

Con la finalidad de determinar diferencias en términos de la distribución de la componente planctónica, un análisis de K-media (Wilkinson y Engelman, 2005) fue



aplicado a la información de las abundancias totales por transecta del fitoplancton, microzooplancton y biomasa zooplanctónica.

3.5 Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la anchoveta.

Se efectúa un análisis espacial de la distribución y abundancia de anchoveta y de las variables biooceanográficas temperatura, salinidad, anomalía potencial de la densidad del agua de mar (Sigma-t), oxígeno disuelto y abundancia fito y zoo planctónicas en las capas superficiales y de mayor frecuencia de cardúmenes y la variable bio-oceanográfica clorofila “a” integrada hasta 50 metros de profundidad.

3.5.1 Procesamiento de la información

La información de distribución de anchoveta proviene de la prospección hidroacústica. Las variables oceanográficas temperatura (°C), salinidad (psu), Sigma-t (Kg/m³), oxígeno disuelto (ml/l), y clorofila “a” integrada en los primeros 50 m de la columna de agua (mg/m³), provienen del muestreo mediante Roseta en las estaciones oceanográficas.

La capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), fue determinada en base a la moda de la distribución de las profundidades medias de los cardúmenes de anchoveta para toda la zona. Se determinó que dicha capa fluctuó entre los 10 y 25 m de profundidad. Por tal motivo se utilizó la capa de 20 m, pues además de estar dentro del rango de presencia de cardúmenes, ella cuenta con el mayor número de estaciones con registros oceanográficos (n=99), en todas las variables analizadas.

La clorofila integrada en cada estación se obtuvo mediante el procedimiento descrito por Lohrenz *et al.* (1988), según:



$$\sum Cloa = \sum_0^{50} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$

Donde:

I = Profundidades de muestreo

C_i y C_{i+1} = Concentraciones de clorofila (mg/m³), en la profundidad i, desde superficie a la profundidad m3xima de 50 m.

D_i y D_{i+1} = Profundidades respectivas (m)

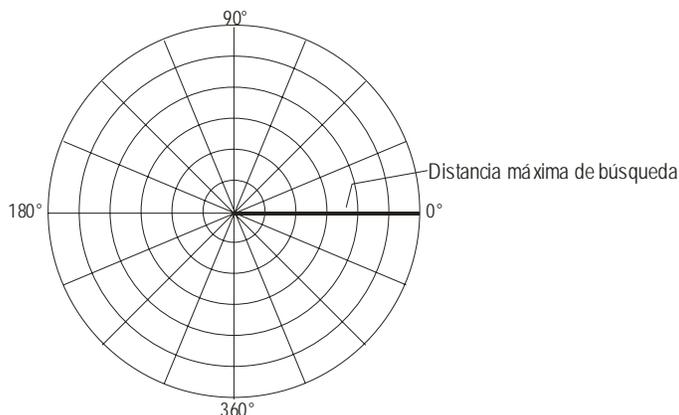
Este c3lculo permite representar la clorofila "a" de toda la columna en unidades de 3rea (mg/m²), de esta forma se representan adecuadamente los m3ximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanct3nica, especialmente en los per3odos estivales (primavera-verano), que frecuentemente es subestimada por la clorofila superficial.

Las variables temperatura, salinidad, Sigma-t, ox3geno disuelto y abundancia fito y zoo planct3nica y clorofila "a" integrada a 50 m en superficie y en la capa de mayor frecuencia de card3menes, fueron interpoladas en el 3rea de prospecci3n, mediante la utilizaci3n de m3dulos del programa Surfer 8.0. La anchoveta fue interpolada en el 3rea de prospecci3n mediante el m3todo Inverso de la distancia, donde se crean grillas continuas de datos cuya correlaci3n disminuye al aumentar la distancia entre ellos, mientras que la informaci3n de las variables bio-oceanogr3ficas se realiz3 con el m3todo Kriging, que se utiliza para datos correlacionados entre s3.

Con el fin de incluir la variabilidad espacial de las variables oceanogr3ficas e incorporar la varianza propia de las estructuras espaciales, se utilizaron variogramas experimentales para la interpolaci3n de la cartograf3a.



Para dicho proceso se ocup3 el m3dulo VARIOGRAM del programa Surfer 8.0, a los cuales se aplic3 una grilla polar omnidireccional. Esta grilla no puede ser desplegada y es solamente usada en el contexto de c3lculo del variograma y es de la forma:



Esta grilla polar incorpora la distancia y 3ngulo de separaci3n de cada par de datos, los que son calculadas de acuerdo a:

Distancia:
$$h = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

3ngulo:
$$g = \arctan \left[\frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \right]$$

Donde:

X_{1y2} : Longitud en grados

Y_{1y2} : Latitud en grados

El variograma experimental resultante considera aquellos pares de datos ubicados a una distancia inferior al m3ximo de b3squeda y con un 3ngulo de separaci3n entre 0° y 180°.



Los variogramas con los mejores parámetros, se obtuvieron después de diversas pruebas, definiéndose los siguientes:

- Distancia máxima de búsqueda de “lags” de 2 unidades mapa (120 mn app.)
- Tamaño de lags 0,0833 unidades mapa en latitud y 0,1043 unidades mapa en longitud (5 mn),

Una vez construidos los variogramas, ajustados los modelos y verificados los valores estimados, se aplicaron en la interpolación de las variables, generando grillas de distribución con una resolución espacial de 0,5 mn. Posteriormente, éstas fueron importadas por el programa IDRISI para Windows 2.0 (Eastman, 1997), mediante los cuales se generaron los planos de distribución de abundancia de anchoveta y de variables bio-oceanográficas en las dos capas analizadas.

El mapeo de cada variable y cada plano implicó la superposición de un vector de costa obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 1era Edición- enero del 2000. Cada plano así generados fueron reclasificados para favorecer el estudio visual.

A la cartografía reclasificada de abundancia de anchoveta, se le determinó el Índice de Ocupación (IOC), por categorías de clases de acuerdo a:

$$IOC_c = \frac{Pi_c}{TPi_p}$$



Donde:

Pi_c = Número de píxeles de la categoría de abundancia c.

YPi_p = Número total de píxeles en el área de prospección.

3.5.2 Relaciones entre la distribución espacial de anchoveta y las variables oceanográficas.

Para determinar si existe asociación entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), los datos fueron tabulados en una tabulación cruzada o tabla de contingencia, y la existencia de asociación entre frecuencia de organismos por tipo de clase o categoría de la variable ambiental en estudio se realizó por medio de la prueba χ^2 (Chi – Cuadrado). Las hipótesis a probar y el estadístico de prueba χ^2 (Chi – Cuadrado) son las siguientes:

Ho : No hay asociación entre la densidad de anchoveta y la variable oceanográfica “X” (hay independencia)

Donde “X” corresponde a la variable temperatura, salinidad, densidad, oxígeno o clorofila “a” integrada a los 50 m.

Por su parte la hipótesis alternativa está dada por:

Ha: Sí hay asociación entre densidad de anchoveta y variable oceanográfica.

La estadística de prueba de este juego de hipótesis está dada por la siguiente relación:



$$\chi^2 = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \rightarrow \chi^2_{(c-1)(r-1)}$$

Donde:

O_{ij} : Corresponde a la frecuencia observada de la celda que est1 en la fila “ i ”, columna “ j ”,

E_{ij} : Es la frecuencia esperada de la celda (i, j).

La frecuencia esperada corresponde a la frecuencia que debiera darse seg1n lo establecido en la hip3tesis nula, asumiendo que esta es verdadera.

La estadística de prueba, corresponde a una estadística que se distribuye como una Ji-Cuadrado con $(r-1)(c-1)$ grados de libertad. El criterio de “aceptaci3n o de rechazo” de la hip3tesis Nula se rechaza est1 dado por: Rechace la hip3tesis nula si $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\text{tabla } (m-1, n-1)}$, al nivel de significaci3n “ α ” previamente establecido. Equivalentemente, rechace la hip3tesis nula si el p-value es menor que nivel de significaci3n “ α ” (es menor que 0,05 por ejemplo).

Una vez determinada la posible existencia de asociaci3n entre las variables, se cuantifica el grado de asociaci3n observada entre las variables por medio del 1ndice $V(\text{Cramer})$ (Ott et.al., 1983), cuyo rango de variaci3n se encuentra entre 0 y “+1”. Valores destacados del 1ndice que corresponden a:

- “0” indica que no existe asociaci3n entre las variables;
- “1” indica que las variables presentan una asociaci3n perfecta.

Por cierto que la proximidad al valor “0” del 1ndice constituir1 un antecedente de no asociaci3n existente entre las variables y, por el contrario, una proximidad a “+1” constituir1 un antecedente o presunci3n de alta asociaci3n entre las variables.



Con el prop3sito de contrastar la hip3tesis de que la distribuci3n y abundancia de los recursos se encuentra asociada a estructuras oceanogr3ficas superficiales (i.e. eventos de surgencia), se estim3 la se1al latitudinal de las variables bio-oceanogr3ficas superficiales, en cuatro franjas paralelas a la costa, comprendidas entre los siguientes l3mites: costa a 2 mn, de 2 a 6 mn, de 6 a 10 mn y de 10 a m3s mn.

3.6 Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales.

El objetivo de este an3lisis se orienta a conocer la relaci3n entre las variables ambientales y la distribuci3n de la densidad de anchoveta. Para estos efectos se hizo uso de modelos aditivos generalizados (GAM), atendiendo a la naturaleza no lineal de los predictores oceanogr3ficos y biol3gicos considerados. El GAM es un m3todo estadístico, similar al de regresi3n cl3sica, pero con supuestos distribucionales m3s generales, adem3s de no suponer linealidad en las covariables. Gen3ricamente el GAM tiene la siguiente estructura (Hastie y Tibshirani, 1990).

$$E(y) = g^{-1} \left(\beta_0 + \sum_k S_k(x_k) \right)$$

La funci3n de enlace $g(\cdot)$, define la relaci3n entre la respuesta y el predictor lineal $\beta_0 + \sum_k S_k(x_k)$. La respuesta, y , se asume que se distribuye de acuerdo a una familia de distribuciones estadísticas, de tipo exponencial. El t3rmino x_k es el valor de la k-3sima covariable. El t3rmino β_0 es un intercepto, y $S_k(\cdot)$ es una funci3n de suavizamiento unidimensional para la k-3sima covariable.

La variable de inter3s a modelar corresponde en este caso a la densidad de anchoveta, asumiendo una distribuci3n de probabilidad log-normal, con distribuci3n normal y funci3n de enlace identidad. El logaritmo de la densidad de anchoveta fue



modelada como función de las variables bio-oceanográficas (abundancia de fitoplancton y microzooplancton, temperatura, salinidad, clorofila, oxígeno, densidad del agua y sus gradientes), todas ellas correspondientes a la densidad acústica de anchoveta las cuales fueron introducidas en el modelo a través de funciones de suavizamiento no-paramétricas, de la forma de los suavizadores localmente ponderados (loess) (Hastie y Tibshirani, 1990).

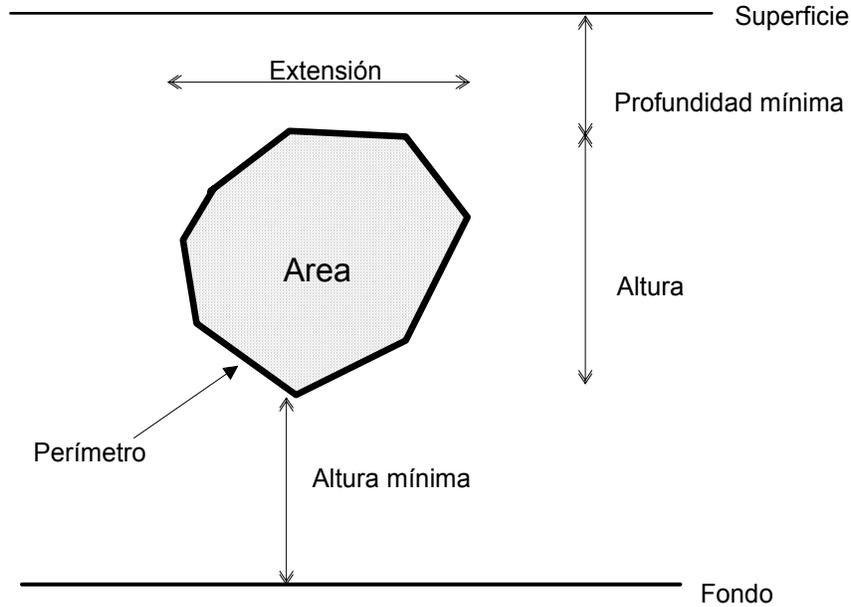
4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

Las agregaciones de anchoveta, son caracterizadas mediante descriptores geométricos y espaciales determinados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas con el sistema de ecointegración.

En un proceso automático de medición, se define una agregación como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

Los descriptores utilizados se pueden clasificar en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Fréon et. al. 1996).

Los descriptores morfológicos de las agregaciones a utilizar son: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según el siguiente esquema:



El 3rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect3ngulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecoinTEGRACI3N. La superficie del rect3ngulo Se es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j e$$

El 3rea transversal de la agregaci3n ($Area$) es el resultado de la suma del 3rea de todos los rect3ngulos elementales:

$$Area = \frac{1}{\eta} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

A partir de las estimaciones b3sicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter3sticas de la agregaci3n.



La dimensi3n fractal ($DFrt$) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 3ste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar3a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n.

$$DFrt = 2 * \frac{\ln\left(\frac{Perim}{4}\right)}{\ln Area}$$

La elongaci3n ($Elon$) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones cercanas a un c3rculo.

$$Elon = \frac{Largo}{Alto}$$

El Indice de altura ($Arel$) es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:

$$Arel = 100 * \frac{\left(Altura\ m3nima + \frac{Altura}{2}\right)}{Profundidad\ del\ fondo}$$



VII. RESULTADOS

1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de I y II Regiones de Chile durante el verano del 2007. (Objetivo B3)

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se realizaron además estaciones a 1 mn de la costa en las transectas intermedias de prospección acústica. El total de estaciones fue de 99 (**Fig. 3**).

1.1. Viento

Se registraron 405 mediciones horarias de viento entre la costa y las primeras 20 mn (**Fig. 4a**), según lo cual más del 56% de los vientos provino desde el segundo cuadrante, mientras un 35% lo hizo desde el tercer cuadrante. Por lo tanto, cerca del 91% de los datos registra una componente favorable a la surgencia. Del total de datos, cerca de un 2% de los registros representaron condiciones de calma. La mayor parte de los registros (69%) presentó velocidades menores a 5 m/s y un 29% de los vientos tuvo velocidades entre 5 y 10 m/s.

El índice de surgencia (**Fig. 4b**) presentó variaciones entre los 290 y 626 m³/s por 1000 m de costa (en adelante sólo m³/s), las mayores intensidades (> 590 m³/s) se registraron en la zona norte del área de estudio, entre los 18° y 21°S, mientras que entre los 21° y 22°S se registró la menor intensidad durante el crucero.

El índice de turbulencia (**Fig. 4c**) presentó valores que oscilaron entre 78 y 155 m³/s³ siendo mayor entre Arica y punta Argolla y menor entre punta Grande y punta Hornos, el resto del área en prospección presentó valores del orden de (110 m³/s³).



1.2 Condiciones hidrográficas en superficie

1.2.1 Temperatura

La temperatura superficial del mar (TSM) en la zona de estudio (**Fig. 5a**) fluctuó entre 15,4 y 24,7°C, registrándose los máximos valores (>24°C) en un foco ubicado entre las transectas 3 y 7 (entre los 18°30' y 19°30'S) a 20 mn de distancia a la costa. El mínimo fue registrado en la estación 91 (24°20'S y 74°34,1'W) en un foco de agua fría con valores menores a 16°C. La temperatura promedio registrada durante el crucero fue de 19,4°C.

Temperaturas mayores a 23°C se registraron, además del foco mencionado anteriormente, en dos focos oceánicos, uno ubicado frente a Tocopilla y el segundo entre punta Lobos y caleta Chipana, ambos a 20 mn de distancia a la costa. Mientras que los menores valores (< 16°C) se registraron en focos costeros, destacando el registrado entre caleta Patillos (20°40'S) y caleta Chipana (21°20'S) y el ubicado entre punta Coloso (23°50'S) y caleta Botija (24°30'S).

La anomalía de TSM (**Fig. 5b**) presentó valores entre -4° y 2°C, registrando un promedio de -1°C. Anomalías negativas se registraron en el sector costero, con focos de anomalías inferiores a -3°C, destacando dos focos, uno registrado entre punta Patache y punta Lobos y el otro entre punta Coloso y caleta Colorada (24°40'S). Este último presentó anomalías inferiores a -4°C.

1.2.2 Salinidad

Esta variable (**Fig. 5c**) se presentó en superficie con valores que fluctuaron entre 34,4 y 35,2 psu. En general, las mayores salinidades se registraron en el sector oceánico, destacando el foco de más altas salinidades (> a 35,2 psu) entre las transectas 3 y 5 (entre 18°40'S y 19°S) desde las 20 mn de distancia a la costa. Mientras que los



menores valores de salinidad ($< 34,5$ psu) fueron registrados frente a caleta Colorada, en el extremo sur de la zona.

Destaca una intrusión de aguas con bajas salinidades ($< 34,6$ psu), en la zona de estudio, que se extiende desde el sector oceánico llegando hasta 5 mn entre Antofagasta y punta Amarilla (24°S).

La anomalía de salinidad superficial (**Fig. 5d**) presentó valores extremos de $-0,3$ a $+0,2$ psu, pero que en general oscilaron entre $-0,1$ y $0,1$ psu. Sólo se presentó un foco con registros relativamente altos ($> 0,2$ psu) entre Arica y caleta Camarones ($19^{\circ}10'\text{S}$) a 20 mn. Desde los $22^{\circ}30'\text{S}$ al sur predominan valores positivos de anomalías, menores a $+0,1$ psu en el área más costera.

1.2.3 Densidad

Esta variable (**Fig. 6a**) presentó valores superficiales entre $23,6$ y $25,7$ kg/m^3 , registrándose las máximas densidades en el sector costero y las menores hacia el sector más oceánico. Se destacan los focos con altas densidades ($> 25,4$ kg/m^3) frente a Tocopilla, península de Mejillones y entre punta Agua Salada ($24^{\circ}10'\text{S}$) y caleta Botija. De las bajas densidades registradas en el sector oceánico, se destaca el foco ubicado entre las transectas 3 y 7 (entre los $18^{\circ}30'\text{S}$ y $19^{\circ}30'\text{S}$), con valores bajo los $23,8$ kg/m^3 .

1.2.4 Oxígeno

En el mes de febrero de 2007, las aguas del nivel superficial estuvieron en general bien oxigenadas, con concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre > 5 y > 6 mL/L en la mayor parte del área muestreada (**Fig. 6b**).

Altas concentraciones (> 7 mL/L) de OD se presentaron en pequeños focos repartidos entre Pisagua ($19^{\circ}40'\text{S}$) y Mejillones ($23^{\circ}00'\text{S}$). Estos se localizaron más específicamente en las 10 mn al sur de Pisagua, sur de Iquique ($20^{\circ}20'\text{S}$) y punta



Lobos (21°00'S); y en las estaciones costeras de caleta Chipana (21°20'S), y en las inmediaciones punta Grande (22°20'S y 22°40'S) más la punta norte de la península de Mejillones (23°00'S). De estas localidades, concentraciones > 8 mL/L, se registraron al sur de Iquique, en punta Lobos y en la punta norte de la península de Mejillones, siendo estos los valores más altos del muestreo.

Focos subóxicos (< 5 mL/L) se observaron muy espaciados a lo largo de toda la zona de muestreo. Desde el extremo norte, se observó un foco en las inmediaciones de punta Argolla (18°40'S a 19°00'S), tanto en la costa como en las 20 mn, un segundo foco se extendió entre las estaciones costeras de caleta Patillos (20°40'S) a punta Lobos (21°00'S; 3 mL/L), donde se midió el valor más bajo del muestreo; un tercer foco de escaso tamaño se observó en las 20 mn de Tocopilla (22°00'S). En el extremo sur, un pequeño foco se ubicó en la península de Mejillones (23°20'S), y el último de estos, se extendió entre las transectas, caleta el Cobre (24°20'S) y caleta Colorada (24°40'S).

1.3 Profundidad de la isolínea de 1 mL/L

Esta variable registró un rango total de variación entre 8 y 99 m (**Fig. 7b**). Las máximas profundidades se registraron en el sector oceánico en forma de focos, destacando tres de ellos, el primero ubicado en las inmediaciones de punta Argolla (> 60 m), el segundo entre Tocopilla y punta Hornos, y el último registrado entre punta Amarilla y punta Colorada, en estos dos últimos se registraron las máximas profundidades, mayores a 80 m.

En la mayor parte de la franja costera se registraron profundidades inferiores a 20 m. De estos, las menores (< 10 m) se registraron en: punta Lobos, Mejillones y bahía Moreno. Además, se registró un foco con valores inferiores a 20 m, a 10 mn en la transecta 13 al sur de Iquique.

1.4 Capa de mezcla



El espesor de la capa de mezcla fluctu3 (Fig. 7a) entre 0 y 19 m. Los m3ximos valores se presentaron hacia el sector oeste y los menores cercanos a la l3nea de costa. Valores superiores a 10 m se registraron en dos focos a 20 mn de la costa, uno ubicado entre punta Argolla (18°50'S) y Pisagua y el otro frente a punta Amarilla, este 3ltimo present3 el m3ximo espesor se3alado. En tres sectores costeros no se present3 capa de mezcla, el primero de ellos se registr3 entre las transectas 7 y 13, entre punta Patache (20°50'S) y caleta Chipana y el segundo en la estaci3n 75 (23°10'S - 70°35,1'S).

1.5 Termoclina

El espesor de la termoclina (Fig. 7c) present3 variaciones entre 3 y 41 m con un promedio de 13 m. Los mayores valores (> 25 m) se registraron en la transecta 11 a 20 mn (20°S - 70°28,9'W) y en la transecta 37 a 10 mn en un foco que super3 los 30 m de espesor. Registros menores a 10 m se evidenciaron en m3ltiples focos a lo largo de toda la costa, registr3ndose s3lo en algunas estaciones espesores menores a 5 m.

La temperatura base de la termoclina (Fig. 7d) present3 variaciones entre 13,5 y 21,3°C con un promedio de 15,1°C. Esta variable, en general, se present3 distribuida en forma similar, pues s3lo se registr3 un n3cleo con fuertes gradientes y temperaturas superiores a 17°C en el sector oce3nico frente a punta Amarilla.

La profundidad base de la termoclina (Fig. 8a) oscil3 entre 6 y 53 m de profundidad, dominando valores entre 10 y 30 m. Se registraron dos n3cleos con valores sobre 40 m, el primero de ellos a 20 mn de la costa entre las transectas 23 y 25, y el segundo hacia el sur del 3rea de estudio, a m3s de 10 mn de la costa en la transecta 37 (cta.



El Cobre). En este 3ltimo foco se registraron las mayores profundidades, coincidiendo con el foco de mayor espesor de la termoclina.

El gradiente promedio de la termoclina (**Fig. 8b**) present3 un rango entre 0,1 y 0,8°C/m. En general, en la zona de estudio domin3 la isol3nea de 0,3°C/m y no se observaron fuertes gradientes, registr3ndose s3lo un n3cleo con valores sobre los 0,5°C/m al sur de la pen3nsula de Mejillones.

El gradiente m3ximo de la termoclina (**Fig. 8c**) fluctu3 entre 0,2 y 2,9°C/m dominando valores entre 0,8 y 1,2°C/m. S3lo se presentaron dos zonas con fuertes variaciones del gradiente m3ximo, la primera ubicada a 20 mn en un foco que se extiende desde la transectas 3 y 7 (entre los 18°30' y 19°S), con valores que superan los 2,0°C/m, y el segundo se ubic3 frente a la punta sur de la pen3nsula de Mejillones, donde super3 los 2°C/m (estaci3n 80).

La profundidad del gradiente m3ximo de la termoclina (**Fig. 8d**) se present3 con valores que oscilaron entre 3 y 33 m, dominando los valores entre 10 y 20 m de profundidad. No se presentaron importantes gradientes y s3lo en la transecta 37 los registros superaron los 30 m de profundidad a 20 mn de la costa. Por otro lado al norte de Tocopilla la profundidad del gradiente m3ximo a lo largo de la costa no supera los 10 m de profundidad

1.6 Profundidad de la Isotherma de 15°C

La isoterma de 15°C (**Fig. 6c**) present3 valores que fluctuaron entre los 6 y 64 m. Las menores profundidades estuvieron en el sector costero y las m3ximas hacia el sector oeste del 3rea de estudio. Los m3ximos registros fueron obtenidos a 20 mn de la costa en la transecta 37 (caleta El Cobre, 24°15'S). Las menores profundidades (< 10



m) se registraron en dos focos costeros, uno entre punta Lobos y caleta Chipana y el otro entre punta Hornos (23°S) y punta Agua Salada.

La anomalía de la isoterma de 15°C (**Fig. 6d**) presentó principalmente valores entre 0 y -10 m con un rango total de variación entre -26 y 17 m. Anomalías positivas se presentaron en forma de focos en el sector oeste, destacando aquel ubicado entre las transectas 23 y 27 (entre 22°S y 22°40'S), además del registrado entre punta Amarilla (24°S) y la transecta 37, ambos focos a 20 mn de la costa. Las anomalías negativas dominaron en el sector más costero.

1.7 Distribuci3n vertical de variables oceanográficas

1.7.1 Temperatura

La distribuci3n vertical de temperatura (Fig. 9) presentó un estrato superficial de fuerte variaci3n térmica, el que se hizo más intenso hacia la costa. En general, se registró un ascenso costero de las isotermas entre la superficie y los 50 m de profundidad, que fue más notable en las transectas 23, 25, 27, 33, 35, 37 y 39, donde la pendiente fue mayor. Bajo el nivel de 50 m, las isotermas se profundizan hacia la costa, siendo esto más evidente en las transectas 9, 23, 25, 27, 33 y 39. En superficie se puede apreciar que las mayores salinidades se registraron en el sector oceánico, con focos que superaron los 24°C en las transectas 5, 7, 17, 23, 25, afectando los primeros 10 m de la columna de agua.

En las transectas 33, 35, 37 y 39 se registró una fuerte variaci3n en la pendiente de las isotermas, afectando entre los 50 y 200 m de profundidad a distancias entre 5 y 15 mn de la costa. Una situaci3n similar se puede observar en la transecta 17, pero en este caso sucede entre la superficie y los 50 m de profundidad a 5 mn de la costa.



Entre los 50 y 200 m de profundidad dominaron valores entre 13° y 14°C, mientras que bajo los 200m las temperaturas fueron menores a 12°C.

1.7.2 Salinidad

Esta variable (**Fig. 10**) registró superficialmente las mayores salinidades (> a 35 psu) en una intrusión desde el sector oceánico hacia la costa que afectó a las transectas 3, 5, 7, 11, 17, 19, 23 y 25. En las transectas ubicadas entre los 18° y 23°40'S se registró un núcleo subsuperficial con altos valores de salinidad (> 34,9 psu) centrado a 100 m de profundidad, el que disminuye su espesor en las transectas hacia el sur. Este núcleo presentó su mayor espesor extensión este-oeste en la transecta 1, mientras que en las transectas 17 y 19 se registró relativamente disminuido y sobre la plataforma continental. La menor extensión del núcleo de valores de 34,9 psu se presentó en la transecta 27.

Se destaca la isolínea de 34,8 psu que cruza el área de estudio desde el sector costero en punta lobos hasta 20 mn de la costa frente a punta Grande, al norte de esta se presentaron valores superiores a 34,8 psu y al sur predominaron valores menores.

Desde la transecta 21 hacia el sur se registró claramente la intrusión de agua menos salina con valores entre 34,5 y 34,7 psu desde el sector oeste hacia la costa. En algunas transectas (23, 25, 35 y 37) este tipo de agua se registró en forma subsuperficial en el sector más oceánico (hacia el oeste del área), ascendiendo hacia la costa, mientras que en las otras la intrusión se mantuvo superficial. Las menores salinidades observadas en el crucero se registraron en este núcleo de mínima salina, siendo menores a 34,4 psu a 10 mn de la costa a 50 m de profundidad, en las transectas 35 y 37.



1.7.3 Densidad

La densidad (**Fig. 11**) presentó fuertes gradientes superficiales, los que fueron más intensos hacia la costa, coincidiendo con lo registrado en la temperatura. En general se evidenció un ascenso de las isopícnas entre la superficie y los 100 m, mientras que bajo esta profundidad las isopícnas tienden a profundizarse. En la transecta 17 se registraron fuertes variaciones en la pendiente de las isopícnas en el sector más costero a menos de 10 m, por otro lado, en la transecta 13 las isopícnas ubicadas sobre los 200 m de profundidad experimentaron un ascenso hacia la costa, mientras que en el resto de las transectas las isopícnas se profundizaron.

Los valores observados menores a $26,2 \text{ kg/m}^3$ se registraron sobre los 100 m de profundidad y aquellos mayores a $26,4$ bajo los 200 m de profundidad.

1.7.4 Distribución vertical de OD

La distribución vertical de OD (**Fig. 12**) presentó en todas las transectas gradientes relevantes, los que se intensificaron hacia la costa. En general, estos abarcaron las concentraciones entre 5 y 1 mL/L. Las transectas que tuvieron los gradientes más intensos se ubicaron entre la transecta 1 (Arica) y 21 (punta Arenas) más las transectas 27 y 29.

En las transectas 1, 7, 9 y 13, las isopícnas de OD permanecieron prácticamente paralelas a la superficie. De las restantes transectas, los mayores ascensos hacia la superficie costera, se observaron en el sector centro sur del área de muestreo, en las transectas 23 a 27 y 33 a 39.

En los sectores costeros, las concentraciones subóxicas ($< 5 \text{ mL/L}$) interceptaron la superficie en las transectas 3, 5, 15, 17, 31, 37 y 39. En la vertical a isopícnas de 1



mL/L por lo general se ubicó a < 30 m, alcanzando mínimos < 10 m en las transectas 17, 19, 29 y 33.

En el sector oceánico (20 mn), por otra parte, en 13 de las 20 transectas las concentraciones > 5 mL/L, ocuparon capas de espesores ≤ 20 m, aumentando a 30 m en las transectas: 3, 5, 23, 25 y 35, y a 50 m en las transectas 37 y 39.

En este sector además, el gradiente óxico se ubicó por lo general sobre los 50 m desde la transecta 1 a la 17, con la excepción de la 3 y 5 donde se extendió hasta aproximadamente los 75 m. Desde la transecta 19 a la 39, la profundidad del gradiente aumentó a > 75 y hasta 100 m, con la excepción de la transecta 29 (< 50 m).

1.8 Masas de Agua

Los diagramas TS (Fig. 13) mostraron la participación de tres masas de agua en la zona de estudio, agua subtropical (AST), agua subantártica (ASAA) y agua ecuatorial subsuperficial (AESS), las que varían su importancia según la latitud, según lo registrado durante el crucero. Al norte del área de estudio se presentó con mayor importancia el AST a nivel superficial y hacia el sur aumentó la importancia del ASAA, mientras que el AESS se mantuvo relativamente constante. El AST participó en forma más intensa en las transectas 5, 15 y 23, mientras que el ASAA fue relativamente más intensa en las transectas 35 y 39.

Según los porcentajes de participación de masa de agua (PPMA), el AST (Fig. 14) presentó mayores registros de participación en el sector oceánico superficial, superando el 80% en las transectas 3, 5, 17 y 19 y los menores valores superficiales de PPMA ($< 40\%$) se presentan en las transectas 31 y 33. Esta masa de agua



predomina en la superficie, disminuyendo r1pidamente alcanzando PPMA de 10% a 20% entre los 50 y 250 m de profundidad.

El ASAA (**Fig. 15**) present3 un n1cleo subsuperficial, centrado a 150 m de profundidad, que super3 el 90% de participaci3n entre las transectas 1 y 33, registr1ndose levemente en la transecta 39. En las transectas 35 y 37 este n1cleo subsuperficial super3 el 80% de PPMA, destac1ndose dentro de este un sector centrado a 170 m con valores menores al 80%. En general, en toda la zona de estudio, el n1cleo subsuperficial de ASAA registr3 su mayor extensi3n cercana al talud continental.

El AESS (**Fig. 16**) se present3 principalmente entre los 50 y 250m de profundidad, donde super3 el 80% de participaci3n. En algunas transectas (33, 37 y 39) se presentaron n1cleos subsuperficiales que superaron el 60% PPMA, y las transectas 31, 33, 35, 37 y 39 se registraron valores superficiales de m1s de 50% de PPMA.

1.9 Circulaci3n geotr3fica superficial

La circulaci3n geotr3fica superficial se presenta en la **Figura 17**, la que muestra la condici3n en algunos d1as de febrero, no obstante se analizaron todas las im1genes del periodo. Durante el periodo del estudio (1 al 20 de febrero) se registr3 la evoluci3n de dos giros de mesoescala en sentido cicl3nico, el primero entre los 24° y 26°S, el que present3 su mayor intensidad el d1a 12 de febrero. Al lado occidente de este giro se registraron las mayores velocidades. El segundo giro se registr3 entre los 22° y 23°S desde el 8 de febrero, siendo m1s evidente desde el d1a 12.

La zona comprendida entre los 22° y 26°S registr3 un predominio de flujos en direcci3n norte. Durante el crucero los datos de altimetr1a muestran que los flujos hacia fuera de la costa predominaron entre los 18°S y 20°30'S con valores del orden de 10 cm/s. Frente a Mejillones se presentaron flujos hacia la costa con valores de (10 cm/s).



1.10 Distribución espacial de la TSM satelital

La distribución espacial de las TSM medida con satélite (TSMsat) **Figura 18** en el área de estudio presentó un rango de variación general en el mes de entre los 16,2° y 25,5°C, destacándose el claro dominio de aguas de mayores temperaturas (> 22°C) en el sector oceánico adyacente a la zona de estudio costera.

La primera semana presentó una distribución horizontal TSMsat que indica altas temperaturas en el sector oceánico y una banda de aguas frías en la franja costera con dos focos de surgencia, uno frente de Arica y otro en el área de Mejillones, lo que genera fuertes gradientes térmicos en dichas áreas.

En las semanas dos y tres se observó un incremento de las temperaturas en aproximadamente +0,5°C respecto de la semana precedente. Estas semanas exhiben el desplazamiento de las isotermas de 24° y 25°C (color café) hacia áreas más costeras y logran alcanzar la cuadra de Tocopilla, asimismo se destaca un gran foco de aguas surgentes que se localizó entre Iquique y el río Loa y que presentó temperaturas de 16° y 17°C, lo que sigue generando importantes gradientes laterales.

En la última semana del mes se advirtió una leve disminución de las TSM, especialmente en el sector oceánico y que implica la escasa cobertura espacial de aguas > 25°C. En estas semanas el área oceánica estuvo dominada por las isotermas de 22° y 23°C. Asimismo, se mantiene una franja de aguas más frías en la costa y con ello los gradientes térmicos relevantes ya señalados. En las dos últimas semanas del mes se apreció un filamento de agua fría que se extiende hacia el sector oceánico frente a la punta sur de la península de Mejillones.



1.11 Distribución espacial de viento satelital

Los datos de viento (**Fig. 19**) muestran que las mayores intensidades fueron cercanas a los 10m/s. Con predominio de vientos en dirección norte, de entre 5 a 10 m/s, presentando pulsos de mayor intensidad cada 2 días y manteniéndose relativamente estables por 2 días. En general se encontró que la intensidad y dirección se mantuvo relativamente homogénea en cada uno de los días. Sin embargo, entre el día 14 y 16 de febrero se registró una condición de baja intensidad (relativa) en toda la zona, particularmente cerca de los 22°S.

1.12 Clorofila

1.12.1 Clorofila superficial

En febrero de 2007, la distribución superficial de clorofila-a (cloa) (**Fig. 20a**) tuvo un rango de concentraciones de entre 0,1 y 47,6 µg/L. En ella, valores > 1 µg/L se registraron ininterrumpidamente a lo largo de toda la franja costera, conteniendo núcleos de distinta intensidad.

Desde Arica a Tocopilla se extendió una franja de valores > 3 µg/L de cloa, donde se registraron tres núcleos altas concentraciones: > 5 µg/L entre Arica y Pisagua, con un máximo de 25,2 µg/L cercano a esta localidad; > 10 µg/L entre Iquique y caleta Chipana; y > 5 µg/L entre punta Arenas y Tocopilla, siendo esta última localidad donde se registró la concentración más alta del muestreo (47,6 µg/L).

Al norte de Mejillones y hasta punta Grande, las concentraciones > 1 µg/L estuvieron restringidas a la estación costera, disminuyendo a < 0,5 µg/L en la estación siguiente de 5 mn.



En el sector sur, desde la punta norte de la península de Mejillones hasta caleta Botija concentraciones $> 5\mu\text{g/L}$ se vieron restringidas a las estaciones costeras, mientras que las $> 1\mu\text{g/L}$ se extendieron en general hasta las 10 mn. La excepción fue caleta Colorada, donde estos valores estuvieron sólo en la estación costera.

Los feopigmentos (feop) (**Fig. 20b**) presentaron una franja de valores $> 0,5\mu\text{g/L}$ desde Arica a caleta Chipana, dentro de la cual se desarrolló un foco de valores $> 1\mu\text{g/L}$ entre Arica y Pisagua, con una extensión máxima de 5 mn. En este foco se registraron las mayores concentraciones del muestreo, $> 5\mu\text{g/L}$, en las inmediaciones de Arica. Pequeños focos costeros de valores $> 1\mu\text{g/L}$ se registraron al sur de Iquique, punta Lobos y en Tocopilla. Desde punta Grande a Mejillones los valores descendieron a $< 0,2\mu\text{g/L}$. Entre la península de Mejillones y el extremo sur de la zona de muestreo se extendió una franja de valores $> 0,5\mu\text{g/L}$, dentro de la cual concentraciones $> 1\mu\text{g/L}$ se midieron en la punta sur de la península de Mejillones y en un foco que abarcó entre punta Amarilla y caleta Botija.

1.12.2 Clorofila Integrada

La clorofila integrada (cloint) (**Fig. 20c**) tuvo un rango de valores entre 15 y 621 mg/m^2 . En el sector costero se presentó una franja casi continua con valores mayores a 100 mg/m^2 , la que se interrumpió en punta Grande ($< 80\text{ mg/m}^2$) en Mejillones (43 mg/m^2), Antofagasta ($< 80\text{ mg/m}^2$) y caleta Colorada ($< 80\text{ mg/m}^2$).

En el sector costero, altos valores de cloint ($> 200\text{ mg/m}^2$) se registraron desde el norte de caleta Camarones ($19^{\circ}10'S$) hasta Pisagua y en las inmediaciones de la península de Mejillones; mientras que valores $> 300\text{ mg/m}^2$, se detectaron desde Iquique a caleta Patillos ($20^{\circ}40'S$) y desde punta Arenas ($21^{\circ}40'S$) a Tocopilla, siendo este último lugar el que presentó el mayor valor de cloint del muestreo, 621 mg/m^2 .



Los feopigmentos integrados (feopint) (**Fig. 20d**) presentaron una franja de valores $> 40 \text{ mg/m}^2$, entre Arica y punta Lobos, con máximos de $> 100 \text{ mg/m}^2$ en las inmediaciones de Arica, un pequeño núcleo de $> 60 \text{ mg/m}^2$ al sur de Pisagua. En el extremo sur, otro sector con valores $> 40 \text{ mg/m}^2$ se observó entre la península de Mejillones y caleta Colorada, donde destacaron tres pequeños núcleos de $> 60 \text{ mg/m}^2$: en los alrededores de Antofagasta, en punta Amarilla y en caleta Colorada.

1.12.3 Fluorescencia superficial

La distribución superficial de la fluorescencia in vivo (fliv) (**Fig. 20e**) presentó un rango de valores entre 1,8 y 9,7 (volt). La fliv mostró a lo largo de toda la zona costera una franja de valores > 3 (volt). Los valores > 6 (volt), se registraron en las inmediaciones de Arica, Iquique, caleta Patillos, punta Lobos, Tocopilla, península de Mejillones y desde punta Coloso a punta Agua Salada.

Los valores de fliv más altos del muestreo, > 9 (volt), se registraron al sur de punta Lobos y en Tocopilla.

1.12.4 Clorofila satelital

Las imágenes de clorofila satelital correspondientes a los días 3, 5, 10 y 17 de febrero de 2007 se entregan en la **Figura 21**.

Durante la primera quincena de febrero de 2007, las imágenes de color indican altas concentraciones de clorofila satelital (cloas) que superan los $10 \mu\text{g/L}$, en una banda costera de 10 mn casi a lo largo de toda la zona, destacándose un filamento que alcanza las 20 mn en las proximidades del río Loa ($21^{\circ}20'S$). Tomando en cuenta la cobertura nubosa en sector oceánico los días 3 y 5, y en el sector de Arica el 10 y 17



de febrero, se puede indicar que en las tres primeras fechas una franja de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ estuvo presente a lo largo de toda la zona de estudio en las primeras 25-30 mn.

Dentro de esta franja, se observaron con distinta intensidad amplios focos con valores $> 5 \mu\text{g/L}$. En Arica el foco de concentraciones $> 10 \mu\text{g/L}$ del día 3 descendió a la mitad en la imagen siguiente.

El día 3, Pisagua presentó un filamento con valores $> 5 \mu\text{g/L}$ que se extendieron hasta las 8 mn, el que se debilitó el día 5 y se recuperó el día 17, cuando los valores $> 1 \mu\text{g/L}$ llegaron cerca de la longitud 71°W . Entre Iquique y el río Loa se observa la evolución de dos filamentos, los que perdieron fuerza hacia el día 17, el primero de ellos (a sur de Iquique) es el de mayor tamaño, extendiéndose los altos valores ($> 5 \mu\text{g/L}$) hasta las 20 mn.

El día 3, desde Tocopilla y Mejillones se observó un filamento que se extendió hasta las 30 mn con concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$, el que se debilitó hasta el día 10, manteniendo concentraciones $> 4 \mu\text{g/L}$ muy pegadas a la costa, desapareciendo posteriormente el día 17, $> 0,5 \mu\text{g/L}$.

En la península de Mejillones, un filamento en cada extremo de ella se mantuvo en las cuatro fechas, con mayor fuerza para ambos en los días 3 y 17. En bahía Moreno el núcleo de valores $> 5 \mu\text{g/L}$ se mantuvo presente en las cuatro fechas presentadas.

Las concentraciones de cloas en el sector mas oeste se mantuvieron $< 0,5 \mu\text{g/L}$.

1.12.5 Distribución vertical de clorofila

Todas las transectas (**Fig. 22**) presentaron núcleos de cloa con concentraciones $> 3 \mu\text{g/L}$ y en general espesores de máximos de 30 m. Las excepciones a lo anterior



fueron las transectas: 29 con un espesor aproximado de 40 m, y en la estación costera de la transecta 31, donde el núcleo se extendió hasta los 50 m.

Las concentraciones más bajas se registraron en la transecta 39 con un valor máximo de $> 3 \mu\text{g/L}$ y en la 25, 27, 33 y 37 con máximos $> 5 \mu\text{g/L}$. Las demás transectas presentaron núcleos con valores $> 10 \mu\text{g/L}$. De estas, en las transectas 19, 23, 19 y 29 se midieron concentraciones $> 20 \mu\text{g/L}$; mientras que, en la 13, 21 y 23, los valores máximos superaron los $30 \mu\text{g/L}$, en esta última se midió dentro de los primeros 5 m los valores más altos del muestreo $> 40 \mu\text{g/L}$.

Los núcleos de cloa más extensos se registraron en seis transectas: 1, 9, 13, 15, 21, 22 y 29, donde las concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$ se extendieron hasta las 20 mn.

En el sector más oeste, se presentaron dos núcleos subsuperficiales con concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$, uno a 20 m en la transecta T11 y otro a 50 m en la transecta 21.

En las 10 mn de las transectas 17 y 29, se observó un segundo núcleo subsuperficial, ligado al más costero, con concentraciones $> 9 \mu\text{g/L}$ y $> 5 \mu\text{g/L}$ respectivamente.

Los feopigmentos (feop) (**Fig. 23**) salvo en las dos primeras transectas, presentaron núcleos de bajos valores respecto a la cloa a nivel superficial, relación que se invierte en los niveles más profundos, bajo los 30 m.

En la mayoría de las transectas, las concentraciones fueron $> 1 \mu\text{g/L}$ en los sectores de los núcleos de cloa, salvo entre la 23 y 29 donde los feop se mantuvieron por debajo de este valor.

Las concentraciones más altas de feop, > 10 y $5 \mu\text{g/L}$, se encontraron en las transectas 1 y 2, respectivamente, siguiéndoles en importancia valores $> 2 \mu\text{g/L}$ desde la transecta 5 a la 9 más la sección 17.



1.12.6 Distribución vertical de fluorescencia in vivo

Todas las transectas presentaron núcleos de fluorescencia in vivo (fliv) (**Fig. 24**) con valores > 5 volt, los que estuvieron por sobre los 30 m. La excepción fue la transecta 17 donde el núcleo se extendió desde los 5 a los 45 m. A nivel subsuperficial, destacó la presencia de focos de valores > 4 volt en las transectas 1, 2, 13 a 17, 21 y 27.

Todos los núcleos de fliv presentaron máximos subsuperficiales, de los cuales los más extensos se observaron en las transectas 15 y 17, donde valores > 5 volt se extendieron hasta las 20 mn.

De las 20 transectas, en 11 se registraron valores > 10 volt en núcleos de distinto tamaño, siendo los más grandes los correspondientes a las transectas: 13, 23, 29 (donde además se registró el valor más alto del muestreo > 20 volt) y 39.

1.12.7. Asociación entre clorofila-a superficial, clorofila total, clorofila integrada y Fluorescencia.

Para la zona comprendida entre Arica y caleta Colorada el análisis exploratorio de los datos planteados sugirió como mejor modelo a una relación lineal en los tres casos (**Fig. 25**).

El ajuste del modelo, mediante el método de mínimos cuadrados de todos los datos disponibles, arrojó un coeficiente de determinación en el caso de cloa v/s cloint de $R^2 = 0,63 (r \cong 0,79)$ (**Fig. 25a**). En la cloat v/s fliv el $R^2 = 0,35$, en este caso, el ploteo sugirió el retiro de tres datos que fueron considerados “escapados o atípicos” dentro de la serie analizada, el ajuste del modelo, una vez retirado los datos atípicos, derivó en un ajuste con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,52 (r \cong 0,72)$ (**Fig. 25b**). En la



asociaci3n entre cloat y cloas el $R^2 = 0,47$, sugiriendo el ploteo el retiro de dos datos, con lo que el coeficiente mejor3 a $R^2 = 0,67 (r \cong 0,82)$ (**Fig. 25c**).

1.13 Condiciones regionales durante los cruceros de reclutamiento de Anchoqueta (RECLAN).

El 3ndice multivariado de eventos El Ni3o - Oscilaci3n del Sur (MEI) (**Fig. 26**) combina la Presi3n a nivel del Mar, las Componentes Zonal y Meridional del viento, la TSM, la temperatura superficial del aire y la fracci3n total de nubosidad en la zona Ecuatorial. De este 3ndice se desprende que los cruceros realizados en enero y noviembre de 1996, diciembre de 1998, enero y diciembre de 2000 estaban en una fase fr3a del 3ndice. Por otro lado, los cruceros realizados en enero de 1995 y 1998 estaban en periodos c3lidos del oc3ano, especialmente notorio es enero de 1998 que present3 uno de los eventos El Ni3o m3s intenso que se haya registrado. Por 3ltimo, diciembre de 2001 y febrero de 2007 representan un periodo de transici3n hacia los valores positivos y negativos del 3ndice, es decir hacia una fase c3lida y un enfriamiento del oc3ano Ecuatorial, respectivamente.

1.13.1 Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Las observaciones de temperatura superficial del mar proveniente de sat3lites (Fig. 27) est3n cualitativamente dentro de los rangos de TSM obtenidas por mediciones directas en crucero ($\pm 1^\circ \text{C}$) donde las mediciones tienen una mayor exactitud pero de menor resoluci3n espacio temporal que los datos satelitales. Las anomal3as de temperatura in situ (Fig. 28) aunque no entregan una 3ptima distribuci3n espacial entregan una mejor descripci3n del desarrollo de eventos an3malos como EL Ni3o. Los valores de las anomal3as entre las obtenidas por sat3lites y cruceros son similares y confirman la consistencia entre ambas fuentes de datos. S3lo en el a3o



1998, con un evento c3ldo extremo, se observan algunas diferencias importantes ya que las mediciones in situ entregan anomal3as entre los 18°S y 23°S del orden de 5°C a 6°C por sobre la media, mientras que las satelital s3lo del orden de 4°C.

La profundidad de la isoterma de 15°C(I15) (no mostrada), se3ala t3picamente un ascenso hacia la costa, de 20 a 30 m desde fuera de la plataforma, pero la distribuci3n muestra cambios entre los a3os, as3 en febrero de 2007, noviembre de 1998 y enero de 1995, la I15 muestra profundidad t3pica del orden de los 50-40 m fuera del talud y del orden de 10 a 20 en la costa. Por otro lado, en enero y noviembre de 1996, enero y diciembre de 2000 y diciembre de 2001, la profundidad de I15 fuera del talud es del orden de entre 12 y 30 m llegando a la costa con valores de 10 m de profundidad. Un caso particular es enero de 1998 cuando en la zona costera y oce3nica la profundidad de la I15 supera los 140 m, incluso llegando a 170 m cerca de la pen3nsula de Mejillones. La anomal3a de la profundidad de la I15 confirma los resultados anteriormente descritos, es decir, que durante enero y noviembre de 1996, enero y diciembre de 2000 y diciembre de 2001 fueron periodos de ascenso de las isol3neas, especialmente fuera del talud, mientras que en noviembre de 1998 y enero de 1995, se produce una profundizaci3n de las isol3neas, siendo extrema este hundimiento durante el crucero realizado en enero de 1998.

La distribuci3n espacial de la profundidad de la termoclina muestra un claro ascenso hacia la costa en todos los cruceros. Fuera de las 10 mn de la costa la profundidad t3pica es del orden de 20 a 30 m de profundidad, mientras que fuera de las 20 mn llega a 40 m de profundidad como lo muestran los cruceros realizados en enero de 1995 y febrero de 2007 (los cuales se extendieron fuera de las 20 mn). En la costa, la profundidad de la termoclina alcanza profundidades del orden de 10 m. En enero de 1998 la profundidad de la termoclina tiende a incrementar cerca de la costa ya que 3sta alcanza 20 m en casi toda la zona.



Por otro lado, la salinidad muestra un gradiente no intenso entre la zona costera y oceánica. La intensidad de los gradientes varían dependiendo del año, ya que en enero de 1995 y 1998 es cuando predominan valores altos (35,3 y 35,5 psu) en la zona oceánica, mientras que en la costa son relativamente bajos (34,9 y 35,4 psu). En enero y noviembre de 1996 el valor fuera del talud es 34,8 psu y diciembre de 2000 y 2001 es 34,7 psu aunque en la costa es $> 34,6$ psu. Durante diciembre de 1998 se observa la mayor diferencia entre la costa y el océano y se encuentra centrada frente a Pisagua con valores de 34,6 psu en la costa y 35 psu fuera del talud. Las diferencias entre la costa y el océano en general se mantienen entre 0,1 y 0,2 psu ya que si aumenta en el océano aumenta en la costa en forma paralela, tal como ocurre en enero de 1998, donde se observa un aumento extremo en ambas áreas. La distribución espacial de las anomalías de salinidad muestran un comportamiento asociado a la diferencia entre la zona costera y oceánica, donde las anomalías mayores aparecen en la banda muy costera ($\pm 0,1$ psu). Estos valores observados se incrementan positivamente en enero de 1995 y especialmente intenso es en enero de 1998 con valores del orden de 0,5 y 0,6 psu. El resto de los cruceros se comporta relativamente neutro o con valores negativos asociados a focos costeros.

1.13.2 Oxígeno Disuelto

Al comparar resultados de los cruceros RECLAN, tomando en cuenta que los eventos de surgencia son episodios locales, los focos de bajo OD que han sido más frecuentes son los presentados en la **Tabla 5**.

El oxígeno disuelto habitualmente han presentado focos subóxicos (< 5 mL/L) a lo largo de la costa, los que varían en intensidad y ubicación entre los años, mientras que, la isolínea de 1 mL/L como representante del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, se ha ubicado entre los 50 y 100 m. En enero de 1996



(frío), la mayor parte del sector costero presentó bajas concentraciones de OD a completa diferencia del crucero de enero 1998 donde los valores > 5 mL/L ocuparon los primeros 25 a 50 m replegando la capa de mínimo oxígeno bajo los 100 m, situación similar a lo observado en noviembre del mismo año.

1.13.3 Clorofila-a

En cuanto a la distribución de cloa en estos cruceros, por lo general ha sido habitual registrar focos costeros de valores > 1 $\mu\text{g/L}$, observándose las mayores concentraciones en los años 1995, 2000 y 2007 (**Tabla 6**).

En enero de 1998, los núcleos de las concentraciones máximas de clorofila estuvieron restringidos a la primera milla náutica, y centrados en los 25 m. En los restantes periodos, habitual ha sido encontrar estos núcleos de mayor tamaño y a menor profundidad, entre los 5 y 10 m.

La clorofila integrada observada durante los cruceros, muestra variaciones entre años y entre costa y océano. En general, los valores observados fuera de las 10 mn de la costa varían entre 10 a 50 mg/m^2 , mientras que en la costa los valores fluctúan entre 60 y > 200 mg/m^2 . Enero de 1995 y 2007 se presentan valores mas altos al promedio, con 50 a 100 mg/m^2 en el océano y 250 a > 600 mg/m^2 en la costa. Estos altos valores en ambos casos, corresponden a un solo parche los que se localizaron en punta Lobos y Tocopilla respectivamente.

La distribución espacial es en general en forma de bandas paralelas a la costa con núcleos mayores asociados a la zona entre Arica y Pisagua, al sur de Iquique, punta Arenas y Tocopilla, Mejillones y al sur de Antofagasta.

1.13.4 Circulación geostrófica



La circulaci3n geotr3fica superficial medida con sat3lite se presenta en la **Figura 29**. Cabe se1alarse que solo para los cruceros del 2001 y 2007 existe informaci3n de esta variable medida con sat3lite.

Diciembre de 2001 se caracteriza por la entrada de un flujo hacia la costa al sur de Arica que predomina durante la mitad del periodo de muestreo, asociada a este, una semicircunferencia cicl3nica muestra la posible presencia de un filamento que no es registrado en la TSM. Entre los 21° y 22° S un flujo divergente sale de la zona costera provocando la presencia de una lengua de reducido tama1o de aguas fr3as que se proyecta desde la costa. Adem3s, est3 presente un giro anticicl3nico justamente en el extremo de la pen3nsula de Mejillones asociado probablemente a una lengua de surgencia. Al sur de Antofagasta nuevamente se presenta una corriente hacia la costa. Este tipo de corrientes, que presionan contra la costa, tienden a debilitar la surgencia costera y su manifestaci3n en TSM y clorofila es generando anomal3as positivas de TSM.

Durante febrero de 2007, con una surgencia intensa, la zona de estudio muestra 3 3reas. Al norte de los 21° S la corriente geotr3fica principal apunta hacia fuera de la costa, por lo tanto la divergencia del flujo es consistente con la proyecci3n desde la costa de grandes lenguas de aguas surgentes. Entre los 21° y 23° S el flujo principal de la corriente es hacia la costa generando una convergencia en la costa por lo que la banda costera de aguas fr3as est3 comprimida tal como lo muestra la TSM y la anomal3as de TSM. Entre Mejillones y Antofagasta, a pesar de un flujo hacia la costa posiblemente debido a un filamento cicl3nico, por la interacci3n con la topograf3a de la pen3nsula se produzca una lengua de agua fr3a que se proyecta hacia el oc3ano.



2. Oferta ambiental de alimento en la zona I y II Regiones durante el verano del 2007. (Objetivo B3)

2.1 Fitoplancton

La componente fitoplanct3nica estuvo representada por diatomeas y flagelados, 3ste 3ltimo grupo incluye las fracciones nanoplanct3nica y microplanct3nica. Se identific3 un total de 64 diatomeas, incluyendo especies formadoras de cadena y solitarias. Las especies de diatomeas formadoras de cadena dominaron dentro de este grupo y presentaron un rango de tama1o que fluctu3 entre 30 y 680 μm . El g3nero dominante fue *Chaetoceros*, y los mayores tama1os se detectaron en las especies pertenecientes a los g3neros *Pseudonitzschia* y *Thalassiosira*. Las formas solitarias presentaron un mayor rango de tama1o (40-2000 μm) los cuales estuvieron representados principalmente por formas de los g3neros *Lioloma*, *Proboscia*, *Pseudosolenia* y *Rhizosolenia* (**Tabla 7**).

En el grupo de los flagelados se identificaron 77 especies que incluyeron dinoflagelados tecados, dinoflagelados atecados y otras formas flageladas. Este grupo fluctu3 en un rango entre 25 y 600 μm . Los g3neros mejor representados fueron *Ceratium*, *Dinophysis* y *Protoberidinium*, detect3ndose dentro de las especies del g3nero *Ceratium* los mayores tama1os (**Tabla 8**).

La abundancia total fitoplanct3nica present3 un valor m3nimo de 29,6 c3l/mL y un m3ximo de 1429,2 c3l/mL. El mayor porcentaje de aporte lo realiz3 el grupo de las diatomeas (>80%) que alcanz3 un m3ximo de 1178,5 c3l/mL. Los flagelados presentaron una concentraci3n celular m3xima de 801,9 c3l/mL, sin embargo, los m3nimos registrados fueron un orden de magnitud superior al de las diatomeas (**Tabla 9**). Lo anterior signific3 que, en promedio, la abundancia celular entre ambos grupos fuese similar (197.2-175.9 c3l/mL para diatomeas y flagelados



respectivamente). Las abundancias totales en algunos sectores estuvieron representadas por ambos grupos, mientras que en otras 3reas no hubo sobreposici3n entre ellos (**Tabla 9**).

Al analizar el espectro de tama1os por estaci3n las diatomeas presentaron el mayor rango, 110,0–492,7 μm , mientras que las formas flageladas variaron entre 51,1 y 133,6 μm . Esto significa que el espectro total de tama1os disponible estuvo dominado por el grupo de las diatomeas (**Tabla 10**).

En la componente horizontal la distribuci3n de la abundancia total del fitoplancton muestra la presencia de altas concentraciones distribuidas en la franja entre 1 y 10 mn de la costa (**Fig. 30A**). De acuerdo a la **Figura 30B** los focos detectados entre 1 y 5 mn de la costa, desde Arica a Pisagua, son producto de las altas densidades del grupo de las diatomeas (donde alcanz3 cerca de 1200 c3l/mL) y en menor medida a la presencia de flagelados. Hacia el sur del 3rea de estudio, entre el sur de Mejillones y Antofagasta, se repite el patr3n, sin embargo, las abundancias de las diatomeas disminuyeron a valores inferiores a las 500 c3l/mL . El resto del 3rea, localizada entre Pisagua y Mejillones, estuvo dominado por la presencia de flagelados, quienes mostraron un incremento hacia el sur alcanzando concentraciones cercanas a 650 c3l/mL al sur de Iquique y Mejillones. Este grupo present3 tambi3n una mayor extensi3n costa afuera, siendo responsables de los valores totales observados a 10 mn de la costa (**Fig. 30C**).



En un gradiente latitudinal, las especies de diatomeas que fueron responsables de las abundancias observadas entre Arica e Iquique (T1-T7) fueron *Thalassiosira minuscula*, *T. decipiens*, *T. aestivalis* y *Pseudonitzschia delicatissima*, las cuales mostraron características de proliferaciones casi mono-específicas al menos entre las transectas 1 y 4. Más al sur, en la zona con las menores abundancias, la especie dominante fue *Fragilariopsis doliolus*, junto a *Bacteriastrium delicatulum* y *Leptocylindrus mediterraneus*. El sur del área de estudio, en el cual se produjo un leve incremento de las densidades celulares, el sistema estuvo dominado por especies del género *Chaetoceros*, entre las que *C. compressus* presentó los mayores porcentajes de aporte al total (**Tabla 11**).

Los flagelados estuvieron dominados por nanoflagelados y en segundo lugar por *Gonyaulax grindleyi* al norte del área de estudio (T1-T7). En la zona entre Iquique y Mejillones, donde se detectaron las mayores densidades de este grupo, la especie *Gonyaulax grindleyi* se hizo dominante junto con *Lingulodinium polyedrum*. En esta región las proliferaciones de estas especies tuvieron el carácter de marea roja. Hacia el sur nuevamente predominaron los nanoflagelados junto al género *Prorocentrum* y a algunas especies del género *Ceratium*, en una forma similar a la registrada en el norte del área de estudio (**Tabla 12**).

En la componente vertical las diatomeas mostraron en todas las transectas máximos subsuperficiales localizados en el estrato entre los 5 y 10 m de profundidad. Entre las transectas 1 y 13, correspondientes al sector entre Arica y Pisagua, se observan los mayores valores asociados a los núcleos descritos en la distribución horizontal. En la región central del área de estudio las concentraciones descendieron notoriamente para aumentar hacia el sur de Mejillones, pero a valores escasamente superiores a 500 cél/mL (**Fig. 31**).



Los flagelados presentaron m3ximas densidades celulares a 5 m de profundidad entre Arica y el norte de Mejillones. En los perfiles verticales se observa el incremento hacia el sector de Mejillones donde alcanzaron su mayor concentraci3n (>1000 c3l/mL) entre 5 y 10 mn de la costa. Hacia el sur de Antofagasta se detect3 un m3ximo superficial a 1 mn de la costa, pero no fue superior a 250 c3l/mL (**Fig. 32**).

La distribuci3n de frecuencia de tama1os muestra que las diatomeas presentaron un mayor porcentaje de part3culas asociadas al rango entre 120 y 250 μm , que corresponden a diatomeas formadoras de cadenas (**Fig. 33A**), mientras que los flagelados se encontraron en mayor porcentaje entre 70 y 90 μm (**Fig. 33C**). La fracci3n de 20 μm corresponde a los nanoflagelados, y aquella entre 35 y 65 μm se encuentra representada por dinoflagelados atecados.

La distribuci3n horizontal del espectro de tama1o de toda la comunidad fitoplanct3nica revela los mayores tama1os asociados al sector localizado entre Pisagua y Mejillones y a las estaciones m3s alejadas de la costa, donde se registraron part3culas por sobre los 500 μm . Al norte y sur del 3rea de estudio el espectro de tama1os disminuy3 fluctuando entre 200 y 350 μm (**Fig. 34A**). Al observar la distribuci3n de tama1os de las diatomeas (**Fig. 34B**) 3sta coincide con el patr3n descrito, particularmente al sur de Iquique y hacia 20 mn de la costa, donde los mayores tama1os concordaron con las menores abundancias celulares de este grupo. Los flagelados presentaron tama1os inferiores, con un n3cleo m3ximo frente a Tocopilla, tambi3n en las estaciones localizadas a 20 mn (**Fig. 34C**).

En la distribuci3n vertical de los tama1os de diatomeas se observ3 una disminuci3n con la profundidad dentro de un rango aproximado de 50 μm . El incremento hacia el sector m3s alejado de la costa se observa en n3cleos asociados al estrato entre la superficie y los 20 m de profundidad. Este patr3n fue particularmente evidente en las transectas en que se detectaron las menores



densidades celulares de este grupo (**Fig. 35**). Los flagelados tambi3n presentaron los menores tama1os en los estratos m1s profundos, excepto en las 3ltimas transectas. En los perfiles tambi3n se observa el incremento de tama1os de este grupo hacia el sector m1s alejado de la costa, aunque en un rango m1s estrecho que el de las diatomeas (**Fig. 36**).

2.2 Microzooplancton

La componente microzooplanct3nica estuvo representada por componentes del holoplancton y meroplancton. Entre el holoplancton se identificaron ciliados aloricados y loricados (tintinidos), radiolarios, foramin3feros, y estadios tempranos de la componente copepoda (nauplius y copepoditos). El meroplancton estuvo representado principalmente por larvas de moluscos, equinodermos, poliquetos y huevos indeterminados.

La abundancia total del microzooplancton fluctu3 entre 1,2 y 65,9 individuos/mL. Las mayores magnitudes se detectaron al norte del 1rea de estudio, frente a Arica, donde alcanzaron valores mayores a 60 ind/mL. Hacia el sur hubo una disminuci3n con focos menores entre Iquique y Tocopilla. Un segundo n3cleo importante se present3 en Mejillones, pero de magnitud inferior al del sector norte (**Tabla 13**).

En la componente horizontal, la distribuci3n de la abundancia del microzooplancton mostr3 dos n3cleos de altos valores (>50 ind/mL), uno concentrado al norte del 1rea de estudio, frente a Arica, y el otro en Mejillones. En el resto del 1rea de estudio las abundancias no superaron los 30 ind/mL, detect1ndose una disminuci3n hacia las estaciones m1s alejadas de la costa (**Fig. 38**).



La distribuci3n vertical de la abundancia del microzooplancton mostr3 m3ximos a nivel superficial con una disminuci3n hacia los estratos m3s profundos y hacia el sector m3s alejado de la costa. En las transectas 1-7 y 27-29, en las cuales se incluye la zona de Arica y Mejillones respectivamente, se observan los n3cleos de altas concentraciones descritas en la distribuci3n horizontal (**Fig. 38**).

Los tama1os de este componente variaron entre 69,0 y 224,9 μm . Pocas estaciones presentaron tama1os menores a 100 μm , y 3stas estuvieron principalmente al sur del 3rea de estudio (**Tabla 13**). La distribuci3n de frecuencia corrobora que la estructura de tama1os del microzooplancton estuvo asociada principalmente al rango entre los 100 y 150 μm (**Fig. 37**).

La distribuci3n horizontal de los tama1os se mantuvo dentro del mismo rango entre la costa y las 20 mn entre Arica y el norte de Iquique. Hacia el sur tama1os superiores a 200 μm se encontraron en las estaciones localizadas a 1 mn, mientras que en el resto del 3rea de estudio 3stos fluctuaron entre 60 y 180 μm (**Fig. 38B**).

La distribuci3n vertical de los tama1os revela que los mayores representantes de este grupo, adem3s de restringirse a la franja costera, se distribuyeron de manera relativamente homog3nea con la profundidad (**Fig. 40**).

Al analizar los componentes del microzooplancton, el grupo responsable de las abundancias y tama1os observados fue el de los ciliados, tanto las formas aloricadas como los tintinidos. Esta dominancia se registr3 en toda el 3rea de estudio, aunque en las transectas localizadas hacia el sur, hubo un leve incremento de los estadios naupliares y de los huevos indeterminados (**Tabla 14**).



2.3 Zooplancton

2.3.1 Abundancia y espectro de tamaño

La abundancia total de zooplancton fluctuó entre 162,05/m³ y 3197,07/m³. La distribución horizontal revela la presencia de las más altas abundancias restringidas al sector costero frente a Arica. Hacia el sur, entre Pisagua y Tocopilla, se detectó una tendencia al incremento de las abundancias hacia el sector más alejado de la costa, pero las magnitudes fueron menores. La región entre Tocopilla y Antofagasta presentó los valores más bajos de abundancia zooplanctónica (**Fig. 41**).

En la **Figura 42** se presentan las abundancias medias de los diferentes grupos zooplanctónicos identificados. En ella se observa que los grupos abundantes fueron copépodos, appendicularia, larva anelida, huevos elongados de peces (huevos de anchoveta) y huevos esféricos de peces.

Los copépodos constituyeron el componente dominante, con el mayor aporte a las abundancias totales (**Tabla 15**). De éstos, los organismos pequeños (<2,75 mm) fueron los más abundantes.

Los valores de espectro de tamaño encontrado fluctuaron entre 0,25 mm y 15,75 mm (**Tabla 16**). La **Figura 43** muestra una clara tendencia en la disminución progresiva de los organismos mayores a los 2,75 mm, lo que indica la clara ausencia de organismos por sobre los 16 mm, y en la **Figura 44** se aprecia la tendencia que siguen los organismos más pequeños, indicando una dominancia de los organismos que están bajo los 2,75 mm



2.3.2 Biomasa del zooplancton

El campo de biomasa zooplanctónica varió entre 22,64 gr/1000 m³ (21°20'S-1 mn) y 4424,96 gr/1000 m³ (19°40'S-1 mn), con un promedio global de 463,50 gr/1000 m³ y coeficiente de variación de 99,13%.

La biomasa media en función de la distancia a la costa fluctuó desde 399,90 g/1000m³ a 5 mn a 510,17 g/1000m³ a 10 mn, revelando una mayor concentración en la zona más alejadas de la costa (10–20 mn) (**Fig. 45**).

La evaluación del campo medio latitudinal comprendió el agrupamiento de las estaciones por grado de latitud, y en cada caso sólo las estaciones por secciones. De este modo se observa que la biomasa media latitudinal varió desde 268,12 g/1000m³ a los 23° S a 772,36 g/1000m³ a los 19° S, sin evidenciarse gradientes latitudinales (**Fig. 46**).

La distribución horizontal de la biomasa siguió un patrón coincidente con el de las abundancias. Valores medios se encontraron asociados a la mayor parte de área de estudio entre 10 y 20 mn de la costa, y el máximo (>4000 g/1000m³) frente a Pisagua se restringió sólo a la franja entre 1 y 5 mn. Un segundo núcleo costero se observó hacia el sur, pero las magnitudes escasamente superaron los 1000 g/1000m³. En la zona entre Tocopilla y Antofagasta se detectaron las menores biomásas zooplanctónicas (**Fig. 47**).

2.3.3 Análisis de la información

El análisis de K-medias aplicado a los datos de abundancia por transecta definió diferencias en cuanto a la distribución del nano- y microfitoplancton respecto del zooplancton, separando la información en dos grupos. La mayor influencia en la definición de tales grupos la ejerció la abundancia total del fitoplancton (**Tabla 17**).



El primer grupo reuni3 a las estaciones localizadas en las inter-transectas y se caracteriz3 por la mayor abundancia de las formas fitoplanct3nicas y por la mayor abundancia del microzooplancton. El segundo grupo reuni3 a las estaciones localizadas sobre las transectas oceanogr3ficas y se caracteriz3 por la mayor biomasa zooplanct3nica (**Tabla 17**).

3. Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 3rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad. (Objetivo B2).

3.1 Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C “Abate Molina”

El arte de pesca utilizado para la identificaci3n de ecotrazos y obtenci3n de muestras biol3gicas, es una red de arrastre a media agua de cuatro paneles de dise1o Engel, con un tama1o de malla en el copo de 12 mm, que esta dise1ada espec3ficamente para operar en el B/C “Abate Molina” con peces de peque1o tama1o.

Debido a la imposibilidad de efectuar un estudio de selectividad en esta red de arrastre, la efectividad en la captura de ejemplares de peque1o tama1o de anchoveta en el crucero de evaluaci3n (RECLAN 0702), se analiza mediante la comparaci3n de la estructura de talla obtenida por el B/C Abate Molina respecto a las tallas obtenidas por la flota cerquera artesanal, que oper3 simult3neamente en el per3odo en que se realiz3 el crucero. Para el presente crucero (RECLAN 0702), se utilizaron las estructuras de talla obtenidas en el marco del “Proyecto Seguimiento del estado de situaci3n de las principales



Pesquerías nacionales” (Martinez et al 2005), estos lances corresponden geográficamente a los lances efectuados por el B/C “Abate Molina”.

La comparaci3n se realiza mediante los rangos de captura y la frecuencia acumulada, que se puede considerar como la ojiva de selectividad, determinándose la talla de retenci3n ($L_{50\%}$) y el rango de selecci3n que se calcula como la diferencia entre la $L_{25\%}$ y $L_{75\%}$.

a. Estructura de tallas capturadas con red de cerco

Las de tallas registradas cerco, present3 una estructura unimodal. Con una moda principal centrada en 13,5 cm y con un rango que fluctu3 entre 11 cm y 17 cm (**Fig. 48**).

b. Estructura de tallas capturadas con red de media agua

Para arrastre de media agua, la estructura de talla fue construida a partir de los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina en el marco del crucero de investigaci3n RECLAN 0702. Para arrastre de media agua, la estructura de talla se present3 unimodal, siendo la moda principal 13,5 cm, el rango de tallas observado fue de 9 cm a 19 cm (**Fig. 48**).

3.1.1 Comparaci3n estructura de tallas entre cerco y arrastre

En general, para la anchoveta la longitud estimada con la ojiva al $L_{25\%}$, $L_{50\%}$ y $L_{75\%}$, realizada con la red de arrastre Engel, vari3 entre 12,1 cm y 14,2 cm y para cerco fue de 12,7 cm y 13,8 cm. Las tallas estimadas al 25% para la red de arrastre son levemente menores a las tallas obtenidas para la red de cerco. La $L_{25\%}$, en cerco fue de 12,7 cm y en arrastre 12,1 cm, con una diferencia de 0.6 cm entre ambas (**Fig.48**



y **Tabla 18**). En la $L_{50\%}$ capturada con red de arrastre de media agua y de cerco fue de 13,1 cm. La $L_{75\%}$ obtenidas con arrastre fue de 14,2 y en cerco de 13,8 cm con una diferencia de 0,4 cm.

En t3rminos generales, anchoveta capturada con red de arrastre presenta peque1as diferencias de longitud entre 0,4 -0,6 cm, respecto de las tallas capturadas con red de cerco (**Tabla 18**).

Dadas las leves diferencias que ambos artes presentan, se deduce que el arrastre de media agua es levemente menos selectivo, pudiendo considerarse ambos artes poco selectivos. Sin embargo las diferencias pueden explicarse por los siguientes factores:

- Bajo n3mero de lances con cerco (seguimiento) respecto al n3mero de lances con arrastre.
- Las zonas de pesca con cerco se localizaron en sectores m1s costeros que los de arrastre, los que pueden haber registrado ejemplares de menor tama1o.

3.2 Composici3n de tallas y pesos del stock reclutas de anchoveta en el 1rea de estudio.

En el desarrollo del presente crucero se realizaron un total de 47 lances de pesca (**Fig. 3**), los cuales fueron realizados por el B/C Abate Molina, 27 lances fueron realizados entre Arica y el limite sur de la I regi3n ($21^{\circ} 25'S$) y 20 lances fueron realizados en la II regi3n. Del total de lances (47) que fueron realizados, en 44 de ellos que corresponde al 93,6% se obtuvo captura de anchoveta.



La captura total alcanz3 los 46.544,24 kg, capturados por el Abate Molina. La captura estuvo compuesta principalmente de anchoveta con un 67,85% (31.578,23 kg), jurel con un 29,82% (13.877,39 kg) y el porcentaje restante 2,33% corresponde principalmente a pejerrey, jibia, caballa, pampanito, medusa, sardina espa1ola, agujilla y barracuda del norte capturados por el B/C Abate (**Tabla 19 y 20**).

Del total de lances realizados, 44 registraron capturas de anchoveta, en 9 se captur3 exclusivamente anchoveta y en los 35 restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 0,22 y 99%. Los lances con captura exclusiva de anchoveta estuvieron concentrados en la I regi3n, sin embargo las mayores capturas de esta especie se obtuvo en la II regi3n con 15.946,46 Kg. mientras que en la I regi3n 15.603 kg (**Tabla 19 y 20**).

Operacionalmente, los lances de arrastre a media agua tuvieron una duraci3n entre 6 y 51 minutos, rastreando a velocidades entre 3,0 y 4,8 nudos, con distancias rastreadas entre 0,4 y 3,6 mn (**Tabla 19**).

3.3 Estructura de tallas de anchoveta

3.3.1 Estructura de talla de anchoveta en la zona total

En general, las tallas de anchoveta capturadas en los lances de arrastre variaron entre 9 y 19 cm, observ1ndose que los individuos m1s grandes fueron capturados en los extremos del 1rea de estudio. Una fracci3n de los ejemplares de mayor tama1o se observ3 al norte de los 18° 36,6' S (lances 1, 2 y 3 realizado por el B/C Abate Molina) con rango entre 11,5 y 18 cm con una talla modal de 15,5 cm (**Fig. 49**). Al sur de los 18° 36,6' S, se observa una disminuci3n en las tallas de los individuos, con un rango que vari3 entre 9 y 17,5 cm y tallas modales entre 11,5 y



14 cm, la segunda fracci3n de ejemplares grandes se encontr3 al sur de los 22°23,7'S con un rango de tallas que vari3 entre 9 y 19 cm, con tallas modales entre los 14 y 16,5 cm (**Fig. 49 a 58**).

3.3.2 Estratificaci3n de las estructuras de tallas

Las estructuras de tallas por lance (**Fig. 50 a 58**) se agruparon en 6 zonas (**Fig. 49**), (**Tabla 21 y 22**).

- Zona 1: comprendida entre los 18°20' S y 18°41' S que contiene los lances 1 a 3 realizados por B/C Abate Molina. En esta zona se realizaron 3 lances de pesca, obteniéndose en el total captura positiva de anchoveta (**Tabla 21**). Esta zona presenta una estructura de tallas bimodal con una moda principal en 15,5 cm y con una incipiente moda secundaria en 13 cm, con un rango entre 11,5 y 18 cm (**Fig. 49**). La longitud y peso promedio de los ejemplares es de 14,7 cm y 22,2 g. El aporte en númeroy peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 3,0% y 1,7% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 11,9 cm y un peso promedio de 12,3 g (**Tabla 21**).

- Zona 2: ubicada entre los paralelos 18°41' S y 19°05' S, incluye los lances 4 a 6 realizados por el B/C Abate Molina. El total de lances realizados en esta zona presentaron captura positiva de anchoveta. En los lances de pesca se observa una estructura de talla bimodal con una moda principal en 13 cm y una moda secundaria en 15 cm, con un rango que vari3 entre 11 y 16,5 cm ((**Fig. 49**). Los individuos presentan una longitud y peso promedio de 13,4 cm y 16,5 g. El aporte en númeroy peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 9,2% y 6,4% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 11,9 cm y un peso promedio de 11,5 g (**Tabla 21**).



- Zona 3: comprendida entre los 19°05' S y 19°43' S, conteniendo los lances 7 al 11 realizados por el B/C Abate Molina. En esta zona los 5 lances realizados presentaron captura de anchoveta. La estructura de tallas observada en la zona es unimodal centrada en 13 cm y un rango de tallas entre 10 y 16,5 cm (**Fig. 49**). Los individuos en esta zona presentan una longitud y peso promedio de 12,6 cm y 14,7 g. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 42,9% y 32,9% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 11,6 cm y un peso promedio de 11,3 g (**Tabla 21**).

- Zona 4: situada entre los 19°43' S y 20°02' S, que incluye los lances 12, 13, 14 y 17 realizados por el B/C Abate Molina. Al igual que en las zonas anteriores la captura de anchoveta fue exitosa en los 4 lances realizados. La estructura de tallas observada en la zona es unimodal centrada en 13,5 cm y un rango de tallas entre 11 y 17 cm (**Fig. 49**). Los individuos en esta zona presentan una longitud y peso promedio de 13,8 cm y 18,5 g. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 7,7% y 4,6% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 11,9 cm y un peso promedio de 11,2 g (**Tabla 21**).

- Zona 5: dispuesta entre los 20°07' S y 21°55' S, que contiene los lances 15 -16, 19 al 31 realizados por el B/C Abate Molina. Del total de 15 lances realizados en la zona, el 93,3% fueron exitosos en la captura de anchoveta que corresponde a 14 lances. En la zona se observa una estructura de tallas unimodal con una moda centrada en 12,5 cm y un rango de tallas entre 9 y 17,5 cm (**Fig. 49**). Los ejemplares en la zona presentan una longitud y peso promedio de 12,6 cm y 11,3 g. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 37,0% y 33,4% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 11,6 cm y un peso promedio de 10,6 g (**Tabla 21**).



- Zona 6: situada entre los 21°55' S y 24°43' S, que incluye los lances 32 al 46 realizados por el B/C Abate Molina. Del total de 17 lances realizados en la zona el 88,2% fueron exitosos en la captura de anchoveta que corresponde a 15 lances. En la zona se observa una estructura de tallas unimodal con una moda centrada en 14,5 cm y un rango de tallas entre 9 y 19 cm (**Fig. 49**). Los ejemplares en la zona presentan una longitud y peso promedio de 14,5 cm y 23,5 g. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 4,9% y 2,2% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 11,2 cm y un peso promedio de 10,5 g (**Tabla 21**).

La zona de estudio total presentó una distribución de tallas de anchoveta del tipo unimodal centrada en 13,5 cm y un rango entre 9 y 19 cm. La longitud y el peso promedio alcanzó a 13,6 cm y 17,9 g, respectivamente. El aporte en número y peso de los reclutas en las capturas de media agua fue de 20,2% y 12,1%, respectivamente. La longitud promedio de los reclutas fue 11,6 cm, con un peso promedio de 10,7 g.

Las zonas 3 y 5 presentaron los mayores aportes relativos de reclutas con un 42,9% y 37,0% respectivamente.



3.3.2.1 Análisis estadístico de la estratificación de las subzonas mediante la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)

La estratificación de tallas para anchoveta, se analiza por medio de la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG). Para la anchoveta se tiene que la estructura de talla entre las zonas presenta diferencias significativas entre sí. (**Tabla 23**). Se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad en la estructura de talla entre las zonas.

El análisis de la estructura de talla de los lances contenidos dentro de cada zona se muestra en la **Tabla 24 y 25**. Para la zona 1, el 66,67% de los lances cumple con el supuesto de igualdad en la estructura de tallas, con la excepción del lance 1 realizados por el B/C Abate Molina, mostrando una estructura de talla diferente. En la zona 2 y 3 el porcentaje de aprobación fue de 100%, aceptando la hipótesis de igualdad en las estructuras de tallas. Para la zona 4 se observa un porcentaje de aprobación del 75 %, observándose que el lance 12 muestra una estructura de talla distinta. Para la zona 5 el porcentaje de aprobación de la hipótesis fue del 92,86%, el lance 31 realizado por el B/C Abate Molina no cumple la hipótesis presentando una estructura de talla distinta con moda en 13,5 cm desplazada de la tendencia general (12,5 cm). En la zona 6 un 93,33 % de los lances cumple con el supuesto de igualdad de tallas, sin embargo el lance 36 presenta una talla modal de 14 cm, desplazada de la moda general de la zona.

En términos generales, los lances que no aprobaron la hipótesis de igualdad en la estructura de talla, fueron considerados dentro de la zona bajo dos criterios, el primero se basa en cercanía de los lances a otros realizados en la zona que cumplen con la hipótesis de igualdad y el segundo se basa en que las tallas modales se mantuvieron dentro de la tendencia general de las modas observadas en las zonas.



3.4 Relaciones longitud-peso

3.4.1 Modelos lineales

Para el conjunto de datos longitud y peso, obtenidos a partir de los lances de pesca realizados por el B/C Abate Molina en las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se estim3 la relaci3n longitud-peso para anchoveta en toda el 3rea de estudio, mediante el m3todo lineal. La estimaci3n se realiz3 ajustando una regresi3n lineal para todos los pares de datos disponibles (**Fig. 60 y 61**).

El modelo lineal present3 un grado de ajuste similar en la zona 1 y 2 (0,928 y 0,927), al igual que en la zona 3 y 4 (0,922 y 0,922) y la zona 5 y 6 (0,934 y 0,936). Las pendientes de la regresi3n al igual que el grado de ajuste presentan valores similares en la zona 1 y 2 con un b de 2,8193 y 2,8190 respectivamente, sin embargo en la zona 3 el par3metro $b = 2,9172$ y $b = 3,1155$ en la zona 4, en la zona 5 se presenta un $b = 3,0691$ y finalmente en la zona 6 el par3metro $b = 2,9822$ (**Tabla 26**) y (**Fig. 60 y 61**). Para la zona total de estudio el valor del grado de ajuste fue $R^2 = 0,951$ con una pendiente de $b = 3,0826$ (**Fig. 61**).

El an3lisis de varianza (Andeva) para anchoveta se muestra en la **tabla 27**. El an3lisis muestra que los modelos ajustados para la relaci3n longitud-peso de cada zona, no cumplen con la hip3tesis de igualdad, rechaz3ndose la hip3tesis nula (H_0). El an3lisis en detalle, comparando pares de zonas entre s3, muestra que las zonas 1, 2 y 3 no cumple con el supuesto de igualdad, ya que en su estructura de tallas no est3n representadas las tallas menores a 10 cm y las mayores a 16,5 cm, situaci3n que se presenta en la zona 4, 5 y 6 (**Tabla 27**).

Mediante el an3lisis de varianza, de la relaci3n longitud-peso para cada zona (**Tabla 28**), se determin3 que el modelo ajustado en las zonas, explica de forma adecuada el



ajuste de las variables longitud –peso utilizados, encontrando un ajuste significativo de las variables con un 95% de confianza (**Tabla 28**).

De lo anterior, se tiene que el modelo total de la relación longitud-peso, sería representativo de toda la estructura de talla presente en la zona total de estudio.

3.4.2 Modelos no lineales

Para la anchoveta se estimó una relación longitud-peso a través de modelos no lineales, para toda la zona de estudio (**Tabla 26**).

Para anchoveta el grado de ajuste de los datos de la relación longitud-peso, mediante el modelo no lineal, fue $R^2 = 0,9716$, valor que resultó ser superior al obtenido con el método lineal ($R^2 = 0,9516$). Al comparar los pesos estimados a partir de ambos modelos (**Tabla 29**), se observan estimaciones de peso mayores con el modelo no lineal en el rango de tallas 9 a 14,5 cm con diferencias entre 0,008 y 0,187 gramos. En el rango de tallas 15 a 19 cm la estimación de los pesos fue favorable para el modelo lineal, observándose diferencias entre 0,048 a 0,918 gramos.

3.4.3 Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta

Se realizó un análisis de covarianza de las relaciones longitud-peso de cada zona mediante el test Tukey, con hipótesis nula (H_0) que las regresiones son iguales e hipótesis alternativa (H_1) que las regresiones son distintas, entre zonas. Se compararon los parámetros de las regresiones por zona en pares (**Tabla 30**).

La comparación de pendientes mediante el test Tukey ($\alpha=0,05$), muestra que sólo entre la zona 1- zona 2, zona 1 – zona 3, zona 2 – zona 3, zona 3 – zona 6 y zona 4 – zona 5, las pendientes de regresión son estadísticamente iguales, aceptándose la



hip3tesis nula (**Tabla 30**). Esto se explica por las diferencias en el rango de tallas, tanto la zona 5 como la zona 6 presenta un espectro amplio de tallas mientras que las otras zonas presentan un rango mas estrecho.

3.5 Proporci3n sexual

Para toda la zona de estudio el porcentaje de individuos indeterminados sexualmente solo alcanz3 un 0,11%. De los individuos restantes, las hembras contribuyeron con el 48,35% las que predominaron en el rango de tallas 15 a 19 cm. Los machos representaron el 51,65% y predominaron en el rango de tallas 9 a 14,5 cm (**Fig. 62**).

En la zona 1 el total no se registraron individuos de sexo indeterminado correspondiendo el 42,47 % de los individuos sexados a machos, la fracci3n restante correspondi3 a hembras con el 57,53%. Las hembras predominaron en casi todo el rango de tallas salvo en las tallas entre 11,5 a 12 cm y 14 a 14,5 cm (**Fig. 62**).

En la zona 2, los individuos indeterminados sexualmente representaron solo el 0,17% del total de individuos sexuados en la zona. Del porcentaje restante las hembras representaron el 44,44% las que predominaron en el rango de talla 14 a 16 cm. Los machos representaron el 55,56% los que presentaron sus mayores ocurrencias en el rango de tallas 11 a 13,5 cm (**Fig. 62**).

En la zona 3, no se observaron individuos indeterminados. Del total de los individuos 44,11% correspondi3 a hembras, las que fueron predominantes en el rango de tallas 14,5 a 16,5 cm. La fracci3n restante corresponde a machos (38,82%), los que fueron predominantes en el rango de tallas 10 a 14 cm (**Fig. 62**).



En la zona 4, al igual que en las zonas 1 y 3, no se observaron individuos indeterminados. Del total de los individuos 46,68% correspondi3 a hembras, las que fueron predominantes en el rango de tallas 14 a 17 cm. Los machos estuvieron presentes en un 53,32%, los que fueron predominantes en el rango de tallas 11 a 13,5 cm (**Fig. 63**).

Los individuos indeterminados sexualmente en la zona 5 representaron solo el 0,26% del total de individuos sexuados en la zona. Del porcentaje restante las hembras representaron el 46,6% las que predominaron en el rango de talla 13 a 17,5 cm. Los machos representaron el 54,34% los que presentaron sus mayores ocurrencias en el rango de tallas 9 a 12,5 cm (**Fig. 63**).

Finalmente en la zona 6, los individuos indeterminados sexualmente representaron solo el 0,04% del total de individuos sexuados en la zona. Del porcentaje restante las hembras representaron el 51,94% estas predominaron en el rango de talla 15 a 19 cm. Los machos representaron el 48,06% estos predominaron en el rango de talla 11 a 13,5 cm (**Fig. 63**).

3.6 IGS y estados de madurez

Para la zona de estudio el valor promedio de IGS fue de 1,94%, con un m3nimo de IGS de 0,11% en 11,5 cm y 5,38% en 17 cm (**Fig. 64**). Los valores de IGS presentan una relaci3n directa con la longitud de los individuos, es decir a medida que aumenta la talla aumenta el IGS, aun cuando se observa una disminuci3n del IGS en 18 cm a 2,77 %. Para las hembras los valores estimados de IGS presentan un comportamiento similar al total, con valor m3nimo en 11,5 cm (0,081%) y m3ximo en 17 cm (5,37%), despu3s de la talla 15,5 cm se observa una estabilizaci3n IGS. Los machos presentan valores de IGS que siguen la tendencia del total en el rango de



tallas 11,5 (0,14%) a 17 cm (8,06%), con una disminuci3n del IGS en la talla 17 cm (3,52%) (**Fig. 64**).

En la zona total, la anchoveta present3 estados de madurez 1, 2, 3, 4, 5 y 6 con una representaci3n de 2,18%, 65,62%, 31,48%, 0,52%, 0,18% y 0,02% respectivamente. En general los estados de madurez 2 y 3 predominaron para machos y hembras en la zona total (**Fig. 65**). En machos el estado de madurez 1 (2,08%), se present3 en individuos con tallas < 12 cm, el estado 2 (39,32%) se present3 en individuos con tallas entre 10 a 18 cm, el estado 3 (10,05%) se presenta en rango de tallas de 12,5 a 17 cm, el estado 4 (0,19) se presenta en el rango de tallas entre 14,5 a 17,5 cm, mientras que el estado 6 (0,01) se observ3 solo en la talla 19 cm. En hembras el estado de madurez 1 (0,01%), se present3 en individuos de talla 9 cm, el estado 2 (26,36%) se present3 en individuos con tallas < a 16,5 cm, el estado 3 (21,46%) se observ3 en un rango de talla >11 cm, el estado 4 (0,32%) se presenta en tallas mayores a 12,5 cm, el estado 5 (0,18) se observ3 en tallas > a 14,5 cm y el estado 6 (0,01%) se presenta en la talla 14,5 cm (**Fig. 65**).

En la zona de estudio los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 4 seguido por el estado 3. Lo anterior se refleja por el mayor desarrollo gonadal de los individuos que presentaron este estado (**Fig. 66**).

En la zona 1 se registr3 un IGS promedio de 4,39%, con dos m3nimos uno de 0,87% en 13 cm y otro de 4,62% en 17 cm (**Fig. 64**). Los machos presentaron un IGS promedio de 4,49%, al igual que en la zona total se observ3 un m3nimo de 1,17 % en 12,5 cm y un m3ximo de 9,52 % en 11,5 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 4,32%, con un m3nimo en 13 cm que corresponde a 0,32 % y un m3ximo en 17,5 cm para las hembras de 9,09% (**Fig. 64**). Existe una relaci3n directa entre el IGS y la talla de los individuos, es decir a mayor talla mayor IGS. Esta relaci3n ha sido



observada tanto en estudios anteriores como en la zona total, sin embargo para la zona 1 esta relaci3n se observa en tallas mayores a 13 cm, para tallas menores se ve afectada por el n3mero de ejemplares observados por talla (**Fig. 64**).

En la zona 1, la anchoveta present3 estados de madurez 2, 3 y 4, con una representaci3n de 41,96%, 57,70%, y 0,34%, respectivamente. En general los estados de madurez 2 y 3 predominaron para machos y hembras en la zona (**Fig. 67**). En machos el estado de madurez 2 (31,64%), se present3 en todo el espectro de tallas entre 11,5 y 18 cm, mientras que el estado 3 (10,18%) se present3 en individuos con tallas entre 13,5 a 16,5 cm. En hembras el estado de madurez 2 (10,32%), se present3 en individuos en tallas 11,5 a 16 cm el estado 3 (46,87%) se present3 en individuos con tallas 12,5 a 17,5 cm y el estado 4 (0,34%) se presenta en rango de tallas de < 13,5 cm (**Fig. 67**).

Para la zona 1, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 3, seguido por el estado 2. Lo anterior se refleja por el mayor desarrollo gonadal de los individuos que presentaron este estado (**Fig. 66**).

En la zona 2 se registr3 un IGS promedio de 2,67%, con se observ3 un m3nimo en 12 con IGS de 0,72% y 15 cm un m3ximo con IGS de 4,45%. Los machos presentaron un IGS promedio de 2,79%, con un m3ximo de 4,8% en 15 cm y un m3nimo de 0,94% en 12 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 2,53%, con un m3ximo de 4,3 % en 16 cm y un m3nimo de 0,4% en 12 cm (**Fig. 64**).

En la zona 2, se observaron estados de madurez 1, 2 y 3, con una representaci3n de 0,17%, 67,35% y 32,48% respectivamente. En general los estados de madurez 2 y 3 predominaron para machos y hembras en la zona de 2 (**Fig. 68**). En machos el estado de madurez 1 (0,17%), se present3 en individuos con talla 11,5 cm, el estado



2 (51,97%) se presentó en individuos en tallas 11,5 a 15,5 cm. Y el estado 3 (3,42%) se presentó en ejemplares entre 13 a 16 cm. En hembras el estado de madurez 2 (15,38%), se presentó en individuos con tallas 11 a 15 cm, el estado 3 (29,06%) se presentó en individuos con tallas > 11,5 cm (**Fig. 68**)

Para la zona 2, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 3 seguido por el estado 2 (**Fig. 66**).

En la zona 3, se observa un IGS promedio de 1,16 %, los machos presentaron un IGS promedio de 1,21% y hembras 1,09% (**Fig. 64**). En esta zona la anchoveta presentó el estado 2 con 79,47%, el estado 3 con un 20,22% y el estado 4 con 0,3% predominando los estados de madurez 2 y 3 para machos y hembras. (**Fig. 69**). En machos el 47,15 % se presentó en estado 2 en el rango de tallas entre 10 a 15 cm, en estado 3 (20,22%) este se observó en ejemplares con tallas > a 12,5 cm. En hembras el estado de madurez 2 (32,32%), se presentó en individuos con tallas > 10 a 16 cm, el estado 3 (11,48%) se presentó en individuo con talla > de 11,5 cm y por último el estado 4 (0,3%) se observó en individuos entre 12,5 a 14,5 cm (**Fig. 69**).

Para la zona 3, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 3 seguido por el estado 2 (**Fig. 66**).

Para la zona 4, se observa un IGS promedio de 2,49 %, los machos presentaron un IGS promedio de 1,15% y hembras 2,39% (**Fig. 70**). En esta zona la anchoveta presentó el estado 1 al 6, con un 0,64% en estado 1, 61,13% en estado 2, un 36,96% en estado 3, un 1,02% en estado 4, un 0,13% en estado 5 y 0,13% en estado 6 (**Fig. 71**), predominando los estados de madurez 2 y 3 para machos y hembras (**Fig. 71**). En machos el 0,64 % se presentó en estado 1 en el rango de tallas entre 11 a 11,5 cm, en estado 2 (38,24%) este se observó en ejemplares con tallas 11,5 a 15 cm y el estado 3



(14,45%) se presentó en individuos con tallas > a 13,5 cm. En hembras el estado de madurez 2 (22,89%), se presentó en individuos con tallas 11,5 a 15 cm, el estado 3 (22,51%) se presentó en individuo con talla > de 13 cm, estado 4 (1,02%) se observó en individuos >14,5 cm, estado 5 (0,13%) se observó en individuos con tallas 15,5 cm y finalmente para el estado 6 (0,13%) se presentó en individuos con talla 14,5 cm (**Fig. 71**).

Para la zona 4, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 4 seguido por el estado 3 y 2 (**Fig. 72**).

Para la zona 5, se observa un IGS promedio de 0,53 %, con se observó un mínimo en 17 con IGS de 2,38% y un máximo en 16 con IGS de 6,31%. Los machos presentaron un IGS promedio de 0,49%, con un máximo de 6,97% en 15,5 cm y un mínimo de 2,67% en 16,5 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 0,57%, con un máximo de 6,62 % en 16,5 cm y un mínimo de 2,38% en 17 cm (**Fig. 70**).

En esta zona la anchoveta presentó estados de madurez de 1 al 5, con una representación 5,92%, 4,82%, 9,11%, 0,04% y 0,11% respectivamente (**Fig. 73**), predominando los estados de madurez 2 y 3 para machos y hembras (**Fig. 73**). En machos el 5,54 % se presentó en estado 1 en el rango de tallas entre 9 a 12 cm, en estado 2 (45,88%) este se observó en ejemplares con tallas 10 a 16,5 cm, el estado 3 (2,78%) se presentó en individuos con tallas entre 12,5 a 16,5 cm y el estado 4 (0,04%) se observó en 15,5 cm. En hembras el estado de madurez 1 (0,04%), se presentó en individuos con talla 9 cm, el estado 2 (39,16%) se presentó en individuo con talla 9 a 14,5 cm, estado 3 (6,35%) se observó en individuos >12 cm, estado 5 (0,11%) se observó en individuos con tallas > 16 cm (**Fig. 73**).



Para la zona 5, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 5 seguido por el estado 4 y 3 (**Fig. 72**).

Para la zona 6, se observa un IGS promedio de 2,78 %, se observa una pendiente positiva en la relación de la talla y el IGS promedio la zona y las hembras. Los machos presentaron un IGS promedio de 2,77%, un mínimo de 3,79% en 17 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 2,79% (**Fig. 70**).

En esta zona la anchoveta presentó el estado 1 al 6, representando el 0,56%, 84,82%, 9,11%, 0,04% y 0,11% respectivamente (**Fig. 74**), predominando los estados de madurez 2 y 3 para machos y hembras (**Fig. 74**). En machos el 0,56 % se presentó en estado 1 en el rango de tallas entre 10 a 10,5 cm, en estado 2 (29,07%) este se observó en ejemplares con tallas 10,5 a 17 cm y el estado 3 (17,85%) se presentó en individuos con tallas 12,5 a 17 cm, el estado 4 (0,56%) se presentó en individuos con tallas 14,5 a 16,5 cm y el estado 6 (0,04%) se observó en individuos de tallas 19 cm. En hembras el estado de madurez 2 (18,22%), se presentó en individuos con tallas 10 a 16,5 cm, el estado 3 (32,77%) se presentó en individuo con talla > de 12,5 cm, estado 4 (0,52%) se observó en individuos >15 cm, estado 5 (0,41%) se observó en individuos con tallas > 14,5 cm (**Fig. 74**).

Para la zona 6, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, se observa un IGS mayor en el estado de madurez 5 seguido por el estado 4 y 3 finalmente 2 (**Fig. 72**).

3.7 Talla de primera madurez

Para estimar la talla de primera madurez se utilizó información de tallas y estado de madurez obtenidos en el crucero RECLAN 0702, por medio de software Splus.



Adem3s se calculo la talla de primera madurez sexual por sexo (machos y hembras).

Con el primer criterio los resultados obtenidos para la talla de primera madurez global fue de 10,44 cm, para los machos fue de 10,89 cm y hembras de 8,62 cm (**Tabla 31**) y (**Fig. 75**). Con el segundo criterio la talla de primera madurez global fue de 14,37 cm, para machos de 14,84 cm y para hembras de 13,93 cm (**Tabla 31**) Y (**Fig. 75**).

3.8 Determinaci3n de las estructuras de edad de anchoveta

3.8.1 Clave edad-talla

Para la elaboraci3n de la clave edad-talla en anchoveta se analiz3 un total de 166 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 9,0 y 19,0 cm de longitud total. Los grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo I y IV, de los cuales el grupo I que corresponde a la clase anual 2006 represent3 el 62,7% de la muestra analizadas.

En las **tablas 32 y 33** se presentan las claves edad talla y su varianza respectiva.



4. Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería (Objetivo B1).

4.1 Calibración hidroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas del sistema EK-500 en 38 khz del B/C “Abate Molina” se presentan en la **Tabla 34**. Estos resultados presentan variaciones dentro de los rangos históricos, pudiendo calificarse que los parámetros de los equipos se encuentran funcionando en forma normal.

4.2 Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta

Se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz utilizándose los pulsos medio (1,0 ms) y corto (0,3 ms), en todos los lances de pesca y ocasionalmente en estaciones de medición con el buque detenido o navegando a bajas velocidades (≤ 2 nudos). Adicionalmente se incorporó la información recolectada durante el crucero de evaluación de la biomasa de anchoveta en la III y IV Regiones (RECLAN34 0703), llevado a cabo en marzo del 2007, a continuación del efectuado en la I y II Regiones.

En ambos cruceros se procesaron los lances en que la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo en el crucero RECLAN12 0702 se recolectaron datos en los lances 008, 025, 037 y 043. En este crucero se realizaron 6 estaciones de medición del TS con los pulsos corto, medio y largo. En el crucero RECLAN34 0703, se recolectó información en los lances 024 y 025 y en 1 estación de medición de TS (**Fig. 76 a 83**).



De toda la informaci3n procesada en el RECLAN12 0702, solo en las estaciones TS 025C, 030C, 043C y 043M y los lances 008 y 025 fue posible filtrar los TS. En el RECLAN34 0703 se consider3 la estaci3n TS 002C y los lances 24 y 25 (**Figs 76 a 83**).

Las tallas modales asociadas a las lecturas de TS en el RECLAN12 0702 variaron entre 11,5 y 15,5 cm, ajust3ndose la ecuaci3n de regresi3n del TS-L.

$$TS=5,446\text{Log}(L)-57,297$$

$$r^2 = 0,0978; n=8; F= 0.65039556; p>0.05$$

En el RECLAN34 0703 las tallas modales variaron entre 8 y 17,0 cm, ajust3ndose una ecuaci3n de regresi3n significativa entre el TS y la Talla (**Tabla 36**):

$$TS=25,213 \text{Log}(L)-79,85$$

$$r^2=0,9543; n=5; F= 62,6204904; p<0.05$$

Los datos recolectados en ambos cruceros fueron analizados en conjunto con la serie disponible para la zona norte de Chile entre 1996 y 2001, verific3ndose que en ambos casos, hubo coincidencia en la tendencia y rangos de variaci3n. De este modo, se ajust3 una regresi3n del TS y la Talla conjunta para la serie de datos actualizada hasta el 2007 (**Fig 84**).

Es as3 como la ecuaci3n del TS –L ajustada para anchoveta (**Fig. 84**) fue:

$$TS = 20,51 \text{Log} (L) - 74,149$$

$$r^2 = 0,9177; n=236 ; F=2610,6; p<0,05$$



La ecuaci3n estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73,46$$

4.3 Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta

Las relaciones utilizadas para la estimaci3n de la abundancia y biomasa fueron:

$$TS = 20,51 \text{ Log } (L) - 74,149$$

$$W = 0,0055615 L^{3.08259} (R^2=0,95; N=8.319)$$

En las zonas 1 a 4 el n3mero de datos fue inferior a 200 por lo que el valor medio del m3todo geoestadístico correspondi3 al kriger, mientras que en las zonas 5 y 6 se ajust3 con la media aritm3tica.

Las 3reas de cada subzona 3 poligono se presentan en las **Tablas 37 y 38**.

La abundancia total de anchoveta vari3 entre 25.395,75 y 26.248,2 millones de ejemplares, seg3n el m3todo utilizado, siendo el mayor con el Geoestadístico y el menor con el Bootstrap, existiendo una diferencia relativa menor al 3,2% entre los m3todos.. De este total, el 21,1% correspondi3 a reclutas (≤ 12 cm) (5.373,7 millones de ejemplares) (**Tabla 37, Fig. 85**).

El 79,9% de la abundancia se registr3 al sur de 20°07'S (norte de Iquique) (zonas 5 y 6), con 20.345,36 millones de ejemplares. En estas subzonas se concentr3 el 75,1% de los reclutas de toda la zona de estudio con 4.034,8 millones de ejemplares (**Fig. 85**). La zona 3 registr3 la mayor abundancia relativa de reclutas con el 53,8% con



1.180,6 millones de ejemplares, mientras que los valores menores se presentaron en el extremo norte (zona 1) con un 3,8%.

La biomasa total de anchoveta varió entre 414.545,95 y 429.231,4 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el geoestadístico. El 78,7% de esta biomasa se localizó al sur de 20°07'S (norte de Iquique) (zonas 5 y 6) con 327.147,64 t. La zona 1, aportó con el 10,8% de la biomasa total (44.894,62 t). Los reclutas representaron el 13,9% de la biomasa total, con 57.740,79 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en las zonas 3, con el 45,8% (12.788,31 t) y 5 con el 18,9% (40.029,7 t) (**Tabla 38, Fig. 85**).

Las áreas de los polígonos de distribución de la anchoveta, utilizados en el método geoestadístico, se presentan en la **tabla 39**. Los polígonos de distribución de la anchoveta, calculados según el procedimiento indicado en la metodología, presentaron áreas entre 108 y 1.296 mn², siendo la zona 4 la de menor área y la zona 5 la mayor (**Tabla 39**).

En general la estructura de tallas de anchoveta fue unimodal con una moda principal centrada en 13,5 cm y una incipiente moda secundaria en 15,5 cm, el rango varió entre 9,0 y 19 cm. En las zonas 1 y 2 se aprecian distribuciones bimodales con modas principales centradas en 15,5 y 13 cm, respectivamente, mientras que las zonas 3 y 5 presentaron distribuciones unimodales centradas en 12 y 13,5 cm, respectivamente. La zona 4 presentó una estructura de tamaños similar al total, con una moda principal en 13,5 y una débil moda secundaria en 15,5 cm.



4.4 Precisión de los estimados de biomasa

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta variaron entre 0,0474 y 0,0942 (**Tabla 39 y 40**), siendo el menor el alcanzado con los métodos de las variables regionalizadas y estratos agrupados y el mayor con el método de los conglomerados, representando coeficientes de error entre 15,5 y 7,8%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,0452 y 0,0911 según el método de estimación utilizado (**Tabla 41**), obteniéndose la mayor precisión con el método de las Variables regionalizadas y estratos agrupados (Wolter), mientras que los alcanzados con el método de los conglomerados presentó los mayores CV. Estos niveles del coeficiente de variación se reflejaron en errores entre 7,4 y 15,0 %.

4.5 Estructura de edad de la Captura

La estructura de edad fue analizada la zona total de estudio, expandiendo a la edad las abundancias estimadas por los métodos Bootstrap, Hansen y Kish.

Las estructuras de edad de la anchoveta, con los tres métodos de estimación de abundancia se entregan en las **tablas 42 a la 44**

La estructura de edad de la anchoveta de la zona norte I y II región se caracterizó, de acuerdo a todos los métodos de estimación aplicados, por un predominio del grupo de edad I con un 72,2%, en tanto que el GE II alcanzo el 26,3%. La estructura de edad de la captura se distribuyó entre GE I y IV, presentando este último grupo una abundancia marginal (**Fig. 86**). La talla y peso promedio por grupo de edad no mostraron diferencias entre métodos de estimación de abundancias.



La fracci3n recluta, ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, alcanz3 solo el 10% los que equivalen a 2474 millones de ejemplares, estos peces comprendieron una fracci3n del grupo de edad I.

5. Distribuci3n de los recursos

5.1 Distribuci3n geogr3fica

a) Total de especies

Las principales especies detectadas en el crucero fueron anchoveta, con un 82,5% del total, jurel con un 8,7%, caballa con el 0,2% y pez linterna con el 8,6%.

b) Anchoveta

La anchoveta se registr3 en toda la zona de estudio, en bajas densidades, destac3ndose focos de alta densidad, ubicados entre la costa y las 16 mn (**Fig. 87**). Los focos de mayor densidad se ubicaron entre Arica y punta Baquedano (18°30'S); entre 19°20'S y norte de Pisagua cubriendo un 3rea aproximada de 865 mn²; a 5 mn al oeste de caleta Patillos (20°45'S); desde punta de Lobos (21°00'S) a caleta Paquica (21°50'S), sector que registra la mayor y m3s extensa concentraci3n de anchoveta, en un 3rea de 1191 mn². Tambi3n es posible destacar los sectores costeros de punta Grande (22°30'S) sur de Michilla (22°35'S); al oeste de Antofagasta; caleta Amarilla (24°00'S) y punta Tres Picos (24°20'S).

Se destaca que las zonas extremas del 3rea de estudio se caracterizan por la presencia de ejemplares adultos, en tanto el 3rea central por ejemplares reclutas.



En términos generales, las fracciones adultas y reclutas de anchoveta presentaron un patrón de distribución diferenciado latitudinalmente. Para los ejemplares reclutas la mayor abundancia se observó entre caleta Chipana y el sur punta Arenas (**Fig. 88 a**), en tanto los ejemplares adultos presentan 3 áreas de concentración, la primera frente Arica, la segunda al igual que los reclutas, entre caleta Chipana y al sur punta Arenas y por último al sur de Antofagasta (**Fig. 88 b y 88 c**).

En general, los variogramas omnidireccionales estandarizados en cada zona se ajustaron a modelos anidados esféricos, sólo en la zona 5 el modelo ajustado correspondió a un anidado esférico-exponencial (**Fig. 89**).

Los rangos de los variogramas por zona, indican la existencia de macroestructuras con tamaños entre 3 y 7,5 mn. El tamaño de las macroestructuras se correlacionaron positivamente con la talla modal de los peces. En efecto, en las zonas 2, 3, 4 y 5, en que las tallas modales de las anchovetas fueron entre 12 y 13,5 cm, las macroestructuras fueron entre 3 y 6,6 mn; mientras que en las zonas 1 y 6, donde las tallas modales fueron 15,5 y 14,5 cm, respectivamente, las macroestructuras fueron de 7,08 y 7,5 mn (**Fig. 90**).

La variabilidad de microescala, determinada desde el nugget (“pepita”) en los variogramas corresponden a datos distribuidos al azar ó debido a que el tamaño del lag supera el tamaño de las estructuras espacial, en ambos casos se registra inexistencia de correlación espacial. En el presente caso no se puede explicar por un sobremuestreo de iguales sectores en que la información presenta fuerte variabilidad, puesto que la información acústica por ESDU y por transecta fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistemático, eliminando los remuestreos de transectas ó ESDU replicadas.



La variabilidad de microescala, medida mediante el nugget no presenta una correlaci3n clara con las tallas modales de las anchovetas, en cambio este indicador, se correlacion3 positivamente con los niveles de abundancia y biomasa por zona (**Fig. 89, Tabla 39**), registr3ndose los mayores valores de nugget en las zonas 5 ($2,6e6$) y 6 ($9,5 e5$), donde en conjunto se concentr3 el 81,8% de la abundancia y el 80,5% de la biomasa; mientras que en las zonas 1 ($4,4 e5$); 2 ($2,0e5$); 3 ($4 e5$) y 4 ($1,25e4$) se estimaron en conjunto, el 18,2% de la abundancia y el 19,5% de la biomasa.

Lo anterior sugiere que en los sectores donde se concentra la mayor fracci3n de la abundancia, la anchoveta presenta un patr3n de distribuci3n en card3menes de tama1o inferior a la unidad de muestreo que se est3 utilizando. Al contrario, en aquellos sectores de menor concentraci3n de abundancia, la anchoveta ocupa mayor espacio, logr3ndose captar adecuadamente la variabilidad de microescala con el tama1o de las unidades de muestreo utilizada.

En la **Tabla 45** se aprecian los 3ndices de Ocupaci3n (IOC), por categor3as de densidad obtenidos en el presente crucero, tanto para el total de anchoveta como sus correspondientes fracciones de adultos y reclutas.

En el caso del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), el IOC alcanz3 el 43,5% del 3rea prospectada lo que indicaría que la repartici3n espacial del recurso present3 3ndices menores que a1os anteriores (Castillo *et al.*, 2002). No obstante lo anterior, se destaca que en este a1o tambi3n se repite que los principales porcentajes son ocupados por las categor3as de bajas densidades. Por su parte, el estrato de mayores densidades ($>300 t/mn^2$), present3 un IOC de 2,5% (**Tabla 45**).

El an3lisis de las fracciones adulta y recluta muestra que la primera present3 un mayor IOC (40,4%), mientras que la fracci3n recluta alcanz3 un 16,9% (**Tabla 45**).



Cabe destacar que tanto la fracción adulta como la recluta presentaron los mayores IOC en las categorías de baja densidad.

5.2 Distribución batimétrica de anchoveta

• Anchoveta

En el sentido batimétrico esta especie se localizó entre los 8,5 y 40 m de profundidad (**Fig. 91**), concentrándose el 80,9 % de los ecotrazos en los estratos de 10 a 20 metros. Las mayores densidades acústicas (> 15.000) se registraron en el estrato de los 10 m. Las isothermas que limitaron la distribución vertical de esta especie variaron entre 13,7 y 22,4° C, con un promedio en 15,9° C, concentrándose el 85,3% de las agregaciones entre 15 y 17° C (**Fig. 91**). La salinidad promedio fue 34,78 psu con límites entre 34,396 y 34,898 psu, concentrándose el 92,5 % entre 34,7 y 34,8 psu (**Fig. 91**). La oxiclina promedio fue de 4,04 ml/l, con extremos entre 0,95 y 8,08 ml/l, ubicándose preferentemente entre 3 y 6 ml/l (87,2%). Las mayores densidades acústicas y número de ecotrazos detectados se registraron en horas de luz diurna (entre las 9 y 18 hrs, horario de verano), conformando cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y dispersándose en la noche, para formar estratos superficiales de densidad variable (**Fig. 91**).

5.3 Distribución batimétrica de jurel, caballa y pez linterna

• Jurel

Esta especie se distribuyó entre los 10 y 90 m de profundidad, localizándose preferentemente entre 10 y 30 m con el 90,3% de los registros. Las isothermas variaron entre 14 y 22° C, con el 88,1% de los ecoregistros entre 15 y 19° C. Las salinidades variaron entre 34,4 y 35 psu, concentrándose el 97,5% de ecoregistros entre 34,5 y 34,9 psu. El rango del oxígeno varió entre 1 y 7,5 ml/l, concentrándose el 84,3% entre 3,5 y 5,5 ml/l (**Fig. 92**). Esta especie se detectó preferentemente por la mañana (9- 12) y las primeras horas de la noche (18 -21 hrs) (**Fig. 92**).



- **Caballa**

La caballa se detectó entre 10 y 40 m de profundidad, ubicándose preferentemente entre 10 y 20 m (85,2% de los ecoregistros). Esta distribución vertical estuvo asociada a las isotermas entre 15 y 19° C, concentrándose el 81,5% de los ecoregistros entre 16 y 18° C. Las salinidades fluctuaron entre 34,6 y 34,9 psu, con el 92,6% de los ecoregistros entre 34,8 y 34,9 psu. Las oxiclina variaron entre 2,5 y 7,0 ml/l con una notable preferencia (70,4%) por 5 y 7,0 ml/l. (**Fig. 93**). La caballa se registró preferentemente entre las 9 y las 18 hrs (96,3%).

- **Vinciguerra (pez linterna)**

La vinciguerra se detectó entre 50 y 230 m de profundidad, ubicándose preferentemente entre 120 y 140 m (47,5% de los ecoregistros). Esta distribución vertical estuvo asociada a las isotermas entre 13 y 19° C, concentrándose el 95,0% de los ecoregistros entre 13 y 15° C. Las salinidades fluctuaron entre 34,6 y 35 psu, con el 95 de los ecoregistros entre 34,8 y 35 psu. Las oxiclina variaron entre 0,5 y 4,5 ml/l con una notable preferencia (80%) por 1 y 2 ml/l. (**Fig. 94**). La vinciguerra se registró 9 y las 21 hrs y con preferentemente entre las 18 - 21 (77,5%).

5.4 Distribución espacial de la anchoveta y su relación con las variables bio-oceanográficas.

5.4.1 Análisis cartográfico entre la distribución de anchoveta y las variables bio-oceanográficas.

El análisis visual entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas, se realizó para la capa superficial y la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC). La capa de mayor frecuencia de cardúmenes corresponde a 20 m capa donde se registra el 57% de las agregaciones. Además del análisis visual de los distintos planos, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulación) con el



prop3sito de estimar los rangos 3ptimos de preferencia de la especie respecto a los par3metros oceanogr3ficos; se calcul3 adem3s el 3ndice de V de Cramer para las cartograf3as de distribuci3n de anchoveta, respecto de las variables oceanogr3ficas en las capas superficial y CMFC (20 m).

5.4.1.1 Relaci3n con la temperatura

La distribuci3n espacial de la temperatura en la CMFC queda de manifiesto en las se3ales latitudinales de la variable (**Fig. 96**), donde se observa una tendencia negativa somera entre los 18°S y 22°S, zona asociada a temperaturas entre los 14,21 y 15,85°C, luego se observa un aumento de la temperatura entre los 22° S y 23° S con un m3ximo de 16,97°C, m3s al sur entre los 23°30' S y 24°00'S, observamos una tendencia positiva asociado a una zona con temperaturas comparativamente mas bajas entre 14,3 a 14,8°C. Este comportamiento se observa desde la costa hasta las 6 mn, mas all3 de este l3mite se verifica un aumento de las temperaturas, destacandose la intensificaci3n de valores altos en focos.

Los focos de anchoveta, en general, fueron observados en zonas de descenso o valles de temperatura (**Fig. 96**), situaci3n corroborada por los gradientes de esta variable donde estos focos se observan asociados a zonas de gradientes someros o cambios someros en la variable temperatura (**Fig. 97**).

5.4.1.2 Relaci3n con la salinidad

En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), se observa el gradiente latitudinal desplazado hacia el norte (20° 31'S) (**Fig. 95**).

En las se3ales latitudinales de la salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (**Fig. 98**), se observa una mayor estabilidad, con una tendencia negativa en sentido norte - sur, sin embargo a pesar de la mayor estabilidad, se presenta al



igual que para la temperatura, una tendencia negativa entre los 18° S y 22° S, zona asociada a salinidades entre los 34,79 y 34,87 psu, luego se observa un pequeño aumento de la salinidad entre los 22° S y 23° S a salinidades de 34,8 psu, mas al sur entre los 23° S y 24° S, observamos una tendencia negativa con salinidades comparativamente mas bajas entre 34,51 a 34,66 psu.

En el caso de la salinidad los focos de anchoveta al igual que para la temperatura están asociados a zonas de descenso o valles de salinidad (**Fig. 98**), situación evidenciada con los gradientes de salinidad donde también se observan asociados a zonas de gradientes someros (**Fig. 99**).

5.4.1.3 Relación con Sigma-t

La estructura superficial de la densidad del agua de mar presentó una variación entre 23,6 y 25,6 Kg/m³, con un predominio de aguas de densidad menores a 24,4 Kg/m³ (**Fig. 100**). La distribución horizontal de la densidad del agua mostró isopicnas más densas en el sector costero principalmente en las proximidades de Antofagasta. En la CMFC se observan aguas con mayor densidad, encontrándose en el sector costero 25,4 a 26,0 Kg/m³. (**Fig. 100**).

En las señales latitudinales de la variable (**Fig. 101**), se observa una zona con tendencia positiva entre los 18° S y 22° S asociada a densidades 25,72 a 26,01 kg/m³, luego disminuye detectando un mínimo de densidad de 25,38 kg/m³ entre 22° S y 23° S, luego una tendencia negativa entre los 23° S y los 24° S asociados a densidades entre los 25,78 a 26,07 kg/m³. De acuerdo al comportamiento de esta variable queda en evidencia la relación inversa que existe entre la densidad y la temperatura. Los focos de anchoveta al igual que para la temperatura y salinidad se encuentran asociados a los valles o zonas de descenso de la variable situación que



también puede ser observada en los gradientes de densidad (**Fig. 102**), donde se destacan bajos gradientes de esta variable.

5.4.1.4 Relación con el oxígeno disuelto

La cartografía de oxígeno en superficie muestra que los valores oscilaron entre los 3,5 ml/l y 9 ml/l, y un predominio de las aguas de más de 6,0 ml/l. El comportamiento espacial del oxígeno describe aguas más oxigenadas entre 5,5 a 6 ml/l en toda la costa con entradas de aguas con menor oxígeno formando gradientes frente a Arica, Tocopilla y al SW de Antofagasta. En CMFC se observa aguas menos oxigenadas en toda la costa con un predominio de aguas subóxicas de menos de 4 ml/l, no obstante lo anterior, al igual que en la capa superficial, se observan entradas de aguas más oxigenadas de 5,5-6 ml/l (**Fig. 100**).

En las señales latitudinales del oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (**Fig. 103**), se observa una zona con tendencia negativa entre los 18° S y 22° S asociada a niveles de oxígeno entre 0,2 y 2,3 ml/l, luego se observa una tendencia positiva asociada a niveles de oxígeno entre 0,2 y 2,6 ml/l. Los principales focos de anchoveta se encuentran asociados a zonas de mayores concentraciones de oxígeno, a diferencia de lo observado en otras variables oceanográficas estos focos se encuentran asociados a en general a montes de oxígeno, corroborando esta situación los gradientes de oxígeno detectando los focos asociados a mayores gradientes (**Fig. 104**).



5.4.1.5 Relaci3n con la clorofila “a” integrada

La distribuci3n horizontal de esta variable presenta un rango entre 8,77 y 618,9 mg/m². En el 3rea de estudio se observ3 una franja de altas concentraciones de clorofila en toda la zona costera (**Fig. 105**). En este sentido, las se1ales latitudinales de clorofila destacan importantes fluctuaciones donde se observa a los focos de anchoveta asociados a una alta oferta de esta variable destacando al norte del Loa y Tocopilla el principal pick de clorofila (**Fig. 106**), sin embargo estos focos se asocian a bajos gradientes de esta variable (**Fig. 107**).

5.4.1.6 Relaci3n con la abundancia de Fitoplancton, micro zooplancton y zooplancton

Desde el punto biol3gico, se observan 3 zonas en las se1ales latitudinales de abundancia integrada de fitoplancton (**Fig. 105 y 108**), entre los 18°00’S y 20°30’S, se observa una tendencia negativa asociada a abundancias entre 149,8 a 1041,07 c3lulas/ml, luego se observa una tendencia positiva entre los 20°30’ S y 22° 30’S en torno a abundancias entre 149,8 a 696,49 c3lulas/ml, mas al sur entre los 22°30’ S y 24° 00’S, observamos una tendencia negativa con abundancias entre 462,37 a 696,49 c3lulas/ml, situaci3n tambi3n descrita desde el punto de vista oceanogr3fico.

Para el micro zooplancton se observa una tendencia negativa entre 18°00’S y 20°30’S, con abundancias entre 5,8 a 48,34 c3lulas/ml, luego se observa una estabilizaci3n de la abundancia entre 20°30’S y 22° 30’S con fluctuaciones entre 4,44 a 13,36 c3lulas/ml, mas al sur en la latitud 22° 50’S encontramos un m3ximo de abundancia de 53,56 c3lulas/ml, para luego caer a niveles de abundancia de 5,74 c3lulas/ml (**Fig. 109**). Se destaca para el micro zooplancton bajos niveles de abundancia en comparaci3n con el fitoplancton.



Para el zooplancton se observa en general una tendencia negativa entre los 18°00'S y 21°00'S, con abundancias entre 81,49 a 606,96 células/ml destacando un máximo en la latitud 19° 40'S de 2.720,82 células/ml; entre 21°00'S y 22° 30'S se observa una estabilizaci3n entre 130,33 a 443,9 células/ml, luego una tendencia positiva 22°30'S y 24° 00'S con abundancias entre 130,33 a 974,64 células/ml (**Fig. 110**).

5.4.2 Medida de la asociaci3n entre densidad de anchoveta y las variables bio- oceanográficas

La densidad de anchoveta es presentada por medio de una tabulaci3n cruzada para diferentes niveles de las variables oceanográficas en el plano superficial y la CMFC, la asociaci3n existente entre las densidades de anchoveta y los diferentes niveles de las variables oceanográficas y la oferta de alimento es establecida a trav3s de la prueba de asociaci3n χ^2 y se establece una medida del grado de asociaci3n mediante el índice de V (*Cramer*) basada en la misma estadística.

Según fuera destacado, en el análisis del rango preferencial de las variables oceanográficas para la anchoveta, se observa que ambas fracciones adulta y recluta, se distribuyen de manera muy similar en las distintas capas analizadas.

5.4.2.1 Temperatura

En la capa de temperatura superficial, las fracciones de anchoveta (reclutas y adultos) se distribuyen preferentemente entre los 19 y 20°C (50,3% del total para reclutas y un 47,6% para los adultos). En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes el rango preferencial esta comprendido entre los 15 y 16°C donde se encuentra una fracci3n mayor al 60% del total de cardúmenes detectados (**Fig. 111 y 112**). Esta asociaci3n entre los estratos de temperatura y la frecuencia de



cardúmenes observados es consistente con los resultados derivados de la aplicación de la prueba chi- cuadrado que muestra la posible asociación entre la temperatura y la presencia de cardúmenes de anchoveta. A partir de los resultados de la aplicación de esta prueba se observa en la capa superficial un bajo aporte del rango preferencial, sin embargo en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por el rango preferencial con un aporte de 44,9% para los adultos y de 53,14 para los reclutas. En el análisis descriptivo presentado en la (**Figura. 91**), se observa que el mayor numero de agregaciones de anchoveta se distribuye entre los 15° a 17°C, rango similar a los rangos preferenciales. Una medida de la intensidad de asociación entre los niveles de temperatura fue obtenida a través del cálculo del índice $V(Cramer)$. La evaluación de este índice muestra, en la capa superficial, un coeficiente $V(Cramer)$ de 0,25 para los adultos y de 0,28 para los reclutas, en tanto para CMFC el índice $V(Cramer)$ fue de 0,23 para los adultos y de 0,38 para los reclutas. (**Tabla 46**).

5.4.2.2 Salinidad

En la capa superficial de salinidad ambas fracciones (reclutas y adultos) se distribuyen mayoritariamente (74,4% del total para adultos y 82,7% para reclutas) en aguas entre 34,8 a 34,9 psu. En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes, las fracciones se distribuyen preferentemente entre los 34,8 a 34,9 psu (>66% del total) (**Fig. 111 y 112**).

Al igual que en el caso de la temperatura, se estudia la asociación entre los niveles de salinidad y la frecuencia de cardúmenes observados por estrato de salinidad, haciendo uso de la prueba de asociación χ^2 y del índice $V(Cramer)$. Para la fracción adulta los resultados de la prueba de χ^2 muestran en la capa superficial que



el rango preferencial, no representa el principal aporte al rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0), siendo el que mayor aporta el rango de salinidades entre 34,9 a 35,0 psu con un 48,18%, sin embargo en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes es el rango preferencial el principal aporte al rechazo con 42,05%. Para la fracci3n recluta en ambas capas el aporte del rango preferencial alcanza solo un 25% siendo el principal aporte el nivel de salinidad entre 34,4 a 34,6 psu con un aporte superior al 50%. Describiendo la (**Fig. 91**), se observa que el mayor numero de agregaciones de anchoveta se distribuye entre los 34,7 a 34,9 psu, rango que coincide con el rango preferencial presentado en la capa superficial. En base a lo anterior la medida de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la salinidad en los distintos planos dada por el índice $V(Cramer)$ corresponde a un 0,21 para los adultos y de 0,17 para los reclutas en la capa superficial, en tanto para CMFC de 0,17 para los adultos y 0,14 para los reclutas, indicando un nivel de asociaci3n directa entre ambas variables (**Tabla 46**).

5.4.2.3 Densidad

En la capa superficial de densidad ambas fracciones se distribuyen entre 24,6 y 25,0 Kg/m³ (61,3% del total para reclutas y 57,8 % adultos). En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes entre los 25,6 y 25,8 Kg/m³ (65,8% del total para reclutas y 57,9 % adultos) (**Fig. 111 y 112**). En la capa superficial para ambas fracciones el rango preferencial solo aporta con un 21,1% para los adultos y un 16,6% para los reclutas, sin embargo en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0) esta dado por el rango preferencial en esta capa con un aporte para la fracci3n adultos de 47,3% y de 58,7% para los reclutas. Lo anterior evidencia un cierto nivel de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la densidad del agua en los distintos planos. Describiendo la (**Fig. 91**), se observa que el mayor numero de agregaciones de anchoveta se distribuye entre los 25,5 a 26,0 Kg/m³ rango que coincide con el



rango preferencial presentado en la capa superficial. La medida de asociaci3n dada por el 3ndice $V(Cramer)$, reportando en la capa superficial un 3ndice $V(Cramer)$ de 0,35 para los adultos y de 0,52 para los reclutas, en tanto para CMFC se destaca un 3ndice que puede ser considerado bueno de 0,38 para adultos y de 0,88 para los reclutas, indicando un tipo asociaci3n directa (**Tabla 46**).

5.4.2.4 Oxigeno

En capa superficial, ambas fracciones presentan un rango preferencial entre los 6,0 y 7,0 ml/l (77,4% y 76% del total para adultos y reclutas respectivamente). En la capa de mayor frecuencia de card6menes, las fracciones se distribuyen preferentemente entre 2 y 3,0 ml/l (61,5% del total para reclutas y 57,3% para los adultos) (**Fig. 111 y 112**). Este estrato preferencial para la fracci3n recluta en las distintas capas esta corroborado por el an3lisis de la prueba chi-cuadrado, donde se observa que el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por los rangos preferenciales con un aporte de 96,1% en la capa superficial y de 51,14% en CMFC. Para los adultos el aporte del rango preferencial es bajo observando el principal aporte por niveles entre 5,0 a 5,5 ml/l, sin embargo en la capa de mayor frecuencia de card6menes el aporte del rango preferencial se incrementa considerablemente (32,97%). En el an3lisis punto a punto (**Fig. 91**), se observa que el mayor numero de agregaciones de anchoveta se distribuye entre los 4,0 a 6,0 ml/l rango que coincide con el rango preferencial. Queda de manifiesto cierto nivel de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y el oxigeno en los distintos planos habida consideraci3n de los resultados de la pruebas de asociaci3n utilizada ($X^2_{calculado} > X^2_{tabla (m-1, n-1)}$). El valor del 3ndice muestra para la capa superficial un coeficiente de 0,23 para los adultos y de 0,29 para los reclutas, en tanto para CMFC de 0,23 para los adultos y de 0,18 para la fracci3n recluta, indicando un tipo de asociaci3n directa (**Tabla 46**).



5.4.2.5 Clorofila

El histograma de frecuencias de la clorofila “a” señala que la especie se localiza en un amplio rango de concentraciones de este pigmento, no obstante la mayor cantidad de píxeles positivos se localizan en 80-200 mg/m² con un 61,2% del total para los adultos y 66,6% para reclutas. (**Fig. 111 y 112**). Este estrato preferencial esta corroborado por el análisis de la prueba chi- cuadrado, donde se observa que el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por este rango preferencial con un aporte de 41,21% para los adultos y de 52,12% para la fracción recluta. Lo anteriormente expuesto nos da cuenta de cierto nivel de asociación entre la densidad de anchoveta y la clorofila dado los resultados de la prueba de asociación en los distintos planos ($X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$). Por su parte el índice $V(\text{Cramer})$ nos muestra una posible asociación directa entre la clorofila y la presencia del recurso. Para la clorofila integrada a los 50m se obtuvo un índice de 0,3 para los adultos y de 0,28 para reclutas (**Tabla 46**).

5.4.2.6 Fitoplancton

El histograma de frecuencias de abundancia de fitoplancton señala que la especie se localiza en un amplio rango de abundancias, no obstante se destaca un rango preferencial entre 400 a 1000 células/ml con un 77,4% del total para los adultos y 58,4% para reclutas. (**Fig. 113**). Este estrato preferencial esta corroborado por el análisis de la prueba chi- cuadrado, donde se observa que el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por este rango preferencial con un aporte de 42,94% para los adultos y de 36,17% para la fracción recluta. Lo anteriormente expuesto nos da cuenta de cierto nivel de asociación entre la densidad de anchoveta y la abundancia de fitoplancton integrada dado los resultados de la prueba de asociación en los distintos planos (X^2



calculado $> X^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$). Por su parte el 3ndice $V(\text{Cramer})$ nos muestra una posible asociaci3n directa entre la abundancia de fitoplancton y la presencia del recurso. Para la abundancia de fitoplancton se obtuvo un 3ndice de 0,27 para los adultos y de 0,32 para reclutas (**Tabla 46**).

5.4.2.7 Micro zooplancton

El histograma de frecuencias de micro zooplancton se3ala que la especie se localiza en rango preferencial de abundancias entre 400 a 1000 c3lulas/ml con un 84,1% del total para los adultos y 82,6% para reclutas. (**Fig. 113**). En el an3lisis de la prueba chi- cuadrado, se observa que el rango preferencial no representa el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0), aportando solo con un 5% para ambas fracciones. Sin embargo, lo anteriormente expuesto nos da cuenta de cierto nivel de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la abundancia de micro zooplancton integrada dado los resultados de la prueba de asociaci3n en los distintos planos ($X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$). Por su parte el 3ndice $V(\text{Cramer})$ nos muestra una posible asociaci3n directa entre la abundancia de fitoplancton y la presencia del recurso. Para la abundancia de micro zooplancton se obtuvo un 3ndice de 0,14 para los adultos y de 0,058 para reclutas (**Tabla 46**).

5.4.2.8 Zooplancton

El histograma de frecuencias de zooplancton se3ala que la especie se localiza en un amplio rango de abundancias, no obstante la mayor cantidad de p3xeles positivos se localizan entre 300 a 500 gr/1000m³ con un 70,8% del total para los adultos y 70,2% para reclutas. (**Fig. 113**). Este estrato preferencial esta corroborado por el an3lisis de la prueba chi- cuadrado, donde se observa que el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por el



rango preferencial con un aporte de 48,8% para los adultos y de 65,9% para la fracci3n recluta. Lo anteriormente expuesto nos da cuenta de cierto nivel de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la abundancia de zooplancton dado los resultados de la prueba de asociaci3n en los distintos planos ($X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$). Por su parte el 3ndice $V(\text{Cramer})$ nos muestra una posible asociaci3n directa entre la abundancia de zooplancton y la presencia del recurso. Para la abundancia de zooplancton se obtuvo un 3ndice de 0,29 para los adultos y de 0,24 para reclutas (**Tabla 46**).

5.5 Modelamiento estad3stico de la densidad ac3stica de anchoveta y las condiciones bio-oceanograficas.

5.5.1 An3lisis descriptivo

La **Figura 114** muestra la distribuci3n espacial y la profundidad media de anchoveta desde los 18°24'S hasta los 24°S y desde la costa hasta los 71°O. Las densidades de anchoveta y profundidad media de las agregaciones presentan fluctuaciones en las componentes espaciales, latitud y longitud. La densidad refleja una variaci3n latitudinal, presentando dos focos principales de altas densidades entre los 20°- 21°S y 22°- 23°S (**Figura 114a**), en el sentido longitudinal las densidades se incrementan hacia la costa. En cuanto a la distribuci3n vertical de las agregaciones, la mayor profundidad se presenta cercana a los 20°S, a mayores latitudes el recurso tiende a disminuir la profundidad media, distribuy3ndose mas superficial en la columna de agua. Similar a la variaci3n longitudinal observada para las densidades, las mayores profundidades se alcanzan hacia el sector costero.

Por su parte las variables ambientales tambi3n presentan una variaci3n espacial. Como se observa en la **figura 115**, la temperatura y la salinidad disminuyen de norte a sur. Sin embargo una excepci3n a este patr3n se observa entre las latitudes 22°- 23°S donde la temperatura media es la mas alta para toda la zona de estudio con un amplio rango de variabilidad. La clorofila y densidad, presentan un comportamiento



inverso a la temperatura y salinidad incrementandose mientras las otras dos variables disminuyen. Al mismo tiempo, el oxigeno, presenta una fluctuaci3n del valor medio. Es posible detectar un patr3n entre las latitudes 22°- 23°S coincidente entre las variables oxigeno, clorofila y como se describi3 antes para la temperatura, presentando el mas alto valor medio, en cambio la densidad del agua en el mismo sector muestra el valor medio mas bajo (**Figura 115**). Este comportamiento es acompa1ado por un amplio rango de variabilidad.

En cuanto a los gradientes en que se distribuy3 la anchoveta, en general se observan valores promedio de temperatura entre 0,18 y 0,25 °C/m, con un rango entre 0,0003 y 1,0354 °C/m, la salinidad presenta gradientes promedio entre -0,001 y 0,004 con un rango entre -0,029 y 0,025 psu/m, la densidad evidencia un gradiente promedio en torno a -0,04 Kg/m³/m con un rango de -0,235 y -0,0003, oxigeno presenta gradientes promedio entre 0,028 y 0,2 ml/l/m, la clorofila presenta gradientes promedio entre -0,0007 y 0,385 kg/m³/m y un rango -9,7 a 7,9 kg/m³/m (**Figura 116**).

Las variables de oferta ambiental tambi3n muestran una variaci3n latitudinal. La abundancia media de diatomeas muestra una disminuci3n de norte a sur alcanzando valores m3nimos entre los 22°- 23°S, a mayores latitudes se observa un leve incremento de las concentraciones. Para los flagelados se observa una fluctuaci3n de la abundancia media con m3ximos entre los 21°-22°S y m3nimos hacia el extremo sur de la zona de estudio. La abundancia del microzooplancton disminuye hacia mayores latitudes, presentando menores concentraciones respecto al fitoplancton.

5.5.2 An3lisis Inferencial

Una primera exploraci3n consider3 ajustar un modelo lineal con t3rminos parametricos y evaluar la significancia de incluir funciones suavizadoras al modelo asumiendo un error del 5%. La prueba de m3xima verosimilitud F indic3 con una



probabilidad $<2,2E-16$, que el modelamiento con términos no paramétricos es significativo.

Se aplicó el modelamiento estadístico GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables oceanográficas, temperatura, salinidad, clorofila, densidad, oxígeno y gradientes respectivos correspondientes a las agregaciones de anchoveta y variables biológicas, abundancia de diatomeas, flagelados y microzooplancton. El modelo integral bio-oceanográfico, denominado así por considerar los datos en toda la columna de agua y por el carácter de sus predictores, considero la asociación entre las variables basándose en la utilización del suavizador loess con un span igual a 0,5.

Para el modelamiento de la densidad de anchoveta, los S_A fueron transformados a una escala logarítmica como medida de aproximación de la variable a una distribución normal.

En la selección de las variables explicativas se aplicaron dos procedimientos estadísticos. La primera aproximación la entrega la prueba basada en la máxima verosimilitud F con un nivel de significación del 5%, seleccionando aquellas covariables que aportan significativamente a la explicación de la variabilidad de la densidad de anchoveta, seguidamente se aplicó el método stepwise que incluirá las covariables que maximicen la reducción de los residuales mejorando la bondad de ajuste del modelo. Las variables obtenidas en el primer proceso fueron la salinidad, oxígeno, clorofila, densidad, gradientes de salinidad, oxígeno y clorofila, abundancia de diatomeas, flagelados y microzooplancton. De esta forma la primera aproximación incorporó 10 variables significativas en la explicación del modelo. En el segundo proceso las covariables salinidad, oxígeno, gradientes de oxígeno, clorofila, abundancia de flagelados y diatomeas, gradiente de clorofila y densidad presentaron reducciones significativas de los residuales, esta segunda aplicación permitió eliminar



dos variables del modelo dejando 8 covariables para la explicaci3n de la respuesta evaluada.

La **tabla 47** muestra que las covariables seleccionadas en los procesos anteriores son significativas al ser incorporadas al modelo con el logaritmo de la densidad de anchoveta. Tambi3n, se observaron reducciones significativas en la devianza de los residuales, la que decrece continuamente en la medida que el n3mero de covariables aumenta disminuyendo un total de 170,60 residuales por la incorporaci3n de 8 covariables al modelo nulo, cabe destacar que la salinidad, primera covariable incorporada al modelo, reduce mayormente la magnitud de la devianza de los residuales. Sin embargo, existen consideraciones que se deben plantear al momento de incorporar variables a un modelo y estas dicen relaci3n con evaluar el costo de ingresar una variable al ajuste midiendo el aporte en explicaci3n de la variable al modelo y el n3mero de par3metros asociados. Desde este punto de vista, el Criterio de Akaike resulta recomendable como complemento en la selecci3n de las covariables, ya que considera el n3mero de par3metros en el modelo. El Criterio de Akaike calculado para los modelos propuestos muestra una disminuci3n con la incorporaci3n de factores hasta alcanzar su m3nimo con la variable densidad que es la 3ltima incorporada al ajuste (**Tabla 47**). De la misma manera que en los residuales, la variable salinidad reduce sustancialmente el 3ndice AIC (**Tabla 47**).

El nivel de importancia de las covariables en el ajuste esta dado por el grado de explicaci3n de las variables modeladas medido a trav3s del pseudo coeficiente de determinaci3n. La salinidad es la variable que mas explica la variabilidad de la densidad de anchoveta alrededor de un 5%, las restantes variables contribuyen marginalmente a la explicaci3n de la respuesta con un aporte m3ximo del 2% (**Tabla 47**). En general, el pseudo coeficiente de determinaci3n obtenido es de 0,142, lo que indica un bajo porcentaje de explicaci3n del modelo a la variabilidad total.



El efecto de las covariables en el modelo se ilustra a trav3s de la contribuci3n de cada t3rmino modelado. La influencia relativa de cada covariable en la densidad de anchoveta es presentada gr3ficamente a trav3s del suavizador loess en las **Figuras 118 y 119**.

El logaritmo de la densidad de anchoveta disminuye linealmente en la medida que la salinidad se incrementa, reflejando esto un efecto negativo sobre la densidad del recurso. Los m3nimos valores de densidad se alcanzan con salinidades superiores a los 34,81 PSU. La magnitud relativa del efecto de la variable salinidad tiene un rango loess de $\approx 0,9$ (**Figura 118**).

Los gradientes de oxigeno presentan una relaci3n ascendente con el logaritmo de la densidad de anchoveta, presentando dos m3ximos el primero alrededor de los 0,16 ml/l*m y el segundo a niveles de oxigeno superiores a 0,6 ml/l*m, sin embargo sobre los 0,4 ml/l*m se observa una alta incertidumbre en la estimaci3n, reflejada por la amplitud de las bandas de confianza. El efecto relativo de los gradientes de oxigeno sobre la respuesta tiene un rango loess de $\approx 0,25$ (**Figura 118**).

El logaritmo de la densidad de anchoveta presenta una relaci3n que decrece continuamente con el incremento del oxigeno hasta alcanzar un m3nimo en la densidad alrededor de 5,9 ml/l, posteriormente muestra un efecto positivo hasta alcanzar un m3ximo alrededor de los 8 ml/l. La magnitud del efecto tiene un rango loess de $\approx 0,5$ (**Figura 118**).

La clorofila presenta una relaci3n no lineal con una ventana ambiental optima entre 5,5 y 19 mg/m², maximizando la densidad de anchoveta alrededor de los 9,5 mg/m². Las bandas de confianza en el extremo superior de la variable tienden a divergir como consecuencia de pocas observaciones sobre concentraci3n de 12 mg/m² (**Figura 118**).



La abundancia de los flagelados presenta una relación tipo parabólica con el logaritmo de la densidad de anchoveta, con un máximo alrededor de 200 cél/ml mostrando un efecto positivo hasta niveles de abundancia de 600 cél/ml, en adelante se observa una relación inversa con un efecto negativo. La magnitud del efecto relativo de la abundancia de flagelados tiene un rango loess de $\approx 0,9$ (**Figura 119**).

Respecto de la relación entre el logaritmo de la densidad de anchoveta y la abundancia de diatomeas se puede señalar que esta presenta un efecto valle negativo entre 75 – 750 cél/ml, alcanzando un mínimo en la densidad de anchoveta alrededor de 200 cél/ml. A partir de abundancias de 600 cél/ml la amplitud de las bandas de confianza se incrementa, reflejando una alta incertidumbre en la estimación. La magnitud del efecto relativo de la abundancia de diatomeas tiene un rango loess de $\approx 0,32$ (**Figura 119**).

De igual forma que la variable clorofila, sus gradientes presentan un ventana ambiental óptima entre los -1,5 y 0,6 mg/m³, maximizando la densidad de anchoveta con gradientes negativos de clorofila (-0,31 mg/m³). Fuera de este rango la amplitud de las bandas se incrementa debido al poco número de observaciones presentes en los extremos (**Figura 119**).

El logaritmo de la densidad de anchoveta disminuye en la medida que la densidad del agua se incrementa, a partir de 25,0 kg/m³ se observa un efecto neutro en la relación de ambas variables hasta los 25,52 kg/m³, en adelante se observa un incremento ascendente con amplias bandas de confianza. La magnitud del efecto relativo de la densidad del agua es de $\approx 0,8$ (**Figura 119**).

6. Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj B4)



Se proces3 y analiz3 un total de 3.319 agregaciones mediante el programa Sonardata Echoview[®] (Versi3n 3.00.81), correspondientes a anchoveta, informaci3n extraída de las transectas de prospecci3n acústica e intertransectas costeras orientadas a la búsqueda de cardúmenes. La muestra fue diferenciada de acuerdo a la hora de detecci3n en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer perı́odo el horario comprendido entre las 6 de la mañana y las 20 horas (2.812 detecciones), mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el perı́odo restante para completar las 24 horas (507 detecciones).

Posteriormente se analiz3 las variaciones de los valores de los descriptores de acuerdo a seis zonas determinadas y sus diferencias dia-noche

Se aplic3 un análisis de componentes principales para establecer y jerarquizar las variables individuales o agrupadas que permitan diferenciar o caracterizar las agregaciones, separadas en ambiente diurno y nocturno.

6.1 Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas

6.1.1 Descriptores morfol3gicos

Los resultados se entregan en las **Tablas 48 y 49**, para el total de detecciones correspondientes a agregaciones diurnas y nocturnas, respectivamente. Las agregaciones diurnas presentaron una longitud máxima de 892 m con un promedio de 29,7 m ($\pm 51,5$), mientras que en la noche el máximo detectado alcanz3 una longitud de 15.803 m alcanzando en promedio una longitud de 552 m (± 1.462). Las distribuciones de frecuencia muestran una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva pero con diferencias en los porcentajes de participaci3n, mientras en la noche el 23% de las agregaciones se encuentra en el rango menor a 21 m, durante el día el 61% de las observaciones se encuentra en similar rango (**Fig. 120**)



Los valores promedio de alto de agregaciones no presentan grandes diferencias entre el día y la noche (3,5 y 3,2 m respectivamente) con similares coeficientes de variación (0,54 y 0,53, respectivamente) y con distribuciones de frecuencia con ambas modas en los 3 m (**Fig. 121**), lo cual indica que no habría diferencias en esta variable con el factor día-noche. Sin embargo la elongación sí presenta diferencias notorias, siendo menor ésta en el día que en la noche (8,9 ($\pm 12,3$) v/s 119,6 ($\pm 219,8$), con un rango de variación que durante el día abarcó desde los 0,3 a 201,3 y en la noche ampliamente mayor desde los 0,7 a 2.107,8. La distribución de frecuencia presenta durante el día y la noche una moda centrada en el valor 4, pero mientras en el día el 51% presenta elongación menor 5 (**Fig. 122**), en la noche para este mismo rango sólo el 16% de las observaciones califica reflejando con esto una tendencia nocturna a formas agregaciones más alargadas que durante el día.

Los valores de perímetro y área fueron en promedio considerablemente menores en el día que durante la noche, presentando en el primer caso un promedio de 84 m (± 152) v/s 2.106 m (± 5.652) y para el caso del área un promedio durante el día de 115 m² (± 285) y en la noche de 2.960 m² (± 10.549), con un menor rango de variación en ambos descriptores en período diurno, lo que se explica debido a la tendencia de formar agregaciones tipo estrato y por ende de mayor área y perímetro durante la noche. Lo anterior se refleja en las distribuciones de frecuencia en donde para el caso del perímetro observamos que durante el día el 53% de las agregaciones presenta valores menores a 36 m, mientras que en la noche el 80% presenta valores sobre 36 m (**Fig. 123**), mientras que para el área el 53% presenta valores de área menores a 36 m² y en la noche el 78% presenta valores sobre 36 m² (**Fig. 124**)

El descriptor dimensión fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, alcanzó valores promedio de 1,33 ($\pm 0,17$) y 1,57 ($\pm 0,2$) para las agregaciones diurnas y nocturnas



respectivamente, reflejando una tendencia general a formar durante el d3a agregaciones m3s cohesionadas (especialmente en el borde de la agregaci3n) que durante la noche. Las distribuciones de frecuencia de la dimensi3n fractal presentan una moda centrada en el valor 1,20 para el d3a y de 1,75 para la noche es decir orientadas hacia el sector izquierdo y derecho de la curva respectivamente (**Fig. 125**).

6.1.2 Descriptores batim3tricos

Los resultados indican que las agregaciones no presentan diferencias claras en su profundidad en su comportamiento diurno y nocturno. Las agregaciones detectadas durante el per3odo diurno se encontraron en promedio en los 7,8 m ($\pm 3,0$) de profundidad (con un m3ximo de 33,4 m), mientras que durante la noche el promedio de profundidad de las agregaciones fue de 9,1 m ($\pm 4,0$) con un m3ximo de 30,8 m (**Tablas 48 y 49**). Las distribuciones de frecuencia se presentan bastante similares con una leve diferencia en las modas, la que durante el d3a fue en el rango de los 7 m y en la noche en los 6 m de profundidad (**Fig. 126**).

Las profundidades de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones presentan en promedio menor valor en el d3a respecto a la noche, en el primer caso fue de 131 m (± 143 m) y en ambiente nocturno alcanz3 los 143 m (± 163 m) siendo mayor el rango de cobertura en la noche que en el d3a. Las distribuciones de frecuencia diurna y nocturna muestran que de preferencia el recurso se distribuy3 en fondos que fluctuaron entre los 50 y 120 m (**Fig.127**)

El descriptor 3ndice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, en ambos casos (diurno y nocturno) present3 valores que muestran una tendencia marcada de esta especie a mantenerse cerca de la superficie, presentando valores promedio bastante similares de 90,9% ($\pm 7,2$) y 90,4% ($\pm 6,8$) de



altura con respecto al fondo para el caso diurno y nocturno respectivamente. Las distribuciones de frecuencias presentan modas similares centradas en el rango del 92% (**Fig. 128**). Lo anterior no permite inferir tendencia migratoria alguna en la columna de agua asociada a ambiente diurno o nocturno.

6.1.3 Descriptores de energía

Los valores de energía retrodispersada (S_a) variaron en el día entre 10 y 116.004 con promedio de 471 (± 2.447), mientras que en la noche los valores fluctuaron entre 10 y 80.198 y un promedio de 1.724 (± 6.588). Las distribuciones de frecuencia de este descriptor, tanto en el día como en la noche presentan una distribuci3n orientada hacia el sector izquierdo de la curva con moda en el valor 24 en ambos casos (**Fig. 129**).

Los valores de densidad acústica (S_a/m^2) presentan diferencias notorias entre el día y la noche, encontrando valores en el día entre los 0,1 y 300 (S_a/m^2) con promedio en 5,6 ($\pm 10,9$), mientras que en la noche los valores encontrados fluctuaron entre los 0,03 y 153 con promedio en los 2,6 ($\pm 9,8$). Ambas distribuciones de frecuencia (día y noche) también se presentan orientadas hacia el sector izquierdo de la curva, aunque la distribuci3n nocturna presenta mas del 70% de las observaciones en el rango de 1 S_a/m^2 , es decir agregaciones de baja densidad acústica, mientras que en el día la distribuci3n es mas homogénea (**Fig. 130**).

6.1.4 Valores promedio descriptores por rango de hora

Se agrupó los valores observados de los descriptores por rango de hora, siendo éste de 60 minutos. Los resultados muestran una tendencia clara a presentar mayores valores en el largo de las agregaciones en ambiente nocturno (**Fig. 131**) pudiéndose observar claramente en este caso los límites entre la tendencia diurna y nocturna, produciéndose efectivamente un corte entre las 6 de la mañana y las 8 de la noche.



El alto de las agregaciones no presenta alguna tendencia notoria durante el ciclo de 24 horas, aunque se observan dos peaks marcados justamente en los umbrales del período diurno-nocturno, a las 6 y 19 hrs. (**Fig. 132**). Como resultado de las diferencias en el largo de las agregaciones, la elongación aumenta también su valor en ambiente nocturno (**Fig. 133**) teniendo sus máximos valores cerca de las 22 hrs. y 4 de la madrugada.

Los cambios en los valores de perímetro y área de las agregaciones en los diferentes períodos del día se observan en las **Figuras 134 y 135** respectivamente, donde en ambos casos se observa un aumento de los valores en ambiente nocturno para disminuir en ambiente diurno.

Los cambios observados en los valores de la dimensión fractal se observan gráficamente en la **Figura 136**, donde se evidencia la tendencia a formar agregaciones mas definidas en su contorno o con más cohesión en el borde de la agregación en ambiente diurno, observándose también que dicho corte ocurre en los umbrales de los períodos diurno-nocturno.

La profundidad de agregaciones, como se nombró anteriormente, no presenta grandes variaciones durante las 24 horas del día no siendo posible atribuir alguna tendencia de aumento o disminución a algún período determinado del día, aun cuando se observan dos peaks importantes de aumento de profundidad en el horario de las 3 de la madrugada y otro a las 19 hrs. (**Fig. 138**). La profundidad del fondo es que se distribuyo el recurso presenta un aumento considerable entre las 7 y 9 de la mañana, manteniéndose el resto de día en un rango cercano a los 100 m (**Fig. 138**). El índice de altura presenta valores altos en todo el rango de horarios, coincidiendo el peak con el de la profundidad del fondo, indicando con esto que el recurso se mantiene en su profundidad señalando una nula asociación de este recurso con el fondo marino (**Fig. 139**)



La energa retrodispersada presenta su m3ximo valor a las 0 hrs. tendiendo a disminuir a medida que avanza la madrugada para mantenerse en valores relativamente menores durante el perodo diurno. Este aumento en los valores de Sa en perodo nocturno (**Fig. 140**) est3 fuertemente relacionado al aumento del tamao de las agregaciones y la tendencia a formar agregaciones tipo estrato en dicho perodo, ya que al observar el comportamiento de los valores de la densidad ac3stica, 3sta aumenta considerablemente en el perodo diurno (**Fig. 141**). Al respecto el perodo de inicio y t3rmino de los valores altos de densidad es tambi3n entre las 6 de la maana y las 20 horas.

6.1.5 Valores promedio por zona y perodo d3a-noche

Se analiz3 los valores de los descriptores de acuerdo a las zonas definidas por

Zona 1: desde 18°20'LS a 18°41'LS

Zona 2: desde 18°41'LS a 19°05'LS

Zona 3: desde 19°05'LS a 19°43'LS

Zona 4: desde 19°43'LS a 20°02'LS

Zona 5: desde 20°02'LS a 21°55'LS

Zona 6: desde 21°55'LS a 24°43'LS

La **Tabla 50** entrega el resumen de los resultados generales obtenidos por zona y perodo diurno-nocturno. El mayor n3mero de observaciones se registr3 en las zonas 5 y 6 tanto en ambiente diurno como nocturno, mientras que en la zona 2 no se registraron observaciones durante la noche. Los valores promedio de largo tienden a aumentar hacia la zona m3s al sur con un m3ximo en la zona 5 en ambiente diurno, mientras que en ambiente nocturno no se observan diferencias significativas entre zonas (**Fig. 142**). El Alto tiende a mantenerse en valores cercanos a los 4 metros en todas las zonas en todo el perodo (**Fig. 143**). La elongaci3n presenta similar



tendencia que el largo de agregaciones debido a que el alto no presenta diferencias entre zonas (**Fig. 144**)

Los valores de perímetro y área de las agregaciones presentan tendencia a aumentar sus valores hacia la zona más al sur con un máximo en la zona 5 en ambiente diurno. En ambiente nocturno las agregaciones son considerablemente mayores con máximos en las zonas 4 y 6 para perímetro y área, respectivamente (**Fig. 145 y 146**).

La dimensión fractal no presenta diferencias notorias en ambiente diurno entre zonas, situación diferente a la noche en que en todas las zonas el valor es mayor respecto a día. Entre zonas se observa que las zonas 3, 4 y 5 se concentran las agregaciones con mayor valor de dimensión fractal evidenciando mayor irregularidad en sus formas (**Fig. 147**)

Las agregaciones en promedio tanto en el día como en la noche se encontraron a mayor profundidad en la zona 4, observándose mayores fluctuaciones en ambiente nocturno que diurno (**Fig. 148**). La profundidad del fondo en que fueron detectadas las agregaciones presenta en ambos casos (día y noche) el menor valor en la zona 1 (mas al norte) y el mayor valor en la zona 6 (mas al sur) siendo en ambos casos mayor la profundidad del fondo durante la noche que el día (notoriamente en la zona 6) (**Fig. 149**). Los valores del índice de altura presentan similares tendencia en el día y la noche entre zonas, siendo la zona 1 donde se detectó el menor valor en ambos períodos y donde ocurrió la mayor diferencia según período manteniéndose siempre la tendencia de ubicarse cerca de la superficie (**Fig. 150**).

Los valores de Sa promedio durante el día presentan su mayor valor en la zona 1 y 5 respectivamente, mientras que en la noche en cada zona el valor aumenta sustancialmente respecto al día. Entre zonas en ambiente nocturno se aprecia un valor alto en la zona 1 para luego disminuir en la zona 3 y aumentar gradualmente



hasta llegar a un máximo en la zona (**Fig. 151**). Al analizar la densidad acústica (Sa/m^2) durante el día, se observa una marcada tendencia a presentar valores altos en las zonas extremas del área de estudio (Máximos en zonas 1 y 6) y sus menores valores en la zona central del área, mientras que en la noche se aprecian valores ostensiblemente menores respecto al día en cada zona excepto en la zona 6 donde agregaciones detectadas en el límite entre el día y la noche (recién pasadas las 20 hrs.) presentan densidades altas aún. Situación que puede deberse a efectos de luminosidad debido al aumento de latitud (**Fig. 152**).

6.2 Resultados análisis componentes principales

6.2.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 48**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones diurnas.

A fin de determinar las variables mejor correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones (**Tabla 51**), en donde la mejor asociación se encontró entre el largo con perímetro, área, y elongación respectivamente, así como de elongación con perímetro y área. Las variables batimétricas tales como profundidad de agregaciones e índice de altura no presentaron una fuerte asociación. Esta matriz de correlaciones es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

Se realizó una aplicación exploratoria del ACP utilizando diferentes combinaciones de variables como activas a fin de alcanzar un valor aceptable de la medida de suficiencia de muestreo (MSA), compatibilizado con un buen porcentaje de explicación de la varianza.



El mejor valor de la MSA se logr3 con la exclusi3n de la variables dimensi3n profundidad del fondo, llegando a un valor de 0,65 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 75,4%. Es importante se1alar que valores de MSA sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicaci3n de un an1lisis factorial (Hair *et al.* 1999).

De acuerdo al criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condici3n, explicando en conjunto el 75,4% de la variabilidad total. El componente 1 es el m1s importante con un valor propio de 3,85 explicando el 38,5% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,29 explicando el 22,9% de la variabilidad. El tercer componente explica el 14,0% de la variabilidad con un valor propio de 1,4. La **Tabla 52** entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno los componentes principales.

La **Tabla 53** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en 3sta se observa que los descriptores morfol3gicos tales como largo, per1metro, 1rea y elongaci3n presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente. El componente 2 se asocia con las variables batim3tricas y de forma tales como profundidad de agregaciones alto y dimensi3n fractal, mientras que el componente 3 se asocia principalmente con las variables de energ1a como son los Sa y la densidad. Los valores negativos de algunas variables con los componentes implican que disminuir1 el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables.

Se representan los dos primeros componentes con las variables originales en la **Figura 153** apreci1ndose una fuerte asociaci3n de las variables largo, per1metro, 1rea y elongaci3n con el primer componente. La orientaci3n que se observa hacia



una misma direcci3n implica que el aumento de uno de ellos implicar3 el aumento de los otros. El componente 2 presenta mejor asociaci3n positiva con las variables alto y negativa con dimensi3n fractal e 3ndice de altura reflejando que agregaciones con menor alto se encontrar3an m3s cercanas a la superficie y a la vez con mayores valores de dimensi3n fractal.

6.2.2 Agregaciones nocturnas

El resumen de la informaci3n de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 54**, donde se incluye el valor m3ximo, m3nimo, promedio y desviaci3n estandar para las caracter3sticas morfom3tricas y batim3tricas de las agregaciones nocturnas.

La **Tabla 54** entrega la matriz de correlaciones, en donde se encontr3 una alta correlaci3n entre el per3metro con el largo y elongaci3n, y de los valores de Sa con las variables morfom3tricas per3metro elongaci3n y largo respectivamente. El 3ndice de altura presenta una correlaci3n negativa con la profundidad de las agregaciones y positiva pero baja con la profundidad del fondo.

Al igual que en el caso diurno se aplic3 inicialmente el ACP con todas las variables originales como activas, lo que se modific3 en posteriores aplicaciones de ACP a fin de lograr un buen porcentaje de variabilidad explicada junto a un valor aceptable de la MSA. Finalmente con la eliminaci3n de las variables dimensi3n fractal e 3ndice de altura se logr3 un valor de MSA de 0,67 y un 79,6% de la varianza explicada.

El componente m3s importante es el componente 1 con un valor propio de 4,61 explicando el 51,2% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,35 explicando el 15,0% de la variabilidad. El tercer componente explica el 13,4% de la variabilidad con un valor propio de 1,21. La **Tabla 55** entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales.



Los valores correlacionados de las variables originales con los componentes principales se aprecian en la **Tabla 56**. En ésta se observa que los descriptores morfol3gicos tales como largo, per3metro, elongaci3n, 3rea y alto presentan los mayores coeficientes en el primer componente. El Sa de las agregaciones tambi3n presenta una buena asociaci3n con el primer componente, implicando que en ambiente nocturno, existe una clara correlaci3n entre estas variables, aun cuando la mejor asociaci3n es con el componente 2 junto a la profundidad de agregaciones aunque en sentido inverso, a mayor profundidad menor valor de Sa.

Al observar gr3ficamente la correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes (**Fig. 154**), se corrobora (al igual que en el caso diurno) que el componente 1 se asocia con las variables morfom3tricas, Mientras que el componente 2 asocia la variable profundidad de agregaciones y Sa pero compartiendo su importancia con el componente 1, indicando que en la noche el tama1o de las agregaciones es el factor principal para los registros de energ3a retrodispersada, lo que se relaciona inversamente con la densidad ac3stica la cual aunque se correlaciona mejor con el componente 3, se ubica en direcci3n contraria al resto de las variables.



VIII. TALLER DE DISCUSI3N DE RESULTADOS

De acuerdo a las Bases Administrativas y Especiales del proyecto, el 28 de septiembre del 2007 se realiz3 un taller de discusi3n de los resultados asociados al proyecto FIP N° 2006-39 “**Evaluaci3n Hidroacústica del Reclutamiento de Anchoveta entre la I y II Regiones, a±o 2007**”. A fin de ampliar la discusi3n a toda la zona norte, en este taller se incluyeron los resultados obtenidos en el proyecto FIP N° 2006-37 “Evaluaci3n Hidroacústica del Reclutamiento de Anchoveta entre la III y IV Regiones, a±o 2007”. Esta actividad se realiz3 el d±a 28 de septiembre del 2007 en el sal3n auditorium Asociaci3n Chilena de Seguridad (ACHS), ubicado en Edwards 150, Valparaíso. En el **Anexo 2** se entregan los principales resultados de este Taller.



IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de la hidrografía

Los vientos medidos en el sector costero de la zona durante el crucero, se ajustan a lo observado como patr3n de comportamiento de esta variable en la zona, es decir, mayoritariamente son de intensidad menor a 5 m/s y tienen una componente favorable a la surgencia (Bakun & Nelson, 1991; Pizarro *et al.*, 1994).

Los vientos medidos con satélite en el sector oceánico registraron en general una serie de pulsos de mayor y menor intensidad con una frecuencia aproximada de 3 a 5 días. En forma comparativa, los vientos medidos el día 20 de febrero, hacia el final del crucero, registraron las mayores intensidades. La informaci3n de viento satelital durante los días del crucero sugiri3 un predominio de viento de intensidad débil menor a 5 m/s y proveniente del sur y sur-este. El día 14 de febrero hubo una disminuci3n general de la intensidad de los vientos en relaci3n a lo observado en los otros días y que afect3 a toda la zona. En este sentido, la disminuci3n de la intensidad del viento en la zona para esa fecha concuerda con lo observado durante el crucero, el mismo día, en la costa del área de punta Grande (22°30'S).

Los índices de surgencia obtenidos con los datos de crucero son relativamente similares en el área de estudio, diferenciándose solamente el sector de punta Grande, el cual registra el menor valor y que alcanza cerca del 50% del valor promedio de la zona. La misma condici3n ocurre con el índice de turbulencia.

Las características del viento medido en el periodo de estudio es consistente entonces con las condiciones de surgencia observada en la zona. Es decir, el viento favorable a este proceso provoca el afloramiento de aguas frías en la costa lo cual es observado claramente en la distribuci3n de TSM in situ y satelital. Sin embargo, en el



sector de punta Grande, que es donde se registra la menor intensidad del viento durante el crucero, se manifiesta la ausencia de surgencia, o baja intensidad de ésta, que permitiría la intrusión hasta la costa de aguas cálidas de origen oceánico, con temperatura superficial (TSM) de 20°C, provocando en esta área anomalías térmicas positivas que superaron los +1°C y anomalías de salinidad superficial entre 0 y +0,1 psu, como también bajos valores de concentración de clorofila-a en relación a las áreas vecinas. La circulación geostrófica superficial es coherente con el hundimiento en la costa, ya que indica un flujo hacia la costa en el mismo sector, lo que ayudaría al desarrollo de las anomalías positivas de ambas variables. En la península de Mejillones se evidenciaron fuertes gradientes en los datos de altimetría, lo que coincide con anomalías negativas de temperatura, considerando esto se puede plantear que los registros corresponden a un filamento producto de surgencia.

La circulación geostrófica superficial promedio histórica (Blanco *et al.* 2001) en el sector costero de la zona durante en el periodo estival corresponde a un predominio de flujos con componente norte en el sector entre los 19° y 21°S y entre los 23° y 24°S, mientras que desde los 18° a 19°S es hacia el suroeste y desde los 21° a 22°S predomina un flujo con dirección hacia la costa.

De la observación de la circulación geostrófica superficial obtenida con satélite para el mes de febrero de 2007, se encuentra similitud con el patrón histórico sólo en el sector central frente a punta Grande (flujo hacia la costa) y en el extremo norte de la zona (flujo hacia el suroeste). Se destaca que en estas dos áreas señaladas, las características del flujo se mantuvieron relativamente constantes durante todo el mes. En las otras dos áreas mencionadas, es decir aquellas que registran en el patrón histórico un flujo hacia el norte, no ocurrió lo mismo. Es decir, durante febrero 2007 el flujo fue principalmente hacia el oeste entre los 19° y 21°S, con fuertes variaciones en la intensidad del flujo a lo largo del mes, siendo la imagen del día 7 de febrero la única que registra una dirección norte pero de muy baja magnitud. En el caso del



área al sur de la península de Mejillones, el flujo es principalmente hacia el sur, contrario a lo indicado por el patrón histórico, prácticamente durante todo el mes de febrero. Lo recién señalado se debería a la presencia permanente de un giro ciclónico de tamaño medio (60 mn de diámetro) centrado en los 72°W y 24°30'S.

Lo anteriormente expuesto sugiere que si bien existe un promedio histórico que señala un patrón del flujo en la zona, la variabilidad de la circulación geostrofica de meso escala es alta y que puede no ser similar al promedio en algunos sectores y no significar, por ello, una condición de anormalidad. No obstante lo anterior, cabe recordar que durante el periodo de tiempo en que se observaron los efectos de El Niño 1997-1998 en la zona, la circulación geostrofica superficial registró un importante predominio de flujo hacia el sur a lo largo y ancho de ella, lo que fue por tanto ampliamente distinto al patrón de circulación histórico sugerido para cada periodo estacional (Blanco *et al.* 2002).

Punta Grande es uno de dos sectores en la zona que registran anomalías térmicas positivas en la costa. El otro sector, de un menor tamaño, es el área norte más costera de la bahía Moreno o bahía de Antofagasta, al lado sur de la península de Mejillones, la que en este caso sería consecuencia de una condición de retención de agua en el área, producida por la misma surgencia, y que ha sido descrita para dicho lugar como “sombra de surgencia” (Castilla *et al.* 2002).

El área prospectada en este crucero es netamente costero (primeras 20 mn), por lo tanto en ella se observan fuertemente los efectos de los habituales procesos de afloramiento que ocurren en la zona, la cual definen los “sistema de surgencia de borde oriental” (Tomczak & Godfrey, 1994; Strub *et al.*, 1998). Por tal razón, la presencia de bajas temperaturas y bajas salinidades, respecto del sector más oceánico, producen anomalías térmicas y salinas negativas que predominan en toda el área durante el desarrollo del crucero, siendo entonces ellas consecuencia de la



ocurrencia de estos procesos de afloramiento, señalando también cuales de ellos son, comparativamente, más intensos. Los centros de surgencia más destacados durante el crucero, de norte a sur, son: Arica a Pisagua, Iquique a caleta Chipana, punta Arenas a Tocopilla, Península de Mejillones y desde punta Coloso a Caleta Colorada. El rango de anomalía negativa es amplio, ya que tiene como valor máximo negativo los -5°C , señalando en este caso el sector de surgencia más intensa que corresponde al de caleta El Cobre ($24^{\circ}10'\text{S}$).

Los valores de desviación estándar de los promedios históricos mensuales en esta zona son para el sector oceánico cercanos a $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 0,1$ psu en TSM y salinidad, respectivamente, mientras que en el sector costero estos son de aproximadamente el doble del valor. Por lo tanto, los valores de anomalías de estas dos variables, en general, están en el rango que señala una condición de normalidad para la zona. Valores de anomalía negativa mayores a 2°C en TSM y 0,2 psu de salinidad se ubican sólo en lugares puntuales y no son generales para la zona, mientras que las anomalías positivas de estas variables se ubican preferentemente hacia el sector oeste del área de muestreo, donde comienza el sector oceánico. Durante La Niña 1996-1997, la zona norte de Chile registró condiciones frías que provocaron anomalías térmicas y salinas en un rango similar al encontrado en este crucero, sin embargo, la diferencia radica en que en esa oportunidad los valores negativos abarcaron también el sector oceánico (Blanco, *et al.*, 2002), situación que no se observa en este estudio.

La condición de normalidad señalada para la capa superficial de la zona de trabajo durante el crucero es consistente con el estado de normalidad señalada también para el sector del Pacífico ecuatorial, el cual hacia el mes de febrero de 2007 se encontraba en una fase de transición de un periodo cálido (El Niño) a uno frío (La Niña) (NOAA, 2007). Hacia fines de febrero, los boletines de discusión de desarrollo de condiciones oceanográficas en la cuenca del Pacífico mostraron una tendencia a



condiciones frías en el sector costero de Sudamérica hasta el sur de Perú, pero sin alcanzar la costa de la zona norte de Chile, en donde se presentaron más bien condiciones de anomalías térmicas positivas pero menores a 1°C (NOAA, 2007).

La condición de anomalía positiva de salinidad ($< 0,1$ psu) del área más costera que abarca desde punta Grande (22°30'S) hasta el límite sur de la zona de estudio, se asoció a anomalía negativa de TSM, en particular a los máximos negativos en el sector de caleta El Cobre. La presencia de anomalías de salinidad positivas en el sector de punta Grande se deben a la falta de surgencia o baja intensidad de ésta, lo que favorece el aporte de agua oceánica tipo subtropical (AST) desde el oeste, las que originan anomalías positivas de temperatura y altos valores de oxígeno (> 6 mL/L e incluso de 7 mL/L). Por otro lado, las anomalías positivas de salinidad en la península de Mejillones y sector de caleta El Cobre, por su parte, se deberían a una surgencia intensa que favorece el afloramiento con mayor participación de agua ecuatorial subsuperficial (AESS), en relación a aquella de mayor salinidad que posee el agua subantártica (ASAA) que participa mayormente cuando la surgencia es más débil (Ortiz, 1998). Lo señalado se observa claramente en los mayores porcentajes de participación de masa de agua representados en los gráficos de distribución vertical de AESS por transecta en este informe y a nivel superficial por los menores valores (relativos) de oxígeno disuelto, que son < 6 mL/L en Mejillones y < 5 mL/L en el sector de caleta El Cobre.

Algunas secciones perpendiculares a la costa ubicadas en la mitad norte de la zona muestran también porcentajes de participación relativamente altos de AESS en superficie y es, justamente, donde las anomalías negativas de salinidad son más cercanas a un valor neutro. Según lo anterior, comparativamente, la mitad sur de la zona registró durante o cerca del momento de muestreo, una surgencia de mayor intensidad que la observada en la mitad norte.



Los gradientes de densidad superficial en la zona son intensos, tal como habitualmente ocurren en el período de verano producto del contraste térmico entre el sector costero y oceánico. Las mayores densidades se asociaron entonces a los sectores descritos como de menor TSM que son Arica, punta Lobos, Tocopilla, península de Mejillones y sector de caleta El Cobre. Por el contrario, las menores densidades costeras se registraron en el sector de punta Grande, asociado a la intrusión de agua oceánica ya descrita. La isoterma de 15°C mostró una profundidad, en general, dentro del rango de normalidad, es decir entre ± 10 m, asociándose los valores negativos de esta variable que están fuera de ese rango con los sectores mayor intensidad de surgencia, mientras que los valores positivos menores a 10 m, se asocian al borde oeste del área frente a punta Grande.

La capa de mezcla de espesor mayor a 5 m, se encuentra en el borde oeste del área de muestreo. Lo anterior señala que el viento medido durante el crucero tendría mayores intensidades hacia el sector oceánico, principalmente al sur de la península de Mejillones. En el área frente a caleta Camarones (19°S) se registró también un máximo de espesor de capa de mezcla (15 m), la que concuerda con un pulso de viento (medido con satélite) intenso en el día de muestreo de aquella área, mientras los medidos en el buque señalan un máximo de intensidad de 9 m/s para las horas previas a la toma de datos oceanográficos.

Los sectores definidos como de mayor espesor de la termoclina y mayor profundidad de la base de esta capa se encuentran hacia el borde oeste del área de muestreo, coincidiendo con las áreas de mayor espesor de capa de mezcla también. Esta condición se debe a que en esos sectores se encuentran las mayores temperaturas superficiales que favorecen, con las aguas más frías subsuperficiales, la formación de termoclinas de mayor gradiente térmico promedio y gradiente máximo en la vertical.



En el crucero de febrero de 2007, en general, las aguas superficiales estuvieron bien oxigenadas y la profundidad de la isolnea de 1 mL/L, que representa el lmite superior de la capa de m3nimo OD, permaneci3 por sobre los 100 m. Lo indicado ha sido reportado anteriormente por Morales *et al.* (1999) en base a un promedio de cruceros realizados entre 1980 y 1997.

En punta Lobos, los bajos valores de OD superficial coincidieron con TSM < 17°C y profundidad de la isolnea de 1 mL/L que representa el lmite superior de la capa de m3nimo OD de 8 m, por lo que en este sector el AESS estar3a participando en mayor proporci3n en la mezcla del agua surgente. Este foco de surgencia es caracter3stico de la zona, manteni3ndose en forma permanente durante el a3o (Barbieri *et al.*, 1995)

De la comparaci3n con cruceros de a3os anteriores, fue posible identificar que los sectores que han presentado, con mayor frecuencia, focos sub3xicos (< 5 mL/L) de distinta intensidad, son los ubicados entre Arica-Pisagua y punta Lobos-caleta Chipana.

Por otra parte, las elevadas concentraciones de clorofila-a (cloa > 10 µg/L) que en este crucero abarcaron la franja costera de casi toda la zona de estudio, coincidieron tanto con los sectores de mayor influencia de surgencia como tambi3n los de menor influencia.



La clorofila integrada represent3 de mejor forma que la clorofila superficial la distribuci3n de esta variable en la zona, ya que la casi totalidad de las estaciones presentaron las m1ximas concentraciones a nivel subsuperficial. Esto se reflej3 en el diagrama de dispersi3n donde a modo de ejemplo, concentraciones de cloa cercanas a 1 $\mu\text{g/L}$ en superficie, estuvieron asociadas a valores de cloaint en el rango < 40 hasta $> 200 \text{ mg/m}^2$. Esto significa que la cloa superficial no refleja necesariamente a la estructura biol3gica de toda la columna de agua (Castillo *et al.*, 1996).

En cuanto a la fluorescencia *in vivo* (fliv), al ser esta una respuesta de la c3lula fitoplanct3nica a la estimulaci3n luminosa en una longitud de onda espec3fica para la cloa, es esperable que 3sta se asocie en forma funcional y significativa con la concentraci3n de cloa, aunque eventualmente podr3an existir algunas desviaciones en la linealidad de esta asociaci3n (Castillo *et al.*, 2002)

Si bien la fliv mostr3 una similar distribuci3n a la cloa, los mayores valores de ambas variables no coinciden. Situaci3n que se aprecia tanto a nivel superficial como en las secciones verticales. Los mayores valores de fliv se registraron en la transecta 29 y las mayores concentraciones de cloa se registraron en la transecta 23, esto puede significar que la respuesta de fluorescencia de las c3lulas fitoplanct3nicas, est1 asociada con otros factores tales como, el estado fisiol3gico, la historia de luz, auto sombreado y otros (Castillo *et al.*, 1996).

Por otra parte, la distribuci3n de fliv indica que los n3cleos de clorofila abarcaron una mayor 1rea a nivel subsuperficial, extendi3ndose en la mayor3a de los casos hasta los 30 m. Lo anterior ya no una aproximaci3n matem1tica, sino que es afirmado por las lecturas directas del sensor de fliv (Castillo *et al.*, 1996), confirmando lo mostrado por el muestreo discreto de cloa. La mayor extensi3n a nivel subsuperficial fue observado tambi3n en febrero-marzo de 1994 por Morales *et al.* (2001).



Las imágenes de color indicaron que las altas concentraciones del pigmento permanecieron durante al menos, la primera quincena del mes de febrero. La buena asociaci3n de los valores entregados por la imagen y los registros puntuales de la clorofila total in situ, permitieron comprobar la informaci3n rescatada de las imágenes. Sin embargo, se debe hacer notar que los valores más altos del muestreo son suavizados por la imagen, perdiéndose los focos puntuales de alta producci3n.

Los feopigmentos en general estuvieron en concentraciones muy por debajo de la cloa lo que indica un óptimo estado fisiológico de las células fitoplanctónicas. La excepci3n a los anterior se observó en Arica, donde ambos pigmentos presentaron similares concentraciones. Esto se puede deber a: degradaci3n de la poblaci3n, aumento de pelet en el agua por consumo por parte del zooplancton y/o por parte de organismos planctófagos como la anchoveta y sardina (http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/pelagicos/anch_mar07.pdf; Castillo *et al.*, 2003; Alamo *et al.*, 1996, Oliva *et al.*, 1987; Medina *et al.*, 2007)

En resumen, las condiciones oceanográficas encontradas durante el desarrollo del crucero se consideran normales para el periodo, acordes con la neutralidad ambiental de la regi3n del Pacífico ecuatorial y sudeste, aun cuando esta última presenta tendencia hacia una condici3n fría. El viento se presentó con características típicas de baja intensidad y favorable a la surgencia. Por lo anterior, el sector costero prospectado se encuentra afectado por procesos de surgencia que destacaron algunas áreas de la zona por las bajas temperaturas registradas y gradientes térmicos superficiales este-oeste, como también así áreas en donde los afloramientos fueron poco activos, dando origen a la intrusi3n localizada hacia la costa de aguas oceánicas, más calidas y salinas. La condici3n de normalidad definida para la zona, sin embargo, estuvo asociada a concentraciones de clorofila inusualmente altas en prácticamente toda la banda costera, lo que podría ser efecto de condiciones previas al período de muestreo.



Análisis histórico

Dentro del contexto del Océano Pacífico, los cruceros de reclutamiento de anchoveta (RECLAN) se han llevado a cabo en diferentes condiciones ambientales regionales, es decir, la zona norte de Chile ha estado influenciada por eventos cálidos, fríos y de transición los que están originados en la zona Ecuatorial. El índice multivariado de eventos El Niño - Oscilación del Sur es un buen indicador de las condiciones que están presentes en el Océano Ecuatorial y que afectan la zona norte de Chile (NOAA, 2007). Así los periodos de enero de 1995 y 1998 son considerados eventos cálidos, donde este último es considerado periodo cálido intenso (**Tabla 57**). Por otro lado, enero y noviembre de 1996, noviembre de 1998 y enero y diciembre de 2000 se consideran periodos fríos. Mientras que, diciembre de 2001 y febrero de 2007 son periodos de transición frío-cálido y cálido-frío, respectivamente.

Debido a esto, la distribución espacial de la TSM, salinidad, profundidad de la isoterma de 15° C (I15) y sus respectivas anomalías, resultan una combinación del proceso regional (observado a través del índice Ecuatorial) y los eventos sinópticos, como la surgencia costera presentes durante las mediciones (Letelier, 1998; Hormazabal *et al.*, 2001).

En enero de 1995 se presentó un rango de TSM dentro de lo típico de la zona, aunque levemente cálido ya que se presentaron en ella anomalías positivas pero cercanas a la neutralidad. Sin embargo, la banda costera de aguas frías que caracteriza esta zona fue muy débil (**Tabla 57**). Una situación similar ocurre durante enero de 1998, en pleno evento El Niño donde, aunque se forma la banda costera y se observan filamentos característicos, las anomalías revelan que las aguas surgentes son más cálidas a las que comúnmente participan en estos procesos en la zona, y a diferencia de enero de 1995 se profundiza la capa de mínimo oxígeno. En ambos casos se combinan un periodo cálido con una baja intensidad de la surgencia



en enero 1995 y una fuerte intensidad de la surgencia en enero de 1998. En ambos casos, sólo ascendieron aguas de capas subsuperficiales, debido a la profundizaci3n de las isotermas y aumento del espesor de la capa superior (Huyer *et al.*, 1987; Hormazabal *et al.*, 2001), las cuales no presentan grandes diferencias de temperatura con las superficiales, por lo cual tienen que provenir de la capa superficial del océano (sobre la termoclina). Esta capa probablemente ha aumentado su espesor por efecto del calentamiento superficial y la presencia de ondas atrapadas a la costa que se vuelven más frecuentes durante El Niño (Brink, 1997).

Las salinidades asociadas a estos periodos son relativamente más altas a las observadas típicamente en la zona, especialmente en enero de 1998 ya que los valores costeros y oceánicos presentan anomalías mayores a 0,5 psu (**Tabla 57**). En ambos periodos, este aumento de la salinidad en superficie viene dado por un mayor aporte de aguas de tipo subtropical que incrementan el espesor de la capa superior, disminuyendo la contribuci3n del agua subantártica y ecuatorial subsuperficial a esta capa en la zona del norte de Chile (Reyes, 2004). Este aumento en las TSM y salinidades va acompañado por un incremento en la profundidad de la termoclina tanto en la costa como el océano (Huyer *et al.*, 1987).

En enero de 1996, donde se presentó el mismo rango de TSM que durante enero de 1995, la presencia de importantes anomalías negativas cerca de la costa ($< -2^{\circ} \text{C}$), revelan la presencia de una surgencia activa que hace aflorar aguas relativamente más frías. Esta surgencia se manifiesta al observar la banda costera de menores TSM y mayores salinidades las cuales abarcan una zona de mayor extensi3n hacia fuera de la costa respecto de el año anterior. Se agregan a esto, la proyecci3n desde esta banda costera de filamentos y lenguas de surgencia de gran extensi3n. En enero de 2000 ocurre un evento similar, donde la banda costera de bajas temperaturas esta bien desarrollada. Por el contrario, en noviembre de 1996 y 1998, y en diciembre de 2000 no se forma una banda costera significativa en las variables



superficiales como tampoco se ve reflejado en sus respectivas anomalías. En el crucero de noviembre de 1996, solamente la bahía de Mejillones y caleta Chipana muestran focos de bajas TSM.

Estos cruceros (enero y noviembre de 1996, noviembre de 1998 y enero de 2000), fueron realizados en un periodo frío del océano, y muestran un rango de salinidades relativamente constante en la costa norte de Chile con y sin surgencia (34,6 - 34,8 psu), con anomalías de salinidad cercanas a la neutralidad, una profundidad de la termoclina en la costa entre 10 y 20 m y con la isoterma de 15°C ubicada a no más de 10 m de profundidad en la costa (**Tabla 57**).

Diciembre de 2001 y febrero de 2007, aunque se encuentran en un periodo de transición (frío-cálido y cálido-frío, respectivamente) presentan situaciones sinópticas totalmente diferentes. Diciembre de 2001 evidencia la formación de una banda costera débil, donde las anomalías presentes en esta banda no muestran valores negativos importantes, evidenciando una surgencia débil o un proceso de relajación de la surgencia. Por el contrario, en febrero de 2007 es evidente el desarrollo de una surgencia intensa, con diferencias de más de 2° C entre la costa y el océano, es decir una banda costera de bajas temperaturas, con evidente presencia de filamentos de agua fría de más de 50 Km. de largo que penetran la zona oceánica desde la banda costera. Paralelamente, las anomalías de TSM confirman la intensidad de esta banda costera y de la surgencia durante este crucero ($< -2^{\circ}\text{C}$) y que abarca toda la zona de estudio (**Tabla 57**).



La distribución de clorofila-a en febrero de 2007 señaló concentraciones inusualmente altas para la zona, las cuales sólo son comparables a lo observado en enero de 1995 en la serie de cruceros RECLAN (**Tabla 57**). En este sentido, Morales *et al.* (2001) indicaron una débil estacionalidad para la zona Arica-Antofagasta, entre 1993 y 1994, y altas concentraciones en verano con un rango entre 0,1 a 20,3 $\mu\text{g/L}$, siendo esto último inferior al del presente reporte que es de 0,1 a 47,6 $\mu\text{g/L}$, mientras que en los valores máximos de clorofila integrada se indicaron $> 200 \text{ mg/m}^2$, que es similar a lo reportado en los demás cruceros RECLAN. En un aspecto más localizado, en Antofagasta se han señalado concentraciones máximas en primavera y pulsos discretos ($> 3 \mu\text{g/L}$) a través del año (Marín y Olivares, 1999 *fide* Morales *et al.* (2001), situación que coincide con la actual.

En el mismo sentido, en diversos trabajos con imágenes CZCS se han indicado concentraciones bajas a moderadas para la zona (1 a $> 3 \mu\text{g/L}$), dándose las mayores concentraciones del pigmento en invierno (Thomas 1999; Thomas *et al.*, 2001a; Thomas *et al.*, 2001b), mientras que con imágenes Sea WIFs los máximos se han observado en verano con valores $> 5 \mu\text{g/L}$ (Yañez *et al.*, 2005; Yuras *et al.*, 2005), siendo estos últimos estudios más cercanos a las distribuciones en las imágenes mostradas correspondientes al presente periodo.

Por otro lado, la distribución espacial de clorofila no aparece en parches sino que más bien asociada a la banda costera de aguas frías con núcleos ubicados en los centros de surgencia característicos de la zona norte de Chile (Fonseca & Farías, 1987; Braun *et al.*, 2007). Si no se considera enero de 1995, las concentraciones de clorofila integrada en la costa tienden a ser levemente más altas en periodos o fase de transición, levemente inferiores en periodos fríos y menores aun en periodo cálido (enero de 1998). Respecto al periodo cálido señalado, la condición de baja clorofila se asociada a la intrusión a la costa de aguas oligotróficas, que reduce la



participación en la surgencia de aguas frías ricas en nutrientes en la capa de los primeros 100 m de la vertical (Iriarte y González, 2004).

En otro aspecto, las concentraciones pigmentarias en un momento determinado no parecen guardar relación con la intensidad de la surgencia observada en el mismo instante. La posible explicación es el desfase que tienen los incrementos repentinos de fitoplancton y por ende clorofila, con respecto de la surgencia que ocurre, es decir, pulsos de surgencia interactúan con blooms fitoplanctónicos que la siguen (Santander *et al.*, 2001), así cuando la intensidad de la surgencia disminuye la columna de agua tiene el potencial de desarrollar un incremento acelerado de la clorofila, pero este desarrollo puede ser interrumpido o interactuar con el comienzo de otro evento de surgencia inducido por un incremento de viento, esta es una posible respuesta a una pregunta aun abierta.

La distribución espacial y los rangos de TSM observados durante los cruceros no permiten ver grandes diferencias entre fases cálidas y frías del océano (sin un análisis avanzado de series de tiempo), excepto durante un evento El Niño (enero 1998), donde cambia totalmente la estructura térmica superficial de la zona norte de Chile. Por otro lado, la actividad de la surgencia costera está presente tanto en fases cálidas y frías del océano, con intensidad sinóptica dada por la interacción de vientos locales y regionales (ej., enero de 1998 y 2000). Sin embargo, tomando en cuenta sólo las TSM, las características asociadas a las aguas que afloran varían considerablemente, ya que durante un intenso periodo cálido las aguas surgentes no generan anomalías negativas como ya se indicó. Paralelamente se observaron salinidades superiores a las típicas con anomalías significativamente mayores a lo que se suma una notable profundización de la I15.

Durante una fase fría del océano, la surgencia sigue dependiendo del viento, pero genera la presencia de anomalías significativamente negativas en la banda costera revelando que la fuente de la surgencia es de aguas más profundas a las típicas de



la zona (Hormazabal *et al.*, 2001). La salinidad siempre está dentro de los rangos de neutralidad y la I15 tiende a estar elevada en la costa.

Otro aspecto importante de señalar, es el comportamiento intraestacional y estacional de la TSM, es decir el ciclo anual. Este es el principal motor de la dinámica físico-biológica de la zona norte de Chile. En este caso, no se puede hacer una comparación de las TSM dado los distintos meses en que se han realizado los cruceros RECLAN (entre noviembre y febrero), entre los cuales se generan diferencias en los rangos de valores (Blanco, 2004).

En cuanto a la circulación, diversos investigadores muestran la presencia de giros ciclónicos y anticiclónicos en la zona norte de Chile tales como los que aparecen en enero de 2001 y febrero de 2007, los que al parecer tienen su origen en inestabilidades baroclinas cerca de la costa, constituyendo uno de los principales mecanismos de transporte costa-océano (Hormazabal *et al.*, 2004; Chaigneau & Pizarro, 2005). La información satelital en combinación permite evidenciar la presencia de filamentos los cuales se observan periódicamente en la península de Mejillones y los cuales también están asociados a flujos divergentes desde la costa. La información de altimetría y específicamente la velocidad geostrofica presenta algunos problemas de validez debido a la resolución espacial y la cercanía de la costa, pero en la zona norte de Chile donde la plataforma es muy angosta siguen siendo una buena aproximación a la componente geostrofica de la corriente. Los antecedentes de la zona y los cruceros de 2001 y 2007 presentan evidencias de dos procesos de circulación que dominan la variabilidad de la circulación de la zona norte de Chile, el primero la circulación a gran escala de la cual sabemos por estudios de masas de agua y modelos (Strub *et al.*, 1998; Mackas *et al.*, 2005). Mientras que por otro lado y segundo, las imágenes de altimetría nos entregan los procesos en escala de días pero donde predominan los flujos perpendiculares a la costa asociados a eventos de surgencia, filamentos y giros de mesoescala. Este tipo de procesos son



los observados durante los cruceros de 2001 y 2007. Este tipo de estudio solo permite la descripci3n de lo que ocurre sin3pticamente sin poderlos comparar entre si. En ambos casos est3n presentes flujos hacia fuera de la costa y en direcci3n hacia la costa, especialmente en la zona de Arica la cual es inversa entre 2001 y 2007, evidenciando una convergencia hacia la costa y una divergencia desde la costa, respectivamente. El 3rea entre los 20° y 22° S varía de un flujo hacia el norte que cambia a una distribuci3n asociada a proceso de surgencia, es decir, divergencia desde la costa. Por otro lado, durante el 2007 esta zona se caracteriza por valores m3nimos de velocidad. La península de Mejillones parece ser altamente din3mica ya que muestra el desarrollo de filamentos y giros anticicl3nicos (2001) y cicl3nicos (2007).

El índice de surgencia observado a trav3s de series de tiempo en punta patache y Mejillones (**Fig. 155**) y estimado a trav3s de la componente a lo largo de la costa del viento muestra una clara diferencia entre el periodo anterior y posterior al año 1999. Antes de 1999 se observa un desfase no explicado entre la surgencia evidenciada por los par3metros oceanogr3ficos (presencia de banda costera, TSM, salinidad y densidad superficial, entre otros) y el índice de surgencia deducido del viento. Tambi3n es posible observar cambios de ciclo anual e interanual que sugieren un cambio de fase importante en el sistema de vientos de la zona norte, pero estas evidencias s3lo reflejan la sustituci3n de los antiguos sat3lites ERS 1 y 2, los cuales funcionaron desde 1991, por un sat3lite con un escater3metro de mejor resoluci3n temporal y espacial, el Quikscat. A partir de 1999, la coherencia de la informaci3n oceanogr3fica que muestra indirectamente la intensidad de la surgencia y el transporte perpendicular a la costa muestran una mejor sincronizaci3n, por lo tanto Quikscat es de mayor confiabilidad para evaluaci3n de los cruceros en t3rminos de la estaci3n de surgencia. Debido a esto, a partir de 2000 se puede observar que durante diciembre de 2000 y 2001 la intensidad de la surgencia mostr3 un debilitamiento asociado por un cambio estacional, es decir, al ciclo anual de la



surgencia. Por otro lado en enero de 2000 y 2007 es clara la influencia del viento en la intensidad de la surgencia observada en las TSM y el resto de los parámetros oceanográficos. Este análisis histórico es una aproximación, y debe ser considerada dentro del marco de sus limitaciones. Un análisis acabado de la zona norte de Chile solo podría realizarse dentro del marco de un proyecto individual que permita realizar análisis de series de tiempo avanzados y que incluya todas las fuentes de datos nacionales e internacionales disponibles en la zona.

2. Biología Pesquera

La estructura de tallas presentada por arrastre y cerco fue unimodal centrada 13,5 cm, con un rango de tallas que varió entre 9 a 19 cm y 11 a 17 cm respectivamente. Las longitudes estimadas con la ojiva (25, 50 y 75%) para red de arrastre presentan pequeñas diferencias entre 0,4 y 0,6 cm, con respecto a los ejemplares capturados con cerco. Debido a la diferencia presentada en el rango de tallas para ambos artes y las leves diferencias en longitud que ambos artes presentan, nos llevan a considerar al arrastre de media agua menos selectivo, pudiendo considerar a ambos artes poco selectivos.

El análisis de varianza realizado para la relación longitud peso, arroja una diferencia en el modelo aplicado para las zonas 1, 2 y 3, esto puede ser explicado por que las tallas menores a 10 y mayores a 16.5 no esta representadas en estas zonas.

Para anchoveta, el IGS promedio (1,9%) obtenido en el presente crucero (RECLAN 0702) es menor con respecto a los valores de IGS promedio obtenidos por el proyecto de "Seguimiento del estado de las principales pesquerías nacionales 2004". En general en la zona norte se presenta un desove secundario en febrero luego la actividad reproductiva disminuye entre febrero y marzo, evidenciando un repunte en mayo hasta alcanzar un máximo de la actividad entre junio a agosto (Martínez *et al.*,



2006). Sin embargo el valor de IGS observado en el presente crucero, evidencia un retraso en el inicio del desove con un IGS de 1,9% significativamente menor a lo observado en el a1o 2005 y 2006 un valor de IGS del 5% y 4,6% respectivamente.

Durante el desarrollo del presente crucero, los estados de madurez e IGS de anchoveta, mostraron la ocurrencia de una maduraci3n sexual de los individuos en el sentido norte – sur. Lo anterior, se asocia de buena manera con la estructura de talla, ya que tanto los valores de IGS como de madurez evolucionaron de manera proporcional a la estructura de talla. Cabe destacar que las hembras fueron las que presentaron el mayor grado de madurez sexual, encontr3ndose en 3stas el mayor porcentaje de estados 3.

La condici3n biol3gica de los individuos, determinada mediante el factor de condici3n (FC) muestra un valor promedio de 0,69 (RECLAN 0702), valor levemente superior a los valores obtenidos en los proyectos de seguimiento (**Fig. 156**). Se observa que los valores de FC tienden a aumentar gradualmente respecto de la talla, con valores que oscilan entre 0.62 y 0,72 (**Fig. 157**). El FC del presente crucero se encuentra en el rango del valor registrado en verano en la pesquería, siendo levemente superiores al FC del a1o 2005 (0,67). (RECLAN 0702).



La talla de primera madurez sexual (TPMS), estimada mediante la curva logística para el total (machos y hembras) con el criterio 1 fue 10,44 cm, (machos de 10,89 cm y hembras 8,62 cm). Con el criterio 2 la TPMS para el total fue de 14,37 cm (machos de 14,84 cm y hembras 13,93 cm). Los resultados anteriores muestran, de acuerdo con el criterio 1 que las hembras presentan TPMS menor al total, indicando que un 50% se encuentran maduras a 8,62 cm, mas aun que el 70% de las hembras estan maduras a tallas menores a 10 cm, estos resultados son contradictorios con los obtenidos por Martinez et al (2004), quien señala que la TPMS de anchovetas hembras es 12,1 cm, incluyendo una serie de datos de todo el año con un completo espectro de tamaños y estados de madurez sexual (EMS). Esta diferencia puede ser explicada principalmente porque el periodo de evaluaci3n del crucero se realiza centrado en el reclutamiento, con una estructura de tamaños compuesta en gran parte por ejemplares pequeños. De allí que esta baja representaci3n del espectro total de tallas de anchoveta produce un sesgo en los resultados de la talla de primera madurez obtenida en el presente caso, ejemplificado en los resultados obtenidos con el criterio 1 donde el 50% se encuentran maduras a 8,62 cm, debiendo ser considerada solo a nivel referencial.

3. Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta utilizadas

Debido a que los datos de TS filtrados desde las mediciones realizadas durante los lances y las estaciones de TS en el crucero RECLAN12 0702 estuvieron centrados a un rango muy ajustado de tallas, que varió entre 11,5 y 15,5 cm, no fue posible ajustar una ecuaci3n significativa de estas dos variables. La incorporaci3n de los datos recolectados en el crucero RECLAN34 0703, permiti3 ampliar el espectro de tallas consideradas, lográndose una mayor representatividad de la informaci3n. En este sentido, es notable que aún cuando en el crucero RECLAN34 0703 sólo se disponía de 5 pares TS-L, se logra una juste significativo en la regresión.

El análisis de la informaci3n de TS-L recolectada en los dos cruceros respecto a la serie histórica disponible para 7 cruceros anteriores permiti3 comprobar la consistencia de la informaci3n, confirmándose que el rango y las tendencias coincidían. Con esta



evidencia se hizo un ajuste de regresión que permite lograr una relación de TS-L de anchoveta para la zona norte notablemente robusta.

En general, los TS por talla de anchoveta deducidos de las ecuaciones estandarizadas en el crucero RECLAN 0702 ($TS = 20 \log(L) - 73,51$) fueron menores a los ajustados en los RECLAN 9601, 9611, 0001, 0012, 0111, variando entre 0,07 y 0,17 dB. En cambio la ecuación ajustada en el crucero RECLAN34 0703 ($TS = 20 \log(L) - 74,22$) fue la menor de la serie, con valores entre 0,5 y 0,88 dB. La ecuación general ajustada en el presente caso ($TS = 20 \log(L) - 73,46$) supera entre 0,05 y 0,76 dB a las obtenidas en 9801, 9811, 0702 y 0703 y es inferior entre 0,04 y 0,12 dB a 9601, 9611, 0001, 0012 y 0111 (**Tablas 58 y 59**)

El estado de condición y de madurez de los peces son algunos de los factores biológicos que pueden afectar el TS a la talla, puesto que el volumen de las gónadas, en estados grávidos, puede inducir actitudes corporales de los peces en el medio; reducir el volumen de aire de la vejiga gaseosa ó alterar la composición de grasa en los tejidos modificando sus características ecoicas (Anónimo, 2002).

Los cambios interanuales en los factores de condición de las especies estudiadas, así como los distintos estados de madurez registrados durante los periodos de medición pueden explicar las leves diferencias entre las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas, apreciándose una disminución de la respuesta acústica de los peces a medida que hay un aumento de tejidos grasos y que a su vez se reflejan en incrementos del peso individual. Lo anterior, ya se había detectado al analizar las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas en los proyectos realizados en la zona norte, en que junto una sistemática pérdida del peso individual entre los diferentes años, apreciándose un incremento de las intensidades acústicas (TS) de anchoveta (Castillo *et al.*, 2002).



Al contrastar la ecuación estandarizada de anchoveta con las obtenidas por otros autores en especies similares, se observa que es alrededor de 2,24 db menor que la informada por Foote (1987) ($TS = 20 \text{ Log } (L) - 71,9$) para clupeidos y entre 1,6 y 1,9 dB mayor que la informada por Barange (1994) para la anchoveta del Cabo (*Engraulis capensis*), a la misma talla (-57,84, L=7,5 cm y -57,73 dB, L= 7,34 cm).

Respecto a la ecuación general ajustada por Castillo et al (2007) para anchoveta en la zona centros sur de Chile ($TS=20 \text{ LOG } (L)- 73,277$), con 116 pares de datos, se aprecia una diferencia promedio de 0,183 dB a favor de la ecuación de la zona centro-sur.

De cualquier modo, las diferencias detectadas entre los distintos cruceros para la zona norte de Chile y en la zona centro-sur, se encuentran dentro de los rangos normales esperados para este tipo de mediciones, demostrando un importante nivel de robustez en la ecuación ajustada.

Del análisis anterior se desprende que las ecuaciones TS-L ajustadas para la anchoveta en Chile, se ubican en un valor intermedio entre las obtenidas para clupeidos en general y la anchoveta del Cabo en Sudáfrica, con algunas diferencias que se explican debido a las distintas características biológicas entre las especies.

4. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

Los estimados de abundancia de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta, para el periodo 1996-2002 (**Fig. 158**), han fluctuado entre 2.160 y 44.065 millones de ejemplares obteniéndose el valor mayor en enero de 1998 (RECLAN 9801), correspondiente a la temporada 1998 y el menor en enero de 1996 (RECLAN 9601), asociado a la temporada 1996. El valor alcanzado en el presente caso (febrero del 2007) (25.443,25 millones de ejemplares) se encuentra en un nivel intermedio entre



los más bajos, registrados en el 2000 (11.785,36 millones) y 2001 (15.855,9 millones), sin considerar el resultado de 1996 que corresponde al más bajo de la serie y los más altos obtenidos en 1997 (30.038,433 millones); 1998 (44.065,0 millones), el más alto de la serie disponible, 1999 (33.707,39 millones) y 2002 (38.500 millones). El nivel de reclutas en número, para esta zona ha fluctuado entre 649,1321 millones en 1996 y 33.600 millones en 2002, con niveles mínimos en 2000 (6.470,161 millones) y 2001 (3.328,4 millones). El resultado de esta fracción en el verano del 2007 se encuentra dentro de los más bajos del periodo con 5.373,7 millones, valor que solamente supera al del año 2001.

Los aportes de los reclutas a la abundancia han sido variables, fluctuando entre un 21 % en la primavera del 2000 (RECLAN 0012) a un 87% en diciembre de 1998 (RECLAN 9812). En el presente caso, el aporte de los juveniles entre Arica y Antofagasta es comparable al valor registrado en la primavera del 2001 con un 21%.

Las biomazas estimadas en los periodos de primavera-verano del periodo 1996-2002 han fluctuado entre 102.100 t en 1996 y 647.760 t en 1998, estabilizándose en el periodo 1999- 2002 entre 306.655 t en 2000 y 356.773 t en el 2001. En este sentido, el resultado obtenido en el verano del 2007 (415.779 t) supera en un 14,2% al periodo de estabilización de 1999-2002. En consonancia con el bajo aporte de los reclutas en número, la biomasa de esta fracción (57.740,8 t) también representa uno de los menores de la serie, superando solamente al valor registrado en el 2001 (30.973 t).

El bajo nivel de reclutas registrados en el presente caso puede estar provocado por un efectivo aporte deficiente de reclutas de anchoveta ó a un desfase temporal entre el crucero de evaluación y el hito biológico a medir. Respecto a esto último, la fecha del crucero se definió en base a los antecedentes de estructuras de tamaño de la anchoveta presentes en la pesquería.



Para este fin se consideraron los antecedentes provenientes de la estructura de tamaos mensual de la pesqueria en los ultimos 4 años. Estos resultados sugieren que el patr3n estacional del reclutamiento de anchoveta en la zona norte, incluida la III y IV Regiones se ha alterado a partir del 2002, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano. En efecto, la evoluci3n mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2006 (**Fig. 1**) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detect3 el ingreso de reclutas en la pesqueria a fines del 2002 y principio del 2003, evidenciándose una fuerte caida del reclutamiento, situaci3n similar a la registrada en el centro-norte de Per3. En las temporadas estivales 2004-2005 y 2005-2006, el reclutamiento se hizo m3s evidente entre enero-abril, centrándose en febrero. A finales del 2006, se registr3 un aparente retorno a las condiciones t3picas, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (< 12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinaci3n hacia febrero del 2007.

A la luz de estos antecedentes, es posible que el crucero se hubiese realizado en un periodo desfasado a la ocurrencia masiva del reclutamiento, midiéndose solamente una fracci3n reducida de esta componente. Al respecto es importante mencionar que debido a temas relacionados con la programaci3n de la plataforma de trabajo y en vista que los antecedentes de la estructura de tamaos de la pesqueria no son instantaneos, el crucero se realiz3 en febrero del 2007.

Sin embargo, esta misma informaci3n indica un retorno a la temporalidad normal para finales del 2007, pudiendo presentarse un adelantamiento del desove y en consecuencia un ingreso anticipado de los reclutas. Motivo por el cual el pr3ximo crucero tendiente a evaluar la mayor fracci3n del reclutamiento de anchoveta, debe realizarse en la primavera del 2007.



Al respecto, los cruceros de evaluación de la biomasa recluta de anchoveta en la zona norte se han realizado en primavera (fines de noviembre-diciembre) y verano (enero), con resultados dispares que no permiten detectar un periodo estable para asegurar que se prospecta la mayor fracción de los juveniles. Es así como los mayores valores de juveniles se alcanzaron en los cruceros realizados en verano de 1998 y primaveras de 1996; 1998 y 2001. En sentido inverso los mínimos se alcanzaron en el verano del 2001 y primavera del 2000. En este último caso, es necesario señalar que en la primavera del 2000 se detectó un importante desplazamiento de la abundancia total y reclutas hacia el límite sur de la segunda región, registrándose una alta fracción en las cercanías de Taltal.

5. Precisión de los estimados de biomasa

El mayor aporte a la variabilidad total proviene del muestreo acústico, el que a su vez es reflejo del patrón de distribución de los recursos. De allí entonces que en general el método de las variables regionalizadas, entrega indicadores de la variabilidad menor que en los otros métodos, puesto que incorpora el factor espacial de la distribución de los recursos. Los métodos de los Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los indicadores de la precisión (Coeficientes de error y de Variación) obtenidos con el método de los Conglomerados son menores cuando presentan una menor variabilidad dentro de las transectas. Esto se debe a que el método de Conglomerados (Hansen *et al.*, 1953) es el único de los propuestos que considera la variabilidad dentro de las transectas y entre ellas y que es atribuible a la distancia entre las transectas.

En el presente caso se alcanzaron Coeficientes de Variación de la biomasa entre 0,0452 y 0,0911, dependiendo del método aplicado, con errores entre 7,4 y 15,0%, alcanzándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas. Los



CV calculados para la abundancia variaron entre 0,0474 y 0,0942, siendo también el más bajo aquel obtenido con el método de las variables regionalizadas.

Dado lo anterior, el método de las variables regionalizadas se presenta como el más eficiente para calcular las varianzas, considerando la información de cada ESDU como independientes, evitando así tratar la información como proveniente de transectas.

6. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables biooceanográficas

En general desde un punto de vista oceanográfico, se observa en la distribución latitudinal de las variables oceanográficas (**Figs. 96, 98 y 101**), una tendencia negativa característico de las condiciones de la zona, sin embargo en cuanto al comportamiento de las variables mencionadas es posible observar 3 zonas, entre los 18° S y 22° S se observa una tendencia negativa, luego se observa un aumento entre los 22° S y 23° S, mas al sur entre los 23° S y 24° S, observamos una tendencia positiva asociado a una zona con temperaturas comparativamente mas bajas. La zona entre 18° S y 22° S que presenta una tendencia negativa puede ser explicada por los vientos sur y sur- este observados en la zona, vientos que favorecen el afloramiento de aguas mas frias, detectando a lo largo de la costa intensas surgencias, luego se observa entre los 22° S y 23° S una zona con un máximo de temperatura, esto se explica por un debilitamiento de los vientos en esta zona permitiendo la entrada de aguas mas calidas desde el sector oceánico llegando hasta la costa en punta Grande donde se registran las mayores temperaturas en el sector costero, mas al sur entre los 23° S y 24° S las temperaturas bajan asociando con surgencias, sin embargo se destaca frente a mejillones un caída fuerte de la temperatura, desde la costa hasta mas allá de las 10mn, esto se explica por el transporte de aguas surgentes hacia sectores oceánicos por la presencia de un filamento.



En las se1ales latitudinales de clorofila se observa una importante oferta de esta variable a lo largo de la costa (**Figs. 106**), este gran aporte sustenta una importante abundancia de fitoplancton y organismos del micro y zooplancton (**Figs. 108 a 110**), sin embargo a pesar que la mayor oferta de clorofila se presenta entre punta Patache y Tocopilla, este pick se encuentra asociado a una baja abundancia de fitoplancton, esto puede ser explicado por la alta concentraci3n de anchoveta y el activo pastoreo realizado por esta en la zona. En este sentido se destaca para los ejemplares reclutas una relaci3n similar con el micro zooplancton, donde una mayor abundancia de reclutas se asocia con una menor abundancia de micro zooplancton, esta relaci3n tambi3n se explica por una activa alimentaci3n de los reclutas. Los resultados est1n de acuerdo a lo encontrado por algunos autores como Qui1ones *et al.*, (1997), Bertrand *et al.*, (2004), donde plantean los efectos de depredaci3n sobre la comunidad de presas, encontrando en 1reas de alta densidad de depredador una disminuci3n en la biomasa de las presas debido a un control local del tipo “top - down”. Sin embargo, no es posible asegurar este efecto entre la anchoveta y su presa ya que se necesita informaci3n adicional como un an1lisis estomacal y un seguimiento en el tiempo.

En este estudio, la distribuci3n espacial del recurso estuvo asociada al borde interno de los frentes, zonas de descenso o valles. Estas zonas se caracterizan por gradientes someros o cambios someros de las variables (temperatura, salinidad, densidad). Lo anterior coincide con lo expresado por diferentes autores que han estudiado la distribuci3n y la abundancia de ejemplares adultos de anchoveta en la zona norte (Castillo *et al.*, 1996; Silva *et al.*, (2003); Y11ez *et al.*, (1995), entre otros), los cuales han llegado a conclusiones similares. Esta asociaci3n a los frentes puede ser explicada por dos razones la primera asociado a la alimentaci3n y la segunda al gasto energ3tico. En cuanto a la alimentaci3n muchos autores se1alan que los frentes son zonas de acumulaci3n de organismos (Linacre y Palma, 2004; Bakun,



2006 entre otros), lo que podría garantizar un forraje con un menor gasto de energía. Para la anchoveta su asociaci3n al borde interno de los frentes además de limitar su distribuci3n consigue ahorro de energía, ya que atravesar este frente le significa un importante gasto de energía, producto del cambio de densidad del agua.

Por su parte, el estudio de la informaci3n de los ejemplares de anchoveta y de los rangos preferenciales nos reporta que la anchoveta se distribuye principalmente en la capa de 20 m de profundidad (57,7 % de las agregaciones), asociada a temperaturas entre 15° a 16°C, con salinidades entre 34,38 a 34,9 psu, densidades entre 25,6 a 25,8 y por sobre la capa mínima de oxígeno entre 2 a 3 ml/l, a su vez estas agregaciones se encuentran asociadas a zonas de gradientes someros o descenso de las variables (temperatura, salinidad, densidad, clorofila a, fitoplancton, microzooplancton y zooplancton). En general el mayor aporte al rechazo de la hip3tesis de independencia entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas y la oferta de alimento en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes, esta dado por estos rangos preferenciales (temperatura, salinidad, densidad), lo que nos indica que bajo las condiciones presentes en el área la especie prefiere solo algunas zonas con características determinadas con rangos mas bien reducidos. Los resultados derivados de la aplicaci3n del índice $V(Cramer)$, muestran una asociaci3n en todas las variables analizadas.

A su vez Braun *et al.*, (2005), al analizar la distribuci3n y abundancia del ictioplancton de la anchoveta indican similares rangos de preferencia de TSM para huevos (15-18 °C) y larvas (16-19 °C) e infieren que la distribuci3n de anchoveta se ve afectada por los eventos El Niño, modificando la disponibilidad y/o abundancia, destacándose que en el ańo 1997, debido a la influencia del evento ENOS, el ictioplancton de la especie present3 los centros de gravedad desplazados hacia el sur, en este sentido otros autores ya habían planteado el desplazamiento hacia zonas meridionales de la anchoveta y sardina en ańos ENOS.



Finalmente, Yáñez *et al.* (2005) encontraron que aproximadamente el 70% de la varianza de los desembarques de sardina y anchoveta se asocian a fluctuaciones del medio ambiente. En efecto, en condiciones ambientales de características más bien frías del período 1987-2003, la anchoveta tendería a recuperarse no obstante los altos niveles de esfuerzo desarrollados en este período, en cambio la sardina habría reducido drásticamente su área de distribución.

En el modelamiento estadístico mediante los Modelos Aditivos Generalizados se aprecia que en general, en toda la zona de estudio se observó una variación latitudinal de las variables oceanográficas y de oferta ambiental con bajos gradientes. Los gradientes se observaron positivos para las variables temperatura y oxígeno, y negativos para la densidad del agua. En cuanto a los gradientes de salinidad son sustancialmente mas bajos alcanzando máximos de 0,02. Entre las latitudes 22°-23°S, se detecto una diferenciación de las variables oceanográficas respecto al área prospectada caracterizada por altas concentraciones de oxígeno, clorofila y temperaturas y bajas densidades de agua.

Por otra parte, los focos principales de altas densidades de anchoveta observados entre los 20°-21°S y 22°-23°S estuvieron asociadas a bajas abundancias de diatomeas y flagelados, no obstante entre ambos sectores se observan diferencias en a la abundancia de fitoplancton. Entre los 20° -21°S se observo una mayor abundancia de diatomeas respecto a las latitudes 22°-23°S. La abundancia de flagelados presento una situación inversa respecto a las diatomeas con menores abundancias entre los 20° - 21°S. La baja abundancia de fitoplancton en sectores donde se observan altas densidades de anchoveta supone un efecto de pastoreo.



En relaci3n al modelamiento estadístico GAM, la incorporaci3n de las variables salinidad, oxígeno, gradientes de oxígeno, clorofila, abundancia de flagelados y diatomeas, gradiente de clorofila y densidad del agua al modelo fue altamente significativa ($<0,001$). Dadas las condiciones anteriores, la contribuci3n a la explicaci3n de la variabilidad de la densidad de anchoveta se ve representada principalmente por la variable salinidad (5%), las restantes variables incorporadas al modelo muestran una contribuci3n marginal a la explicaci3n de la respuesta con un aporte m3ximo del 2%, obteniendo un pseudo coeficiente de determinaci3n final que explica un 14,2% de la variabilidad total. En base a lo anterior y considerando el an3lisis realizado a las variables oceanogr3ficas, se puede indicar que el bajo grado de explicaci3n responde al comportamiento y distribuci3n de los predictores en la zona de estudio, los que se describen como variables estables. Frente a la baja variabilidad de los predictores en el medio no se espera una mayor contribuci3n en t3rminos de explicaci3n a la respuesta evaluada.

El efecto de cada termino sobre la densidad de anchoveta se observo positivo con las gradientes de oxígeno, clorofila y gradientes de clorofila, en cambio con la salinidad y el oxígeno es negativo. En cuanto a las variables clorofila y gradiente de clorofila presentaron un rango con una ventana ambiental 3ptima.



De acuerdo a Bakun, 1996 se clasifican tres zonas en la ventana ambiental 3ptima, d3bil, moderado o medio y fuerte, esta clasificaci3n se aplica de acuerdo a la magnitud o intensidad de la variable predictor. El m3ximo observado para la densidad de anchoveta en la ventana ambiental coincide con la zona moderada y una concentraci3n media de clorofila y sus gradientes. Por otra parte, Bakun, 1996 se1ala que un m3todo lineal no podr3a representar del todo el efecto de una ventana ambiental, lo que corrobora la significancia evaluada en el presente estudio de incorporar funciones suavizadoras no parametricas y aplicar modelos GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables ambientales.

Por su parte, el efecto de la variable densidad en sus extremos presento amplias bandas de confianza en consecuencia el an3lisis se focaliza entre los 25,0 y 25,52 kg/m² mostrando una relaci3n que fluct3a entorno a 0 sin mayor efecto sobre la densidad de anchoveta.

La variable abundancia de diatomeas presenta una relaci3n no lineal dif3cil de interpretar, para un rango entre 75-750 c3l/ml se observan frente a un mismo efecto dos relaciones inversas entre si. Para rangos entre 75-125 c3l/ml la abundancia de diatomeas aumenta con la disminuci3n de la densidad de anchoveta, posteriormente entre 125-750 c3l/ml la abundancia de diatomeas aumenta en la medida que la densidad de anchoveta tambi3n lo hace. Sobre la base de lo anterior, se analizo la distribuci3n en el ciclo horario de la abundancia de fitoplancton, detectando periodos de transici3n para la distribuci3n y abundancia de diatomeas y flagelados. Hacia el periodo del d3a la abundancia de diatomeas disminuye, con una tendencia a aumentar durante la noche (**Figura 159**). Para los flagelados, se observan diferencias en la abundancia entre los periodos del d3a y la noche con un patr3n inverso a lo observado para las diatomeas (**Figura 159**). Entre las 09:00 – 14:00 hrs no se observa presencia de fitoplancton, ya que por protocolo no se realizan muestreos



biológicos durante el día, sin embargo es posible advertir abundancias en periodos corto del día las que corresponden a muestreos realizados en intertransectas. De esta forma, se plantea que la relación entre la densidad de anchoveta y la abundancia de fitoplancton responde a las tendencias observadas en el ciclo horario.

La importancia relativa de las variables fue medida con la magnitud de la influencia del término sobre la respuesta evaluada. La salinidad presenta el mayor efecto sobre la densidad de anchoveta con un rango loess de $\approx 0,9$, seguido de las variables oxígeno, clorofila y abundancia de flagelados con efectos relativos medios con un rango loess entre $\approx 0,4-0,5$, por último los gradientes de clorofila y oxígeno y la abundancia de diatomeas presentan el efecto relativo mas bajo en el ajuste con un rango loess entre $\approx 0,25-0,32$.

Se destaca que las relaciones propuestas en el presente estudio han sido evaluadas considerando los datos asociados solo a la presencia de anchoveta. Un análisis basado en la modelación de la probabilidad de ausencia-presencia de anchoveta frente a determinadas características ambientales revelaría mejor las relaciones, ya que es probable que las concentraciones más importantes se distribuyan en sectores con rangos preferenciales del recurso.

La variación latitudinal observada, tanto en las densidades de anchoveta como en las condiciones ambientales, sugiere la incorporación de componentes espaciales para mejorar la explicación del modelo. Considerando además que los efectos en la dinámica de los océanos producto de los efectos de la dinámica de rotación de la tierra dependen fuertemente de la variación de la latitud (Bakun, 1996).



7. Caracterizaci3n de la oferta ambiental de alimento de anchoveta

Las especies fitoplanct3nicas identificadas durante el presente estudio resultaron caracter3sticas de la zona norte (18°-22° S). La dominancia de las diatomeas en t3rminos de las abundancias celulares tambi3n es coincidente con el patr3n t3pico descrito para la zona. Sin embargo, hubo diferencias en lo que respecta a su distribuci3n.

Las diatomeas generalmente se encuentran asociadas a todo la franja costera influenciada por aguas de surgencia, en cambio, durante el periodo analizado, las mayores abundancias de este grupo estuvieron restringidas a la zona entre Arica e Iquique y al sur de la pen3nsula de Mejillones. La regi3n intermedia (21°S) que habitualmente presenta las m3s altas concentraciones y biomasa fitoplanct3nica asociadas a este grupo (Herrera y Escribano, 2006), se caracteriz3 por sus bajas densidades celulares.

Por el contrario, los flagelados, que si bien aumentan en n3mero de especies durante la 3poca estival, rara vez alcanzan las concentraciones celulares detectadas. El dominio de este grupo se observ3 en toda la zona, especialmente en el 3rea de m3s bajas concentraciones de diatomeas, y tuvo el car3cter propio de los eventos de marea roja. Estos eventos afectaron la zona durante todo el mes de enero y febrero de 2007, coincidiendo con el periodo de realizaci3n de este estudio.

No obstante, el espectro total de tama3o de la comunidad fitoplanct3nica, s3 estuvo determinado por la presencia de las diatomeas formadoras de cadena, situaci3n que fue observada en toda el 3rea de estudio. El incremento detectado hacia la zona m3s alejada de la costa, respondi3 principalmente a la presencia de formas solitaria que habitualmente se presentan en bajas concentraciones.



En relaci3n al microzooplancton sus concentraciones y espectro de tama1o son propios de la zona. La dominancia de los ciliados, incluyendo formas desnudas y tintinidos, ha sido registrada previamente durante la 3poca de verano, y generalmente se encuentran asociados a altas concentraciones de flagelados.

La abundancia y niveles de biomasa detectados en el presente estudio son caracter3sticos de la zona (Oliva, 1997a). En cuanto al espectro de tama1os la mayor proporci3n de organismos peque1os (<3,0 mm) tambi3n ha sido observada en otros estudios (Oliva, 1997b).

Las mayores magnitudes de biomasa zooplanct3nica restringida a las estaciones costeras podr3an obedecer a la disponibilidad de alimento. Si bien el efecto de la depredaci3n implicar3a encontrar una asociaci3n de car3cter negativa entre zooplancton y fitoplancton, la distribuci3n de esos grupos durante el presente estudio mostr3 un nivel de concordancia con la distribuci3n de las diatomeas. Inclusive, las m3s bajas biomاسas de zooplancton coincidieron con la regi3n m3s pobre en t3rminos de las densidades celulares de este grupo.

No obstante, el an3lisis de agrupaci3n determin3 la existencia de dos conglomerados que respondieron a una condici3n diferente, ya que las mayores biomاسas zooplanct3nicas estuvieron asociadas a las menores abundancias de fitoplancton y microzooplancton.



X. CONCLUSIONES

1. La biomasa total de anchoveta varió entre 414.545,95 ($\pm 9,3\%$) y 429.231,4 ($\pm 7,4\%$) según el método de estimación aplicado, con una densidad promedio para toda la zona entre 133,3 y 138,1 t/mn². Las mayores estimaciones se alcanzaron con el método Geoestadístico. El 78,7% de esta biomasa se localizó al sur de 20°07'S (norte de Iquique) con 327.147,64 t.
2. Los reclutas representaron el 13,9% de la biomasa total, con 57.740,79 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en las zonas 3, con el 45,8% (12.788,31 t) y 5 con el 18,9% (40.029,7 t).
3. La abundancia total de anchoveta fluctuó entre 25.395,75 ($\pm 9,6\%$) y 26.248,2 ($\pm 7,8\%$) millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo los mayores con el método geoestadístico. El 79,9% de la abundancia se registró al sur de 20°07'S (norte de Iquique) (zonas 5 y 6), con 20.345,36 millones de ejemplares. El 21,1% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (5.373,7 millones de ejemplares). El 75,1% de los reclutas, se registraron en las subzonas 5 y 6 con 4.034,8 millones de individuo).
4. La anchoveta se registró en toda la zona de estudio, en bajas densidades, destacándose focos de alta densidad, ubicados entre la costa y las 16 mn, distribuyéndose en estructuras con tamaños entre 3 y 7,5 mn. En términos generales, las fracciones adultas y reclutas de anchoveta presentaron un patrón de distribución diferenciado latitudinalmente. Para los ejemplares reclutas la mayor abundancia se observó entre caleta Chipana y el sur punta Arenas, en tanto los ejemplares adultos presentan 3 áreas de concentración, la primera frente Arica, la segunda al igual que los reclutas, entre caleta Chipana y al sur punta Arenas y por último al sur de Antofagasta.



5. La distribuci3n batim3trica de la anchoveta, se restringe a los primeros 25 m de profundidad donde encontramos el 97,19% de las agregaciones siendo en la capa de 20 m donde se concentra la anchoveta con un 57,7% de las agregaciones.
6. Las agregaciones nocturnas de anchoveta fueron m3s extensas, de mayor elongaci3n y densidad que en ambiente diurno. La altura de las agregaciones fue similar en los dos periodos. Durante la noche las agregaciones fueron m3s cohesionadas que en el d3a. La anchoveta se distribuy3 en profundidades levemente mayores en la noche.
7. La clave edad talla de anchoveta para el crucero estuvo conformada por 4 grupos de edad (I al IV), para una distribuci3n de tallas desde los 9 a 19 cm de longitud total.
8. La estructura de edad de anchoveta, con los cuatro m3todos de estimaci3n de abundancia, se caracteriz3 por un predominio del grupo de edad I, con una abundancia de un 72,2%.
9. Los ejemplares reclutas (<12 cm) correspondieron a este grupo de edad y alcanzaron el 10% del total de la captura. La estructura de tallas presentada por arrastre y cerco fue unimodal centrada en 13,5 cm, con un rango de tallas que vari3 entre 9 a 19 cm y 11 a 17 cm respectivamente. La relaci3n longitud peso que representa la zona de estudio present3 un $R^2 = 0,951$ y cuya pendiente $b = 3,0826$ e intercepto $a = 0,0056$.
10. La proporci3n sexual en anchoveta mostr3, predominio de los machos por sobre las hembras para toda la zona de estudio. El IGS para toda la zona de estudio, present3 un valor promedio de 1,9%. Los estados de madurez observados fueron 1, 2, 3, 4, 5 y 6, siendo claramente dominante, el estado 2 y



3 con 65,62% y 31,48% respectivamente. En hembras y machos predominaron el estado 2 y 3, se presento en individuos mayores 10 cm.

11. La zona de estudio present3 una actividad de afloramiento intenso y habitual, que se caracteriz3 por la ubicaci3n de aguas de baja temperatura en el sector m3s costero. Se presentaron gradientes t3rmicos importantes en la zona de estudio debido a la diferencia de temperatura entre las aguas m3s costeras y aquellas ubicadas en el borde oeste de la zona.
12. El 3ndice Ecuatorial multivariado de eventos El Ni3o/Oscilaci3n del sur (MEI) est3 bien relacionados con las anomal3as de la TSM y salinidad, como tambi3n con la profundidad de la termoclina y la del limite de m3nimo de oxigeno en la banda costera de la zona norte de Chile.
13. La surgencia costera est3 presente en la zona norte de Chile, independientemente de la fase Ecuatorial (c3lida, fr3a o transici3n) que afecte la zona norte de Chile.
14. Los focos de anchoveta se encuentran asociados a gradientes someros o cambios someros de las variables.
15. La presencia de grandes concentraciones de anchoveta puede provocar una disminuci3n a escala local en la comunidad de las presas.



- 16.** La anchoveta se distribuye en la capa superficial en zonas con temperaturas entre 19° a 20°C, salinidades entre 34,8 a 34,39psu, densidades entre 24,6 a 25,0 y con altos niveles de oxígeno entre 6,0 a 7,0 ml/l, en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes se encuentra asociada a temperaturas entre 15° a 16°C, con salinidades entre 34,8 a 34,39psu, densidades entre 25,6 a 25,8 y por sobre la capa mínima de oxígeno entre 2 a 4 ml/l.
- 17.** El modelamiento mediante GAM de la variable densidad de anchoveta transformada a una escala logarítmica es explicado principalmente por las variables ambientales salinidad, oxígeno, gradientes de oxígeno, clorofila, abundancia de flagelados y diatomeas, gradiente de clorofila y densidad. La incorporación de covariables al modelo fue altamente significativa ($<0,001$), maximizando la reducción de la devianza de los residuales por la incorporación de 8 variables al modelo nulo, reduciendo en un total de 170,60 la devianza de los residuales. La variable salinidad mostró la mayor reducción de la devianza de los residuales (5%) y del índice de Akaike ($\approx 3\%$), las restantes variables incorporadas al modelo muestran una contribución marginal a la explicación de la respuesta con un aporte máximo del 2%. Finalmente, el R^2 pseudos coeficiente de determinación obtenido para el modelo integral es de 0,142, lo que indica que el grado de explicación es bajo. Las relaciones significativas observadas entre las variables ambientales y la densidad de anchoveta muestran un efecto positivo con los gradientes de oxígeno, clorofila y gradientes de clorofila, estas dos últimas presentan un efecto de ventana ambiental óptima. La salinidad y oxígeno reflejaron un efecto negativo.



XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alamo, A., I. Navarro, P. Espinoza & P. Zubiato. 1996.** Relaciones tróficas, espectro alimentario y ración de alimentación de las principales especies pelágicas en el verano de 1996. Inf. Inst. Mar. Callao, Perú, 122:36-46.
- Aguayo M. y V. Ojeda, 1981.** Elaboración de claves edad-talla de Merluza común (*Merluccius gayi*), para los años 1968-1971 (Coquimbo-Talcahuano) y determinación de la composición de edades de esta especie en las capturas obtenidas en los cruceros de prospección del B/I "ITZUMI" durante 1980.
- Anónimo. 2002.** Report of the Study Group of Target Strength Estimation in the Baltic Sea (SGTSEB). Seattle, USA, 22-23 April 2002.
- Arancibia, H., L. Cubillos, J. Remmaggi y R. Alarcón. 1994.** Determinación de la talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano, Chile. Biol. Pesq. 23: 11-17.
- Bakun, A. 1973.** Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.
- Bakun, A. 1975.** Daily and weekly upwelling indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.
- Bakun, A & R. Parrish. 1982.** Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99 112.



- Bakun, A. 1987.** Monthly variability in the ocean habitat off Perú as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. In: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes. D. Pauly & I. Tsukayama (Eds.) ICLARM Studies and Reviews 15: 46-74.
- Bakun, A. & C. S. Nelson. 1991.** The seasonal cycle of wind-stress curl in subtropical eastern boundary current regions. *Journal of Physical Oceanography*. 21: 1815 - 1834.
- Bakun, A. 1996.** Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics. University of California Sea Grant, San Diego, California, USA, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico. 323 pp.
- Bakun, A. 2006.** Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. *Scientia Marina (Barcelona) [Sci. Mar. (Barc.)]*. Vol. 70, suppl. 2, pp. 105-122.
- Barbieri, M. A., M. Bravo, M. Farías, A. González, O. Pizarro y E. Yáñez. 1995.** Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 23:99-122.
- Barría, P. 1991.** Evaluación del stock de anchoveta 1990. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 19 pp.
- Barría P., R. Gili, B. Morales-Nin, 1998.** Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final. FIP 97-10. IFOP: p. (más Tablas y Figuras)
- Bertrand, A., Barbieri, M. A., Córdova, J., Hernández, C., Goómez, F., and Leiva, F. 2004.** Diel vertical behaviour, predator-prey relationships, and occupation of space by



jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1105-1112.

Blanco, J. L. 1996. Variabilidad termica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno. IFOP.

Blanco, J. L., A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T. Strub. 2001. Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. *J. Geophys. Res.*, 106, C6, 11451-11467.

Blanco J. L., M. Carr, A. Thomas and P. Strub, 2002. Hydrographic conditions off northern Chile during the 1996-1998 La Niña and El Niño events. *J. Geophys. Res.*, 107, C3.

Blanco, J. L. 2004. Inter-annual to inter-decadal variability of upwelling and anchovy population off northern Chile. Tesis para optar al grado de Doctor of Philosophy Oceanography. Old Dominion University, Norfolk. 66 pp.

Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo, y H. Reyes. 1994. Monitoreo hidroacústico y oceanográfico mensual de los recursos pelágicos de la I y II regiones. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, figuras y anexos.

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005. Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en las Regiones I y IV, año 2004. Informe Final. Proyecto FIP N° 2004-01. Valparaíso. 285 pp + Figuras.

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti, V. Valenzuela, 2007a. Monitoreo de las condiciones Bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2006. Segundo Informe de avance, crucero de primavera 2006. En revisión. FIP N° 2006-01.



Brink, K. 1997. Electronic Source:

http://www.joss.ucar.edu/joss_psg/project/oce_workshop/apropos/presentations/brink.html.

Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceangr.*, 10: 141-143.

Castillo, J. y P. Briones. 1987. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1987. En: Cuantificación de la Biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-Oceanográfica Zona Norte. Julio-Agosto 1987. Informe de Proyecto a Empresas Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq., Chile, 90 p.

Castillo, J., M. Braun y J.L Blanco. 1993. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelagicos y vigilancia bio-oceanográfica. Zona Norte. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos – Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 54p. + anexos.

Castillo, J., M. Barbieri, J. Córdova, S. Lillo, U. Parker, J. L. Blanco, M. Braun y J. Osses. 1996. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española, de las Regiones I a IV. IFOP. Informe final de proyecto al FIP. 165p + Anexos

Castillo, J., M. Espejo, S. Lillo y J. Cordova. 1997. Evaluación y distribución espacial de reclutamiento anchoveta. En: Evaluación y distribución espacial de reclutamiento anchoveta, regiones I y II. Informe final proyecto FIP 96-02. IFOP. 126p+anexos.

Castillo, J. M. Barbieri, M. Espejo, V. Cataste, S. Rosales, J. Osses, P. Barría, G. Daneri, H. González. 1998. estimación del Reclutamiento de Anchoveta en las regiones I y II. Informe Final 97-51. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 181 pp + Tablas y Figuras.



- Castillo, J., J. C3rdova, M. Espejo. 2000.** Evaluaci3n y distribuci3n espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Evaluaci3n del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, 1999. Informe Final de Proyecto FIP 99-11. Inst. Fom. Pesq., Chile, 136 p + anexos **Figuras y tablas.**
- Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti. 2002.** Evaluaci3n ac3stica de la biomasa, abundancia, distribuci3n espacial y caracterizaci3n de las agregaciones de anchoveta y sardina com3n en el per3odo del desove. Invierno 2001. En: Informe Final Proyecto Evaluaci3n hidroac3stica del stock desovante de anchoveta y sardina com3n en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigaci3n Pesquera, Proyecto FIP 2001-14. 250 p + Anexos.
- Castillo, J., A. Saavedra, M. Espejo, J. C3rdova, P. G3lvez, M. A. Barbieri. 2003.** Evaluaci3n ac3stica, georreferenciaci3n y an3lisis conjunto. Verano 2002 EN: Evaluaci3n hidroac3stica del reclutamiento de anchoveta y sardina com3n en la zona centro-sur, a3o 2001. Fondo de Investigaci3n Pesquera, Proyecto FIP 2001-13. 208 p + **Figuras y Anexos.**
- Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, C. Hern3ndez y C. Lang. 2007.** Investigaci3n Evaluaci3n Hidroac3stica Reclutamiento Anchoveta y Sardina com3n, V a X regiones, 2006-2007. En: Informe final proyecto BIP 30043861-0, IFOP, Chile, 166 pp + Tablas y Figuras
- Castilla, J., N. Lagos, R. Gu3ñez, y J. Larguier. 2002.** Embayments and nearshore retention of planckton: The Antofagasta Bay and others examples. The Oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile. Juan C. Castilla and Jhon L. Largier (eds). Ediciones Universidad Cat3lica de Chile. Santiago, Chile, 2002, p179-2003.
- Cerna, Jos3 F. y Oyarz3n, Ciro. 1998.** Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial de la merluza com3n (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del 3rea de la pesquer3a



industrial de la zona de Talcahuano, Chile. *Investig. mar.*, vol.26, p.31-40. ISSN 0717-7178.

Cochran, W. 1977. Sampling Techniques. John Wiley Sons Inc. New York. 513 p.

Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.

Conover, M.R. 1981. Practical nonparametric statistics. John Wiley & Sons, New York, New York, USA. 493 pp.

Córdova, J., J. Castillo, A. Paillamán y S. Lillo, 1995. Evaluación del reclutamiento de anchoveta de la zona norte (I y II Regiones). En: Evaluación hidroacústica y distribución de recurso. FIP-IFOP. 100 pp.

Cubillos, L. y H. Arancibia. 1993. Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta del área de Talcahuano, situación actual y perspectivas. Doc. Téc. Inst. Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile, 2(2), 19 p.

Cubillos, L., M. Canales, D. Bucarey .1999. Epoca reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el período 1993-1997, en la zona centro-sur de Chile. *Investig. mar.*, 1999, vol.27, p.73-85. ISSN 0717-7178.

Cruickshank, R.A., 1990. Anchovy distribution off Namibia deduced from acoustic survey with an interpretation of migration by adults and recruits. *S. Afr.J. mar. Sci.* 9 : 53 - 67.

Cruickshank, R.A., I. Hampton and M.J. Armstrong. 1990. The origen and movements of juvenile anchovy in the orange river region as deduced from acoustic surveys. *S. Afr.J. mar. Sci.* 9: 101 - 114.

Chaigneau, A. y O. Pizarro. 2005. Eddy characteristics in the eastern south Pacific. *Journal of Geophysical Research.* 110 (C06005): doi:10.1029/2004JC002815.



- Ducet, N., P.Y. Le Traon, & G. Reverdin. 2000.** Global high-resolution mapping of ocean circulation from TOPEX/Poseidon and ERs-1 and -2, J. Geophys. Res., 105, 19,477–19,498.
- Eastman, J. R., 1997.** IDRISI for Windows Versión 2.0. User's Guide. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University. Worcester, Massachussets. 01610. USA. 396 pp.
- Einarsson, H. y B.Rojas de Mendiola.1963.** Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) J. Bol.Inst.Rec.Mar., Callao, 1(1):1-23.
- Espejo, M. y J. Castillo. 1997.** SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En Resúmenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. pp 186-187.
- Foote,K. 1983.** Journal of the Acoustical Society of America, Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- Foote, K. 1987.** Fish target strengths for use in echo integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82 (3) September 981-987.
- Fonseca, T. & M. Farías. 1987.** Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Investigaciones Pesqueras. 34: 33 - 46.
- Francis R.I.C.C. 1984.** Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Fréon, P., F. Gerlotto, and M. Soria. 1996.** Diel Variability of school structure with special reference to transition periods. ICES Journal of Marine Science, 53:459-464.
- Guzmán, O., J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez & 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). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile.

Grosjean, Ph.; M. Picheral; C. Warembourg and G. Gorsky. 2004. Enumeration, measurement, and identification of net zooplankton samples using the ZOOSCAN digital imaging system. ICES Journal Marine Science, 61: 518-525.

Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (1999): Análisis Multivariante, 5° edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.

Hansen, R., W. Madow & W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.

Hasle G. 1969. An Analysis of Phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: Abundance, Composition and Distribution during the Brategg Expedition, 1947-1948. Hvalradets skrifter, 52: 1-168.

Hastie, T. J. & R. Tibshirani, 1990. Generalized Additive Models. London. Chapman and Hall.

Herrera L & R. Escribano. 2006. Factors structuring the phytoplankton community in the upwelling site off El Loa River in northern Chile. Journal of Marine Systems 61:13-38.

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

Hillebrand H, C-D Dürselen, D Kirschtel, U Pollinger & T Zohary. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. J. Phycol. 35, 403-424.



- Holden, M. J. y D.F.S. Raitt. 1975.** Manual of fisheries science. Part 2. Methods of resource investigations and their application. FAO Fish. Tech. Pap. 115:1-214.
- Hormazábal, S., G. Shaffer, J. Letelier & O. Ulloa. 2001.** Local and remote forcing of the sea temperature in the coastal upwelling system off Chile. Journal of Geophysical Research. 106 (C8): 16657-16671.
- Hormazabal, S., G. Shaffer & O. Leth. 2004.** The coastal transition zone off Chile. Journal of Geophysical Research. 109 (C01021): doi:10.1029/2003JC001956.
- Huyer, A., R. Smith & T. Paluszkiwicz. 1987.** Coastal upwelling off Perú during normal and El Niño times, 1981-1984. Journal of Geophysical Research. 92 (C13): 14297-14307.
- Iriarte., J. L. y H. E. González. 2004.** Phytoplankton size structure during and after the 1997/98 El Niño in a coastal upwelling area of the northern Humboldt Current System. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 269: 83–90.
- Jeffrey, S. W., R. F. C. Mantoura y S. W. Wright. 1997.** Phytoplankton pigments in oceanography: methods. Monographs on Oceanographic Methodology. SCOR and UNESCO.
- Kleckner, D. 1996.** Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp
- Letelier, J. 1998.** Estudio de variabilidad diaria de los eventos de surgencia, entre Arica y Tocopilla observada en imágenes de satélite durante febrero y marzo de 1991 y 1992. Tesis para optar al grado de Oceanógrafo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. 68 pp.
- Lohrenz, S.E., D. Weisenburg, I.P. De Palma, K.S. Jhonson and D.E. Gustafson, Jr. 1988.** Interrelationships among primary production chlorophyll and environmental



conditions in frontal regions of the western mediterranean sea. *Deep-Sea Res.* 35(5):793 – 810 p.

Linarcre, L., y Palma, S. 2004. Variabilidad espacio-temporal de los eufáusidos frente a la costa de Concepción, Chile. *Investig. mar.*, 2004, vol.32, no.1, p.19-32. ISSN 0717-7178.

Mackas, D., P. T. Strub, A. Thomas & V. Montecino. 2005. Eastern ocean boundaries pan-regional overview (E). Chapter 2. En. *The sea: The global coastal ocean, regional studies and synthesis.* 14 A. R. Robinson, & K. H. Brink (Eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York. 21-59 pp.

Mac Lennan, D. & J. Simmonds. 1992. *Fisheries Acoustics.* Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.

Mamayev, O. I. 1975. Water masses of the south East Pacific Ocean. En: R. Fraser, (ed.). *Oceanography of the South Pacific 1972. Papers presented at the International Symposium on the Oceanography of the South Pacific, Wellington.*

Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J., Haralabous J. 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic-survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to the North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* 53:1497–1505.

Marín, V. & G. Olivares. 1999. Estacionalidad de la productividad primaria en bahía Mejillones del Sur (Chile): una aproximación proceso-funcional. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 72: 629-641

Martinez,C., G. Bohm, L. Caballero; A. Aranís; M. Cortés; E. Díaz;; F. Cerna; V. Bocic; L. Muñoz; A. López; C. canales; Z. Young; M. Nilo y E. Palta. 2004. Programa: Seguimiento del Estado de la situación de las principales pesquerías Nacionales.



Proyecto: Investigación de la situación de la pesquería pelagica d la zona norte, 2003I. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Martinez,C., G. Bohm, L. Caballero; A. Aranís; R. Aravena; E. Díaz; M. Cortés; F. Cerna; V. Bocic, C. Machuca; L. Muñoz; Z. Young; C. Vera; M. Nilo y E. Palta. 2005. Programa: Seguimiento del Estado de la situación de las principales pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la situación de la pesquería pelagica d la zona norte, 2004 – fase II. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Martínez, C., G. Böm, L. Caballero, E.Díaz, A. Aranís, F. Espíndola, F. Cerna, C. Machuca, V. Bocic, L. Muñoz, R. Aravena, M. Ayala, H. Reyes, C. Vera y Z. Young. 2006. Programa: Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la Situación de la Pesquería Pelágica de la Zona Norte, 2005 – Informe Final. Convenio SUBPESCA – IFOP, Inst. Fom. Pesq. Valparaíso, Chile

Maynou FX, Sardà F, Conan GY .1998. Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistic. ICES J Mar Sci 55:102–120

Matheron, G. 1971. The theory of regionalised and their applications. Les cahiers du Centre de Morphologie Mateématique, fasc. 5, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 212 p.

Medina, M., H. Arancibia, y S. Neira. 2007. Un modelo trófico preliminar del ecosistema pelágico del norte de Chile (18°20'S-24°00'S). Invest. Mar., Valparaíso, 35(1): 25-38.

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



Morales C. E., S. Hormazabal & J. L. Blanco. 1999. Interannual variability in the mesoscale distribution of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18°-24°S). Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. J. Mar. Res. 57. 909-932.

Morales, C., J. L. Blanco, M. Braun, and N. Silva. 2001. Chlorophyll-a distribution and mesoscale physical processes in upwelling and adjacent oceanic zone off northern Chile (summer-autumn 1994). J. Mar. Biol. Ass. U. K.. Vol. 81, 193-206.

Nielsen and Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109 : 319 - 322.

NOAA. 2007. Electronic Source: <http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/index.html>

NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.

Oliva E. 1997a. Variabilidad intra e interanual de la estructura comunitaria del zooplancton en el área de surgencia costera del norte de Chile (20,50° S – 22,00° S): 1990-1992. Tesis Magister Biología Marina. Universidad de Oriente, 220 pp.

Oliva E. 1997b. Variabilidad espacio temporal del campo de biomasa zooplanctónica y su relación con el régimen de surgencia costera en el norte de Chile (20,50° S – 22,00° S): 1990-1992. VII COLACMAR, Sao Paulo, Brasil. II: 232-234.

Oliva E, J Braun & H Arancibia. 1987. Alimentación de la Sardina española, *Sardinops sagax* (Pises: Clupeiformes) en el norte de Chile. 2do. Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. II:323-332.

Ortiz, P. 1998. Fluctuaciones espacio temporales de las características físicas y químicas del agua de mar frente a Coquimbo. (30°S). Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso, 86 pp.



Ott, L, R. Larson. and W. Mendenhall, 1983. Statistics: a tool for the social sciences. Duxbury Press, Boston Mass, 494 pp.

Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.

Petitgas, P. And A. Prampart. 1993. EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom

Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.

Pienaar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.

Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González y E. Yáñez. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 83 - 101.

Quiñonez, R. R. sera, S. Núñez, H. Arancibia, J. Córdova y F. Bustos. 1997. Relación espacial entre el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y sus presas en el ceentro sur de Chile. En: Tarifeño (ed) 1997. Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental. Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, IOC/INF_1046. 432 pp; páhs 18-202.

Reyes, H. 2004. Variación espacio-temporal de las masas de agua Subtropical, Subantártica y Ecuatorial Subsuperficial en la zona norte de Chile (18°15'S-24°00'S) en el



período 1980 – 2001. Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso, 114 pp.

Reynolds, D.J., Morgan, J.H., Chanter, N., Jones, P.W., Bridger, J.C., Debney, T.G., Bunch, K.J. 1986. Microbiology of calf diarrhoea in southern Britain. *Vet. Rec.* 119:34-39.

Ricker W.,1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, N° 119.

Rivoirard, J. Simmonds. J; Foote, K G. Fernandes, P. Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science

Robotham, H & 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, R. & N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.

Rosenberg, H.I., S. Kinamon, E. Kochva, A. Bdolah. 1992. The secretion of Duvernoy's gland of *Malpolon monspessulanus* induces hemorrhage in the lungs of mice. *Toxicon*, 30: 920-924.

Santander, E., L. Herrera y J. Pizarro. 2001. Fluctuación diaria del fitoplancton en la capa superficial del océano durante la primavera de 1997 en el norte de Chile (20°18'S): I. Biomasa Pigmentaria. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36 (2): 141 - 153

Scalabrin , C. and J. Massé. 1993. Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 1993, 6,269-283.



- 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.
- Simpson J., G. y E. Gil. 1967.** Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en Chile. Boletín Científico Instituto de Fomento Pesquero, Stgo., Chile (4):55.
- Simmonds E. John, I. B. Petrie and F. Armstrong. 1984.** An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33 (Mimeo).
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto & A. Aglen. 1991.** Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (Figures).
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992.** Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005.** Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.
- Silva, C., E. Yañez. M. A. Barbieri y K. Nieto. 2003.** Asociaciones entre la pesquería de pequeños pelágicos, la clorofila *a* y la temperatura superficial del mar en la zona norte de Chile. *In: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile.* Valparaíso, 157-162.
- Sournia, A. 1978 (ed).** Phytoplankton Manual. UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, Paris. 337 p.
- Sparre, P. and S. Venema. 1992** Introduction to tropical fish stock assessment. Part I - Manual. FAO Fish. Tech. Paper 306/1.



- Swartzman G, Stuetzle W, Kulman K, Wen N. 1994.** Modeling the distribution of fish schools in the Bering Sea: morphological school identification. *Nat Res Model* 8:177–194.
- Strub, P., J. Mesías, V. Montecino, J. Rutlland & S. Salinas. 1998.** Coastal ocean circulation off western south America. Chapter 10. En. *The sea: The global coastal ocean, regional studies and synthesis*. 11 A. R. Robinson, & K. H. Brink (Eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York. 273-313 pp.
- Thomas, A. C. 1999.** Seasonal distributions of satellite-measured phytoplankton pigment concentration along the Chilean coast. *J. Geophys. Res.*, 104, N° C11, 25,877-25,890.
- Thomas, A.C., J.L. Blanco, M.E. Carr, P.T. Strub & J. Osess. 2001a.** Satellite-measured chlorophyll and temperature variability off northern Chile during the 1996-1998 La Niña and El Niño. *J. Geophys. Res.*, 106, 899-915, 2001.
- Thomas, A.C., M. E. Carr & P. T. Strub. 2001b.** Chlorophyll variability in eastern boundary currents. *Geophysical Research Letters*, Vol. 28 N° 18, 3421-3424, 2001
- Tomczak, M. & J. S. Godfrey. 1994.** *Regional Oceanography: An introduction*. Pergamon Press., London.422 pp.
- UNESCO, 1981a.** The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. *Unesco Tech. Papers in Mar., Sci.* N°36.
- UNESCO, 1981b.** Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. *Unesco Tech. Papers in Mar. Sci.* N°37.
- UNESCO, 1981c.** Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. *UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci.*, N°37.



- Villafañe VE & FMH Reid. 1995.** Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. En: Manual de Métodos Ficológicos. K Alveal, ME Ferrario, EC Oliveira y E Sar (eds.). Universidad de Concepción, Concepción. 169-185 pp.
- Wilkinson L & L Engelman. 2005.** SYSTAT 11.0: Statistics I. SYSTAT Software, Inc., CA, USA. 470 pp.
- Wolter, K. M.. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.
- Yuras, G., O. Ulloa, & S. Hormazábal. 2005.** On the annual cycle of coastal and open ocean satellite chlorophyll off Chile (18° - 40° S). *Geophysical Research Letters*, 32, 1029-1033.
- Yáñez, E., A. Gonzalez y M. A. Barbieri. 1995.** Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Invest. Mar.*, Valparaíso, vol 23: 123-147
- Yáñez, E., C. Silva, A. Órdenes, F. Gómez, A. Valdenegro, N. Silva, S. Hormazábal, A. Montecinos, L. Cubillos, F. Espíndola y O. Pizarro. 2005.** Análisis integrado histórico ambiente – recursos, I y II Regiones. Informe Final FIP N° 2003–33. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 164 p + Anexos
- Zar, J. H. 1974.** Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Clifs, N. J.

FIGURAS

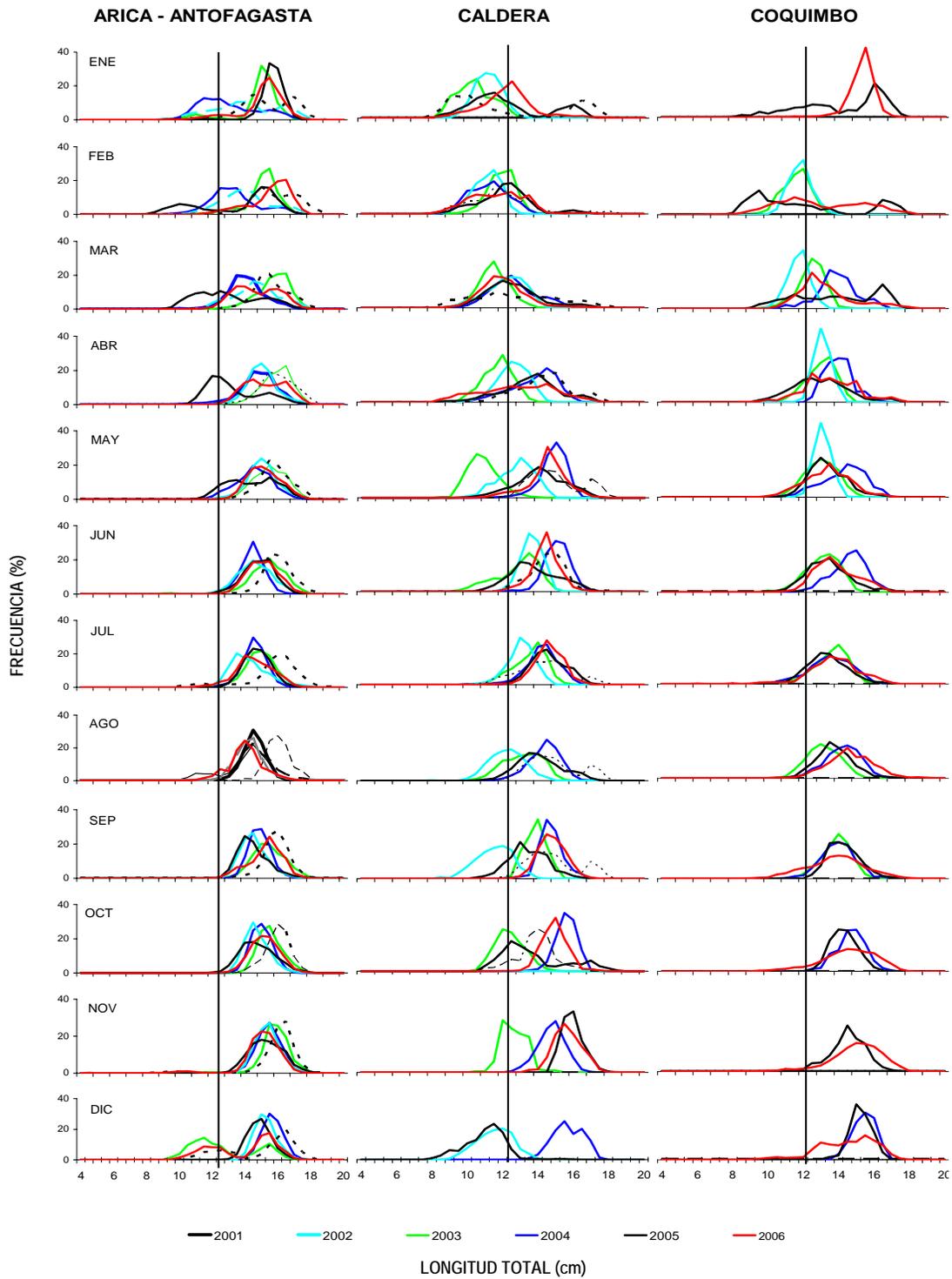


Figura 1. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2006.

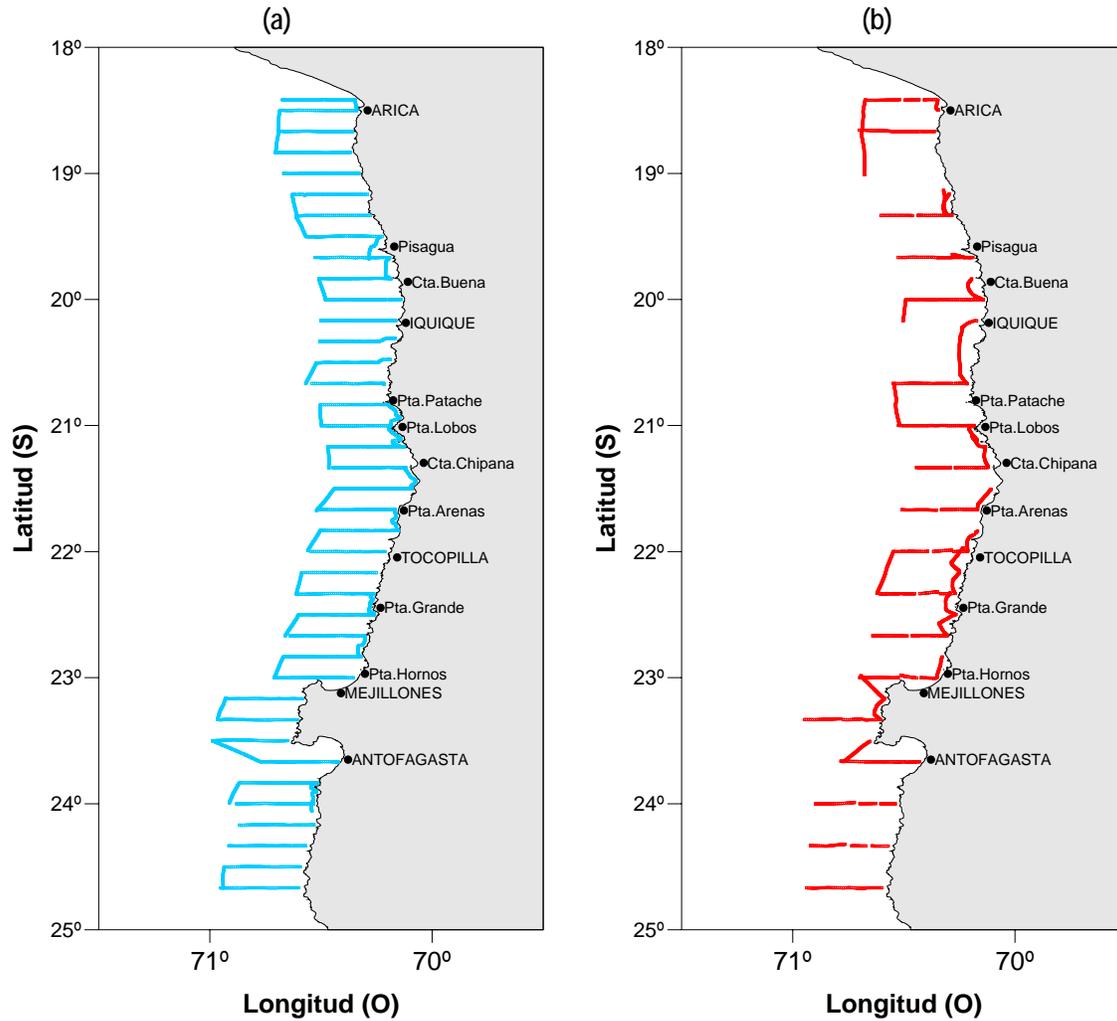


Figura 2. Localizaci3n de transectas de prospecci3n ac3stica diurnas (a) y nocturnas (b), realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN I Y II Regiones.

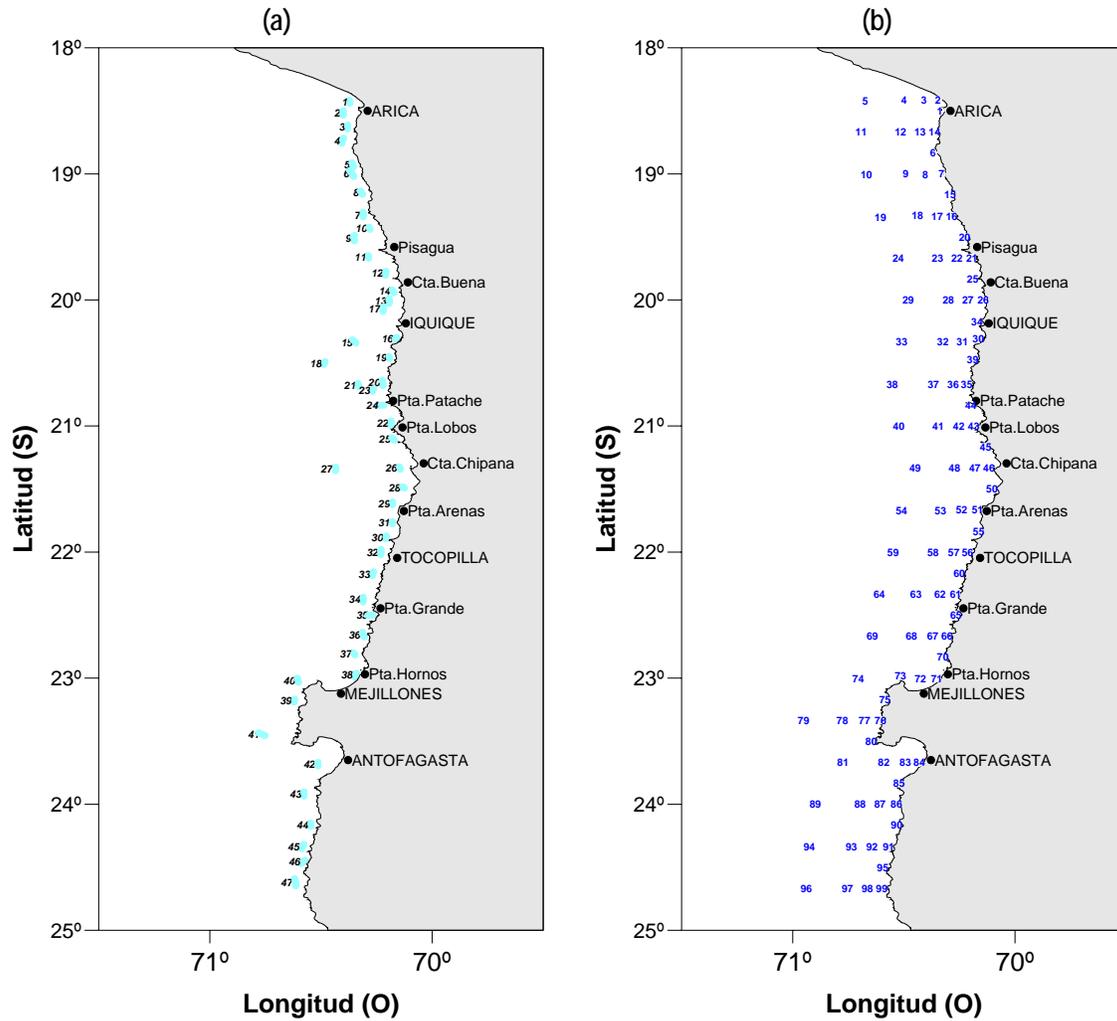


Figura 3. Localizaci3n de los lances de pesca de media agua realizados por B/C Abate Molina (47 lances) (a) y localizaci3n de estaciones bio-oceanogr3ficas (b). Crucero RECLAN I Y II Regiones.

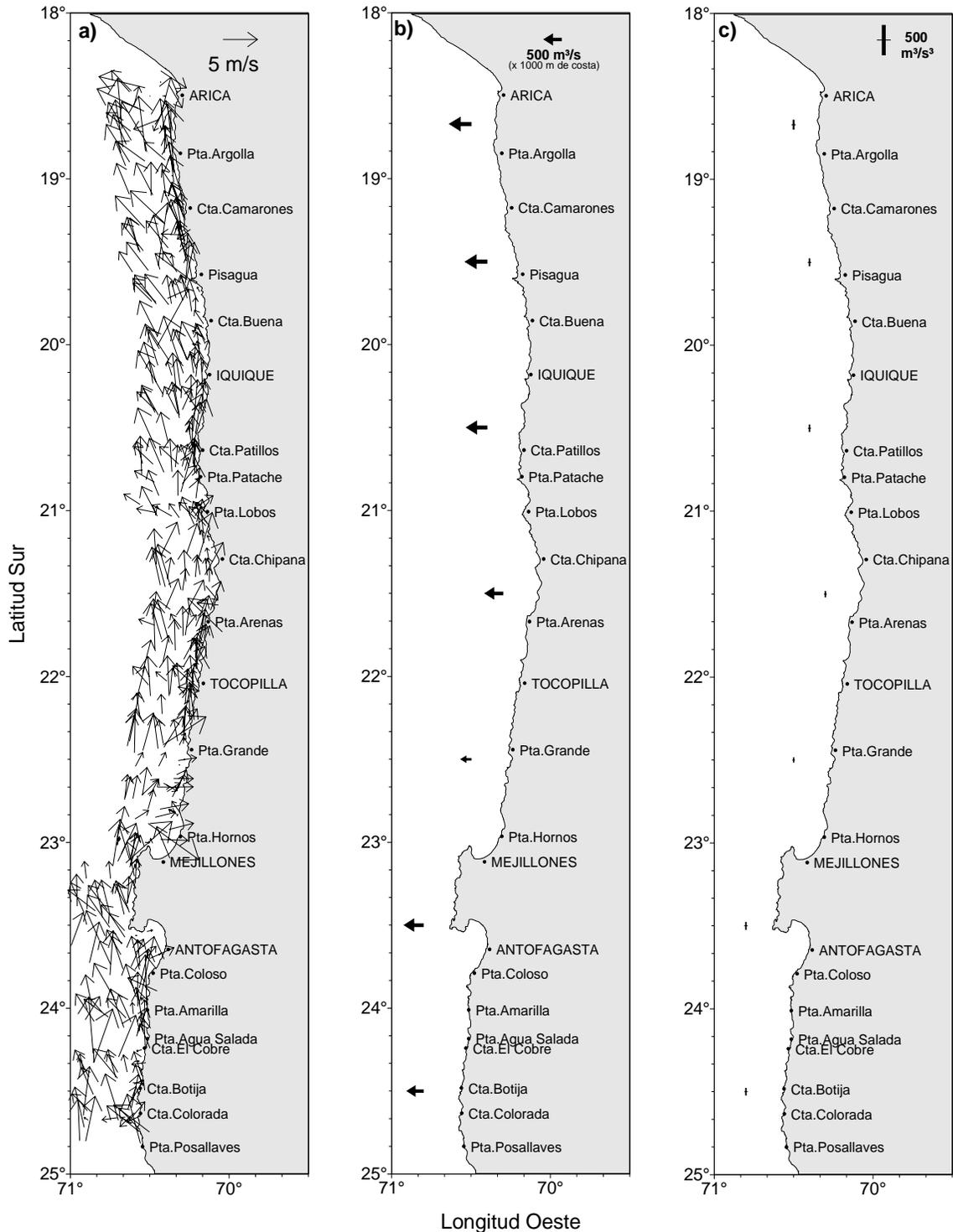


Figura 4. Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento (m/s), b) índice de surgencia asociado promediado cada un grado de latitud y c) índice de turbulencia asociado promediado cada un grado de latitud. Crucero febrero 2007.

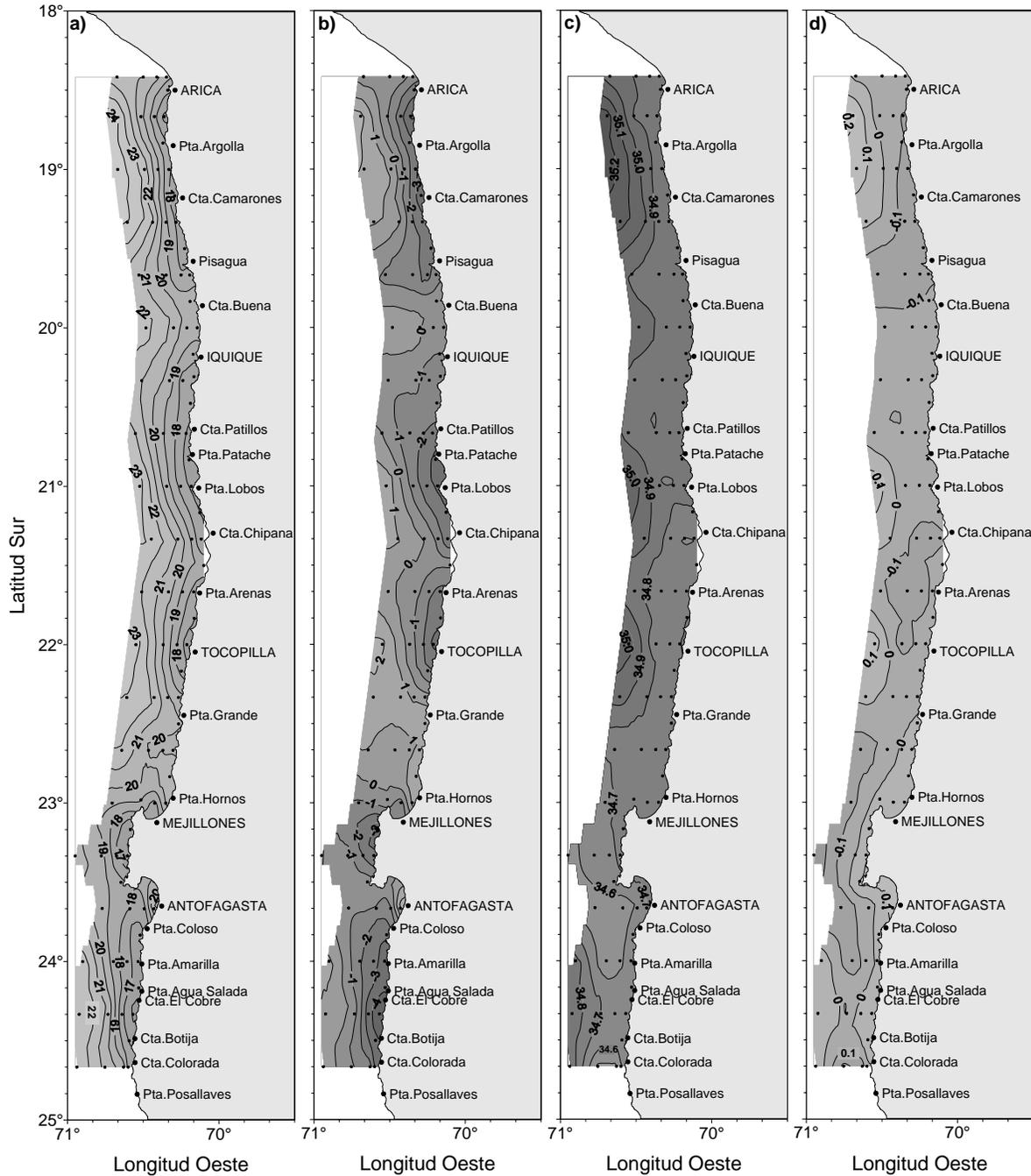


Figura 5. Distribuci3n superficial de a) temperatura (°C), b) anomalia de temperatura (°C), c) salinidad (psu) y d) anomalia de salinidad (psu). Crucero febrero 2007.

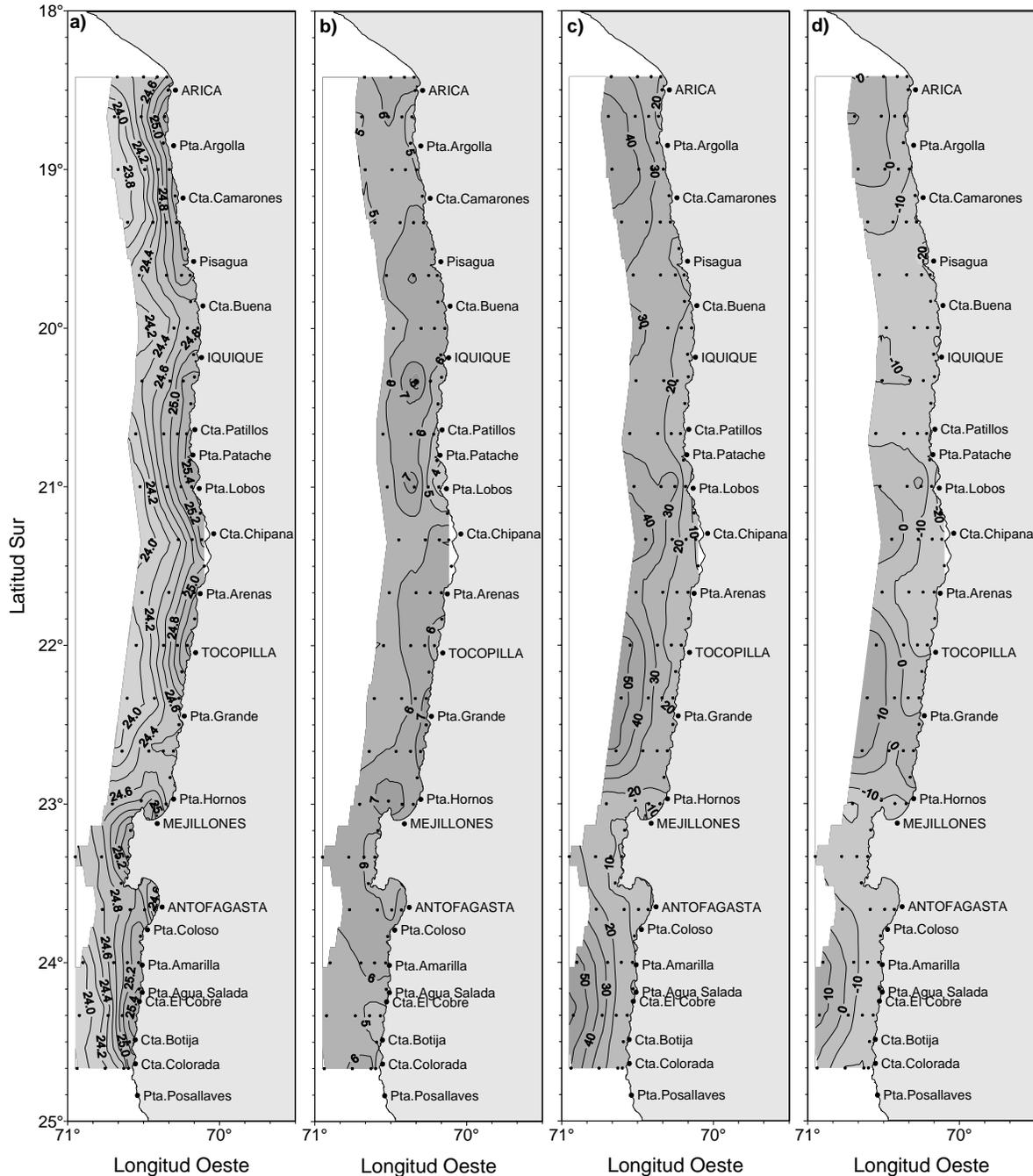


Figura 6. Distribución superficial de a) densidad ($\sigma\text{-t}$) (kg/m^3), b) contenido de oxígeno disuelto (mL/L), c) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y d) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m). Crucero febrero 2007.

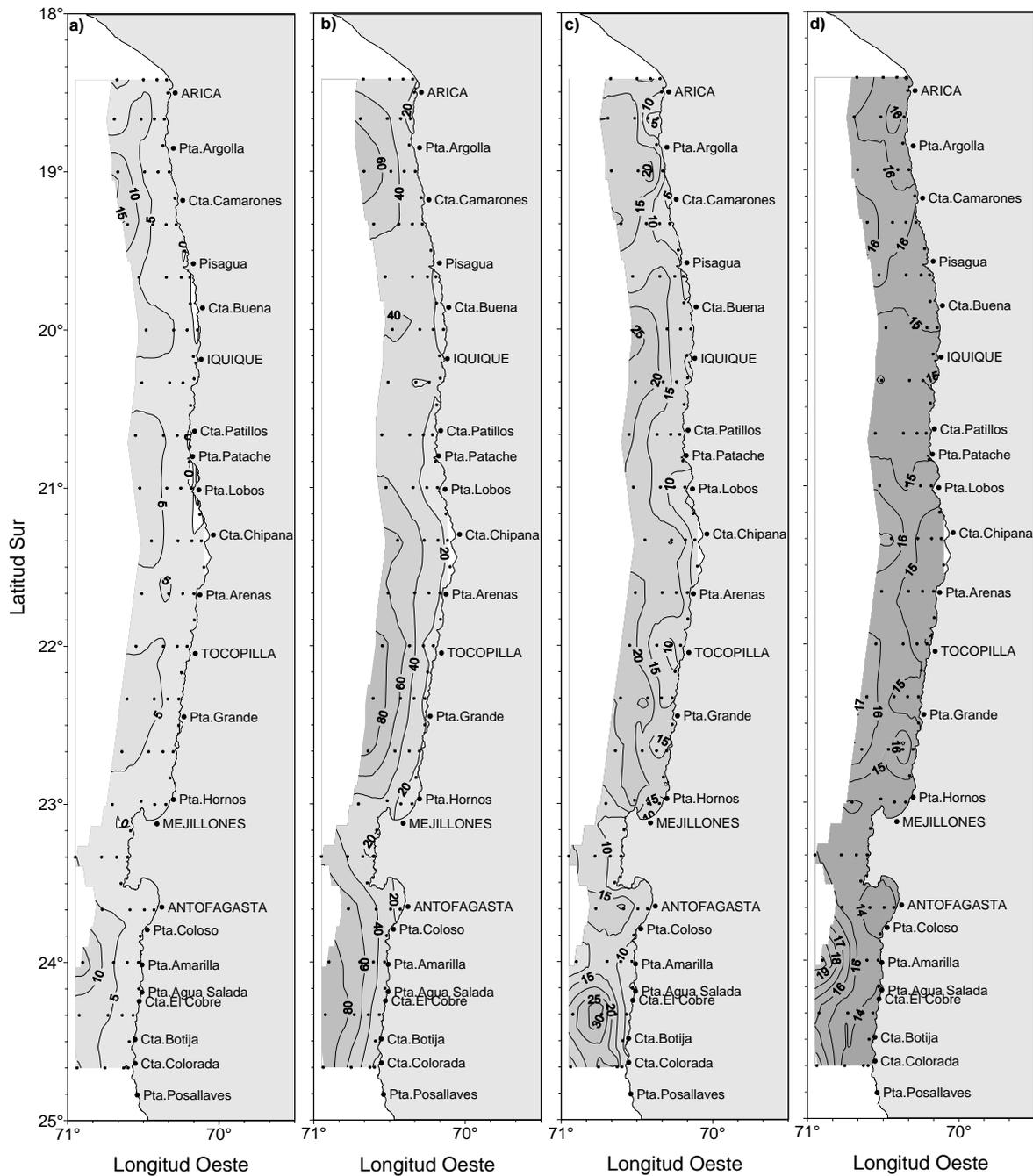


Figura 7. Distribución de a) espesor de la capa de mezcla (m), b) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, c) espesor de la termoclina (m) d) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero febrero 2007.

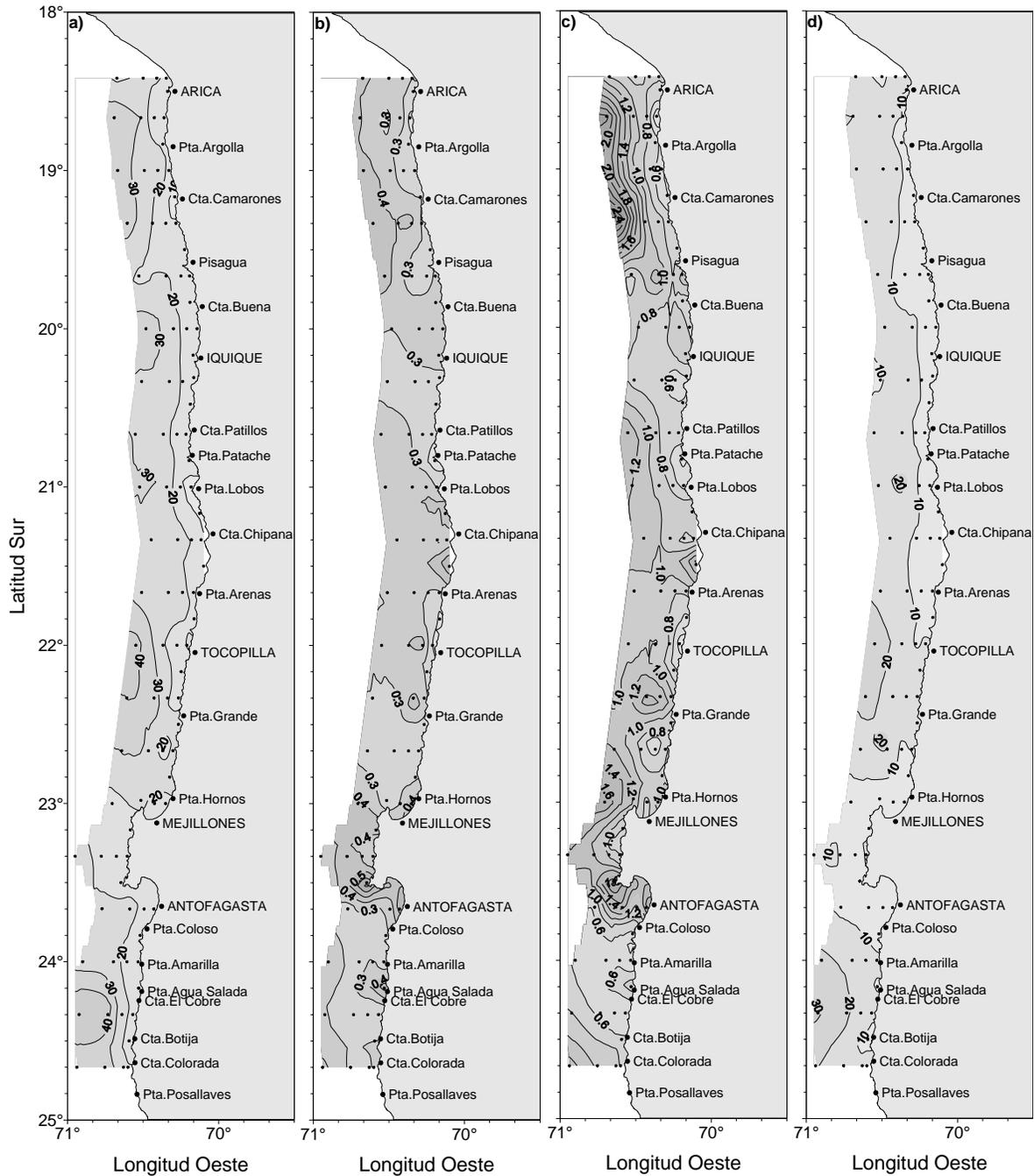


Figura 8. Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (°C/m), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero febrero 2007.

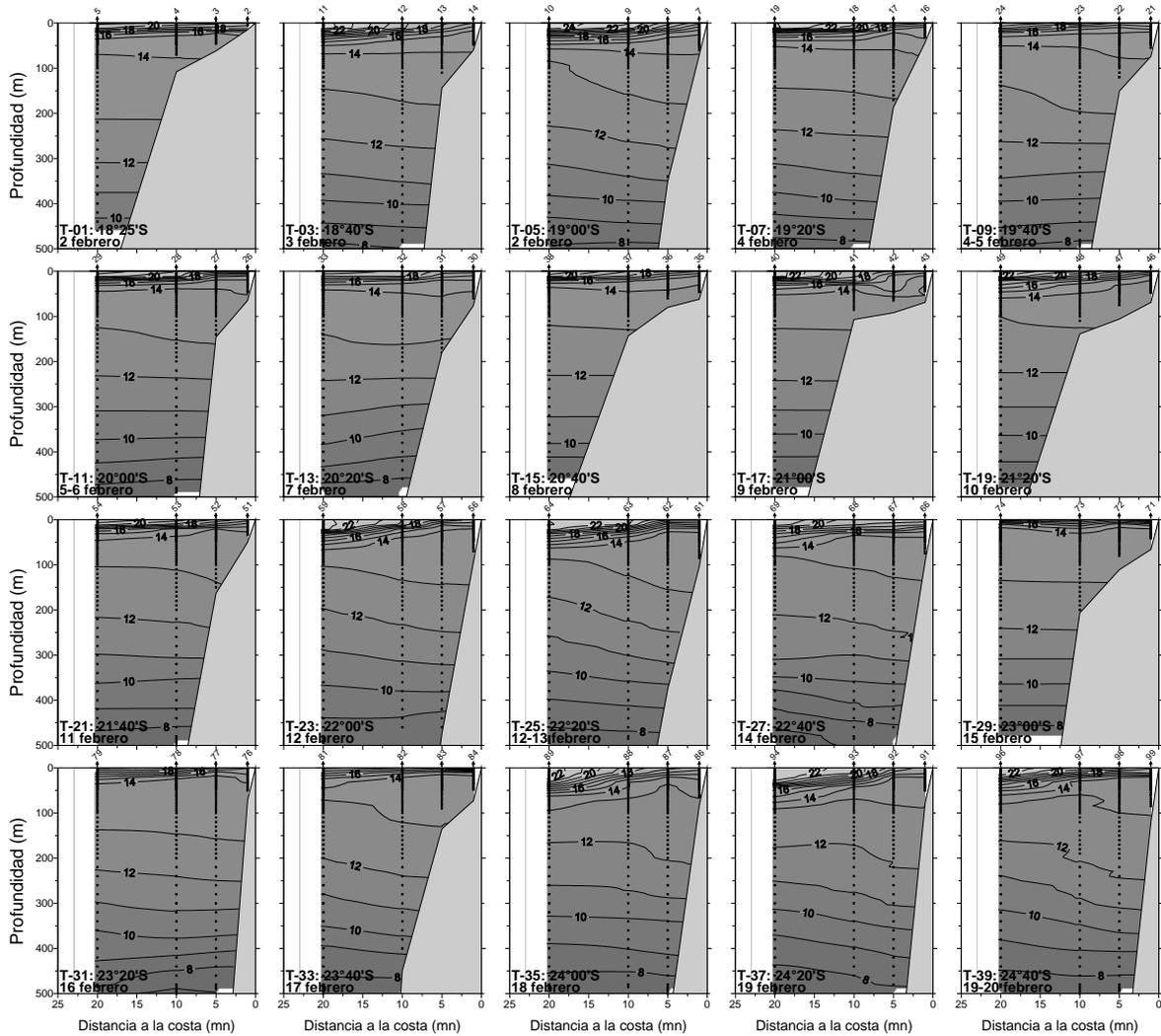


Figura 9. Distribuci3n vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.

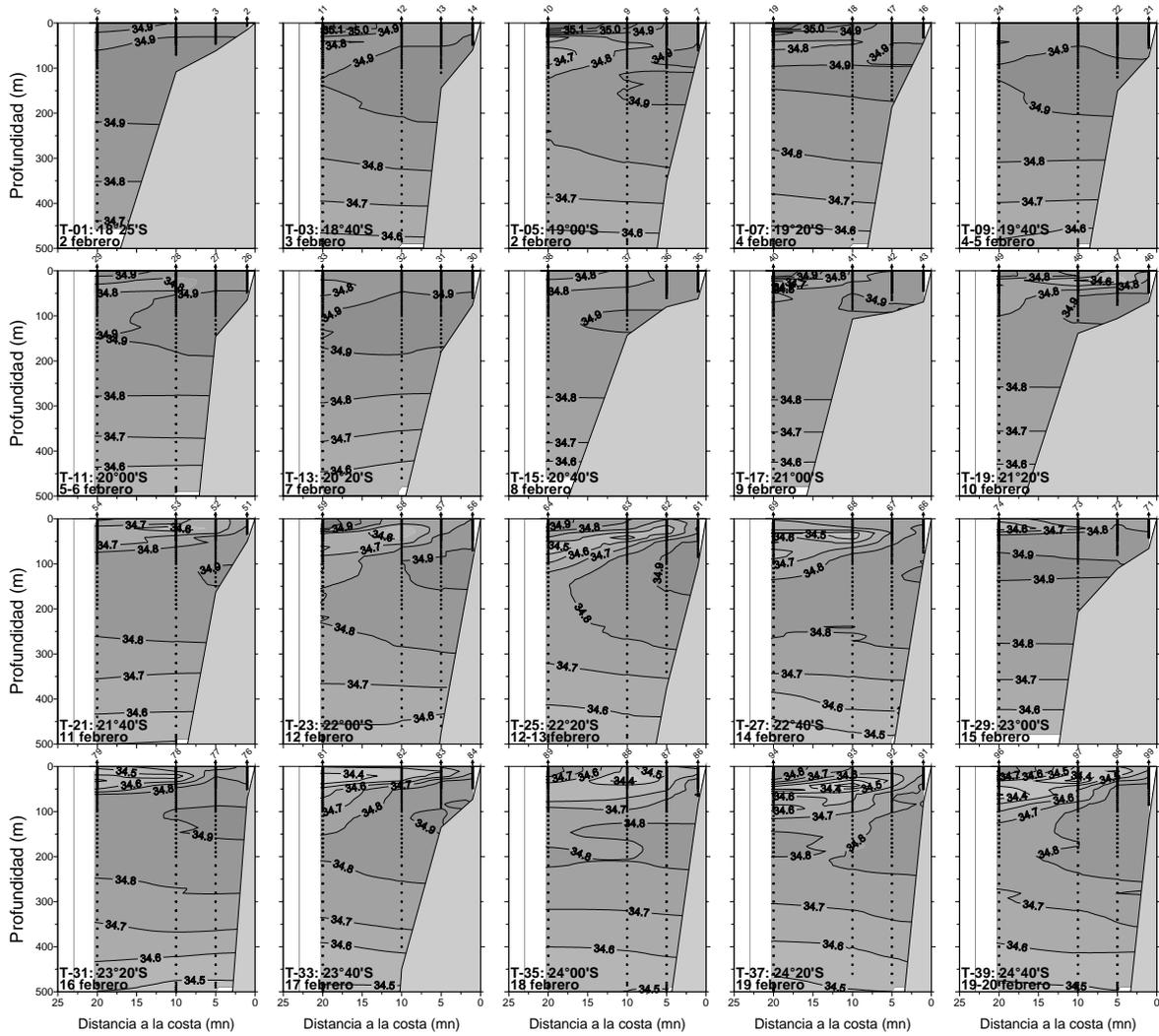


Figura 10. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en todas las transectas oceanogr1ficas. Crucero febrero 2007.

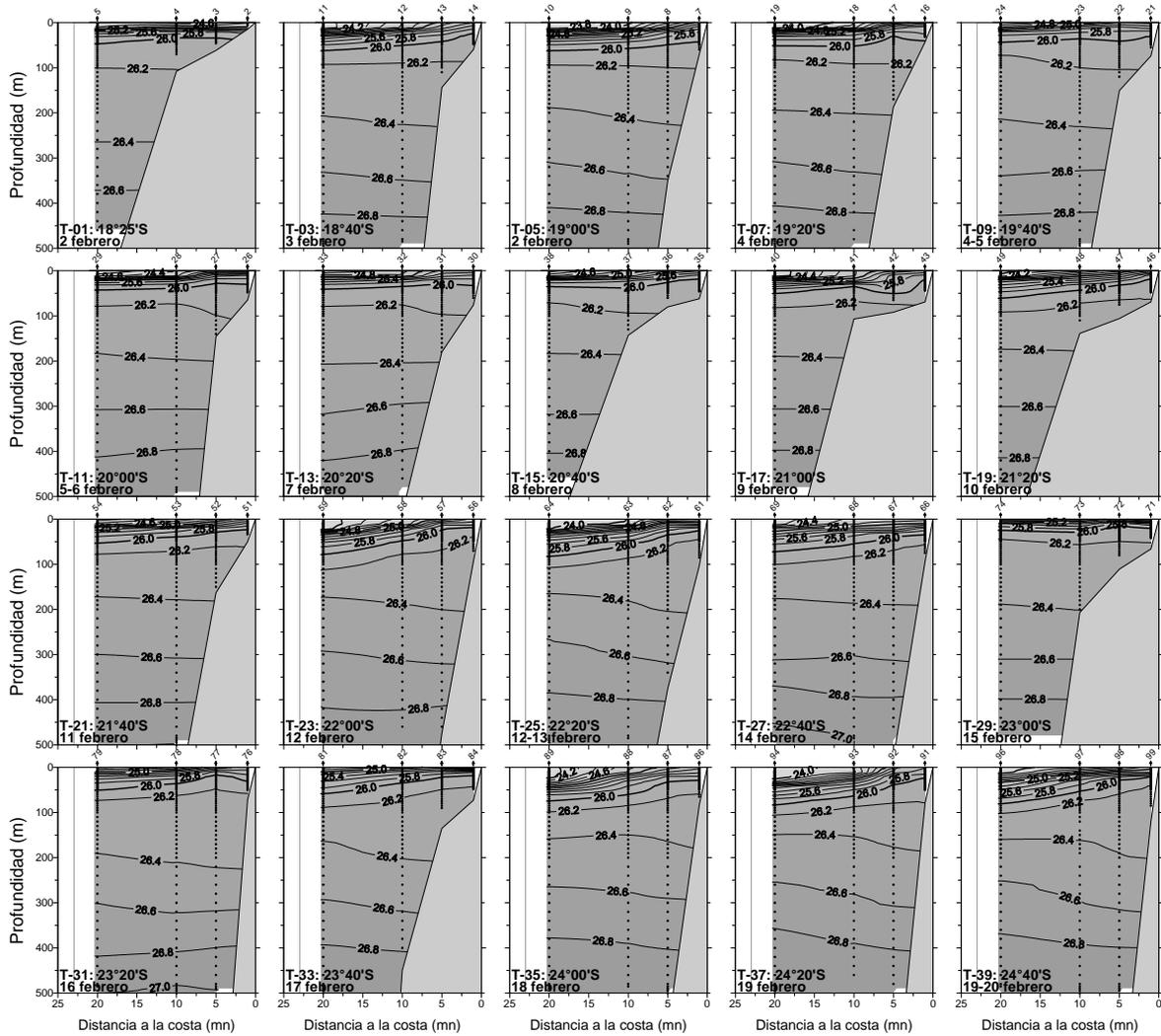


Figura 11. Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.

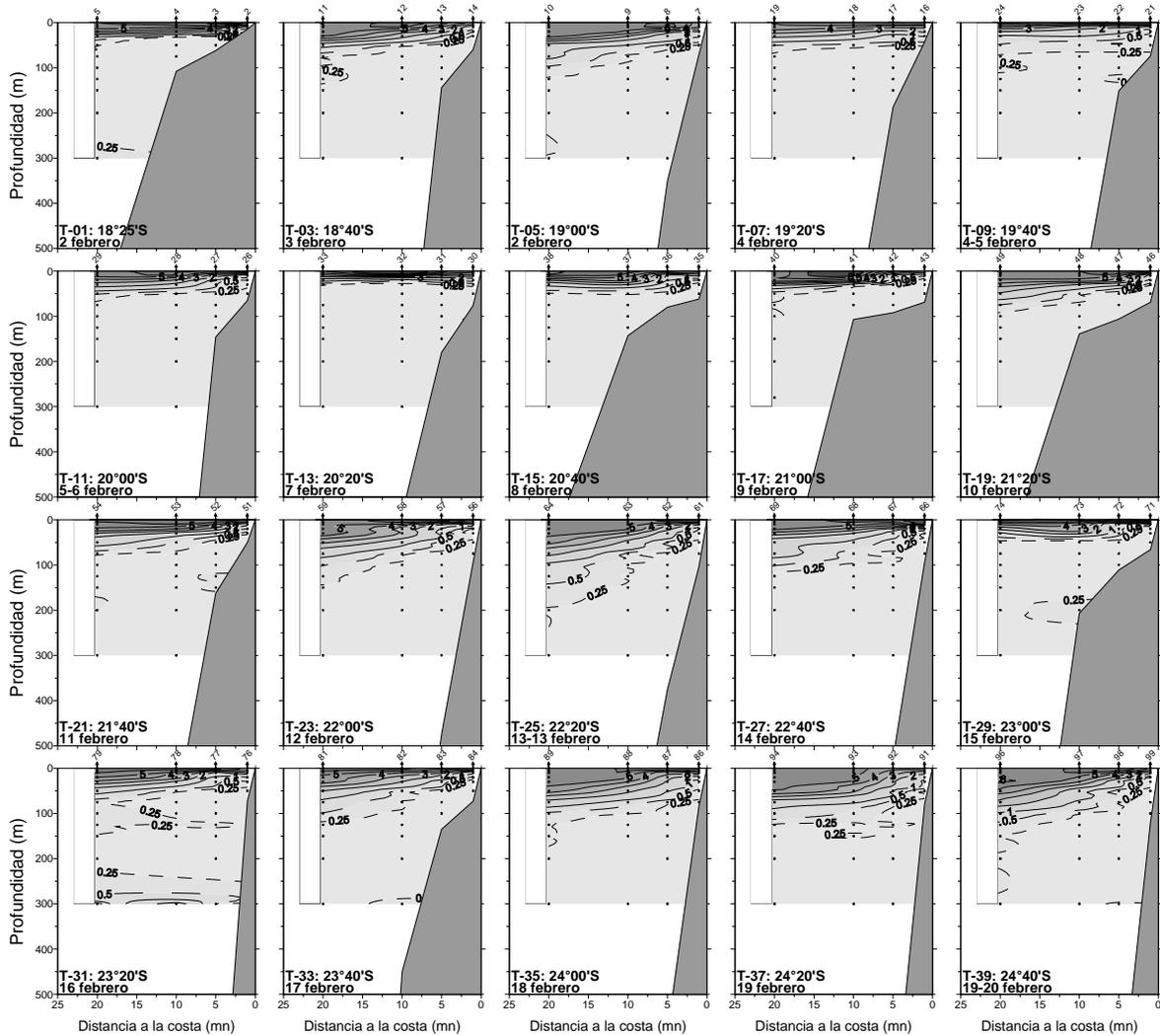


Figura 12. Distribuci3n vertical del contenido de ox3geno disuelto (mL/L) en todas las transectas oceanogr3ficas. Crucero febrero 2007.

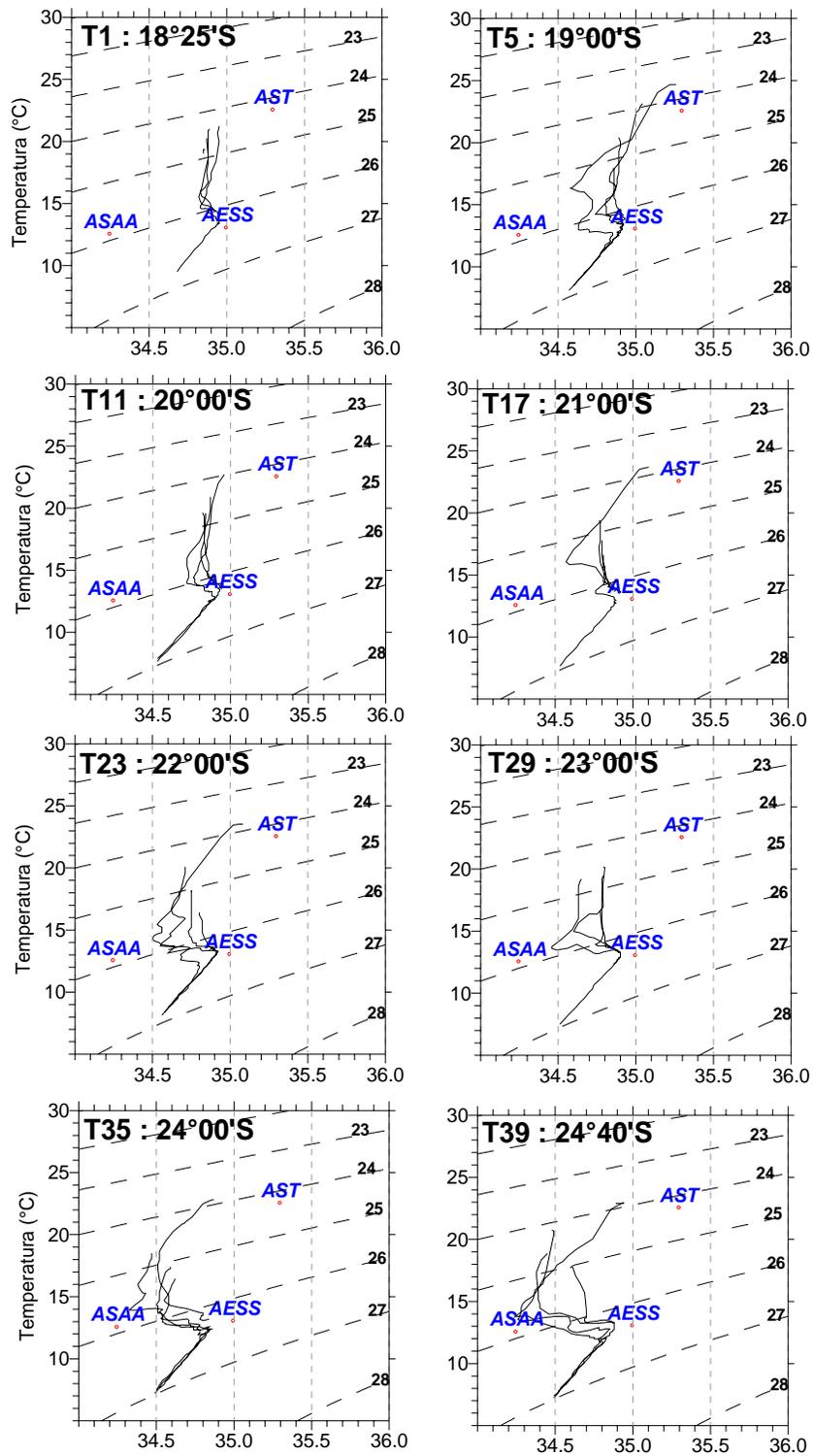


Figura 13. Diagramas T-S de las estaciones por transecta cada 1° de latitud. Crucero febrero 2007.

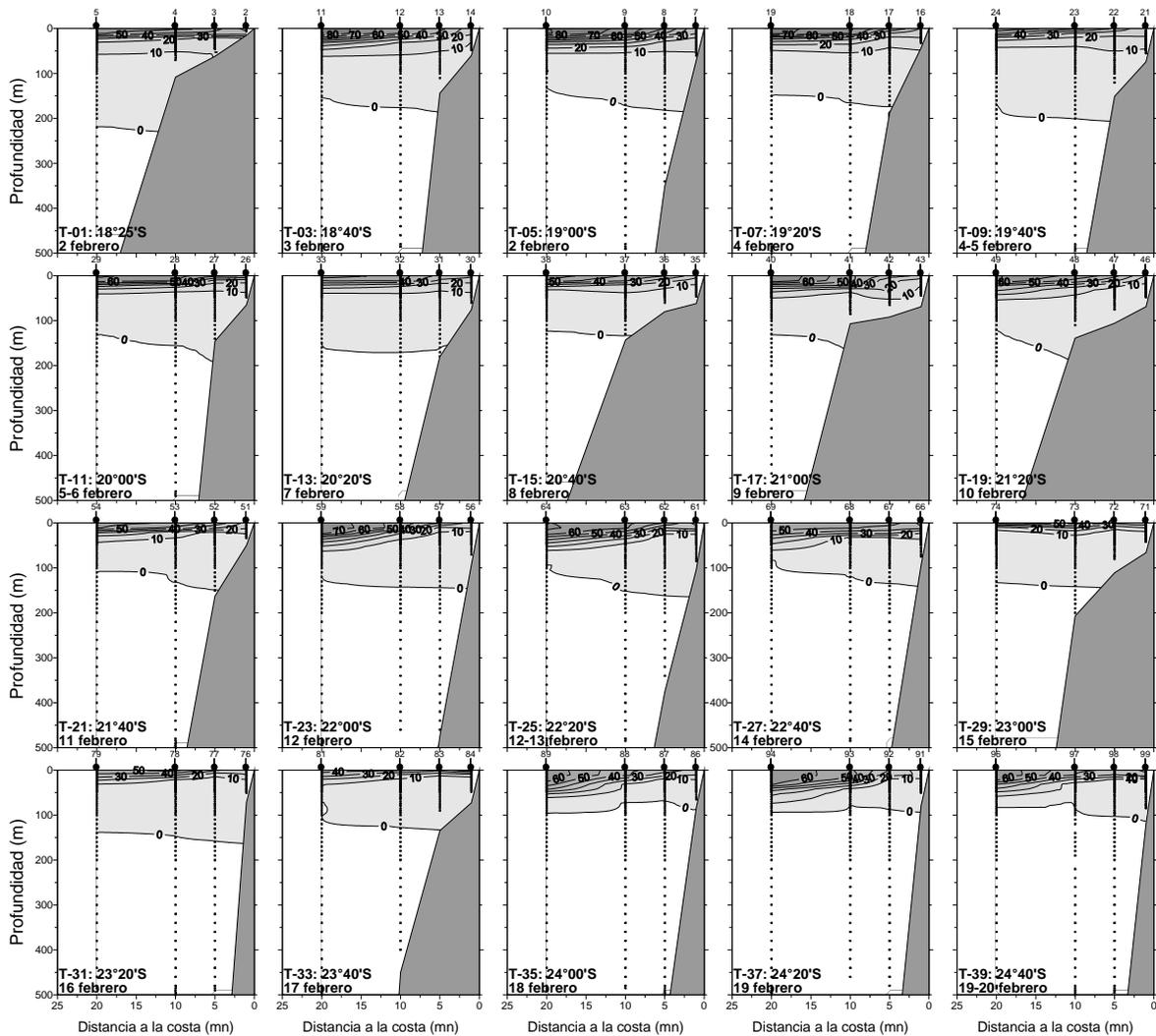


Figura 14. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Subtropical (AST) en todas las transectas oceanogr3ficas. Crucero febrero 2007.

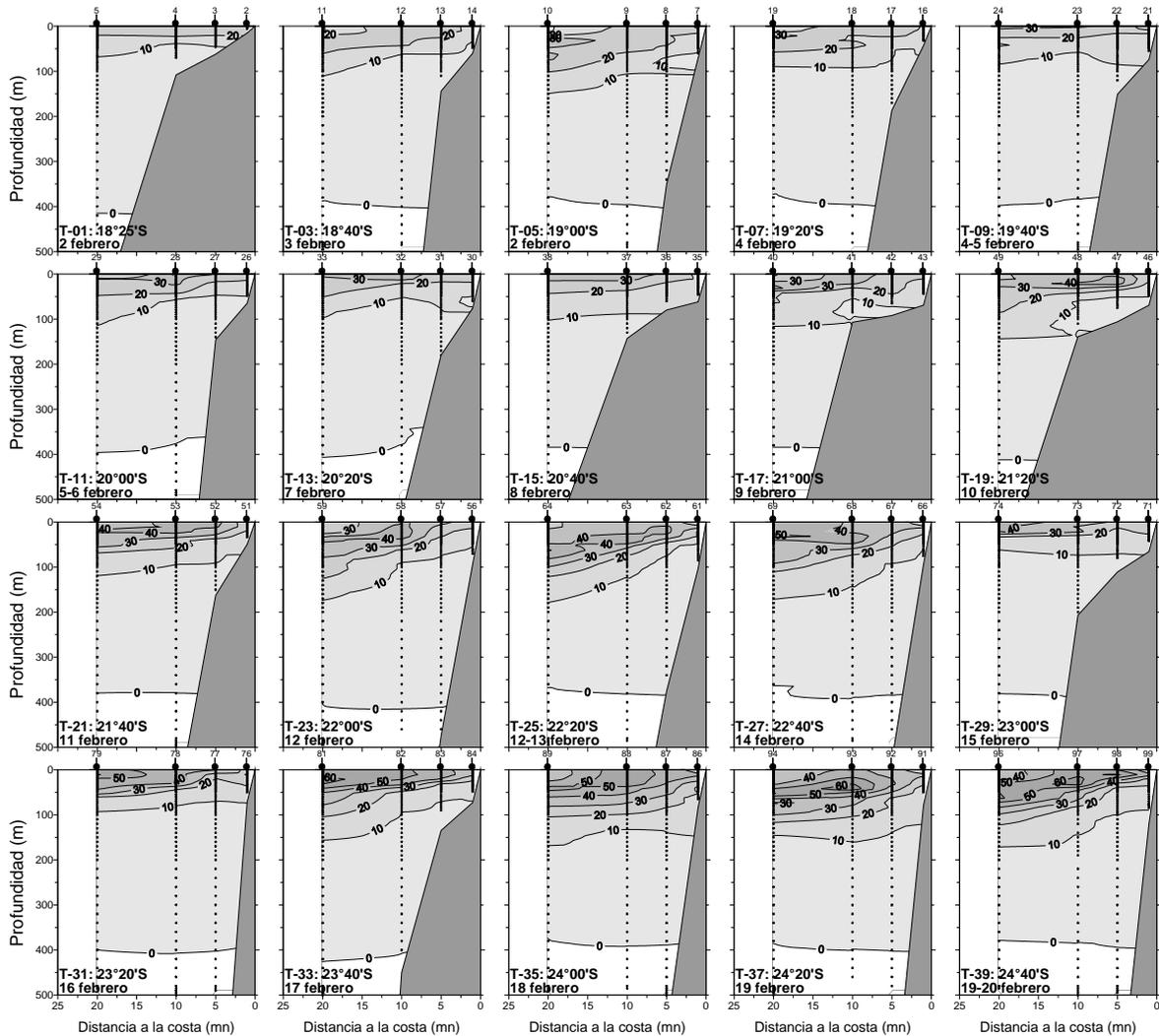


Figura 15. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Subantártica (ASAA) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.

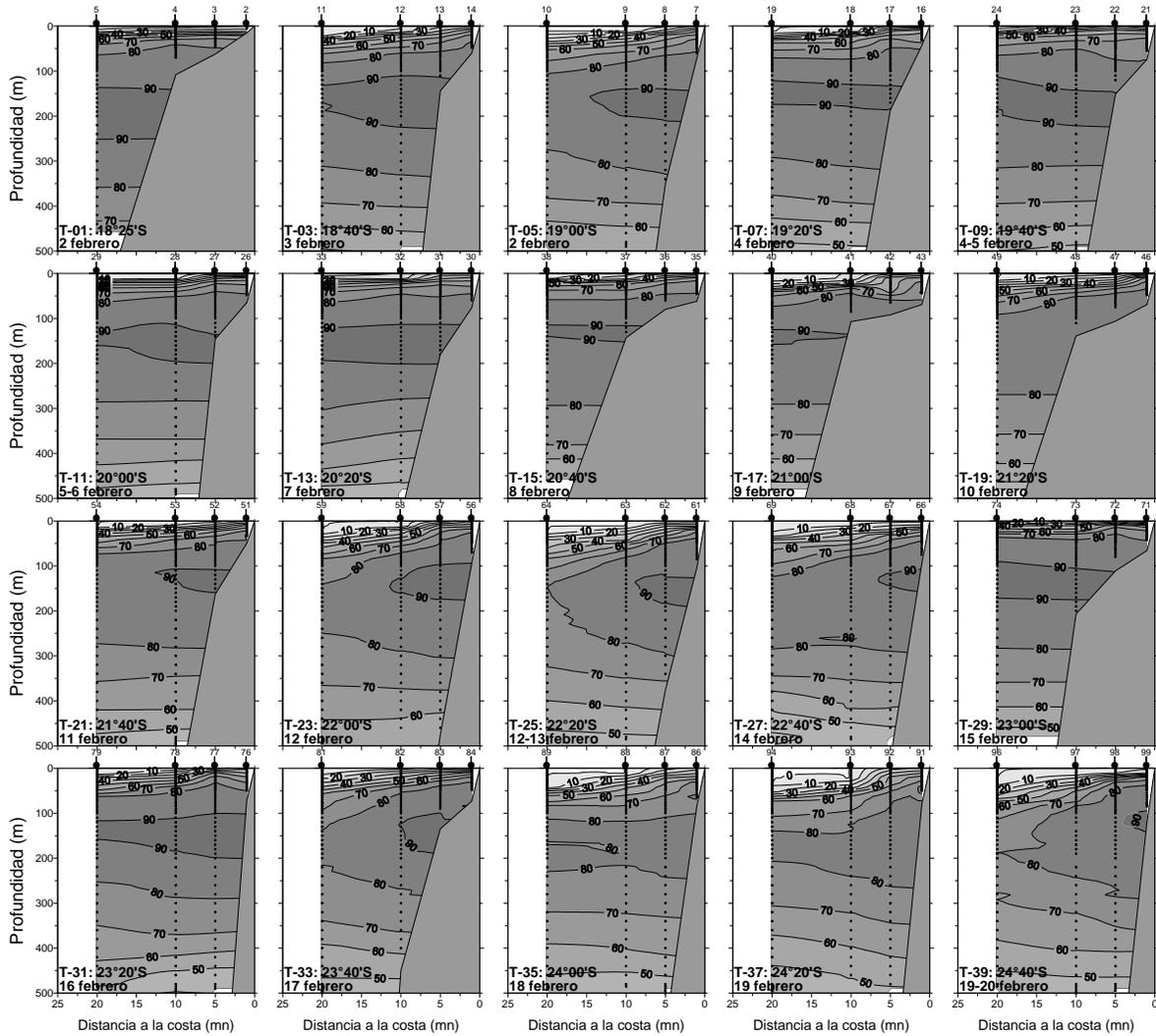


Figura 16. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en todas las transectas oceanogr3ficas. Crucero febrero 2007.

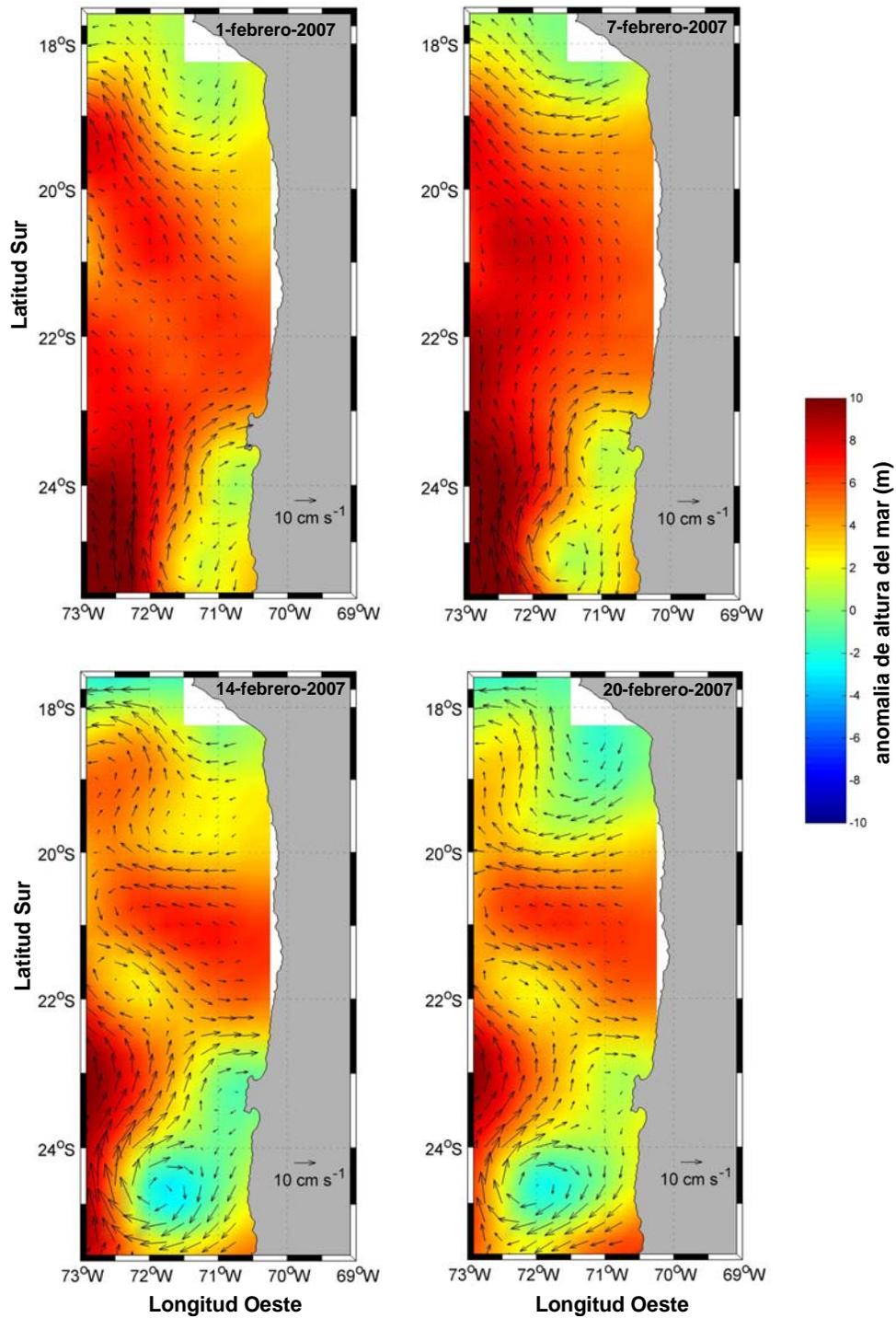


Figura 17. Imagen de circulaci3n geostrofica superficial correspondiente a los d1as 1, 7, 14 y 20 de febrero de 2007.

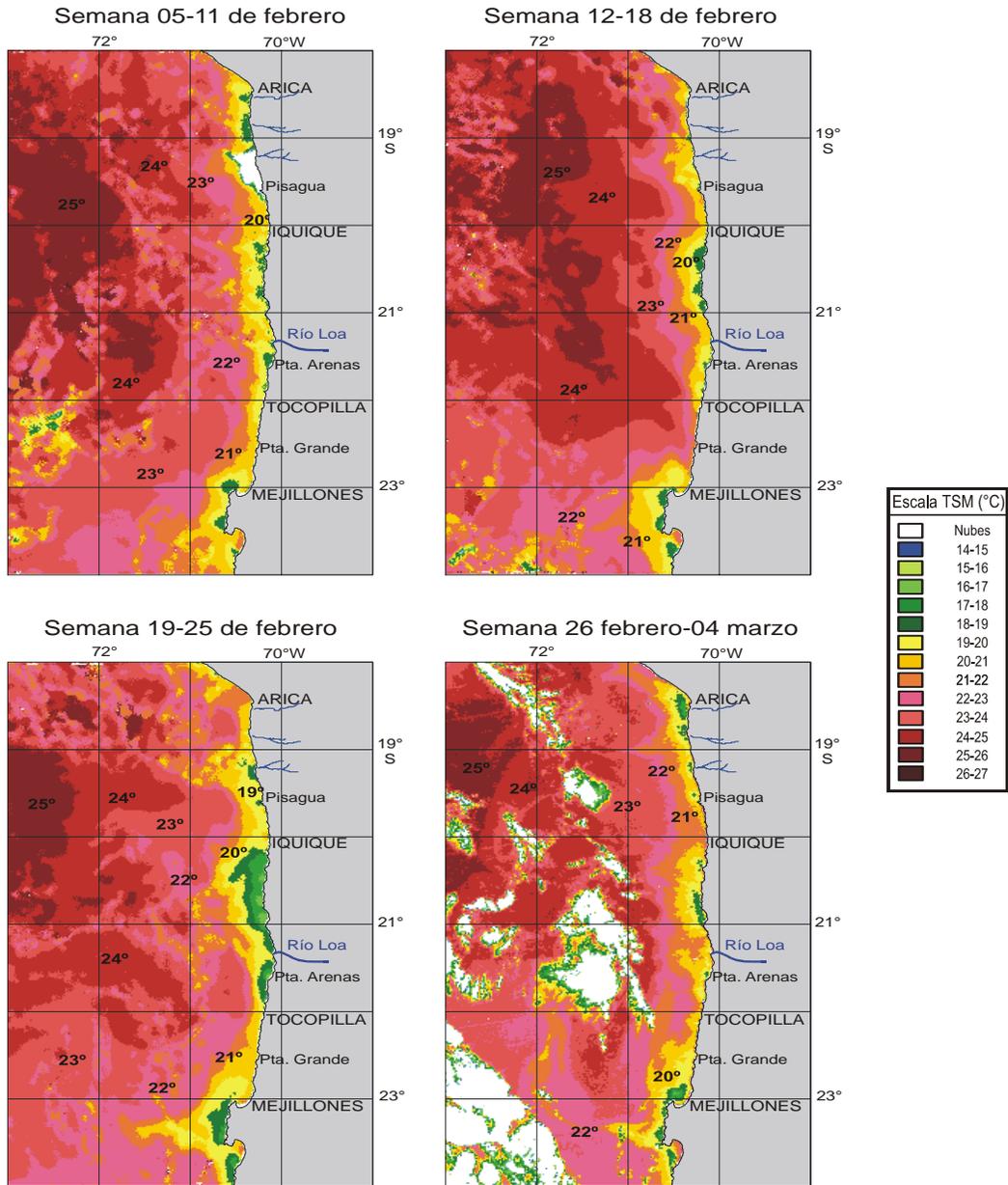


Figura 18. Distribuci3n espacial semanal de la TSM satelital en la zona norte de Chile. Febrero 2007.

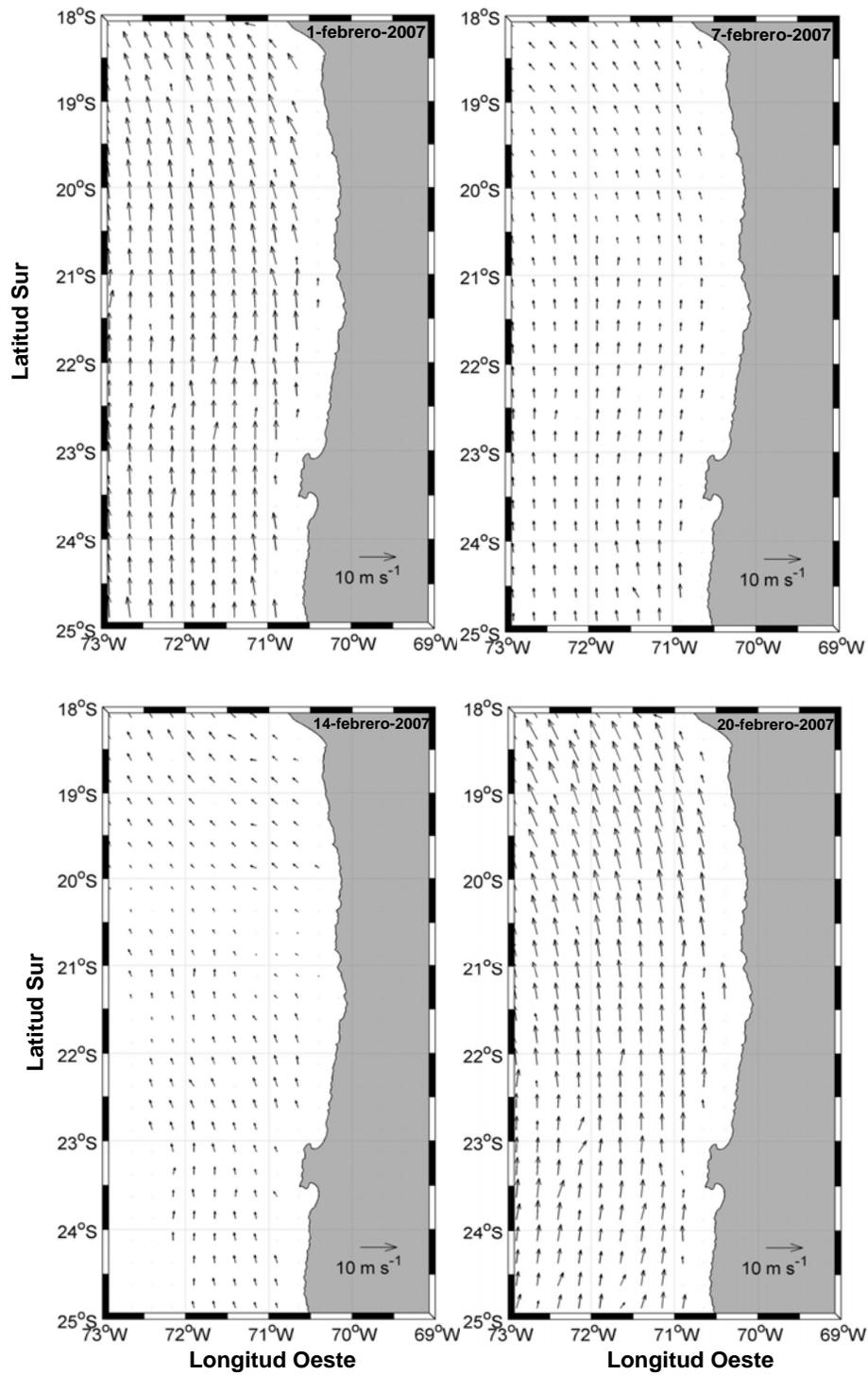


Figura 19. Distribuci3n espacial del viento medido con sat3lite los d1as 1, 7, 14 y 20 de febrero de 2007.

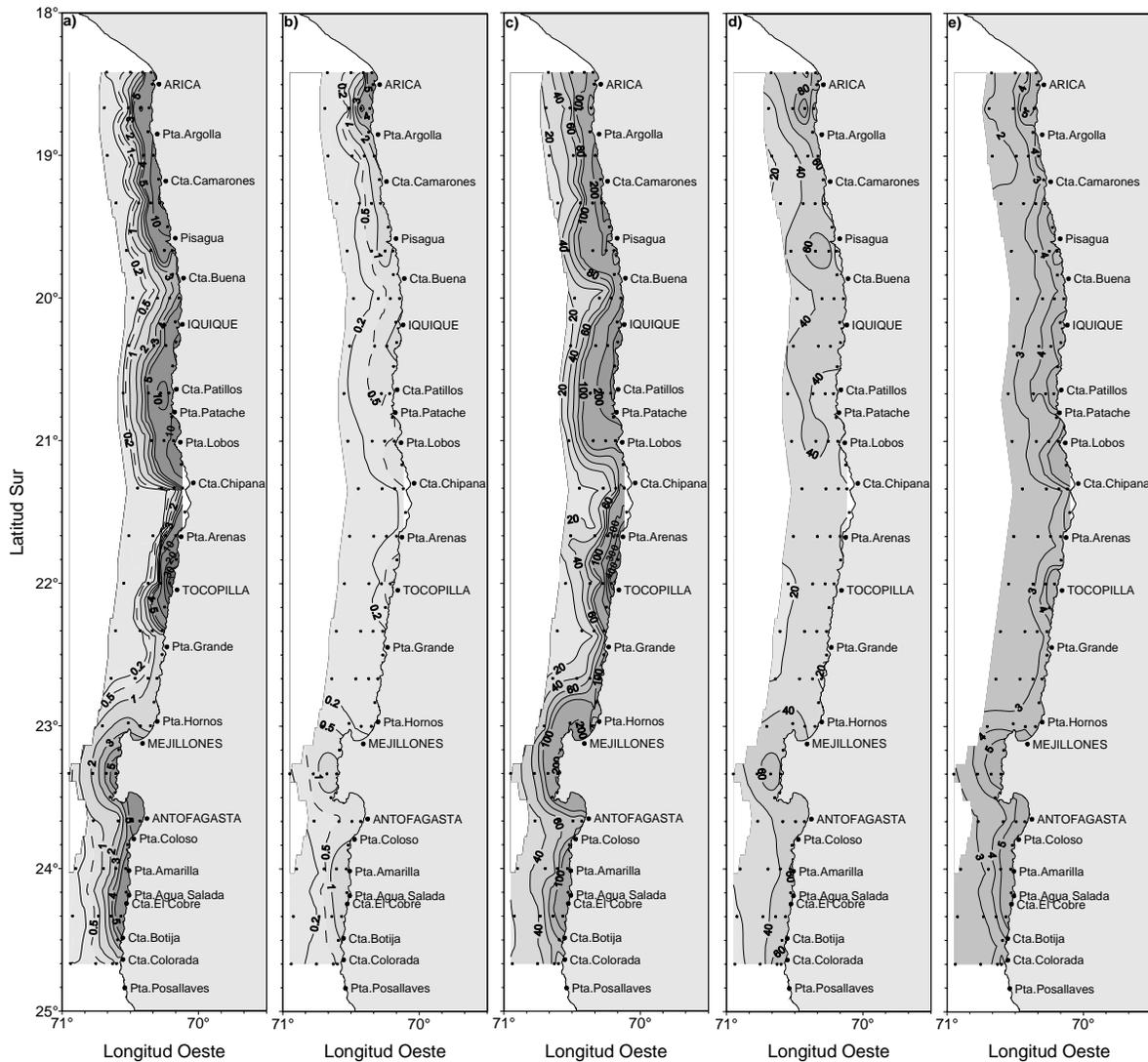


Figura 20. Distribución de a) clorofila-a superficial ($\mu\text{g/L}$), b) feopigmento superficial ($\mu\text{g/L}$), c) clorofila integrada (mg/m^2), d) feopigmentos integrados (mg/m^2) y e) fluorescencia *in vivo* (volt). Crucero febrero 2007.

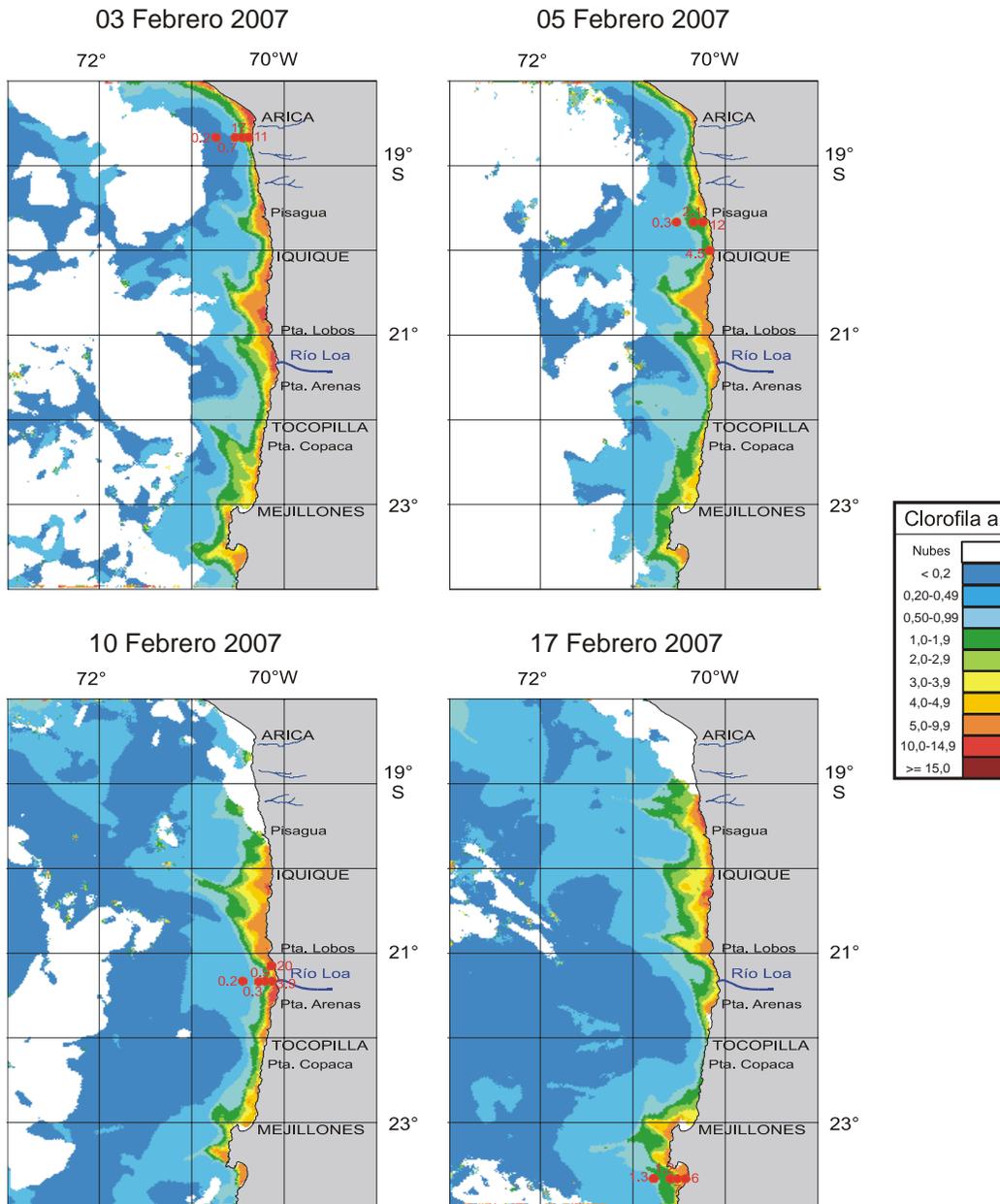


Figura 21. Distribución espacial de clorofila satelital en la zona norte de Chile, correspondiente a los días 3, 5, 10 y 17 de febrero de 2007.

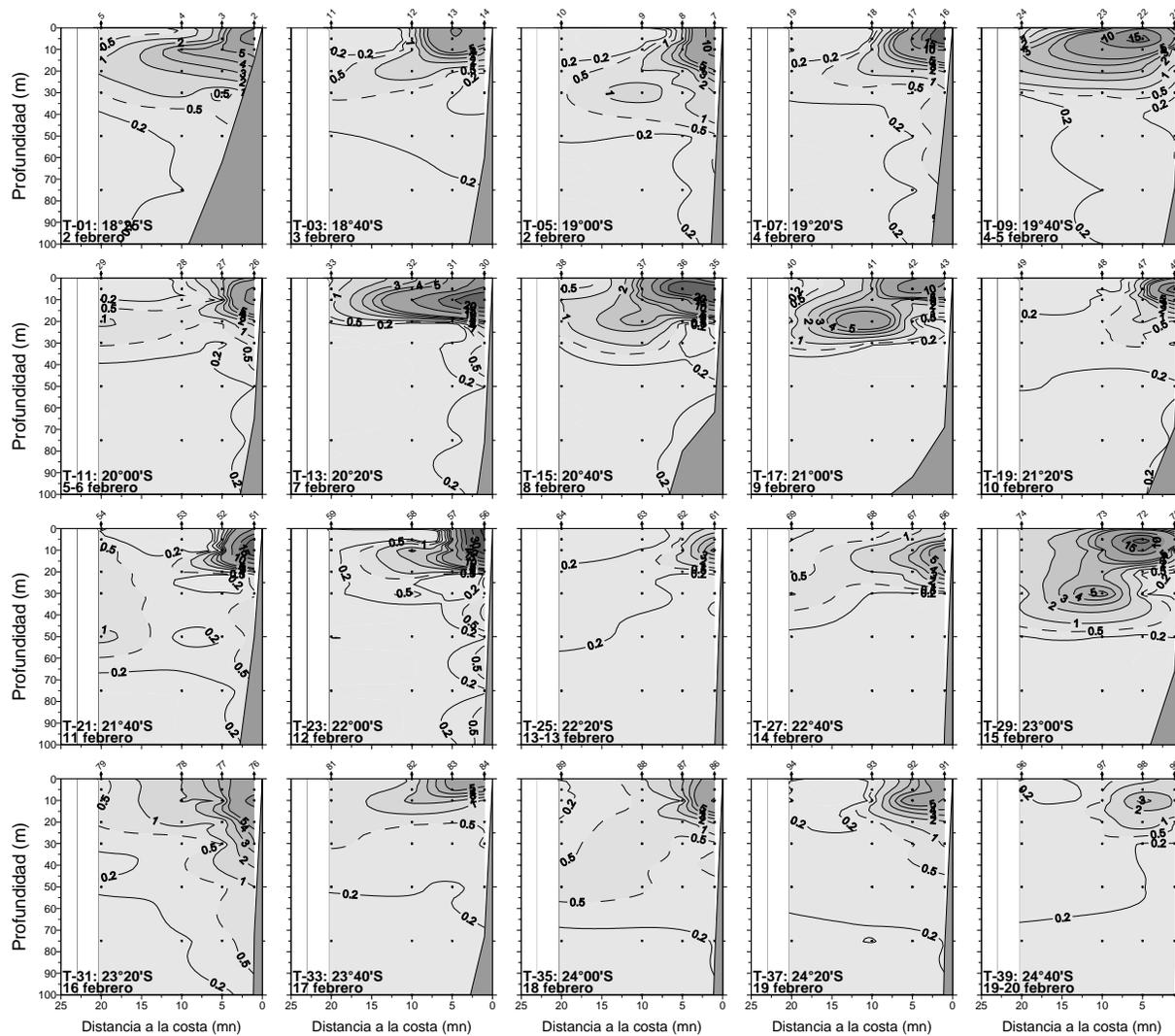


Figura 22. Distribución vertical de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) en todas las transectas oceanográficas. Crucero febrero 2007.

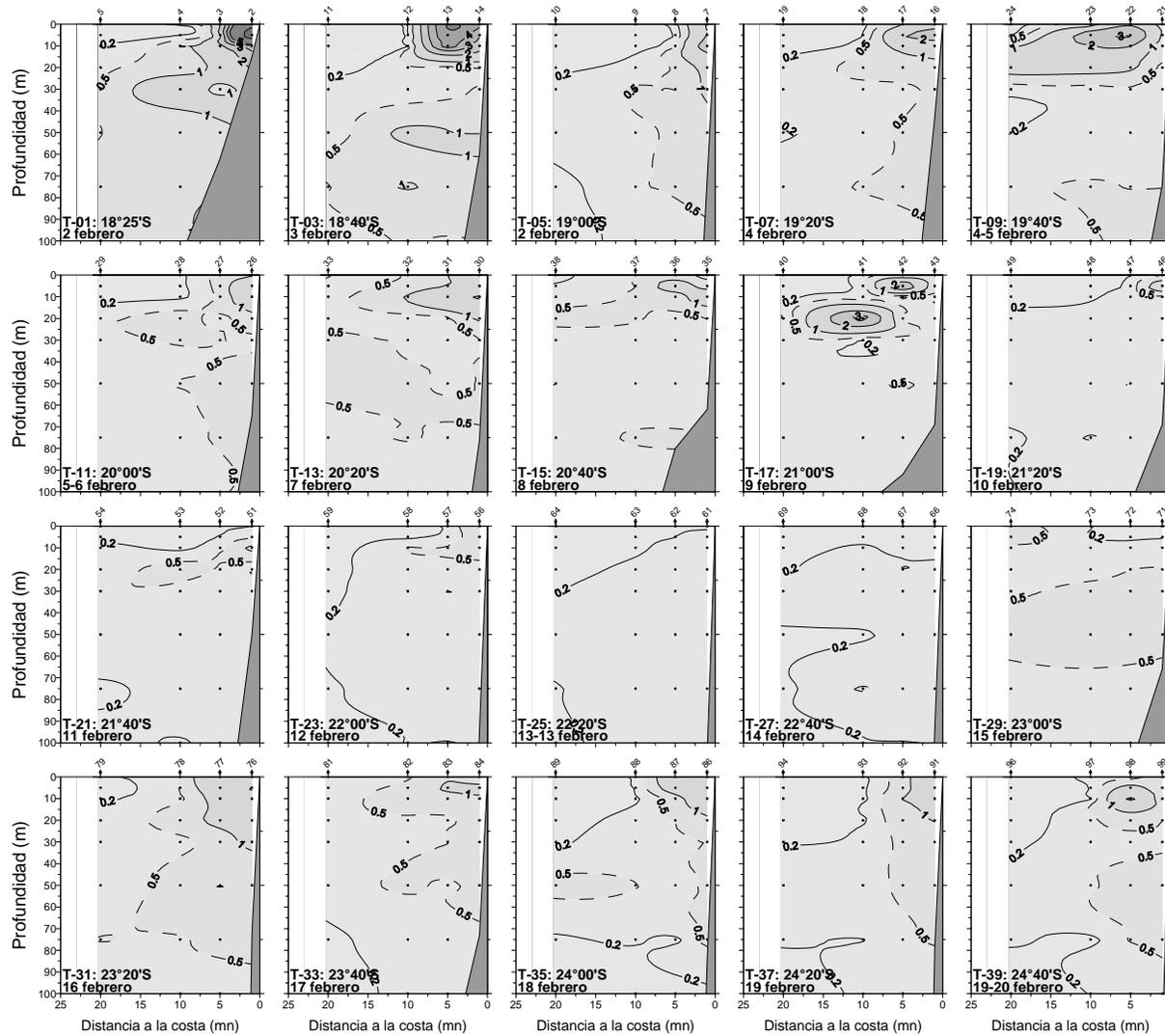


Figura 23. Distribuci3n vertical de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) en todas las transectas oceanogr3ficas. Crucero febrero 2007.

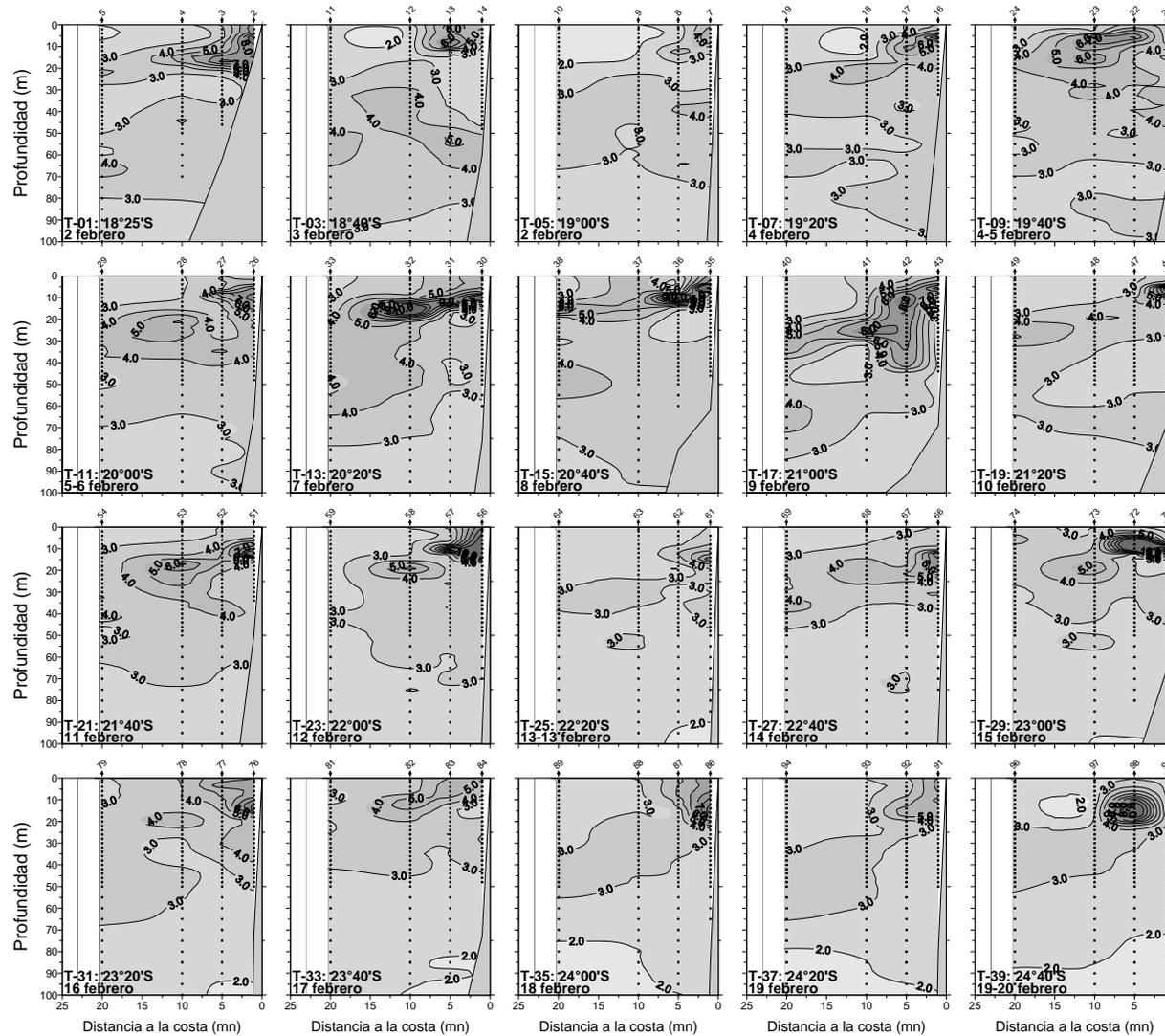


Figura 24. Distribuci3n vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en todas las transectas oceanogr3ficas. Crucero febrero 2007.

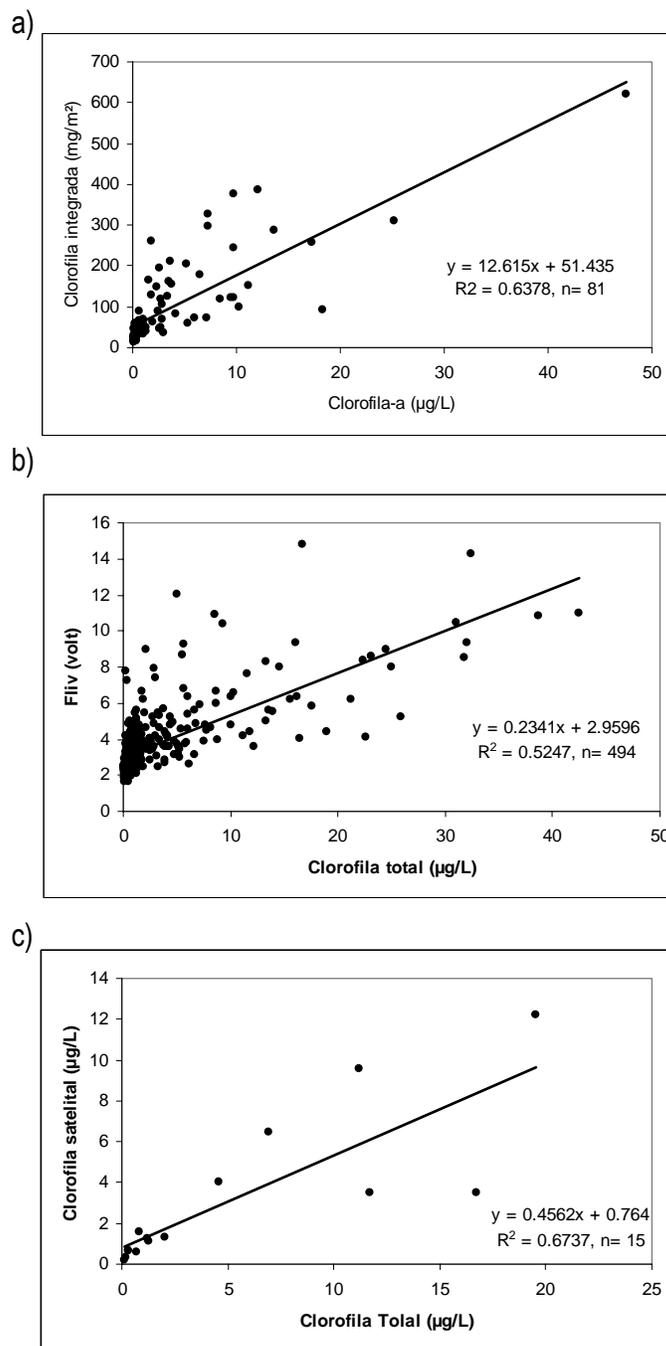


Figura 25. Asociaci3n entre a) clorofila-a (µg/L) superficial v/s clorofila-a integrada (mg/m²), b) clorofila Total (clorofila-a + feopigmentos; µg/L) v/s fluorescencia in vivo (vlot) y c) clorofila Total (µg/L) v/s clorofila satelital (µg/L). Crucero febrero 2007.

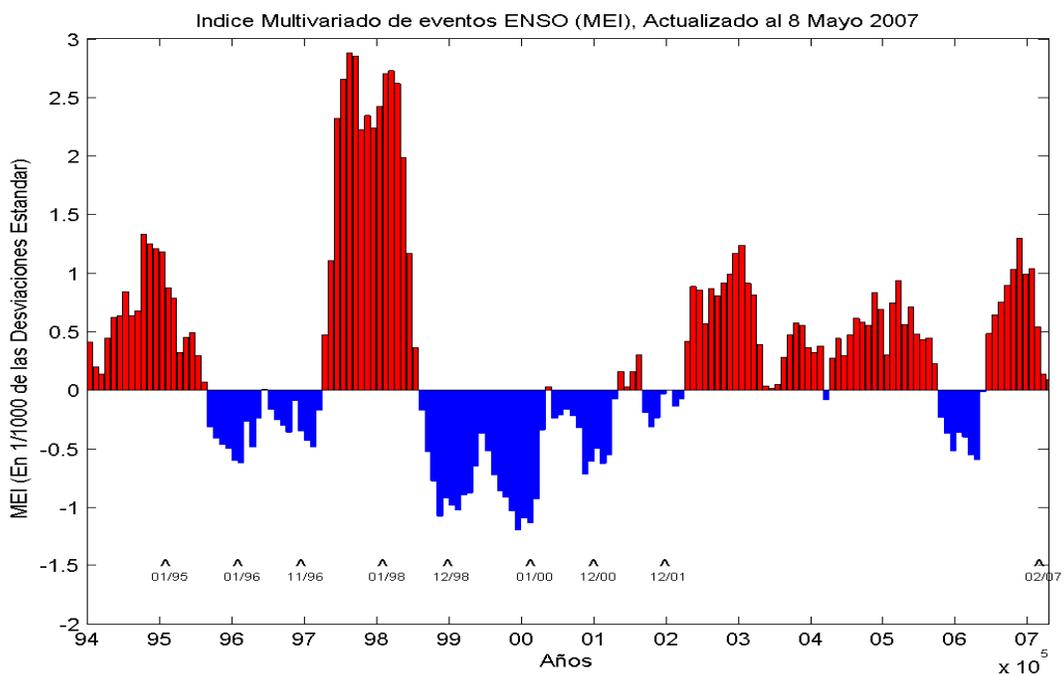


Figura 26. Índice Multivariado de eventos ENSO (MEI) para el período enero de 1997 a mayo de 2007. En color rojo se indican los eventos cálidos y en azul los fríos (fuente: Physical Science División. Earth System Research Laboratory, NOAA)

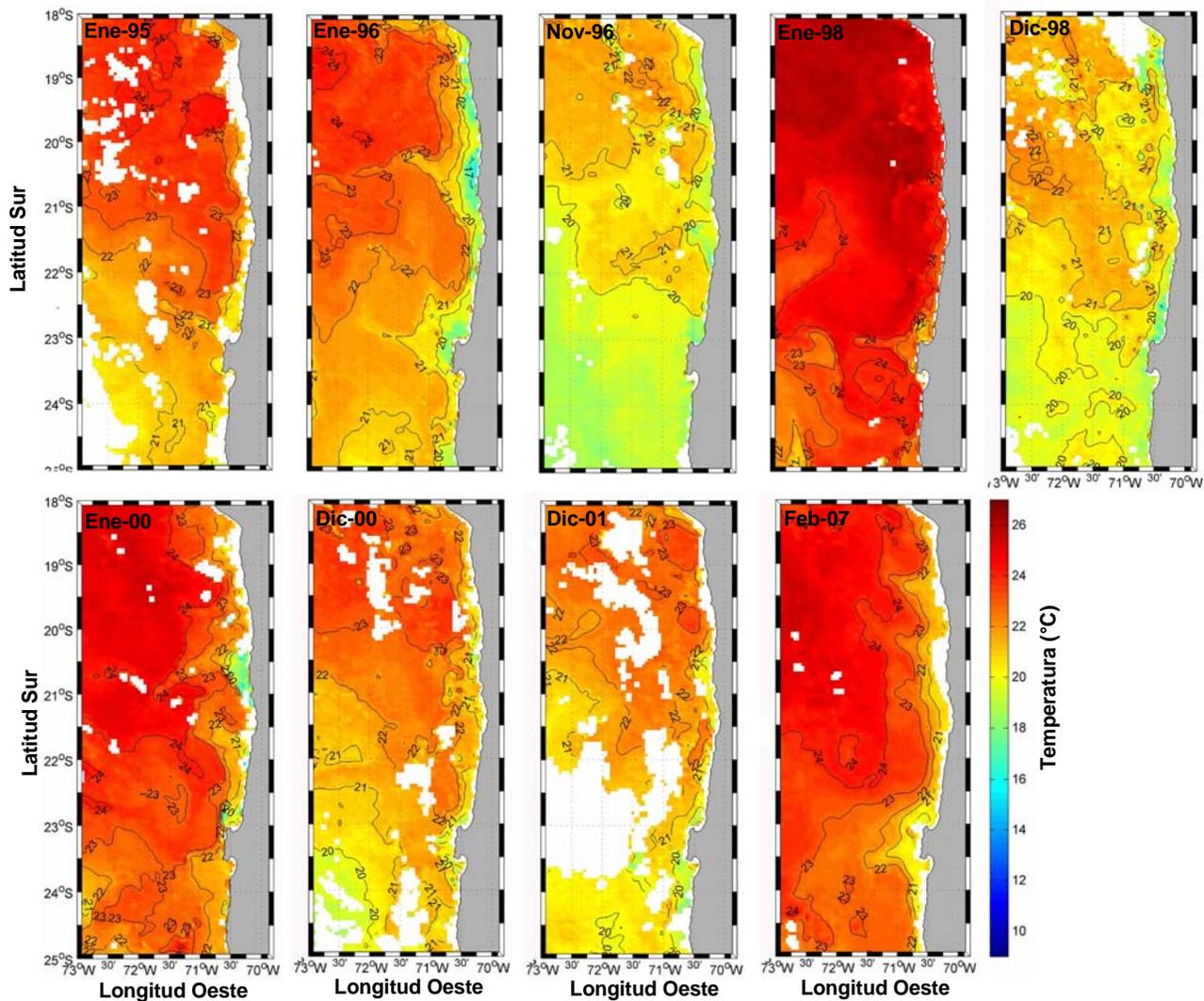


Figura 27. Imágenes de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla 2 y la fecha de los cruceros en la Tabla 3.

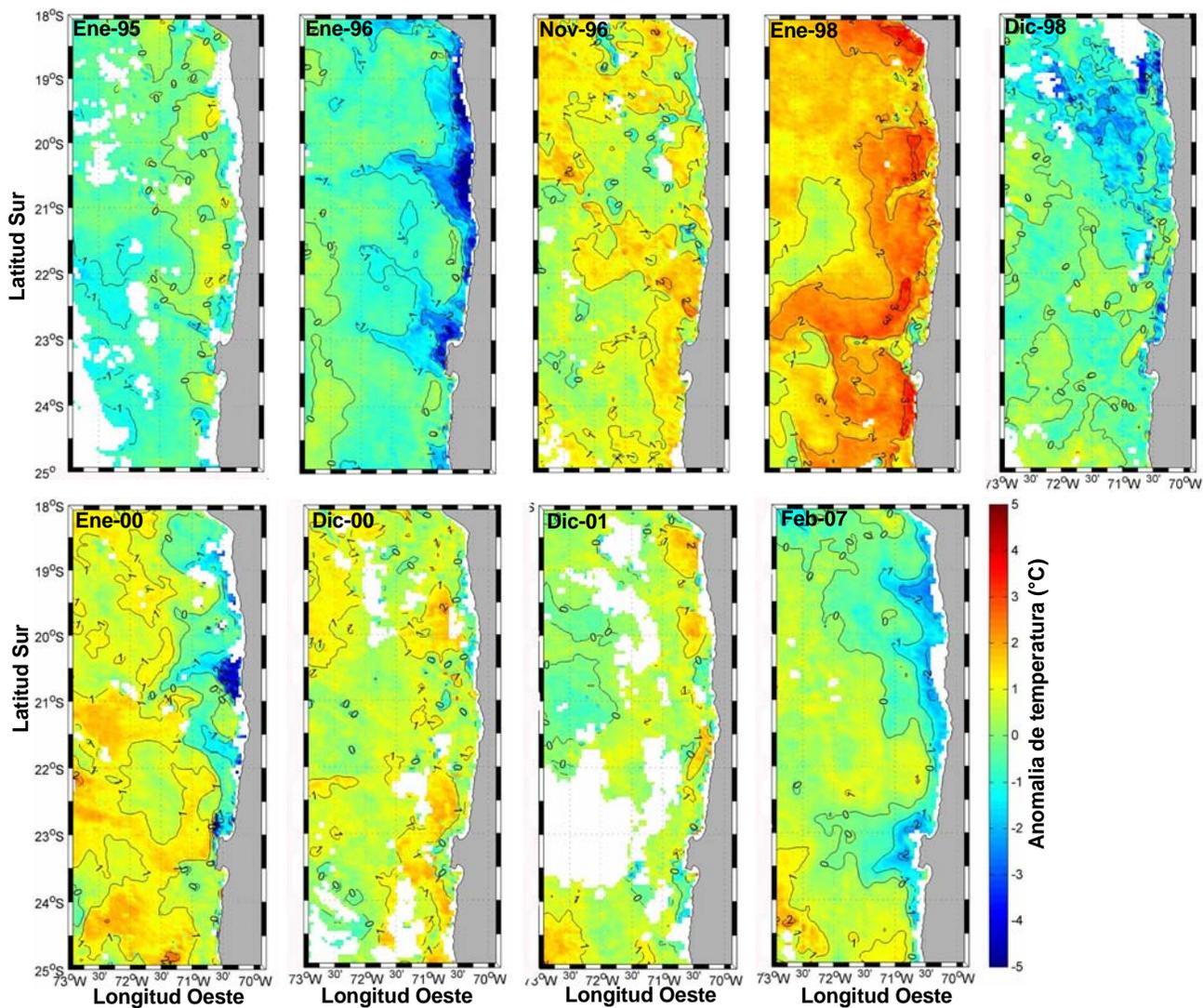


Figura 28. Imágenes de anomalía de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla 2 y la fecha de los cruceros en la Tabla 3.

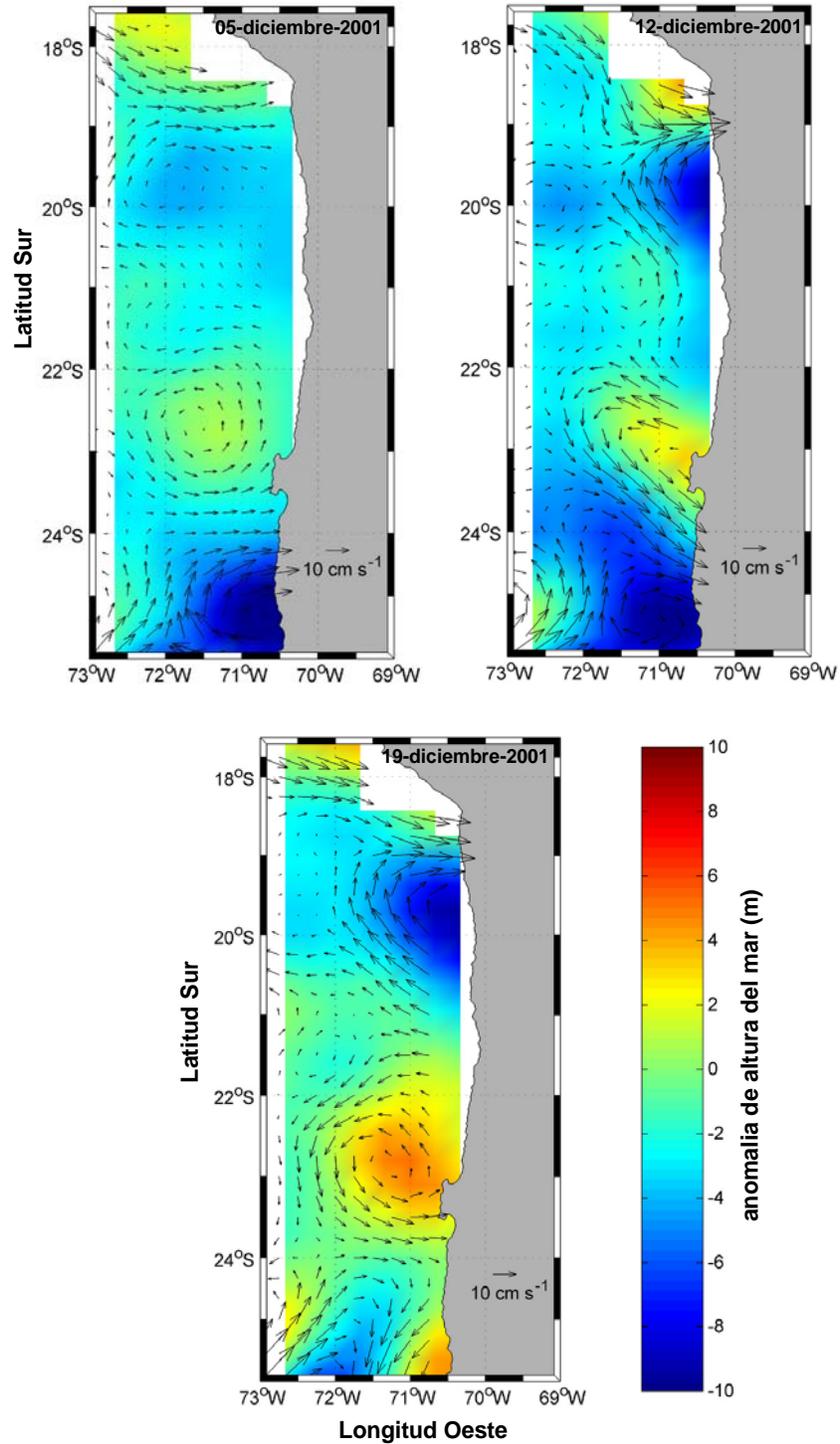


Figura 29. Imágenes de circulación geostrófica superficial y altura del mar medida con satélite para 3 días del mes de diciembre de 2001.

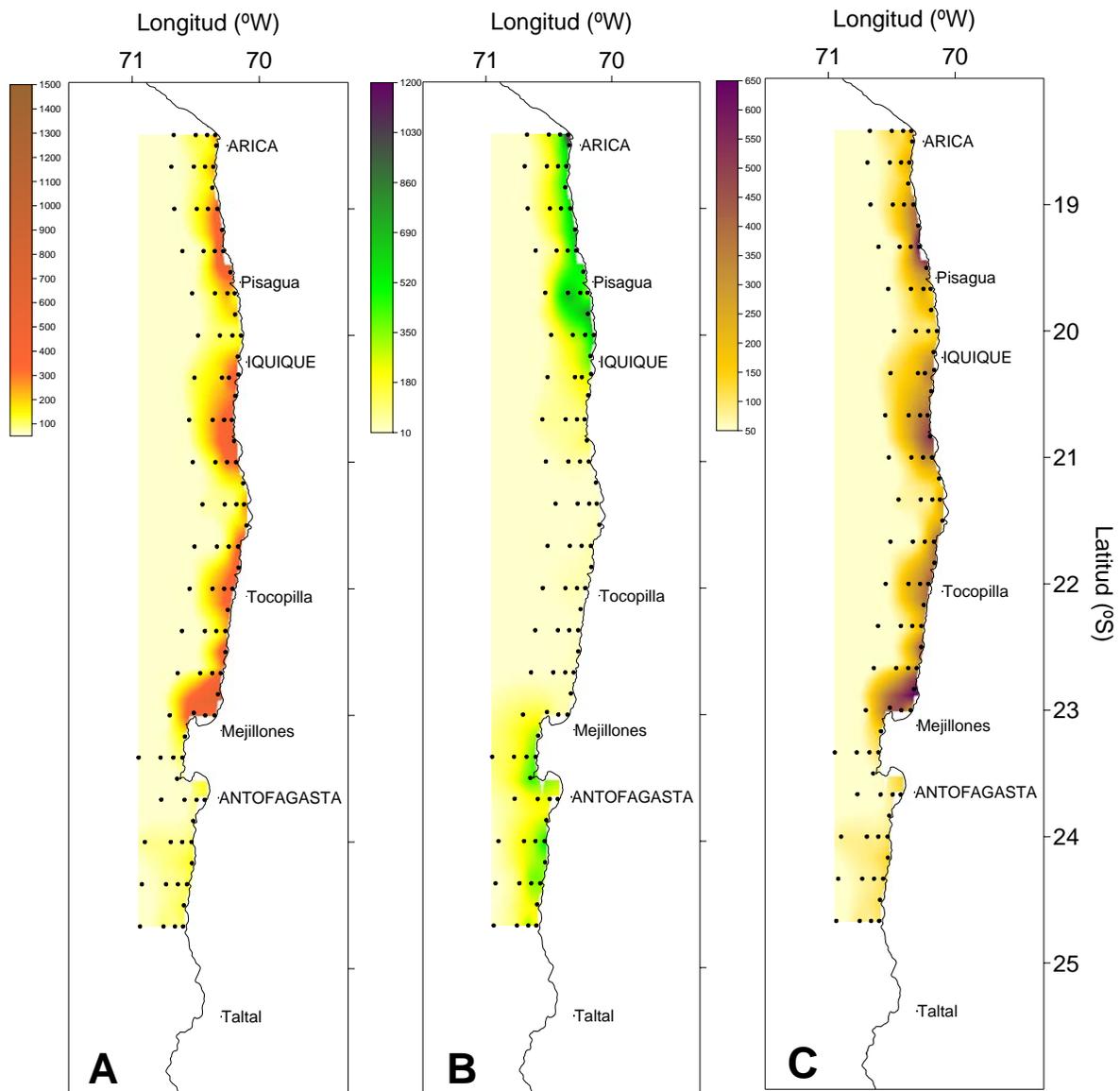


Figura 30. Distribuci3n horizontal de la abundancia fitoplanct3nica integrada (c3l/mL). A: Total; B: Diatomeas; C: Flagelados. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

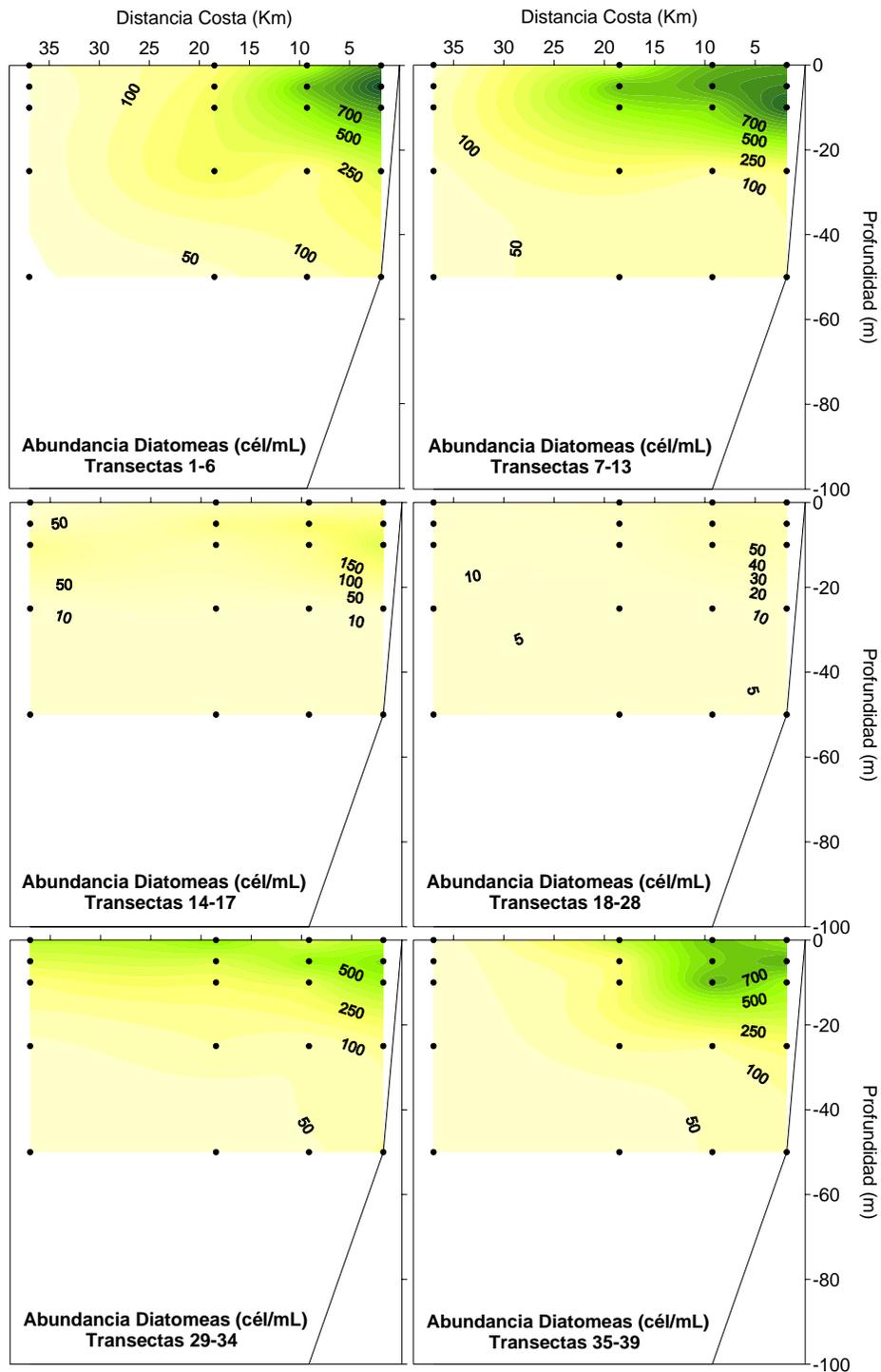


Figura 31. Distribuci3n vertical de la abundancia (cél/mL) de Diatomeas. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

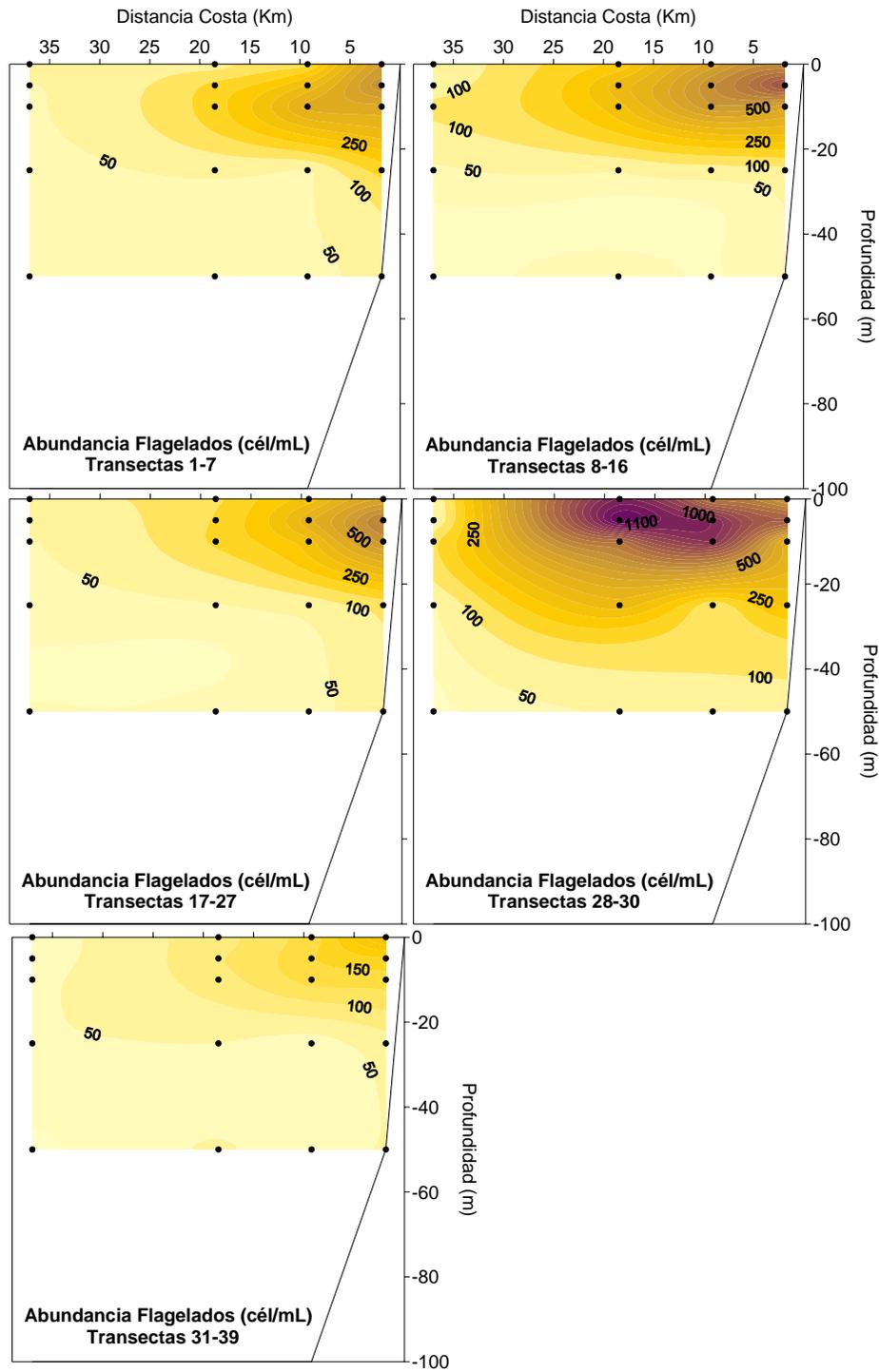


Figura 32. Distribuci3n vertical de la abundancia (cél/mL) de Flagelados. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

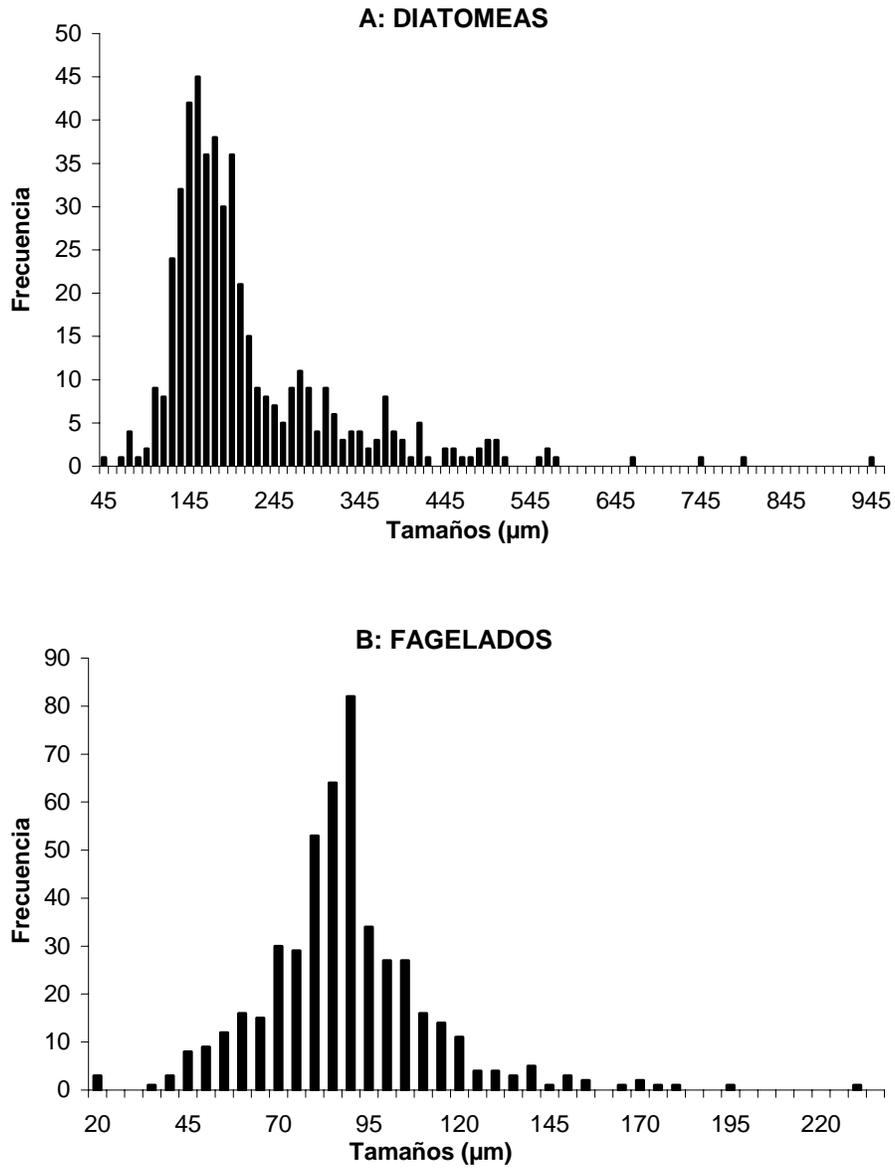


Figura 33. Distribuci3n de frecuencia de tama1os (μm) de A: Diatomeas y B: Flagelados. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

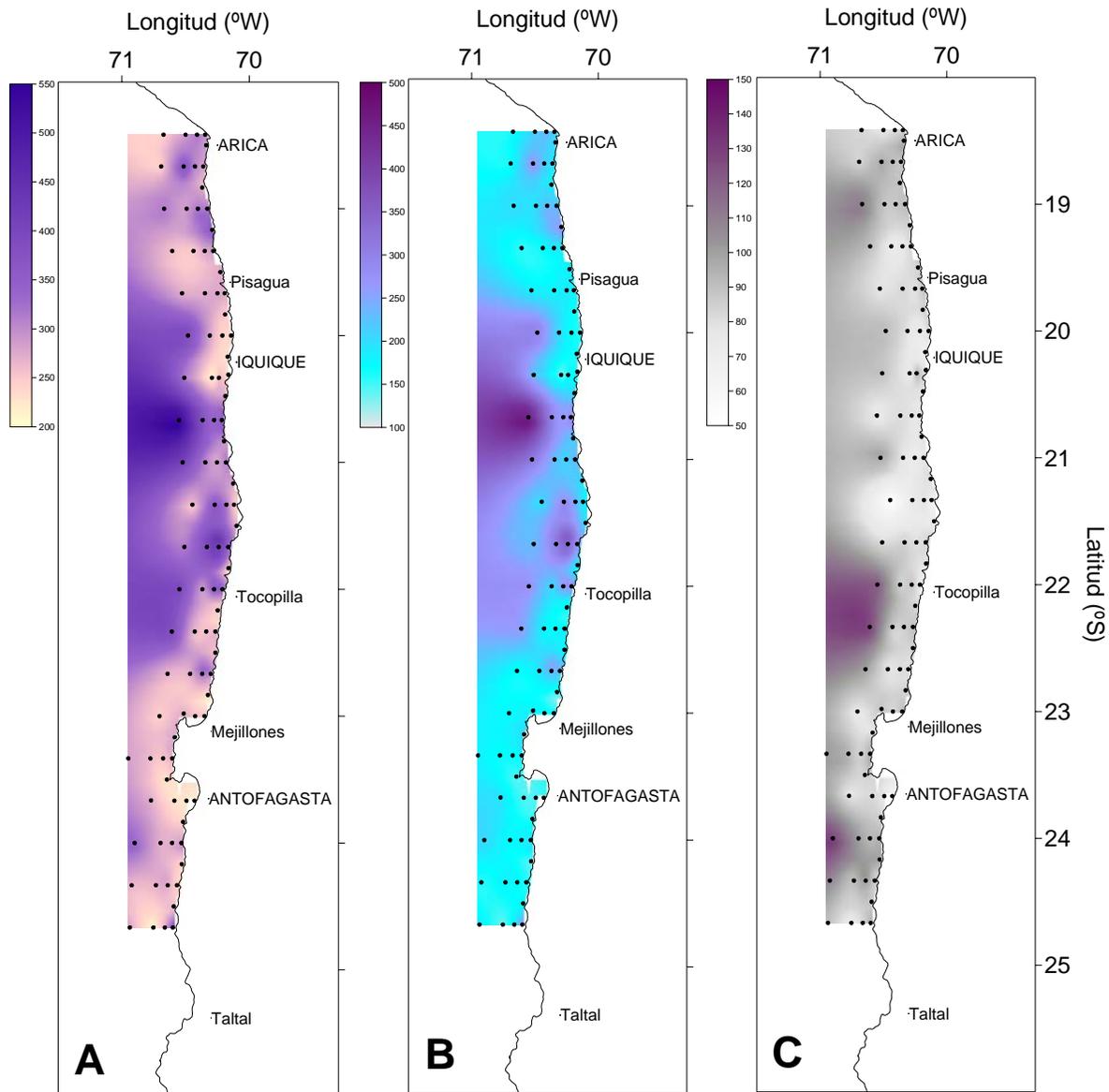


Figura 34. Distribuci3n horizontal del espectro de tama1os (μm) de A: Fitoplancton total; B: Diatomeas; C: Flagelados. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

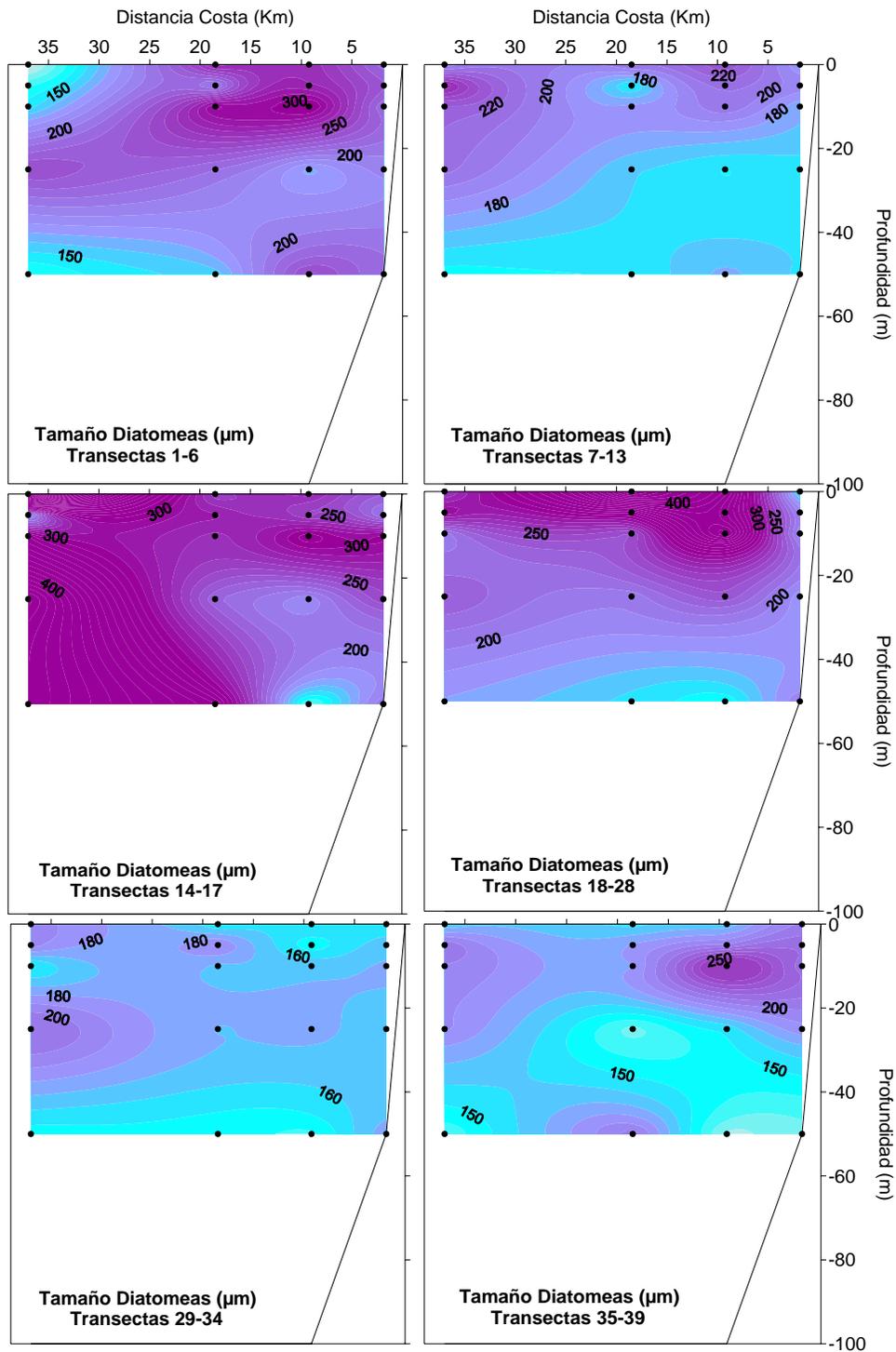


Figura 35. Distribuci3n vertical del espectro de tama1os (μm) de Diatomeas. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

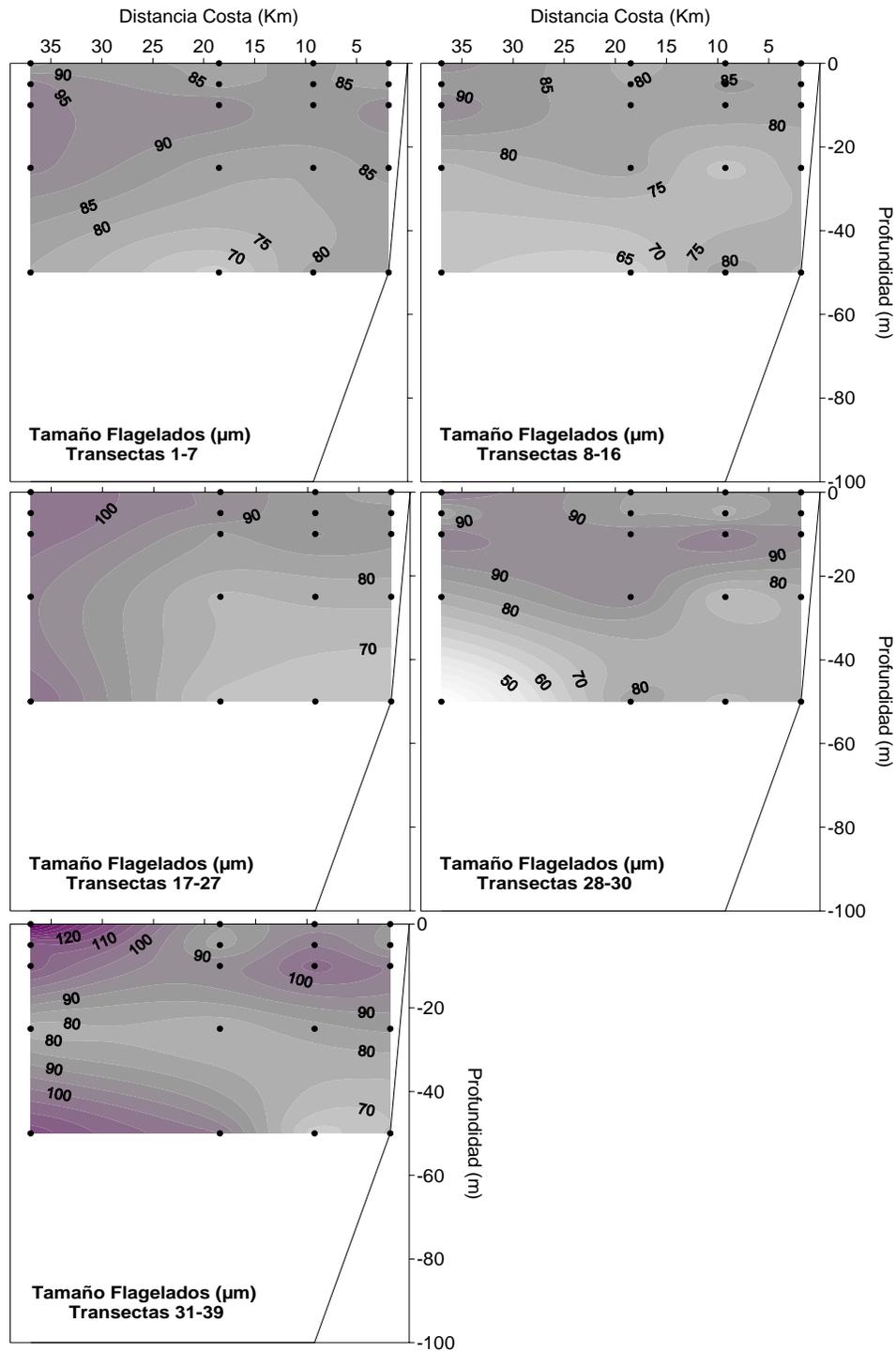


Figura 36. Distribuci3n vertical del espectro de tama1os (μm) de Flagelados. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

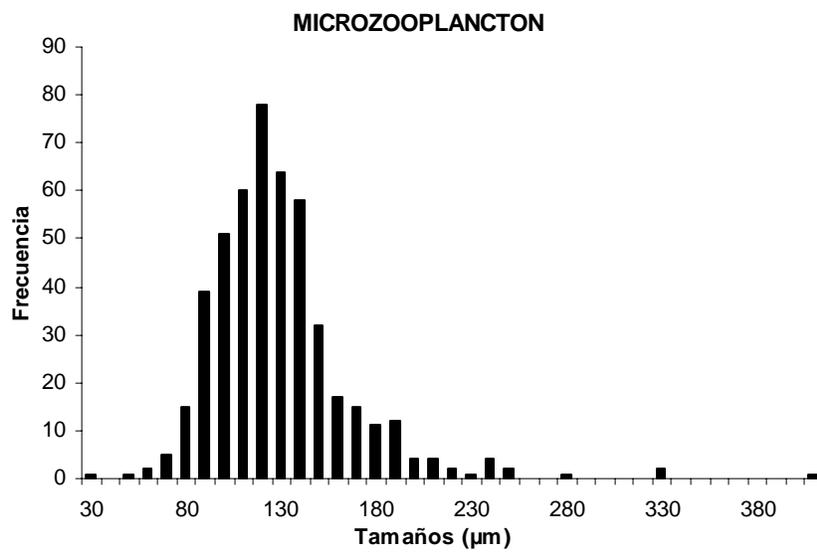


Figura 37. Distribuci3n de frecuencia de tamaños (µm) del Microzooplancton. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

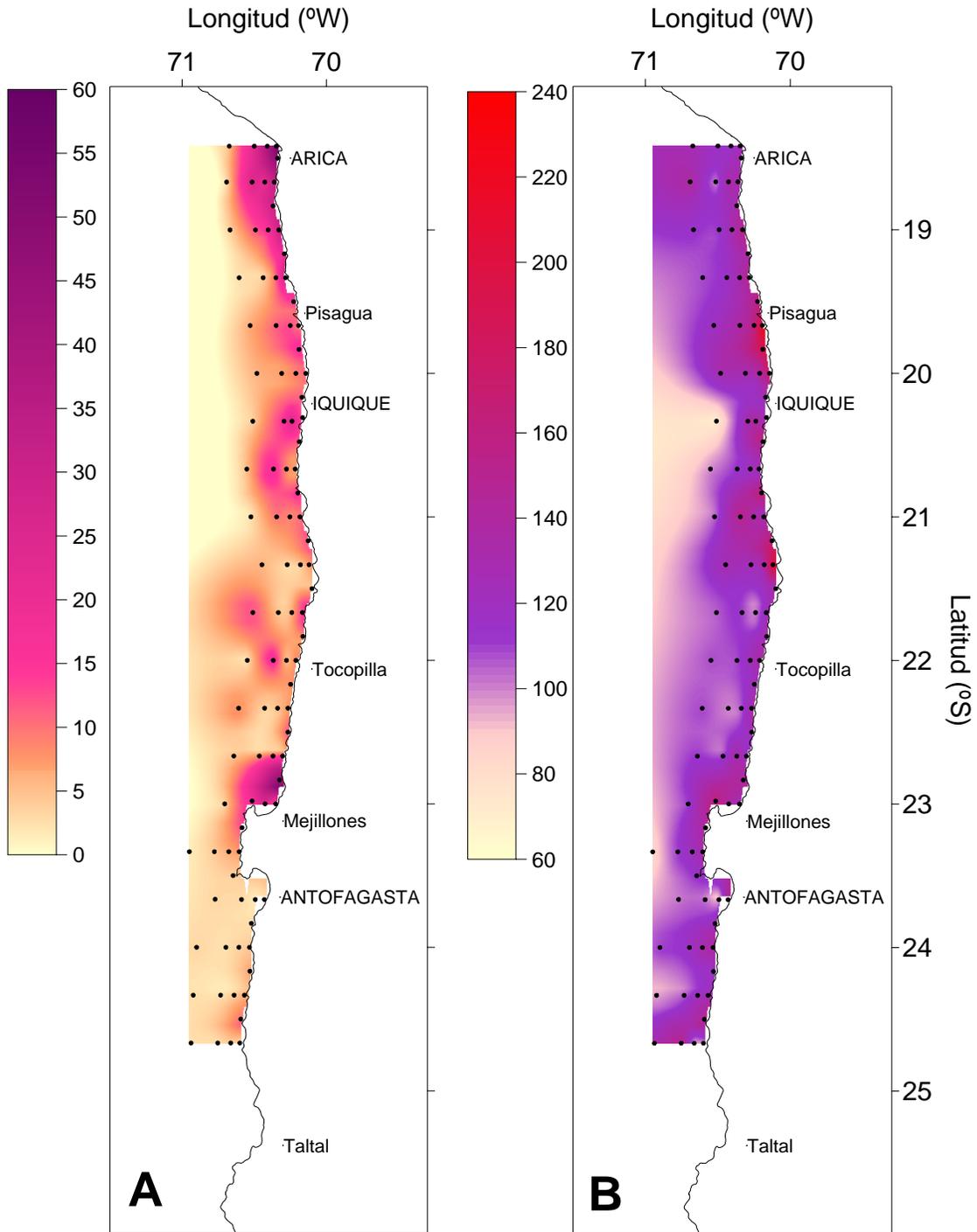


Figura 38. Distribución horizontal del Microzooplancton. A: abundancia (ind/mL); B: tamaños (μm). Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

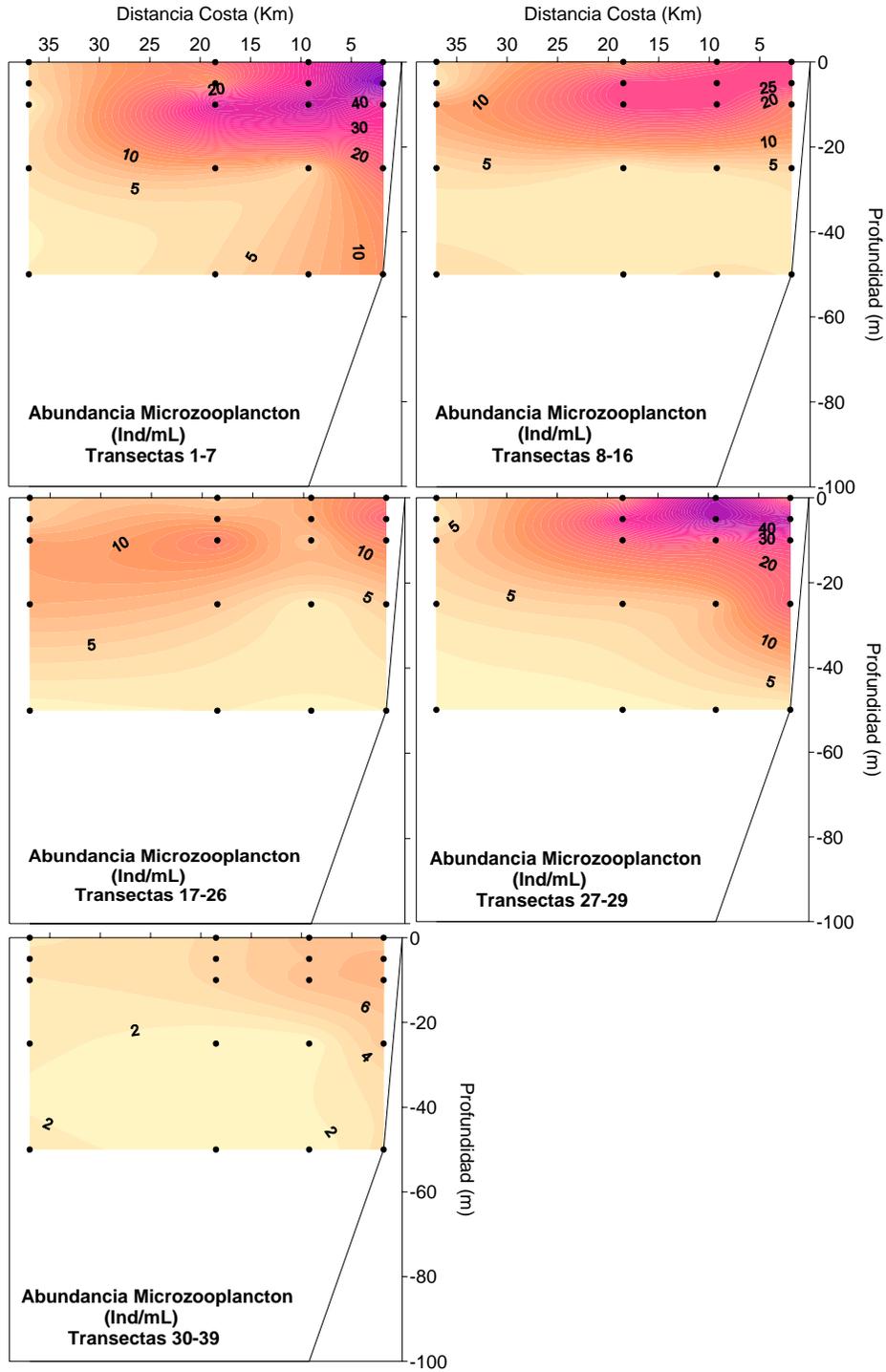


Figura 39. Distribuci3n vertical de la abundancia del Microzooplancton (ind/mL). Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

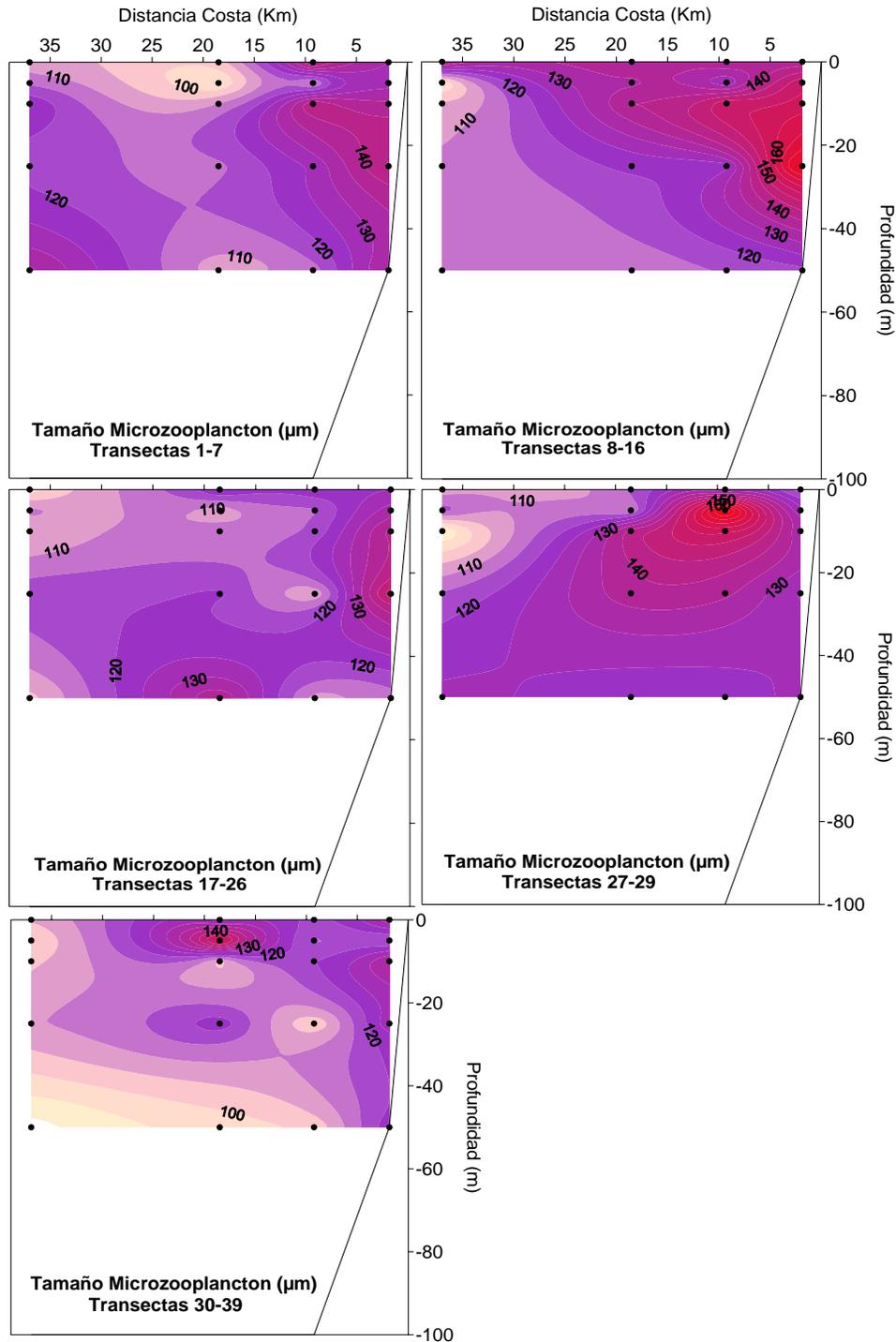


Figura 40. Distribuci3n vertical del espectro de tamaños (µm) del Microzooplancton. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

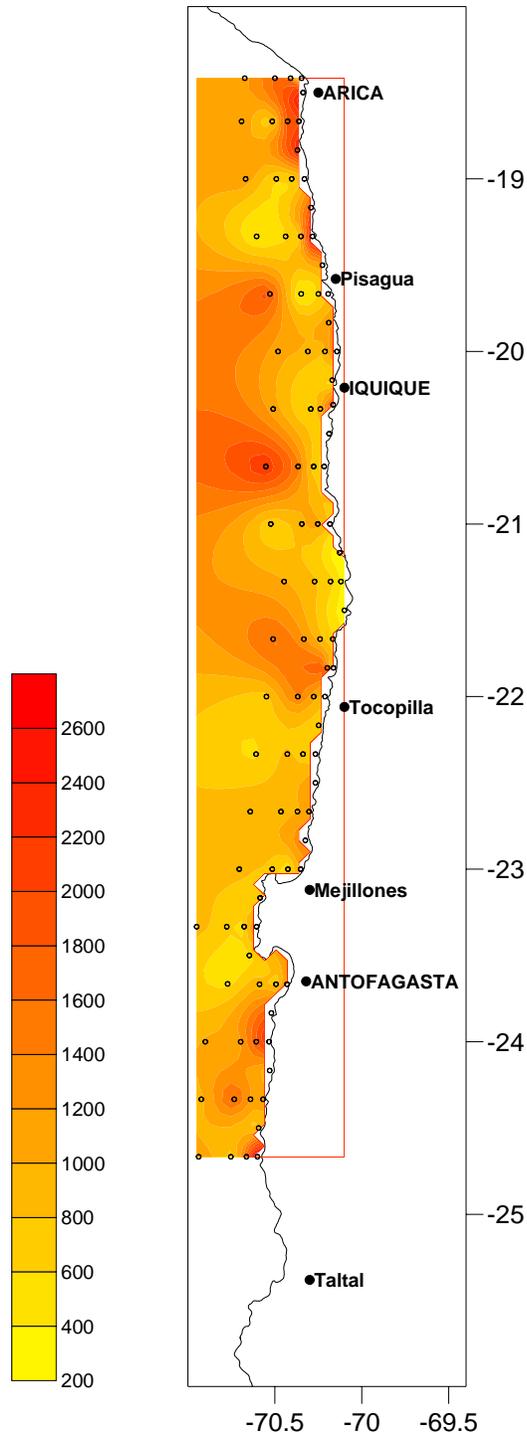


Figura 41. Distribuci3n horizontal de la abundancia total zooplanct3nica (N/m^3). Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

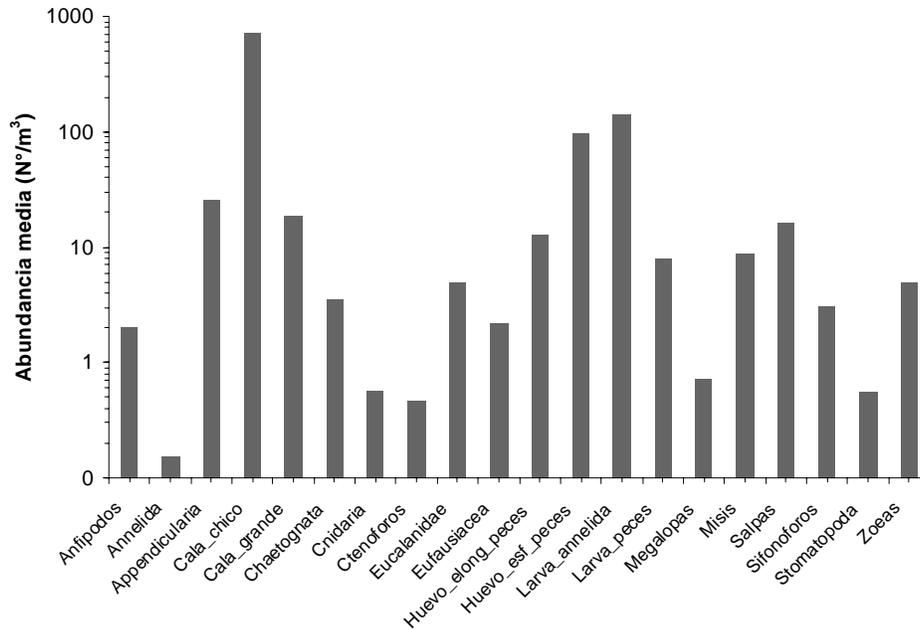


Figura 42. Abundancia media (N°/m³) de los grupos zooplankt3nicos identificados. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

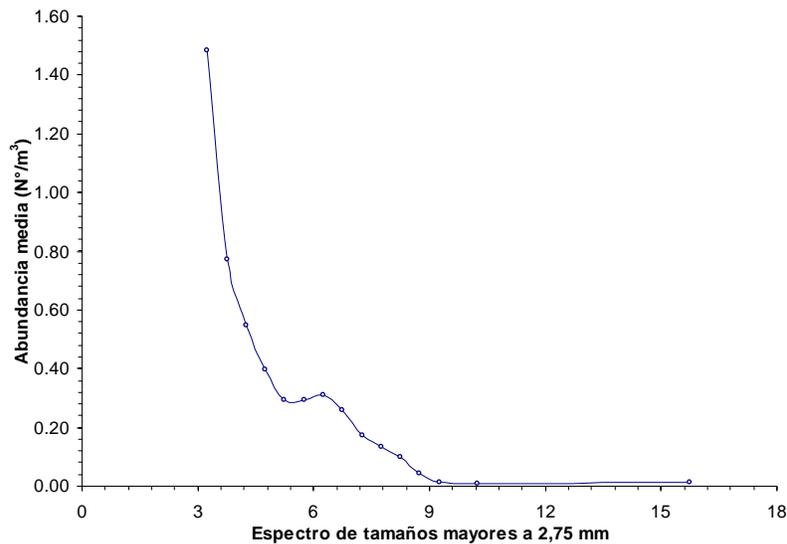


Figura 43. Abundancia media (N°/m³) del espectro de tamaño de zooplancton mayor a 2,75 mm. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

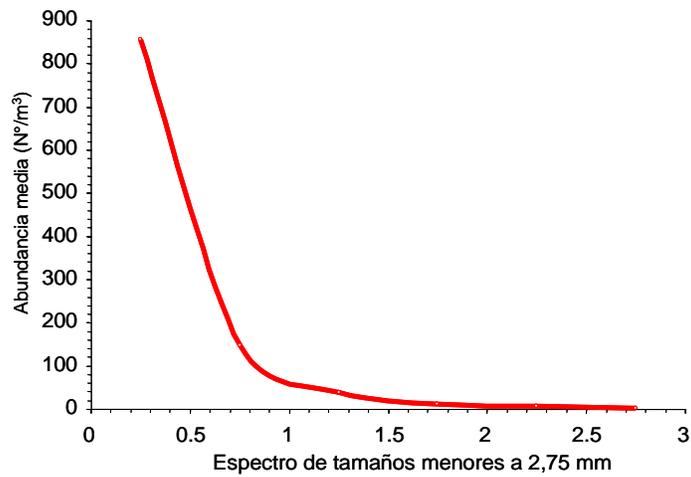


Figura 44. Abundancia media (Nº/m³) del espectro de tamaño de zooplancton menor a 2,75 mm. Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

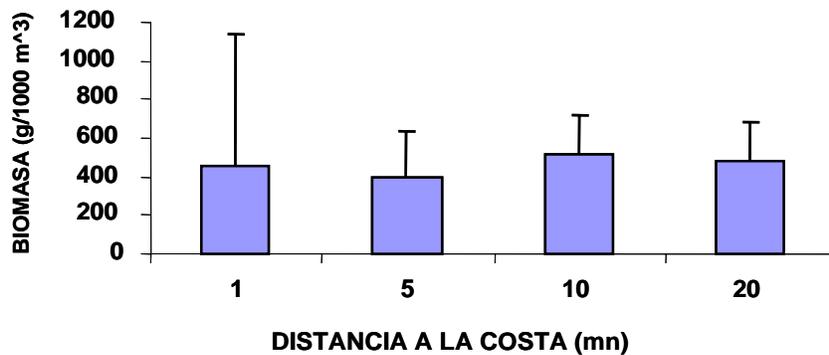


Figura 45. Biomasa zooplanctónica media en funci3n de la distancia a la costa (línea vertical = desviaci3n estándar). Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

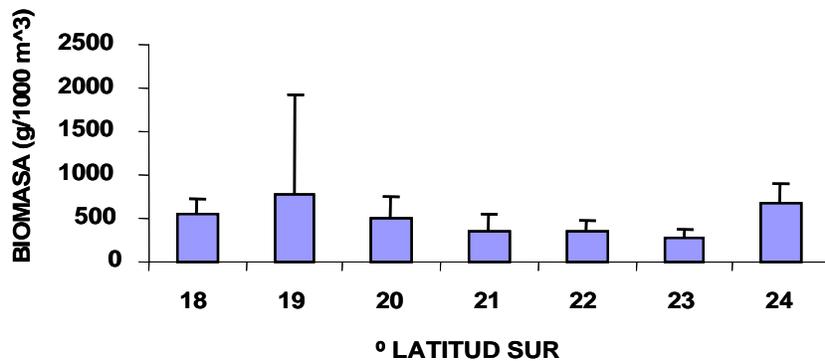


Figura 46. Campo medio de biomasa en funci3n latitudinal (línea vertical = desviaci3n estándar). Crucero Proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.

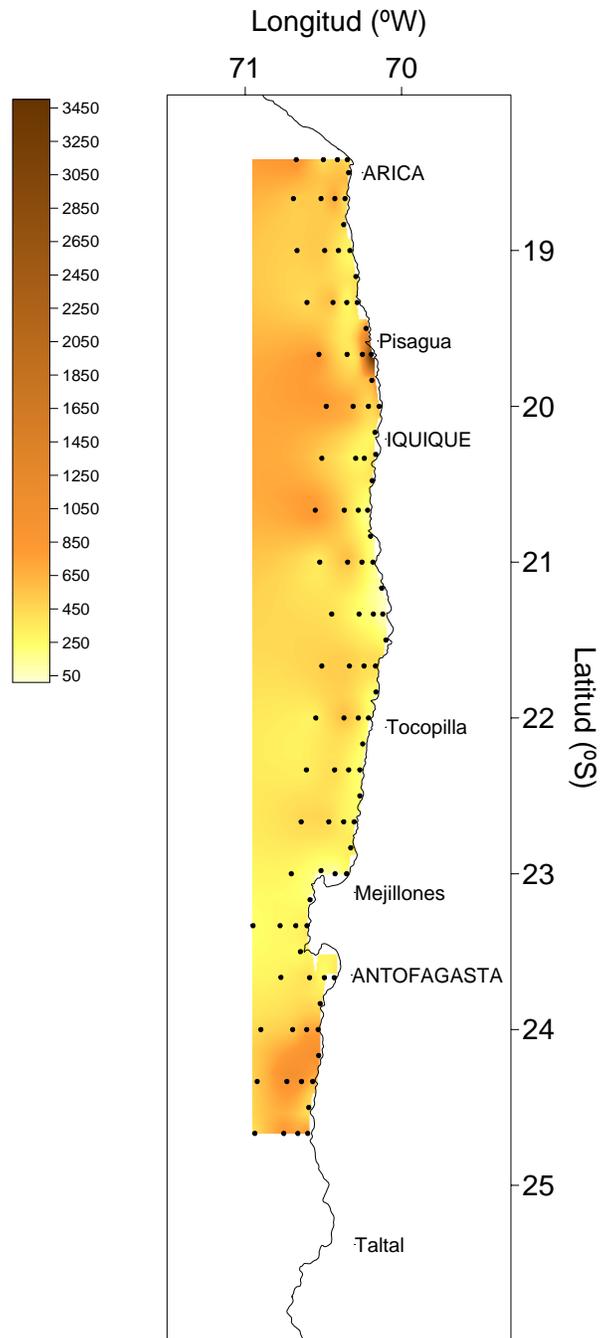
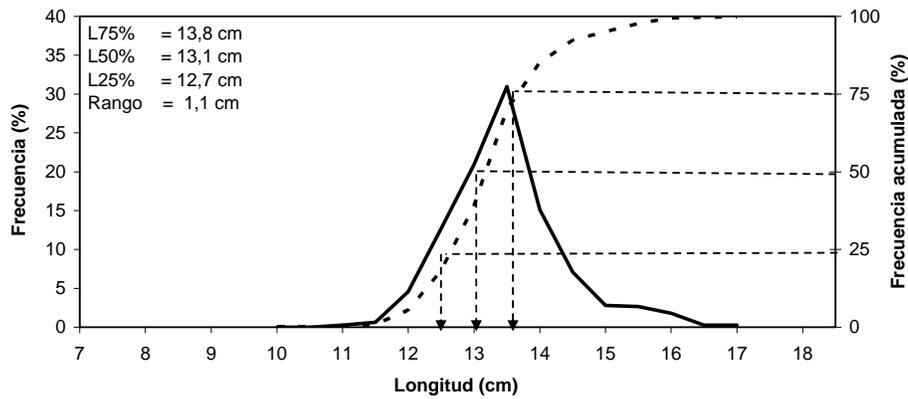


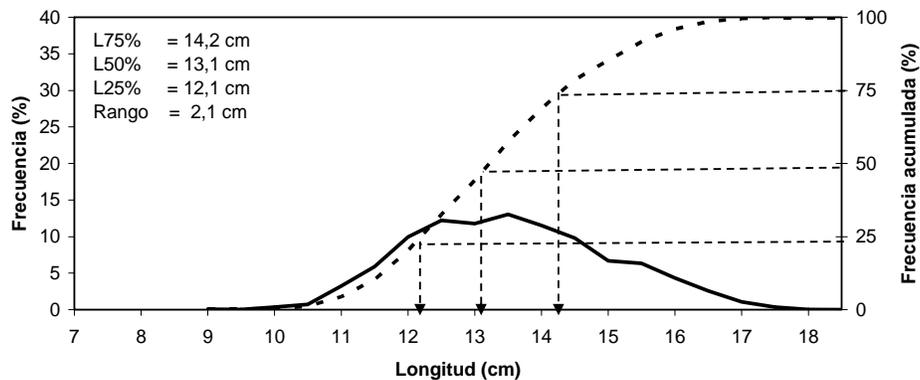
Figura 47. Distribuci3n horizontal de la biomasa zooplanct3nica (gr/1000 m³). Crucero proyecto FIP 2006-39, Febrero 2007.



Cerco



Arrastre a media agua



— Frecuencia (%)
Anchoveta

Figura 48. Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta obtenida en los lances de arrastre a media agua (B/C Abate Molina) y cerco realizados por L/M en el marco del proyecto seguimiento de las principales pesquería en la zona norte. Crucero RECLAN 0702.

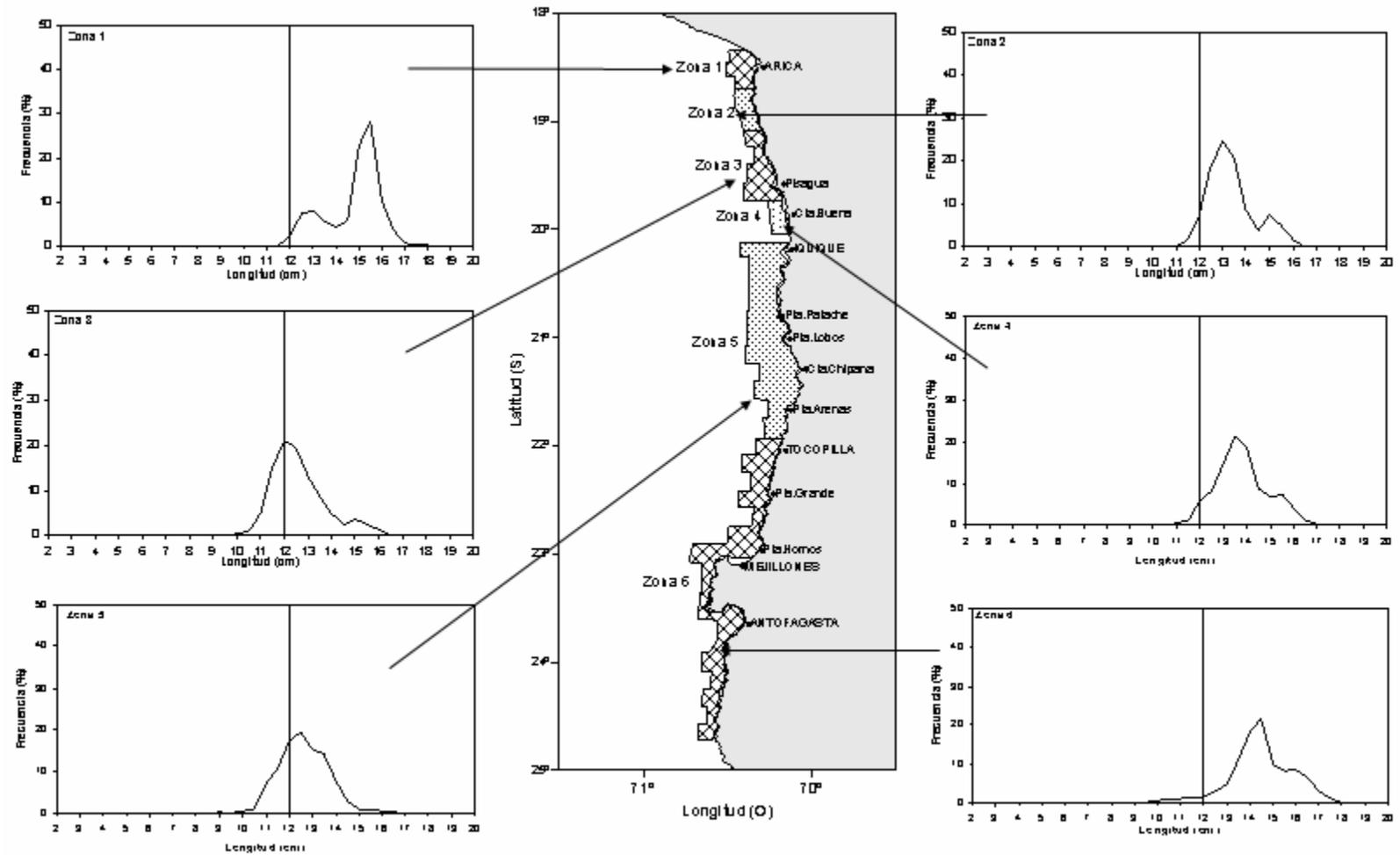


Figura 49. Distribución de zonas de anchoveta y estructura de tallas asociadas. Crucero RECLAN 0702.

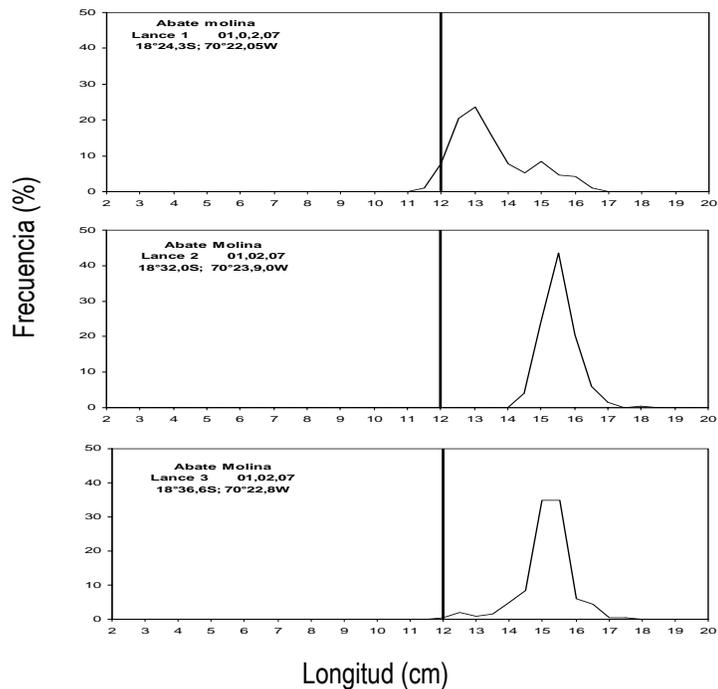


Figura 50. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 1 entre I y II Región, lances 1, 2 y 3, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

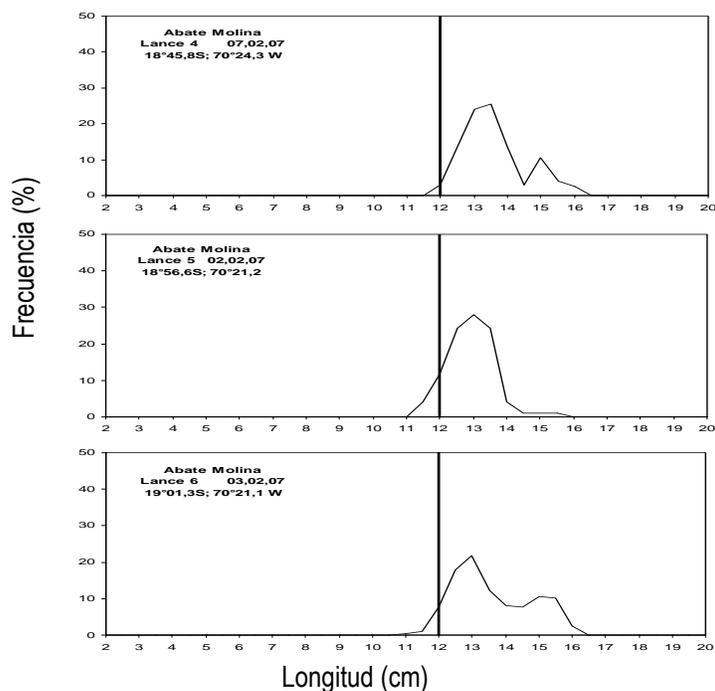


Figura 51. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 2 entre I y II Región, lances 4, 5 y 6, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

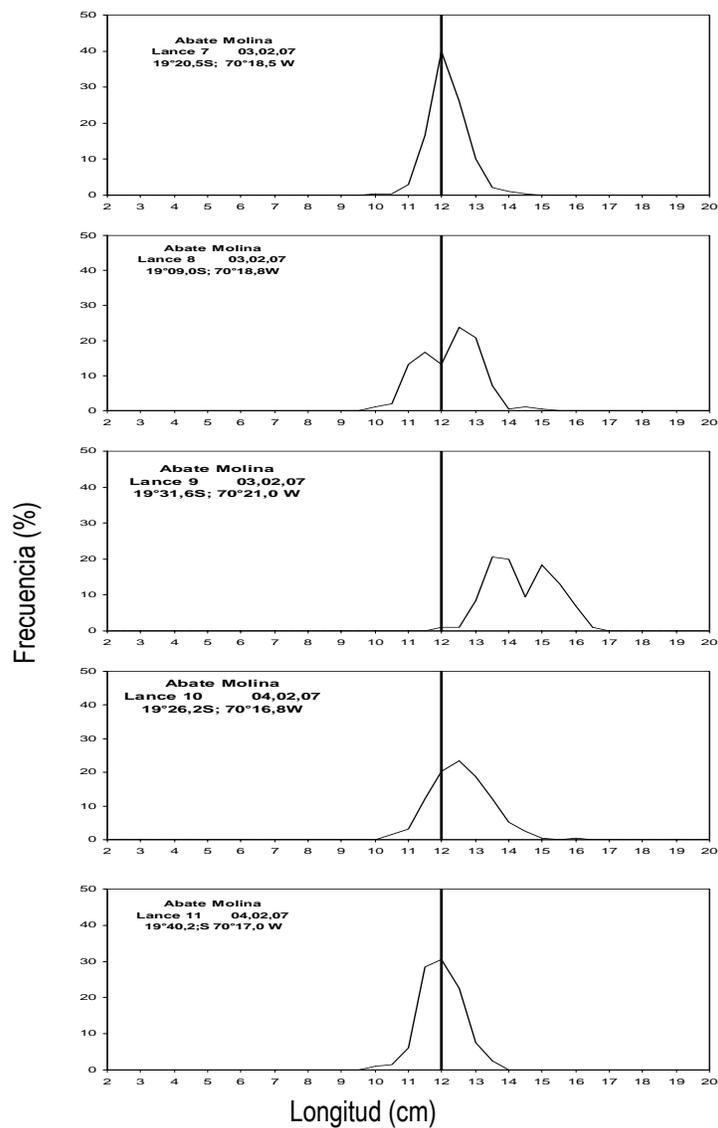


Figura 52. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 3 entre I y II Región, lances 7, 8, 9, 10 y 11, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

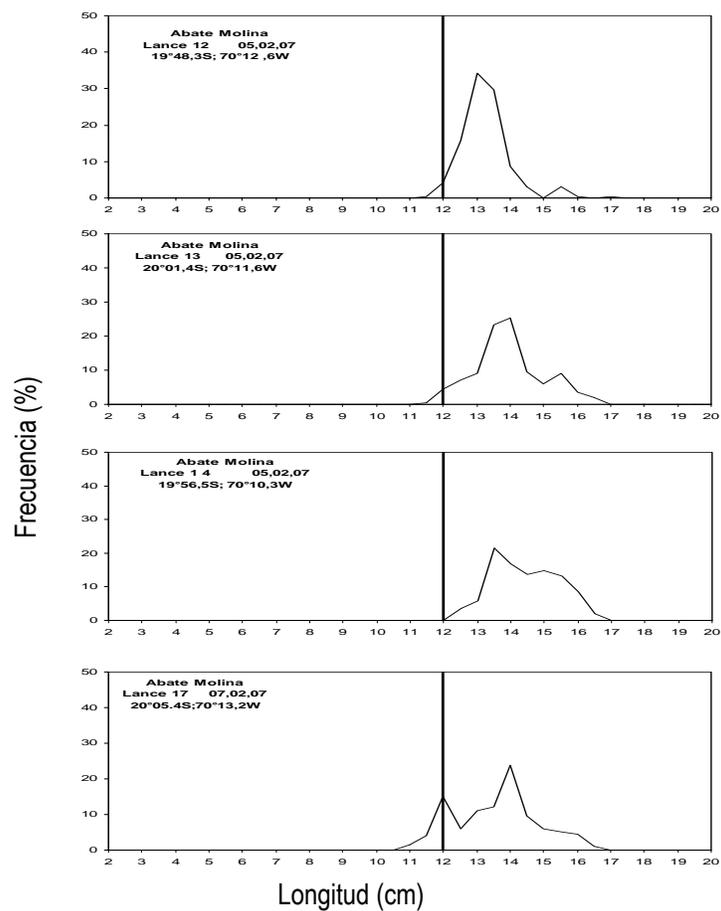


Figura 53. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 4 entre I y II Región, lances 12, 13, 14 y 17, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

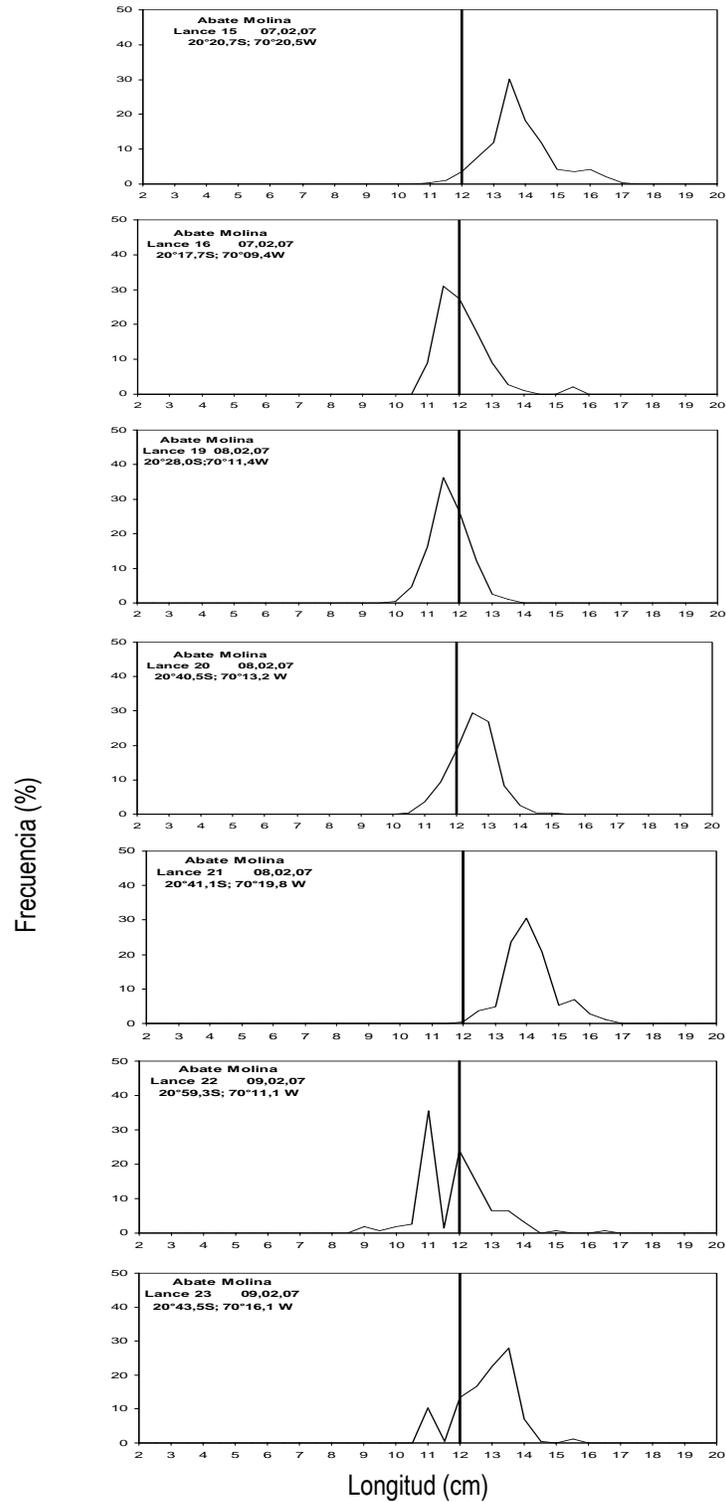


Figura 54. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 5 entre I y II Región, lances 15, 16, 19, 20, 21, 22 y 23, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

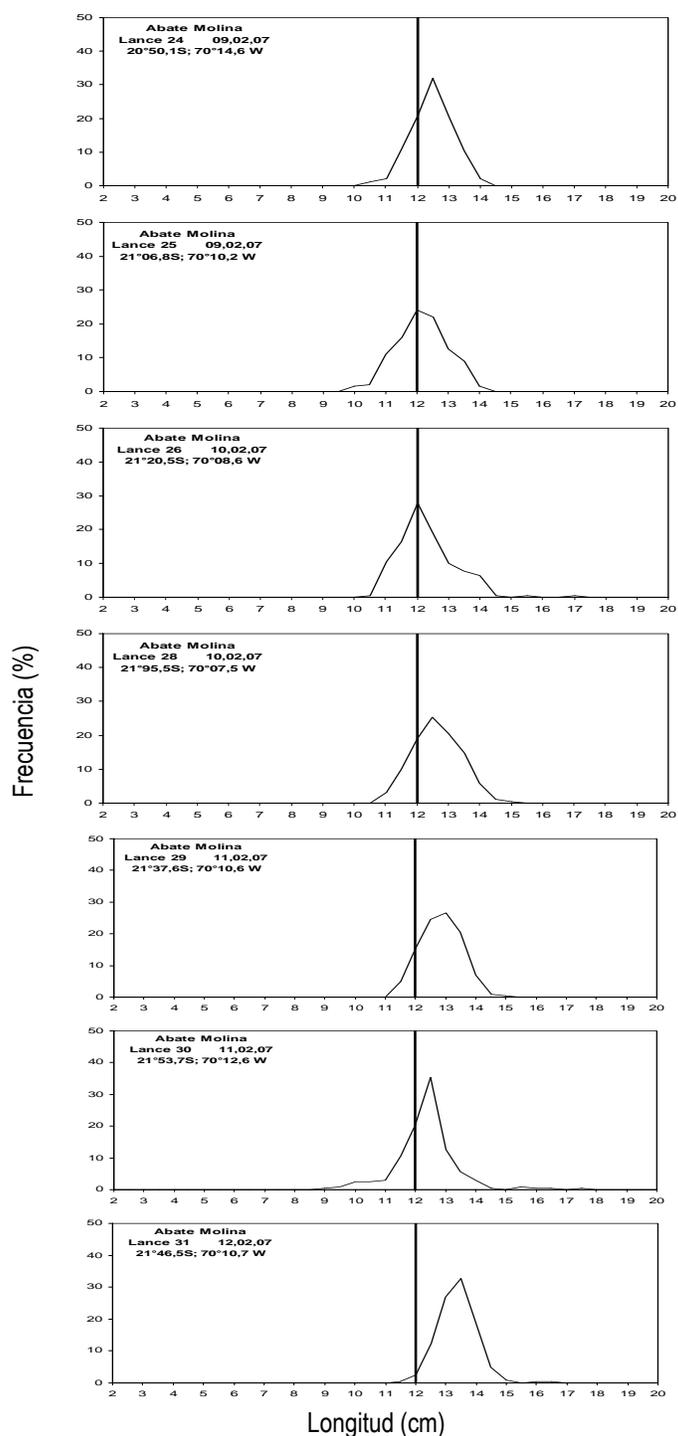


Figura 55. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 5 entre I y II Región, lances 24, 25, 26, 28, 29, 30 y 31, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

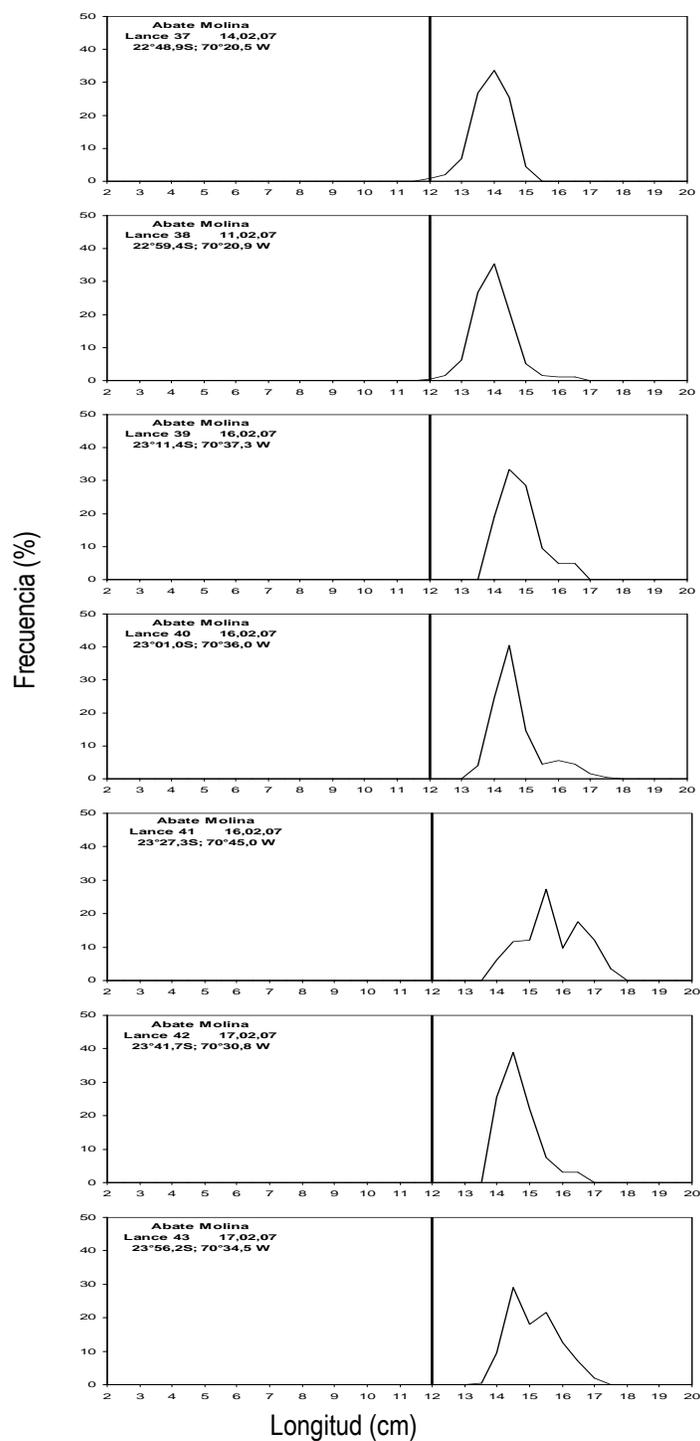


Figura 57. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 6 entre I y II Región, lances 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

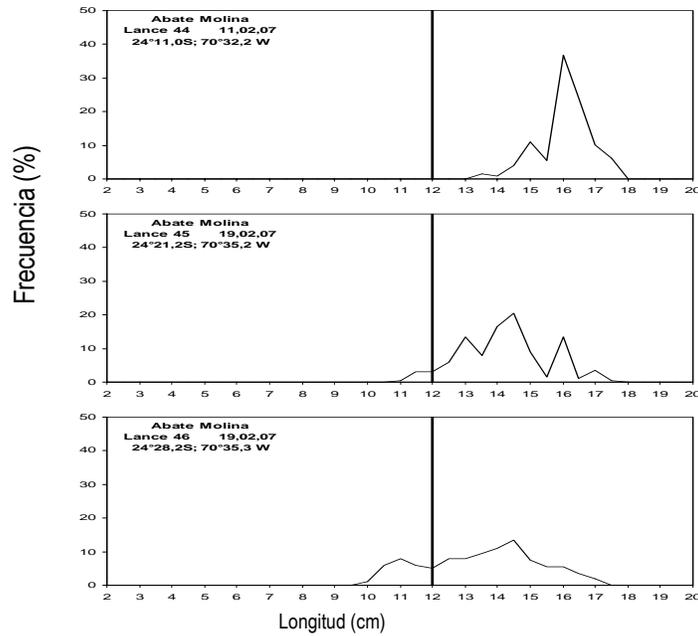


Figura 58. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 6 entre I y II Regi3n, lances 44, 45 y 46, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702.

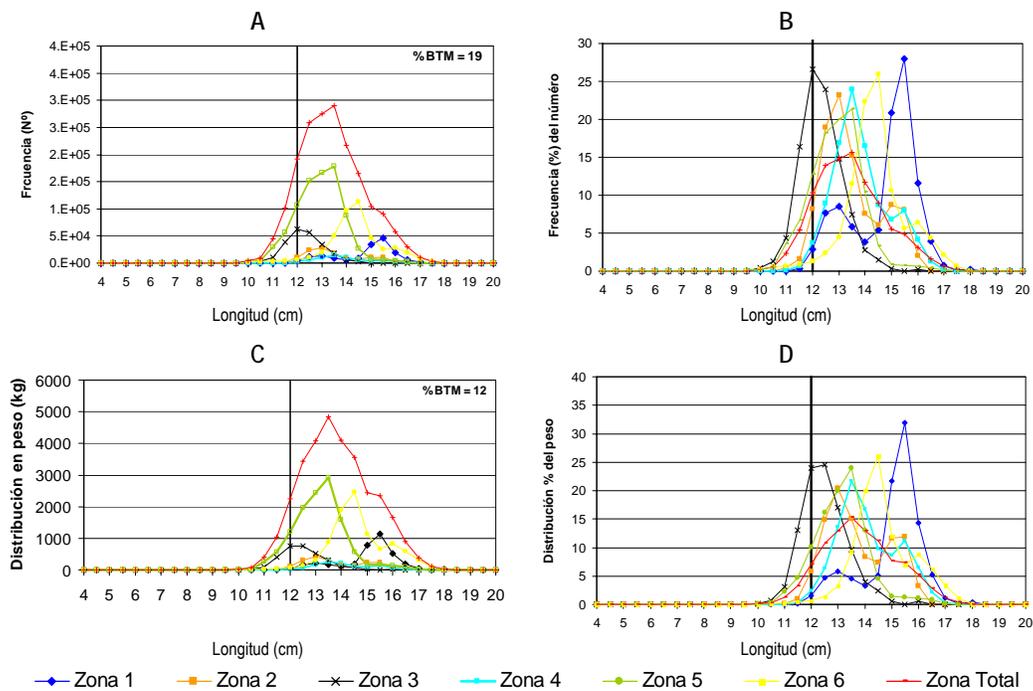


Figura 59. Distribuci3n de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (n°), B) frecuencia (%), C) distribuci3n en peso (kg) y D) distribuci3n en peso (%). Crucero RECLAN 0702.

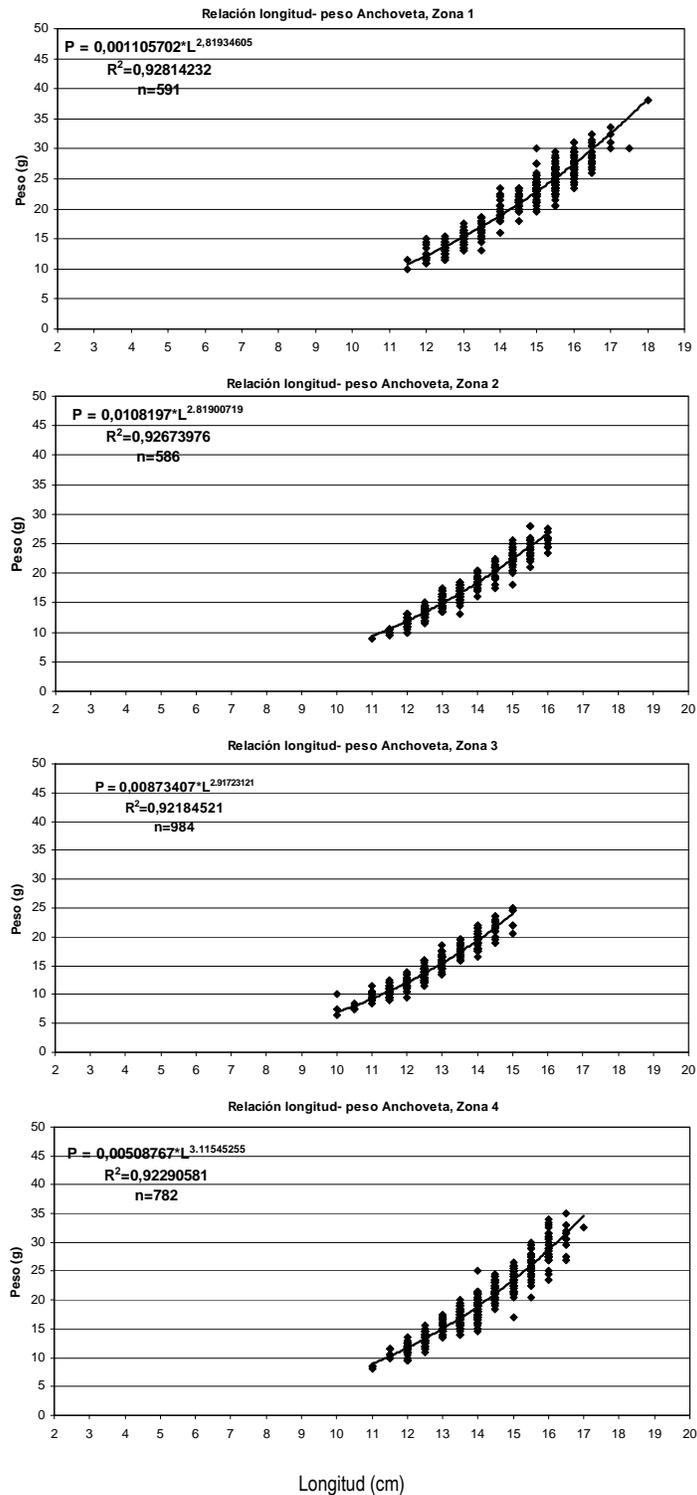


Figura 60. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoqueta para las zonas 1, 2, 3 y 4. Crucero RECLAN 0702.

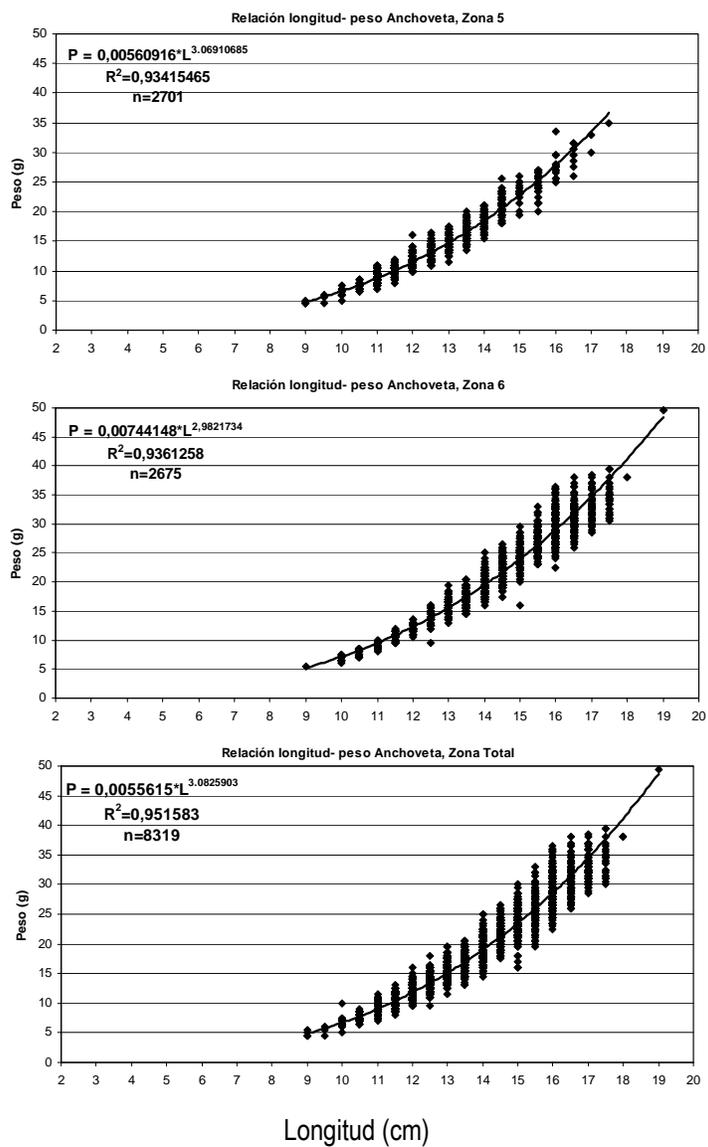


Figura 61. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para las zonas 5, 6 y total. Crucero RECLAN 0702.

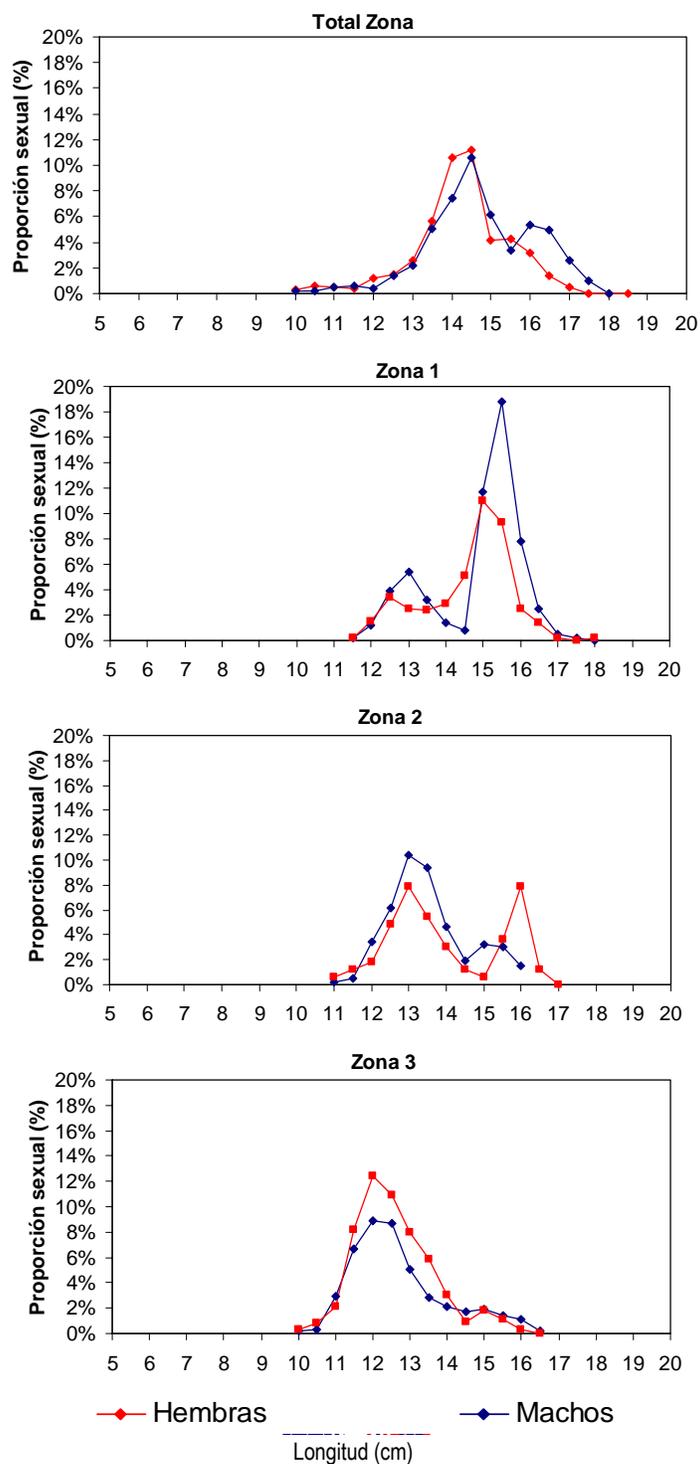


Figura 62. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta para zona total, 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0702.

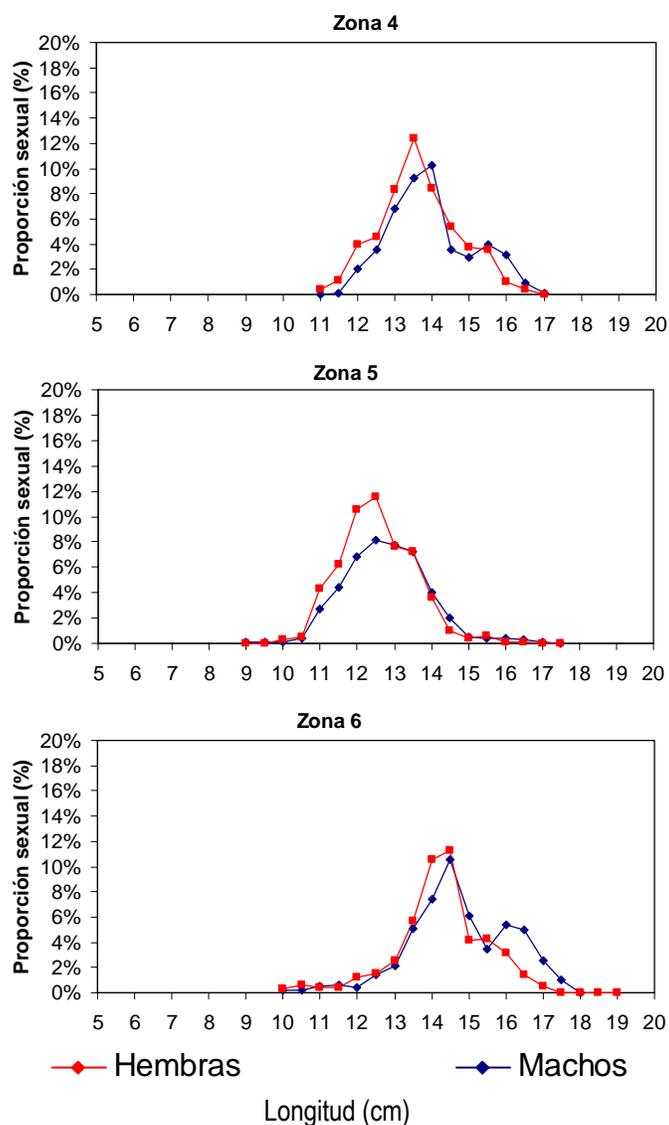


Figura 63. Proporci3n de hembras y machos del total de ejemplares sexuales de anchoveta para zonas 4, 5 y 6. Crucero RECLAN 0702.

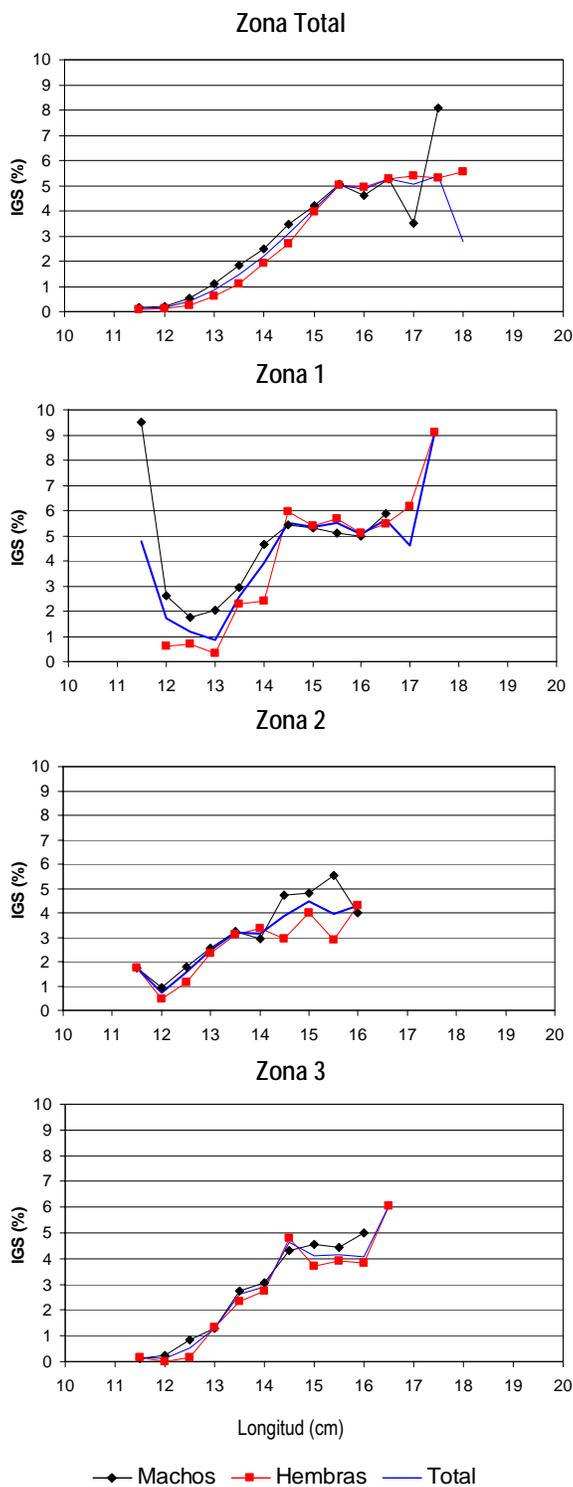


Figura 64. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y zona. Crucero RECLAN 0702.

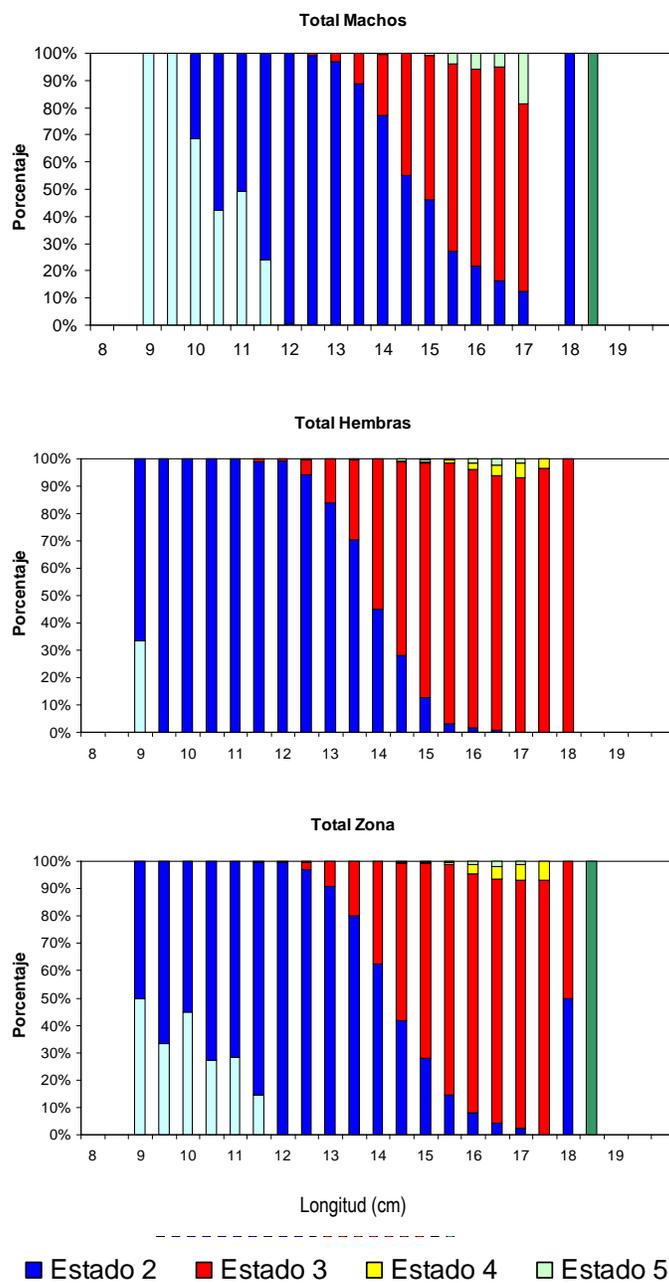


Figura 65. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN 0702.

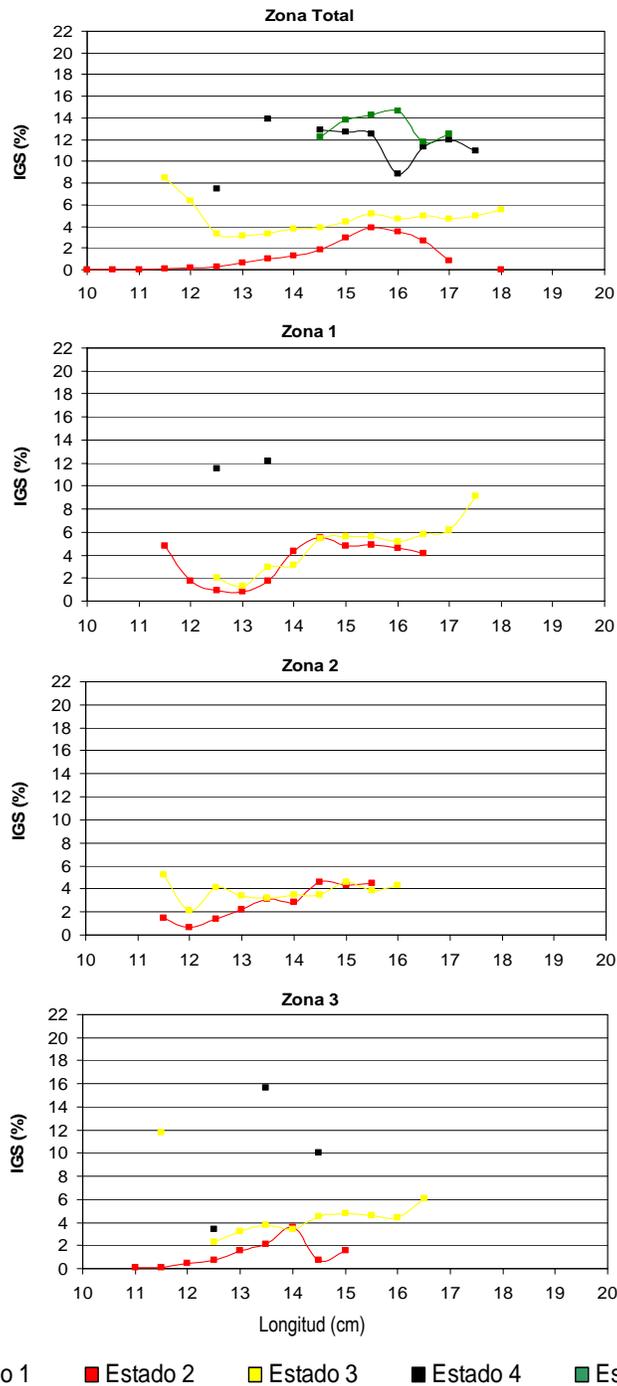
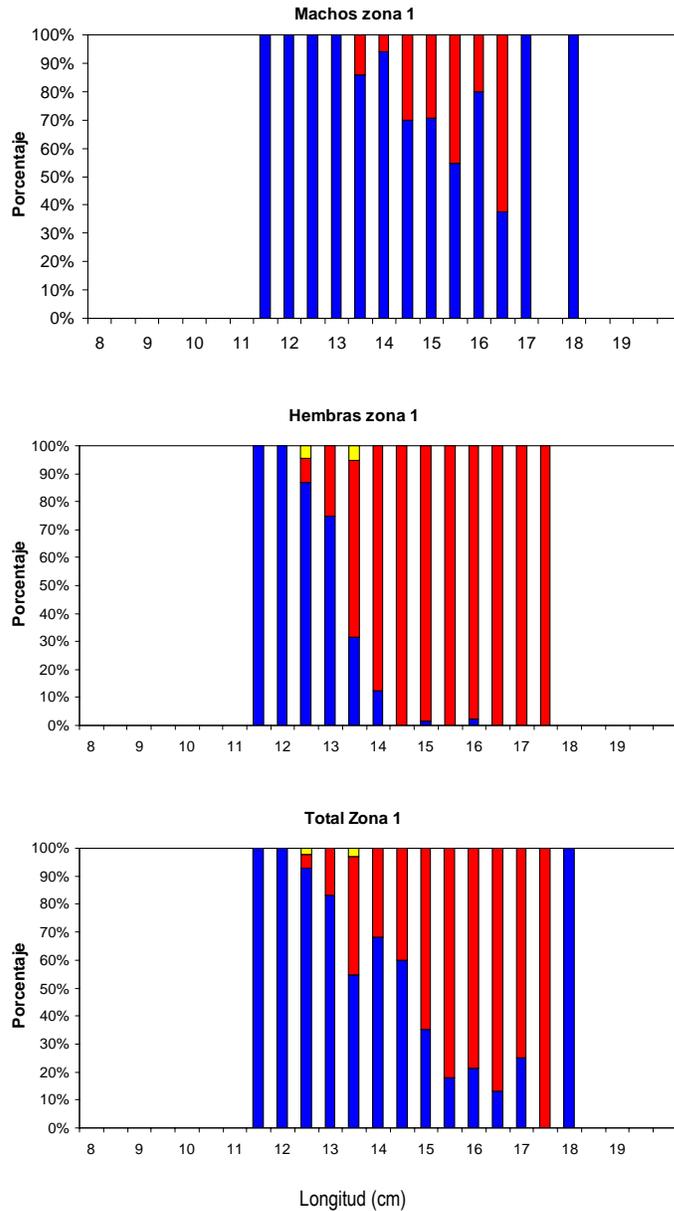
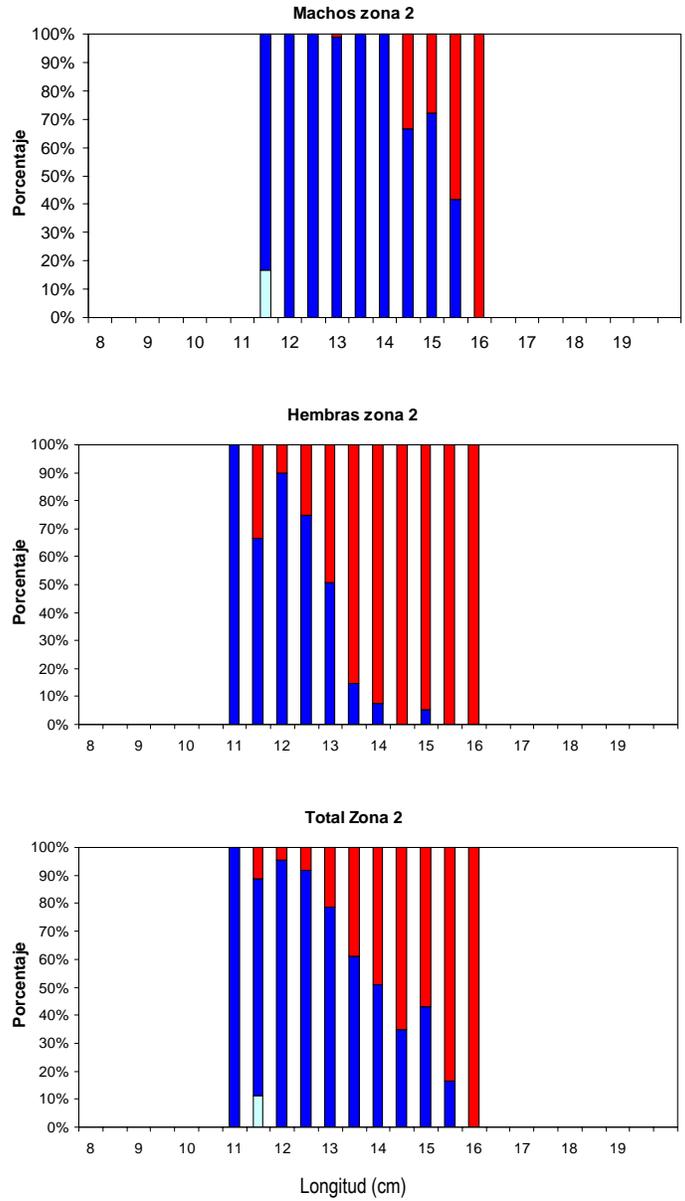


Figura 66. IGS de anchoveta para cada zona de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN 0702.



■ Estado 1
 ■ Estado 2
 ■ Estado 3
 ■ Estado 4
 ■ Estado 5
 ■ Estado 6

Figura 67. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 1. Crucero RECLAN 0702.



■ Estado 1
 ■ Estado 2
 ■ Estado 3
 ■ Estado 4
 ■ Estado 5
 ■ Estado 6

Figura 68. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 2. Crucero RECLAN 0702.

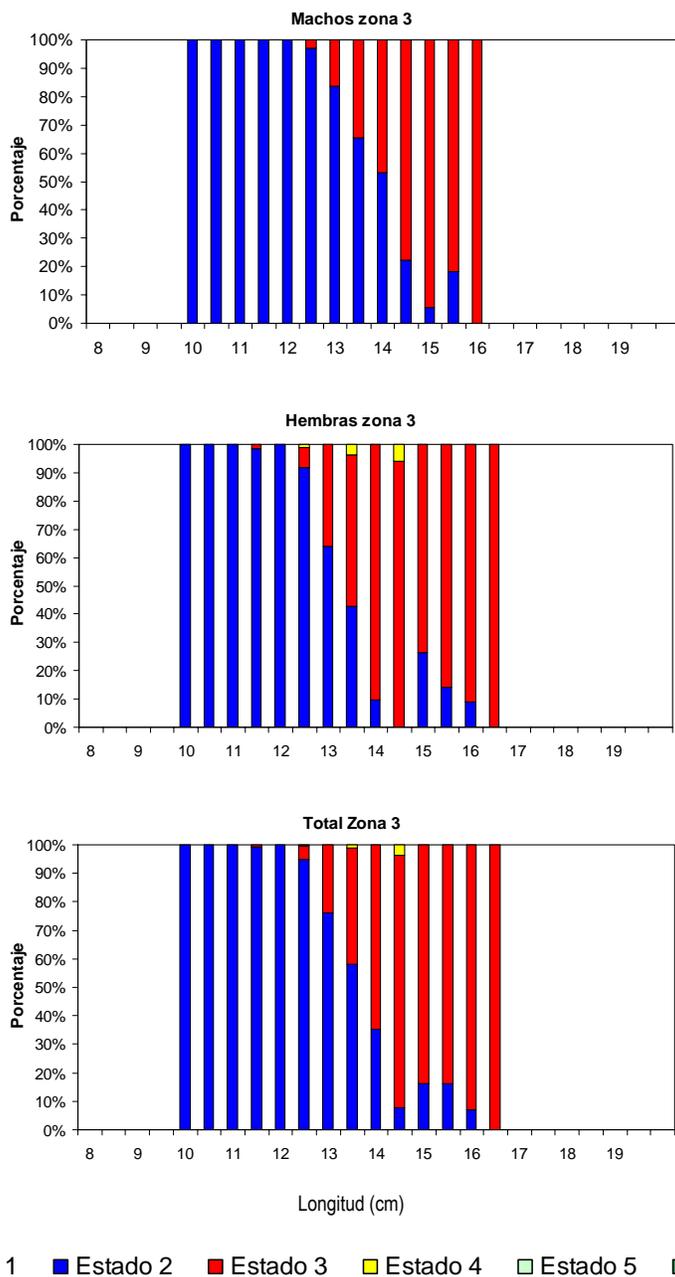


Figura 69. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 3. Crucero RECLAN 0702.

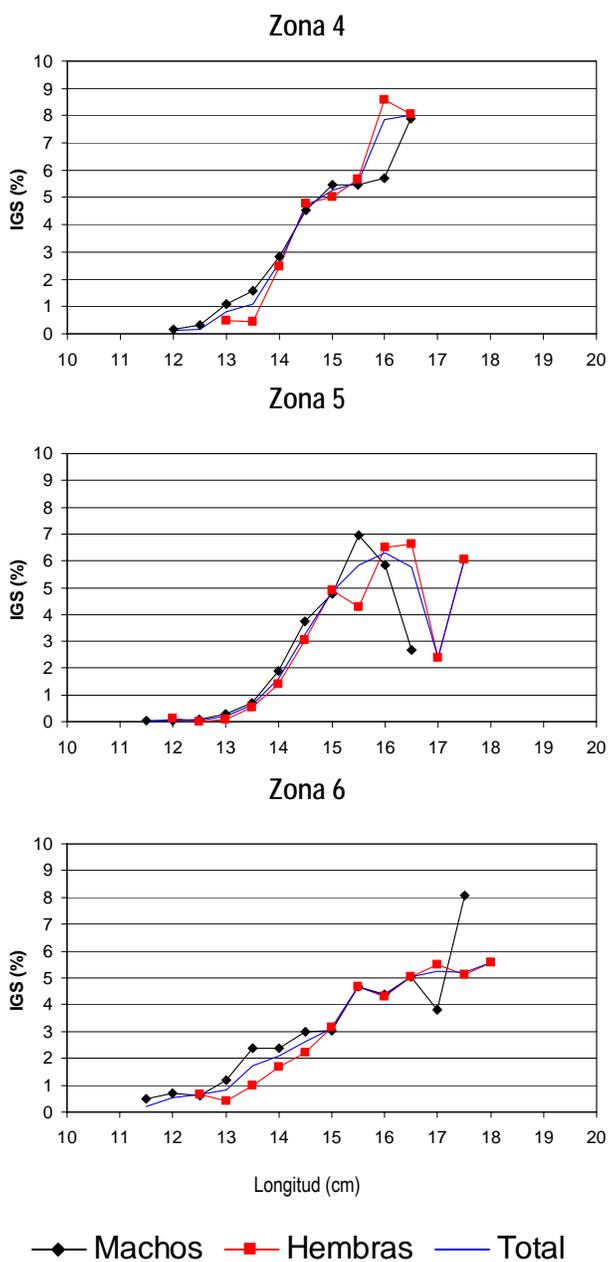


Figura 70. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y zona. Crucero RECLAN 0702.

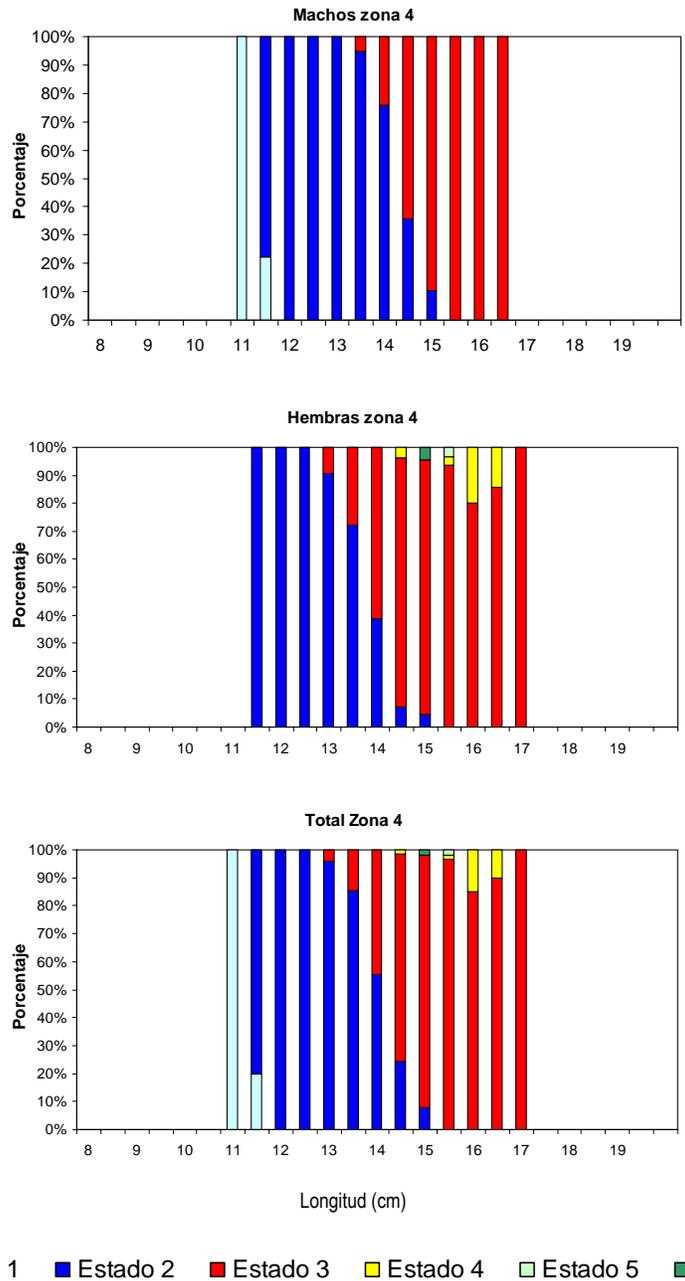


Figura 71. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 4. Crucero RECLAN 0702.

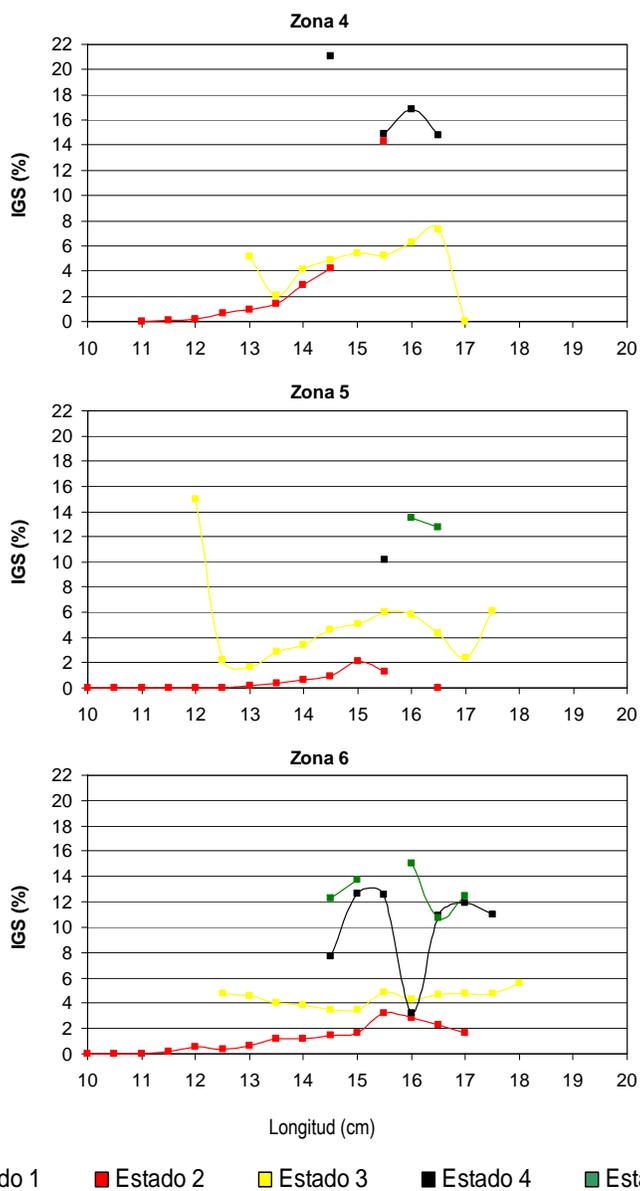


Figura 72. IGS de anchoveta para cada zona de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN 0702.

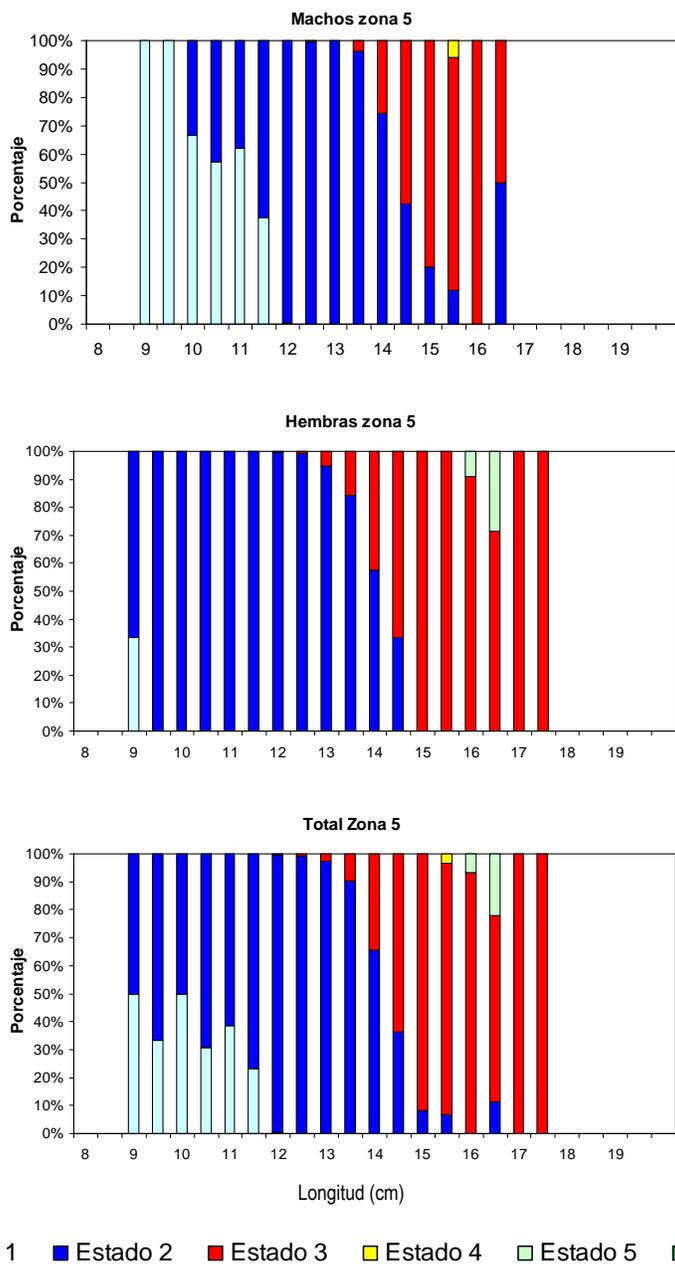


Figura 73. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 5. Crucero RECLAN I0702.

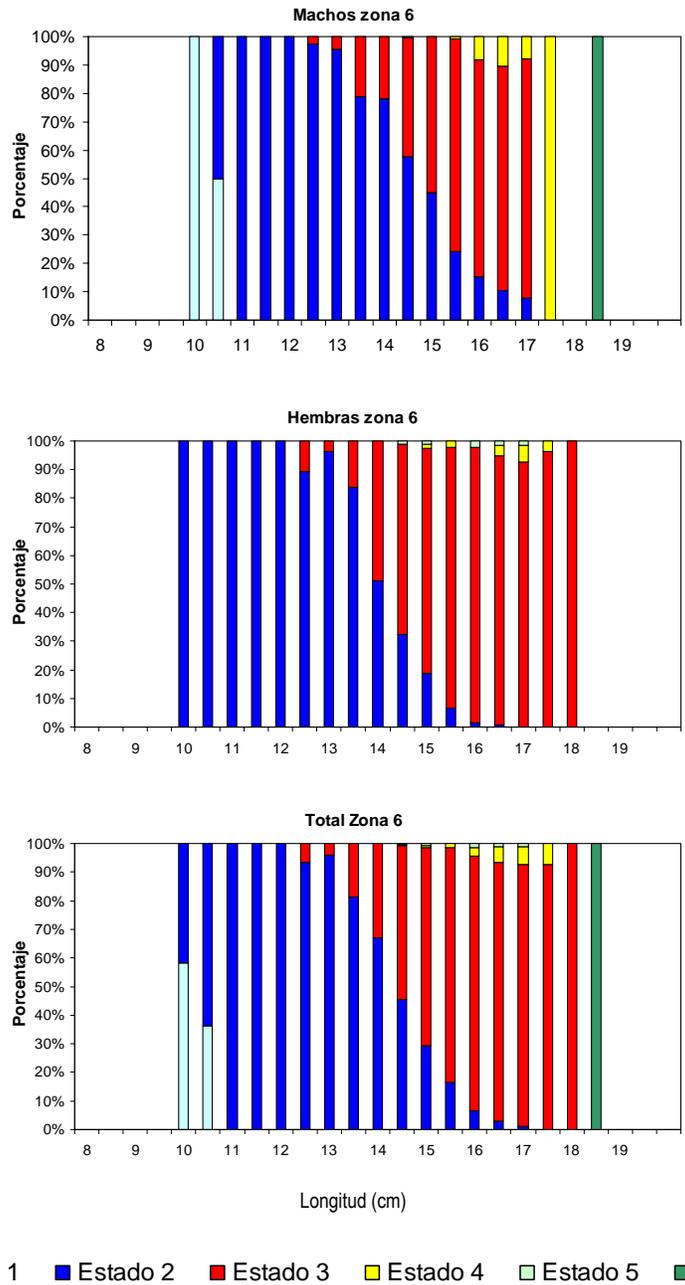
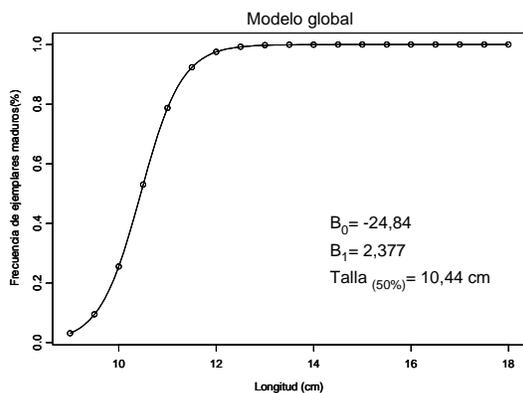


Figura 74. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 6. Crucero RECLAN 0702.



Criterio 1



Criterio 2

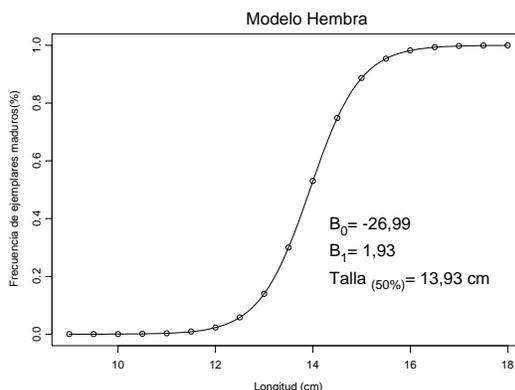
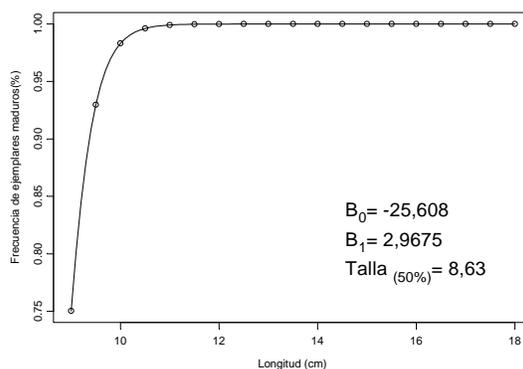
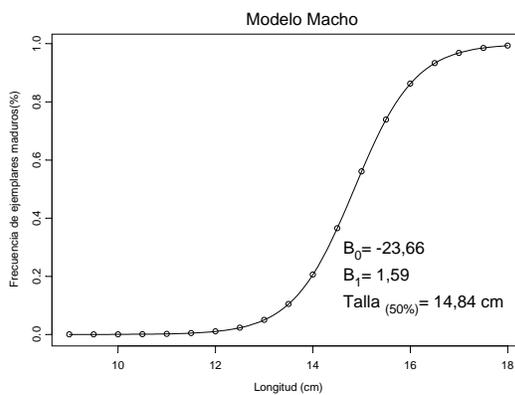
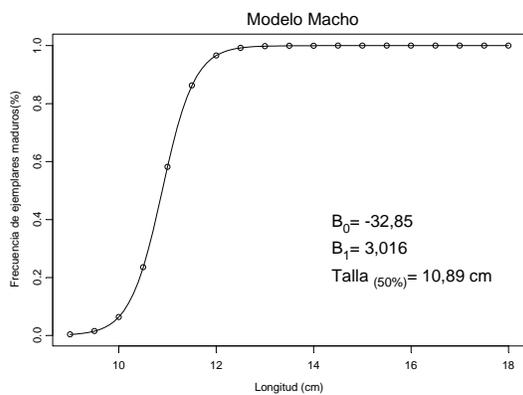
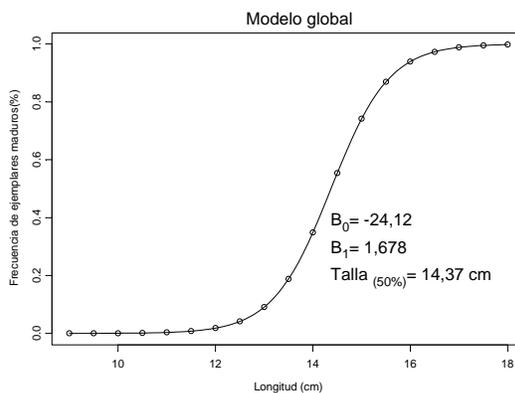


Figura 75. Talla de primera madurez segun criterio 1, 2 y global, machos y hembras

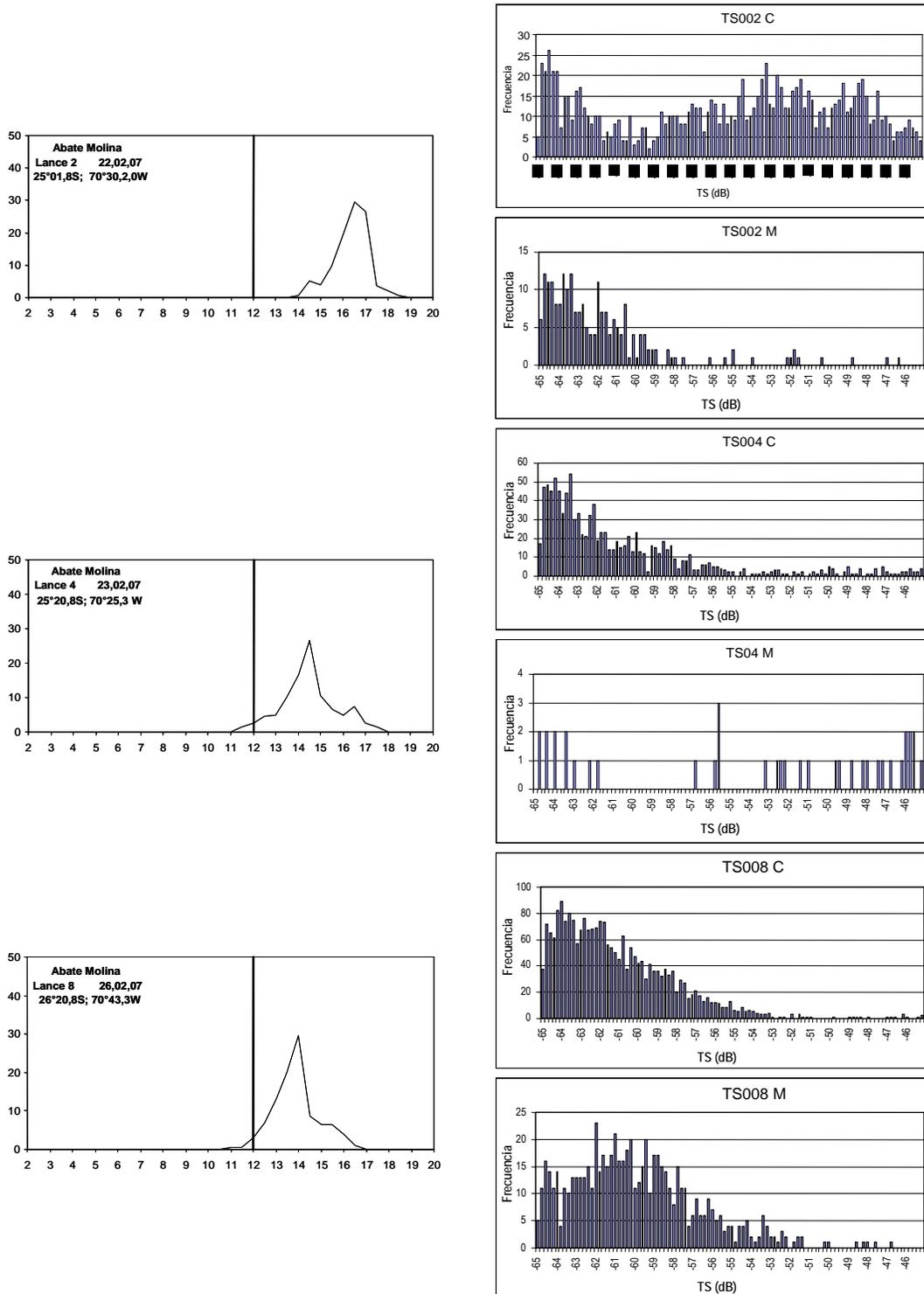


Figura 76. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.

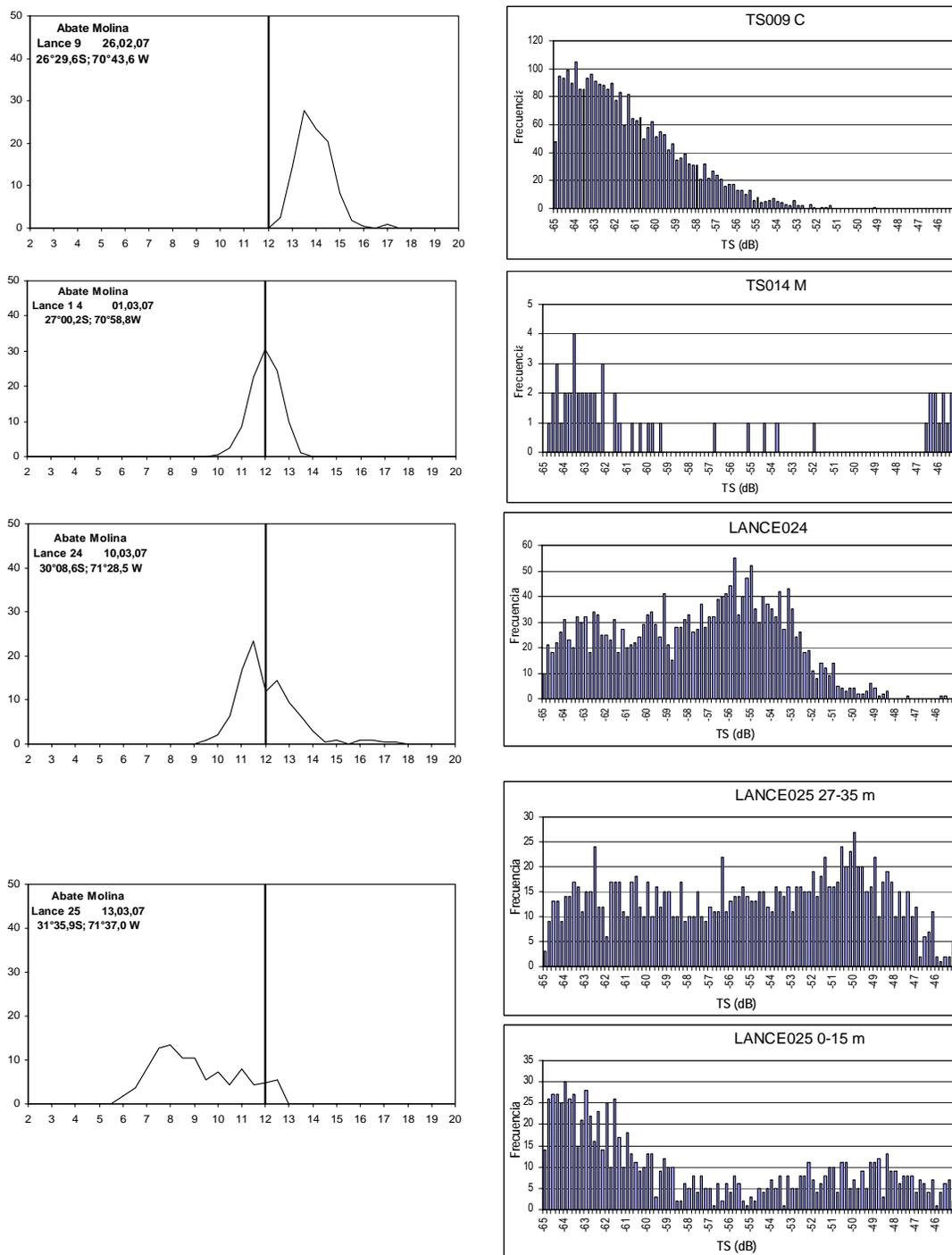


Figura 77. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.

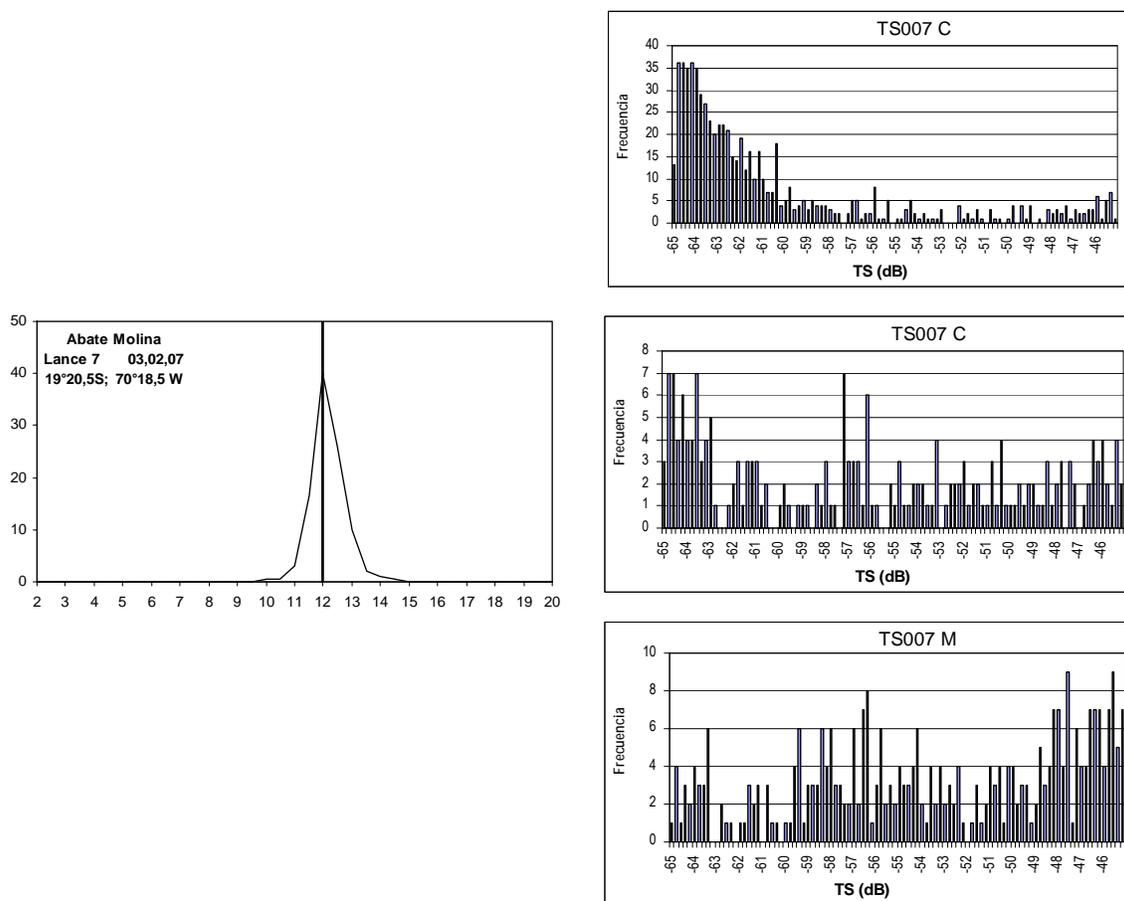


Figura 78. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

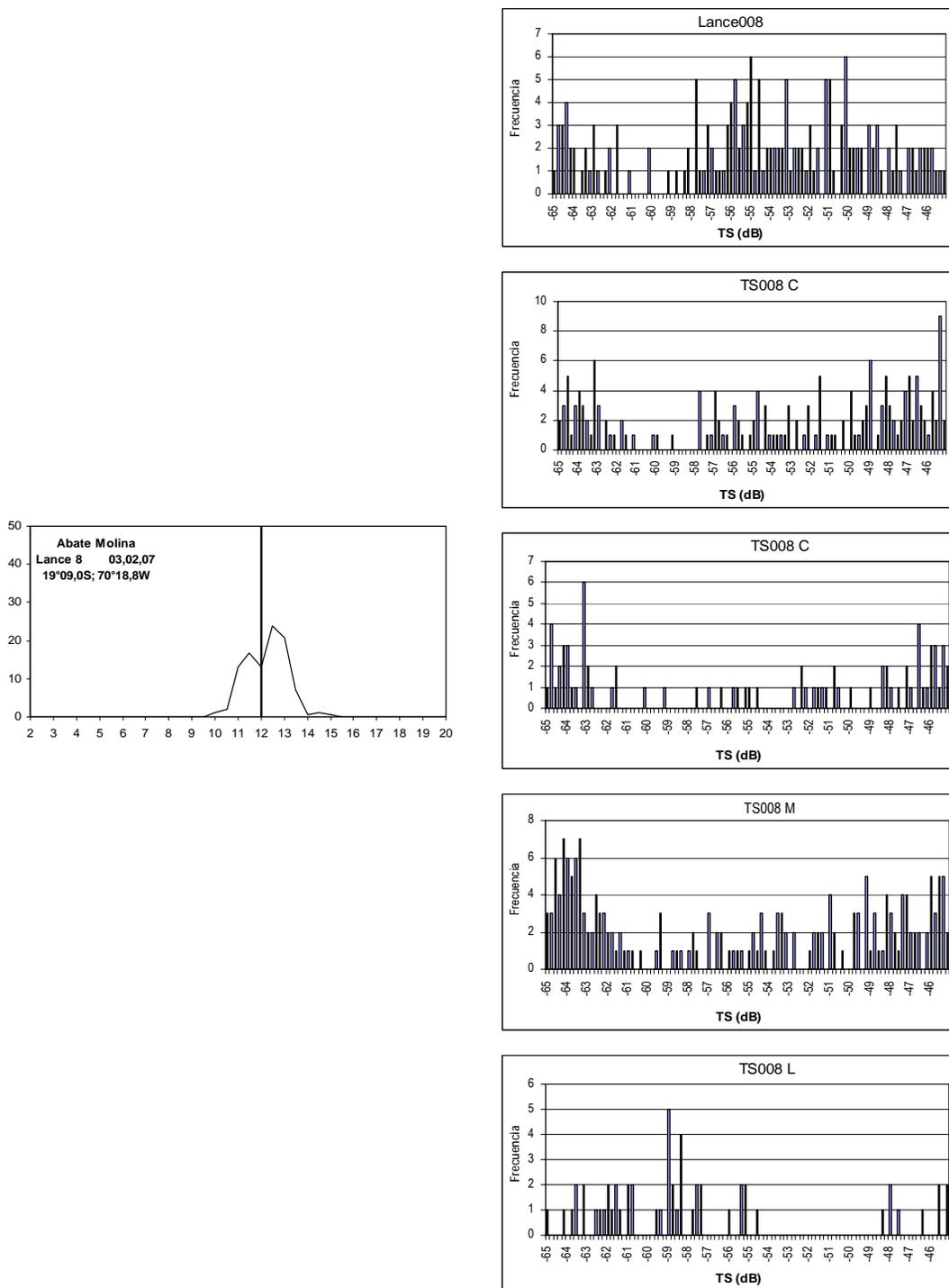


Figura 79. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

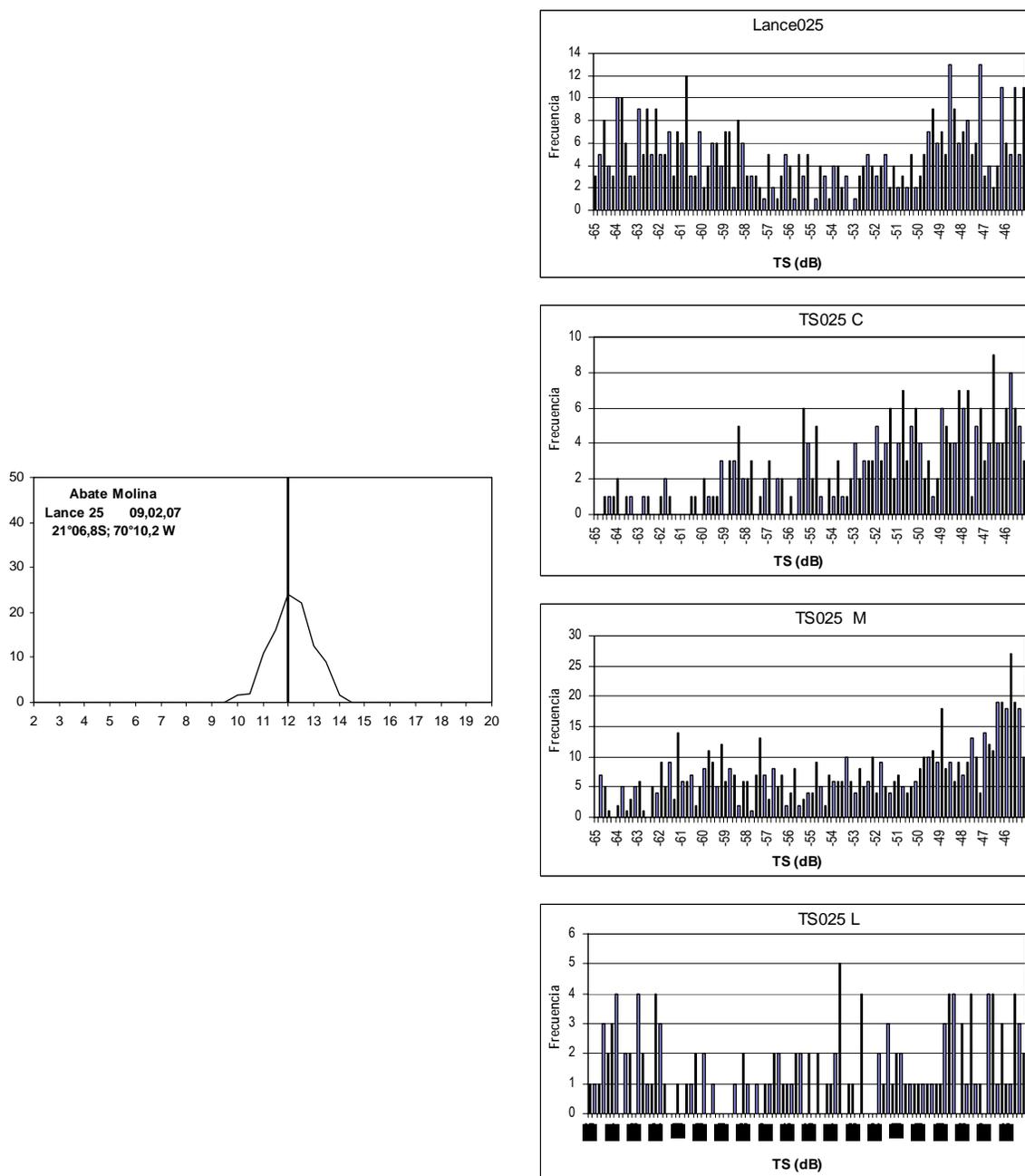


Figura 80. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

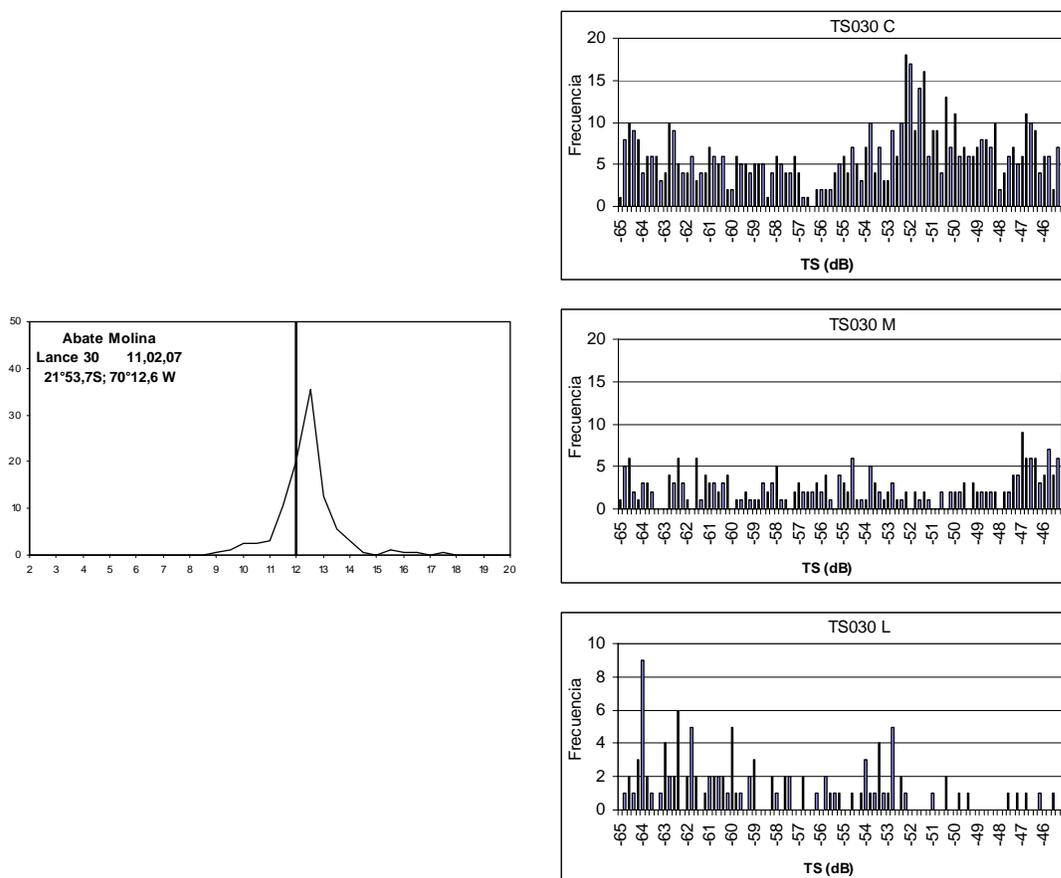


Figura 81. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

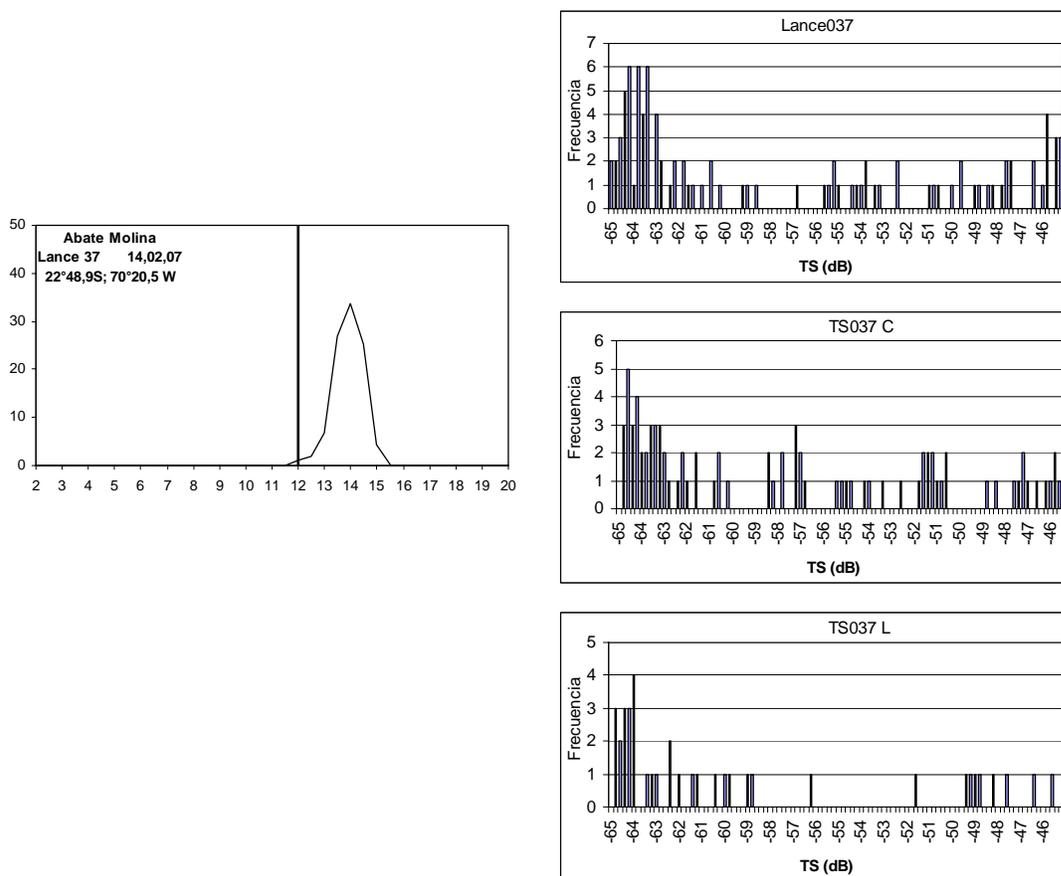


Figura 82. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

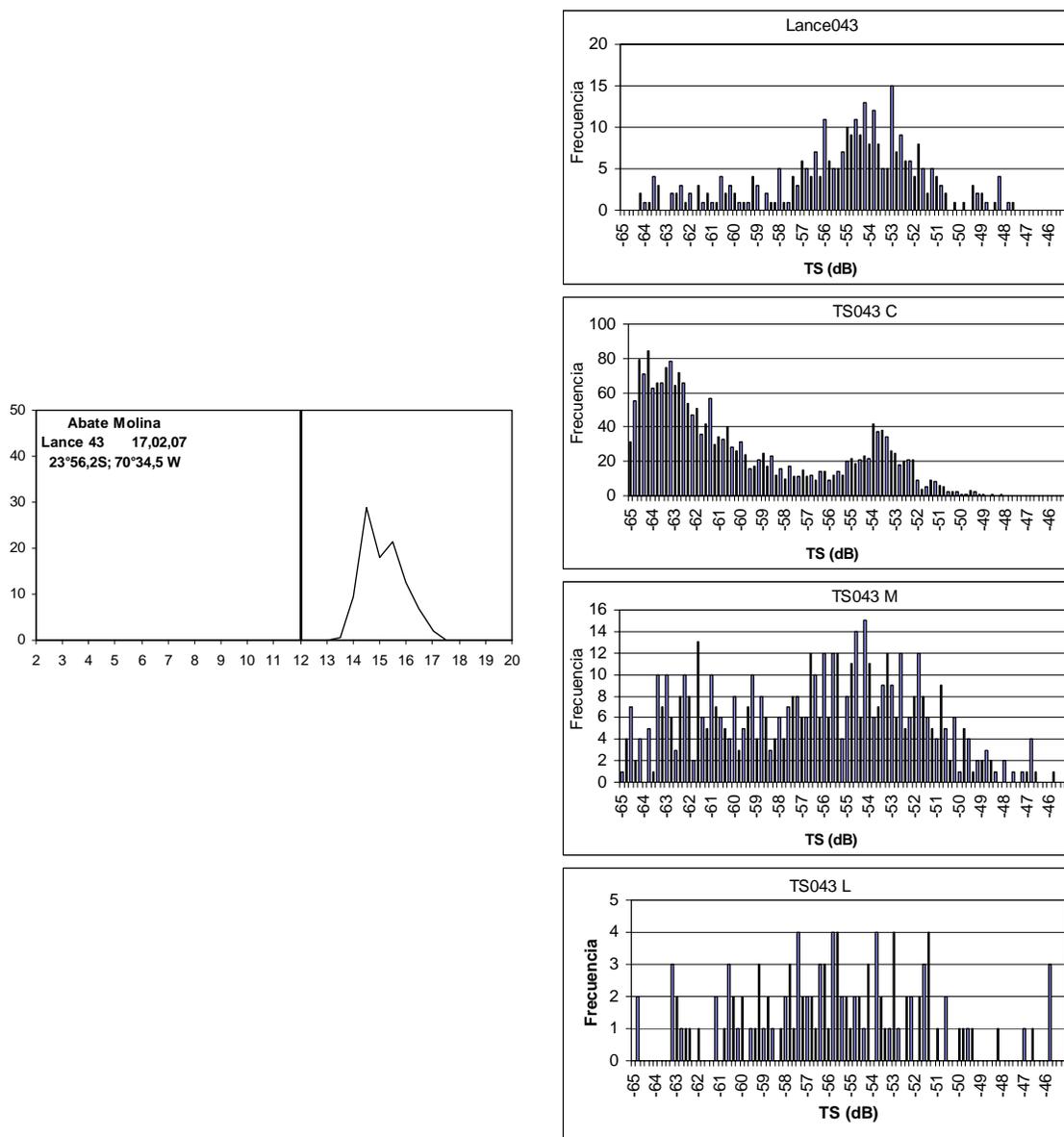


Figura 83. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

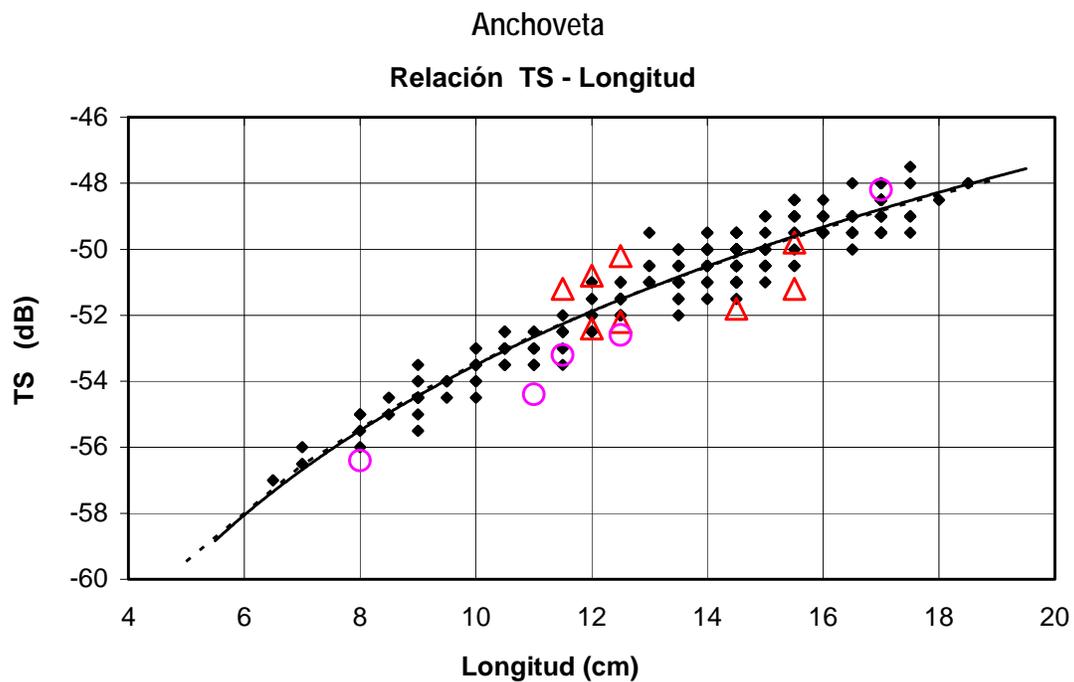


Figura 84. Intensidad de Blanco (TS) por talla de anchoveta para los cruceros RECLAN 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012, 0111 (●), 0702 (Δ), 0703 (○).

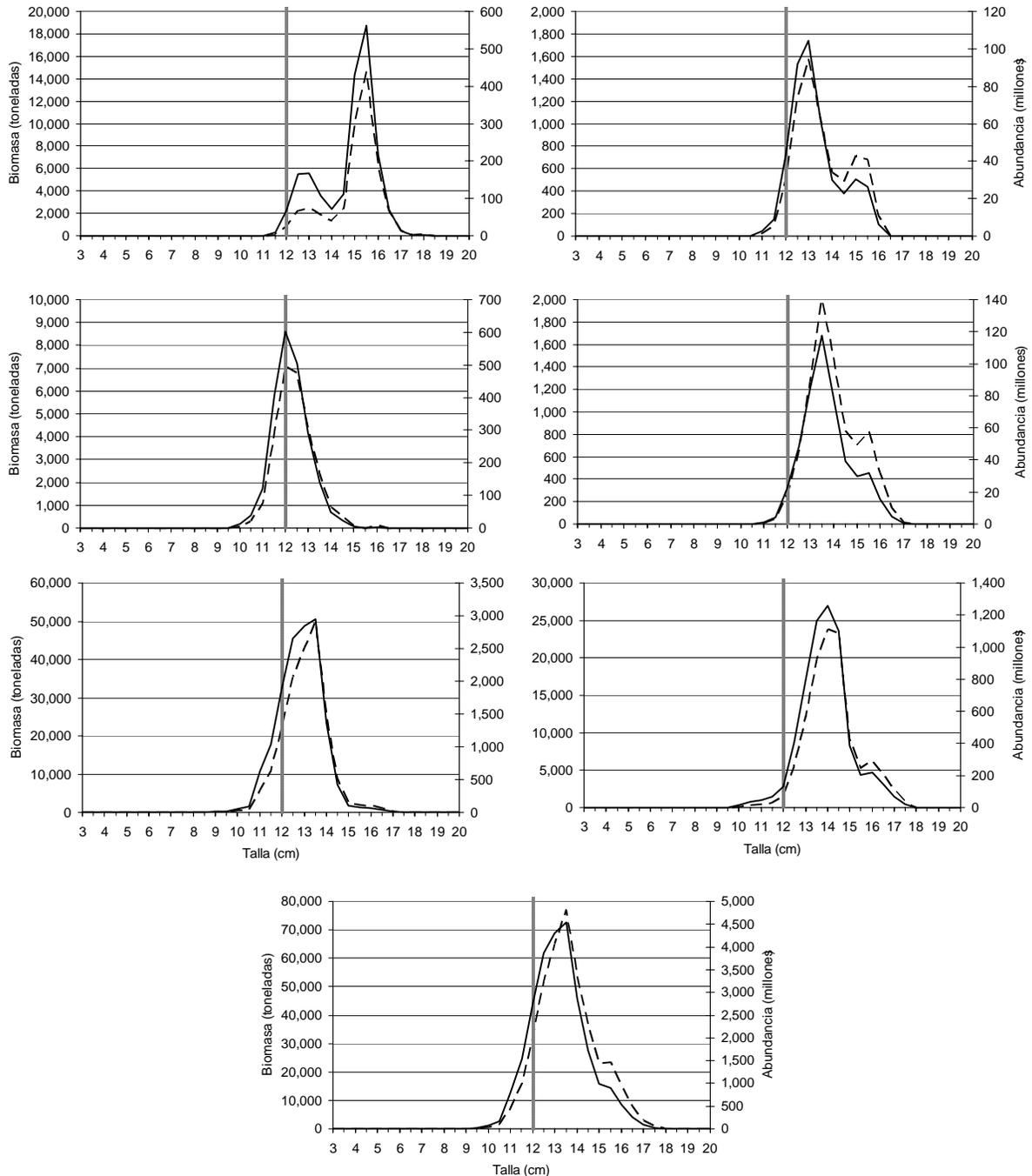


Figura 85. Abundancia (millones de ejemplares) y Biomasa (t) de anchoveta por talla y zona. Crucero RECLAN 12 0702.

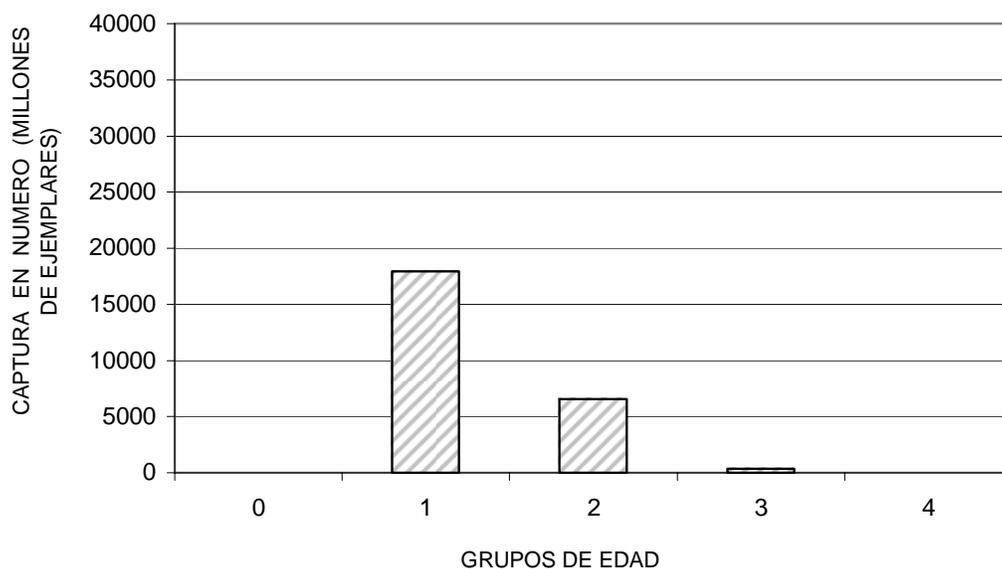


Figura 86. Composici3n de captura en n3mero por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica Zona Norte RECLAN I-II, 2007.

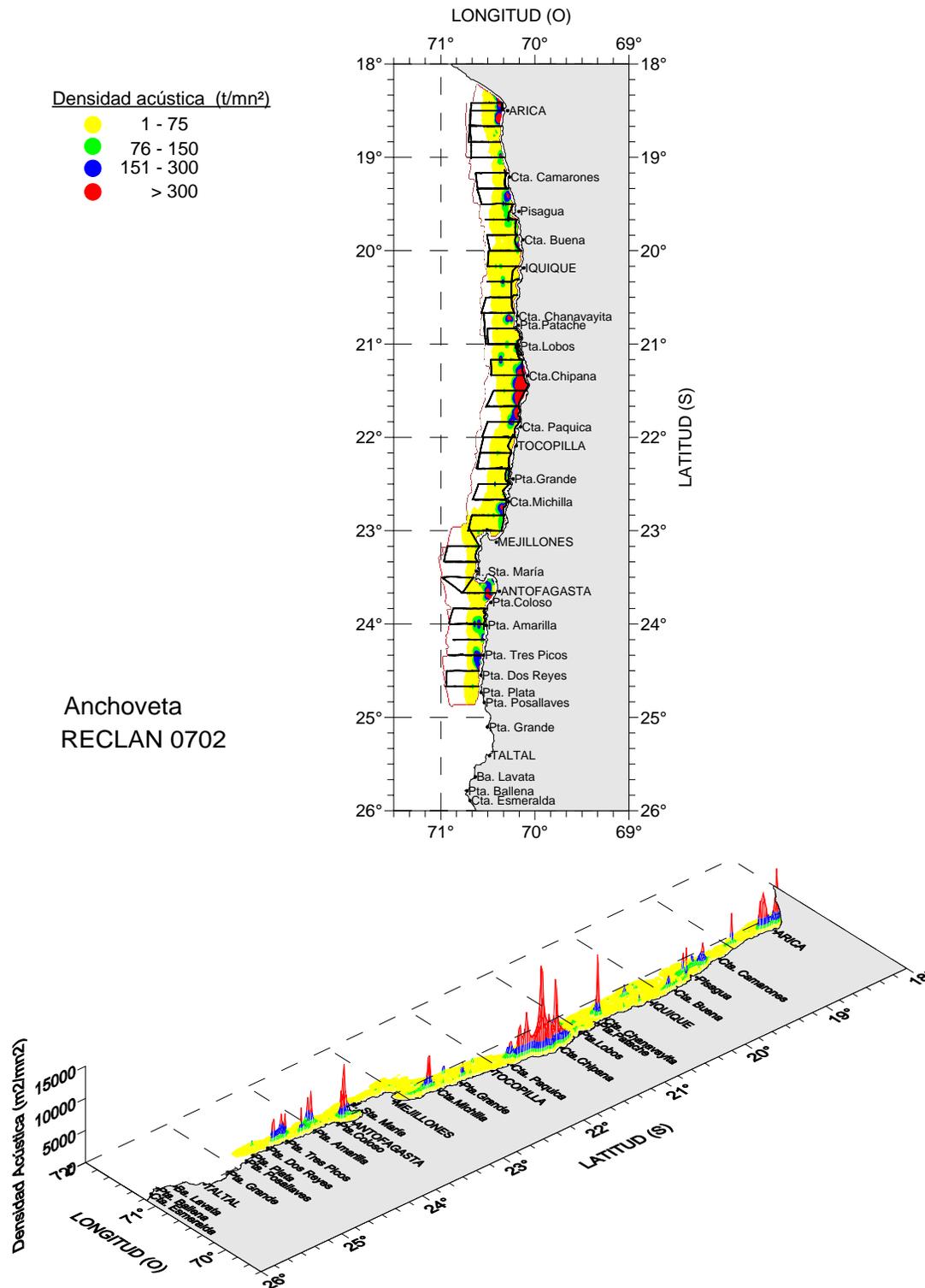


Figura 87. Distribuci3n espacial de sa anchoveta en el área 18°25'-24°LS.

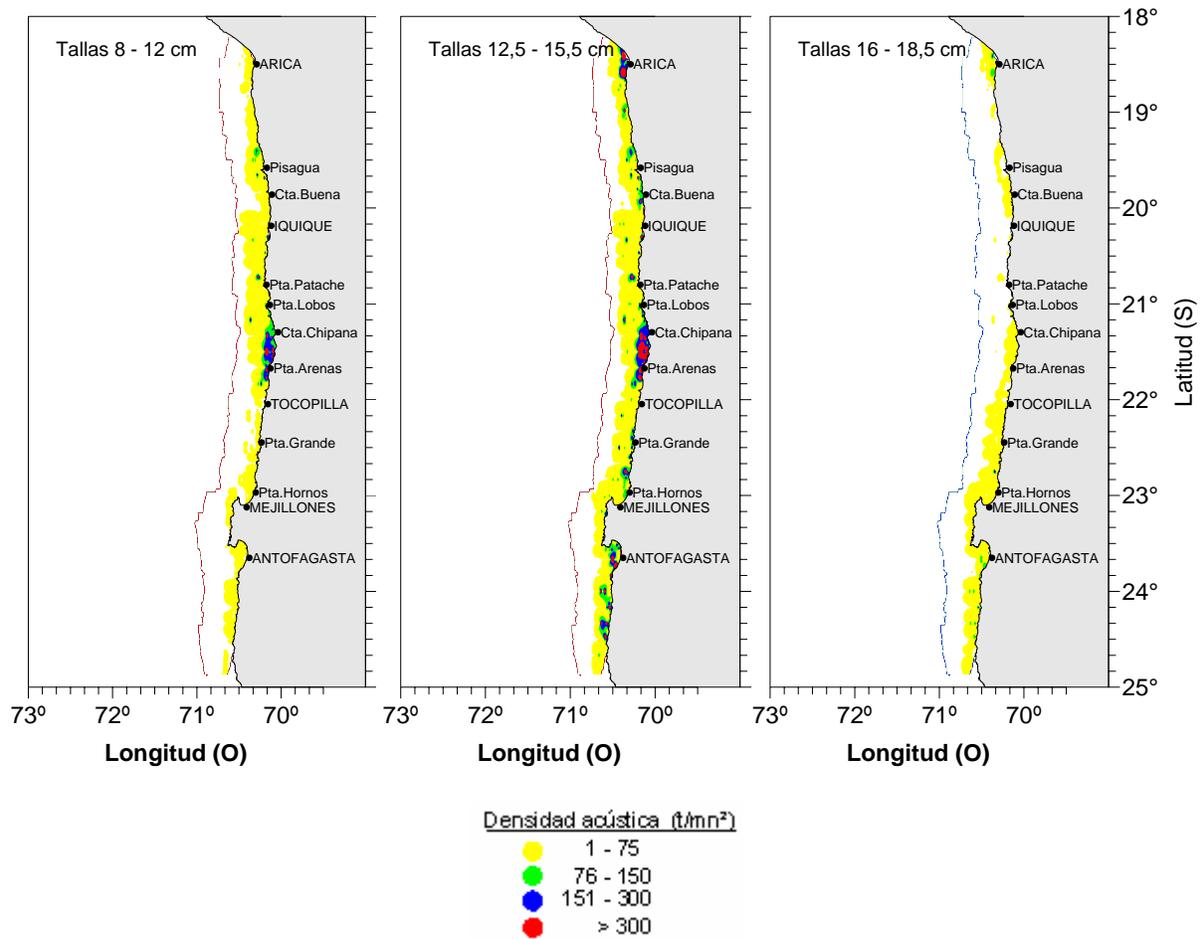


Figura 88. Distribución espacial de anchoveta por rango de tallas. Crucero RECLAN 0703.

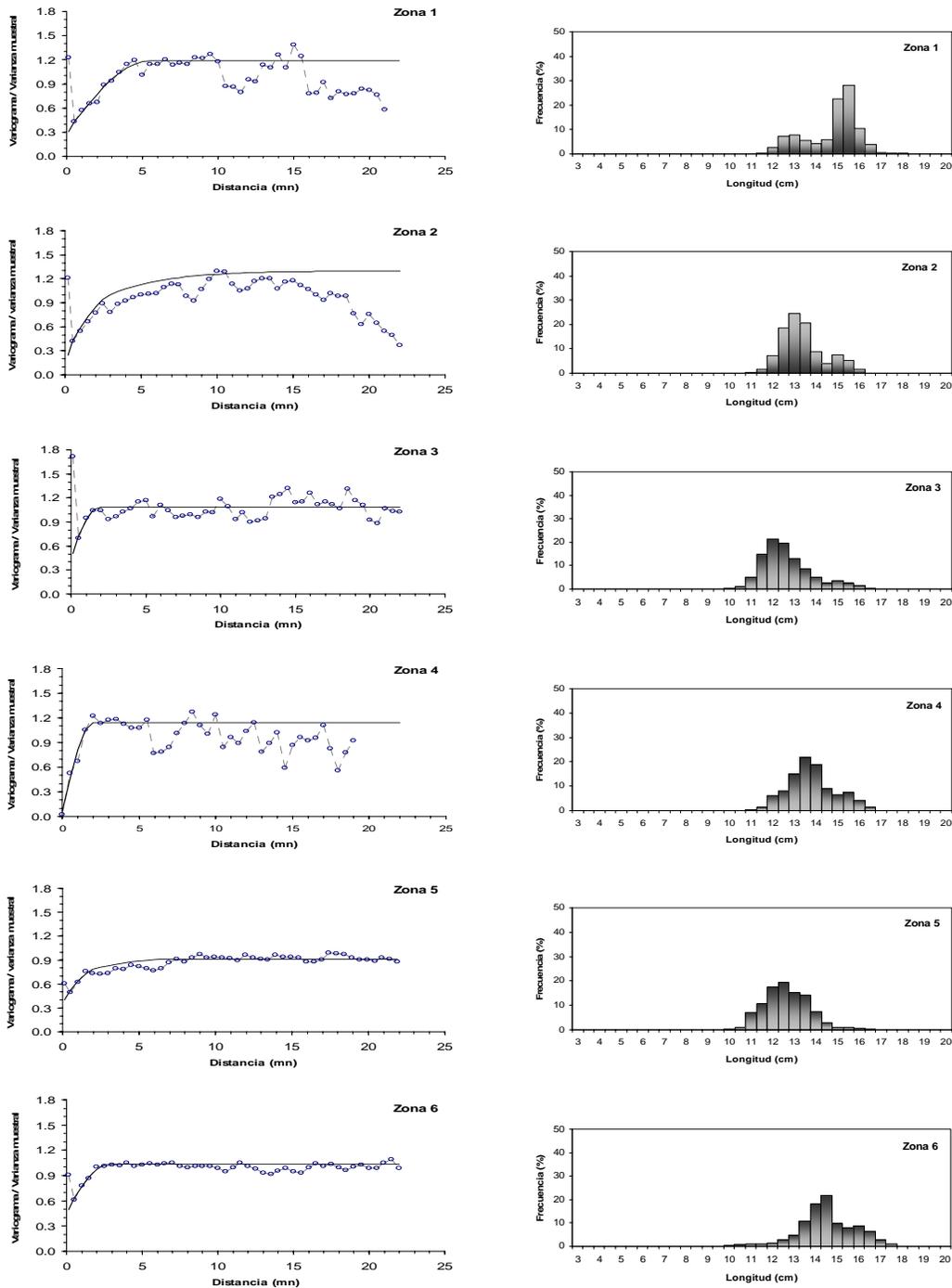


Figura 89. Variogramas experimentales isotr3picos omnidireccional de la densidad de anchoveta estandarizados y distribuci3n de tallas por zona. Crucero RECLAN 0702.

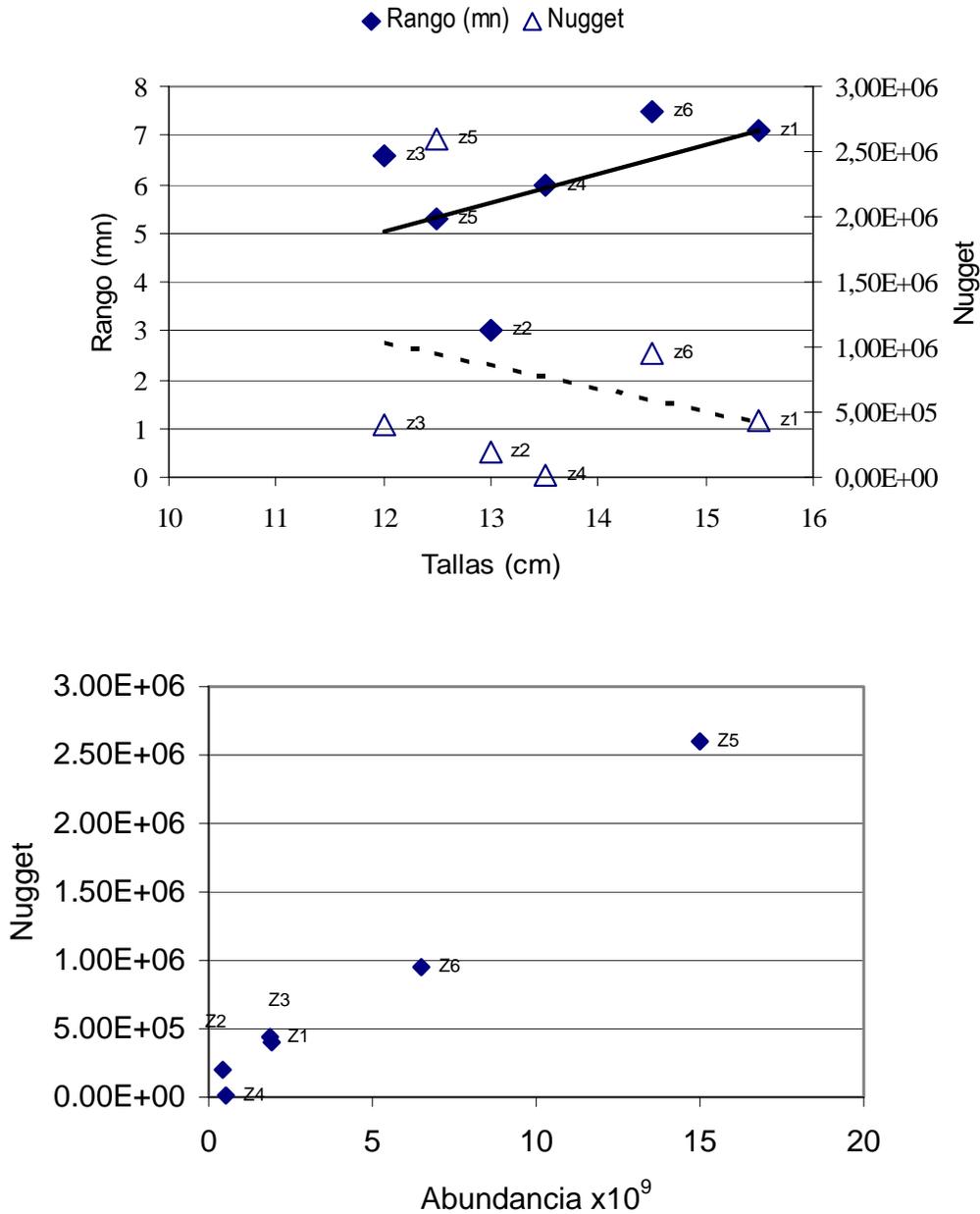


Figura 90. Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de anchoveta por zona en el crucero RECLAN 12 0702. Se indican tendencias del rango respecto la talla (—) y nugget respecto la talla (.....)

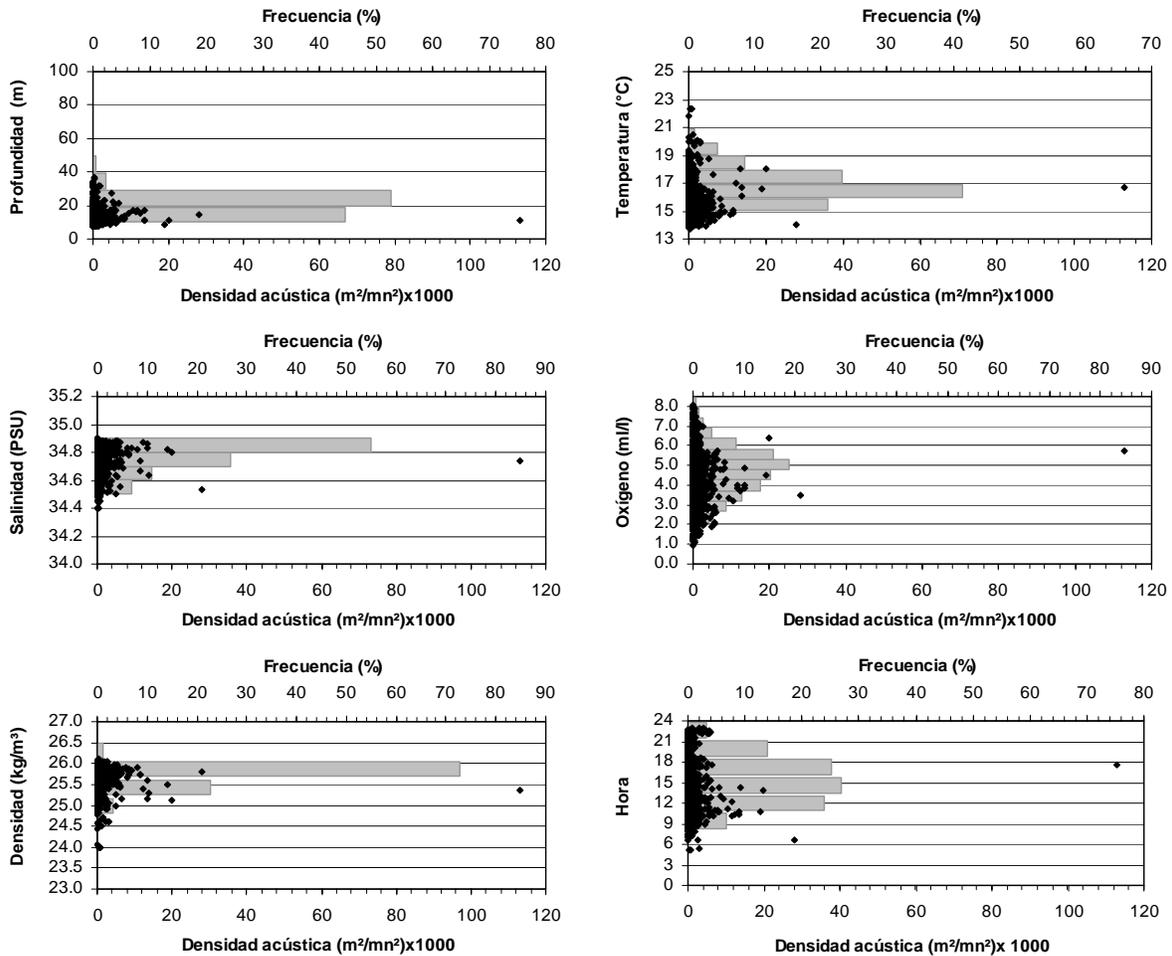


Figura 91. Distribuci3n batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de anchoveta entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.

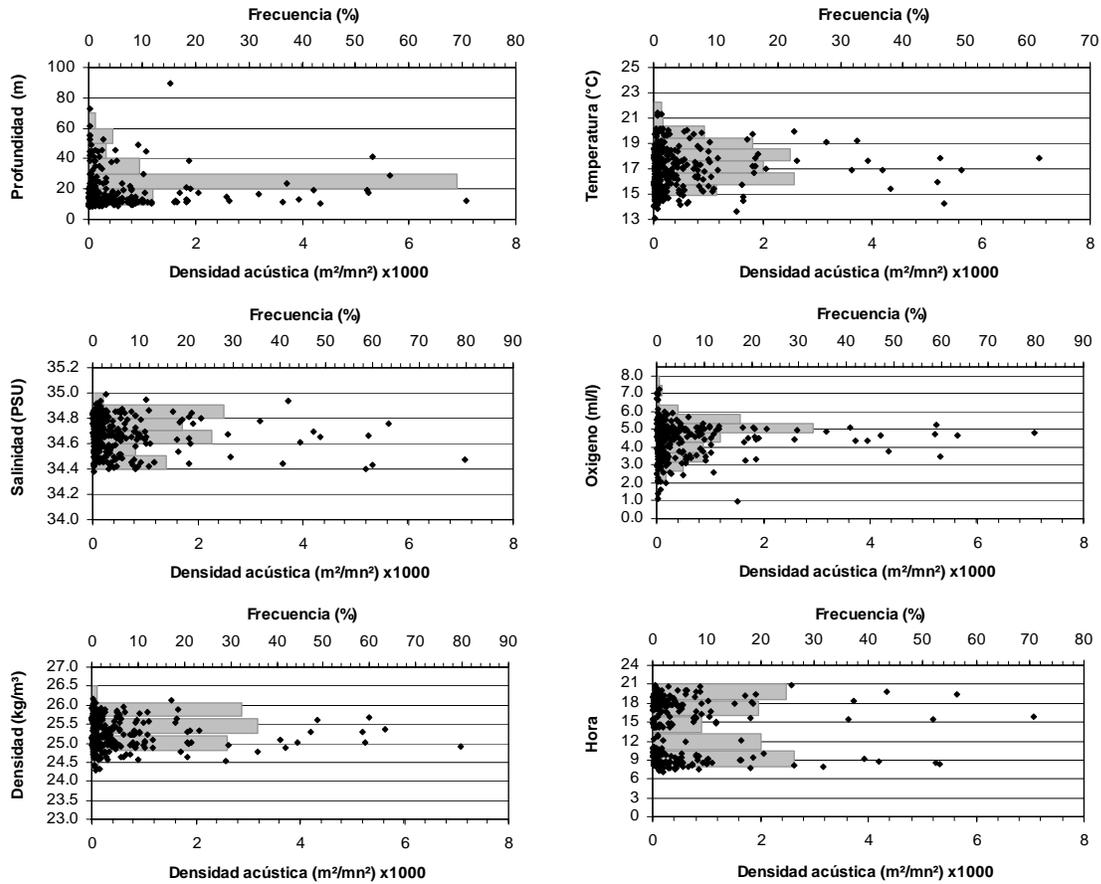


Figura 92. Distribuci3n batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de jurel entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.

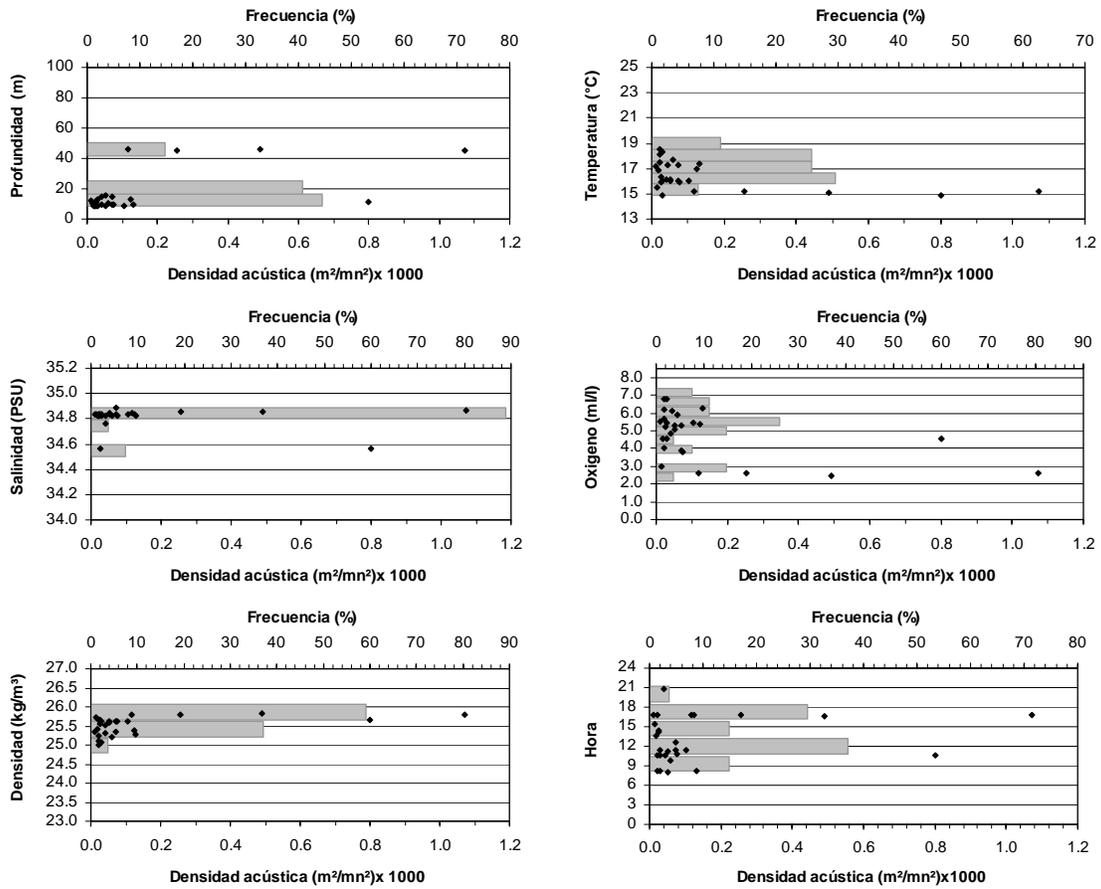


Figura 93. Distribuci3n batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de caballa entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.

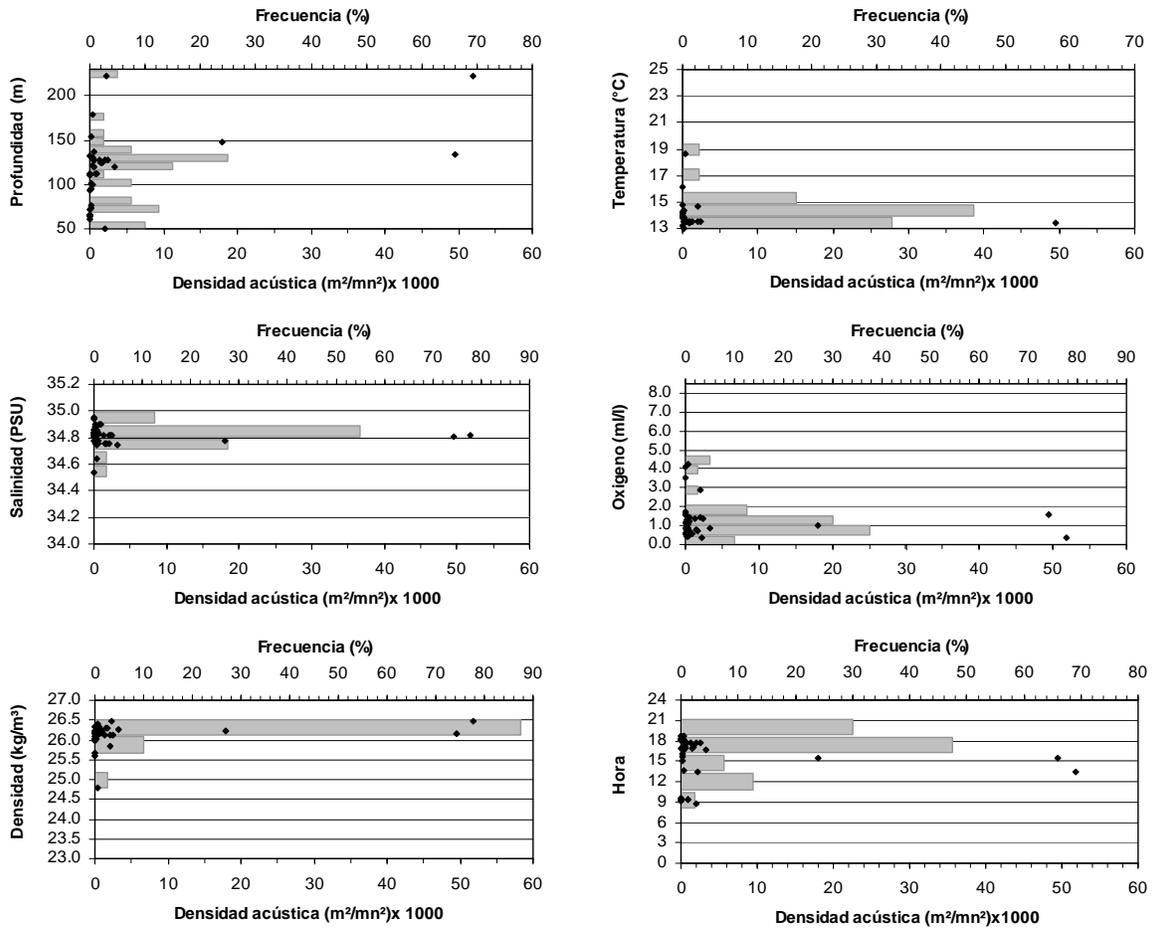


Figura 94. Distribuci3n batim3trica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de vincianguerria entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0702.

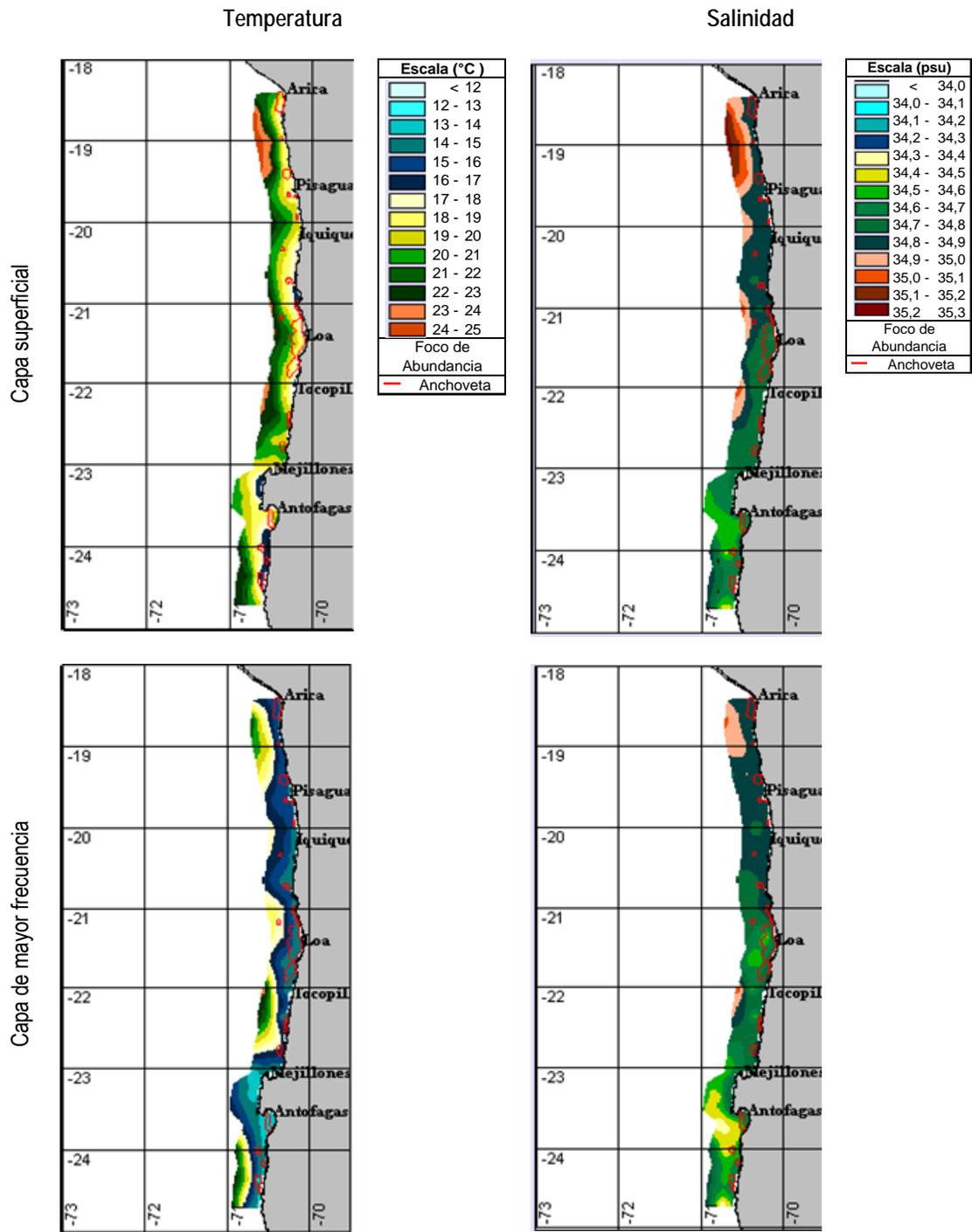


Figura 95. Distribuci3n espacial de temperatura y salinidad en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Cruceiro RECLAN 0702.

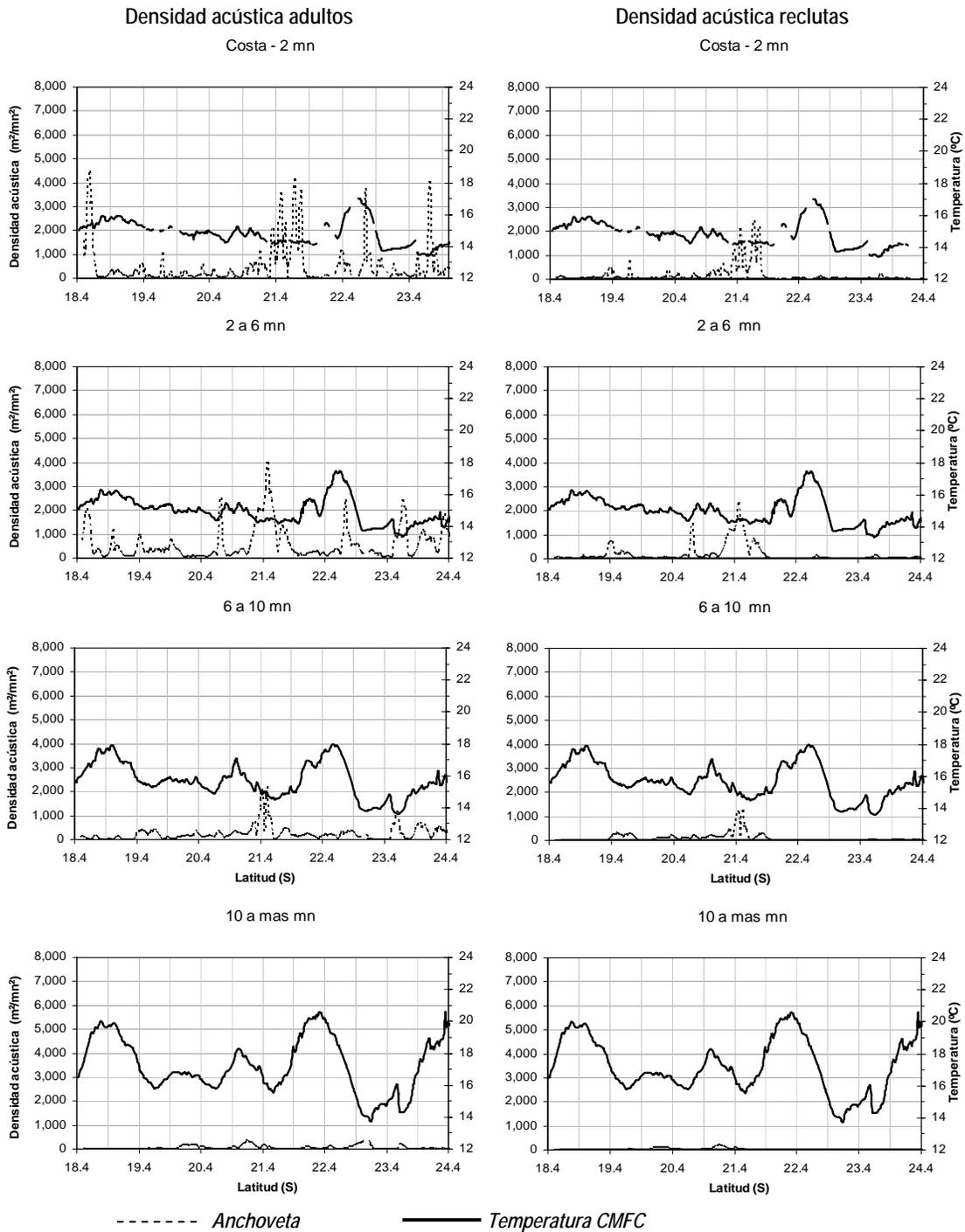


Figura 96. Señal latitudinal de la variable temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (°C), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

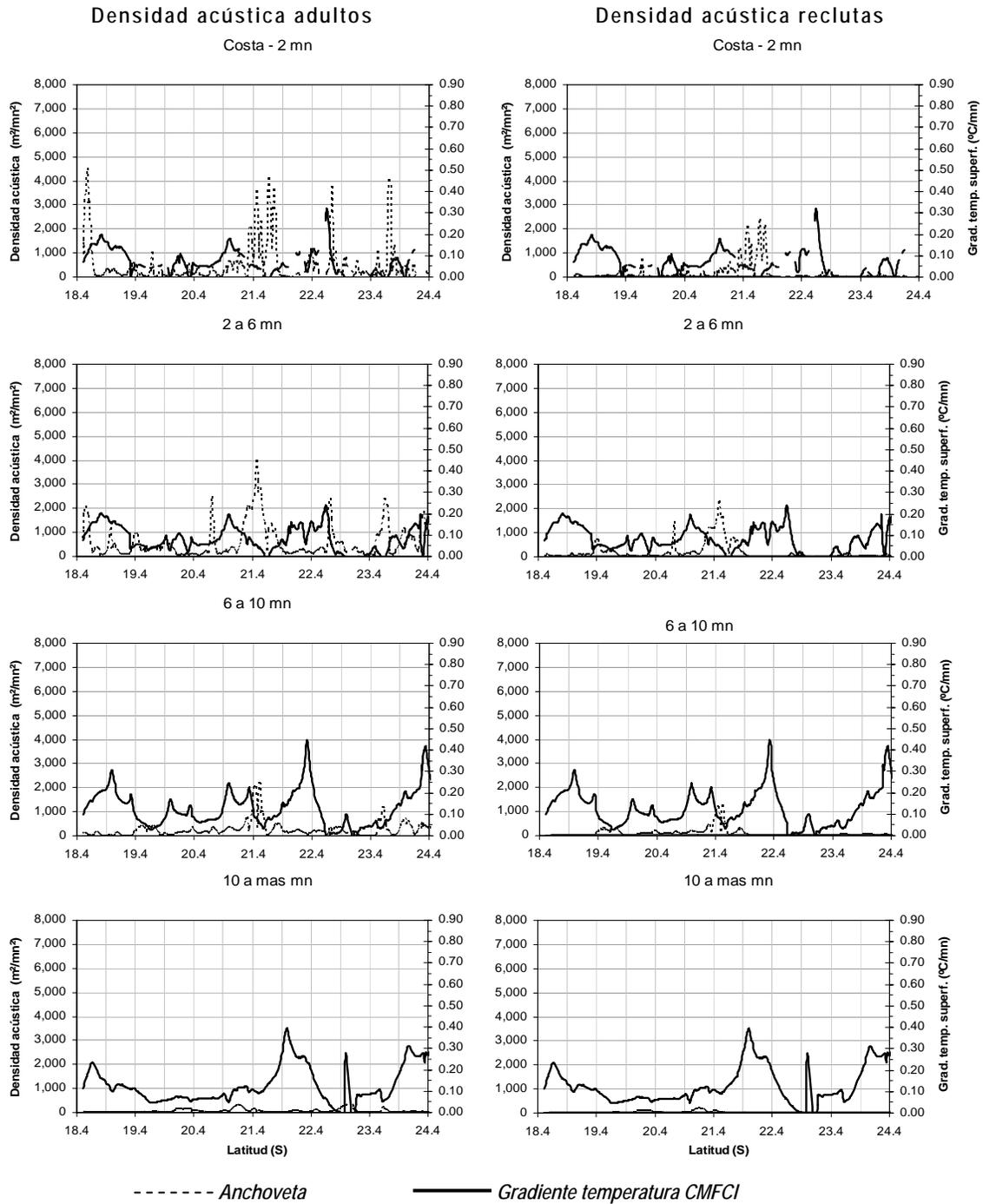


Figura 97. Señal latitudinal de gradiente de temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (°C/mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

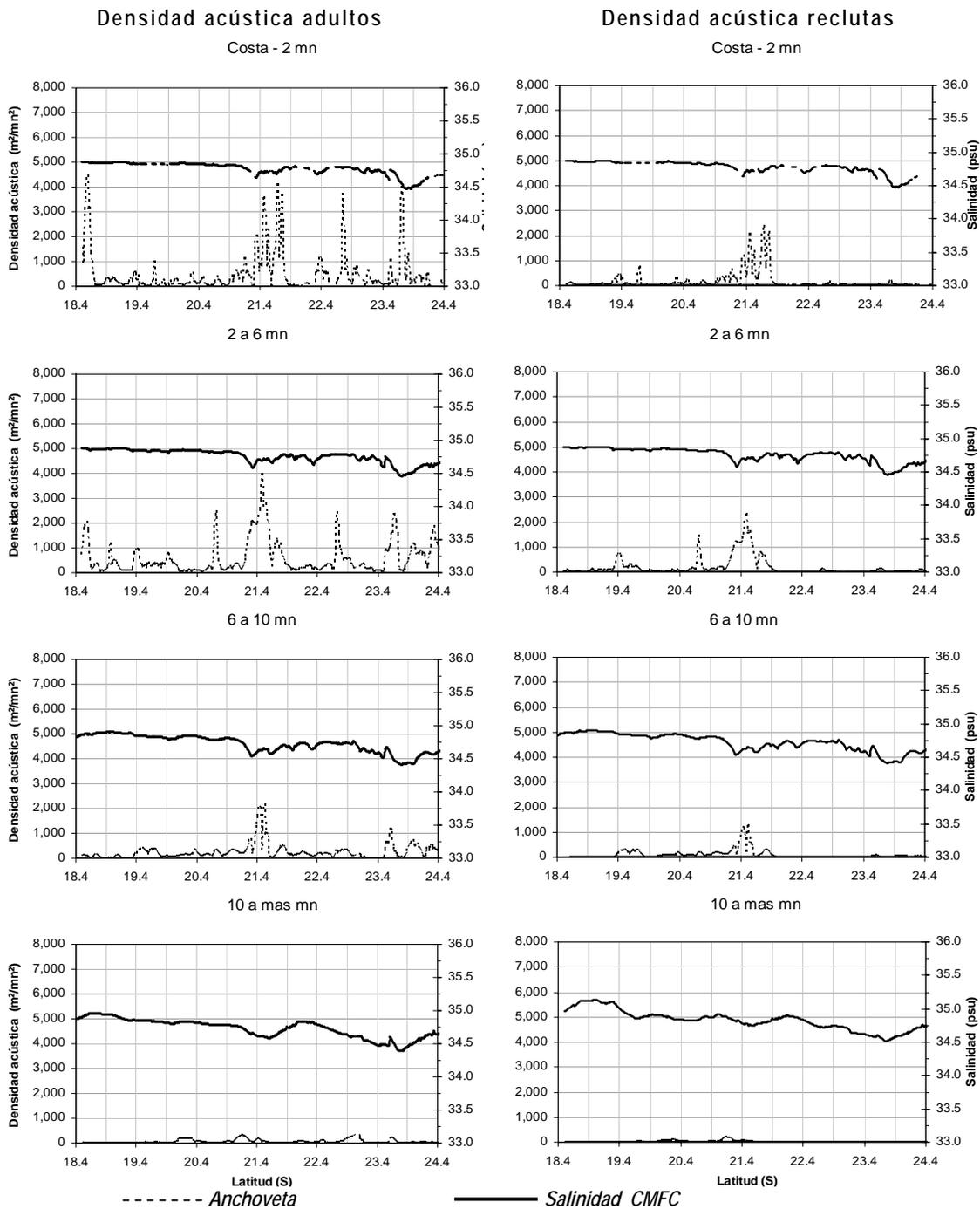


Figura 98. Señal latitudinal de la variable salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

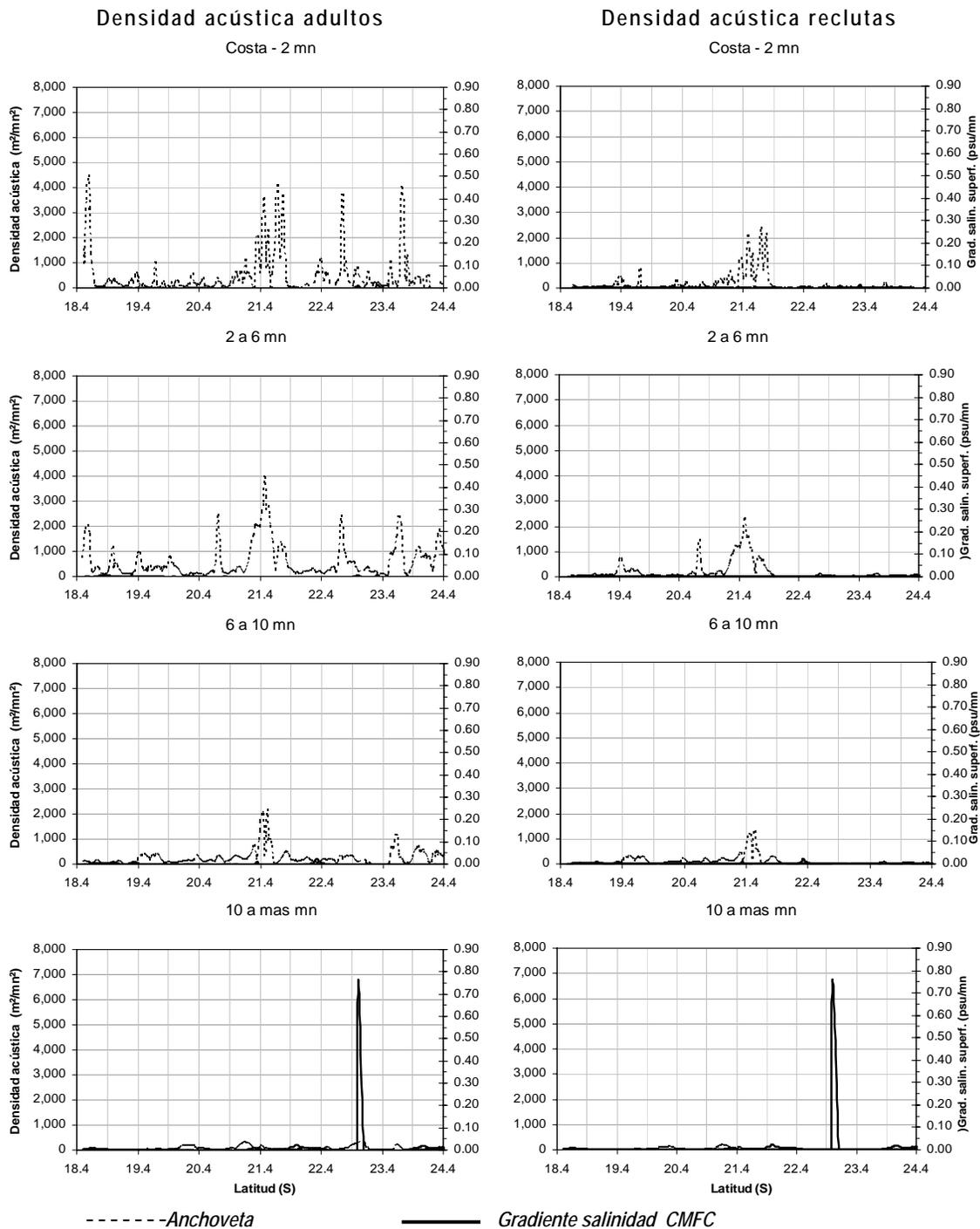


Figura 99. Señal latitudinal de gradiente de salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu/mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

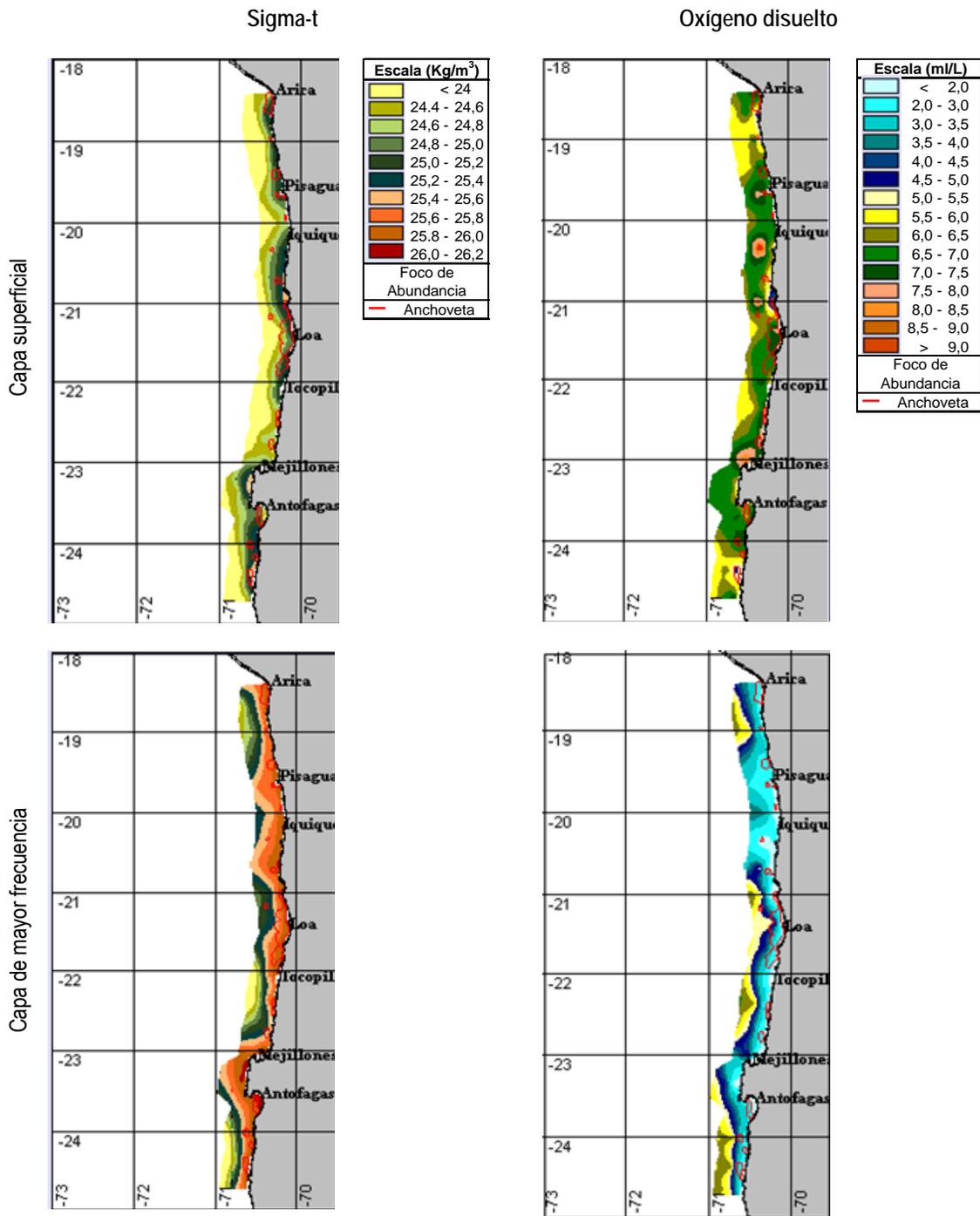


Figura 100. Distribuci3n espacial de densidad del agua de mar y oxígeno disuelto en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Crucero RECLAN 0702.

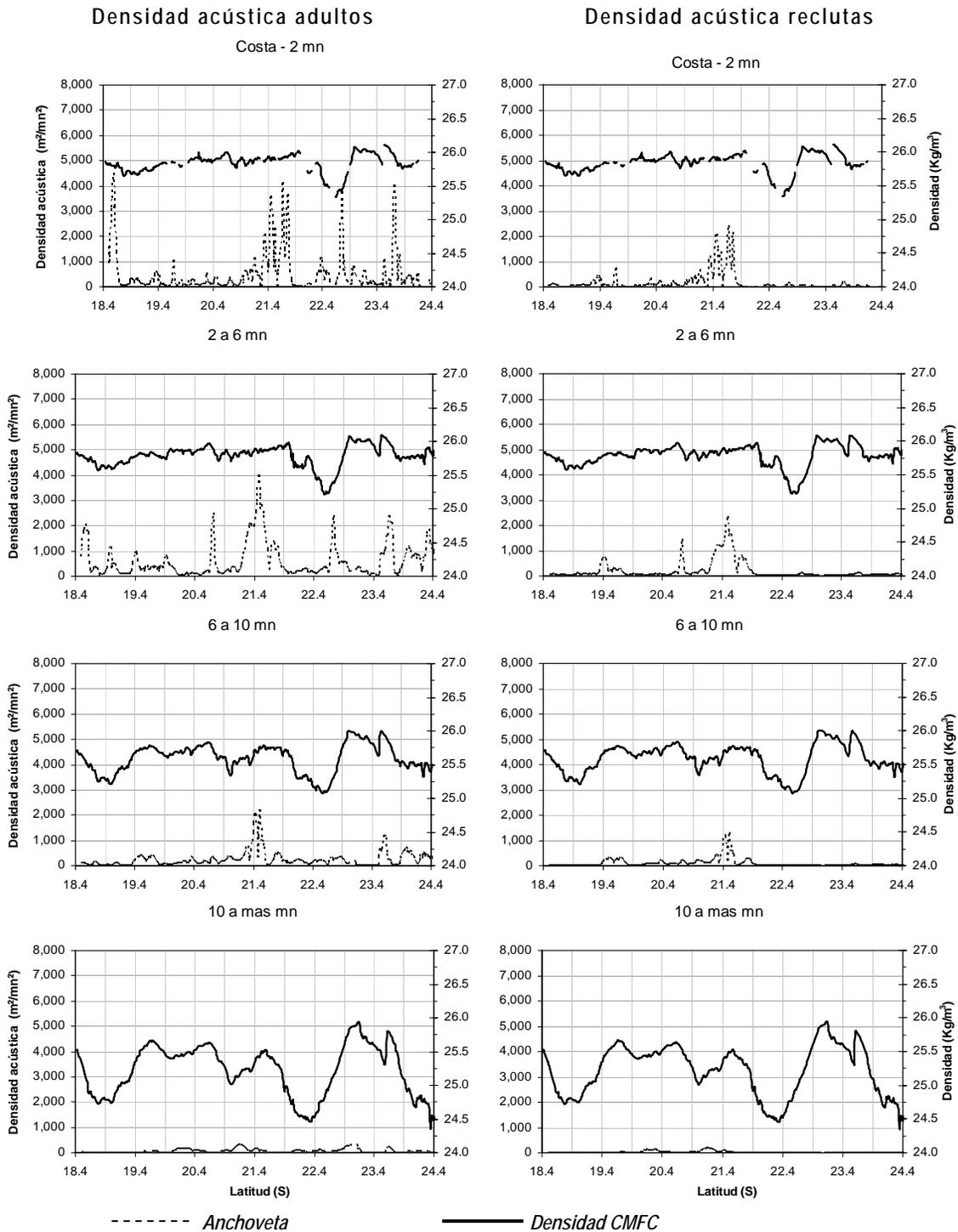


Figura 101. Señal latitudinal de la variable densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (Kg/m^3), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

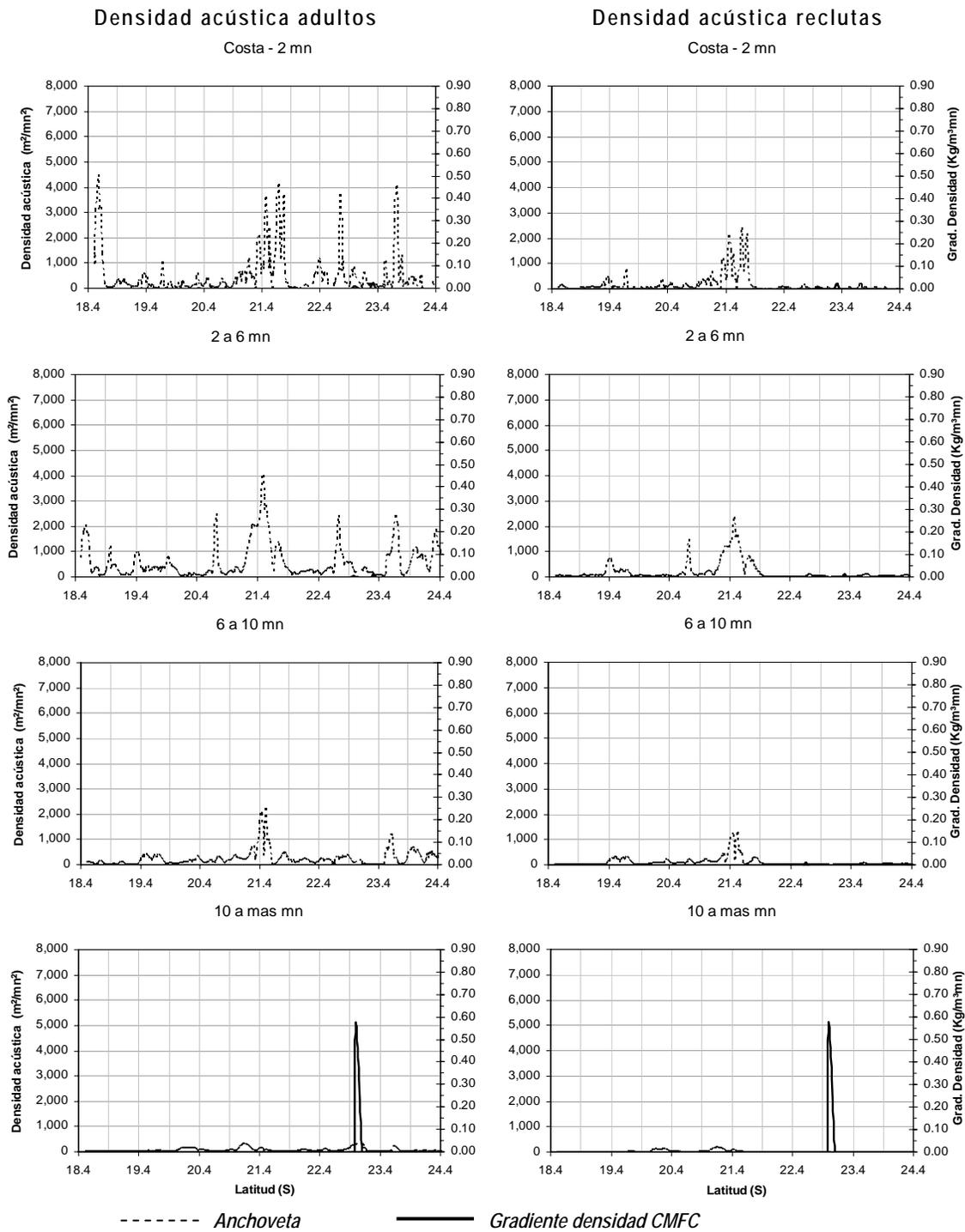


Figura 102. Señal latitudinal de gradiente de densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes ($\text{Kg}/\text{m}^3 \text{mn}$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

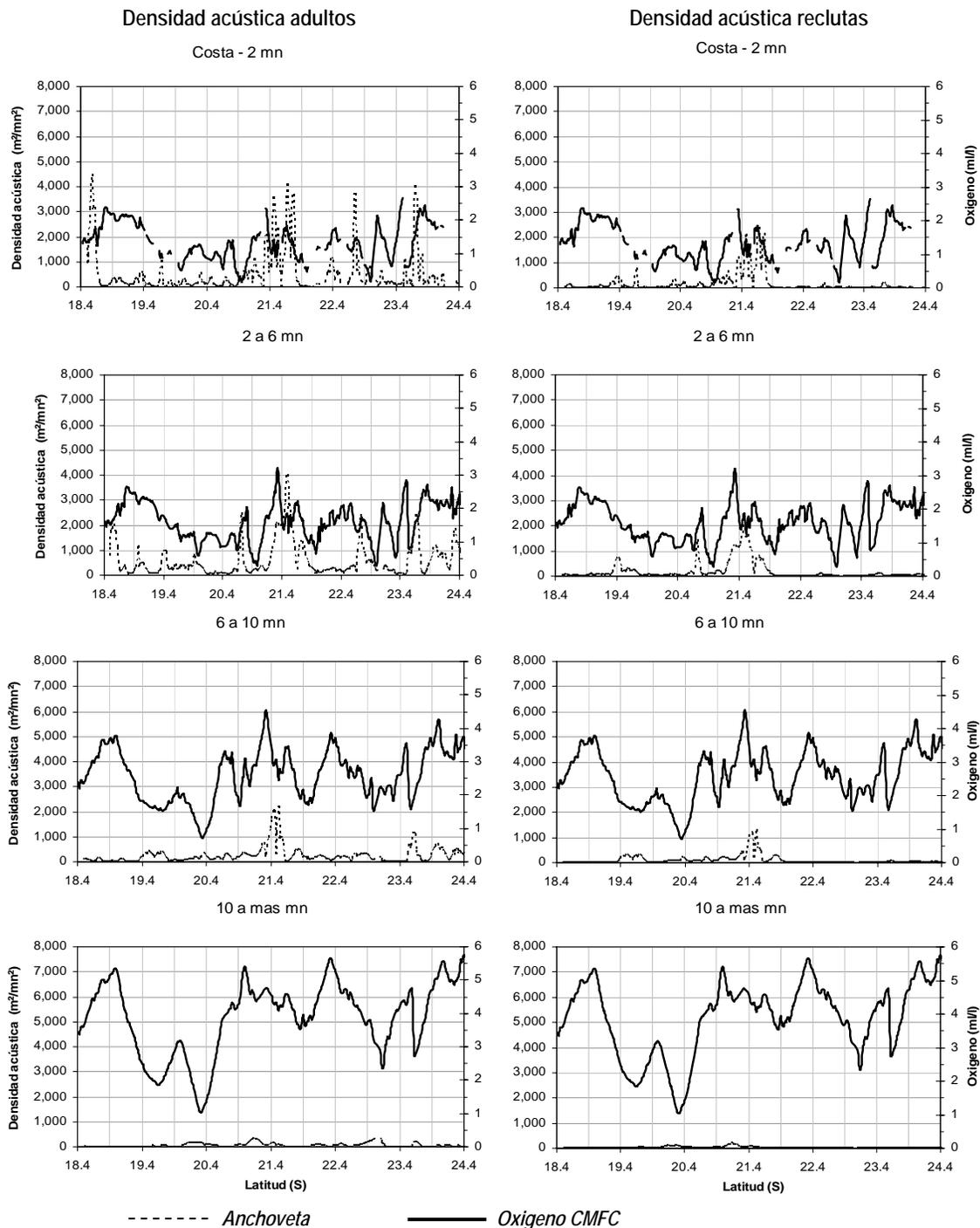


Figura 103. Señal latitudinal de la variable oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

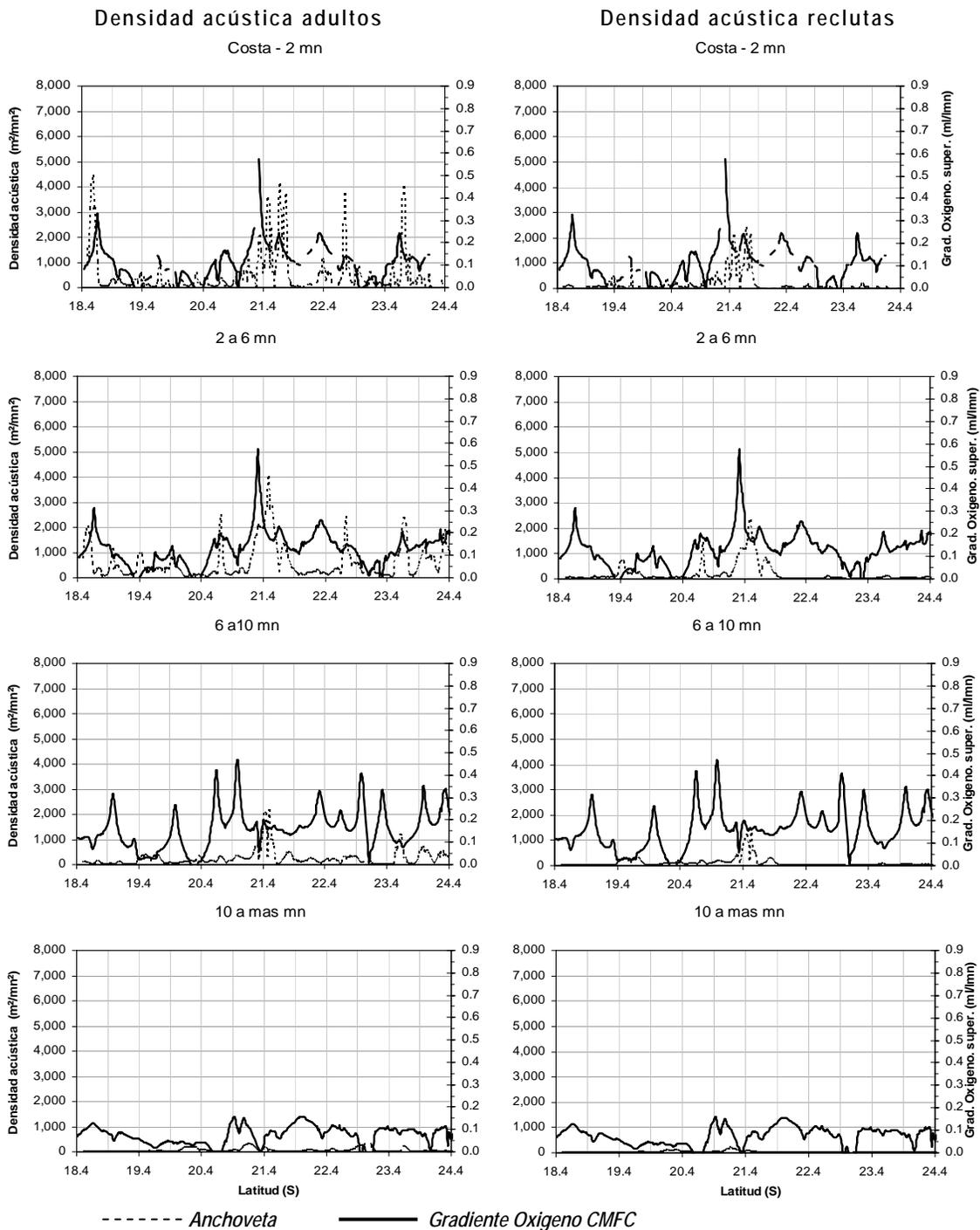
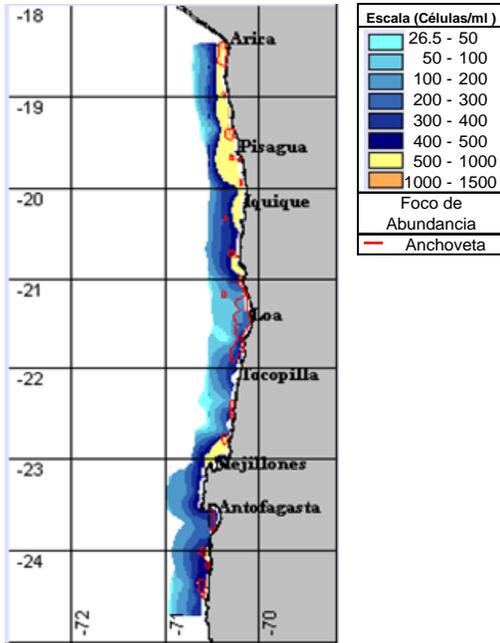


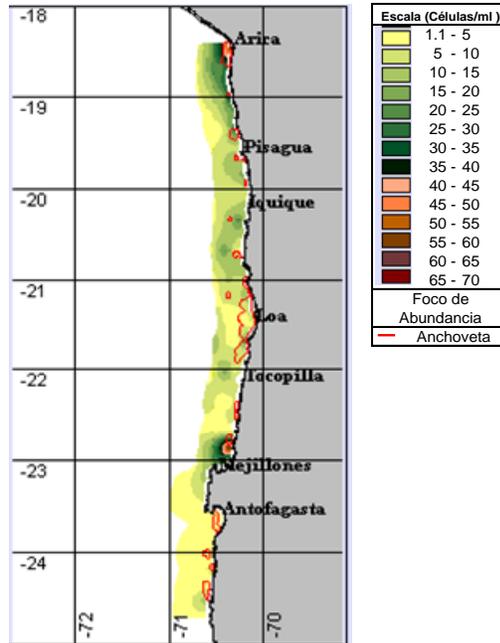
Figura 104. Señal latitudinal de la variable gradiente oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.



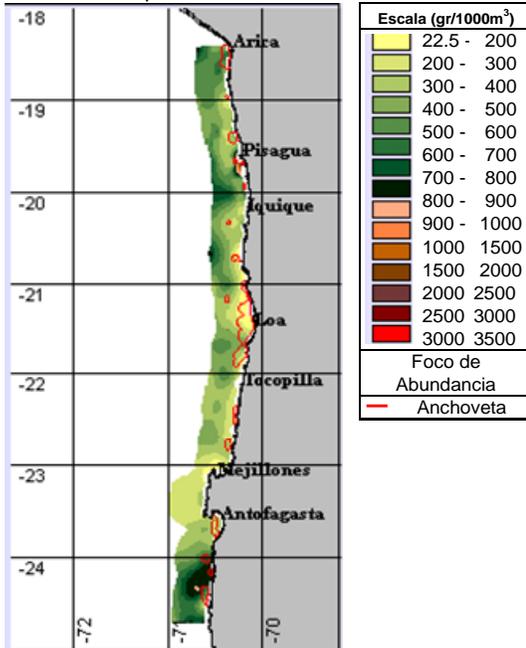
Fitoplancton integrado a 50m



Micro zooplancton integrado a 50m



Zooplancton



Clorofila Integrada 50 m.

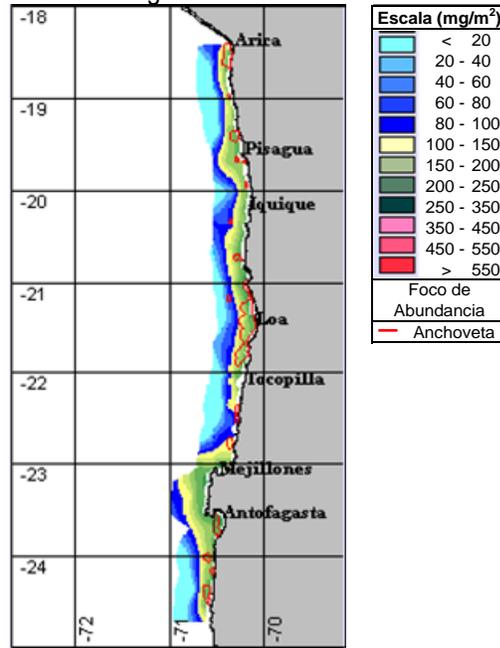


Figura 105. Distribuci3n espacial de la abundancia fitoplancton integrado a 50m, micro zooplancton, zooplancton y clorofila "a" integrada hasta 50 m. Crucero RECLAN 0702.

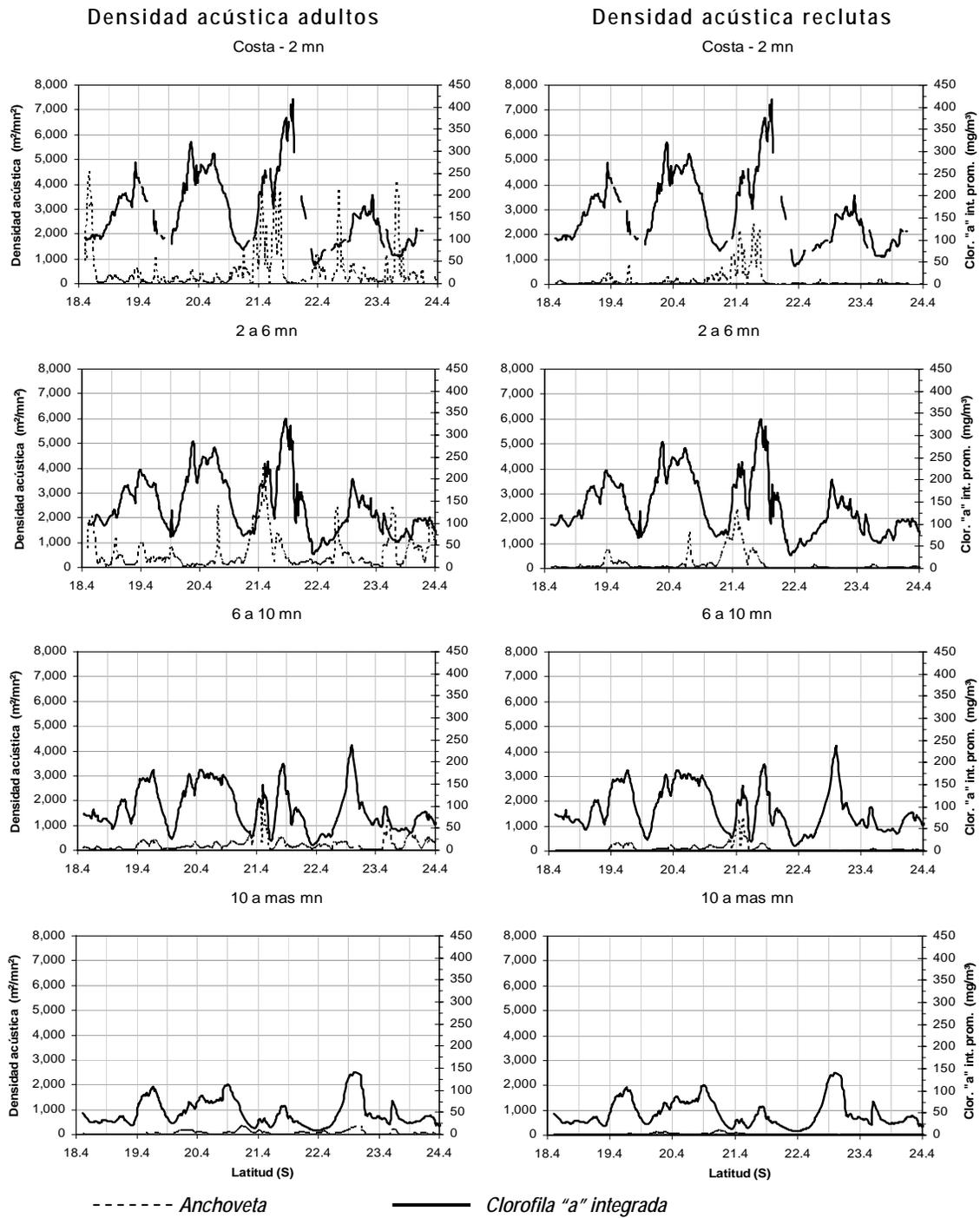


Figura 106. Señal latitudinal de la variable clorofila "a" integrada (mg/m³), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

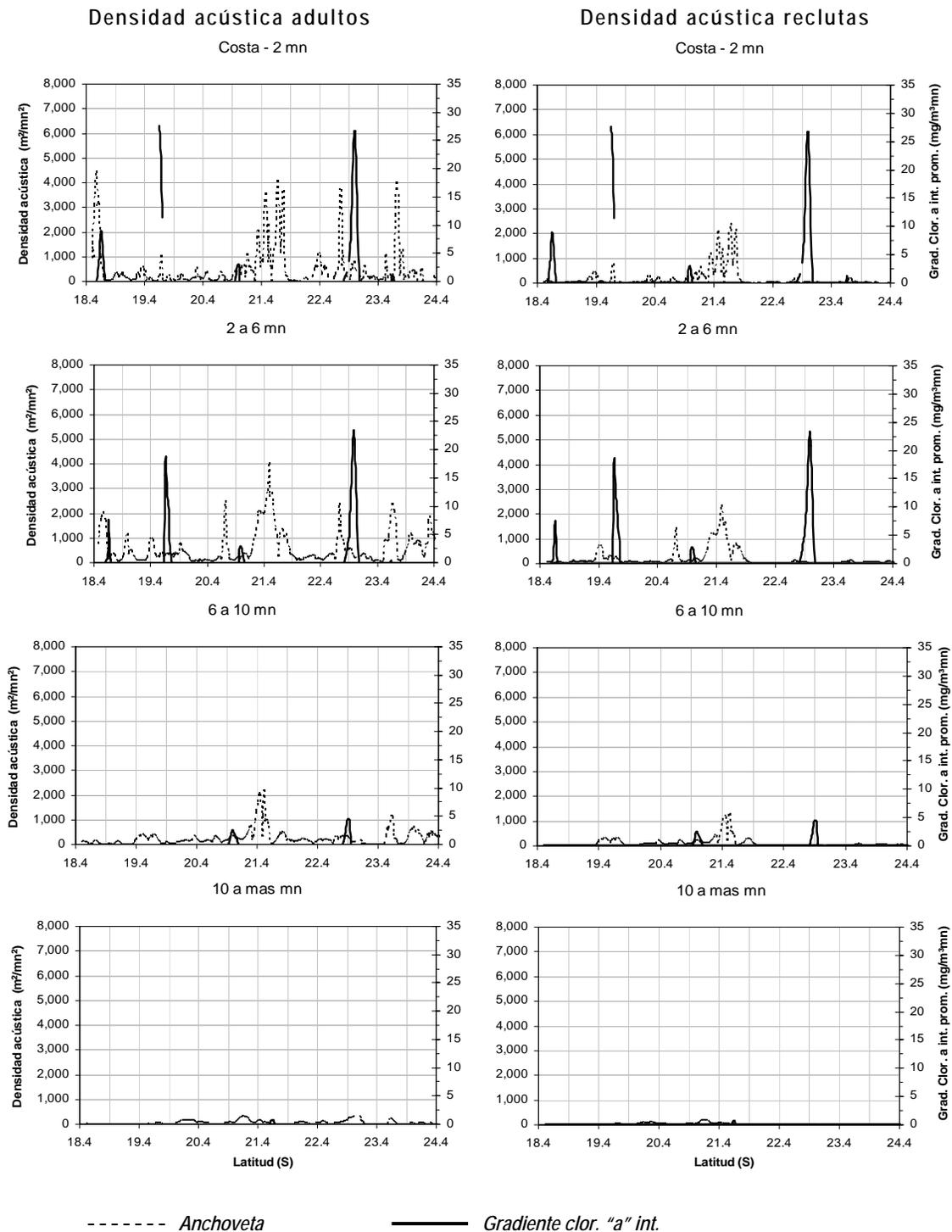


Figura 107. Señal latitudinal de gradiente de clorofila "a" integrada (mg/m^2), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

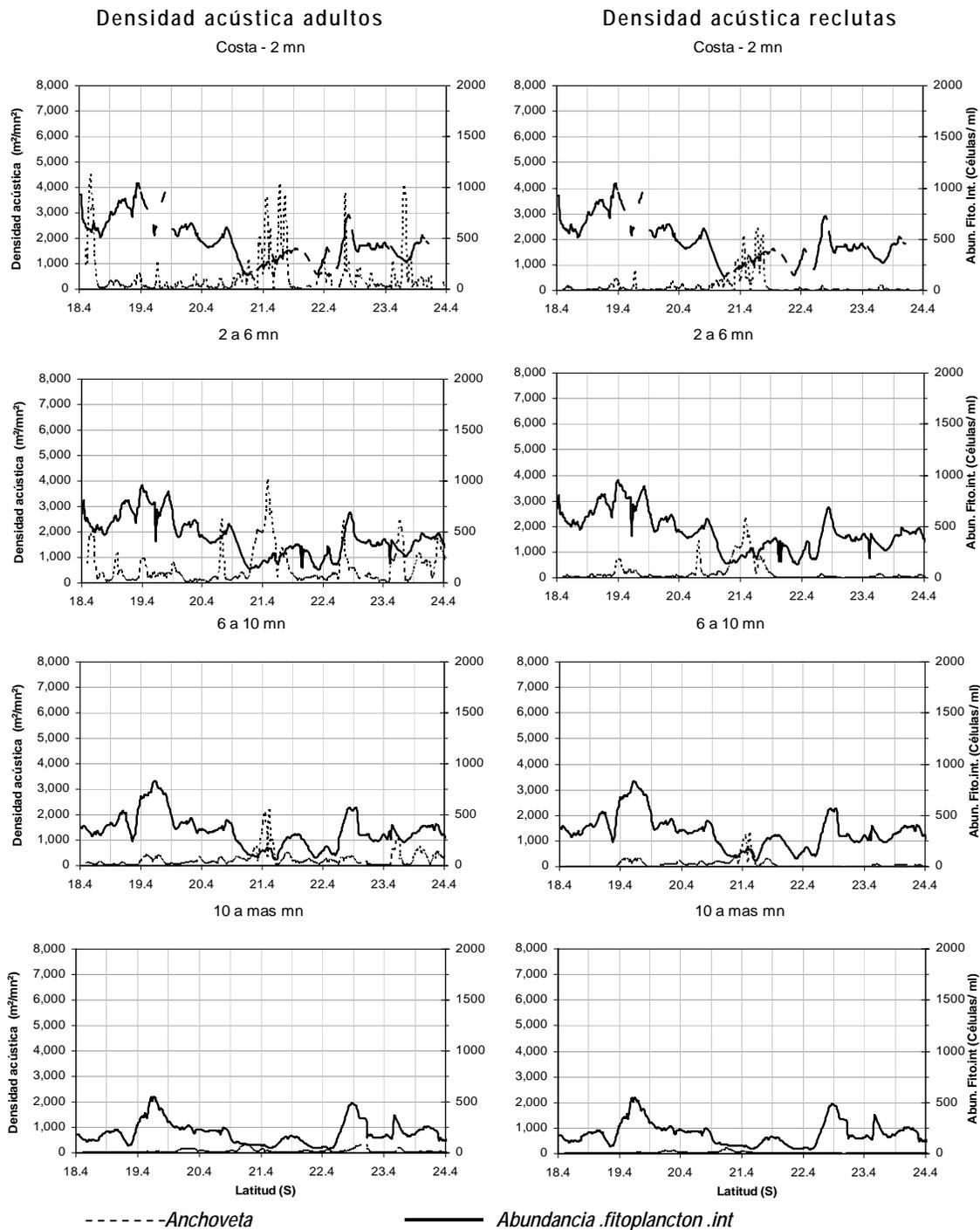


Figura 108. Señal latitudinal de Abundancia fitoplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

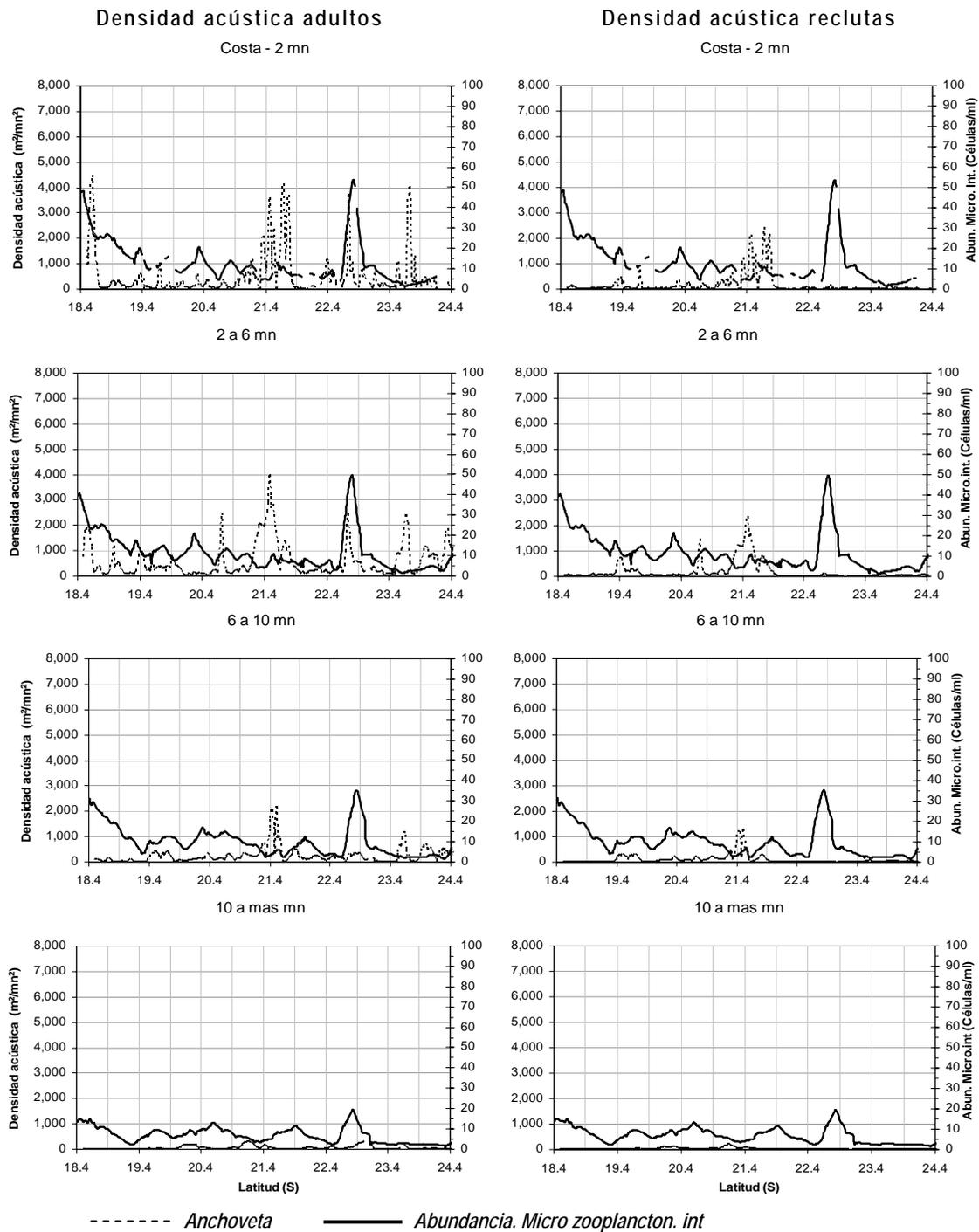


Figura 109. Señal latitudinal Abundancia micro zooplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

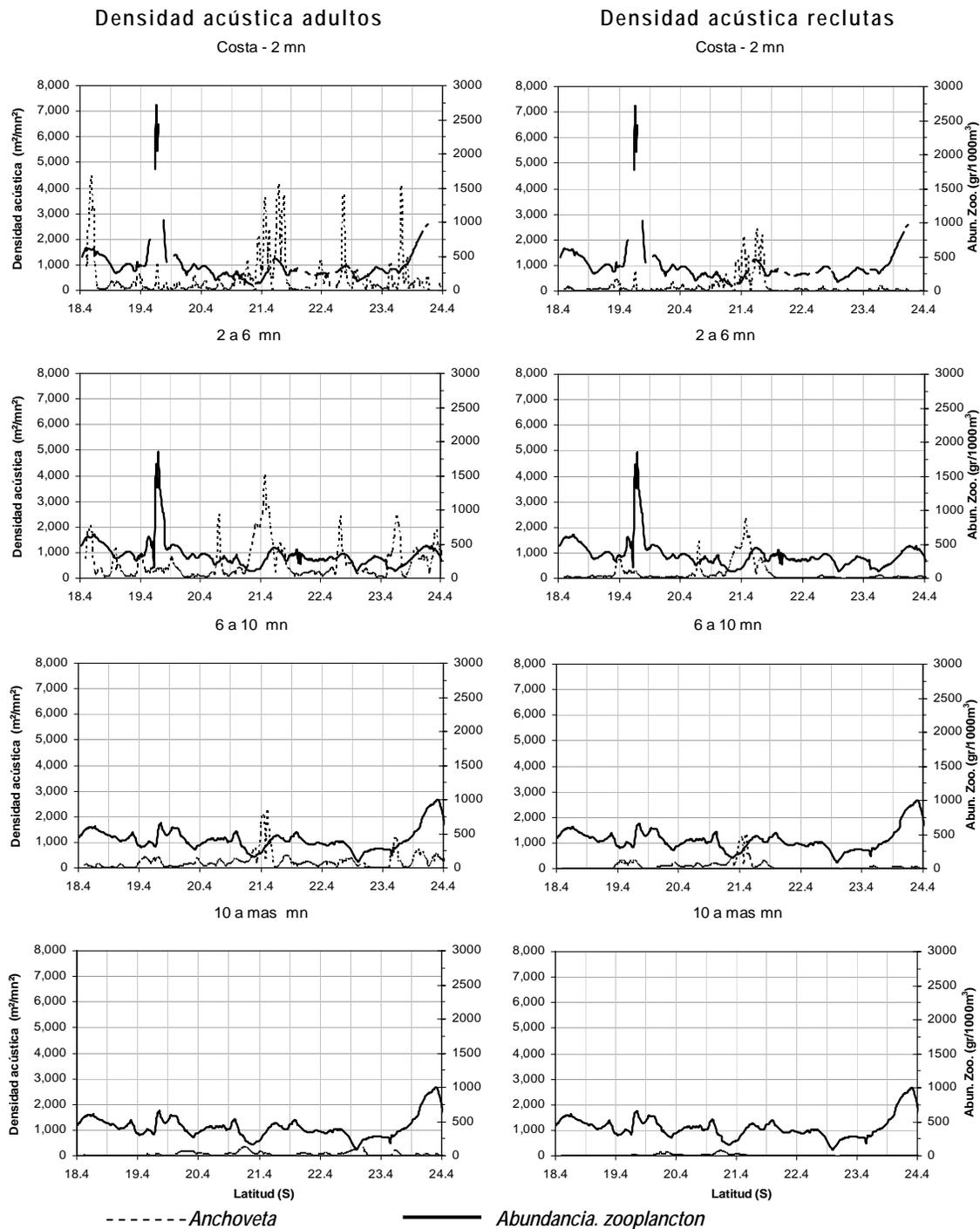


Figura 110. Señal latitudinal de la variable Abundancia zooplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

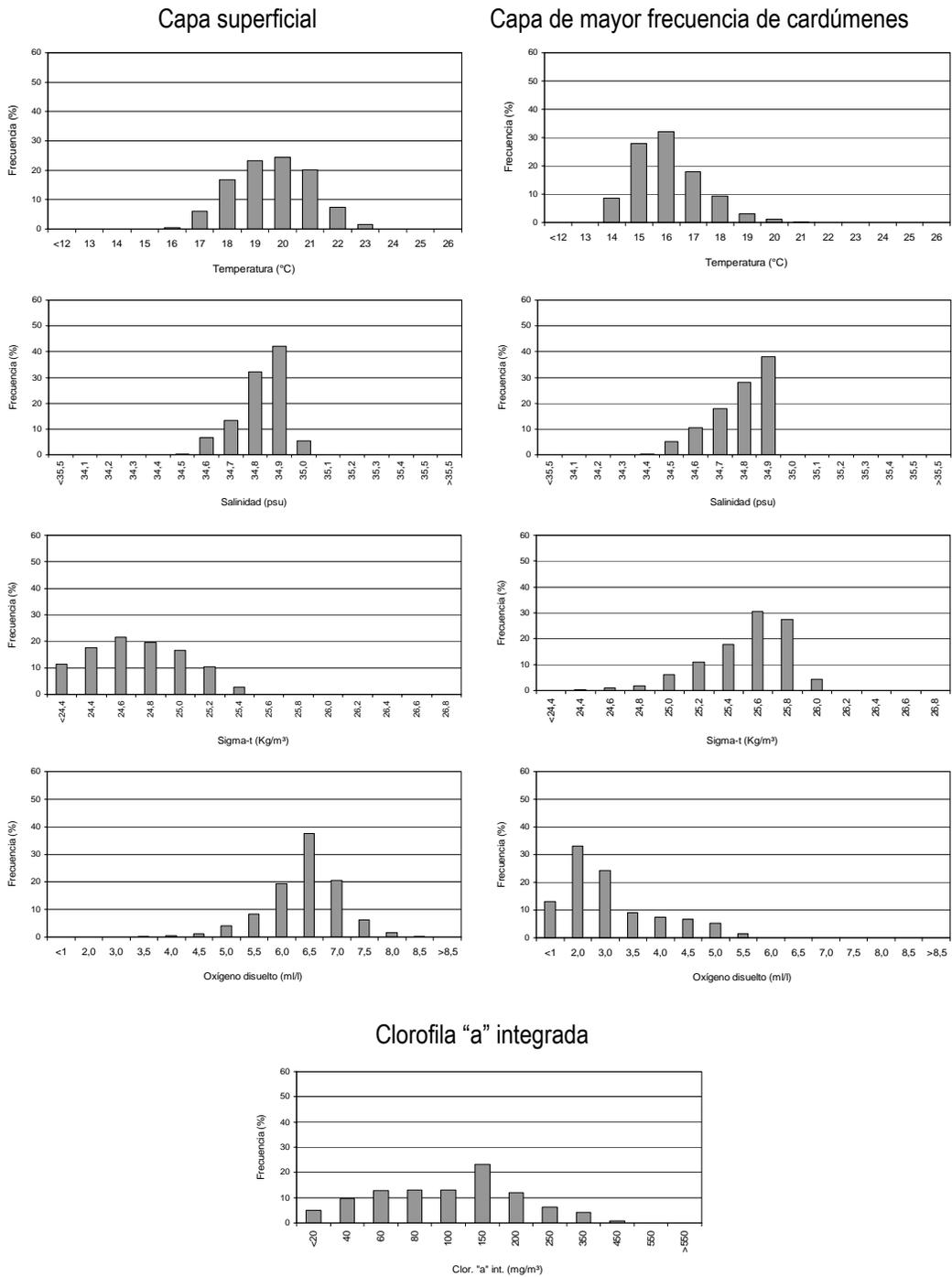


Figura 111. Histogramas de la distribuci3n de adultos de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada. Crucero RECLAN 0702.

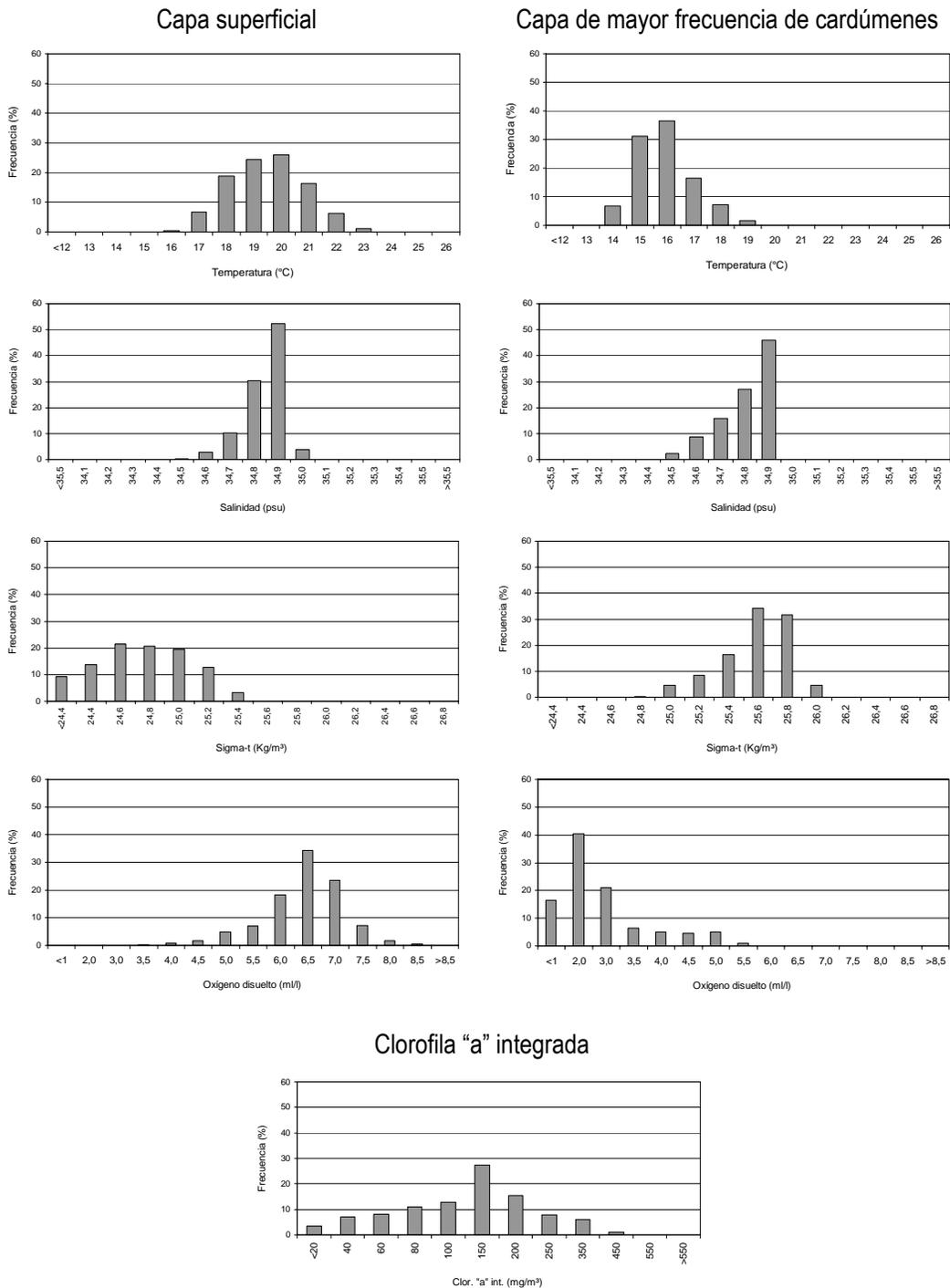


Figura 112. Histogramas de la distribución de reclutas de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada. Crucero RECLAN 0702.

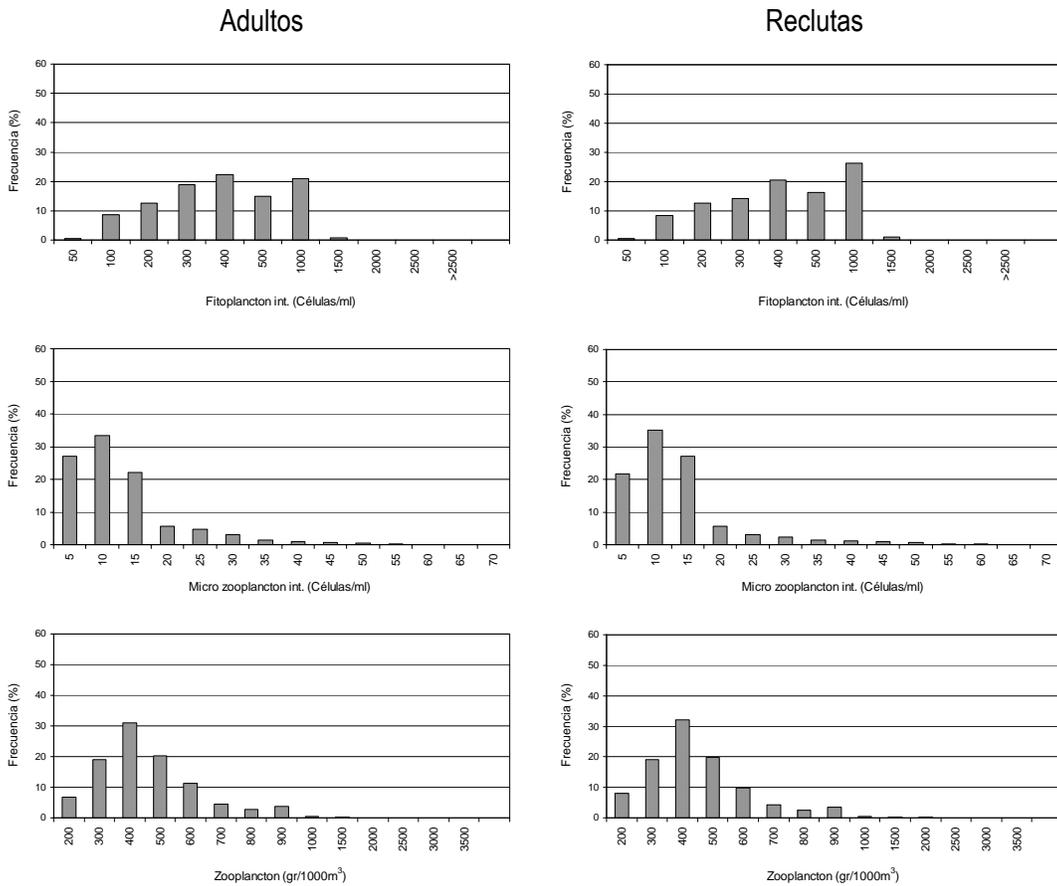


Figura 113. Histogramas de la distribuci3n de adultos y reclutas de Anchoveta respecto a la abundancia fitoplancton y micro zooplancton integrado y zooplancton. Crucero RECLAN 0702.

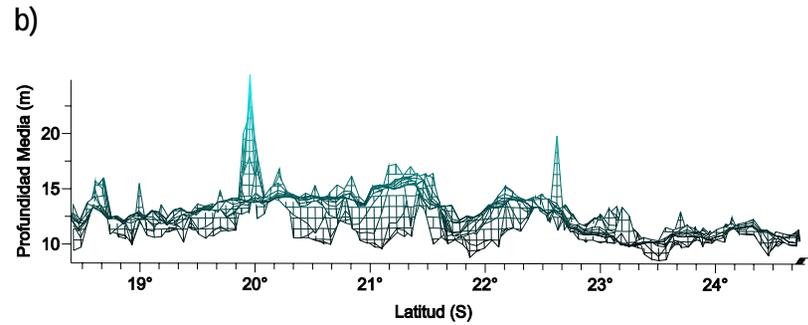
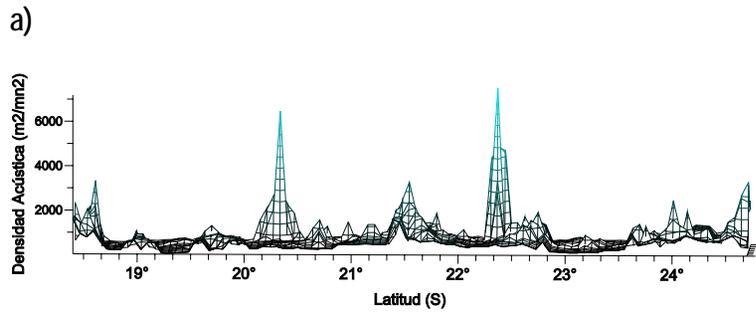
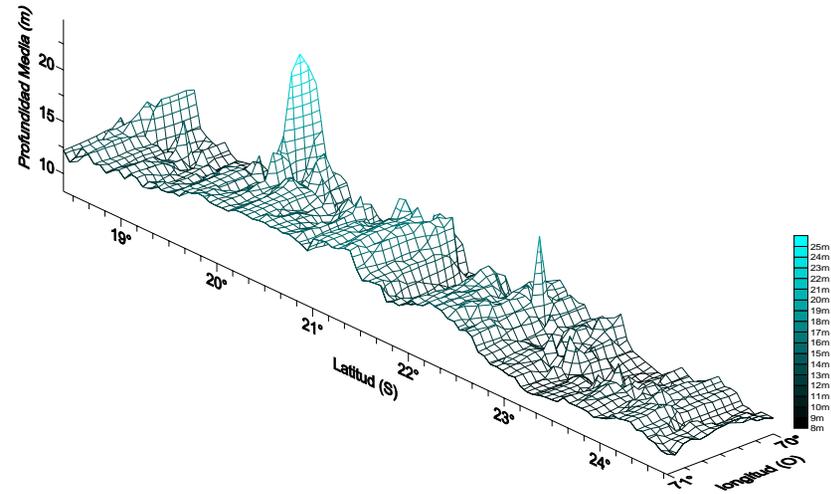
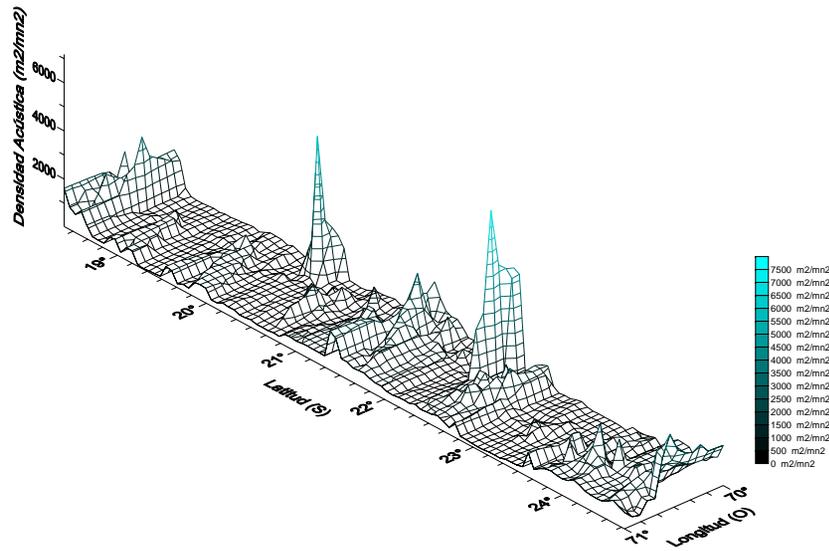


Figura 114. Distribuci3n espacial de: a) la densidad ac3stica de anchoveta (m^2/mn^2) y b) profundidad media de la agregaci3n (m).

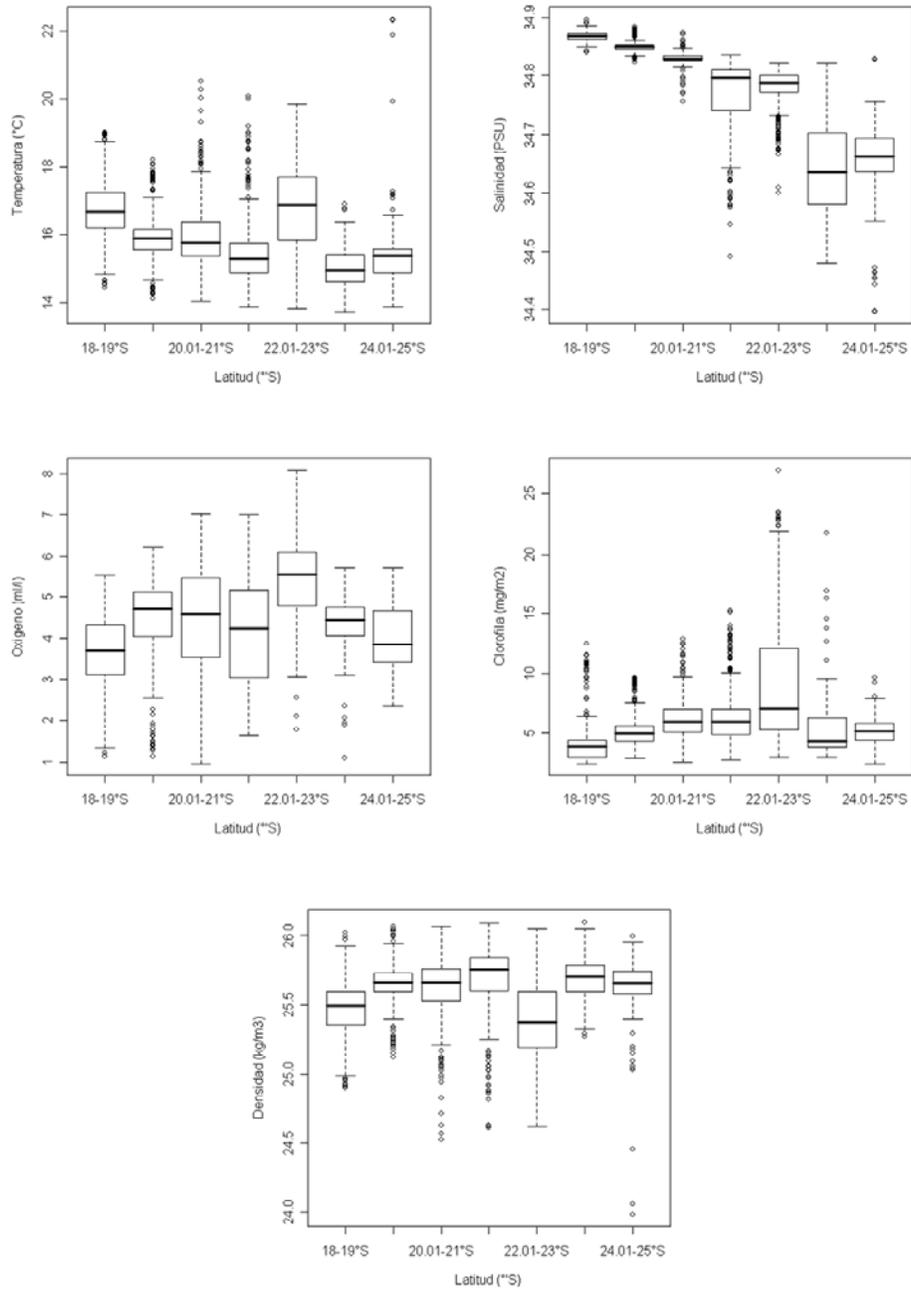


Figura 115. Distribuci3n latitudinal de los valores medios de las variables oceanogr3ficas temperatura (°C), salinidad (PSU), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m²) y densidad (kg/m³).

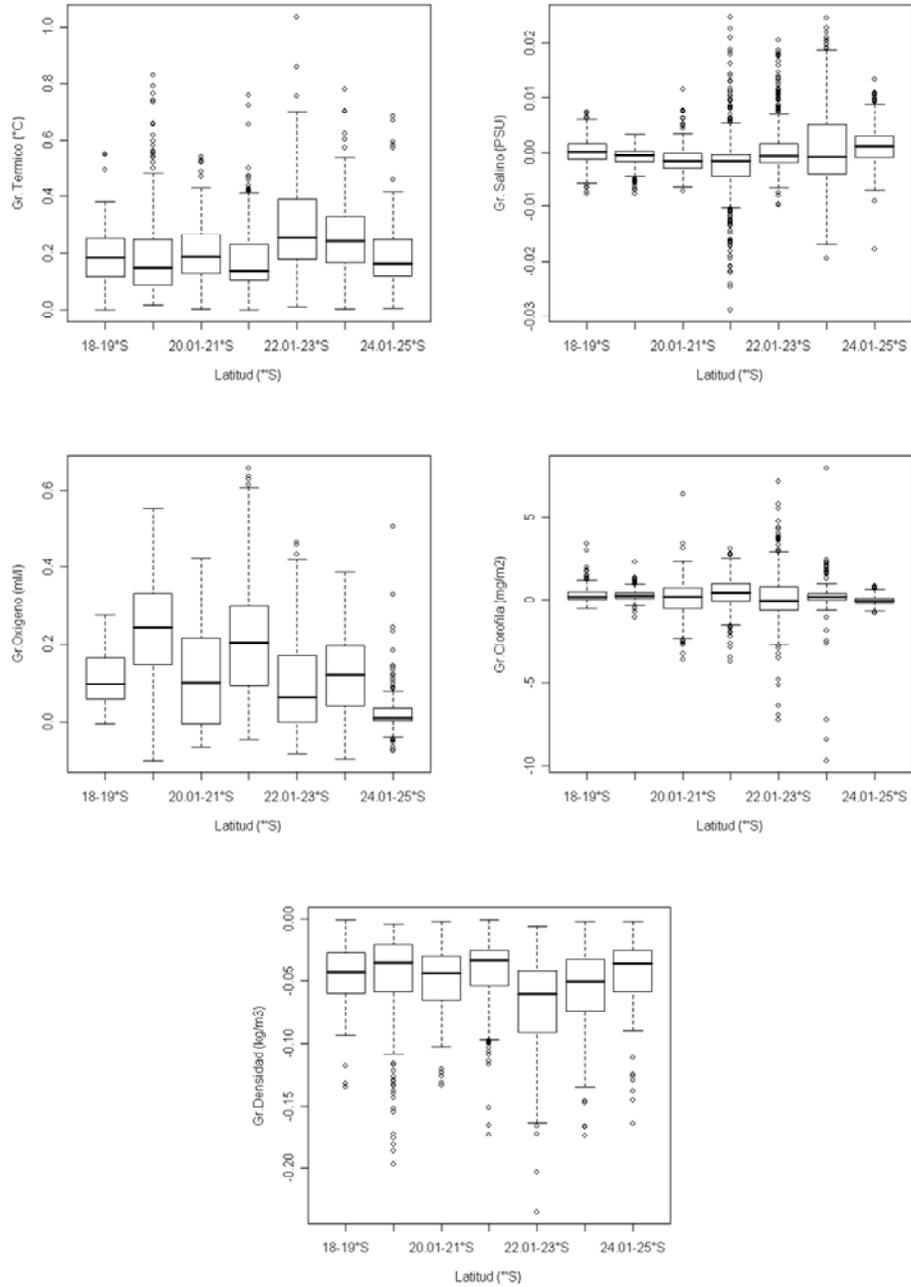


Figura 116. Distribuci3n latitudinal de los valores medios de los gradientes de las variables oceanográficas temperatura (°C), salinidad (PSU), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m²) y densidad (kg/m³)

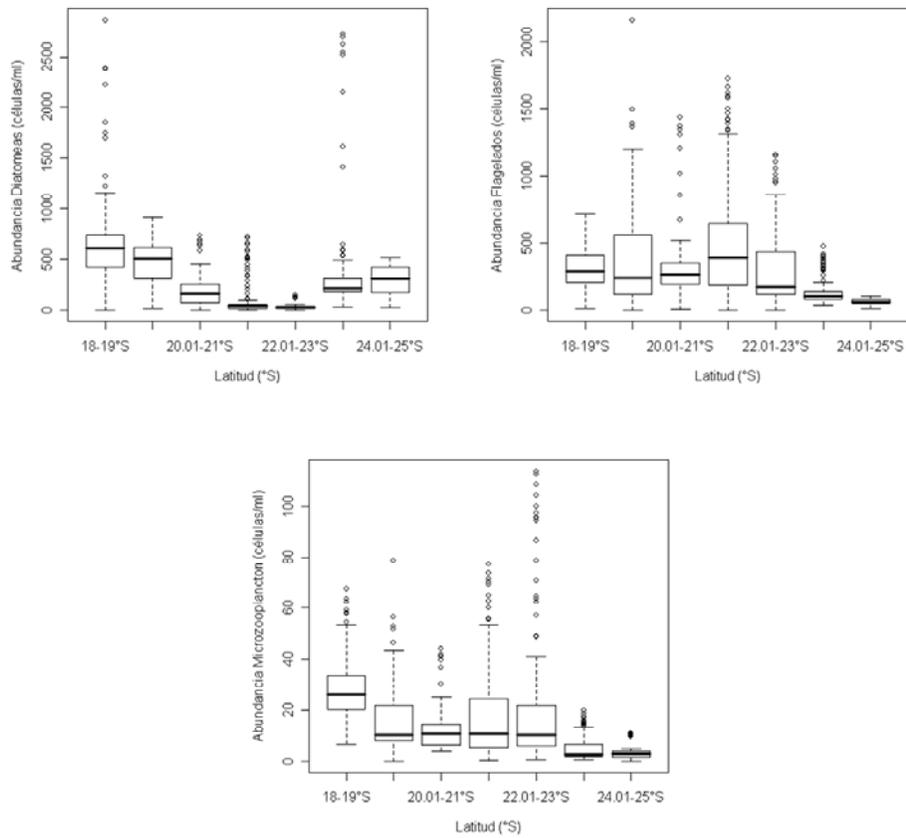


Figura 117. Distribuci3n latitudinal de los valores medios de las variables de oferta ambiental: Abundancia de diatomeas (Células/ml), abundancia de flagelados (Células/ml) y abundancia de microzooplankton (Células/ml).

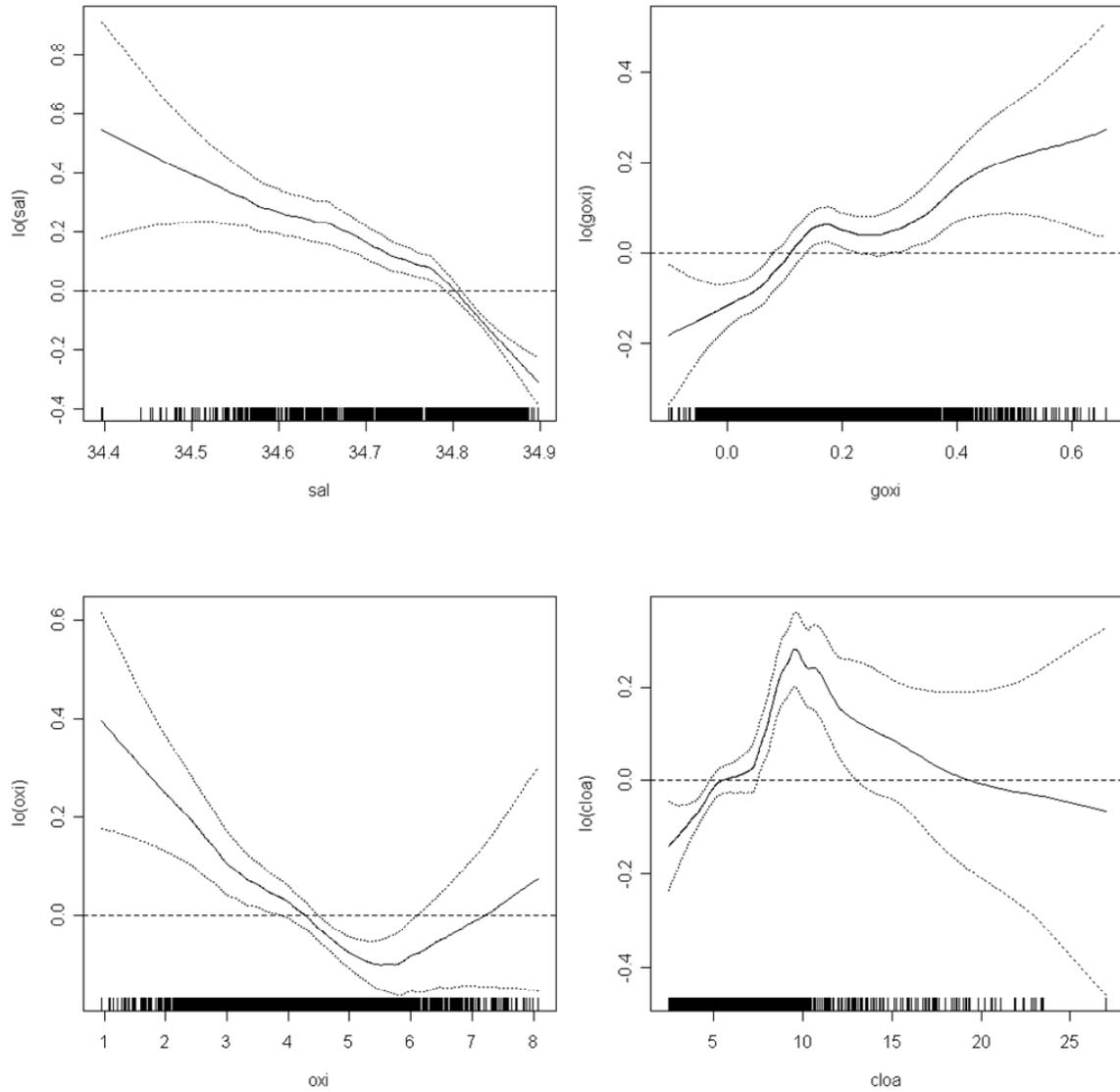


Figura 118. Efectos de los predictores salinidad (sal), gr. de oxigeno (goxi), oxigeno (oxi) y clorofila (cloa) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Lneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y $\log(\text{predictor})$ funci3n suavizadora loess.

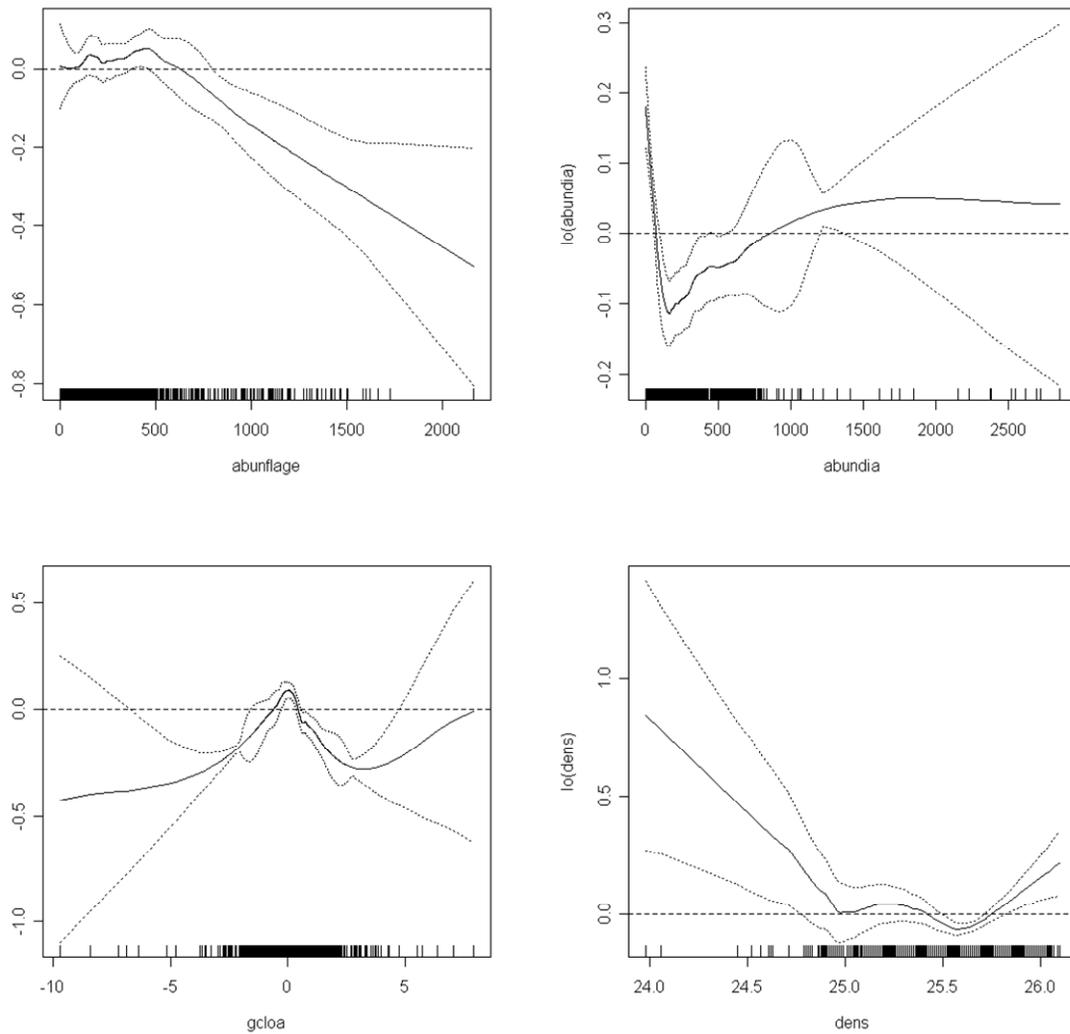


Figura 119. Efectos de los predictores abun. Flagelados (abunflag), abun. Diatomeas (abundia), gr. clorofila (gcloa) y densidad (dens) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Lneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) funci3n suavizadora loess.

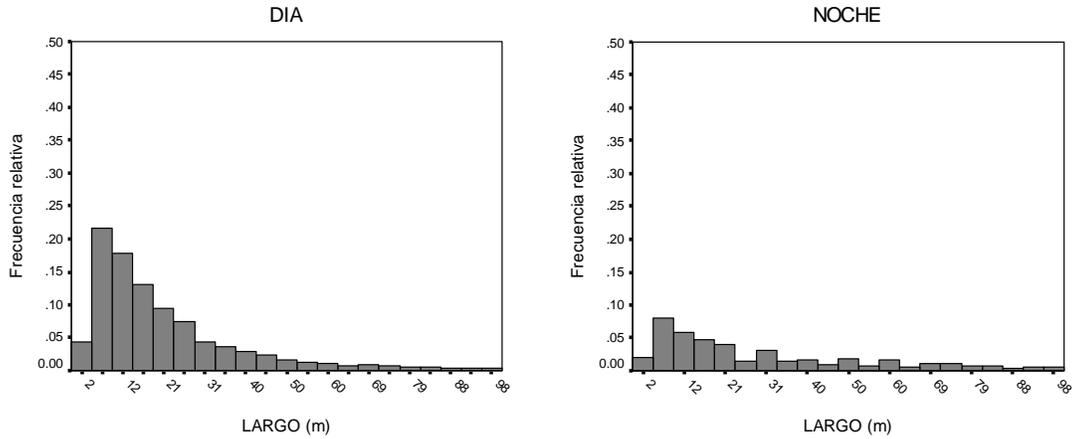


Figura 120. Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.

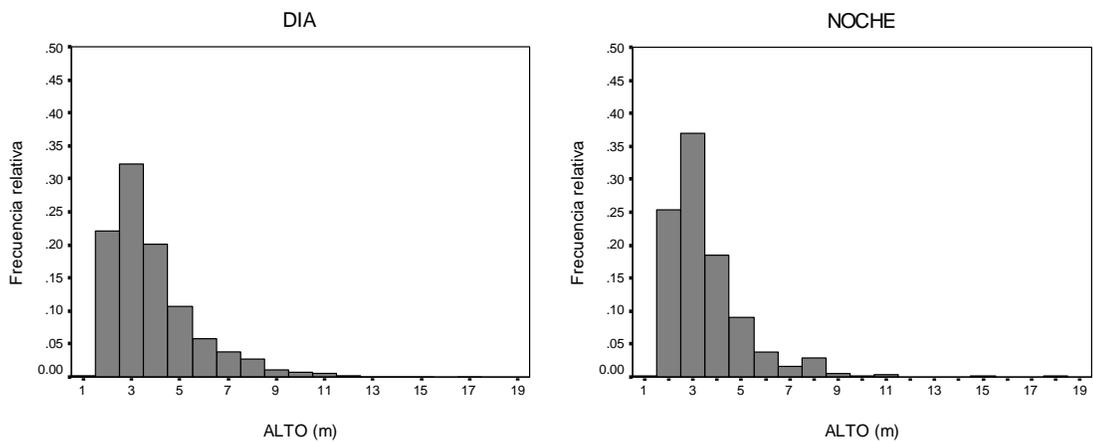


Figura 121. Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.

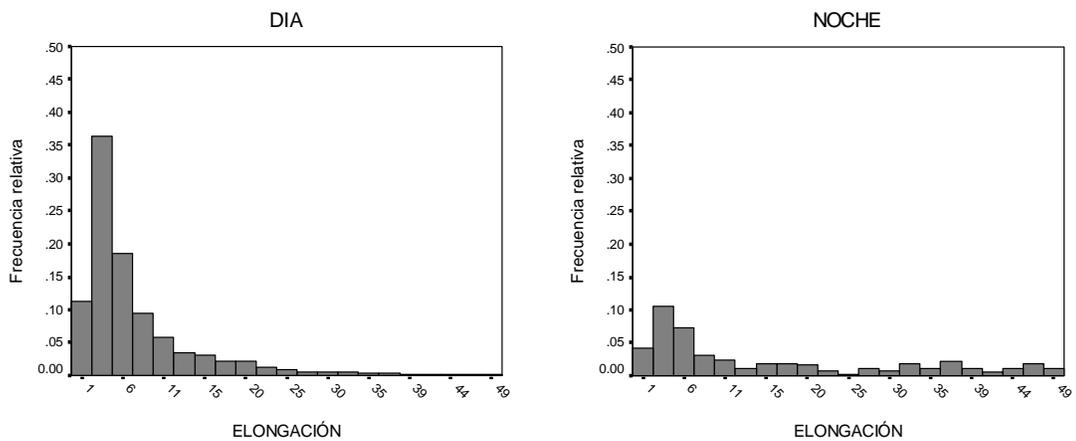


Figura 122. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones, caso diurno nocturno.

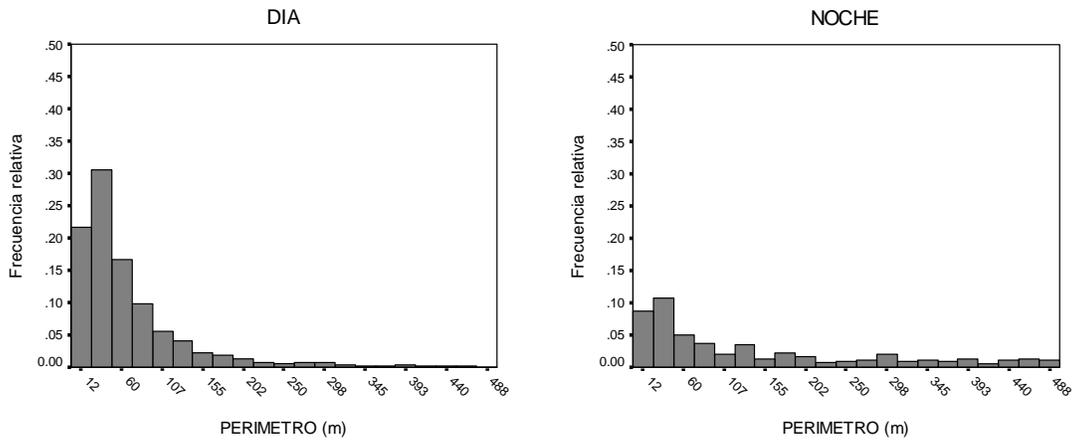


Figura 123. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones, caso diurno nocturno.

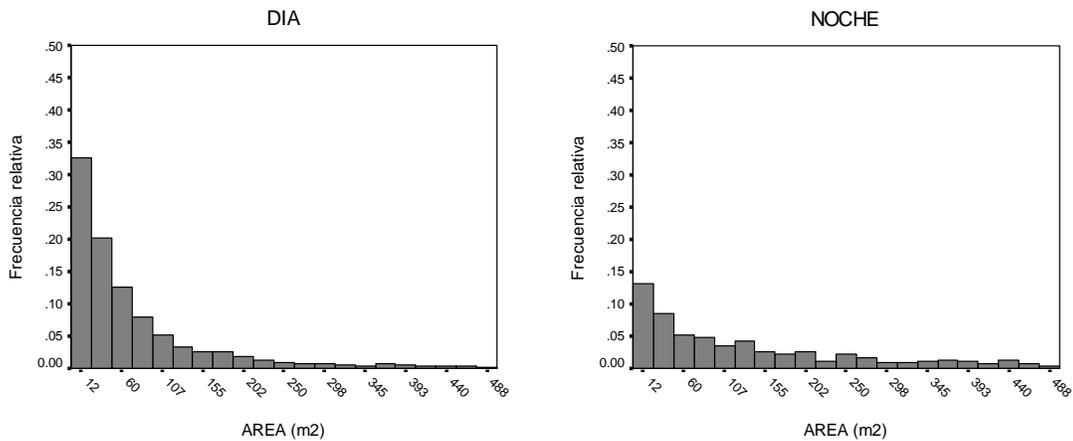


Figura 124. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones, caso diurno nocturno.

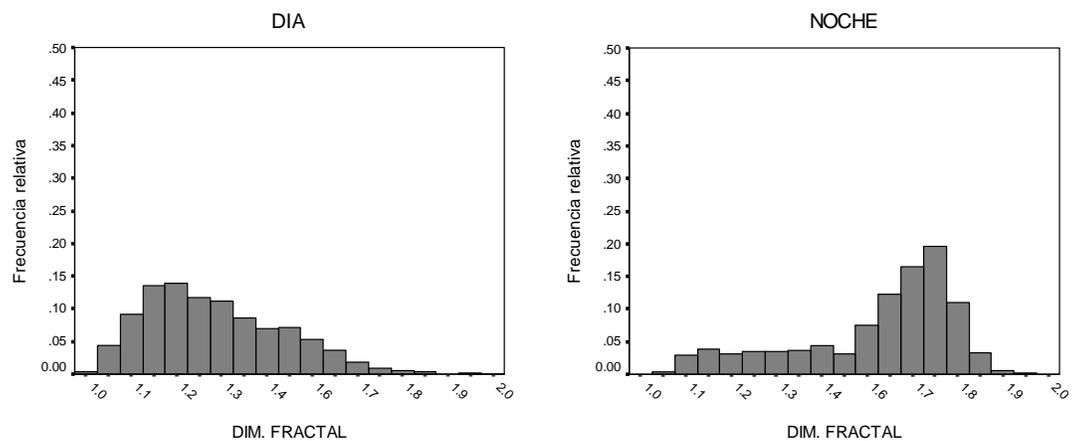


Figura 125. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal, caso diurno nocturno.

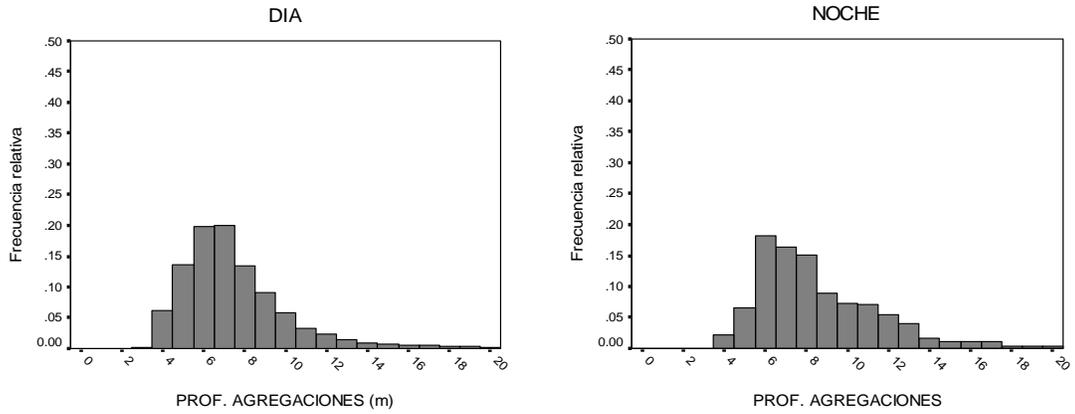


Figura 126. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

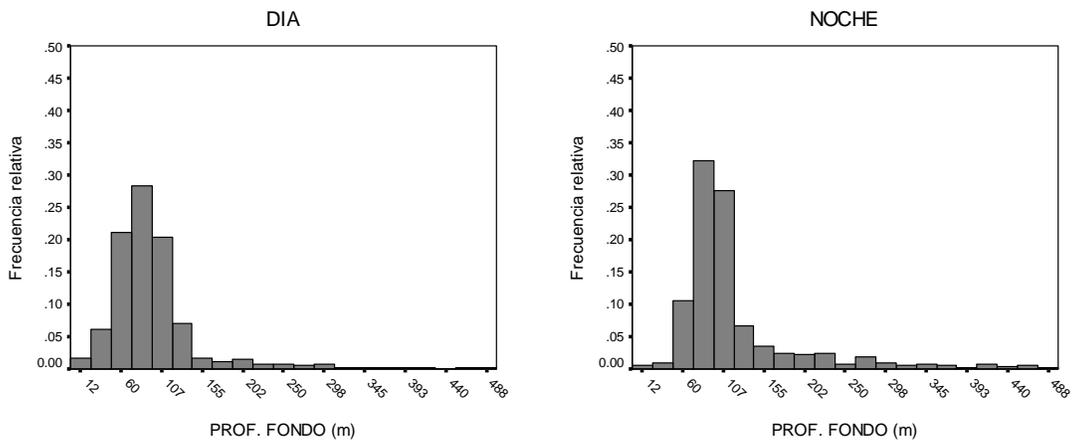


Figura 127. Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.

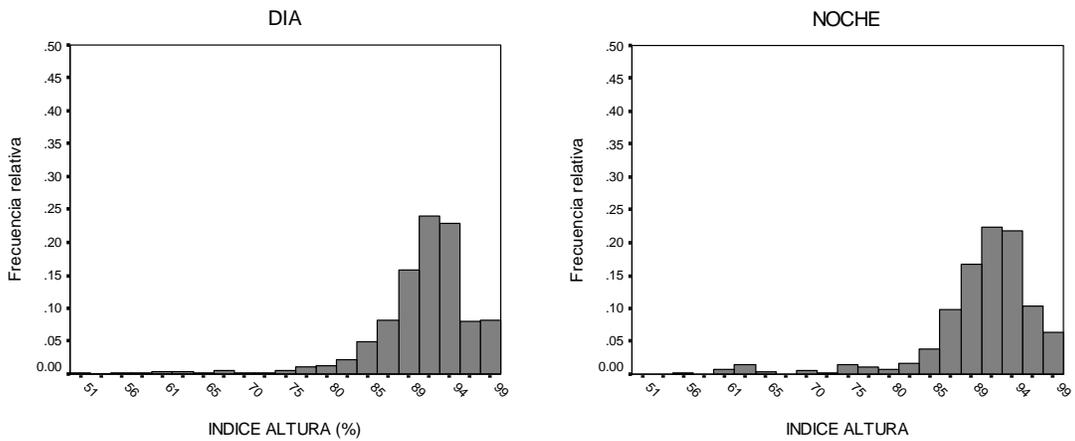


Figura 128. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura, caso diurno nocturno.

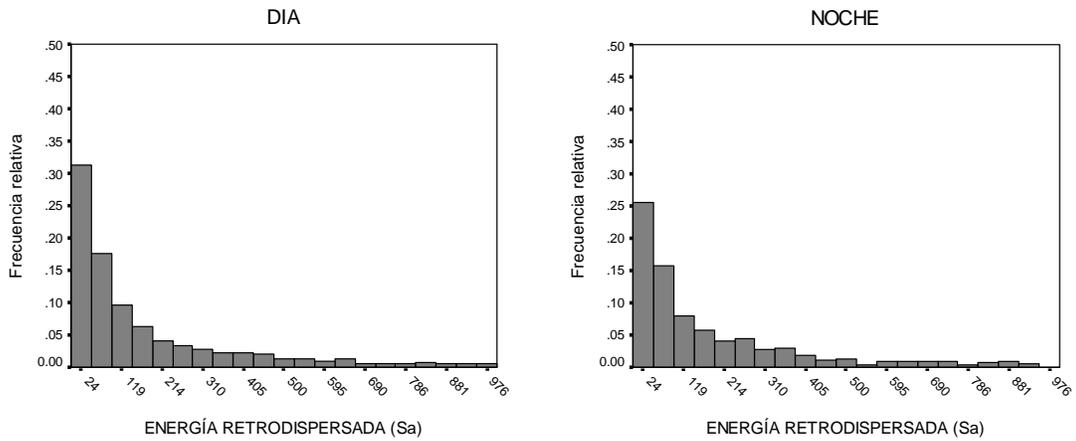


Figura 129. Distribuci3n de frecuencia de energa retrodispersada (Sa), caso diurno nocturno.

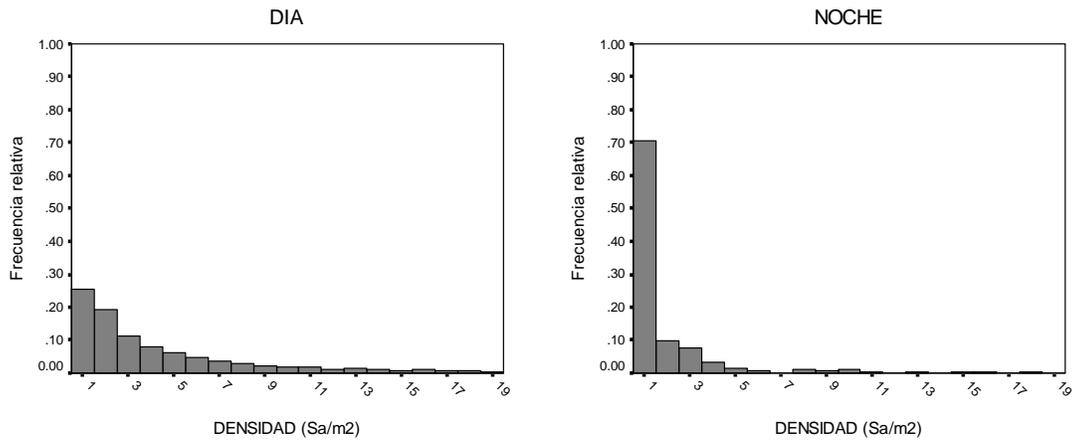


Figura 130. Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

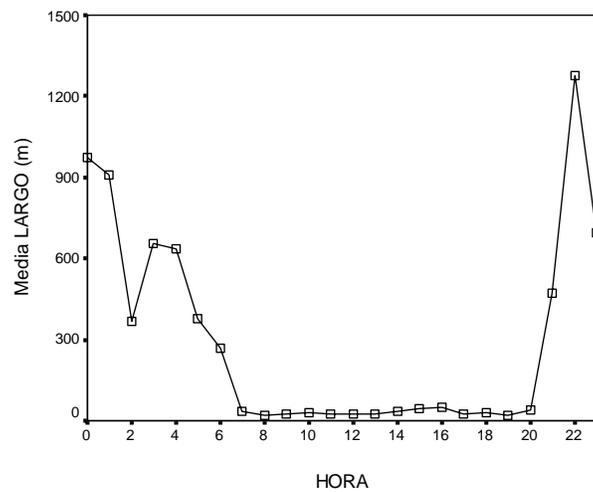


Figura 131. Promedio del largo de agregaciones por rango de hora.

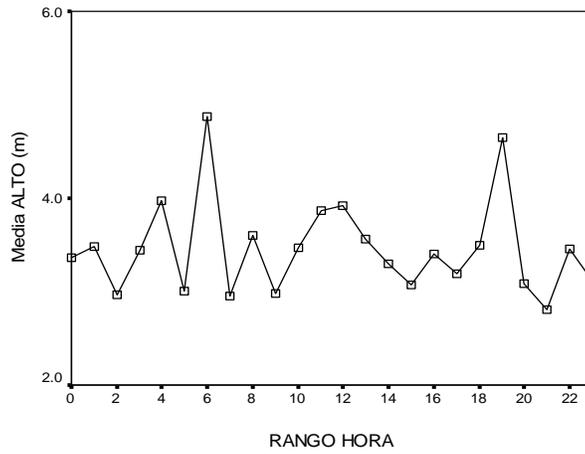


Figura 132. Promedio del alto de agregaciones por rango de hora.

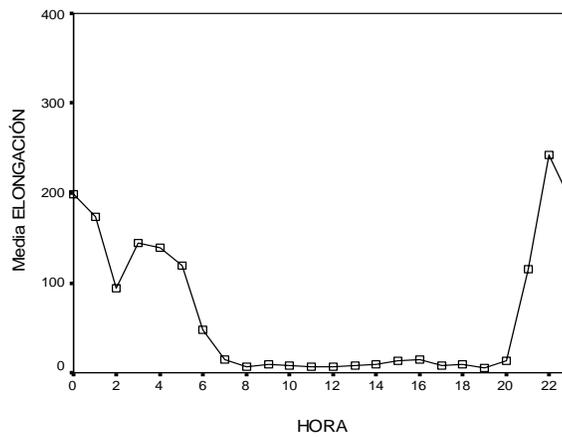


Figura 133. Promedio de elongaci3n de agregaciones por rango de hora.

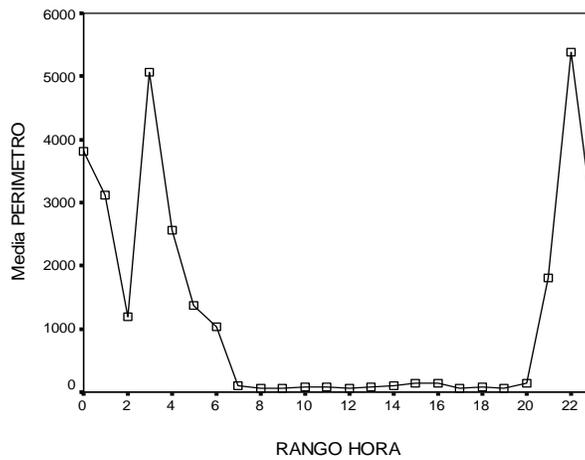


Figura 134. Promedio de perimetro de agregaciones por rango de hora.

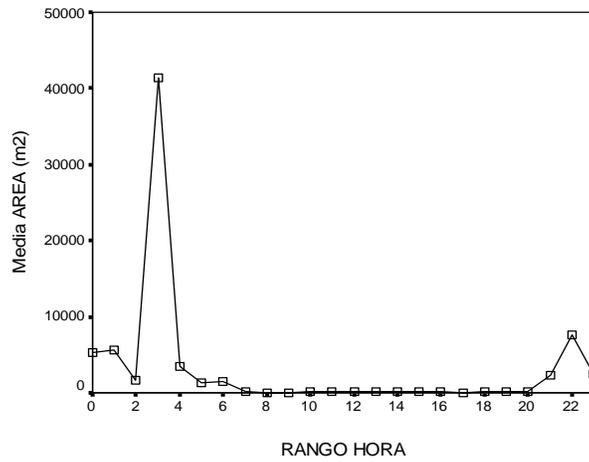


Figura 135. Promedio de 3rea de agregaciones por rango de hora.

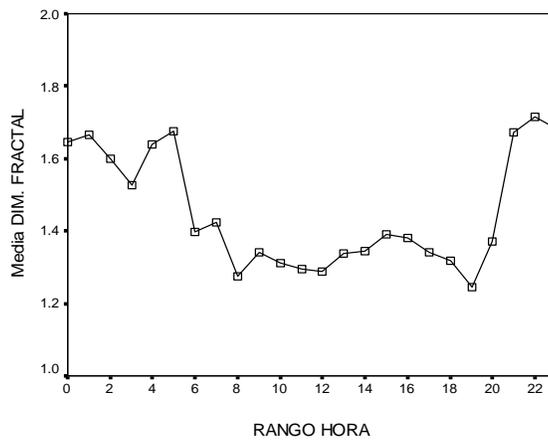


Figura 136. Promedio de la dimensi3n fractal por rango de hora.

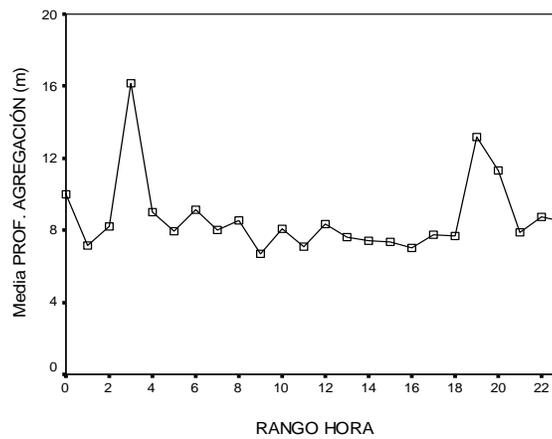


Figura 137. Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora.

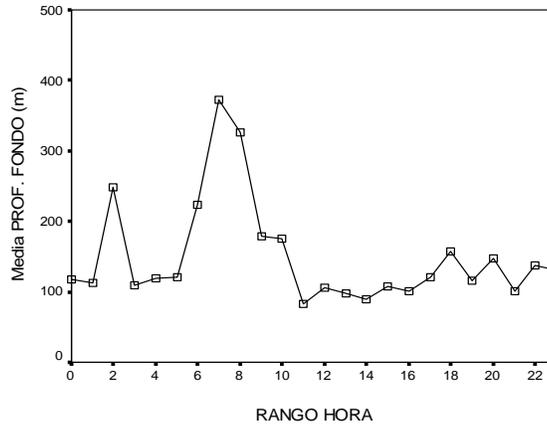


Figura 138. Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora.

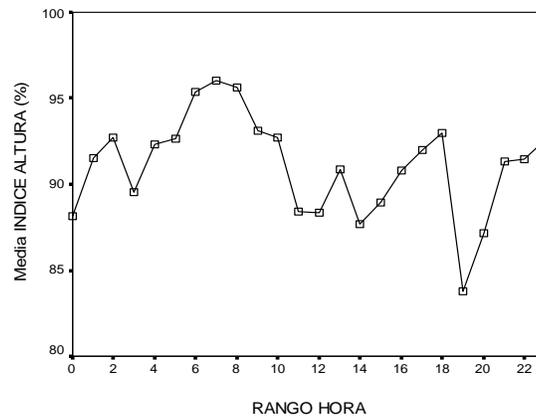


Figura 139. Promedio del 3ndice de altura por rango de hora.

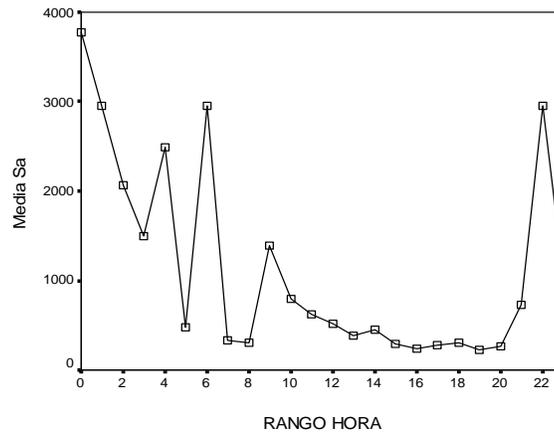


Figura 140. Promedio de energ3a retrodispersada por rango de hora.

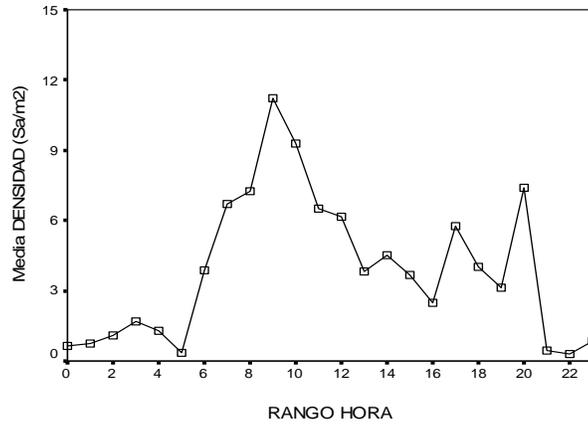


Figura 141. Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora.

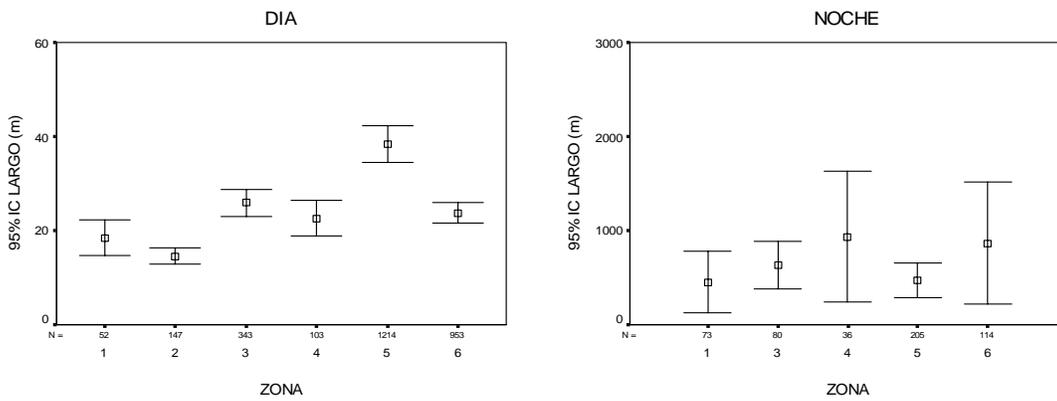


Figura 142. Promedio de largo de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

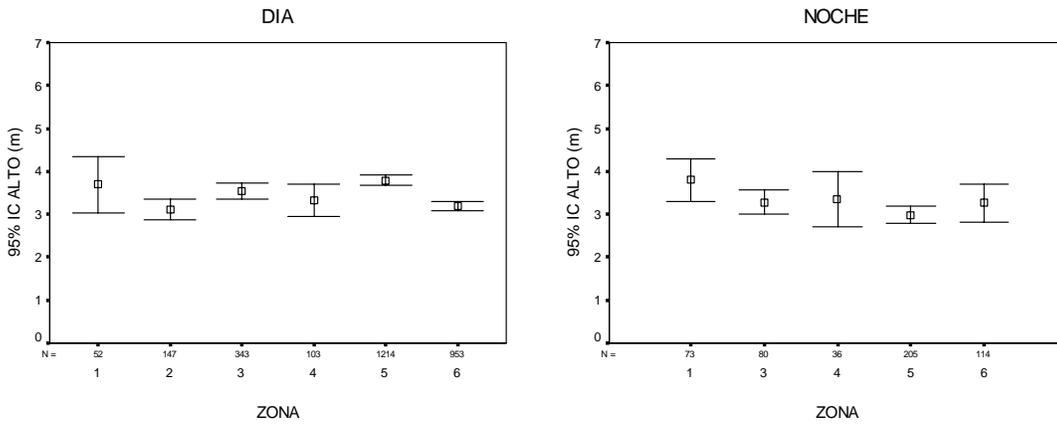


Figura 143. Promedio de alto de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

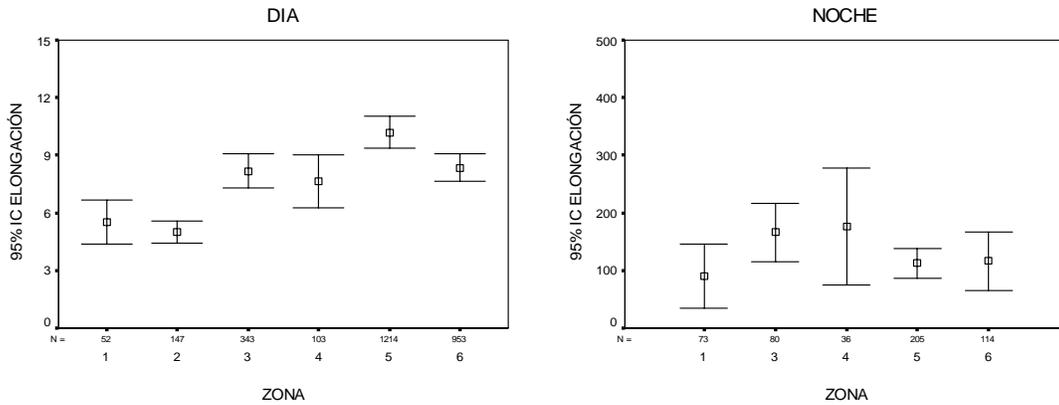


Figura 144. Promedio de elongaci3n de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

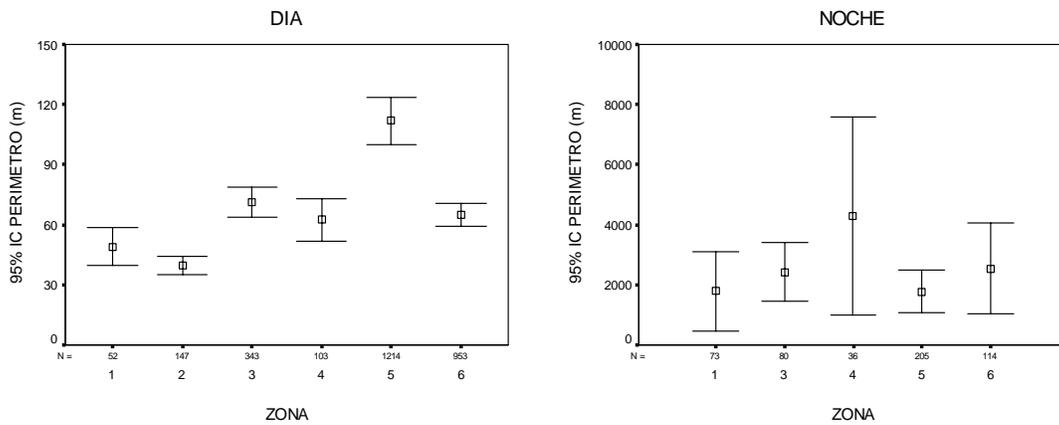


Figura 145. Promedio de per3metro de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

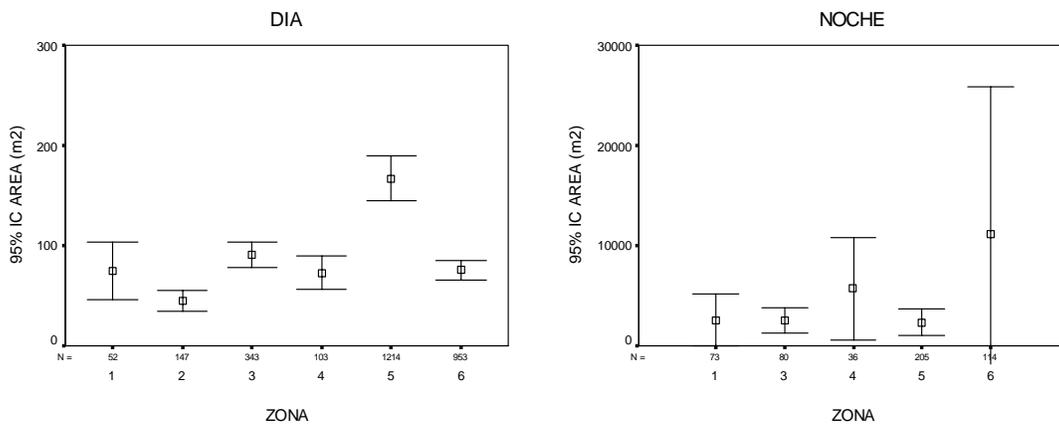


Figura 146. Promedio de 3rea de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

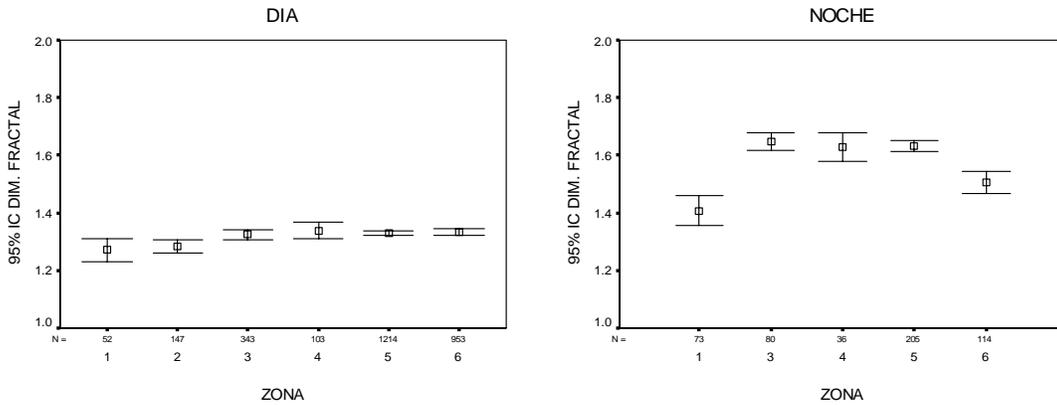


Figura 147. Promedio de dimensi3n fractal por zona, condici3n diurna y nocturna.

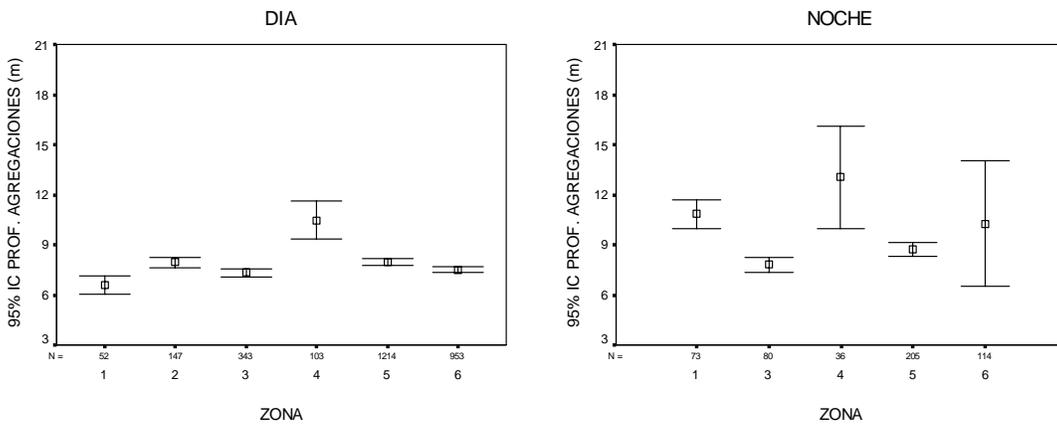


Figura 148. Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

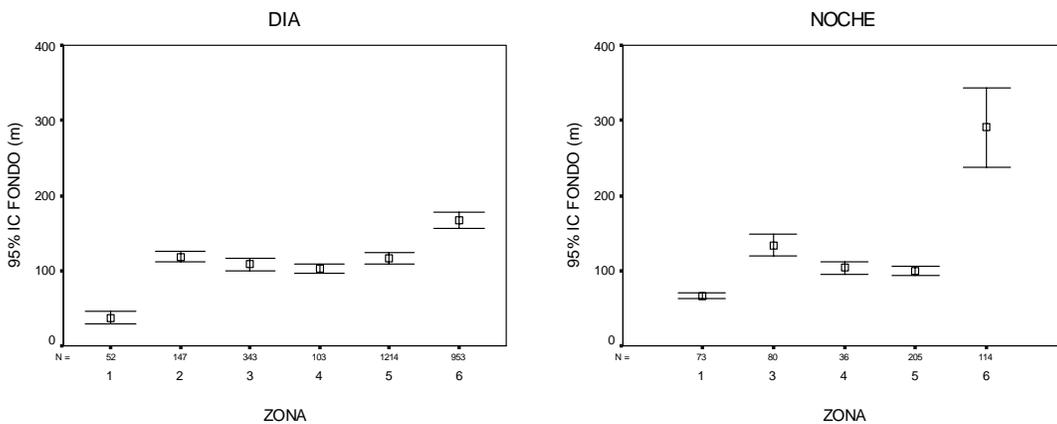


Figura 149. Promedio de profundidad del fondo por zona, condici3n diurna y nocturna.

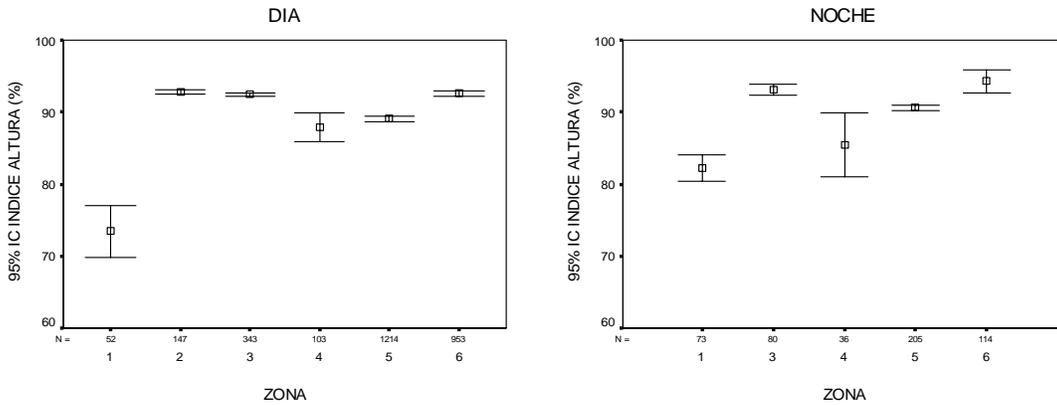


Figura 150. Promedio de índice de altura por zona, condición diurna y nocturna.

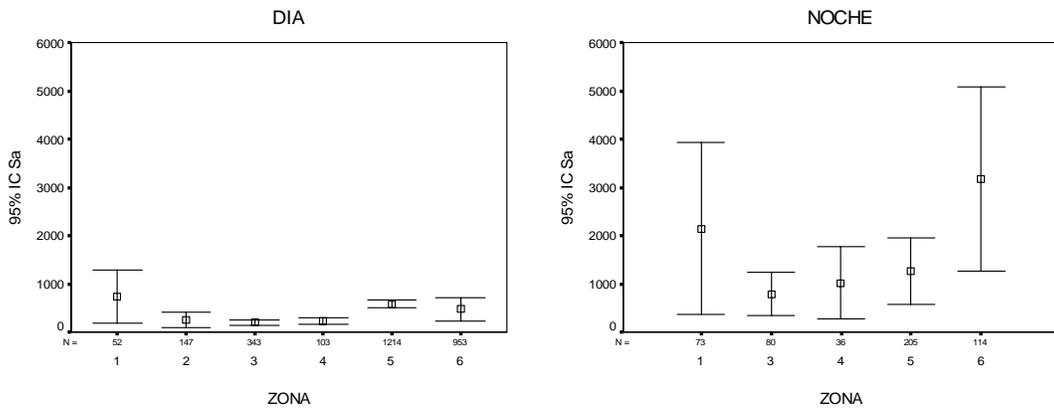


Figura 151. Promedio de Sa de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

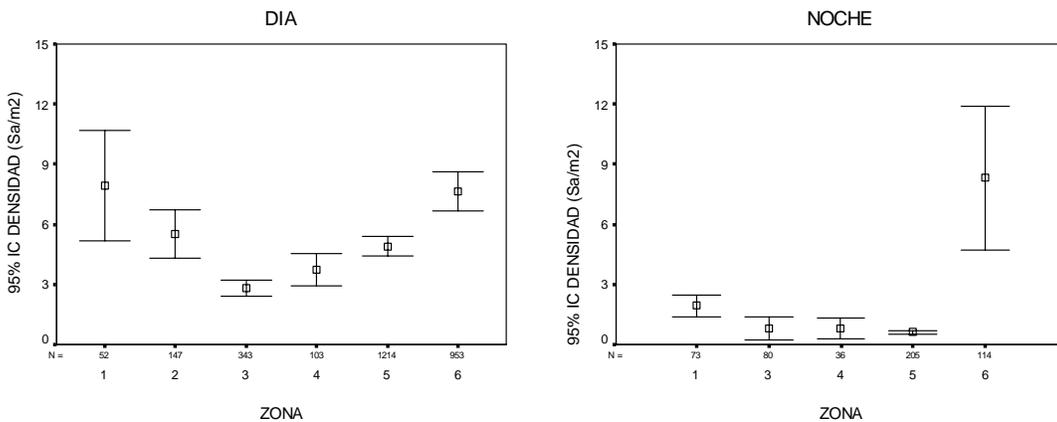


Figura 152. Promedio de densidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

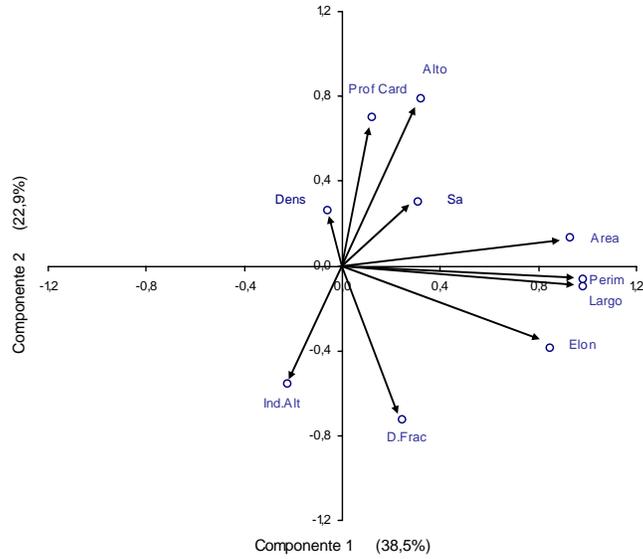


Figura 153. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas

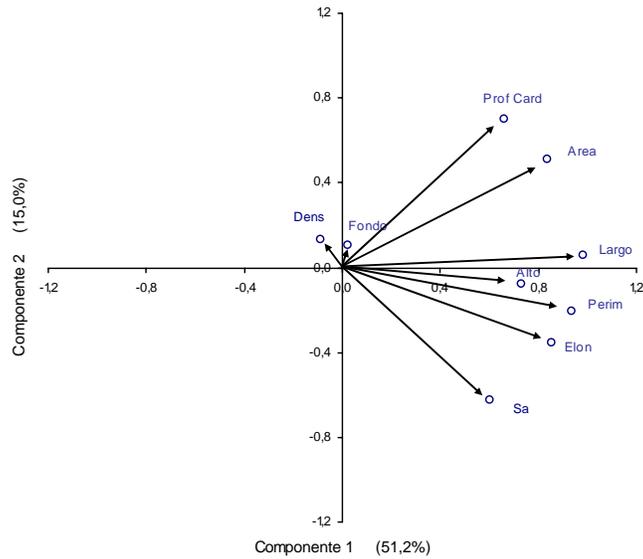


Figura 154. Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

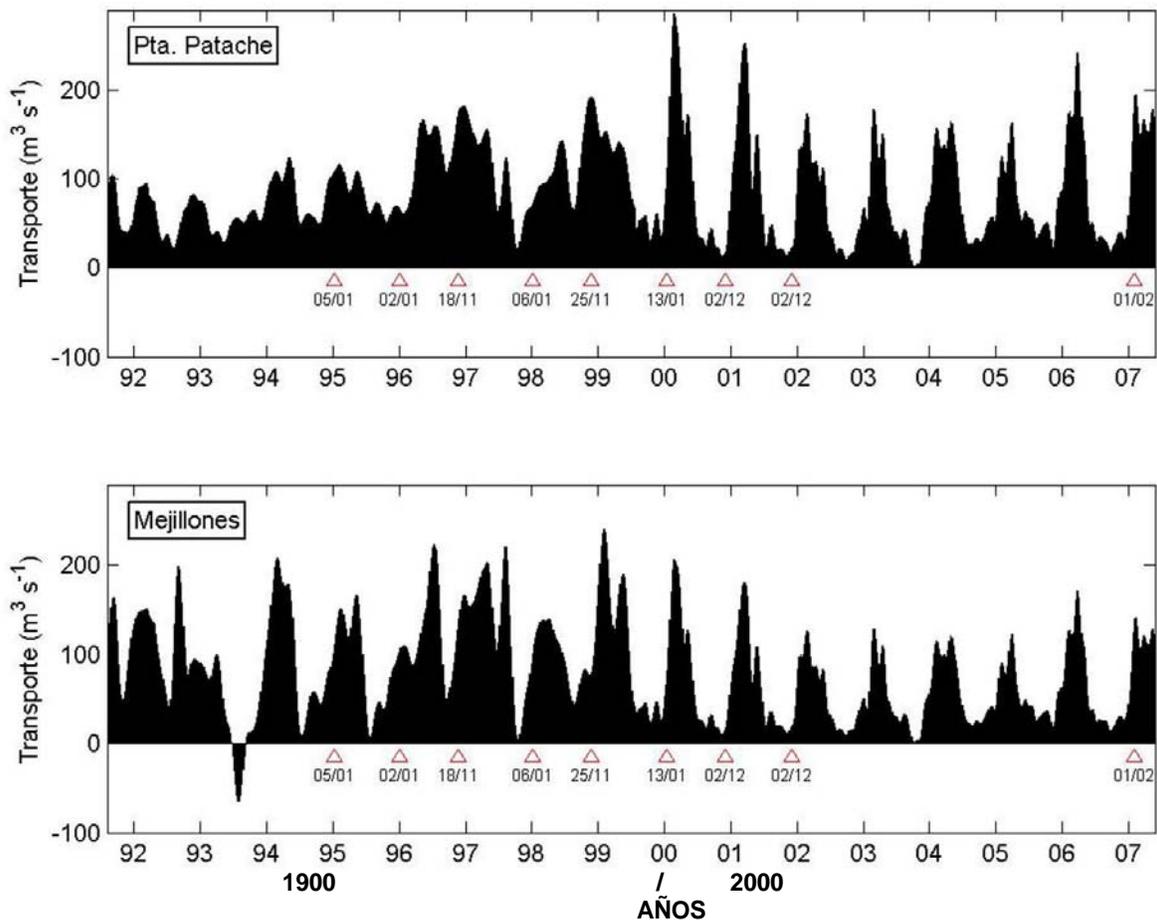


Figura 155. Series de transporte perpendicular a la costa (Índice de Surgencia instantáneo o transporte Ekman hacia el Oeste) calculadas de datos de viento satelital. Los puntos de extracci3n de datos fueron frente a punta Patache (19°30'S y 70°45'W) y península de Mejillones (23°30'S y 70°45'W). Se indican las fechas en que se han realizado cruces RECLAN en la I y II Regi3n.

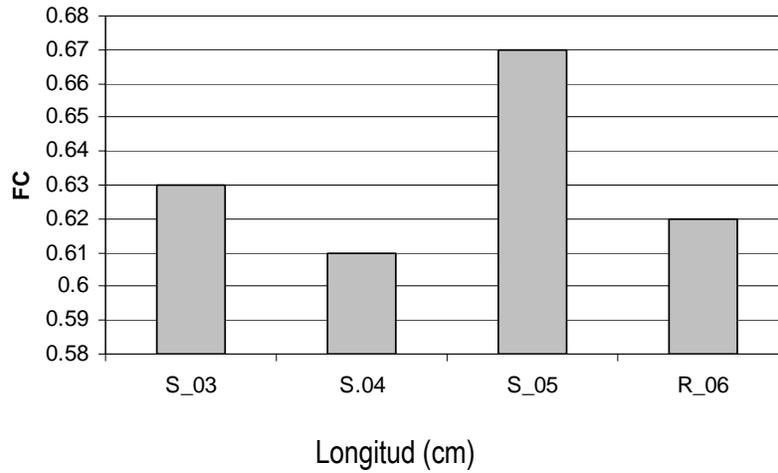


Figura 156. Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta. Seguimiento 2003, seguimiento 2004 y 2005 Cruceros RECLAN I y II Regiones.

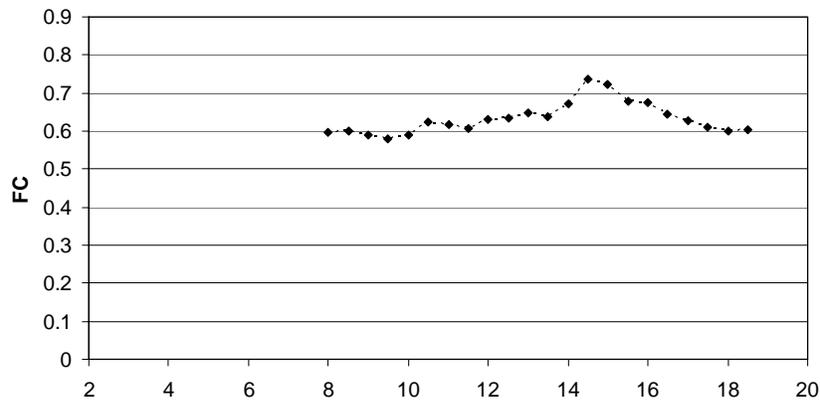


Figura 157. Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN, RECLAN I y II Regiones.

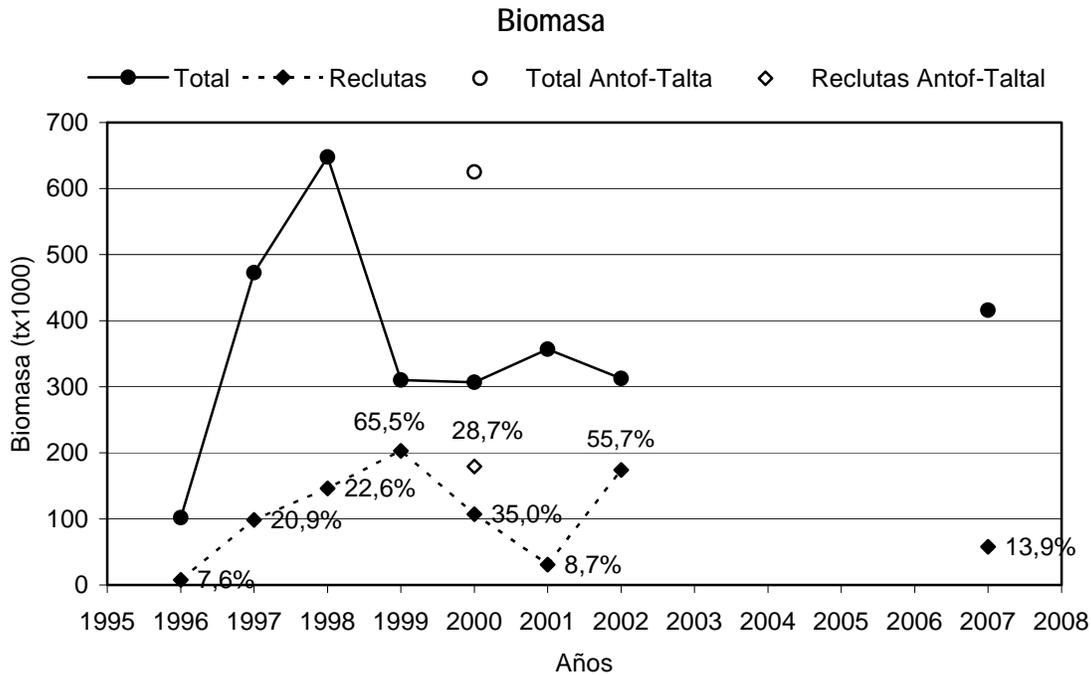
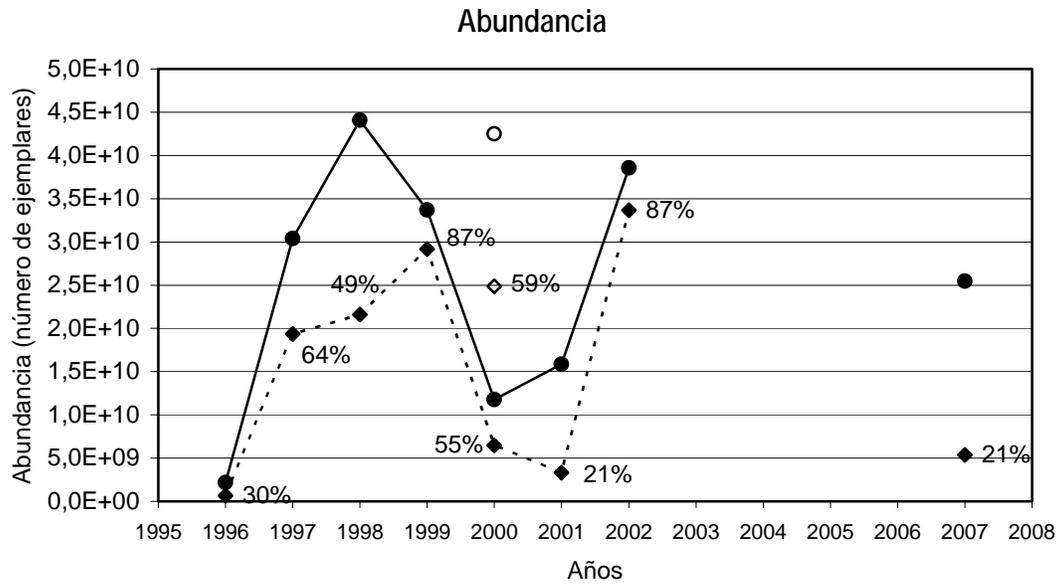


Figura 158. Estimaciones de Abundancia y Biomasa de anchoveta total y reclutas en el periodo 1995-2001 y 2007. Se indican los aportes de los reclutas en porcentaje.

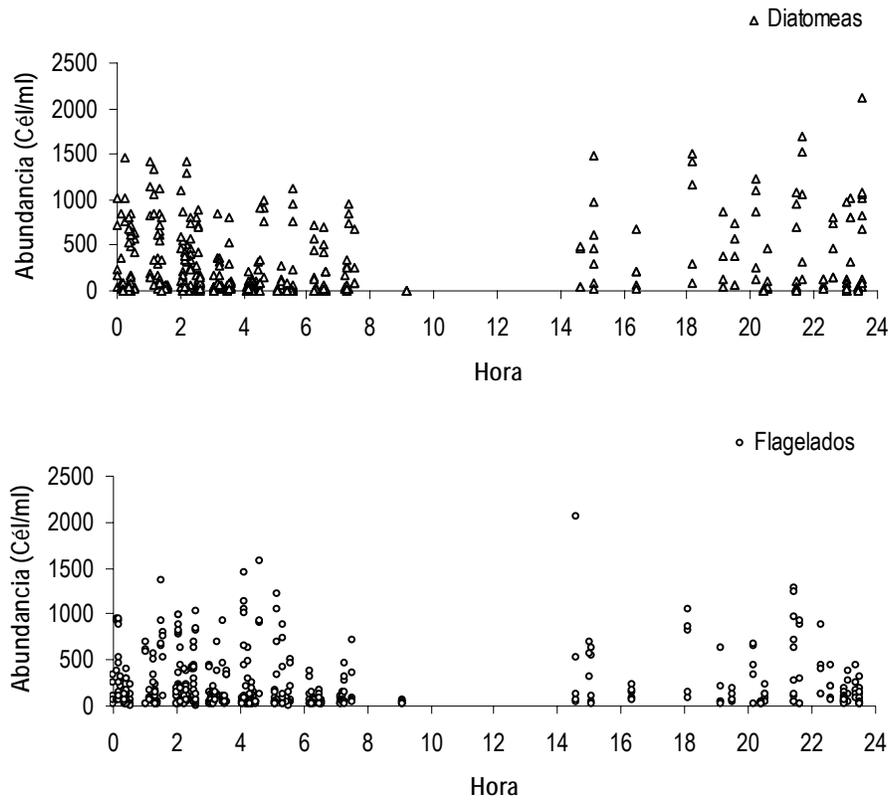


Figura 159. Distribución en el ciclo horario de: a) abundancia de diatomeas y b) abundancia de flagelados.

T A B L A S



Tabla 1
Categorías por densidad.

Categoría	Intervalo (T/mn²)	Calificación de densidad
I	1 - 75	Muy baja
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Densa
IV	301 - >	Muy densa

Tabla 2
Valores de verano de los pares T-S de las aguas tipo,
utilizados en los triángulos de mezcla.

AGUA TIPO	SIGLA	VERANO	
		T(°C)	SAL.(psu)
SUBTROPICAL	AST	25,00	35,40
SUBANTARTICA	ASAA	13,00	33,80
ECUATORIAL SUBSUPERFICIAL	AESS	13,00	35,00
INTERMEDIA ANTARTICA	AIAA	3,00	34,00
PROFUNDA DEL PACIFICO	APP	1,75	34,68

Tabla 3
Fecha y tipo de imagen satelital de TSM consideradas para el análisis histórico
de cruceros RECLAN.

Año	Fecha inicio	Fecha termino	Tipo de dato
1995	1 de enero	8 de enero	Pathfinder
1996	17 de enero	24 de enero	Pathfinder
1996	24 de enero	1 de diciembre	Pathfinder
1998	25 de enero	1 de febrero	Pathfinder
1998	3 de diciembre	10 de diciembre	Pathfinder
2000	25 de enero	1 de febrero	Pathfinder
2000	18 de diciembre	25 de diciembre	Pathfinder
2001	19 de diciembre	26 de diciembre	Pathfinder
2007	10 de febrero	17 de febrero	MODIS



Tabla 4
 Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la I y II Región.

Año	Fecha inicio	Fecha termino
1995	5 de enero	20 de enero
1996	2 de enero	21 de enero
1996	18 de	9 de diciembre
1998	6 de enero	29 de enero
1998	25 de	12 de diciembre
2000	13 de enero	2 de febrero
2000	2 de diciembre	23 de diciembre
2001	27 de	19 de diciembre
2007	1 de febrero	20 de febrero

Tabla 5
 Localidades donde se han presentado focos subóxicos en los cruceros RECLAN.

Localidades	Años								
	Ene-95	Ene-96	Nov-96	Ene-98	Nov-98	Ene-00	Dic-00	Nov-01	Ene-07
Arica-Pisagua	x	x	x		x	x	x	x	x
Iquique-caleta Patillos		x	x			x	x	x	
Punta Lobos-Chipana	x	x	x				x		x
Tocopilla-punta Grande		x					x	x	
Península de Mejillones-bahía Moreno		x					x	x	x
Caleta El Cobre-caleta Colorada									x

Tabla 6
 Número de transectas perpendiculares a la costa y la concentración máxima de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) medida en cada crucero. Se indican además los rangos de clorofila integrada (mg/m^2) (Cloa int) para cada uno de ellos.

Rangos de clorofila-a	Años								
	Ene-95	Ene-96	Nov-96	Ene-98	Nov-98	Ene-00	Dic-00	Nov-01	Ene-07
< 1 $\mu\text{g/L}$			1	2	1		4	3	
≥ 1 a < 5 $\mu\text{g/L}$		2	13	14	15	6	8	11	1
≥ 5 a < 10 $\mu\text{g/L}$	3	10	8	6	4	9	12	11	4
≥ 10 < 30 $\mu\text{g/L}$	4	4			2	6	1		12
≥ 30 $\mu\text{g/L}$	1					1			3
n° Transectas	8	16	22	22	22	22	25	25	20
cloa int (mg/m^2)	< 50 a > 600	< 50 a > 200	< 50 a > 400	< 50 a < 200	< 50 a > 200	< 50 a > 600			



Tabla 7
Especies de diatomeas con sus rangos de tamaño.
Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

DIATOMEAS EN CADENA	mín	máx	DIATOMEAS SOLITARIAS	mín	máx
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	50	225	<i>Asteromphalus arachne</i>	40	180
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	40	475	<i>Asteromphalus brookei</i>	100	120
<i>Cerataulina pelagica</i>	65	200	<i>Asteromphalus heptactis</i>	60	88
<i>Chaetoceros affinis</i>	40	265	<i>Coscinodiscus centralis</i>	100	240
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	225	225	<i>Coscinodiscus concinnus</i>	100	235
<i>Chaetoceros cinctus</i>	109	185	<i>Coscinodiscus curvatulus</i>	45	145
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	450	465	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	213	400
<i>Chaetoceros compressus</i>	50	240	<i>Ditylum brightwellii</i>	200	415
<i>Chaetoceros constrictus</i>	93	188	<i>Corethron criophillum</i>	70	470
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	47	236	<i>Gosleriella tropica</i>	215	235
<i>Chaetoceros dadayi</i>	43	43	<i>Guinardia cylindrus</i>	140	300
<i>Chaetoceros danicus</i>	40	150	<i>Lioloma delicatulum</i>	1714	2000
<i>Chaetoceros diadema</i>	60	180	<i>Nitzschia longissima</i>	135	500
<i>Chaetoceros ebeinii</i>	40	165	<i>Planktoniella sol</i>	55	200
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	40	238	<i>Proboscia alata</i>	306	610
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	50	315	<i>Proboscia indica</i>	148	700
<i>Chaetoceros messanensis</i>	70	350	<i>Pseudosolenia calcar avis</i>	270	870
<i>Chaetoceros protuberans</i>	30	320	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	125	360
<i>Chaetoceros radicans</i>	40	160	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	110	770
<i>Chaetoceros socialis</i>	120	293	<i>Rhizosolenia setigera</i>	113	475
<i>Detonula pumila</i>	65	460	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	675	675
<i>Eucampia zodiacus</i>	50	320			
<i>Fragilariopsis doliolus</i>	30	55			
<i>Guinardia delicatula</i>	150	190			
<i>Guinardia striata</i>	50	400			
<i>Hemiaulus hauckii</i>	50	300			
<i>Hemiaulus sinensis</i>	75	310			
<i>Leptocylindrus danicus</i>	65	435			
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	75	375			
<i>Lithodesmium undulatum</i>	70	540			
<i>Odontella longicruis</i>	55	525			
<i>Pseudonitzschia australis</i>	150	440			
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	77	515			
<i>Pseudonitzschia multiseriis</i>	105	570			
<i>Skeletonema costatum</i>	50	550			
<i>Stephanopyxis turris</i>	60	500			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	70	270			
<i>Thalassiosira aestivalis</i>	40	500			
<i>Thalassiosira anguste lineata</i>	63	310			
<i>Thalassiosira decipiens</i>	55	680			
<i>Thalassiosira minuscula</i>	30	370			
<i>Thalassiosira rotula</i>	65	375			
<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	85	400			



Tabla 8
Grupos y especies de flagelados con sus rangos de tamaño.
Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

FLAGELADOS	mín	máx	FLAGELADOS	mín	máx
<i>Actiniscus pentasterias</i>	25	35	<i>Goniodoma polyedricus</i>	40	95
<i>Brachidinium capitatum</i>	75	128	<i>Gonyaulax grindleyi</i>	40	60
<i>Ceratium azoricum</i>	90	135	<i>Gonyaulax spinifera</i>	50	85
<i>Ceratium contortum</i>	390	450	<i>Gymnodinium c.f. coeruleum</i>	100	130
<i>Ceratium deflexum</i>	235	525	<i>Gymnodinium c.f. multistriatum</i>	100	125
<i>Ceratium extensum</i>	223	602	<i>Gymnodinium sp.</i>	35	193
<i>Ceratium furca var. bergonii</i>	100	225	<i>Gyrodinium sp.</i>	43	205
<i>Ceratium furca var. eugrammun</i>	100	150	<i>Kofooidinium splendens</i>	300	375
<i>Ceratium fusus var. seta</i>	110	290	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	50	85
<i>Ceratium gravidum</i>	470	550	<i>Micracanthodinium setiferum</i>	50	50
<i>Ceratium hexacantum</i>	225	225	<i>Oxytoxum diploconus</i>	70	90
<i>Ceratium lineatum</i>	110	200	<i>Oxytoxum longiceps</i>	65	80
<i>Ceratium massiliense</i>	100	370	<i>Oxytoxum scolopax</i>	60	125
<i>Ceratium minutum</i>	65	80	<i>Podolampas bipes</i>	90	110
<i>Ceratium pentagonum</i>	115	330	<i>Podolampas palmipes</i>	90	165
<i>Ceratium pulchellum</i>	140	300	<i>Podolampas spinifera</i>	130	180
<i>Ceratium vultur</i>	485	485	<i>Polykrikos kofooidii</i>	85	125
<i>Colonias c.f. Phaeocystis</i>	70	250	<i>Pronoclituca sp.</i>	50	150
<i>Corythodinium c.f. globosum</i>	70	85	<i>Prorocentrum gracile</i>	35	35
<i>Corythodinium tessellatum</i>	60	105	<i>Prorocentrum micans</i>	55	55
<i>Dictyocha fibula</i>	40	85	<i>Prorocentrum obtusidens</i>	55	60
<i>Dinophysis acuminata</i>	50	65	<i>Protooperidinium claudicans</i>	100	140
<i>Dinophysis argus</i>	85	85	<i>Protooperidinium conicum</i>	70	120
<i>Dinophysis caudata</i>	90	120	<i>Protooperidinium depressum</i>	105	155
<i>Dinophysis exigua</i>	45	58	<i>Protooperidinium divergens</i>	70	125
<i>Dinophysis forthii</i>	40	60	<i>Protooperidinium latissimum</i>	75	95
<i>Dinophysis hastata</i>	55	100	<i>Protooperidinium leonis</i>	50	75
<i>Dinophysis mitra</i>	50	65	<i>Protooperidinium longiceps</i>	90	90
<i>Dinophysis odiosa</i>	55	95	<i>Protooperidinium oceanicum</i>	140	180
<i>Dinophysis ovum</i>	40	80	<i>Protooperidinium pellucidum</i>	50	85
<i>Dinophysis parvulum</i>	45	65	<i>Protooperidinium pentagonum</i>	75	100
<i>Dinophysis rotundata</i>	40	60	<i>Protooperidinium pyrum</i>	50	75
<i>Dinophysis schuettii</i>	75	100	<i>Protooperidinium steinii</i>	70	100
<i>Dinophysis tripes</i>	100	160	<i>Protooperidinium tenuissimum</i>	75	75
<i>Diplopsalis minor</i>	65	85	<i>Protooperidinium tubum</i>	40	75
<i>Dissodinium elegans</i>	65	65	<i>Ptychodiscus noctiluca</i>	60	80
<i>Dissodinium gerbaultii</i>	115	515	<i>Pyrocystis lunula</i>	90	125
<i>Distephanus speculum var. octonaria</i>	40	68	<i>Pyrophacus horologium</i>	70	150
<i>Eutreptiella marina</i>	40	50	Nanoflagelados	10	20



Tabla 9

Abundancia celular fitoplanctónica (cél/mL) y aporte porcentual por grupo. Los valores corresponden a la abundancia integrada por estación. TRAN: transecta, EST: estación, DDC: distancia de la costa (mn), DIATO: diatomeas, FLAG: flagelados. Crucero FIP 2006-39, Febrero 2006.

LATITUD	LONGITUD	TRAN	EST	DDC	DIATO	FLAGE	TOTAL	%DIATO	%FLAGE
18.42	70.35	1	2	1	1178.5	250.7	1429.2	82.5	17.5
18.42	70.41	1	3	5	361.1	98.6	459.7	78.5	21.5
18.42	70.50	1	4	10	258.3	126.4	384.7	67.1	32.9
18.42	70.67	1	5	20	20.6	46.4	67.0	30.7	69.3
18.50	70.34	2 IT	1	1	678.8	144.3	823.2	82.5	17.5
18.67	70.69	3	11	20	2.0	42.9	44.9	4.5	95.5
18.67	70.52	3	12	10	130.3	77.1	207.4	62.8	37.2
18.67	70.43	3	13	5	293.5	167.5	460.9	63.7	36.3
18.67	70.36	3	14	1	532.9	240.6	773.5	68.9	31.1
18.83	70.37	4 IT	6	1	493.1	141.5	634.6	77.7	22.3
19.00	70.33	5	7	1	647.3	413.5	1060.8	61.0	39.0
19.00	70.40	5	8	5	240.4	198.5	438.9	54.8	45.2
19.00	70.49	5	9	10	226.3	132.4	358.7	63.1	36.9
19.00	70.67	5	10	20	5.1	35.9	41.0	12.5	87.5
19.17	70.29	6 IT	15	1	636.3	392.0	1028.3	61.9	38.1
19.33	70.28	7	16	1	610.6	762.0	1372.6	44.5	55.5
19.33	70.35	7	17	5	365.0	202.3	567.3	64.3	35.7
19.33	70.44	7	18	10	61.0	55.6	116.6	52.3	47.7
19.33	70.61	7	19	20	5.1	33.5	38.7	13.3	86.7
19.50	70.23	8 IT	20	1	515.5	401.7	917.1	56.2	43.8
19.67	70.19	9	21	1	254.0	96.5	350.5	72.5	27.5
19.67	70.25	9	22	5	495.4	276.1	771.5	64.2	35.8
19.67	70.35	9	23	10	748.1	115.5	863.6	86.6	13.4
19.67	70.53	9	24	20	60.7	43.3	104.0	58.4	41.6
19.83	70.19	10 IT	25	1	786.1	225.9	1012.1	77.7	22.3
20.00	70.14	11	26	1	724.5	88.7	813.2	89.1	10.9
20.00	70.21	11	27	5	249.0	51.8	300.7	82.8	17.2
20.00	70.31	11	28	10	308.5	98.4	406.8	75.8	24.2
20.00	70.48	11	29	20	52.7	49.1	101.8	51.8	48.2
20.17	70.17	12 IT	34	1	444.6	278.4	723.0	61.5	38.5
20.31	70.17	13	30	1	288.2	379.9	668.1	43.1	56.9
20.33	70.24	13	31	5	238.6	320.5	559.1	42.7	57.3
20.33	70.29	13	32	10	168.8	196.3	365.0	46.2	53.8
20.33	70.51	13	33	20	43.1	114.9	158.0	27.3	72.7
20.48	70.19	14 IT	39	1	193.0	292.7	485.7	39.7	60.3
20.67	70.22	15	35	1	75.4	409.2	484.6	15.6	84.4
20.67	70.28	15	36	5	57.3	359.6	416.9	13.7	86.3
20.67	70.37	15	37	10	63.7	238.4	302.1	21.1	78.9
20.67	70.55	15	38	20	67.8	64.1	132.0	51.4	48.6
20.83	70.20	16 IT	44	1	139.4	530.0	669.4	20.8	79.2
21.00	70.52	17	40	20	6.7	24.3	31.0	21.7	78.3
21.00	70.35	17	41	10	42.0	128.1	170.1	24.7	75.3
21.00	70.25	17	42	5	52.7	340.8	393.5	13.4	86.6
21.00	70.18	17	43	1	14.3	340.2	354.5	4.0	96.0
21.33	70.12	19	46	1	20.7	255.4	276.2	8.9	91.1
21.33	70.18	19	47	5	18.7	79.2	97.9	7.5	92.5
21.33	70.27	19	48	10	5.7	78.9	84.6	19.1	80.9
21.33	70.45	19	49	20	7.7	78.5	86.2	6.7	93.3

Continuación Tabla 9.



LATITUD	LONGITUD	TRAN	EST	DDC	DIATO	FLAGE	TOTAL	%DIATO	%FLAGE
21.50	70.10	20IT	50	1	30.7	215.5	246.2	12.5	87.5
21.67	70.17	21	51	1	48.4	441.7	490.1	9.9	90.1
21.67	70.24	21	52	5	8.9	78.3	87.1	10.2	89.8
21.67	70.33	21	53	10	4.4	28.8	33.2	13.3	86.7
21.67	70.51	21	54	20	23.4	57.5	80.9	28.9	71.1
21.83	70.16	22IT	55	1	56.2	361.8	418.0	13.4	86.6
22.00	70.21	23	56	1	17.2	418.2	435.4	4.0	96.0
22.00	70.28	23	57	5	47.3	307.7	355.0	13.3	86.7
22.00	70.37	23	58	10	31.7	230.7	262.4	12.1	87.9
22.00	70.55	23	59	20	1.4	28.2	29.6	4.7	95.3
22.17	70.25	24IT	60	1	23.4	355.6	379.0	6.2	93.8
22.33	70.27	25	61	1	17.7	164.0	181.7	9.8	90.2
22.33	70.34	25	62	5	12.6	77.0	89.6	14.0	86.0
22.33	70.43	25	63	10	3.1	51.1	54.2	5.7	94.3
22.33	70.61	25	64	20	7.9	34.4	42.3	18.6	81.4
22.50	70.27	26IT	65	1	35.6	474.6	510.2	7.0	93.0
22.67	70.30	27	66	1	26.2	238.8	265.1	9.9	90.1
22.67	70.37	27	67	5	22.1	137.9	160.0	13.8	86.2
22.67	70.47	27	68	10	8.0	66.8	74.8	10.7	89.3
22.67	70.64	27	69	20	5.5	39.8	45.3	12.1	87.9
22.83	70.33	28IT	70	1	53.6	801.9	855.5	6.3	93.7
23.00	70.35	29	71	1	44.8	178.2	222.9	20.1	79.9
23.00	70.43	29	72	5	31.0	450.8	481.8	6.4	93.6
22.98	70.52	29	73	10	145.9	493.4	639.3	22.8	77.2
23.00	70.71	29	74	20	143.6	63.3	206.9	69.4	30.6
23.17	70.59	30IT	75	1	331.4	145.1	476.5	69.5	30.5
23.33	70.61	31	76	1	441.8	113.5	555.3	79.6	20.4
23.33	70.68	31	77	5	236.8	73.0	309.9	76.4	23.6
23.33	70.78	31	78	10	131.1	34.9	166.0	79.0	21.0
23.33	70.95	31	79	20	100.3	28.3	128.6	78.0	22.0
23.50	70.65	32IT	80	1	448.5	38.0	486.5	92.2	7.8
23.67	70.77	33	81	20	80.1	36.8	116.9	68.6	31.4
23.67	70.59	33	82	10	207.2	45.4	252.7	82.0	18.0
23.67	70.49	33	83	5	232.2	94.2	326.4	71.1	28.9
23.67	70.43	33	84	1	186.6	124.2	310.8	60.0	40.0
23.83	70.52	34IT	85	1	236.9	67.7	304.5	77.8	22.2
24.00	70.53	35	86	1	547.5	98.8	646.4	84.7	15.3
24.00	70.61	35	87	5	282.9	75.2	358.1	79.0	21.0
24.00	70.70	35	88	10	241.0	86.3	327.3	73.6	26.4
24.00	70.90	35	89	20	27.3	84.3	111.7	24.5	75.5
24.17	70.53	36IT	90	1	325.0	140.5	465.5	69.8	30.2
24.33	70.57	37	91	1	350.9	95.0	445.9	78.7	21.3
24.33	70.64	37	92	5	443.9	69.1	513.0	86.5	13.5
24.33	70.73	37	93	10	59.6	78.3	137.9	43.2	56.8
24.33	70.92	37	94	20	6.9	28.2	35.1	19.8	80.2
24.50	70.59	38IT	95	1	211.7	120.6	332.4	63.7	36.3
24.67	70.94	39	96	20	13.2	24.4	37.5	35.1	64.9
24.67	70.75	39	97	10	100.3	93.3	193.6	51.8	48.2
24.67	70.66	39	98	5	331.5	72.3	403.8	82.1	17.9
24.67	70.60	39	99	1	197.6	100.9	298.5	66.2	33.8



Tabla 10

Tamaños (μm) y aporte porcentual por grupo. Los valores corresponden al dato integrado por estación. TRAN: transecta, EST: estación, DDC: distancia de la costa (mn), T-DIA: tamaños diatomeas, T-FLA: tamaños flagelados. Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

LATITUD	LONGITUD	TRAN	EST	DDC	T-DIA	T-FLA	T-TOTAL	%T-DIA	%T-FLA
18.42	70.35	1	2	1	209.8	81.3	291.2	72.1	27.9
18.42	70.41	1	3	5	235.5	80.6	316.1	74.5	25.5
18.42	70.50	1	4	10	211.3	75.0	286.3	73.8	26.2
18.42	70.67	1	5	20	161.4	82.6	244.0	66.2	33.8
18.50	70.34	2 IT	1	1	183.5	101.8	285.3	64.3	35.7
18.67	70.69	3	11	20	160.2	82.2	242.4	66.1	33.9
18.67	70.52	3	12	10	274.7	96.4	371.2	74.0	26.0
18.67	70.43	3	13	5	214.5	89.0	303.4	70.7	29.3
18.67	70.36	3	14	1	195.0	86.5	281.4	69.3	30.7
18.83	70.37	4IT	6	1	169.1	87.5	256.5	65.9	34.1
19.00	70.33	5	7	1	215.3	90.8	306.2	70.3	29.7
19.00	70.40	5	8	5	256.0	88.1	344.1	74.4	25.6
19.00	70.49	5	9	10	185.9	83.1	269.0	69.1	30.9
19.00	70.67	5	10	20	206.8	114.9	321.8	64.3	35.7
19.17	70.29	6IT	15	1	278.4	84.8	363.2	76.6	23.4
19.33	70.28	7	16	1	170.6	82.5	274.2	62.2	30.1
19.33	70.35	7	17	5	188.7	73.5	275.3	68.5	26.7
19.33	70.44	7	18	10	160.8	71.0	243.4	66.1	29.2
19.33	70.61	7	19	20	149.8	90.0	251.8	59.5	35.7
19.50	70.23	8IT	20	1	185.3	84.7	269.9	68.6	31.4
19.67	70.19	9	21	1	172.5	87.6	273.2	63.2	32.1
19.67	70.25	9	22	5	195.2	75.5	284.2	68.7	26.6
19.67	70.35	9	23	10	176.1	82.7	271.7	64.8	30.4
19.67	70.53	9	24	20	179.0	76.0	267.8	66.9	28.4
19.83	70.19	10IT	25	1	162.5	82.5	245.0	66.3	33.7
20.00	70.14	11	26	1	152.5	89.6	242.1	63.0	37.0
20.00	70.21	11	27	5	166.8	64.3	231.1	72.2	27.8
20.00	70.31	11	28	10	197.7	79.2	276.9	71.4	28.6
20.00	70.48	11	29	20	317.2	91.5	408.7	77.6	22.4
20.17	70.17	12IT	34	1	164.9	65.7	230.6	71.5	28.5
20.31	70.17	13	30	1	157.3	72.3	229.5	68.5	31.5
20.33	70.24	13	31	5	169.8	93.2	263.0	64.6	35.4
20.33	70.29	13	32	10	129.9	73.9	203.8	63.7	36.3
20.33	70.51	13	33	20	220.7	88.9	309.6	71.3	28.7
20.48	70.19	14IT	39	1	197.9	77.4	275.3	71.9	28.1
20.67	70.22	15	35	1	310.7	75.6	386.3	80.4	19.6
20.67	70.28	15	36	5	246.7	76.2	322.8	76.4	23.6
20.67	70.37	15	37	10	288.4	82.1	370.4	77.8	22.2
20.67	70.55	15	38	20	492.7	72.2	564.9	87.2	12.8
20.83	70.20	16IT	44	1	208.0	76.4	284.4	73.2	26.8
21.00	70.52	17	40	20	309.6	100.9	410.5	75.4	24.6
21.00	70.35	17	41	10	223.1	76.3	299.4	74.5	25.5
21.00	70.25	17	42	5	194.3	67.5	261.8	74.2	25.8
21.00	70.18	17	43	1	253.8	78.0	331.8	76.5	23.5
21.33	70.12	19	46	1	188.3	83.0	271.3	69.4	30.6
21.33	70.18	19	47	5	174.6	62.4	237.0	73.7	26.3
21.33	70.27	19	48	10	234.6	79.9	314.6	74.6	25.4
21.33	70.45	19	49	20	290.6	74.9	365.5	79.5	20.5



Continuaci3n Tabla 10

LATITUD	LONGITUD	TRAN	EST	DDC	DIATO	FLAGE	TOTAL	%DIATO	%FLAGE
21.50	70.10	20IT	50	1	191.2	69.7	260.9	73.3	26.7
21.67	70.17	21	51	1	256.5	88.1	344.7	74.4	25.6
21.67	70.24	21	52	5	432.4	75.2	507.6	85.2	14.8
21.67	70.33	21	53	10	309.2	87.7	396.9	77.9	22.1
21.67	70.51	21	54	20	220.0	78.5	298.4	73.7	26.3
21.83	70.16	22IT	55	1	131.3	75.5	206.8	63.5	36.5
22.00	70.21	23	56	1	277.7	70.8	348.5	79.7	20.3
22.00	70.28	23	57	5	273.2	88.5	361.7	75.5	24.5
22.00	70.37	23	58	10	195.3	82.4	277.7	70.3	29.7
22.00	70.55	23	59	20	276.9	122.3	399.2	69.4	30.6
22.17	70.25	24IT	60	1	126.6	80.9	207.5	61.0	39.0
22.33	70.27	25	61	1	187.4	91.3	278.7	67.2	32.8
22.33	70.34	25	62	5	176.3	84.3	260.6	67.7	32.3
22.33	70.43	25	63	10	162.8	79.3	242.2	67.2	32.8
22.33	70.61	25	64	20	265.7	132.7	398.4	66.7	33.3
22.50	70.27	26IT	65	1	168.0	82.7	250.7	67.0	33.0
22.67	70.30	27	66	1	239.4	77.8	317.2	75.5	24.5
22.67	70.37	27	67	5	280.4	80.6	361.0	77.7	22.3
22.67	70.47	27	68	10	184.9	72.7	257.6	71.8	28.2
22.67	70.64	27	69	20	159.3	99.2	258.5	61.6	38.4
22.83	70.33	28IT	70	1	110.0	83.1	193.1	57.0	43.0
23.00	70.35	29	71	1	171.7	90.7	262.4	65.4	34.6
23.00	70.43	29	72	5	173.8	79.8	253.6	68.6	31.4
22.98	70.52	29	73	10	185.7	90.7	276.3	67.2	32.8
23.00	70.71	29	74	20	168.8	73.3	242.1	69.7	30.3
23.17	70.59	30IT	75	1	201.9	75.8	277.7	72.7	27.3
23.33	70.61	31	76	1	181.3	107.3	288.6	62.8	37.2
23.33	70.68	31	77	5	165.4	73.2	238.6	69.3	30.7
23.33	70.78	31	78	10	167.0	99.4	266.4	62.7	37.3
23.33	70.95	31	79	20	181.5	101.7	283.2	64.1	35.9
23.50	70.65	32IT	80	1	141.0	83.1	224.0	62.9	37.1
23.67	70.77	33	81	20	198.1	74.9	273.0	72.5	27.5
23.67	70.59	33	82	10	142.6	81.5	224.1	63.6	36.4
23.67	70.49	33	83	5	146.6	75.7	222.3	65.9	34.1
23.67	70.43	33	84	1	156.2	58.9	215.1	72.6	27.4
23.83	70.52	34IT	85	1	148.8	84.7	233.5	63.7	36.3
24.00	70.53	35	86	1	209.4	94.1	303.5	69.0	31.0
24.00	70.61	35	87	5	184.3	89.3	273.6	67.3	32.7
24.00	70.70	35	88	10	168.8	99.8	268.6	62.8	37.2
24.00	70.90	35	89	20	207.4	133.6	341.0	60.8	39.2
24.17	70.53	36IT	90	1	134.0	99.2	233.2	57.5	42.5
24.33	70.57	37	91	1	155.8	71.4	227.2	68.6	31.4
24.33	70.64	37	92	5	185.8	115.6	301.4	61.7	38.3
24.33	70.73	37	93	10	184.1	80.6	264.7	69.6	30.4
24.33	70.92	37	94	20	149.7	108.9	258.6	57.9	42.1
24.50	70.59	38IT	95	1	158.4	86.5	244.9	64.7	35.3
24.67	70.94	39	96	20	188.8	89.5	278.3	67.8	32.2
24.67	70.75	39	97	10	133.7	70.3	204.0	65.5	34.5
24.67	70.66	39	98	5	185.6	81.9	267.4	69.4	30.6
24.67	70.60	39	99	1	270.7	95.1	365.7	74.0	26.0



Tabla 11

Grupos de especies de diatomeas responsables de las abundancias observadas por transecta (T), cada T incluye la inter-transecta subsiguiente en sentido latitudinal norte-sur. AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (μm).
Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

T1	AP	TP	T2	AP	TP	T3	AP	TP
<i>T. minuscula</i>	69.54	197.7	<i>T. decipiens</i>	63.65	244.6	<i>T. minuscula</i>	62.08	216.9
<i>S. costatum</i>	12.35		<i>S. costatum</i>	20.33		<i>S. costatum</i>	17.54	
<i>D. pumila</i>	4.46		<i>D. pumila</i>	4.15		<i>P. delicatissima</i>	4.28	
<i>L. mediterraneus</i>	3.60		<i>L. mediterraneus</i>	4.14		<i>L. mediterraneus</i>	4.27	
<i>F. doliolus</i>	1.73		<i>F. doliolus</i>	2.98		<i>D. pumila</i>	3.57	
<i>T. nitzschoides</i>	1.15		<i>T. aestivalis</i>	1.41		<i>F. doliolus</i>	2.44	
<i>C. lacinosus</i>	1.07					<i>C. lacinosus</i>	1.59	
<i>T. frauenfeldii</i>	1.06					<i>T. aestivalis</i>	1.29	
T4			T5			T6		
<i>T. decipiens</i>	48.24	244.7	<i>T. aestivalis</i>	27.99	237.8	<i>P. delicatissima</i>	46.96	232.3
<i>T. aestivalis</i>	23.52		<i>T. minuscula</i>	24.81		<i>T. minuscula</i>	17.08	
<i>S. costatum</i>	9.45		<i>S. costatum</i>	14.79		<i>T. aestivalis</i>	8.94	
<i>F. doliolus</i>	4.60		<i>P. delicatissima</i>	13.30		<i>C. compressus</i>	7.67	
<i>L. mediterraneus</i>	3.20		<i>N. longissima</i>	5.04		<i>N. longissima</i>	5.96	
<i>C. lacinosus</i>	2.37		<i>F. doliolus</i>	3.66		<i>F. doliolus</i>	2.10	
<i>P. delicatissima</i>	1.90		<i>C. lacinosus</i>	1.39		<i>L. danicus</i>	2.06	
<i>N. longissima</i>	1.56		<i>P. multiseriis</i>	1.13		<i>P. multiseriis</i>	2.02	
T7			T8			T9		
<i>P. delicatissima</i>	18.51	193.9	<i>F. doliolus</i>	25.88	201.1	<i>F. doliolus</i>	23.36	200.3
<i>T. aestivalis</i>	17.71		<i>T. aestivalis</i>	13.48		<i>L. mediterraneus</i>	20.22	
<i>T. minuscula</i>	10.78		<i>C. lacinosus</i>	12.83		<i>T. aestivalis</i>	14.10	
<i>C. curvisetus</i>	9.60		<i>B. delicatulum</i>	8.15		<i>T. minuscula</i>	8.39	
<i>C. lacinosus</i>	9.46		<i>C. compressus</i>	5.75		<i>B. delicatulum</i>	5.18	
<i>F. doliolus</i>	8.04		<i>P. delicatissima</i>	5.67		<i>P. delicatissima</i>	3.38	
<i>C. compressus</i>	6.52		<i>C. curvisetus</i>	5.62		<i>C. curvisetus</i>	2.89	
<i>N. longissima</i>	5.21		<i>N. longissima</i>	4.96		<i>C. centralis</i>	2.78	
T10			T11			T12		
<i>F. doliolus</i>	39.19	199.7	<i>F. doliolus</i>	51.35	202.5	<i>F. doliolus</i>	47.29	203.5
<i>T. minuscula</i>	17.23		<i>L. mediterraneus</i>	12.04		<i>B. delicatulum</i>	15.38	
<i>C. compressus</i>	6.46		<i>P. indica</i>	8.78		<i>C. centralis</i>	6.85	
<i>L. mediterraneus</i>	4.50		<i>T. minuscula</i>	4.54		<i>C. curvisetus</i>	4.99	
<i>C. centralis</i>	3.81		<i>C. centralis</i>	4.21		<i>T. minuscula</i>	4.74	
<i>C. curvatulus</i>	3.58		<i>C. concinnus</i>	3.83		<i>C. concinnus</i>	3.87	
<i>P. indica</i>	3.30		<i>C. curvatulus</i>	3.50		<i>L. mediterraneus</i>	3.75	
<i>P. delicatissima</i>	2.88		<i>P. delicatissima</i>	3.39		<i>P. indica</i>	3.19	



Continuación Tabla 11.

T13	AP	TP	T14	AP	TP	T15	AP	TP
<i>F. doliolus</i>	34.09	203.9	<i>F. doliolus</i>	48.03	194.9	<i>C. compressus</i>	43.84	198.5
<i>C. compressus</i>	27.29		<i>C. affinis</i>	10.25		<i>T. anguste lineata</i>	29.88	
<i>G. striata</i>	6.99		<i>P. indica</i>	9.90		<i>C. protuberans</i>	5.90	
<i>P. indica</i>	5.84		<i>C. centralis</i>	9.71		<i>F. doliolus</i>	5.01	
<i>C. concinnus</i>	4.54		<i>C. concinnus</i>	5.37		<i>D. pumila</i>	2.81	
<i>C. centralis</i>	3.82		<i>B. delicatulum</i>	2.64		<i>C. centralis</i>	2.50	
<i>T. minuscula</i>	3.59		<i>T. minuscula</i>	2.17		<i>C. lorenzianus</i>	1.87	
<i>B. delicatulum</i>	3.25		<i>C. compressus</i>	2.04		<i>P. indica</i>	1.18	
T16			T17			T18		
<i>C. compressus</i>	53.95	207.0	<i>C. compressus</i>	63.68	218.1	<i>C. compressus</i>	53.09	202.0
<i>C. protuberans</i>	20.65		<i>C. protuberans</i>	10.21		<i>C. protuberans</i>	27.83	
<i>B. delicatulum</i>	7.88		<i>B. delicatulum</i>	8.56		<i>B. delicatulum</i>	6.57	
<i>C. lorenzianus</i>	3.97		<i>L. danicus</i>	3.93		<i>C. lorenzianus</i>	3.03	
<i>L. danicus</i>	2.69		<i>C. lorenzianus</i>	2.06		<i>L. danicus</i>	1.50	
<i>C. lacinosus</i>	2.00		<i>H. sinensis</i>	2.05				
<i>S. costatum</i>	1.28		<i>T. frauenfeldii</i>	1.19				
			<i>S. costatum</i>	1.09				
T19			T20					
<i>C. compressus</i>	43.46	209.3	<i>C. compressus</i>	61.49	199.1			
<i>C. protuberans</i>	24.72		<i>B. delicatulum</i>	20.88				
<i>L. danicus</i>	8.35		<i>C. protuberans</i>	5.58				
<i>C. lorenzianus</i>	3.68		<i>L. danicus</i>	3.69				
<i>B. delicatulum</i>	3.08		<i>C. lorenzianus</i>	2.40				
<i>E. zodiacus</i>	2.48							
<i>P. multiseriis</i>	2.16							
<i>C. curvisetus</i>	1.71							



Tabla 12

Grupos de especies de flagelados responsables de las abundancias observadas por transecta (T), cada T incluye la inter-transecta subsiguiente en sentido latitudinal nortesur. AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (μm).
Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

T1	AP	TP	T2	AP	TP	T3	AP	TP
Nanoflagelados	65.38	93.3	Nanoflagelados	54.91	95.3	<i>G. grindleyi</i>	41.84	100.5
<i>C. fusus v. seta</i>	6.82		<i>G. grindleyi</i>	17.07		Nanoflagelados	32.93	
<i>G. grindleyi</i>	4.98		<i>C. fusus v. seta</i>	5.16		<i>C. f v. berthii</i>	4.58	
<i>L. polyedrum</i>	4.90		<i>P. micans</i>	3.06		<i>C. fusus v. seta</i>	4.26	
<i>C. f v. berthii</i>	3.33		<i>L. polyedrum</i>	2.84		<i>C. f v. eugrammun</i>	2.89	
<i>C. f v. eugrammun</i>	2.20		<i>C. furca v. berthii</i>	2.41		<i>L. polyedrum</i>	2.21	
<i>P. divergens</i>	1.75		<i>P. pyrum</i>	1.98		<i>P. micans</i>	1.76	
<i>P. micans</i>	1.42		<i>D. fibula</i>	1.77		<i>D. caudata</i>	1.47	
<i>P. pyrum</i>	1.27		<i>Gyrodinium sp.</i>	1.75		<i>P. pyrum</i>	1.11	
T4			T5			T6		
<i>G. grindleyi</i>	45.59	92.5	<i>G. grindleyi</i>	45.10	105.9	Nanoflagelados	72.37	110.0
Nanoflagelados	31.79		Nanoflagelados	30.91		<i>C. f v. berthii</i>	14.37	
<i>C. f v. berthii</i>	4.23		<i>C. f v. berthii</i>	10.39		<i>C. c.f. Phaeocystis</i>	3.32	
<i>P. horologium</i>	4.09		<i>C. f v. eugrammun</i>	1.79		<i>G. grindleyi</i>	2.81	
<i>C. fusus v. seta</i>	3.30		<i>L. polyedrum</i>	1.67		<i>C. fusus v. seta</i>	1.62	
<i>P. micans</i>	2.55		<i>C. fusus v. seta</i>	1.56		<i>L. polyedrum</i>	1.05	
<i>D. caudata</i>	1.30		<i>P. oceanicum</i>	1.48				
<i>L. polyedrum</i>	1.29		<i>P. pyrum</i>	1.09				
T7			T8			T9		
Nanoflagelados	35.74	51.3	<i>G. grindleyi</i>	67.87	45.8	<i>G. grindleyi</i>	52.03	45.8
<i>G. grindleyi</i>	35.45		Nanoflagelados	13.78		<i>L. polyedrum</i>	24.63	
<i>G. polyedricus</i>	14.65		<i>L. polyedrum</i>	12.79		Nanoflagelados	19.67	
<i>L. polyedrum</i>	8.68							
T10			T11			T12		
Nanoflagelados	37.76	70.5	<i>G. grindleyi</i>	38.84	73.0	<i>G. grindleyi</i>	56.64	52.0
<i>L. polyedrum</i>	31.16		Nanoflagelados	29.65		Nanoflagelados	23.55	
<i>G. grindleyi</i>	17.28		<i>L. polyedrum</i>	21.93		<i>L. polyedrum</i>	12.85	
<i>C. c.f. Phaeocystis</i>	9.55		<i>G. spinifera</i>	3.23		<i>G. spinifera</i>	2.18	
<i>P. micans</i>	1.33		<i>C. c.f. Phaeocystis</i>	2.11		<i>P. micans</i>	1.08	
T13			T14			T15		
<i>G. grindleyi</i>	35.26	85.6	<i>G. grindleyi</i>	51.28	78.9	<i>G. grindleyi</i>	47.96	91.6
Nanoflagelados	34.73		Nanoflagelados	21.87		Nanoflagelados	19.66	
<i>L. polyedrum</i>	17.44		<i>L. polyedrum</i>	12.70		<i>C. furca v. berthii</i>	7.89	
<i>C. furca v. berthii</i>	3.32		<i>D. tripos</i>	3.39		<i>G. spinifera</i>	6.44	
<i>C. fusus v. seta</i>	1.90		<i>C. furca v. berthii</i>	2.69		<i>L. polyedrum</i>	3.73	
<i>P. pyrum</i>	1.70		<i>G. spinifera</i>	2.34		<i>P. micans</i>	3.53	
<i>G. spinifera</i>	1.58		<i>P. micans</i>	1.01		<i>D. tripos</i>	2.98	
<i>P. micans</i>	1.34					<i>C. fusus v. seta</i>	1.86	
						<i>P. pellucidum</i>	1.56	
						<i>P. pyrum</i>	1.15	
T16			T17			T18		
Nanoflagelados	84.13	43.1	Nanoflagelados	63.70	76.5	Nanoflagelados	89.14	91.0
<i>P. gracile</i>	4.69		<i>P. gracile</i>	22.66		<i>P. horologium</i>	2.40	
<i>G. grindleyi</i>	4.09		<i>P. pellucidum</i>	4.76		<i>P. pellucidum</i>	1.21	
<i>P. pellucidum</i>	1.72		<i>C. furca v. berthii</i>	1.47		<i>P. conicum</i>	1.14	
			<i>P. divergens</i>	1.04		<i>C. furca v. berthii</i>	1.00	
T19			T20					
Nanoflagelados	84.94	100.6	Nanoflagelados	78.29	90.6			
<i>P. conicum</i>	6.95		<i>C. f v. eugrammun</i>	9.72				
<i>C. f v. berthii</i>	2.27		<i>C. f v. berthii</i>	4.24				
<i>C. f v. eugrammun</i>	1.20		<i>P. micans</i>	2.52				

**Tabla 13**

Abundancia (ind/mL) y tama1os (μm) del Microzooplancton. Los valores corresponden a los datos integrados por estaci3n. TRAN: transecta, EST: estaci3n, DDC: distancia de la costa (mn). Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

LATITUD	LONGITUD	TRAN	EST	DDC	ABUNDANCIA	TAMA1OS
18.42	70.35	1	2	1	53.2	126.1
18.42	70.41	1	3	5	38.3	114.2
18.42	70.50	1	4	10	22.9	116.3
18.42	70.67	1	5	20	4.5	127.3
18.50	70.34	2 IT	1	1	48.9	129.0
18.67	70.69	3	11	20	2.3	138.9
18.67	70.52	3	12	10	25.5	99.5
18.67	70.43	3	13	5	20.5	135.7
18.67	70.36	3	14	1	29.4	130.9
18.83	70.37	4 IT	6	1	29.6	131.3
19.00	70.33	5	7	1	32.5	153.6
19.00	70.40	5	8	5	11.3	128.3
19.00	70.49	5	9	10	12.9	106.5
19.00	70.67	5	10	20	3.3	114.3
19.17	70.29	6 IT	15	1	19.0	135.1
19.33	70.28	7	16	1	31.5	151.4
19.33	70.35	7	17	5	8.1	131.8
19.33	70.44	7	18	10	2.4	114.6
19.33	70.61	7	19	20	2.6	108.4
19.50	70.23	8 IT	20	1	10.0	145.9
19.67	70.19	9	21	1	8.4	224.9
19.67	70.25	9	22	5	13.5	146.4
19.67	70.35	9	23	10	11.2	137.2
19.67	70.53	9	24	20	6.4	119.4
19.83	70.19	10 IT	25	1	17.0	188.7
20.00	70.14	11	26	1	9.4	183.5
20.00	70.21	11	27	5	7.4	120.7
20.00	70.31	11	28	10	5.0	127.9
20.00	70.48	11	29	20	5.9	134.6
20.17	70.17	12 IT	34	1	11.6	120.5
20.31	70.17	13	30	1	9.9	120.4
20.33	70.24	13	31	5	24.7	138.7
20.33	70.29	13	32	10	15.1	131.2
20.33	70.51	13	33	20	3.4	69.0
20.48	70.19	14 IT	39	1	11.3	164.7
20.67	70.22	15	35	1	4.2	109.0
20.67	70.28	15	36	5	4.6	115.2
20.67	70.37	15	37	10	21.1	108.6
20.67	70.55	15	38	20	3.6	100.8
20.83	70.20	16 IT	44	1	15.0	166.7
21.00	70.52	17	40	20	1.2	99.5
21.00	70.35	17	41	10	10.6	157.7
21.00	70.25	17	42	5	7.6	129.3
21.00	70.18	17	43	1	8.9	115.5
21.17	70.13	18 IT	45	1	14.3	170.0
21.33	70.12	19	46	1	7.0	214.6
21.33	70.18	19	47	5	3.4	126.7
21.33	70.27	19	48	10	2.7	124.3
21.33	70.45	19	49	20	5.5	129.1



Continuaci3n Tabla 13.

LATITUD	LONGITUD	TRAN	EST	DDC	ABUNDANCIA	TAMAÑOS
21.50	70.10	20IT	50	1	4.4	122.0
21.67	70.17	21	51	1	21.4	134.7
21.67	70.24	21	52	5	1.9	77.4
21.67	70.33	21	53	10	3.2	118.6
21.67	70.51	21	54	20	14.8	103.8
21.83	70.16	22IT	55	1	6.6	127.5
22.00	70.21	23	56	1	8.5	136.6
22.00	70.28	23	57	5	3.8	123.0
22.00	70.37	23	58	10	18.4	107.9
22.00	70.55	23	59	20	1.5	108.2
22.17	70.25	24IT	60	1	7.5	117.5
22.33	70.27	25	61	1	6.9	144.4
22.33	70.34	25	62	5	3.2	96.6
22.33	70.43	25	63	10	2.7	98.4
22.33	70.61	25	64	20	9.9	110.5
22.50	70.27	26IT	65	1	12.2	122.2
22.67	70.30	27	66	1	4.1	106.1
22.67	70.37	27	67	5	6.5	147.3
22.67	70.47	27	68	10	4.0	97.2
22.67	70.64	27	69	20	4.1	112.7
22.83	70.33	28IT	70	1	65.9	147.7
23.00	70.35	29	71	1	8.8	121.8
23.00	70.43	29	72	5	25.6	137.5
22.98	70.52	29	73	10	18.6	166.4
23.00	70.71	29	74	20	2.9	109.4
23.17	70.59	30IT	75	1	13.5	139.6
23.33	70.61	31	76	1	6.9	137.7
23.33	70.68	31	77	5	6.4	115.6
23.33	70.78	31	78	10	3.9	115.0
23.33	70.95	31	79	20	1.4	79.9
23.50	70.65	32IT	80	1	3.4	113.8
23.67	70.77	33	81	20	3.1	101.3
23.67	70.59	33	82	10	2.9	101.9
23.67	70.49	33	83	5	1.2	79.1
23.67	70.43	33	84	1	2.1	153.4
23.83	70.52	34IT	85	1	2.6	125.1
24.00	70.53	35	86	1	4.0	140.0
24.00	70.61	35	87	5	3.4	134.7
24.00	70.70	35	88	10	2.2	117.3
24.00	70.90	35	89	20	3.3	112.3
24.17	70.53	36IT	90	1	6.7	115.4
24.33	70.57	37	91	1	3.9	121.3
24.33	70.64	37	92	5	1.9	116.4
24.33	70.73	37	93	10	1.4	98.0
24.33	70.92	37	94	20	2.5	90.1
24.50	70.59	38IT	95	1	13.6	160.8
24.67	70.94	39	96	20	2.5	129.8
24.67	70.75	39	97	10	2.3	152.4
24.67	70.66	39	98	5	3.6	92.8
24.67	70.60	39	99	1	2.6	96.8



Tabla 14

Grupos del Microzooplancton responsables de las abundancias observadas por transecta (T), cada T incluye la inter-transecta subsiguiente en sentido latitudinal norte-sur.

AP: aporte porcentual (%). Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

T1	AP	T3	AP	T2	AP	T4	AP	T5	AP
Huevos	45.86	Tintinidos	52.93	Tintinidos	41.48	Tintinidos	41.35	Tintinidos	39.80
Tintinidos	31.37	Ciliados	22.51	Huevos	38.01	Ciliados	17.44	Ciliados	34.63
Ciliados	18.34	Huevos	15.73	Ciliados	14.98	Radiolarios	14.73	Nauplios	14.06
		Nauplios	4.60	Nauplios	4.36	Nauplios	11.82	Huevos	5.98
		L. Poliqueto	2.59			Huevos	10.65	Radiolarios	2.77
		Copepoditos	1.09			Copepoditos	3.66	Copepoditos	1.94
T6		T7		T8		T9		T10	
Ciliados	43.15	Ciliados	40.58	Tintinidos	56.76	Ciliados	59.39	Ciliados	47.65
Tintinidos	36.66	Tintinidos	39.33	Ciliados	29.67	Tintinidos	28.03	Tintinidos	33.19
Nauplios	8.36	Nauplios	9.05	Nauplios	6.96	Nauplios	7.38	Nauplios	8.79
Huevos	7.61	Huevos	8.10	Huevos	4.92	Huevos	2.97	Copepoditos	4.33
Copepoditos	1.04			Copepoditos	1.00	Copepoditos	1.54	Huevos	3.23
								Radiolarios	1.59
T11		T12		T13		T14		T15	
Ciliados	41.15	Tintinidos	55.36	Tintinidos	40.58	Tintinidos	71.76	Tintinidos	69.43
Tintinidos	41.10	Ciliados	30.57	Ciliados	25.91	Ciliados	15.56	Ciliados	22.96
Nauplios	8.39	Nauplios	5.43	Radiolarios	12.31	Nauplios	6.54	Nauplios	3.76
Huevos	5.31	Huevos	3.21	Nauplios	8.83	Huevos	2.39	Huevos	1.73
Copepoditos	2.33	Copepoditos	2.65	Copepoditos	6.42	Copepoditos	2.06	Copepoditos	1.06
Radiolarios	1.16	Radiolarios	1.48	Huevos	4.83				
T16		T17		T18		T19		T20	
Ciliados	50.96	Ciliados	39.00	Tintinidos	28.10	Ciliados	46.24	Ciliados	42.44
Tintinidos	21.03	Tintinidos	22.96	Ciliados	26.92	Tintinidos	24.68	Tintinidos	25.40
Huevos	9.98	Huevos	13.00	Huevos	22.08	Nauplios	13.37	Nauplios	14.63
Nauplios	9.76	Nauplios	12.03	Nauplios	14.96	Huevos	11.32	Huevos	9.97
Radiolarios	3.35	Radiolarios	8.63	Radiolarios	4.93	Radiolarios	2.34	Radiolarios	3.86
Copepoditos	2.49	Copepoditos	1.94	Copepoditos	1.64	Copepoditos	1.27	Copepoditos	3.05
L. Poliqueto	1.28	L. Poliqueto	1.34						



Tabla 15
Abundancia media (N°/m³) por grupos zooplanct3nicos.
Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

Grupo Zooplancton	Abundancia media (N°/m³)
Anfipodos	2.032
Annelida	0.151
Appendicularia	25.493
Copépodo_chico	720.599
Copépodo_grande	18.434
Chaetognata	3.558
Cnidaria	0.572
Ctenoforos	0.457
Eucalanidae	4.987
Eufausiacea	2.193
Huevo_elongado_peces	12.937
Huevo_esférico_peces	94.998
Larva_annelida	142.510
Larva_peces	7.979
Megalopas	0.723
Misis	8.820
Salpas	16.245
Sifonoforos	3.040
Stomatopoda	0.556
Zoeas	4.918



Tabla 16
Abundancia media (N°/m3) por espectro de tama1o y abundancia total de zooplancton.
Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

Espectro tama1o	Abd.media (N°/m3)	Total
0.25	855.40	84684.81
0.75	147.45	14597.73
1.25	39.36	3896.21
1.75	13.13	1299.79
2.25	6.07	600.92
2.75	2.81	277.83
3.25	1.48	146.94
3.75	0.77	76.35
4.25	0.55	54.22
4.75	0.40	39.36
5.25	0.29	28.84
5.75	0.29	29.16
6.25	0.31	30.60
6.75	0.26	25.71
7.25	0.17	17.25
7.75	0.13	13.19
8.25	0.10	9.67
8.75	0.04	4.10
9.25	0.01	1.17
10.25	0.01	0.88
15.75	0.01	1.17

**Tabla 17**

Resultados del an3lisis de K-media aplicado a las abundancias del fitoplancton y microzooplancton y a la biomasa zooplanct3nica. ABTF: abundancia total fitoplanct3nica; ABFLA: abundancia de flagelados; ABDIA: abundancia de diatomeas; ABMZ: abundancia del microzooplancton; BZ: biomasa zooplanct3nica. Crucero FIP 2006-39, Febrero 2007.

GRUPO 1	M3nimo	M3ximo	Raz3n F
ABTF (c3l/mL)	141.2	1028.3	16.657
ABFLA (c3l/mL)	38.0	801.9	14.161
ABDIA (c3l/mL)	12.5	786.1	2.505
ABMZ (ind/mL)	3.4	65.9	5.834
BZ (gr/1000 m ³)	78.8	682.9	9.425
GRUPO 2	M3nimo	M3ximo	Raz3n F
BZ (gr/1000 m ³)	200.8	1498.4	9.425
ABTF (c3l/mL)	136.2	585.1	16.657
ABFLA (c3l/mL)	62.4	267.8	14.161
ABDIA (c3l/mL)	12.9	454.6	2.505
ABMZ (ind/mL)	2.3	29.7	5.834

Tabla 18

Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco por las L/M Don Pancracio y L/M Kali, y arrastre a media agua por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0602.

Frecuencia Acumulada	Anchoveta	
	Cerco	Arrastre
25%	12,7	12,1
50%	13,1	13,1
75%	13,8	14,2



Tabla 19
Resumen de operaci3n y captura del B/I Abate Molina. Crucero RECLAN RECLAN 0702.

Lance N°	Fecha	Calado			Virado			Tiempo de Arrastre	Velocidad Arrastre	Distancia Arrastre	Captura (kg)			Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud				Anchoveta	Sardina Espa#ola	Otras	Anchoveta	Sardina Espa#ola	Otras
1	01/02/2007	10:49	18°24.3	70°22.5	11:21	18°26.4	70°22.2	0.5	4.3	2.3	980.0	0	276.50	78	0	22
2	01/02/2007	13:48	18°32.5	70°24.0	14:19	18°29.8	70°24.0	0.5	4.2	2.2	1790.8	0	30.00	98	0	2
3	01/02/2007	20:56	18°39.0	70°22.8	21:31	18°36.6	70°22.7	0.6	4.1	2.4	817.5	0	0.00	100	0	0
4	02/02/2007	12:55	18°45.8	70°24.3	13:40	18°43.0	70°24.3	0.8	4.1	3.1	91.6	0	0.30	100	0	0
5	02/02/2007	16:26	18°57.1	70°21.1	17:10	18°54.7	70°21.6	0.7	4.1	3.0	364.0	0	1.00	100	0	0
6	03/02/2007	10:52	19°01.6	70°21.0	11:38	18°58.4	70°22.2	0.6	4.2	2.6	1599.0	0	3.50	99.8	0	0.22
7	03/02/2007	19:58	19°20.9	70°18.6	20:35	19°18.2	70°18.6	0.6	4.4	2.7	777.0	0	0.00	100	0	0
8	03/02/2007	23:54	19°10.0	70°18.7	0:00	19°09.0	70°18.8	0.1	4.1	0.4	269.3	0	1.80	99.3	0	0.7
9	04/02/2007	14:29	19°31.0	70°21.0	15:20	19°28.5	70°20.8	0.9	4.2	3.6	6.7	0	0.10	98.5	0	1.5
10	04/02/2007	18:39	19°26.7	70°15.6	19:02	19°25.2	70°17.0	0.4	4.4	1.7	1582.4	0	10.60	99	0	1
11	04/02/2007	22:23	19°40.5	70°17.0	22:47	19°38.9	70°17.1	0.4	4.5	1.8	486.6	0	0.00	100	0	0
12	05/02/2007	10:36	19°48.3	70°12.6	11:01	19°46.3	70°12.4	0.4	4.5	1.9	364.4	0	0.00	100	0	0
13	05/02/2007	18:11	20°01.7	70°11.6	18:48	19°59.1	70°11.6	0.6	4.5	2.8	283.3	0	9.20	97	0	2
14	05/02/2007	20:17	19°56.9	70°10.1	20:43	19°55.1	70°10.8	0.4	4.4	1.9	466.1	0	5.50	99	0	1
15	07/02/2007	8:30	20°20.7	70°20.5	9:00	20°18.6	70°21.6	0.5	4.5	2.2	1358.2	0	65.10	95	0	4
16	07/02/2007	11:07	20°17.7	70°09.4	11:22	20°18.7	70°10.0	0.3	4.2	1.1	276.7	0	2.90	99	0	1
17	07/02/2007	19:34	20°05.4	70°13.2	20:04	20°03.1	70°13.1	0.5	4.6	2.3	95.8	0	3.70	96	0	4
18	08/02/2007	8:52	20°30.8	70°29.2	9:12	20°29.2	70°28.9	0.3	4.2	1.4	0	0	6.00	0	0	100
19	08/02/2007	11:41	20°28.0	70°11.4	11:55	20°26.9	70°11.6	0.2	4.6	1.1	272.8	0	0.00	100	0	0
20	08/02/2007	17:31	20°40.5	70°13.2	18:03	20°38.0	70°13.0	0.5	4.4	2.3	135.4	0	0.60	100	0	0
21	08/02/2007	19:50	20°41.1	70°19.8	20:10	20°36.6	70°19.9	0.3	4.0	1.3	344.5	0	2.00	99.4	0	0.6
22	09/02/2007	7:43	20°59.3	70°11.1	8:13	20°57.3	70°11.1	0.5	4.3	2.2	1.4	0	95.10	1.5	0	98.5
23	09/02/2007	12:53	20°43.5	70°16.1	13:11	20°42.2	70°15.7	0.3	4.8	1.4	1264.3	0	6.35	99.5	0	0.5
24	09/02/2007	15:43	20°50.1	70°14.6	16:03	20°50.13	70°13.1	0.3	4.2	1.4	723.0	0	0.00	100	0	0
25	09/02/2007	23:49	21°06.8	70°10.2	0:11	21°05.5	70°11.0	0.4	4.1	1.5	647.0	0	3.80	94.8	0	0.6
26	10/02/2007	16:56	21°20.5	70°08.6	17:10	21°19.5	70°08.8	0.2	4.8	1.1	634.3	0	3.40	99.5	0	0.53
27	10/02/2007	20:00	21°20.8	70°26.1	20:20	21°19.4	70°26.0	0.3	4.2	1.4	0.0	0	4.50	0	0	100
28	10/02/2007	23:13	21°95.5	70°07.5	23:24	21°28.9	70°08.0	0.2	4.0	0.7	166.8	0	4.10	97.6	0	b
29	11/02/2007	15:46	21°37.6	70°10.6	16:07	21°36.0	70°10.6	0.4	4.5	1.6	1804.2	0	6.00	99.7	0	0.3
30	11/02/2007	23:31	21°53.7	70°12.6	23:51	21°52.2	70°12.3	0.3	4.5	1.5	589.3	0	2.50	99.6	0	0.4
31	12/02/2007	11:51	21°46.5	70°10.7	12:06	21°45.4	70°10.7	0.3	4.2	1.1	3880.2	18.8	0.00	99.5	0.5	0
32	12/02/2007	19:07	20°01.1	70°13.8	19:37	21°58.8	70°13.8	0.5	4.6	2.3	380.0	0	11.50	97.1	0	2.9
33	13/02/2007	11:20	22°11.1	70°16.0	11:42	22°09.5	70°15.8	0.4	4.5	1.7	277.0	0	0.90	99.7	0	0.3
34	13/02/2007	22:00	22°23.7	70°18.6	22:30	22°21.4	70°18.6	0.5	4.5	2.3	9.0	0	233.00	3.7	0	96.3
35	14/02/2007	11:17	22°30.0	70°15.9	11:35	22°30.2	70°17.4	0.3	4.5	1.4	333.4	0	9.07	97.3	0	2.7
36	14/02/2007	17:35	22°40.3	70°18.3	18:06	22°38.2	70°18.7	0.5	4.1	2.1	274.8	0	4.19	98.5	0	1.5
37	14/02/2007	23:33	22°48.9	70°20.5	23:50	22°43.0	70°21.1	0.3	4.2	1.2	355.9	0	5.05	98.6	0	1.2
38	15/02/2007	15:56	22°59.4	70°20.9	16:25	22°57.7	70°20.4	0.5	3.8	1.8	1638.0	0	0.00	100	0	0
39	16/02/2007	11:21	23°11.4	70°37.3	11:41	23°10.0	70°37.1	0.3	4.3	1.4	492.5	0	112.50	81.40	0	18.60
40	16/02/2007	13:46	23°01.0	70°36.0	14:20	22°59.8	70°36.4	0.6	4.0	2.3	2632.1	0	15.00	99.43	0	0.57
41	17/02/2007	21:41	23°27.3	70°45.0	22:12	23°25.9	70°47.0	0.5	4.6	2.4	640.0	0	417.89	60.5	0	39.50
42	17/02/2007	5:43	23°41.7	70°30.8	6:04	23°40.1	70°30.8	0.4	4.4	1.5	242.0	0	3.58	98.5	0	1.5
43	17/02/2007	22:35	23°56.2	70°34.5	23:05	23°54.0	70°34.6	0.5	4.4	2.2	241.4	0	3.57	98.54	0	1.46
44	18/02/2007	21:11	24°11.0	70°32.9	22:41	24°09.1	70°33.8	0.5	4.2	2.1	434.0	0	13566.00	3.1	0	96.9
45	19/02/2007	9:31	24°21.2	70°35.2	10:03	24°19.1	70°34.6	0.5	4.2	2.2	1040.5	3.48	5.48	99.2	0.3	0.5
46	19/02/2007	11:44	24°28.2	70°35.3	12:08	24°26.8	70°34.3	0.4	4.2	1.7	515.0	0	4.76	99.1	0	0.9
47	19/02/2007	14:36	24°38.7	70°36.8	15:20	23°45.5	70°37.1	0.7	3.0	2.2	0	0	7.40	0	0	100



Tabla 20

Captura (Kg) por especie y total realizada por el B/I Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN 0702.

Lance	Embarcaci3n	Total	Anchoveta	Jurel	Caballa	Pampanito	Jibia	Pejerrey	Calamar	Medusa	Sardina Espa3ola	Agujilla	Barracuda del norte
1	A. molina	1256.4	980.0	0	8.4	9.8	0	258.3	0	0	0	0	0
2	A. molina	1821	1790.8	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
3	A. molina	817.5	817.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	A. molina	92	91.6	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
5	A. molina	365	364.0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	0
6	A. molina	1603	1599.0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0
7	A. molina	777	777.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	A. molina	271	269.3	0	0	0	1.8	0	0	0	0	0	0
9	A. molina	7	6.7	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0
10	A. molina	1593	1582.4	0	0	0	10.6	0	0	0	0	0	0
11	A. molina	487	486.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	A. molina	364	364.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	A. molina	293	283.3	1.9	0	0	0	7.3	0	0	0	0	0
14	A. molina	472	466.1	0	0	0	0	0	5.5	0	0	0	0
15	A. molina	1423	1358.2	16.6	5.0	0	27.0	16.5	0	0	0	0	0
16	A. molina	280	276.7	0	0	0	0	0	2.9	0	0	0	0
17	A. molina	100	95.8	0	0	0	0	0	3.7	0	0	0	0
18	A. molina	6	0.0	5.4	1	0	0	0	0	0	0	0.1	0
19	A. molina	273	272.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	A. molina	136	135.4	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0
21	A. molina	347	344.5	0	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0
22	A. molina	97	1.4	0	0	0.6	0	0	0	94.5	0	0	0
23	A. molina	1271	1264.3	0	0	0	0	0	6.4	0	0	0	0
24	A. molina	723	723.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	A. molina	651	647.0	0	0	1.1	0	1.1	1.6	0	0	0	0
26	A. molina	638	634.3	0	0	0	0	0	3.4	0	0	0	0
27	A. molina	5	0.0	4.0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
28	A. molina	171	166.8	0	0	0	0	0	4.1	0	0	0	0
29	A. molina	1810	1804.2	0	0	0	0	0	6.0	0	0	0	0
30	A. molina	592	589.3	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0
31	A. molina	3899	3880.2	0	0	0	0	0	0	0	18.8	0	0
32	A. molina	392	380.0	0.9	0	0	0	8.5	2.1	0	0	0	0
33	A. molina	278	277.0	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	A. molina	242	9.0	190	15	0	28	0	0	0	0	0	0
35	A. molina	343	333.4	0	0	0	0	7.6	1.5	0	0	0	0
36	A. molina	279	274.8	0	0	0	0	0	4.2	0	0	0	0
37	A. molina	361	355.9	0	0	4.2	0	0	0.9	0	0	0	0
38	A. molina	1638	1638.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	A. molina	605	492.5	58	0	43.5	0	0	11.0	0	0	0	0
40	A. molina	2647	2632.1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	A. molina	1058	640.0	217.5	0	0	200	0	0	0	0	0	0.4
42	A. molina	246	242.0	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	A. molina	245	241.4	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	A. molina	14000	434.0	13349	217.0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	A. molina	1049	1040.5	5	0	0	0	0	0	0	3.5	0	0
46	A. molina	520	515.0	0	0	0	0	4.8	0	0	0	0	0
47	A. molina	7.4	0.0	6	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0
	Captura Total	46544.24	31578.23	13877.39	249.90	59.25	299.77	304.34	58.34	94.50	22.28	0.10	0.39
	Captura por especie (%)		67.85	29.82	0.54	0.13	0.64	0.65	0.13	0.20	0.05	0.00	0.00



Tabla 21

Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona Total
Lances totales	3	3	5	4	15	17	47
Lances exitosos	3	3	5	4	14	15	44
% lances exitosos	100	100	100	100	93.3	88.2	93.6
% de reclutas en N°	3.0	9.2	42.9	7.7	37.0	4.9	20.2
% de reclutas en peso	1.7	6.4	32.9	4.6	33.4	2.2	12.1
Peso Prom. (g)	22.2	16.5	14.7	18.5	11.3	23.5	17.9
L. Prom. (cm)	14.7	13.4	12.6	13.8	12.6	14.5	13.6
P. Prom. Recl (g)	12.3	11.5	11.3	11.2	10.2	10.5	10.7
L. Prom. Recl (cm)	11.9	11.9	11.6	11.9	11.6	11.2	11.6

Tabla 22

Límites de las zonas según la estratificación de tallas de anchoveta y lances de pesca asignados Crucero RECLAN 0702.

Zona	Límite		Lances
	Norte	Sur	Abate Molina
1	18°20'S	18°41'S	1,2,3
2	18°41'S	19°05'S	4,5,6
3	19°05'S	19°43'S	7,8,9,10 y 11
4	19°43'S	20°02'S	12,13,14 y 17
5	20°07'S	21°55'S	15,16,19,20,21,22,23,24,25,26,28,29, 30 y 31
6	21°55'S	24°43'S	32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45 y 46



Tabla 23

Comparaci3n de estructura de tallas de anchoveta entre zonas, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAN 0702.

Parámetros del análisis	X ² crítico =	60
	N° Categorías =	44
	z =	1.64485
	Grupos =	6
	np=	1445
Zona	X ² calculado	Ho
1	883,33	R
2	883,33	R
3	962,50	R
4	895,83	R
5	1237,50	R
6	1162,50	R
% APROBACI3N		0.00

- R** Se rechaza H₀.
NR No hay evidencia para rechazar H₀.
np n ponderado.
Ho Hip3tesis nula. La estructura de tallas de la zona "es igual" a la estructura generada por el conjunto de zonas.



Tabla 24

Comparaci3n de estructura de tallas de anchoveta, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$).
 Datos ponderados a la captura para la zona 1,2, 3 y 4. Crucero
 RECLAN 0702.

Zona 1			Zona 2					
Parámetros del análisis	X ² critico =	23	Parámetros del análisis	X ² critico =	19			
	N° Categorías =	14		Parámetros del análisis	N° Categorías =	11		
	z =	1,64405			Parámetros del análisis	z =	1.64485	
	Grupos =	3				Parámetros del análisis	Grupos =	3
	np =	211					Parámetros del análisis	np =
Lance	X ² calculado	Ho	Lance					X ² calculado
1	60,41	R	4	1,28				NR
2	23,34	NR	5	6,22	NR			
3	12,05	NR	6	14,10	NR			
% APROBACI3N			66,67	% APROBACI3N			100,00	
Zona 3			Zona 4					
Parámetros del análisis	X ² critico =	23	Parámetros del análisis	X ² critico =	22			
	N° Categorías =	14		Parámetros del análisis	N° Categorías =	13		
	z =	1.64485			Parámetros del análisis	z =	1.64485	
	Grupos =	5				Parámetros del análisis	Grupos =	4
	np =	230					Parámetros del análisis	np =
Lance	X ² calculado	Ho	Lance					X ² calculado
7	10,97	NR	12	31,44				R
8	5,05	NR	13	2,44	NR			
9	13,93	NR	14	20,64	NR			
10	10,65	NR	17	7,80	NR			
11	6,66	NR	% APROBACI3N			75,00		
% APROBACI3N			100,00	% APROBACI3N			75,00	

np n ponderado.

R Se rechaza H₀.

NR No hay evidencia para rechazar H₀.

Ho Hip3tesis nula. La estructura de talla del lance "es igual" a la estructura generada por el conjunto de lances de la zona.



Tabla 25

Comparación de estructura de tallas de anchoveta, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura para la zona 5 y 6. Crucero RECLAN 0702.

Zona 5		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	28
	N° Categorías =	18
	z =	1.64485
	Grupos =	14
	np =	296
Lance	X ² calculado	Ho
15	15,78	NR
16	4,43	NR
19	6,48	NR
20	3,66	NR
21	13,47	NR
22	21,18	NR
23	3,93	NR
24	2,43	NR
25	4,31	NR
26	10,06	NR
28	2,94	NR
29	6,42	NR
30	25,65	NR
31	39,09	R
% APROBACIÓN		92,86

Zona 6		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	30
	N° Categorías =	19
	z =	1.64485
	Grupos =	15
	np =	278
Lance	X ² calculado	Ho
32	2,36	NR
33	16,97	NR
34	17,75	NR
35	7,60	NR
36	33,22	R
37	7,76	NR
38	25,72	NR
39	1,52	NR
40	27,74	NR
41	8,97	NR
42	2,14	NR
43	2,22	NR
44	5,99	NR
45	8,50	NR
46	17,13	NR
% APROBACIÓN		93,33

np n ponderado.

R Se rechaza H₀.

NR No hay evidencia para rechazar H₀.

Ho Hipótesis nula. La estructura de talla del lance "es igual" a la estructura generada por el conjunto de lances de la zona.



Tabla 26

Estimaci3n de los par3metros de regresi3n para anchoveta con modelo lineal y no-lineal.
Crucero RECLAN 0702.

Par3metros Modelo lineal	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Par3metros Modelo lineal	Par3metros Modelo no lineal
a	0.0111	0.0108	0.0087	0.0051	0.0056	0.0074	0.0056	0.0067
b	2.8193	2.8190	2.9172	3.1155	3.0691	2.9822	3.0826	3.0107
R ²	0.9281	0.9267	0.9218	0.9229	0.9342	0.9361	0.9516	0.9716
N	591	586	984	782	2701	2675	8319	8319

Tabla 27

Andeva para Anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
Zona 1	4.346	12.252	37.213	2.670	589
Zona 2	3.204	9.032	27.469	2.009	584
Zona 3	8.047	23.475	74.283	5.800	982
zona 4	4.970	15.483	52.261	4.024	780
zona5	19.230	59.020	193.901	12.763	2699
zona 6	23.741	70.800	225.539	14.401	2673
Regresi3n pool (p)				41.665	8307
Regresi3n Com3n (c)	63.538	190.062	610.666	42.128	8312
Regresi3n total (t)	97.877	301.714	977.377	47.316	8317

k=	6
GLp=	8307
Fc =	18.4520327
F 0.05(1) =	4.03
Ho=	Es rechazada



Tabla 28

Análisis de varianza para anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN 0702.

Zona		GL	Sc	Pc	F	Valor cri
Zona 1	Regresión	1	6.52	6.52	7621.67	0
	Residuos	589	0.50	0.00		
	Total	590	7.02			
Zona 2	Regresión	1	4.80	4.80	7401.23	0
	Residuos	584	0.38	0.00		
	Total	585	5.18			
Zona 3	Regresión	1	12.92	12.92	11595.60	0
	Residuos	982	1.09	0.00		
	Total	983	14.01			
Zona 4	Regresión	1	9.10	9.10	9350.46	0
	Residuos	780	0.76	0.00		
	Total	781	9.86			
Zona 5	Regresión	1	34.16	34.16	38306.17	0
	Residuos	2699	2.41	0.00		
	Total	2700	36.57			
Zona 6	Regresión	1	39.82	39.82	39190.54	0
	Residuos	2673	2.72	0.00		
	Total	2674	42.54			
Zona total	Regresión	1	175.42	175.42	163483.28	0
	Residuos	8317	8.92	0.00		
	Total	8318	184.34			

GL: Grados de libertad.
 Sc: Suma de cuadrados.
 Pc: Promedio de los cuadrados.
 F : F calculado.



Tabla 29
Comparaci3n de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 0702

Longitud (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	RECLAN I y II Modelo lineal	RECLAN I y II Modelo no-lineal
a	0.011057	0.010820	0.008734	0.005088	0.005609	0.007441	0.005562	0.006743
b	2.819346	2.819007	2.917231	3.115453	3.069107	2.982173	3.082590	3.010699
R ²	0.928142	0.926740	0.921845	0.922906	0.934155	0.936126	0.951583	0.971595
3.0								
3.5								
4.0								
4.5								
5.0								
5.5								
6.0								
6.5								
7.0								
7.5								
8.0								
8.5								
9.0					4.8	5.2	4.9	5.0
9.5					5.6	6.1	5.7	5.9
10.0			7.2		6.6	7.1	6.7	6.9
10.5			8.3		7.6	8.3	7.8	8.0
11.0		9.3	9.5	8.9	8.8	9.5	9.0	9.2
11.5	10.8	10.6	10.9	10.3	10.1	10.8	10.3	10.5
12.0	12.2	11.9	12.3	11.7	11.5	12.3	11.8	12.0
12.5	13.7	13.4	13.8	13.3	13.0	13.9	13.4	13.5
13.0	15.3	14.9	15.5	15.0	14.7	15.6	15.1	15.2
13.5	17.0	16.6	17.3	16.9	16.5	17.5	17.0	17.1
14.0	18.8	18.4	19.3	18.9	18.5	19.5	19.0	19.0
14.5	20.8	20.3	21.3	21.1	20.6	21.6	21.1	21.2
15.0	22.9	22.4	23.6	23.5	22.8	23.9	23.5	23.4
15.5	25.1	24.5	25.9	26.0	25.2	26.4	26.0	25.9
16.0	27.4	26.8	28.4	28.7	27.8	29.0	28.6	28.5
16.5	29.9		31.1	31.6	30.6	31.8	31.5	31.2
17.0	32.6			34.7	33.5	34.8	34.5	34.1
17.5	35.3				36.6	37.9	37.8	37.3
18.0	38.3					41.2	41.2	40.6
18.5						44.7	44.8	44.0
19.0						48.4	48.6	47.7



Tabla 30

Test Tukey para comparaci3n de pendientes de la relaci3n longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN 0702.

Zona 1- Zona 2		Zona 1- Zona 3		Zona 1- Zona 4		Zona 1- Zona 5		Zona 1- Zona 6	
k=	3	k=	3	k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307
q=	0.0103	q=	3.1672	q=	9.1189	q=	9.7069	q=	6.1010
q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03
Ho=	aceptada	Ho=	aceptada	Ho=	rechazada	Ho=	rechazada	Ho=	rechazada

Zona 2- Zona 3		Zona 2- Zona 4		Zona 2- Zona 5		Zona 2- Zona 6	
k=	3	k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307
q=	2.9778	q=	8.7984	q=	8.7382	q=	5.4620
q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03
Ho=	aceptada	Ho=	rechazada	Ho=	rechazada	Ho=	rechazada

Zona 3- Zona 4		Zona 3- Zona 5		Zona 3- Zona 6	
k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307
q=	6.5807	q=	7.2041	q=	3.0286
q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03
Ho=	rechazada	Ho=	rechazada	Ho=	aceptada

Zona 4- Zona 5		Zona 4- Zona 6		Zona 5- Zona 6	
k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	8307	GLp=	8307	GLp=	8307
q=	1.8751	q=	5.2308	q=	5.6365
q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03	q0.05,GLp,k	4.03
Ho=	aceptada	Ho=	rechazada	Ho=	rechazada



Tabla 31
Talla de primera madurez (cm) y los parámetros del modelo global y por sexo.

Talla de primera madurez			
Criterio 1			
Parámetros	Global	Machos	Hembras
	10,44	10,89	8,62
β_0	-24,84	-32,85	-25,60
β_1	12,37	3,01	2,96
Criterio 2			
	14,37	14,84	13,93
β_0	-24,12	-23,66	-26,99
β_1	1,67	1,59	1,93



Tabla 32
 CLAVE EDAD-TALLA DE ANCHOVETA PARA LA ZONA NORTE (ARICA-ANTOFAGASTA) CRUCERO HIDROACUSTICO 2007.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		0	I	II	III	IV	V
3,0							
3,5							
4,0							
4,5							
5,0							
5,5							
6,0							
6,5							
7,0							
7,5							
8,0							
8,5							
9,0	5		5				
9,5	3		3				
10,0	3		3				
10,5	3		3				
11,0	5		5				
11,5	9		9				
12,0	15		15				
12,5	18		15	3			
13,0	18		17	1			
13,5	19		16	3			
14,0	17		9	8			
14,5	15		4	11			
15,0	10			10			
15,5	9			7	2		
16,0	7			6	1		
16,5	4			3	1		
17,0	2			2			
17,5	2				2		
18,0	2				1	1	
18,5							
19,0					1		
TOTAL	166		104	54	8	1	
%	100,6		62,7	32,5	4,8	0,6	



Tabla 33
 VARIANZAS DE LA CLAVE EDAD-TALLA DE ANCHOVETA PARA LA ZONA NORTE (ARICA-ANTOFAGASTA) CRUCERO HIDROACUSTICO 2006.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		O	I	II	III	IV	V
3,0	0,0000						
3,5	0,0000						
4,0	0,0000						
4,5	0,0000						
5,0	0,0000						
5,5	0,0000						
6,0	0,0000						
6,5	0,0000						
7,0	0,0000						
7,5	0,0000						
8,0	0,0000		0,0000				
8,5	0,0000		0,0000				
9,0	0,0000		0,0000				
9,5	0,0000		0,0000				
10,0	0,0000		0,0000				
10,5	0,0000		0,0000				
11,0	0,0000		0,0000				
11,5	0,0000		0,0000				
12,0	0,0221		0,0111	0,0111			
12,5	0,0239		0,0120	0,0120			
13,0	0,0163		0,0082	0,0082			
13,5	0,0000			0,0000			
14,0	0,0355			0,0178	0,0178		
14,5	0,1000			0,0500	0,0500		
15,0	0,0748			0,0204	0,0340	0,0204	
15,5	0,0748			0,0204	0,0340	0,0204	
16,0	0,0432				0,0216	0,0216	
16,5	0,0518			0,0069	0,0227	0,0221	
17,0	0,0247				0,0123	0,0123	
17,5	0,0556				0,0278	0,0278	
18,0	0,1200				0,0600	0,0600	
18,5	0,0000					0,0000	
	0,6428		0,0312	0,1467	0,2802	0,1846	



Tabla 34
Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.

Fecha	Lugar	TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
		Corto (0,3ms)	Medio (1,0ms)	Largo (3,0ms)	Corto (0,3ms)	Medio (1,0ms)	Largo (3,0ms)
01.10.92	Quintero	26.9	27.9	28.1	27.0	27.5	27.9
20.06.93	Valparaíso	26.8	27.9	27.9	26.9	27.5	27.6
09.11.93	Valparaíso	26.5	27.2	27.4	26.9	27.2	27.6
27.02.94	Mejillones	26.0	27.0	27.0	26.1	26.7	27.0
15.05.94	Mejillones	26.1	27.1	27.1	26.2	27.0	27.2
06.01.95	Mejillones	27.0	27.6	27.8	27.1	27.7	28.1
12.07.95	Valparaíso	27.1	28.1	28.0	27.2	28.0	28.1
04.09.96	Pto. Yates	26.8	27.9	27.9	26.9	27.6	28.1
19.11.96	Mejillones	26.7	27.9	27.9	26.9	27.7	28.0
18.04.97	Valparaíso	26.8	27.5	27.6	27.3	27.7	27.8
29.12.97	Valparaíso	26.8	27.7	27.7	27.2	27.5	27.9
21.11.98	Valparaíso	26.9	27.4	27.2	27.1	27.2	27.3
21.12.99	Valparaíso	26.34	27.52		27.02	27.32	
13.01.00	Valparaíso	26.82	27.43	29.09	26.47	27.64	27.40
28.12..00	Valparaíso	26.47	27.64	27.40	26.82	27.43	27.09
23.12.01	Valparaíso	26,57	27,67	28,35	26,97	27,53	25,27
02.01.03	Valparaíso	26,52	27,23	27,63	25,98	27,30	28,01
03.01.05	Valparaíso	26.35	27.7	28.04	26.76	27.38	27.77
03.01.06	Valparaíso	26,42	27,23	27,50	26,81	27,06	27,29
29.12.06	Valparaíso	26.27	27.61	28.37	26.87	27.58	28.13

Tabla 35
Resultados de la calibración hidroacústica del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 120 Khz, por longitudes de pulso.

Fecha	Lugar	TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
		Corto (0,1ms)	Medio (0,3s)	Largo (1,0ms)	Corto (0,1ms)	Medio (0,3s)	Largo (1,0ms)
03.01.06	Valparaíso	23,97	25,04	25,42	24,91	24,87	25,16
29.12.06	Valparaíso	22,42	23,45	23,40	23,10	23,30	24,41



Tabla 36

Valores de la intensidad de blanco (TS_{mo}) y tallas modales (L_{mo}) de anchoveta filtrados en los cruceros RECLAN12 0702 y RECLAN34 0703.

CRUCERO	Experimento	L_{mo} (cm)	TS_{mo} (dB)
RECLAN12 0702	Lance008	11,5	-51,2
	Lance008	12,5	-50,2
	Lance025	12,0	-52,4
	TS025C	12,0	-50,8
	TS030C	12,5	-52,2
	TS043C	15,5	-51,2
	TS043M	14,5	-51,8
	TS043M	15,5	-49,8
RECLAN34 0703	TS002C	17,0	-48,2
	Lance024	11,5	-53,2
	Lance024	12,5	-52,6
	Lance025	8,0	-56,4
	Lance025	11,0	-54,4



Tabla 37
Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y m3todos en la zona norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN12 0702.

Talla	Hansem& Wolter							Bootstrap							Geoestadistic							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	
8																						
8.5																						
9					7.4	1.6	9.0					7.4	1.6	9.0					7.8	1.7	9.5	
9.5					13.1		13.1					13.2		13.2					13.8		13.8	
10			12.4		51.7	17.9	81.9			12.3		51.9	17.9	82.1			10.9		54.4	19.1	84.3	
10.5			39.4		92.5	38.2	170.1			39.2		92.7	38.3	170.3			34.6		97.2	40.7	172.6	
11		2.5	120.0	0.9	626.0	44.8	794.3			2.5	119.4	0.9	627.9	44.9	795.7		2.6	105.3	1.0	658.4	47.8	815.1
11.5	9.2	8.9	406.5	4.2	1038.2	67.8	1534.8	8.9	8.6	404.6	4.1	1041.4	68.0	1535.5	8.7	8.9	356.7	4.6	1092.0	72.3	1543.1	
12	66.8	43.2	602.3	22.5	1903.0	132.6	2770.5	64.3	41.9	599.5	22.0	1908.7	133.0	2769.5	62.8	43.5	528.5	24.7	2001.5	141.5	2802.5	
12.5	164.1	92.0	504.6	48.8	2652.3	410.0	3871.8	158.1	89.1	502.2	47.7	2660.4	411.1	3868.7	154.3	92.5	442.7	53.6	2789.7	437.3	3970.1	
13	166.9	104.2	291.5	84.1	2852.3	805.3	4304.2	160.7	101.0	290.1	82.2	2860.9	807.5	4302.4	156.9	104.8	255.7	92.2	3000.0	859.0	4468.7	
13.5	107.5	62.3	138.6	117.7	2944.3	1165.5	4536.0	103.6	60.4	137.9	115.0	2953.2	1168.8	4538.9	101.1	62.7	121.6	129.1	3096.8	1243.2	4754.5	
14	71.6	30.0	48.4	78.2	1365.2	1258.2	2851.6	69.0	29.0	48.2	76.4	1369.3	1261.7	2853.7	67.4	30.1	42.5	85.8	1435.9	1342.1	3003.7	
14.5	110.8	22.7	23.5	39.3	419.2	1101.3	1716.9	106.7	22.0	23.4	38.4	420.5	1104.4	1715.4	104.2	22.9	20.6	43.1	440.9	1174.7	1806.5	
15	431.5	30.4	4.9	30.0	105.0	388.5	990.3	415.7	29.5	4.9	29.3	105.3	389.5	974.2	405.8	30.6	4.3	32.9	110.4	414.4	998.4	
15.5	563.2	26.2	0.4	31.7	78.9	202.6	903.0	542.5	25.4	0.4	31.0	79.1	203.2	881.6	529.6	26.4	0.3	34.8	82.9	216.1	890.2	
16	216.5	6.2	3.4	15.9	64.8	220.1	527.0	208.6	6.0	3.4	15.6	65.0	220.7	519.3	203.6	6.2	3.0	17.5	68.2	234.8	533.3	
16.5	68.7		0.0	4.5	37.8	143.7	254.8	66.2		0.0	4.4	37.9	144.1	252.6	64.7		0.0	4.9	39.7	153.3	262.6	
17	13.0			0.5	6.7	67.5	87.7	12.5			0.5	6.7	67.7	87.4	12.2			0.5	7.0	72.0	91.8	
17.5	1.6				1.9	19.2	22.7	1.6				1.9	19.3	22.7	1.5				2.0	20.5	24.0	
18	3.3					0.0	3.4	3.2					0.0	3.2	3.1					0.0	3.2	
18.5																						
19						0.3	0.3						0.3	0.3						0.4	0.4	
19.5																						
20																						
Total	1994.8	428.7	2195.9	478.5	14260.2	6085.2	25443.2	1921.7	415.5	2185.7	467.4	14303.4	6102.1	25395.8	1875.9	431.2	1926.7	524.7	14998.7	6491.0	26248.2	
Reclutas	76.0	54.7	1180.6	27.6	3731.9	302.9	5373.7	73.2	53.0	1175.2	27.0	3743.2	303.7	5375.2	71.4	55.0	1035.9	30.3	3925.2	323.1	5440.9	
% Reclutas	3.8	12.7	53.8	5.8	26.2	5.0	21.1	3.8	12.7	53.8	5.8	26.2	5.0	21.2	3.8	12.7	53.8	5.8	26.2	5.0	20.7	
Area (mn ²)	172.2	140.8	301.4	98.7	1234.5	1161.5	3109.1	172.2	140.8	301.4	98.7	1234.5	1161.5	3109.1	172.2	140.8	301.4	98.7	1234.5	1161.5	3109.1	
r (n ^o /mn ²)	11.6	3.0	7.3	4.8	11.6	5.2	8.2	11.2	3.0	7.3	4.7	11.6	5.3	8.2	10.9	3.1	6.4	5.3	12.1	5.6	8.4	
% Total	7.8	1.7	8.6	1.9	56.0	23.9	100.0	7.6	1.6	8.6	1.8	56.3	24.0	100.0	7.1	1.6	7.3	2.0	57.1	24.7		



Tabla 38
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y m3todos en la zona norte durante el verano del 2007.
Crucero RECLAN12 0702.

Talla	Hansem& Wolter							Bootstrap							Geoestadistic							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	
8																						
8.5																						
9					35.9	7.8	43.7					36.0	7.9	43.9					37.7	8.4	46.1	
9.5					75.4		75.4					75.6		75.6					79.3		79.3	
10			83.3		347.8	120.1	551.2			82.9		348.8	120.5	552.2			73.1		365.8	128.1	567.0	
10.5			308.3		722.8	298.4	1329.5			306.8		725.0	299.2	1331.1			270.5		760.2	318.3	1349.0	
11		22.9	1082.7	8.4	5649.0	404.4	7167.4		22.2	1077.6	8.2	5666.1	405.5	7179.7		23.1	950.0	9.2	5941.5	431.3	7355.1	
11.5	95.3	91.7	4206.7	43.2	10744.6	701.6	15883.1	91.8	88.9	4187.2	42.2	10777.1	703.5	15890.7	89.6	92.3	3691.1	47.3	11301.0	748.4	15969.7	
12	787.8	510.3	7107.3	265.7	22454.3	1565.1	32690.6	759.0	494.5	7074.4	259.6	22522.3	1569.5	32679.2	740.9	513.3	6236.2	291.4	23617.1	1669.5	33068.4	
12.5	2196.2	1230.7	6752.3	653.5	35493.3	5486.1	51812.1	2115.7	1192.7	6721.0	638.4	35600.8	5501.4	51769.9	2065.3	1237.9	5924.7	716.6	37331.4	5851.9	53127.8	
13	2519.8	1573.3	4401.5	1270.5	43074.2	12160.8	65000.1	2427.4	1524.8	4381.1	1241.0	43204.6	12194.7	64973.7	2369.6	1582.5	3862.1	1393.1	45304.8	12971.8	67483.9	
13.5	1824.0	1057.7	2350.7	1997.5	49949.0	19772.6	76951.4	1757.1	1025.1	2339.7	1951.2	50100.3	19827.6	77001.0	1715.3	1063.9	2062.5	2190.3	52535.7	21091.1	80658.8	
14	1359.7	568.6	918.5	1484.2	25907.4	23877.5	54115.9	1309.9	551.1	914.2	1449.7	25985.9	23944.1	54154.8	1278.7	571.9	805.9	1627.4	27249.1	25469.8	57002.8	
14.5	2342.3	480.6	497.1	831.8	8864.7	23287.4	36303.9	2256.4	465.8	494.8	812.5	8891.5	23352.3	36273.3	2202.7	483.4	436.2	912.1	9323.7	24840.3	38198.5	
15	10130.1	713.7	114.9	704.8	2464.3	9118.8	23246.4	9758.8	691.7	114.3	688.4	2471.8	9144.2	22869.1	9526.4	717.9	100.8	772.8	2591.9	9726.8	23436.6	
15.5	14626.0	681.1	9.5	823.7	2048.2	5262.7	23451.2	14089.9	660.1	9.5	804.6	2054.4	5277.3	22895.8	13754.5	685.1	8.4	903.3	2154.2	5613.6	23119.0	
16	6201.4	177.9	98.2	456.2	1857.0	6304.1	15094.8	5974.1	172.4	97.7	445.7	1862.6	6321.6	14874.1	5831.9	178.9	86.1	500.3	1953.1	6724.4	15274.8	
16.5	2165.0		0.8	140.8	1190.0	4526.0	8022.6	2085.7		0.8	137.5	1193.6	4538.6	7956.2	2036.0		0.7	154.4	1251.6	4827.9	8270.6	
17	448.4			16.6	230.8	2332.1	3027.9	432.0			16.2	231.5	2338.6	3018.3	421.7			18.2	242.7	2487.7	3170.2	
17.5	61.1				70.3	726.0	857.3	58.8				70.5	728.0	857.3	57.4				73.9	774.4	905.7	
18	137.5					0.5	138.0	132.5					0.5	133.0	129.3					0.6	129.9	
18.5																						
19						17.0	17.0						17.0	17.0						18.1	18.1	
19.5																						
20																						
Total	44894.6	7108.6	27931.8	8696.9	211178.7	115968.9	415779.6	43249.0	6889.3	27802.2	8495.2	211818.2	116292.0	414545.9	42219.4	7150.1	24508.3	9536.4	222115.0	123702.2	429231.4	
Reclutas	883.1	625.0	12788.3	317.3	40029.7	3097.4	57740.8	850.7	605.7	12729.0	309.9	40150.9	3106.1	57752.3	830.5	628.6	11220.9	347.9	42102.7	3304.0	58434.5	
% Reclutas	2.0	8.8	45.8	3.6	19.0	2.7	13.9	2.0	8.8	45.8	3.6	19.0	2.7	13.9	2.0	8.8	45.8	3.6	19.0	2.7	13.6	
Area (mn²)	172.2	140.8	301.4	98.7	1234.5	1161.5	3109.1	172.2	140.8	301.4	98.7	1234.5	1161.5	3109.1	172.2	140.8	301.4	98.7	1234.5	1161.5	3109.1	
r (nº/mn²)	260.7	50.5	92.7	88.1	171.1	99.8	133.7	251.2	48.9	92.2	86.1	171.6	100.1	133.3	245.2	50.8	81.3	96.6	179.9	106.5	138.1	
% Total	10.8	1.7	6.7	2.1	50.8	27.9	100.0	10.4	1.7	6.7	2.0	51.1	28.1	100.0	9.8	1.7	5.7	2.2	51.7	28.8	100.0	



Tabla 39
Parámetros de los variogramas ajustados por zona.
Crucero RECLAN 12 0702.

Zona	N	Modelo Ajustado				Método	Área (mn ²)
		Modelo	pepita	meseta	rango		
1	90	Esférico	4,40E+05	5,00E+05	0,008	Kriging	172,8
		Esférico	-	5,90E+05	0,11		
2	128	Esférico	2,00E+05	2,00E+05	0,015	Kriging	140,4
		Esférico	-	6,00E+05	0,035		
3	144	Esférico	4,00E+05	7,00E+05	0,02	Kriging	302,4
		Esférico	-	5,00E+05	0,09		
4	144	Esférico	1,25E+04	2,00E+05	0,01	Kriging	108
		Esférico	-	6,00E+05	0,09		
5	498	Esférico	2,60E+06	1,00E+04	0,008	Media aritmética	1296
		Exponencial	-	5,00E+06	0,08		
6	611	Esférico	9,50E+05	1,65E+05	0,025	Media aritmética	1188
		Esférico	-	4,00E+05	0,1		



Tabla 40
 Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y m3todo en la zona norte durante el verano del 2007.
 Crucero RECLAN12 0702.

Talla	Hansem							Kish (Wolter)						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
8														
8.5														
9					5.40E+13	2.41E+12	5.64E+13					5.39E+13	2.40E+12	5.63E+13
9.5					9.88E+13		9.88E+13					8.95E+13		8.95E+13
10			7.14E+13		6.59E+14	5.00E+13	7.80E+14			4.28E+13		4.03E+14	3.26E+13	4.78E+14
10.5			6.27E+14		1.67E+15	1.79E+14	2.47E+15			3.05E+14		7.92E+14	9.58E+13	1.19E+15
11		6.41E+12	4.72E+15	4.36E+11	6.21E+16	2.39E+14	6.70E+16		6.38E+12	1.35E+15	3.35E+10	2.01E+16	1.24E+14	2.16E+16
11.5	5.95E+13	3.75E+13	5.16E+16	9.67E+12	1.66E+17	6.44E+14	2.18E+17	4.94E+13	1.63E+13	1.20E+16	2.41E+12	4.99E+16	3.88E+14	6.23E+16
12	2.02E+15	7.43E+14	1.12E+17	2.62E+14	5.52E+17	2.22E+15	6.70E+17	1.05E+15	1.63E+14	2.52E+16	3.14E+13	1.62E+17	1.22E+15	1.90E+17
12.5	1.16E+16	3.24E+15	7.90E+16	1.22E+15	1.07E+18	1.66E+16	1.18E+18	5.52E+15	5.58E+14	1.79E+16	1.28E+14	3.07E+17	6.79E+15	3.38E+17
13	1.20E+16	4.14E+15	2.67E+16	3.60E+15	1.23E+18	5.82E+16	1.33E+18	5.66E+15	6.84E+14	6.40E+15	3.22E+14	3.52E+17	1.99E+16	3.85E+17
13.5	5.03E+15	1.50E+15	6.23E+15	7.04E+15	1.31E+18	1.18E+17	1.45E+18	2.44E+15	2.66E+14	1.71E+15	6.05E+14	3.73E+17	3.75E+16	4.15E+17
14	2.27E+15	3.59E+14	8.47E+14	3.11E+15	2.82E+17	1.36E+17	4.25E+17	1.13E+15	8.17E+13	3.26E+14	2.79E+14	8.09E+16	4.27E+16	1.25E+17
14.5	5.37E+15	2.12E+14	2.27E+14	7.93E+14	2.67E+16	1.04E+17	1.37E+17	2.63E+15	5.46E+13	1.14E+14	8.34E+13	7.73E+15	3.23E+16	4.29E+16
15	7.90E+16	3.68E+14	1.73E+13	4.64E+14	1.73E+15	1.39E+16	9.55E+16	3.63E+16	8.11E+13	1.50E+13	5.28E+13	5.49E+14	5.02E+15	4.21E+16
15.5	1.34E+17	2.75E+14	4.49E+10	5.17E+14	1.03E+15	3.87E+15	1.40E+17	6.13E+16	6.33E+13	1.36E+10	5.63E+13	3.68E+14	1.46E+15	6.32E+16
16	2.01E+16	1.86E+13	1.10E+13	1.33E+14	6.45E+14	4.50E+15	2.54E+16	9.45E+15	8.38E+12	1.08E+13	1.85E+13	1.93E+14	1.66E+15	1.13E+16
16.5	2.11E+15		4.55E+08	1.13E+13	2.22E+14	2.04E+15	4.39E+15	1.07E+15		3.81E+08	3.04E+12	6.84E+13	8.36E+14	1.98E+15
17	9.64E+13			2.28E+11	9.89E+12	4.76E+14	5.82E+14	6.76E+13			2.26E+11	5.46E+12	2.11E+14	2.84E+14
17.5	2.64E+12				3.47E+12	5.85E+13	6.46E+13	2.65E+12				3.48E+12	3.83E+13	4.45E+13
18	1.10E+13					3.38E+08	1.10E+13	1.09E+13					3.49E+08	1.09E+13
18.5														
19													1.13E+11	1.13E+11
19.5														
20														
Total	273.7E+15	10.9E+15	282.4E+15	17.2E+15	4.7E+18	461.5E+15	5.7E+18	126.7E+15	2.0E+15	65.4E+15	1.6E+15	1.4E+18	150.3E+15	1.7E+18
Reclutas	2.1E+15	786.8E+12	169.3E+15	272.3E+12	782.6E+15	3.3E+15	958.4E+15	1.1E+15	185.3E+12	38.9E+15	33.9E+12	233.2E+15	1.9E+15	275.3E+15
CV	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Error	43.2	40.1	39.8	45.1	25.0	18.4	15.5	29.4	17.1	19.2	13.7	13.4	10.5	8.4



Tabla 41
 Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y m3todo en la zona norte durante el verano del 2007.
 Crucero RECLAN12 0702.

Talla	Hansem							Kish (Wolter)						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
8														
8.5														
9					1.27E+03	5.69E+01	1.33E+03					1.27E+03	5.66E+01	1.33E+03
9.5					3.20E+03		3.20E+03					2.90E+03		2.90E+03
10			3.06E+03		2.95E+04	2.25E+03	3.48E+04			1.83E+03		1.81E+04	1.47E+03	2.14E+04
10.5			3.80E+04		1.01E+05	1.09E+04	1.50E+05			1.85E+04		4.81E+04	5.83E+03	7.24E+04
11		5.22E+02	3.82E+05	3.55E+01	5.02E+06	1.94E+04	5.42E+06		5.20E+02	1.10E+05	2.72E+00	1.63E+06	1.01E+04	1.75E+06
11.5	6.30E+03	4.01E+03	5.49E+06	1.03E+03	1.77E+07	6.86E+04	2.32E+07	5.24E+03	1.75E+03	1.28E+06	2.57E+02	5.31E+06	4.13E+04	6.64E+06
12	2.79E+05	1.03E+05	1.55E+07	3.63E+04	7.65E+07	3.08E+05	9.28E+07	1.45E+05	2.25E+04	3.49E+06	4.35E+03	2.24E+07	1.70E+05	2.63E+07
12.5	2.07E+06	5.79E+05	1.41E+07	2.18E+05	1.90E+08	2.96E+06	2.10E+08	9.84E+05	9.97E+04	3.19E+06	2.28E+04	5.47E+07	1.21E+06	6.03E+07
13	2.72E+06	9.42E+05	6.05E+06	8.18E+05	2.79E+08	1.32E+07	3.03E+08	1.28E+06	1.56E+05	1.45E+06	7.32E+04	8.00E+07	4.52E+06	8.74E+07
13.5	1.44E+06	4.29E+05	1.78E+06	2.02E+06	3.75E+08	3.38E+07	4.15E+08	6.97E+05	7.64E+04	4.91E+05	1.73E+05	1.07E+08	1.07E+07	1.19E+08
14	8.10E+05	1.29E+05	3.03E+05	1.11E+06	1.01E+08	4.89E+07	1.52E+08	4.04E+05	2.94E+04	1.17E+05	9.97E+04	2.90E+07	1.53E+07	4.50E+07
14.5	2.40E+06	9.42E+04	1.01E+05	3.53E+05	1.19E+07	4.63E+07	6.12E+07	1.17E+06	2.43E+04	5.07E+04	3.71E+04	3.44E+06	1.44E+07	1.91E+07
15	4.34E+07	2.02E+05	9.44E+03	2.54E+05	9.51E+05	7.62E+06	5.24E+07	2.00E+07	4.45E+04	8.18E+03	2.89E+04	3.02E+05	2.76E+06	2.31E+07
15.5	9.01E+07	1.85E+05	3.01E+01	3.47E+05	6.90E+05	2.60E+06	9.39E+07	4.12E+07	4.25E+04	9.10E+00	3.78E+04	2.47E+05	9.79E+05	4.25E+07
16	1.64E+07	1.53E+04	8.97E+03	1.08E+05	5.28E+05	3.66E+06	2.07E+07	7.72E+06	6.87E+03	8.76E+03	1.50E+04	1.58E+05	1.35E+06	9.26E+06
16.5	2.09E+06		4.50E-01	1.11E+04	2.19E+05	2.02E+06	4.33E+06	1.06E+06		3.77E-01	3.00E+03	6.74E+04	8.25E+05	1.96E+06
17	1.15E+05			2.72E+02	1.18E+04	5.65E+05	6.91E+05	8.05E+04			2.70E+02	6.51E+03	2.50E+05	3.37E+05
17.5	3.76E+03				4.95E+03	8.30E+04	9.18E+04	3.78E+03				4.95E+03	5.44E+04	6.31E+04
18	1.86E+04					5.73E-01	1.86E+04	1.85E+04					5.92E-01	1.85E+04
18.5														
19					2.69E+02	2.69E+02							2.67E+02	2.67E+02
19.5														
20														
Total	2.7368E+17	1.09E+16	2.824E+17	1.716E+16	4.7E+18	4.61E+17	5.75E+18	74737469	504072.8	10212471	495795.3	304306950	52571153	442827910
Reclutas	2.0808E+15	7.87E+14	1.693E+17	2.723E+14	7.826E+17	3.33E+15	9.58E+17	150316.78	24810.03	4896226	4608.56	29441598	228584.8	34746144
CV	0.26225686	0.243535	0.241992	0.2737443	0.152035	0.111635	0.094213	0.1925639	0.099877	0.1144105	0.080963	0.0826049	0.062522	0.0506121
Error	43.1674798	40.08586	39.831884	45.058316	25.024963	18.37518	15.5075	31.696019	16.43969	18.831962	13.32657	13.596764	10.29111	8.3307518



Tabla 42

Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Bootstrap. Crucero RECLAN I-II, 2007.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0	8.245.646			8.245.646	4,7330E+13						
9,5	12.150.543			12.150.543	7,7929E+13						
10,0	76.448.715			76.448.715	4,5227E+14						
10,5	159.941.367			159.941.367	1,1794E+15						
11,0	753.681.513			753.681.513	2,5543E+16						
11,5	1.466.070.951			1.466.070.951	7,4372E+16						
12,0	2.664.396.275			2.664.396.275	2,3501E+17						
12,5	3.748.967.045			3.124.139.204	4,1256E+17	624.827.841	1,2333E+17				
13,0	4.198.538.581			3.965.286.438	5,0174E+17	233.252.143	5,4407E+16				
13,5	4.459.144.435			3.755.068.998	5,3219E+17	704.075.437	1,5651E+17				
14,0	2.821.745.512			1.493.865.271	1,6473E+17	1.327.880.241	1,5567E+17				
14,5	1.706.882.886			455.168.770	4,3226E+16	1.251.714.116	6,3885E+16				
15,0	975.218.454					975.218.454	3,4776E+16				
15,5	887.662.528					690.404.188	4,6974E+16	197.258.340	1,8450E+16		
16,0	525.865.051					450.741.473	1,2615E+16	75.123.579	5,6436E+15		
16,5	257.237.730					192.928.298	5,0755E+15	64.309.433	4,1357E+15		
17,0	89.480.729					89.480.729	2,9118E+14				
17,5	23.363.344							23.363.344	4,7190E+13		
18,0	3.339.697							1.669.849	2,7884E+12	1.669.849	2,7884E+12
18,5								365.194	1,2388E+11		
TOTAL	24.838.746.198			17.934.463.691		6.540.522.921		362.089.738		1.669.849	
PORCENTAJE	100			72,20		26,33		1,46		0,01	
LONG. PROM.(cm)	13,2			12,7		14,4		15,9		18,0	
PESO PROM. (g)	16,4			14,4		21,2		28,4		41,2	
VARIANZA	2,67E+18			1,99E+18		6,54E+17		2,83E+16		2,79E+12	
CV	0,0658			0,0787		0,1236		0,4644		1,0000	

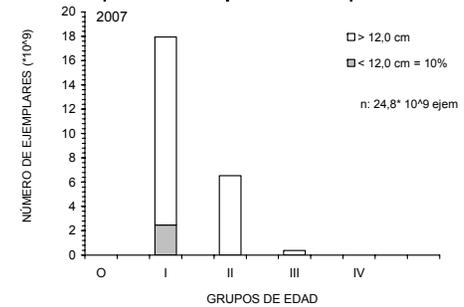




Tabla 43

Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (ARICA-ANTOFAGASTA). METODO HANSEN. Crucero RECLAN I-II, 2007.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A ₀ (N°)	VAR								
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0	8.221.110			8.221.110							
9,5	12.113.863			12.113.863							
10,0	76.310.093			76.310.093							
10,5	159.750.404			159.750.404							
11,0	752.389.813			752.389.813							
11,5	1.465.365.818			1.465.365.818							
12,0	2.665.326.841			2.665.326.841							
12,5	3.752.022.705			3.126.685.588		625.337.118					
13,0	4.200.249.110			3.966.901.937		233.347.173					
13,5	4.456.270.968			3.752.649.236		703.621.732					
14,0	2.819.717.895			1.492.791.827		1.326.926.068					
14,5	1.708.320.666			455.552.178		1.252.768.488					
15,0	991.309.165					991.309.165					
15,5	909.194.982					707.151.653		202.043.329			
16,0	533.665.789					457.427.819		76.237.970			
16,5	259.384.949					194.538.712		64.846.237			
17,0	89.766.050					89.766.050					
17,5	23.363.417							23.363.417			
18,0	3.466.232							1.733.116		1.733.116	
18,5								364.179			
TOTAL	24.886.574.048			17.934.058.705		6.582.193.978		368.588.249		1.733.116	
PORCENTAJE	100,00			72,06		26,45		1,48		0,007	
LONG. PROM.(cm)	13,2			12,7		14,4		15,9		18,0	
PESO PROM. (g)	16,4			14,4		21,2		28,3		41,2	
VARIANZA	5,30E+18			4,35E+18		9,12E+17		3,19E+16		3,00E+12	
CV	0,0925			0,1164		0,1451		0,4845		1,0000	

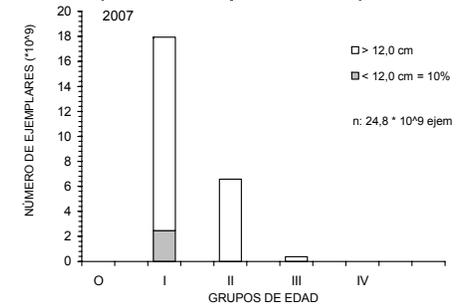




Tabla 44

Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (ARICA-ANTOFAGASTA), METODO KISH. Crucero RECLAN I-II, 2007.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A ₀ (N°)	VAR								
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0	8.221.110			8.221.110							
9,5	12.113.863			12.113.863							
10,0	76.310.093			76.310.093							
10,5	159.750.404			159.750.404							
11,0	752.389.813			752.389.813							
11,5	1.465.365.818			1.465.365.818							
12,0	2.665.326.841			2.665.326.841							
12,5	3.752.022.705			3.126.685.588		625.337.118					
13,0	4.200.249.110			3.966.901.937		233.347.173					
13,5	4.456.270.968			3.752.649.236		703.621.732					
14,0	2.819.717.895			1.492.791.827		1.326.926.068					
14,5	1.708.320.666			455.552.178		1.252.768.488					
15,0	991.309.165					991.309.165					
15,5	909.194.982					707.151.653		202.043.329			
16,0	533.665.789					457.427.819		76.237.970			
16,5	259.384.949					194.538.712		64.846.237			
17,0	89.766.050					89.766.050					
17,5	23.363.417							23.363.417			
18,0	3.466.232							1.733.116		1.733.116	
18,5								364.179			
TOTAL	24.886.574.048			17.934.058.705		6.582.193.978		368.588.249		1.733.116	
PORCENTAJE	100,00			72,06		26,45		1,48		0,007	
LONG. PROM.(cm)	13,2			12,7		14,4		15,9		18,0	
PESO PROM. (g)	16,4			14,4		21,2		28,3		41,2	
VARIANZA	2,29E+18			1,60E+18		6,60E+17		2,97E+16		3,00E+12	
CV	0,0608			0,0705		0,1234		0,4677		1,0000	

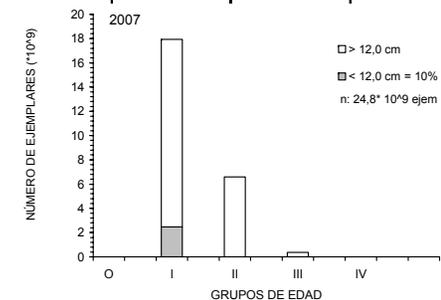




Tabla 45
Índice de ocupaci3n de total, fracciones adulto y recluta de anchoveta.
Crucero RECLAN 0702.

Categoría (t/mn ²)	Total		Adultos		Recluta	
	Num pixeles	IOC	Num pixeles	IOC	Num pixeles	IOC
< 75	14655	45.8%	15079	47.1%	4584	14.3%
75 - 150	1970	6.2%	1591	5.0%	511	1.6%
150 - 300	1109	3.5%	976	3.1%	342	1.1%
> 300	807	2.5%	478	1.5%	55	0.2%
Total	13902	43.5%	12910	40.4%	5408	16.9%

número pixeles prospectados	31992
-----------------------------	-------



Tabla 46

Coefficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de adultos y reclutas de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada promedio y la oferta de alimento. Crucero RECLAN 0702.

Estrato	Variable	V Cramer	
		Sa adultos	Sa reclutas
Superficial	Temperatura	0.253	0.281
	Salinidad	0.205	0.173
	Sigma-t	0.345	0.518
	Oxígeno disuelto	0.230	0.289
Mayor frecuencia de cardúmenes	Temperatura	0.228	0.378
	Salinidad	0.255	0.139
	Sigma-t	0.376	0.880
	Oxígeno disuelto	0.225	0.182
Hasta 50 m	Clorofila "a" int.	0.303	0.278
Hasta 50 m	Fitoplancton int.	0.275	0.317
Hasta 50 m	Mricro zooplancton int.	0.139	0.058
	zooplancton	0.287	0.244

Tabla 47

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM seleccionadas a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación.

Co-variable	Unidad	G.I. Residuales	$\Delta_{Gl.}$	Devianza Residual	$\Delta_{Devianza}$	F	Pr(>F)	AIC	Δ_{AIC}	Pseudo R^2
Null		2578		1203,10				5356,40		
Salinidad	PSU	2574,35		1142,35	60,75	37,57	<2,2E-16	5230,06	126,34	0,05
Gr. Oxígeno	ml/l*m	2570,40	3,94	1126,36	15,99	9,97	6,24E-08	5201,61	28,45	0,06
Oxígeno	ml/l	2566,77	3,62	1106,96	19,41	13,17	7,51E-10	5164,04	37,56	0,08
Clorofila	mg/m ²	2562,40	4,37	1093,44	13,52	7,61	1,78E-06	5141,10	22,94	0,09
Abun. Flagelados	Cél/ml	2557,82	4,57	1079,44	14,00	7,53	1,31E-06	5117,03	24,06	0,10
Abun. Diatomeas	Cél/ml	2553,51	4,30	1062,18	17,26	9,86	2,30E-08	5084,08	32,94	0,12
Gr. Clorofila	mg/m ³	2547,26	6,24	1046,10	16,08	6,33	7,98E-07	5057,24	26,84	0,13
Densidad	kg/m ³	2543,26	4,06	1032,56	13,55	8,33	1,11E-06	5031,63	25,60	0,14



Tabla 48

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

Variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	891,6	0,9	29,7	51,5	1,73	2.812
Alto (m)	17,5	0,8	3,5	1,9	0,54	2.812
Elongaci3n	201,3	0,3	8,9	12,3	1,38	2.812
Per3metro (m)	2.564,6	4,3	84,2	151,9	1,80	2.812
Area (m ²)	4.936,3	1,1	115,1	285,5	2,48	2.812
Dim. Fractal	2,18	1,00	1,33	0,16	0,12	2.812
Prof. Card (m)	33,4	3,7	7,8	3,0	0,39	2.812
Prof. Fondo (m)	1.020,8	13,7	131,0	142,7	1,09	2.812
Indice altura (%)	99,3	7,5	90,5	7,2	0,08	2.812
Sa (m ² /mn ²)	116.004,2	9,5	470,6	2.447,2	5,20	2.812
Densidad (Sa/m ²)	299,6	0,1	5,6	10,9	1,93	2.812

Tabla 49

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.

Noche	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	15.802,6	2,4	551,7	1.461,7	2,65	507
Alto (m)	15,3	0,9	3,2	1,7	0,53	507
Elongaci3n	2.107,8	0,7	119,6	219,8	1,84	507
Per3metro (m)	63.432,3	9,5	2.106,4	5.651,8	2,68	507
Area (m ²)	111.871,1	4,4	2.960,0	10.549,5	3,56	507
Dim. Fractal	1,90	0,95	1,57	0,19	0,12	507
Prof. Card (m)	30,8	3,9	9,1	4,0	0,44	507
Prof. Fondo (m)	1.257,1	15,3	143,0	163,3	1,14	507
Indice altura (%)	99,4	55,2	90,4	6,8	0,08	507
Sa (m ² /mn ²)	80.198,2	9,7	1.724,1	6.587,8	3,82	507
Densidad (Sa/m ²)	153,0	0,03	2,6	9,8	3,79	507



Tabla 50

Valores promedio, m3ximo, m3nimos y desviaci3n est3ndar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para d3a y noche por zona de estudio.

DIA

Zona 1	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	58.1	3.1	18.5	13.7	0.74	52
Alto (m)	13.4	1.3	3.7	2.4	0.64	52
Elongaci3n	19.9	1.5	5.5	4.1	0.74	52
Perimetro (m)	140.3	9.2	49.0	34.3	0.70	52
Area (m ²)	541.7	3.6	74.6	103.9	1.39	52
Dim. Fractal	1.79	1.06	1.27	0.14	0.11	52
Prof. Card (m)	13.6	3.8	6.6	2.0	0.30	52
Prof. Fondo (m)	130.2	13.7	37.1	30.4	0.82	52
Indice altura (%)	93.8	49.2	73.4	13.0	0.18	52
Sa (m ² /mn ²)	13.491.9	11.3	732.6	1.960.0	2.68	52
Densidad (Sa/m ²)	56.8	0.5	7.9	9.9	1.24	52

Zona 2	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	60.1	1.9	14.6	10.3	0.71	147
Alto (m)	10.3	1.2	3.1	1.4	0.46	147
Elongaci3n	20.0	0.9	5.0	3.4	0.68	147
Perimetro (m)	175.5	6.3	39.8	27.8	0.70	147
Area (m ²)	586.3	2.3	44.9	61.6	1.37	147
Dim. Fractal	1.74	1.01	1.28	0.14	0.11	147
Prof. Card (m)	16.6	4.9	7.9	1.9	0.24	147
Prof. Fondo (m)	281.2	67.4	118.6	41.4	0.35	147
Indice altura (%)	96.7	83.0	92.8	2.3	0.02	147
Sa (m ² /mn ²)	12.074.3	9.6	246.4	1.010.2	4.10	147
Densidad (Sa/m ²)	59.4	0.1	5.5	7.5	1.36	147

Zona 3	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	223.7	1.5	25.9	26.6	1.03	343
Alto (m)	11.7	1.3	3.5	1.8	0.51	343
Elongaci3n	54.3	0.7	8.2	8.4	1.02	343
Perimetro (m)	589.8	9.6	71.2	70.7	0.99	343
Area (m ²)	1.124.2	2.4	90.8	123.4	1.36	343
Dim. Fractal	2.03	1.04	1.33	0.16	0.12	343
Prof. Card (m)	22.6	3.8	7.3	2.3	0.31	343
Prof. Fondo (m)	600.0	53.2	108.4	76.4	0.71	343
Indice altura (%)	98.6	76.7	92.4	2.4	0.03	343
Sa (m ² /mn ²)	4.910.1	9.9	195.6	445.7	2.28	343
Densidad (Sa/m ²)	32.2	0.1	2.8	3.9	1.38	343

Zona 4	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	103.5	0.9	22.6	19.6	0.87	103
Alto (m)	11.4	1.3	3.3	1.9	0.58	103
Elongaci3n	49.8	0.5	7.6	7.1	0.93	103
Perimetro (m)	302.3	4.3	62.4	54.7	0.88	103
Area (m ²)	420.1	1.1	72.9	83.0	1.14	103
Dim. Fractal	1.69	1.05	1.34	0.15	0.11	103
Prof. Card (m)	33.4	5.6	10.5	5.9	0.56	103
Prof. Fondo (m)	268.7	58.4	102.5	29.7	0.29	103
Indice altura (%)	97.6	48.9	87.9	10.2	0.12	103
Sa (m ² /mn ²)	2.004.7	9.7	226.5	382.1	1.69	103
Densidad (Sa/m ²)	32.6	0.1	3.7	4.1	1.11	103

Zona 5	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	891.6	0.9	38.4	69.4	1.81	1214
Alto (m)	17.5	1.1	3.8	2.1	0.55	1214
Elongaci3n	201.3	0.3	10.2	15.0	1.47	1214
Perimetro (m)	2.564.6	6.3	111.9	209.4	1.87	1214
Area (m ²)	4.936.3	1.8	166.9	397.6	2.38	1214
Dim. Fractal	2.06	1.05	1.33	0.15	0.11	1214
Prof. Card (m)	31.9	3.9	8.0	3.2	0.40	1214
Prof. Fondo (m)	600.0	16.7	116.5	146.8	1.26	1214
Indice altura (%)	99.3	7.5	89.1	6.8	0.08	1214
Sa (m ² /mn ²)	18.996.0	9.6	576.6	1.442.3	2.50	1214
Densidad (Sa/m ²)	99.8	0.1	4.9	8.3	1.69	1214

Zona 6	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	447.5	1.4	23.8	34.5	1.45	953
Alto (m)	12.7	0.8	3.2	1.6	0.51	953
Elongaci3n	109.3	0.5	8.4	11.0	1.32	953
Perimetro (m)	1.110.3	5.3	64.7	89.8	1.39	953
Area (m ²)	2.702.4	1.8	75.4	160.3	2.13	953
Dim. Fractal	2.18	1.00	1.33	0.18	0.13	953
Prof. Card (m)	25.9	3.7	7.5	2.6	0.35	953
Prof. Fondo (m)	1.020.8	20.3	167.6	166.7	0.99	953
Indice altura (%)	99.2	19.8	92.6	6.9	0.07	953
Sa (m ² /mn ²)	116.004.2	9.5	481.2	3.811.0	7.92	953
Densidad (Sa/m ²)	299.6	0.2	7.7	15.3	1.99	953



Continuaci3n Tabla 50

NOCHE

Zona 1	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	9.104,8	5,0	453,3	1.406,3	3,10	73
Alto (m)	15,3	1,5	3,8	2,1	0,56	73
Elongaci3n	1.599,6	1,7	89,5	239,9	2,68	73
Perimetro (m)	39.485,3	13,5	1.790,8	5.638,8	3,15	73
Area (m ²)	87.801,8	5,9	2.583,6	10.928,1	4,23	73
Dim. Fractal	1,79	1,10	1,41	0,22	0,16	73
Prof. Card (m)	21,3	6,1	10,9	3,7	0,34	73
Prof. Fondo (m)	93,8	15,3	66,3	18,1	0,27	73
Indice altura (%)	91,1	55,2	82,2	8,0	0,10	73
Sa (m ² /mn ²)	51.483,2	10,8	2.145,1	7.609,0	3,55	73
Densidad (Sa/m ²)	13,4	0,0	1,9	2,3	1,18	73

Zona 3	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	5.856,6	13,2	636,7	1.134,2	1,78	80
Alto (m)	8,3	1,3	3,3	1,3	0,39	80
Elongaci3n	1.234,4	2,7	165,8	225,8	1,36	80
Perimetro (m)	24.264,4	31,9	2.428,6	4.325,0	1,78	80
Area (m ²)	33.053,5	29,9	2.539,8	5.681,5	2,24	80
Dim. Fractal	1,82	1,13	1,65	0,14	0,08	80
Prof. Card (m)	17,0	5,1	7,8	2,1	0,27	80
Prof. Fondo (m)	428,3	64,9	134,0	67,3	0,50	80
Indice altura (%)	98,3	80,0	93,1	3,3	0,04	80
Sa (m ² /mn ²)	14.402,8	10,7	791,0	1.978,2	2,50	80
Densidad (Sa/m ²)	20,2	0,0	0,8	2,6	3,21	80

Zona 4	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	9.234,0	2,4	935,7	2.057,6	2,20	36
Alto (m)	9,1	1,2	3,3	1,9	0,56	36
Elongaci3n	1.164,8	0,7	175,9	300,4	1,71	36
Perimetro (m)	43.058,9	20,4	4.291,2	9.721,0	2,27	36
Area (m ²)	70.804,9	7,5	5.703,5	15.200,8	2,67	36
Dim. Fractal	1,87	1,27	1,63	0,15	0,09	36
Prof. Card (m)	30,8	5,8	13,0	9,0	0,69	36
Prof. Fondo (m)	171,9	75,9	103,6	23,6	0,23	36
Indice altura (%)	94,4	59,6	85,4	13,1	0,15	36
Sa (m ² /mn ²)	8.732,8	10,9	1.020,8	2.182,5	2,14	36
Densidad (Sa/m ²)	8,9	0,1	0,8	1,6	1,96	36

Zona 5	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	15.802,6	3,5	471,6	1.328,1	2,82	205
Alto (m)	11,1	1,1	3,0	1,5	0,51	205
Elongaci3n	2.107,8	1,5	112,2	188,5	1,68	205
Perimetro (m)	63.432,3	11,3	1.781,2	5.268,3	2,96	205
Area (m ²)	111.871,1	4,4	2.331,7	9.365,7	4,02	205
Dim. Fractal	1,85	1,14	1,63	0,14	0,08	205
Prof. Card (m)	22,2	3,9	8,7	3,0	0,35	205
Prof. Fondo (m)	314,2	48,1	99,2	45,9	0,46	205
Indice altura (%)	97,4	78,4	90,6	2,9	0,03	205
Sa (m ² /mn ²)	51.460,8	9,7	1.266,2	4.970,2	3,93	205
Densidad (Sa/m ²)	6,1	0,1	0,6	0,7	1,17	205

Zona 6	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	13.921,5	3,5	578,0	1.693,0	2,93	113
Alto (m)	11,5	0,9	3,1	1,9	0,60	113
Elongaci3n	1.797,3	1,5	101,5	220,8	2,18	113
Perimetro (m)	38.462,7	9,5	1.976,2	5.358,1	2,71	113
Area (m ²)	97.805,8	4,4	3.766,3	12.933,1	3,43	113
Dim. Fractal	1,90	0,95	1,51	0,20	0,13	113
Prof. Card (m)	19,8	4,0	8,4	2,8	0,33	113
Prof. Fondo (m)	1.257,1	71,6	291,1	288,2	0,99	113
Indice altura (%)	99,4	76,7	95,1	3,4	0,04	113
Sa (m ² /mn ²)	80.198,2	11,1	3.167,4	10.306,7	3,25	113
Densidad (Sa/m ²)	153,0	0,1	8,4	19,4	2,31	113



Tabla 51

Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens
Largo	1										
Alto	0,233	1									
Elongaci3n	0,874	-0,059	1								
Perímetro	0,985	0,262	0,834	1							
Area	0,918	0,431	0,644	0,928	1						
Dim. Fractal	0,238	-0,519	0,490	0,230	0,068	1					
Prof. Card	0,036	0,463	-0,095	0,068	0,138	-0,296	1				
Prof. Fondo	-0,066	-0,074	-0,019	-0,076	-0,082	-0,030	0,147	1			
Indice altura	-0,124	-0,362	-0,010	-0,150	-0,204	0,129	-0,429	0,446	1		
Sa	0,236	0,228	0,143	0,226	0,263	-0,029	0,092	-0,024	-0,102	1	
Densidad	-0,084	0,019	-0,111	-0,083	-0,057	-0,101	0,059	0,041	-0,027	0,477	1

Tabla 52

Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.

	Com.1	Com.2	Com.3
Valor propio	3,85	2,29	1,40
% variabilidad	38,54	22,93	13,99
% acumulado	38,54	61,47	75,46

Tabla 53

Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,98	-0,10	-0,02
Alto	0,32	0,79	-0,16
Elongaci3n	0,85	-0,39	0,01
Perímetro	0,98	-0,06	-0,04
Area	0,93	0,13	-0,05
Dim. Fractal	0,25	-0,73	0,11
Prof. Card	0,12	0,70	-0,19
Indice altura	-0,22	-0,56	0,18
Sa	0,31	0,30	0,76
Densidad	-0,06	0,26	0,85



Tabla 54
Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens
Largo	1										
Alto	0,620	1									
Elongación	0,859	0,512	1								
Perímetro	0,938	0,626	0,921	1							
Area	0,867	0,504	0,523	0,669	1						
Dim. Fractal	0,079	-0,205	0,235	0,125	-0,010	1					
Prof. Card	0,658	0,439	0,276	0,434	0,894	-0,142	1				
Prof. Fondo	0,035	-0,023	0,011	0,023	0,036	-0,036	0,010	1			
Índice altura	-0,321	-0,329	-0,124	-0,209	-0,446	0,234	-0,673	0,353	1		
Sa	0,528	0,477	0,610	0,617	0,214	0,037	0,033	0,018	-0,057	1	
Densidad	-0,062	-0,076	-0,106	-0,074	-0,027	-0,312	-0,033	0,205	0,109	-0,010	1

Tabla 55
Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.

	Com.1	Com.2	Com.3
Valor propio	4,61	1,35	1,21
% variabilidad	51,21	14,98	13,40
% acumulado	51,21	66,20	79,59

Tabla 56
Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,98	0,05	0,02
Alto	0,73	-0,08	-0,04
Elongación	0,85	-0,35	0,03
Perímetro	0,94	-0,21	0,04
Area	0,84	0,51	-0,03
Prof. Card	0,66	0,70	-0,09
Prof. Fondo	0,02	0,11	0,77
Sa	0,60	-0,63	0,14
Densidad	-0,09	0,13	0,76



Tabla 57

Tabla resumen de condiciones oceanográficas y de distintas variables observadas en el sector costero y/o oceánico durante los cruceros RECLAN en la I y II Regi3n. Se utiliz3 el MEI e imágenes satelitales de TSM descritas en este documento e informaci3n hidrográfica de los cruceros RECLAN. La informaci3n resumida es Fase (MEI), TSM y anomalía de TSM (°C), banda costera (intensidad de gradientes térmicos en la costa), profundidad (m) de la isoterma de 15°C (I15°C), salinidad superficial y su anomalía (psu), profundidad de la base de la termoclina (m) y concentraci3n de clorofila integrada (mg/m²).

FECHA RECLAN	Fase (MEI)	TSM (24°S)	TSM (18.5°S)	ATSM (Oceno)	ATSM (costa)	Banda costera	I15°C(m) (Oceno)	I15°C(m) (Costa)	Salinidad (Oceno)	Salinidad (Costa)	ASalinidad (Oceno)	ASalinidad (Costa)	Prof. Termoclina (Oceno)	Prof. Termoclina (Costa)	Clo Inte (Oc
Ene-95	Cálido	21 a 22° C	23 a 24° C	> 0	< 0	Dbil	40	20	35.3	34.9	0.5	0.1	30 a 40	10 a 15	50
Ene-96	Fro	21 a 22° C	23 a 24° C	< 0	< -2	Intensa	12	9	34.8	34.7	-0.1	0	20	<20	30
Nov-96	Fro	>19° C	22° C	0 a 1	> 0	Muy Dbil	20	10	34.8	34.6	-0.1	-0.1 a -0.2	20	10	20
Ene-1998	Cálido	23-24° C	> 25° C	2 a 3	1 a 2	Intensa	140	160	35.5	35.4	0.5 a 0.8	0.6 a 0.8	20-30	10 a 20	25
Nov-1998	Fro	20° C	21° C	< 0	-1	Muy Débil	40	10	35	34.6	-0.1 a -0.2	-0.1 a -0.2	20	10	25
Ene-2000	Frío	22 a 23° C	24 a 25° C	0 a 1	-1 a -2	Intensa	30	10	34.6	34.7	-0.1 a -0.3	-0.1	20	10	50
Dic-2000	Frío	20 a 21° C	> 23° C	0 a 1	0 a 1	Débil	20	10	34.7	34.7	-0.1	-0.1	20	10	25
Dic-2001	Transici3n	20 a 21° C	22 a 23° C	< 0	0 a 1	Débil	20	10	34.7	34.7-34.6	-0.2 a -0.3	0	----	-----	20
Feb-2007	Transici3n	22 a 23° C	24 a 25° C	0	-2	Intensa	40	10	34.8	<34.8	0.1	0	20	10	20



Tabla 58

Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta ajustadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007

Crucero	Ecuación	R²
RECLAN 9601	TS = 19,52 log (L) - 73,42 dB	R ² = 0,833
RECLAN 9611	TS = 20,21 log (L) - 73,95 dB	R ² = 0,790
RECLAN 9801	TS = 18,81 log (L) - 72,23 dB	R ² = 0,942
RECLAN 9811	TS = 18,80 log (L) - 72,64 dB	R ² = 0,925
RECLAN 0001	TS = 22,04 log (L) - 75,72 dB	R ² = 0,8588
RECLAN 0012	TS = 20,74 log (L) - 72,29 dB	R ² = 0,9079
RECLAN 0111	TS = 19,90 log (L) - 73,297 dB	R ² = 0,9612
RECLAN 0702	TS = 5,45 log (L) - 57,297 dB	R ² = 0,0978
RECLAN34 0703	TS= 25,21 Log (L) - 79,85dB	R ² = 0,9543
Global	TS = 20,607 log (L) - 74,14 dB	R ² = 0,9174

Tabla 59

Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta estandarizadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.

Crucero	Ecuación
RECLAN 9601	TS = 20 log (L) - 73,42 dB
RECLAN 9611	TS = 20 log (L) - 73,739 dB
RECLAN 9801	TS = 20 log (L) - 73.55 dB
RECLAN 9811	TS = 20 log (L) - 73,91 dB
RECLAN 0001	TS = 20 log (L) - 73,36 dB
RECLAN 0001	TS = 20 log (L) - 73,44 dB
RECLAN 0111:	TS = 20 log (L) - 73,40 dB
RECLAN 0702	TS= 20 Log (L) -73,51 dB
RECLAN 0703	TS= 20 Log (L) -74,22 dB
Global	TS = 20 log (L) - 73,46 dB

ANEXOS

A N E X O 1

Personal participante
por actividad y objetivo específico



PLAN DETALLADO DE ASIGNACI3N DE PERSONAL PROFESIONAL Y T3CNICO

Proyecto: Evaluaci3n Hidroac3stica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, a3o 2007.

OBJETIVO B1 Estimar la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n recluta de anchoveta que se incorporan en el periodo de m3xima reclutamiento a la pesquer3a

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
J.Castillo	90	90	51	45	298
J.C3rdova	90	45	45		180
A.Saavedra	133				133
F.Leiva	180	180	90	90	540
H.Miranda			48		48
V.Correa	180				180
Total	673	315	65	90	963

OBJETIVO B2 Estimar la composici3n de talla, peso, edad, proporci3n sexual e items alimentarios del stock recluta de anchoveta en el area de estudio.

Personal	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
C.Hern3ndez	180	270	90	90	630
R.Serra			48		48
J.Castillo		15	51	10	76
G. Rodriguez	180				180
R.Riffo	180				180
F.Cerna		40	10	30	80
A.L3pez		90			90
L.Herrera	12	12	18	18	60
G.Claramunt		12	20	20	52
E.Oliva		12	20	20	52
Ayudante 1		80			80
Ayudante 2		80			80
Ayudante 3		80			80
Total	552	691	257	188	1688



OBJETIVO B.3 Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas, metereológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
M.Pizarro	143	143	37	90	413
H.Reyes	143	138	90	90	461
J. Castillo	42	20	51	5	118
V. Catasti		180	90	90	360
Total	328	481	268	275	1352

Objetivo B4 Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
J.Castillo	20		47	5	72
A.Saavedra	47	135	45	90	317
Total	67	135	92	95	389

A N E X O 2

Taller de Discusión de Resultados



TALLER DE DISCUSIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Proyecto FIP 2006-39 y FIP 2006-37 “Evaluación Hidroacústica del Reclutamiento de Anchoqueta entre la I - II y III – IV Regiones, año 2007”

De acuerdo a las Bases Administrativas y Especiales del proyecto, se realizó un taller de presentación de la metodología y principales resultados asociadas a los proyectos FIP 2006-039 “Evaluación Hidroacústica del Reclutamiento de Anchoqueta entre la I y II Regiones, año 2007” y FIP 2006-037 “Evaluación Hidroacústica del Reclutamiento de Anchoqueta entre la III y IV Regiones, año 2007”.

1. TALLER DE DIFUSION Y DISCUSION DE RESULTADOS.

Esta actividad se realizó el día 28 de septiembre del 2007 en el salón auditorium Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), ubicado en Edwards 150, Valparaíso.

El Taller se organizó según la siguiente Agenda:

AGENDA
TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN ASOCIADAS
Proyecto FIP 2006-039 y FIP 2006-037, “Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de
anchoveta entre la I - II y III – IV Regiones, año 2007”
Salón Auditorium ACHS
Valparaíso, 28 de septiembre del 2007.

Presentación resultados oceanografía.
(Jaime Letelier- IFOP).

Presentación resultados clorofila –a
(Milena Pizarro – IFOP)

Caracterización de la oferta ambiental de alimento, I-II regiones.
(Liliana Herrera – Universidad Arturo Prat)

Café

Estimados de abundancia y biomasa de anchoqueta I-II regiones.
(Jorge Castillo - Instituto de Fomento Pesquero)



Interrelaciones entre las variables oceanográficas y la anchoveta mediante Sistema de Información Geográfica (SIG), I – II regiones.
(Carola Hernández – IFOP)

Modelamiento estadístico entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas y oferta ambiental de alimento, I – II regiones.
(Carolina Lang – IFOP)

Caracterización de la oferta ambiental de alimento fitoplancton, III-IV regiones.
(Carolina Castillo – Universidad Católica del Norte)

Caracterización de la oferta ambiental de alimento zooplancton, III-IV regiones.
(Armando Mujica – Universidad Católica del Norte)

Estimados de abundancia y biomasa de anchoveta III-IV regiones.
(Jorge Castillo - Instituto de Fomento Pesquero)

Interrelaciones entre las variables oceanográficas y la anchoveta mediante Sistema de Información Geográfica (SIG), III – IV regiones.
(Carola Hernández – IFOP)

Modelamiento estadístico entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas y oferta ambiental de alimento, III – IV regiones.
(Carolina Lang – IFOP)

Discusión y Conclusiones.

1.1. Resúmenes de las presentaciones.

De acuerdo a cada presentación se abordaron los siguientes puntos:

Presentación resultados oceanografía.

- Análisis histórico de los cruceros RECLAN en la I y II regiones
- Análisis de condiciones oceanográficas regionales históricas.
- Principales resultados obtenidos en cruceros RECLAN I-II y III-IV regiones respecto de las condiciones de viento, TSM, SSM, DSM, profundidad de la isoterma de 15°C, anomalía nivel del mar y circulación geostrófica.

Presentación resultados clorofila –a y oxígeno disuelto.

- Distribución horizontal y vertical del oxígeno disuelto y principales focos subóxicos.
- Distribución horizontal y vertical de clorofila-a y concentraciones máximas y mínimas

El oceanógrafo Sr. Jaime Letelier realizó un análisis histórico de los cruceros RECLAN entre las regiones I y II, entre 1995-2001 indicando la influencia de eventos cálidos, fríos y de transición caracterizando las condiciones oceanográficas para cada uno de los cruceros. Posteriormente, expuso sobre los resultados de aspectos ambientales relevantes describiendo la distribución de variables como vientos, TSM, DSM, SSM y profundidad de la



isoterma de 15°C para ambos cruceros. Por su parte la Sra. Milena Pizarro, presento los resultados de la distribución vertical y horizontal de la clorofila y la distribución del oxígeno disuelto y principales focos subóxicos en la zona de estudio.

Caracterización de la oferta ambiental de alimento, I-II regiones.

- Metodología
- Distribución de abundancia espacial y vertical de las muestras de fitoplancton.
- Distribución por grupos y especies componentes del fitoplancton.
- Distribución y frecuencia del espectro de tamaños.
- Abundancia, tamaño y grupos presentes en el microzooplancton.
- Distribución espacial y vertical del microzooplancton por abundancia y tamaño.
- Abundancia y aporte porcentual por grupos y especies de zooplancton.
- Distribución horizontal y vertical de la abundancia del zooplancton.
- Gradiente latitudinal y longitudinal de la biomasa de zooplancton.
- Espectro de tamaño y aporte porcentual por clases de tamaño.

A continuación se presentaron los resultados de la oferta ambiental (trófica) caracterizando la composición del zoo y fitoplancton por tamaños y grupos. Se concluyó que existe un incremento de tamaño por parte del fitoplancton hacia zonas más alejadas de la costa presencia y que las altas concentraciones y biomasa fitoplanctónica estuvieron asociadas a diatomeas.

Estimados de abundancia y biomasa de anchoveta I-II regiones.

FIP 2006-039.

- Objetivos del proyecto.
- Análisis histórico de la distribución de talla de anchoveta entre Arica y Coquimbo.
- Plan de muestreo.
- Distribución espacial de la densidad de anchoveta en la zona de estudio.
- Análisis de las estructuras espaciales por zona en relación a las estructuras de tamaño.
- Análisis histórico de la distribución de los principales focos de abundancia de reclutas y adultos de anchoveta.
- Centros de gravedad históricos de la distribución de adultos y reclutas de anchoveta en periodos de reclutamiento.
- Análisis histórico estacional de la abundancia y biomasa de anchoveta.

FIP 2006-037.

- Objetivos del proyecto.
- Análisis histórico de la distribución de talla de anchoveta entre Arica y Coquimbo.
- Plan de muestreo y sesgo de orilla.
- Metodología
- Distribución de subzonas de anchoveta según estructuras de tallas.
- Distribución del track acústico de B/C A. Molina y L/M en sesgo de orilla..
- Distribución espacial de la anchoveta en la zona de estudio.
- Distribución de la abundancia y biomasa de anchoveta por talla entre 2006-2007.



El jefe de proyecto, Sr. Jorge Castillo presentó los antecedentes que fundamentaron el diseño de muestreo. Se indicaron las características operativas del B/C Abate Molina para efectuar evaluación hidroacústica, oceanografía y pesca de mediagua. Se expuso el plan de muestreo, la ubicación de las transectas y de los lances de pesca. Se presentó el diseño de la prospección y del estudio de sesgo de orilla, indicando que entre la III y IV regiones la aproximación a la costa del Abate es similar a la alcanzada por las embarcaciones menores, no encontrando una mayor diferencia entre las densidades detectadas por una u otra embarcación.

Interrelaciones entre las variables oceanográficas y la anchoveta mediante Sistema de Información Geográfica (SIG). I – IV regiones.

- Distribución geográfica de las fracciones de anchoveta.
- Índice de ocupación por nivel de abundancia.
- Asociación entre anchoveta y condiciones oceanográficas.
- Rango preferencial de anchoveta para variables oceanográficas.
- Asociación entre anchoveta y oferta ambiental de alimento.
- Índice del nivel de asociación Vcramer.

Consecutivamente se presentó el trabajo sobre interrelaciones entre la anchoveta y las variables oceanográficas (temperatura, salinidad, densidad del agua de mar, oxígeno disuelto en las capas superficiales y de mayor frecuencia de cardúmenes y la variables bio-oceanográfica clorofila "a", fitoplancton y zooplancton, el análisis se realiza mediante un sistema de información geográfica (SIG). Se cartografiaron las diversas variables ambientales y de la densidad acústica de la anchoveta.

Modelamiento estadístico entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas y oferta ambiental de alimento, I – II y III-IV regiones.

- Metodología.
- Análisis latitudinal de las variables bio-oceanográficas.
- Análisis inferencial
- Representación del modelo y el efecto relativo de cada predictor.

Sobre la base del análisis SIG presentado en la exposición anterior se abordó la problemática de determinar estadísticamente asociaciones entre la densidad de anchoveta y variables ambientales, realizando el modelamiento mediante métodos GAM y la selección de variables significativas de tipo bio-oceanográficas y su efecto sobre la anchoveta.

Caracterización de la oferta ambiental de alimento fitoplancton, III-IV regiones.

- Metodología
- Análisis taxonómico.
- Análisis cuantitativo
- Distribución de la densidad celular y biomasa del carbono en la superficie y capa de 10 metros de profundidad.



En cuanto a la oferta ambiental de alimento fitoplanct3nico para la III y IV regiones se caracterizo mediante un an3lisis cualitativo y cuantitativo, concluyendo a trav3s de los resultados una pobreza fitoplanct3nica alrededor del 90% (al sur de Coquimbo principalmente) y un patr3n de distribuci3n de la densidad fitoplanct3nica, como de biomasa de carbono muy similares, tanto en superficie como a 10 m. de profundidad

Caracterizaci3n de la oferta ambiental de alimento zooplancton, III-IV regiones

- Metodolog3a
- Distribuci3n espacial de la biomasa y abundancia zooplanct3nica
- Distribuci3n de tallas de los grupos zooplanct3nicos.
- Abundancia relativa, dominancia num3rica y frecuencia de ocurrencia de los grupos zooplanct3nicos.

El Sr. Armando Mujica expuso sobre la distribuci3n de abundancia y biomasa de la oferta ambiental zooplanct3nica, adem3s de un an3lisis de dominancia num3rica y frecuencia de ocurrencia de los grupos zooplanct3nicos. En base a los resultados las principales conclusiones son que los mayores vol3menes zooplanctonico coincidieron con los menores porcentajes de cop3podos, y no correspondieron a las estaciones con mayor porcentaje de gelatinosos.

1.3. Nomina de Asistencia al Taller.

N3mina de Asistentes al Taller de Metodolog3a y principales actividades asociadas

Nombre	Instituci3n
Andrade Cristina	U. Arturo Prat
Jose Cañon	CORPESCA/ASIPNOR
Castillo Carolina	U. Cat3lica del Norte
Castillo Jorge	IFOP
Hern3ndez Silvia	SUBPESCA
Hern3ndez Carola	IFOP
Herrera Liliana	U. Arturo Prat
Lang Carolina	IFOP
Elson Leal	IFOP
Letelier Jaime	IFOP
Martinez Andrea	IFOP
Miranda Hern3n	IFOP
Mujica Armando	U. Cat3lica del Norte
Pargue Jeannella	U. Arturo Prat
Pizarro Milena	IFOP

ANEXO 3

CD

- Base de datos
FIP N° 2006-39
-



A N E X O 4

CD

- Informe Final (PDF)
 - Resumen Ejecutivo (Word)
- FIP N° 2006-39
-





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Blanco 839, Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl
