INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010

FIP N° 2009-03 / Noviembre-2010

INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010

FIP N° 2009-03 / Noviembre-2010

REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

Presidente Consejo de Investigación Pesquera:
Pablo Galilea Carrillo

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo
Jorge Antonio Toro Da'Ponte

JEFE DE PROYECTO

Jorge Castillo Pizarro

FIP N° 2009-03 / Noviembre-2010

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en la III y IV Regiones durante el periodo de reclutamiento. Verano 2010.
Jorge Castillo P.
Álvaro Saavedra G.
Francisco Leiva D.

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la III y IV Regiones durante el verano del 2010.
Hernán Reyes R.
Milena Pizarro R.

Biología Pesquera de la anchoveta en la III y IV Regiones durante el período del reclutamiento. Verano 2010
Carola Hernández S.
Bernardo Leiva P.

Edad y Crecimiento de anchoveta en la III y IV Regiones en el verano del 2010
Francisco Cerna T.
Amalia López A.

Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2010-Componente Fitoplancton
Liliana Herrera C.

Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2010-Componente Zooplancton
Armando Mujica R.
María Luisa Nava S.
Marcela Binfa

Distribución espacial y modelamiento de la anchoveta con las condiciones oceanográficas y oferta de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2010.
Víctor Catasti B.
Carolina Lang A.

FIP N° 2009-03 / Noviembre-2010

COLABORADORES

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

Jeannelle Jaque B.
Debora Albornoz P.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Fernando Espíndola R.
Marcelo San Martín Q.
Roberto Bahamonde F.

I. RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los resultados del proyecto FIP N° 2009-03 “Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010”, cuyo objetivo principal fue estimar la biomasa en peso y número de la anchoveta (*Engraulis ringens*), mediante el método hidroacústico y caracterizar biológica y ambientalmente el proceso de reclutamiento de la especie entre la III y IV Regiones. Adicionalmente se informan las estimaciones de biomasa (en peso y número) y el mapa de distribución espacial del jurel (*Trachurus murphyi*).

Los datos fueron recolectados en un crucero realizado a bordo del B/C “Abate Molina” entre el 05 y el 26 de febrero del año 2010. La zona de estudio se localizó entre punta Guanillo (25º 00´S) (II Región) y norte caleta Huentelauquen (31º30´S) (IV Región), donde se realizaron 40 transectas de prospección hidroacústica diurnas perpendiculares a la costa; 20 réplicas nocturnas; 100 estaciones oceanográficas y 30 lances de pesca a media agua. Se aplicó un procedimiento alternativo de corrección del sesgo de orilla de la biomasa de anchoveta, basado en las tendencias de los datos recolectados por el Abate Molina en áreas costeras debido a la imposibilidad de disponer de naves adecuadas en el periodo requerido para hacer la prospección acústica.

La captura total en los lances de mediagua fue de 9.211 kg, con un 47,5% de jurel y 11,5% de anchoveta, la captura incidental de otras especies alcanzó al 41% destacando el registro de medusas.

La abundancia total de anchoveta, varió entre 8.587,8 (±26,5%) y 8.977,2 (±20,1%) millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el conglomerados y el menor con el geoestadístico. De este total, el 45,6% correspondió a juveniles (≤ 12 cm) (4.094,7 millones de ejemplares). El 68,1% de la

abundancia se localizó entre el límite norte de la zona de estudio (24º58´S) (norte punta Guanillo) y bahía Salado (27º40´S), con 6.113,2 millones de ejemplares. En este sector se registró el 45,3% de los juveniles evaluados para toda el área de estudio (1.854,3 millones de ejemplares). La biomasa de anchoveta varió entre 157.040 (± 25,0%) (conglomerados) y 161.985 t (± 23,7%) (geoestadístico). El 77,5% de esta biomasa se localizó al norte de bahía Salado (27º40´S). Entre el límite norte de la zona de estudio y el paralelo 25º57,5´S, correspondiente a la Región II, se verificó el 36,9% de la biomasa con 59.811 t.

La abundancia de anchoveta fue el menor valor de la serie disponible desde 2005, con una merma de 10,1% respecto al verano del 2009. De igual modo, la fracción reclutas también corresponde a uno de los menores de la serie, sólo superado por el obtenido en el verano del 2007. Sin embargo la biomasa corresponde a uno de los más altos de la serie, incrementándose en 51,2% respecto al 2009.

La estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 15,5 cm y modas secundarias en 12 cm, el rango varió entre 8,5 y 17 cm.

La abundancia de jurel varió entre 1.848,5 (± 19,8%) (conglomerados) y 1.905,6 (±16,2%) millones de ejemplares (bootstrap). El 64,6% del total estuvo compuesto por ejemplares bajo la talla mínima legal (TML=26 cm) con 1.139,9 millones. El 48% de esta abundancia se concentró entre norte de punta Grande (24º58´S) y 28º33´S´. La biomasa del jurel varió entre 353.357 (±19,1%) (conglomerados) y 364.345 t (±15,8%) (bootstrap). El 52,7% de esta biomasa correspondió a ejemplares bajo la Talla Mínima Legal con 186.154 t.

La abundancia y biomasa de jurel obtenida en el presente crucero representan incrementos del 57,3% y 35,2% respecto al verano del 2009, respectivamente.
La estructura de tallas de jurel fue polimodal con una moda principal centrada en 26,5 cm y varias secundarias en 22,5, 24,0 y 32,5 cm, el rango varió entre 19,5 y 37,5 cm.

Los indicadores de madurez sexual confirman que el periodo corresponde a descanso reproductivo de la anchoveta, con un claro predominio de las hembras (61,2%) y de los EMS 2 y 3.

Las condiciones oceanográficas en el periodo de estudio fueron normales, aun cuando se encontraba en desarrollo un evento cálido en el Pacifico Ecuatorial. Los procesos de surgencia presentaron características habituales con una importante participación de agua Ecuatorial Subsuperficial, destacándose las áreas de Tal Tal a Punta Obispo y de Coquimbo hasta Río Limarí. No obstante las favorables condiciones, en el presente crucero se registraron los menores niveles de clorofila de la serie histórica en el mismo periodo.

El fitoplancton reveló la típica dominancia de diatomeas que aportaron con el 74% de la abundancia (máximo 168,1 cél/ml), propio de los sistemas de surgencia. Los valores registrados fueron inferiores a los de febrero de 2006, pero estuvieron dentro de rangos reportados en 2008 y 2009. Las especies de diatomeas con mayores aportes pertenecieron a los géneros *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Dactyliosolen* y *Pseudonitzschia*. Entre los flagelados, diez especies resultaron importantes por su aporte porcentual.

El tamaño promedio de las diatomeas (200 µm) fue mayor al de los flagelados (120 µm). Su distribución estuvo restringida a las primeras 5 mn, concentrándose en focos al norte (25º00’S-27º00’S), donde se registraron a 10 m de profundidad y sur del área de estudio (29º00’S-30º00’S), donde estuvieron en los primeros 5 m

de profundidad. Los flagelados presentaron bajas abundancias, con valores <5 cél/ml en toda el área de estudio, excepto por un núcleo de concentración mayor a 20 cél/ml a 20 mn de la costa frente a los 28º00'S. La abundancia de los flagelados también se concentró entre la superficie y los 10 m de profundidad, con gradientes verticales someros, excepto donde se registró la máxima abundancia. En el norte (25º00'S-27º20'S) la máxima concentración se localizó en la zona costera, mientras que hacia el sur se detectaron focos de alta densidad en la costa y a 20 mn. La estructura de tamaño de los flagelados no reveló un patrón definido, aunque en general, se observó una disminución con la profundidad.

La abundancia del zooplancton fue un orden de magnitud mayor que en el año 2009, los grupos zooplanctónicos copépodos, eufáusidos e ictioplancton fueron notoriamente más abundantes, mientras que los grupos de gelatinosos (medusas y salpas) tuvieron abundancias mucho menores que en otras oportunidades. Los copépodos, que por su tamaño y dominancia constituyen un ítem alimentario importante de la dieta de la mayoría de las larvas, juveniles y peces pequeños, dominaron la abundancia alcanzando más del 90% del total de los zooplancteres y se concentraron en la zona costera entre Cta. Esmeralda y Ba. Copiapó.

La anchoveta se distribuyó en las primeras 18 mn de la costa en dos focos; entre el límite norte del área de estudio a bahía Salado y entre la Cta. Chañaral (29º04' S) a bahía de Guanaqueros (30º09' S). El jurel se distribuyó ampliamente en toda la zona prospectada con tres sectores de altas densidades: entre las 5 y 14 mn desde bahía Copiapó (27º20' S) a caleta Pajonal (27º44' S); entre las 10 y 13 mn entre caleta Apolillado (29º10' S) y punta Poroto (29º45' S) y; entre la costa y las 17 mn desde bahía de Tongoy (30º15' S) a punta Talinay (30º39' S).
Los centros de gravedad de las biomasas interanuales de anchoveta muestran que los adultos poseen un patrón de cobertura geográfica más amplio que los reclutas y

ambos se encuentran asociados a la zona de influencia de aguas surgentes, destacándose la contracción en la distribución geográfica y el desplazamiento hacia el norte que se observó en este año.

El análisis integrado de la información mediante el SIG, permite establecer que la anchoveta (adultos y juveniles) se localizó en rangos bien acotados de las variables ambientales. Así, las isotermas que limitaron la distribución fluctuaron entre 11,2 y 21,0ºC con una clara preferencia por aguas de 14-16,9°C; salinidades entre 34,17 y 34,82 psu, con rango acotado entre 34,4-34,69 psu; oxígeno disuelto entre 2 y 4,9 ml/l; y diferenciales térmicos y salinos bajos correspondientes a zonas aledañas a aguas surgentes. También se destaca las significativas asociaciones entre la distribución de anchoveta y el zooplancton y fitoplancton. El modelamiento GAM ajustado explica el 76,1% de la variabilidad total, las variables significativas fueron: espaciales (latitud, profundidad media de las agregaciones, distancia a la costa), oceanográficas (gradientes de salinidad, profundidad inicio termoclina, gradiente de clorofila, salinidad, oxigeno) y biológicas (abundancia de diatomeas). La profundidad media de las agregaciones explicó el 57,83% de la variabilidad y en segundo lugar lo hace la abundancia de diatomeas con 4,54%.

I. EXECUTIVE SUMMARY

The results of the project FIP 2009-03 “Hydroacoustic evaluation of anchoveta recruitment in Regions III and IV, 2010” are presented, which had for main goal to estimate biomass in weight and number of anchoveta (*Engraulis ringens*), using the hydroacoustic method, and furthermore, characterize the recruitment process biologically and environmentally between Regions III and IV. Additionally we present the biomass estimations (weight and number) and the spatial distribution map of jack mackerel (*Trachurus murphyi*).

Data were collected in a cruise on board B/C “Abate Molina” between the 5th and the 26th of February 2010. The study zone was located between Punta Guanillo (25º 00´S; Region II) and northern Caleta Huentelauquen (31º30´S; Region IV), where 40 hydroacoustic survey transects perpendicular to the coast were carried out; 20 nocturnal replicas, 100 oceanographic stations and 30 midwater trawl hauls. An alternative method for correcting coastline bias was applied to anchoveta biomass, based on trends in data collected by the Abate Molina in coastal areas due to the unavailability of adequate vessels during the acoustic survey period.

The total catch of the midwater trawl hauls was 9 211 kg, with 47.5% jack mackerel and 11.5% anchoveta; the -catch of other species reached 41% with an important fraction of jellyfish.

The total abundance of anchoveta varied between 8 587.8 (± 26.5%) and 8 977.2 (± 20.1%) million individuals, according to the method used, higher according to the cluster analysis and lower using the geostatistic method. Of this total, 45.6% were juveniles, (≤ 12 cm) (4 094.7 million individuals). 68.1% of the abundance was localized between the northern limit of the study zone (24º58´S; northern Punta Guanillo) and Bahía Salado (27º40´S), with 6 113.2 million individuals. In this sector 45.3% of total juveniles were recorded (1 854.3 million individuals). Anchoveta biomass varied between 157 040 (± 25.0 %) (cluster) and 161 985 t (± 23.7 %) (geostatistic). 77.5% of this biomass was located north of Bahía Salado (27º40´S). Between the northern limit of the study zone and parallel 25º57,5´S, in Region II, 36.9% of

total biomass was recorded, with 59 811 t.

Anchoveta abundance was the lowest in the available time series beginning in 2005, with a 10.1% decline relative to summer 2009. Similarly, the fraction of recruits was also one of the lowest in the time series, exceeding only the value obtained in 2007. Nevertheless, the biomass figure was one of the highest in the series with a 51.2% relative to 2009.

The size structure of anchoveta was polymodal, mainly centred around 15.5 cm with a secondary mode at 12 cm, the range varied between 8.5 and 17 cm.

Mackerel abundance varied between 1 848.5 (± 19.8 %) (cluster) and 1 905.6 (±16.2%) million individuals (bootstrap). 64.6% of the total was composed of individuals under the legal minimum size (TML=26 cm) with 1 139.9 million individuals. 48% of abundance was concentrated between the north of Punta Grande (24º58´S) and 28º33´S´ S. Mackerel biomass varied between 353 357 (±19.1 %) (cluster) and 364 345 t (±15.8 %) (bootstrap). 52.7% of this biomass corresponded to individuals under the legal minimum size, with 186 154 t.

Mackerel abundance and biomass obtained during the present cruise showed a 57.3% and 35.2% increase relative to the summer of 2009, respectively.

The size structure of mackerel was polymodal with a principal mode around 26.5 cm and secondary modes around 22.5, 24.0 and 32.5 cm, the range varied between 19.5 and 37.5 cm.

The indicators of sexual maturity confirm that this period corresponds to the reproductive resting period of anchoveta, with a clear predominance of females (61.2%) and sexual maturity stages (EMS) 2 and 3.

The oceanographic conditions during the study period were normal, although there was a warm event in the Equatorial Pacific in development. Upwelling processes displayed habitual characteristics with the important influence of Equatorial Subsurface Water, from Tal Tal to Punta Obispo and from Coquimbo to Río Limarí. Despite favourable conditions, the lowest levels of chlorophyll in the entire historical time series were registered.

Phytoplankton displayed typical dominance of diatoms, with 74% of the abundance (maximum 168.1 cell/ml), characteristic of upwelling systems. The registered values were lower than those for February 2006, but were within the reported range between 2008 and 2009. The diatom species with the highest contributions to abundance belonged to the genera *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Dactyliosolen* and *Pseudonitzschia*. Among dinoflagellates, ten species made up the main percentage of abundance.

The average size of diatoms (200 µm) was higher than flagellates (120 µm). Their distribution was restricted to the first 5 nm offshore, concentrated within a focal point in the north (25º00'S-27º00'S), where they were recorded at 10 m depth; and south of the study area (29º00'S-30º00'S), registered within the first 5 m depth. Flagellates displayed low abundances, with values <5 cell/ml throughout the study area, except for a nucleus with concentrations above 20 cell/ml 20 nm offshore at 28º00'S. The flagellate abundance was also concentrated between the surface and 10 m depth, with shallow vertical gradients, except where abundance was highest. In the north (25º00'S-27º20'S) the maximum concentration was located in coastal zones, while further south high density foci were found between the coast and 20 nm offshore. Flagellate size structure revealed no defined pattern, although in general there was a decrease in size with depth.

Zooplankton abundance was an order of magnitude greater than in 2009, copepods, euphausiids and ichthyoplankton were notably more abundant, while gelatinous groups (medusae and salps) were much less abundant than during other periods. Copepods, due to their size and dominance, which are an important dietary item for most larvae, juveniles and small fish, dominated with over 90% of zooplankton abundance and were concentrated in the coastal zone between Caleta Esmeralda and Bahía Copiapó.

Anchoveta were distributed within the first 18 nm of the coast with two focal points: between the northern limit of the study area and Bahía Salado, and between Caleta Chañaral (29º04' S) and Bahía de Guanaqueros (30º09' S). Jack Mackerel was widely distributed throughout the surveyed area with three high density areas: between 5 and 14 nm from Bahía Copiapó (27º20' S) to Caleta Pajonal (27º44' S); between 10 and 13 nm between Caleta Apolillado (29º10' S) and Punta Poroto (29º45' S); and between the coast and 17 nm offshore from Bahía de Tongoy (30º15' S) and Punta Talinay (30º39' S).

The centres of gravity of interannual anchoveta biomass show that adults have wider geographic coverage than recruits and that both are associated with areas of upwelling influence, leading to a recorded contraction and northward displacement in geographical range.

The integrative analysis using GIS revealed that anchoveta (adults and juveniles) were located in well-defined ranges of environmental variables. Isotherms, which limited distribution, fluctuated between 11.2 and 21.0ºC with a clear preference for waters of 14-16.9°C; salinities between 34.17 and 34.82 psu, with a marked range between 34.4-34.69 psu; dissolved oxygen between 2 and 4.9 ml/l; and low thermal and saline differentials corresponding to waters associated with upwelling. Also, significant associations between anchoveta distribution and zooplankton and phytoplankton were also recorded. The adjusted Generalized Additive Model explains 76.1% of the total variability, the significant variables were: spatial (latitude, average aggregation depth, distance from the coast), oceanographic (salinity gradients, start of thermocline depth, chlorophyll gradient, salinity, oxygen) and biological (diatom abundance). The average aggregation depth explained 57.83% of the variability, followed by diatom abundance with 4.54%.

II. ÍNDICE GENERAL

Página

I. RESUMEN EJECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY ---------- i

II. ÍNDICE GENERAL ---------- xi

III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS ---------- xvii

IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO ---------- 1

A. Objetivo general ---------- 1

B. Objetivos específicos ---------- 1

V. ANTECEDENTES ---------- 2

VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO ---------- 6

1. Objetivo específico B1. Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería. ---------- 6

1.1 Zona de estudio ---------- 6

1.2 Plan de muestreo acústico ---------- 6

1.3 Calibración del sistema acústico ---------- 7
1.3.1 Calibración electroacústica ---------- 7
1.3.2 Medición del TS in situ de anchoveta ---------- 8

1.4 Identificación de especies ---------- 10
1.4.1 Método acústico (Guzmán *et al*., 1983) ---------- 11
1.4.2 Pescas de identificación ---------- 11

1.5 Procesamiento de la información acústica ---------- 12

1.6 Estimación de la abundancia y la biomasa ---------- 13
1.6.1 Estratificación de la estructura de tallas ---------- 13
1.6.2 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) - 13
1.6.3 Sesgo de orilla en la evaluación acústica de anchoveta ---------- 17

1.6.4 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa ---------- 20
1.6.5 Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV)---------- 25

2. Objetivo específico B2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad---------- 26

2.1 Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta-------- 26
2.1.1 Determinación de las Capturas por lance y proporción de especies ---------- 26
2.1.2 Estructura de tallas, peso medio y proporción sexual ---------- 30
2.1.3 Relación longitud-peso ---------- 33
2.1.4 Descripción de los estadios de madurez de anchoveta ---------- 33
2.1.5 Índice gonadosomático ---------- 35

2.2 Estimación y composición de la edad de anchoveta---------- 35
2.2.1 Lectura de otolitos ---------- 36
2.2.2 Clave edad-talla y composición de la abundancia por edad--------- 37

3. Objetivo específico B3. 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. ---------- 41

3.1 Distribución espacial de los recursos ---------- 41

3.2 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas en la III y IV región durante el verano del 2010.---------- 44
3.2.1 Recolecta de muestras y registro de datos ---------- 44
3.2.2 Medición de la clorofila-a---------- 45
3.2.3 Procesamiento de la información oceanografica de los cruceros--- 46
3.2.4 Informacion satelital y procesamiento ---------- 53
3.2.5 Comparación histórica de las condiciones oceanográficas. ---------- 56

3.3 Oferta ambiental de alimento en las Regiones III y IV en el verano 2010 ---------- 57
3.3.1 Fitoplancton ---------- 57
3.3.2 Zooplancton ---------- 58

3.4 Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento. ---------- 60
3.4.1 Relaciones entre la distribución espacial de anchoveta y las variables oceanográficas, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).. ---------- 60
3.4.2 Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales, mediante GAM ---------- 65

4. Objetivo especfífico B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio. ---------- 67

4.1 Procedemiento de deteccion y asignación de ecotrazos de anchoveta. ---------- 67

4.2 Descriptores de una agregación. ---------- 68
4.2.1 Descriptores de posición. ---------- 68
4.2.2 Descriptores de energia ---------- 69
4.2.3 Descriptores morfologicos. ---------- 70
4.2.4 Descriptores batimétricos ---------- 73

4.3 Análisis de los datos. ---------- 73

VII. RESULTADOS ---------- 75

1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la III y IV Regiones de Chile durante el verano del 2010 (Objetivo B3) ---------- 75

1.1 Dinámica de los vientos ---------- 75

1.2 Condiciones hidrográficas en superficie y en la vertical *in situ* ---------- 76
1.2.1 Condiciones hidrográficas superficiales ---------- 76
1.2.2 Condiciones hidrográficas verticales ---------- 78
1.2.3 Clorofila y feopigmentos ---------- 86

1.3 Información satelital del periodo del crucero ---------- 92

1.4 Información satelital histórico de los cruceros RECLAN ---------- 94

1.5 Condiciones regionales (Pacífico Ecuatorial) ---------- 100

2. Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante verano del 2010 (Objetivo B3) ---------- 102

2.1 Fitoplancton ---------- 102
2.1.1 Analisis de fitoplancton ---------- 106
2.2 Zooplancton ---------- 108
2.2.1 Número de zooplancteres (N°*100/m3 de agua filtrada) ---------- 108
2.2.2 Composición de grupos zooplanctónicos (%) ---------- 109

3. 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. (Objetivo B2) ---------- 115

3.1 Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C "Abate Molina". ---------- 115
3.1.1 Estructura de tallas capturadas con red de cerco ---------- 116
3.1.2 Estructura de tallas capturadas con red arrastre de media agua -- 116
3.1.3 Comparación estructura de tallas entre cerco y arrastre ---------- 117

3.2 Composición de tallas y pesos de anchoveta ---------- 118
3.2.1 Estructura de tallas en la zona total ---------- 119
3.2.2 Estratificación de las estructuras de tallas ---------- 120
3.2.3 Relaciones longitud-peso, mediante modelos lineales y no lineales ---------- 126
3.2.4 Proporción sexual de anchoveta ---------- 131
3.2.5 Índice Gonadosomático (IGS) y estados de madurez (EMS) de anchoveta ---------- 132

3.3 Determinación de la Clave edad-talla de anchoveta ---------- 134

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). ---------- 135
4.1 Calibración hidroacústica ---------- 135

4.2 Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta ---------- 135

4.3 Sesgo de orilla ---------- 136
4.3.1 Intensidad de muestreo y densidades acústicas locales de anchoveta respecto a la distancia de costa ---------- 137
4.3.2 Determinación del sesgo de orilla ---------- 138

4.4 Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta ---------- 139

4.5 Estimación de la abundancia y biomasa de jurel ---------- 141

4.6 Precisión de los estimados de biomasa ---------- 142

4.7 Estructuras de edad de la abundancia ---------- 142

5. Distribución de los recursos ---------- 144

5.1 Distribución geográfica ---------- 144

5.2 Distribución batimétrica y latitudinal de la anchoveta ---------- 146

5.3 Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento ---------- 148
5.3.1 Distribución espacial de anchoveta y su relación con las variables bio-oceanográficas ---------- 148
5.3.2 Distribución espacial de la anchoveta en los cruceros de primavera-verano (período 2006 – 2010) ---------- 154
5.3.3 Modelamiento estadístico de la densidad acústica de anchoveta y las condiciones bio-oceanograficas ---------- 156

6. Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj B4) ---------- 158

6.1 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas ---------- 159
6.1.1 Descriptores morfológicos ---------- 159
6.1.2 Descriptores batimétricos ---------- 160
6.1.3 Distancia a la costa ---------- 160
6.1.4 Descriptores de energía ---------- 160
6.1.5 Valores promedio descriptores por rango de hora ---------- 161
6.1.6 Valores promedio descriptores según distancia a la costa ---------- 162
6.1.7 Descriptores por zona ---------- 164

6.2 Análisis de componentes principales ---------- 165
6.2.1 Agregaciones diurnas ---------- 165
6.2.2 Agregaciones nocturnas ---------- 166

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS ---------- 169

1. Análisis de la hidrografía ---------- 169
1.1 Análisis Histórico de las condiciones hidrográficas de la zona ---------- 174

2. Oferta Ambiental ---------- 178

3. Biología Pesquera---------- 181

4. Análisis comparativo de las agregaciones de anchoveta en la XV a II y en la III y IV Regiones ---------- 185

5. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta y jurel ---------- 186

5.1 Anchoveta ---------- 186

5.2 Jurel ---------- ---------- 188

6. Precisión de los estimados de biomasa ---------- 189

7. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables bio oceanográficas ---------- 190

IX. CONCLUSIONES ---------- 193

X REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS---------- 198

XI TALLERES DE DIFUSIÓN Y DE RESULTADOS ---------- 210

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

ANEXO 1. Personal participante por actividad y objetivo específico.

ANEXO 2. Llamado a participar en Pesca de Investigación estudio Sesgo de orilla.

ANEXO 3. Taller de presentación Plan de Trabajo.

ANEXO 4. Taller de presentación de Resultados.

ANEXO 5. CD contiene: Base de datos Proyecto FIP N° 2009-03.

III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

Figura 1. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2009.

Figura 2. a) Localización de las transectas acústicas diurnas y las prospecciones costeras, b) Localización de las transectas acústicas nocturnas y las estaciones bio-oceanográficas (100) y c) Localización de los lances de pesca realizados por B/I Abate Molina (30).Crucero RECLAN34 1002.

Figura 3. Diagrama para cálculo de las pendientes de las curvas de frecuencia acumulada de ESDU y de Suma acumulada de NASC.

Figura. 4. Ubicación de estaciones de muestreo zooplanctónico. Crucero RECLAN34 1002 (Paposo, 25,0º S – Pto. Oscuro, 31,5º S).

Figura 5. Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento (m/s) menor a 5 m/s, b) dirección e intensidad del viento (m/s) entre 5 y 10 m/s, c) dirección e intensidad del viento mayor a 10 m/s y d) dirección e intensidad del viento (m/s) del primer y tercer cuadrante. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 6. Índice promedio por grado de latitud de a) surgencia y b) turbulencia. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 7. Distribución superficial de a) temperatura (°C) y b) salinidad (psu). Crucero RECLAN34 1002.

.

Figura 8. Distribución superficial de a) densidad (sigma-t) (kg/m^3), b) contenido de oxígeno disuelto (ml/l), c) 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. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 9. Distribución de a) espesor de la capa de mezcla (m), b) espesor de la termoclina (m) y c) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero RECLAN34 1002.

Figura 10. 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 RECLAN34 1002.

Figura 11. Distribución vertical de temperatura (°C) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 12. Distribución vertical de salinidad (psu) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 13. Distribución vertical de densidad (sigma-t)(kg/m^3) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 14. Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (ml/l) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 15. Diagramas **T-S** de las estaciones por transecta. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 16. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 17. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 18. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 19. Distribución de a) clorofila-a superficial (µg/l), b) feopigmento superficial (µg/l) y c) fluorescencia *in vivo* (µg/l). Crucero RECLAN34 1002.

Figura 20. Distribución integrada de a) clorofila-a (mg/m^2) y b) feopigmento (mg/m^2). Crucero RECLAN34 1002.

Figura 21. Distribución vertical de clorofila a (µg/l) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 22. Distribución vertical de feopigmentos (µg/l) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 23. Distribución vertical de fluorescencia en vivo (µg/l) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 24. Asociación entre la a) clorofila-a (µg/l) y fluorescencia in vivo (volt) con datos superficiales y b) clorofila-a (µg/l) y fluorescencia in vivo (volt) con todos los datos disponibles. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 25. Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre los días a) 2 y 9, b) 10 y 17, c) 18 y 25 y d) desde el 26 de febrero a 5 de marzo de 2010. (Fuente: NASA). RECLAN34 1002.

Figura 26. Imágenes diarias de anomalía de nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días 1, 10, 19 y 28 de febrero de 2010 (Fuente: AVISO). RECLAN34 1002.

Figura 27. Clorofila-a (µg/l) de imágenes del satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales calculados entre los días a) 2 al 9, b) 10 al 17 y c) 18 al 25 y del 26 de febrero al 5 de marzo de 2010. La línea negra gruesa marca la isolínea de 1 µg/l y la línea negra delgada marca la concentración de 0,25 µg/l. RECLAN34 1002.

Figura 28. Imágenes de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la III y IV Región. La fecha indicada es la fecha promedio. Las fechas de las imágenes promediadas se indican en la **Tabla 3** y la fecha de los cruceros en la **Tabla 4**. RECLAN34 1002.

Figura 29. Distribución superficial de temperatura de los cruceros RECLAN en la III y IV Región. La fecha de los cruceros se indica en la **Tabla 4**. RECLAN34 1002.

Figura 30. Distribución superficial de salinidad de los cruceros RECLAN en la III y IV Región. La fecha de los cruceros se indica en la **Tabla 4**. RECLAN34 1002.

Figura 31. Anomalía de nivel del mar (m) y velocidades geostróficas (cm/s) de días representativos de los meses de febrero desde el 2006 al 2010. RECLAN34 1002.

Figura 32. Mapa indicando las diferentes regiones de El Niño en el Océano Pacífico y serie de tiempo de anomalía de la Temperatura Superficial del mar (°C) de cada una de ellas en los periodos junio 2008 a mayo 2009 y de junio 2009 a mayo 2010 (note que las escalas para los gráficos son distintas). Las anomalías están computadas respecto al periodo 1971-2000. Fuente: CPC/NCEP). RECLAN34 1002.

Figura 33. Valores históricos del Indice Multivariado Ecuatorial entre el periodo enero 1994 – 2010. Se incluyen las fechas en que fueron realizados los cruceros RECLAN en la III y IV regiones.
(Fuente: Earth system research Laboratory (http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/). RECLAN34 1002.

Figura 34. Distribución horizontal de A: abundancia (cél/ml) y B: tamaño (µm) de diatomeas**.** Crucero RECLAN34 1002.

Figura 35. Distribución vertical de la abundancia (cél/ml) de diatomeas**.** Crucero RECLAN34 1002.

Figura 36. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de diatomeas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 37. Distribución horizontal de A: abundancia (cél/ml) y B: tamaño (µm) de flagelados. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 38. Distribución vertical de la abundancia (cél/ml) de flagelados. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 39. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de flagelados. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 40. Áreas de abundancia microfitoplanctónica resultantes del análisis de agrupación. En los recuadros el aporte porcentual (%) de las especies de diatomeas y flagelados más importantes. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 41. Distribución y abundancia de zooplancteres (Nº • 100 m^{-3}) en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 42. Composición y distribución abundancia de grupos zooplanctónicos (%) en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 43. Composición y distribución de grupos zooplanctónicos (%) en estaciones de muestreo, excluidos los copépodos. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 44. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de copépodos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 45. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de quetognatos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 46. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de eufáusidos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 47. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de apendicularias en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 48. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de larvas de crustáceos decápodos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 49. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) del ictioplancton en estaciones de muestreo Crucero RECLAN34 1002.

Figura 50. Estructura de tallas y ojivas de selectividad para anchoveta capturada con cerco por la flota pesquera artesanal que opera en la zona y arrastre por el B/C Abate Molina, durante la ejecución de los cruceros de reclutamiento de anchoveta en la zona norte , Febrero 2006, 2008, 2009 y Marzo 2007.

Figura 51. 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 RECLAN34 1002.

Figura 52. Estructura de tallas de anchoveta para las zonas establecidas en el área de estudio. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 53. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 1, 4, 2 y 5, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 54. Cont. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 7 y 6, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 55. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 2, lances 9, 11 y 14, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 56. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 3, lances 21, 20, 23 y 25, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 57. Estructura de tallas de jurel para las zonas establecidas en el área de estudio. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 58. Estructura de tallas para jurel en la zona 1, lances 3, 4, 7 y 14, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 59. Cont. Estructura de tallas para jurel en la zona 1, lances 15, 16, 17 y 18, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 60. Estructura de tallas para jurel en la zona 2, lances 19, 22, 23 y 25, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 61. Estructura de tallas para jurel en la zona 3, lances 28, 29 y 30, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 62. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta por zonas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 63. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Jurel por zonas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 64. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 65. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y zona. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 66. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 67. IGS de anchoveta para cada zona de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 68. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 1. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 69. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 2. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 70. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 3. Crucero RECLAN34 1002. Cruceros RECLAN34 0902-1002.

Figura 71. Distribución de frecuencia de talla y de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912

Figura 72. Relación funcional de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla modal para la serie completa de datos disponible en la zona norte desde 1996.

Figura 73. Cobertura espacial de la prospección acústica realizada por el B/C Abate Molina durante el crucero RECLAN34 1002.

Figura 74. Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica de anchoveta en la prospección realizada por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 75. Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica para anchoveta agrupada por grado de latitud proveniente la prospección realizada por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 76. Abundancia y biomasa por tallas de anchoveta por subzonas. En Zona Total se incluye corrección por sesgo de orilla. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 77. Abundancia y biomasa por tallas de Jurel por subzonas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 78. Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta Crucero Cruceros RECLAN34 0902-1002.

Figura 79. Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn2) de anchoveta (a) y jurel (b) durante el crucero RECLAN34 1002.

Figura 80. Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn2) de caballa (a) y jibia (b) durante el crucero RECLAN34 1002.

Figura 81. Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn2) de vinciguerria (a) y medusa (b) durante el crucero RECLAN34 1002.

Figura 82. Variogramas de la densidad acústica de anchoveta estandarizados por las varianzas muestreales. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 83. Distribución latitudinal de la tendencia central (mediana) de los predictores del modelamiento GAM: Distancia a la costa (mn), profundidad media de las agregaciones (m), temperatura (°C), salinidad (psu), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m^2), densidad (kg/m^3), gradientes variables físicas, abun. de diatomeas (cel/ml), abun. de flagelados (cel/ml), abun. fitoplancton (cel/ml), profundidad inicio termoclina (m), profundidad final termoclina (m) y profundidad inicio capa mínima de oxigeno (m).

Figura 84. Distribución de las densidades acústicas de anchoveta, termoclina y zona de la mínima de oxigeno (ZMO). Líneas continuas rojas representan profundidad inicio y termino de la termoclina, líneas continuas verdes la profundidad inicio de ZMO y esferas se vinculan con la profundidad promedio de los registros de anchoveta detectados durante el crucero RECLAN 1002.

Figura 85. Distribución espacial de los adultos y reclutas y de las variables variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 86. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 87. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 88. Rangos de distribución históricos respecto de la temperatura y salinidad a) adultos y b) reclutas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 89. Distribución espacial de las distribuciones de: a) adultos y b) reclutas en la zona norte de Chile. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 90. Localización de los centros de gravedad históricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 91. Efectos de los predictores profundidad media de las agregaciones (zmed), distancia a la costa (dcost), gradientes de salinidad (gsal), temperatura (tem), profundidad inicio termoclina (zi), gradiente de clorofila (gcloa), salinidad (sal), oxigeno (oxi), latitud (lat) y abundancia diatomeas (abundia) 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. RECLAN 1002.

Figura 92. Valores promedio e Intervalo de confianza del largo de agregaciones , caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 93. Valores promedio e Intervalo de confianza del alto de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 94. Valores promedio e Intervalo de confianza de la elongación de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 95. Valores promedio e Intervalo de confianza del perímetro de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 96. Valores promedio e Intervalo de confianza del área de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 97. Valores promedio e Intervalo de confianza de la dimensión fractal de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 98. Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 99. Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad del fondo para agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 100. Valores promedio e Intervalo de confianza del índice de altura de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 101. Valores promedio e Intervalo de confianza de la distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 102. Valores promedio e Intervalo de confianza de los valores de S_A de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 103. Valores promedio e Intervalo de confianza de la densidad acústica de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 104. Promedio del largo de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 105. Promedio del alto de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 106. Promedio de elongación de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 107. Promedio de perímetro de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 108. Promedio de área de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 109. Promedio de la dimensión fractal por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 110. Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 111. Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 112. Promedio del índice de altura por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 113. Promedio de la distancia a la costa de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 114. Promedio de energía retrodispersada por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 115. Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 116. Frecuencia acumulada del número de observaciones por rango de distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 117. Promedio de largo, alto y elongación de agregaciones según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 118. Promedio de perímetro, área y dimensión fractal según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 119. Promedio profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 120. Promedio S_A y de densidad de agregaciones según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

Figura 121. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Figura 122. Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Figura 123. Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta para los cruceros RECLAN34 entre los años 2006 a 2010.

Figura 124. Factor de condición (FC) promedio de anchoveta. Seguimiento 2003, Seguimiento 2004, Seguimiento 2005 y cruceros RECLAN34 entre los años 2006 a 2010.

Figura 125. Abundancia y Biomasa total y juvenil de anchoveta estimadas en la III y IV Regiones en los veranos entre 2006 y 2010

Figura 126. Abundancia y biomasa de anchoveta a la talla evaluada en la III y IV Regiones en los veranos entre 2006 y 2010.

Figura 127. Abundancia y Biomasa de jurel por talla en la III-IV Region en los veranos del periodo 2006-2010.

TABLAS

Tabla 1. Categorías por densidad.

Tabla 2. Valores de verano de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 3. Fecha y tipo de imagen satelital de TSM consideradas para el análisis histórico de cruceros RECLAN34.

Tabla 4. Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la III y IV Región.

Tabla 5. Variables utilizadas en la comparación histórica de cruceros RECLAN34.

Tabla 6. Localidades donde se presentaron focos superficiales de concentración < 5 ml/l en los cruceros RECLAN34.

Tabla 7. Número de transectas perpendiculares a la costa por rango de concentración máximas de clorofila-a (µg/l) en cada crucero. Se indica además los rangos de clorofila integrada (mg/m²) y las localidades donde se han registrado núcleos de valores > 100 mg/m², para cada crucero RECLAN34.

Tabla 8. Especies de diatomeas con sus rangos de tamaño (µm). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 9. Especies y géneros de flagelados con sus rangos de tamaño (µm). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 10. Abundancia celular integrada (cél/ml) y aporte porcentual (%) de diatomeas (DIATO) y flagelados (FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 11. Tamaño (µm) promedio de diatomeas (T-DIATO) y flagelados (T-FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 12. Aporte porcentual (%) de las especies de diatomeas con las mayores abundancias por transecta (T). PO: porcentaje de ocurrencia (%). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 13. Aporte porcentual (%) de las especies y géneros de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T). PO: porcentaje de ocurrencia (%).Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 14. Abundancia, dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia de grupos zooplanctónicos. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 15. Talla máxima y mínima de los grupos zooplanctónicos (micrones, µ). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 16. Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco por la flota pesquera artesanal que opera en la zona y arrastre a media agua por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 17. Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 18. Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 19. Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 20. División en zonas del área total de estudio; coordenadas de cada zona; lances de pesca positivos por zona; captura (kg) de anchoveta por zona y porcentaje de la zona respecto al total de anchoveta capturado. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 21. División en zonas del área total de estudio; coordenadas de cada zona; lances de pesca positivos por zona; captura (kg) de jurel por zona y porcentaje de la zona respecto al total de jurel capturado. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 22. Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 23. Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para anchoveta, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 24. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 25. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 26. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 27. Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para jurel, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 28. Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel, Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 29. Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel, Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 30. Comparación de la estructura de talla entre lances parajurel, Zona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 31. Parámetros de la Regresión lineal y no lineal para la anchoveta. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 32. Andeva para Anchoveta. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 33. Análisis de varianza para anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 34. Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 35. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 36. Parámetros de la Regresión lineal y no lineal para el jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 37. Andeva para Jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 38. Análisis de varianza para jurel por zona y total. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 39. Comparación de pesos de jurel entre diferentes modelos. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 40. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 41. Clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Regiones. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 42. Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Regiones. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 43. Calibración de los transductores del B/I Abate Molina y portátil instalado en L/M Samaritano I antes de crucero RECLAS 1001. (*) Identifica valores de fábrica.

Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

Tabla 45. Estimación del sesgo de orilla en la evaluación acústica de la biomasa de anchoveta por grado de latitud. Δx: diferencias en los valores de distancia a la costa m ($_{ESDU}$) = pendiente del número de observaciones acústicas (ESDU); m($_{NASC}$): pendiente de las densidades acústicas (NASC); m==Δy/Δx donde Δy es diferencias en los NASC (Δy(nasc) ó Δy (ESDU); P=cuociente de las pendientes (m(ESDU)/m(NASC)); P=1 hay proporcionalidad entre muestreo acústico y densidades acústicas; P<1= sESDUuestreo, se corrige por sesgo de orilla; P>1= sobremuestreo.. Se indica el área del sector costero no prospectado, hasta 0,3 mn de costa y los NASC promedio del sector costero a corregir.

Tabla 46. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 47. Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 48. Abundancia (millones de ejemplares) de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 49. Biomasa (toneladas) de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 50. Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 51. Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 52. Varianza de la Abundancia de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 53. Varianza de la Biomasa de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

Tabla 54. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método geoestadístico. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 55. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método Hansen. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 56. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método Kish. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 57. Calibración de los transductores del B/I Abate Molina y portátil instalado en L/M Samaritano I antes de crucero RECLAS 1001. (*) Identifica valores de fábrica.

Tabla 58. Parámetros de los modelos de variogramas ajustados a la anchoveta por zona. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 59. Media aritmética (x), krigger (x k); varianzas, área e influencia de los parámetros de los modelos espaciales en la distribución de anchoveta por zona. Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 60. Índices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales) Índices de ocupación positivos (N° pixeles por categorías/N° pixeles positivos). Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 61. Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales Crucero RECLAN34 1002.

Tabla 62. Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de anchoveta seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación.

Tabla 63. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 64. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 65. Resultados ANDEVA para descriptores crucero RECLAN34 1002, factor día-noche.

Tabla 66. Resultados ANDEVA para descriptores diurnos crucero RECLAN34 1002, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Tabla 67. Resultados ANDEVA para descriptores nocturnos crucero RECLAN34 1002, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Tabla 68. Valores promedio, desviación estandar (D.S) y coeficiente de variación (C.V.) de los descriptores de las agregaciones diurnas y nocturnas de anchoveta según zona, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 69. Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 70. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 71. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 72. Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 73. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Tabla 74. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

ANEXOS

ANEXO 1. Personal participante por actividad y objetivo específico.

ANEXO 2. Llamado a participar en Pesca de Investigación estudio sesgo de orilla.

ANEXO 3. Taller de presentación Plan de Trabajo.

ANEXO 4. Taller de presentación de Resultados.

ANEXO 5. CD contiene: Base de datos Proyecto FIP N° 2009-03.

IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A Objetivo general

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

B. Objetivos específicos

B.1. Estimar la abundancia y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

B.2. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock 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

Actualmente, la pesquería de la anchoveta (*Engraulis ringens*) es la más importante de la zona norte de Chile. Las capturas en la macrozona XV a IV Regiones han alcanzado máximos de 2,7 y 2,1 millones de t en los años 1994 y 1995, respectivamente y un histórico valor mínimo de 522 mil t en 1998. En el último quinquenio, las capturas han sido inestables fluctuando entre 823 mil t en 2003 y 1,9 millones de t el 2004, con una tendencia negativa en 2008 y 2009.

En los años 2007-2009 las capturas de la III y IV Región representan alrededor de un 4,5% de la macrozona, llegando a máximos de 17% (1998) y 11,4% (2006), registrando máximos relativos en 1995 con 201 mil t y mínimos en 2001 con 8,6 mil t, incrementándose en más del 300% en el trienio 2002-2005 respecto a los dos años anteriores alcanzando hasta las 77 mil t.

Las condiciones ambientales son importantes factores moduladores de la abundancia, distribución espacial, niveles de agregación, éxito del desove, reclutamiento y rendimiento pesquero de la anchoveta, siendo conocido que la ocurrencia de eventos El Niño y La Niña influyen en los niveles del stock. Como ejemplo de lo anterior, se puede mencionar el efecto de El Niño 1991-92 en las condiciones extraordinariamente favorables para la especie de los años 1994 y 1995, años en que se registraron los máximos históricos de la pesquería entre la XV y IV Región. El Niño 1997-98 también afectó la distribución espacial de la especie, determinando en 1998 un incremento en la disponibilidad en la III-IV Región con un aumento relativo de 68,6% respecto a 1997.

La inestabilidad en la pesquería de la anchoveta es provocada por la alta dependencia entre la captura y los pulsos del reclutamiento, los que pueden tener importantes fluctuaciones interanuales dependiendo en gran medida de los factores

ambientales señalados anteriormente. Por esta razón en los últimos años una de las medidas de la administración pesquera se ha enfocado a la protección del segmento reclutas de la especie, estableciendo vedas a las pesquerías desarrolladas en la XV-II y V a X Regiones, extendiéndose a la III-IV regiones en el 2005.

Los antecedentes disponibles de distribución espacial de la anchoveta en la III y IV Región provenientes de prospecciones acústicas realizadas por IFOP desde 1981, indican que esta especie se caracteriza por presentar una distribución costera que no sobrepasa las 10 mn de la costa. El carácter esporádico de estas prospecciones impide establecer a priori la recurrencia de zonas de alta concentración de la especie.

La actividad pesquera que se ha realizado en los últimos años en la III y IV Región, ha estado sustentada fundamentalmente por una flota artesanal, centrada en los puertos de Caldera y Coquimbo, que realiza su actividad en sectores costeros cercanos a los puertos base (Martínez *et al.*, 2003, 2004, 2005). En algunos cruceros de evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta en la XV y II Región (Castillo *et al.*, 1997, 2000) y en los cruceros de monitoreo de las condiciones oceanográficas (Braun *et al.*, 2007) se han reportado concentraciones de anchoveta en las cercanías de la bahía de Nuestra Señora y del puerto de Taltal (25º22´S).

Biológicamente la anchoveta vive alrededor de 5 años, con desoves fraccionados durante todo el año, centrado 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 (Fisher y Tevesz, 1958; Einarsson y Rojas de Mendiola, 1963).

La distribución espacial del reclutamiento de anchoveta en el norte de Chile (XV, I y 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. 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.

Sin embargo, en la década del 2000, han habido alteraciones en estos patrones, producto de cambios en la estacionalidad y extensión temporal del desove (Martínez *et al.,* 2007), es así como el 2003 hubo 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 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**)

La distribución espacial de la anchoveta en la III y IV Regiones es bastante más costera que en la zona norte, habiendo pocas diferencias entre las estaciones (Castillo *et al.*, 1993; Braun *et al.,* 1994), pudiendo encontrarse hasta un máximo de 15 mn de la costa y en mayores densidades en una franja que no supera las 5 mn.

A la luz de estos antecedentes, se postula la hipótesis de trabajo que el reclutamiento de anchoveta en la zona norte 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 cardumen que son más frecuentes en el día. Las agregaciones tipo estratos, más comunes en la noche, tienen densidades acústicas inferiores a las diurnas, pero 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.

El presente Informe Final expone los resultados alcanzados en el proyecto FIP 2009-03 "Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2010" ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero y que tiene como objetivo principal estimar la biomasa de anchoveta y del reclutamiento en peso y número así como su distribución espacial, estructuras de tallas y edad mediante métodos acústicos y estudiar la posible asociación con variables oceanográficas y oferta ambiental del alimento según lo establecido en las Bases Administrativas y Especiales del proyecto. En este estudio actúan la Universidad Arturo Prat-Iquique y la Universidad Católica del Norte-Coquimbo como subcontratados encargándose del estudio de la oferta ambiental de alimento.

VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

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

1.1 Zona de estudio

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C "Abate Molina", entre el 5 y el 26 de febrero del 2010. La zona de estudio estuvo comprendida entre el paralelo 25º 00´S (norte de punta Grande), en la II Región, hasta el paralelo 31º30´S (norte caleta Huentelauquen) en la IV Región, entre la costa y las 20 mn (**Fig. 2**)

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 y 1984). Este tipo de muestreo es recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución de los recursos (Simmonds y MacLennan 2005) 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 60, utilizando la frecuencia de 38 Khz., con transductor de haz dividido. El rango dinámico de este equipo y el nivel mínimo de detección de –65 dB, permitieron la incorporación de un amplio espectro de señales provenientes de blancos de tamaño pequeño (plancton) hasta peces de gran tamaño, distribuidos en forma dispersa o en densos cardúmenes sin perder señal o saturarse.

Las densidades acústicas de los peces se registraron de manera continua durante la navegación, discretizándose en intervalos de muestreo (ESDU) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de ecointegración con el navegador satelital GPS.

En la zona de estudio se realizaron 40 transectas diurnas perpendiculares a la costa separadas por 10 mn y 20 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribución espacial en los recursos. (**Fig. 2**).

En atención a la característica costera de la especie estudiada, se hizo especial hincapié en la prospección costera, con navegaciones paralelas a la costa, en sentido general norte sur y sur-norte, con las que se cubrieron los sectores intertransectas no consideradas en las navegaciones de cambio de transectas. Adicionalmente, durante las etapas preparatorias a los lances de pesca, también se realizaron prospecciones acústicas. De este modo, se logró un buen mapeo de la distribución pero en algunos sectores se registraron sobremuestreos acústicos, que fue necesario filtrar a fin de permitir que los datos utilizados en la evaluación de la biomasa se ajusten a un patrón de muestreo sistemático y que con ellos se pudiera construir de mejor manera los mapas de distribución de los recursos, especialmente en el caso del método de las variables regionalizadas.

1.3 Calibración del sistema acústico

1.3.1 Calibración electroacústica

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 60 se realiza en forma automática por el sistema, mediante el programa Lobe. Se utiliza un blanco de referencia de cobre de 60 mm de diámetro calibrado en laboratorio de -33.6 dB y que se hace variar su posición dentro del haz acústico.

Con el objeto controlar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración, dentro del haz acústico, se utilizan tres líneas de nailon monofilamento, en pequeños winches.

1.3.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta

La información necesaria para determinar el TS ***in situ*** de anchoveta fue recopilada durante los lances de pesca y en estaciones a baja velocidad ($\leq$ 2 nudos) en sectores en los que se estableció previamente la presencia de la especie objetivo mediante los lances de pesca en que la especie objetivo fue más del 80% de la captura, cuidando de mantenerse sobre la(s) agregación de peces.

En la mayoría de las mediciones realizadas en los lances de pesca, se utilizó pulso de 1024 ms. En las estaciones de medición del TS, los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos de 525, 1024 y 256 ms, a una resolución de 0,1 dB y con una tasa de sondeo automáticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utilizó típicamente una escala de 25 m, almacenándose en medios magnéticos. A fin de aumentar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detección del sistema acústico, durante los experimentos y en el proceso posterior de la información se ajustó el ángulo del haz del transductor usado en el proceso, utilizando la talla promedio de los peces y a la profundidad de distribución 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 después de cada medición.

La información recolectada fue almacenada y procesada mediante el programa SONARDATA, para seleccionar los TS correspondientes a las tallas modales de los peces, cuidando que el estrato de profundidad coincida con el sector que operó la red.

Los datos de TS en cada medición (lance o TS) se presentaron en hojas de cálculo e histogramas, calculándose las frecuencias a intervalos de clase de 0,2 dB.

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

Considerando que las eco-amplitudes se distribuyen aleatoriamente según Rayleight, es posible considerar que el área dispersante de sonido del pez se distribuye exponencialmente pudiendo ajustarse a una función de probabilidades de densidades (PDF) (MacLennan and Simmonds, 1992) según:

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

El TS corresponde a la ecuación:

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

donde:

TS	=	intensidad de blanco (dB)
σ	=	área dispersante (m²)

La relación TS-Longitud del pez se ajusta a una ecuación logarítmica según:

$$TS = a + bLog\ (L)$$

En esta ecuación la pendiente “b” tiende a variar en torno a 20, valor que frecuentemente se adopta por convención, permitiendo de este modo comparar fácilmente las diferentes ecuaciones ajustadas a través de la comparación del intercepto, que para estos efectos se denomina “b20"

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

$$\hat{C}_n = (4\pi\ 10^{TS})^{-1}$$

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

$$\hat{C}_b = (4\pi\ 10^{0,1TS_{kg}})^{-3}$$

Adicionalmente se incorporó la información recolectada durante el crucero de evaluación de la biomasa de anchoveta en la XV y II Regiones (RECLAN12 0912), llevado a cabo en diciembre del 2009.

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:

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

donde:

S_v = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardumen

C1 = constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK 500 está incluida en la salida calibrada del ecointegrador

L = longitud de la agregación (m)

D = altura media de la señal remitida por la agregación (m).

1.4.2 Pescas de identificación

Con el objeto de validar la identificación efectuada mediante el método 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 considerar 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 túnel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m^2 de área y 750 kg. de peso seco (300 kg peso sumergido), 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 utilizó un net-sounder FURUNO para la verificación 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 información fue comparada con la identificación de las especies realizada mediante el método acústico.

1.5 Procesamiento de la información acústica

El procesamiento de los datos fue realizado mediante los softwares 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 agregación, la posición geográfica de cada ESDU, fecha, número y rumbo de la transecta. Además, se ingresó la información sobre temperatura y salinidades para cada estación oceanográfica.

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

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

1.6 Estimación de la abundancia y la biomasa

1.6.1 Estratificación 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 común, con la que se obtuvo el aporte por cada talla y el correspondiente peso, derivándose el TS y el coeficiente de ecointegración.

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

1.6.2 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de anchoveta por subzona se estimó según:

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

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

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

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

donde :

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

a = área de distribución del recurso (mn^2), en cada subzona.

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

w_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).

$\hat{A}_T ; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.

$\widehat{P}_k$ = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca agrupados por subzona.

$\hat{R}_k$ = estimador de razón a la talla k.

Siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R}\,\widehat{P}_k$$

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

El área de distribución de los recursos se determinó delimitando los contornos de la distribución, resultando en una figura geométrica georeferenciada, realizándose el cálculo según:

$$a = \int_{L_0}^{L_1} \int_{g_0}^{g_1} \phi(L,g)\ dL\,dg$$

Donde:

L_0 y L_1 = límites en latitud, referidas a millas náuticas.

g_0 y g_1= límites en longitud, referida a millas náuticas, corregidas por la loxodrómica.

Φ(L,g) = función geométrica del área que encierra a la distribución del recurso.

Las áreas se determinaron mediante los programas SURFER 8, utilizando el módulo Volumen y EVA2. Para este fín, en cada zona, se digitalizaron los puntos que delimitaron la distribución de la especie. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se corrigieron según la proyección loxodrómica a fin de hacerlas equivalentes. En el caso de SURFER 8,

posteriormente se construyó una grilla equivalente al área rectangular mínima que contuviera el polígono de la zona en estudio. En el caso del software EVA2, el área de cada polígono de distribución de la anchoveta (V) se calcula en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas náuticas cuadradas según:

$$v\ (mn^2) = Area_{grados} * 3600$$

Este método de estimación del área se aplica teniendo presente que la longitud de las transectas corresponden con las loxodrómicas lo que permite aplicar la corrección del coseno de la latitud en la escala de la longitud, haciendo equivalente ambas escalas y pudiendo usar la geometría y trigonometría plana. En aquellos casos en que esta distancia se encuentra en el rango de las ortodrómicas, el área debe ser calculada mediante la trigonometría esférica.

- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón ($\hat{R}$) de las lecturas acústicas del ecointegrador ($\breve{S}_a$) 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:

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

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 razón $\hat{R}$, sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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

La lectura acústica del ecointegrador por ESDU corresponde a la expresión:

$$s_A = 4\pi\,(1852)^2 \int_{z1}^{z2} s_V\, dz$$

donde :

s_A =coeficiente dispersante por unidad de área (NASC).

s_v = coeficiente volumétrico de dispersión (m^{-1}).

z2,z1 = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).

1.852 = factor de transformación de m a mn.

1.6.3 Sesgo de orilla en la evaluación acústica de anchoveta

El diseño de muestreo acústico ejecutado en la presente evaluación tiende a minimizar el sesgo de orilla, cubriendo extensamente los sectores costeros con prospecciones paralelas a la costa. Lo anterior se favorece por las características particularmente profundas de la costa de la zona norte, que permiten lograr aproximaciones a la orilla de hasta 0,4 mn. Sin embargo, es posible que en los sectores con amplia plataforma continental, una fracción del recurso se ubique en sectores costeros de fondos someros inaccesibles al buque de prospección acústica.

A fin de reducir el posible error en dichos sectores, se planificó una prospección acústica con embarcaciones cerqueras artesanales de bajo calado equipadas con ecosondas científicos similares a los del BC Abate Molina, tendiente a evaluar la biomasa que constituye el sesgo de orilla en la evaluación acústica de la biomasa.

Para este fín el 29 de enero del 2010 se efectuó un llamado público a los armadores artesanales de la III y IV Regiones a participar en el estudio, mediante un aviso en los diarios regionales el Atacama de Copiapó y El Día de La Serena. Adicionalmente y en atención a que se ha observado que los armadores en las regiones actúan corporativamente a través de sus organizaciones, el Jefe de Proyecto se entrevistó personalmente con los dirigentes gremiales para lograr que se instara a los

respectivos asociados a participar en el estudio. No obstante todos los esfuerzos desplegados, no se consiguió la participación esperada.

Alternativamente, se diseñó y aplicó una metodología a fin de corregir el sesgo de orilla en base a los datos recolectados por el B/I Abate Molina, este procedimiento considera la intensidad del muestreo acústico y las densidades locales asignadas a anchoveta, referidas a la distancia a la costa.

De este modo, el sesgo de orilla ocurriría siempre que en sectores costeros hubiese un esfuerzo de muestreo acústico insuficiente y a la vez se registrara una alta concentración de densidades acústicas.

Para determinar si en los sectores costeros pudo existir sesgo por falta de muestreo, se relacionaron las pendientes, mediante un cuociente, de las curvas acumuladas de frecuencias de ESDU y la suma de s_A (NASC).

En la **Fig. 3** se entrega esquemáticamente las variables consideradas.

La pendiente para cada caso se calcula como:

$$m_{(s_A)} = \frac{\Delta s_A}{\Delta dist \cos ta} \qquad m_{(UBM)} = \frac{\Delta ESDU}{\Delta dist.\cos t}$$

Donde:

$m_{(s\ A)}$ = pendiente de la curva de Suma acumulada de s_A (NASC) en el sector entre la costa y la distancia donde cambia la pendiente de dicha curva

Δs_A = diferencias en los s_A (NASC) acumulados entre la costa y el punto donde cambia de dirección la curva acumulada.

Δ*dist.costa*= diferencia en las distancia a la costa del sector considerado en los s_A *(NASC).*

ΔESDU = frecuencia acumulada de ESDU para la distancia a la costa dada por Δdist.costa

$m_{(ESDU)}$ = pendiente de las ESDU en que se acumularon los NASC considerados, se utiliza el mismo Δ*dist.costa* mencionado anteriormente.

El cuociente de las pendientes (P) se calcula según:

$$P = \frac{m_{(ESDU)}}{m_{(s_A)}}$$

Cuando P=1 se considera que el muestreo acústico fue suficiente para cubrir las densidades acústicas locales.

La regla de decisión para calificar la existencia de sesgo de orilla es:

P>1 sobremuestreo acústico, no hay sesgo de orilla

P<1 existe sub muestreo, es necesario corregir por sesgo de orilla.

En el caso de determinar que hay sesgo de orilla (p<1), el procedimiento consiste en extrapolar la densidad acústica promedio en el área costera vecina hacia el sector no cubierto por el Abate Molina. Se calcula el área de la franja costera, asumiendo como límite mínimo 0,3 mn de la costa.

1.6.4 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

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

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

mientras que la varianza de la biomasa se calcula según:

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

La varianza del coeficiente de ecointegración en número ($\hat{C}_{nk}$) se determinó según:

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

Donde:

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

Siendo:

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

L_k = longitud a la talla k.

Para diseños sistemáticos como el aplicado en esta evaluación, donde se considera un único 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 se usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en

relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza de la razón.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

donde:

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

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

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

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

- **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- α) para la abundancia $\hat{A}$ o la biomasa $\hat{B}$ se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

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

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 función inversa de la distribución normal estándar y Z_α es el percentil superior de una normal estándar.

- **Método de las variables regionalizadas**

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

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

donde los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas $(\gamma(h))$ según:

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

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

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

donde V es el área de distribución del recurso, (a,ß) los índices de los intervalos básicos de muestreos y n el número de muestras en V.

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la función 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 últimos 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 través de tres factores geométricos; de la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$.

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

1.6.5 Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV)

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

Porcentaje de error:

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

donde:

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

Coeficiente de variación:

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

2. Objetivo específico B2. *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.*

2.1 Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta.

2.1.1 Determinación de las Capturas por lance y proporción de especies.

Definición de índices, variables y parámetros.

i : lance

j : caja

r : ejemplares

s : especie

h : hembras, o estrato

n : muestra de lances

N : Total de lances

m_i : muestra de cajas en el lance “i”

M_i : total de cajas contenidas en el lance “i”

M_{0i} : número de cajas en el lance “i”

M_0 : total de cajas contenidas en todos los lances muestreados

n_{ij} : muestra de ejemplares en la caja “j” del lance “i”

N_{ij} : total de ejemplares en la caja “j” del lance “i”

$n_{ij}(s)$: ejemplares de la especie “s” en la muestra tomada de la caja “j” del lance “i”.

$n*_{i(h)}$: ejemplares en la muestra de proporción sexual en el lance “i”

$n*_i$: muestra de ejemplares de proporción sexual en el lance “i”

n_{ke}^{*} : ejemplares de edad “e” en la muestra tomada dentro de la clase de talla “k”

n_{k}^{*} : muestra tomada dentro de la clase de talla “k” para establecer la clave edad-talla.

Y_{ij} : captura en el lance “i” caja “j”

Y_{i} : captura del lance “i”

$\overline{y}_{i}$: peso promedio (kg.) por caja

Y_{0i} : peso de las cajas examinadas en el lance “i”

Y_{0} : peso de las capturas en todos los lances muestreados.

Y_{h}^{*} : captura dentro de la zona o estrato “h”

Y^{*} : captura de todos los estratos que constituyen una zona de estudio.

$w_{ijr(s)}$: peso del ejemplar “r” de la especie “s”, en la muestra de ejemplares “j” del lance “i”

w_{ijr} : peso del ejemplar “r” en la muestra de ejemplares “j” del lance “i”

$w_{ij}(s)$: peso de los ejemplares de la especie “s” en la caja “j” tomada del lance “i”

$P_{ij}(s)$: proporción de ejemplares en número de la especie “s” en el lance “i”, caja “j”.

$R_{ij}(s)$: proporción de ejemplares en peso de la especie “s” en el lance “i”, caja “j”.

$P(s)$: proporción de la especie s

$\hat{C}_{i}$: captura total por lance “i” (kg.)

$\hat{P}_{ij}(k)$: proporción de ejemplares de talla “k” en la caja “j” del lance “i”.

$\hat{P}_{i}(k)$: proporción de ejemplares de talla “k” en el lance “i”.

$\hat{P}(k)$: proporción de ejemplares de talla “k”.

q_{ke} : proporción de ejemplares de talla “k” y edad “e”.

$\hat{P}_e$: proporción de ejemplares de edad “e”.

$\hat{A}_{ke}$: abundancia estimada de talla “k” y edad “e”

$\hat{A}_e$: abundancia de ejemplares de edad “e”

$\hat{A}$: abundancia obtenida por métodos hidroacusticos.

l_k : longitud de talla “k”

β_{0z}, β_{1z} : parámetros de la relación longitud peso de la zona o estrato “z”

b_{0z}, b_{1z} : estimadores de la relación longitud peso de la zona “z”

- **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 (formaldehido 37%) en 22 l de agua de mar y 2,5 g de bórax en polvo.

a. Determinación de la Captura total por lance

La captura total en peso de los lances de pesca a mediagua, se determina mediante su cubicación en cajas plásticas de 30 kg. c/u aproximada, contabilizadas antes de lanzarlas al mar.

Se seleccionaron cuatro cajas al azar para verificar su peso y obtener un promedio. La captura total del lance resulta de la multiplicación entre el número de cajas y el peso promedio de cada una de ellas, según:

$$\hat{C}_i = M_{0i}\overline{y}_i = \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{j=m_i} y_{ij} \quad .$$

b. Estimación de la proporción de especies en número y en peso

El diseño de muestreo apropiado para la estimación de la proporción de especies en una zona, corresponde al diseño de muestreo de conglomerados tri-etápico, donde las etapas se definen como: los lances; las cajas utilizadas para convertir la cubicación de la captura en peso y finalmente los ejemplares contenidos en las cajas seleccionadas para “medir” los ejemplares contenidos en cada una de ellas.

A fin de asegurar que la composición de especies del lance sea adecuadamente representativa, las muestras (cajas) fueron tomadas desde una superficie de un metro cuadrado ubicado al azar sobre la captura que se encuentre en la cubierta del buque.

- Proporción de especies en número.

$$\hat{p}_{(s)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{M_i}{M_0} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{Y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{P}_{ij(s)}$$

Donde

$$P_{ij}(s) = \frac{n_{ij}(s)}{n_{ij}}$$

- Proporción de especies en peso

$$\hat{p}_{(s)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{M_i}{M_0} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{Y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{\mathrm{R}}_{ij(s)}$$

Donde

$$\hat{R}_{ij}(s) = \frac{\sum_{r=1}^{r=n_{ij}} w_{ijr}(s)}{\sum_{r=1}^{r=n_{ij}} w_{ijr}}$$

2.1.2 Estructura de tallas, peso medio y proporción sexual

a. Muestreo de tallas, pesos y sexo

En cada lance con captura de la especie objetivo, se aplicó un muestreo aleatorio simple tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla. Los datos se tratan como un diseño de muestreo bi-etápico, tomando como unidades de muestreo primaria a los lances y las unidades secundarias a una sub-muestra de ejemplares del lance. Esta sub muestra corresponde a un número aproximado n = 200 ejemplares de anchovetas por lance, a los cuales se les mide la longitud total, peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez. Este tamaño de muestra excede el número estándar que se utiliza en el muestreo de peces pelágicos.

Las tallas fueron medidas mediante un ictiómetro de escala desfasada en 0,25 cm, lo que da un intervalo de clase de 0,5 cm,, mientras que los pesos fueron medidos a bordo del B/C Abate Molina con una balanza electrónica marca POLS, con un mecanismo corrector del movimiento del buque y con una precisión de 0,5 g.

a1. Estimación de la proporción sexual

Para estimar la proporción sexual de las anchovetas mayores a los 12,0 cm, obtenidas en los lances se aplica la expresión:

$$\hat{P}(h) = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i}{Y} \hat{P}_i(h) = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i}{Y} \frac{n_{ij(h)}}{n_{ij}}$$

b. Estructura de tallas

El diseño de muestreo para la obtención de información de los parámetros de la distribución de longitud total corresponde a un diseño de muestreo bietápico donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances, las unidades de segunda etapa cajas de 30 kg cada una y las unidades de tercera etapa los ejemplares observados y medidos dentro de las cajas.

c. Estimador de la estructura de talla:

$$\hat{p}_{(k)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i}{Y_{0i}} \hat{P}_{i(k)}$$

Donde

$$\hat{P}_i(k) = \frac{n*_i(k)}{n*_i}$$

d. Estructura de talla para una zona de estudio o estrato

La composición de talla por estrato se extrapola a la zona de estudio mediante la expresión:

$$\hat{p}_k = \sum_{h=1}^{h=L} \frac{Y*_h}{Y*} \hat{P}_{hk}$$

e. Peso medio a la talla

Los pesos medios a la talla se determinan según la expresión:

$$\overline{w}(k) = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i}{Y_0} \overline{w}_i(k)$$

donde:

$$\overline{w}_i(k) = \frac{1}{n^*_i} \sum_{r=1}^{r=n^*_i} w_{ir}(k)$$

f. Peso medio extrapolado a la zona de estudio

La composición en peso por estrato se extrapola a la zona de estudio mediante la expresión:

$$\overline{w}(k) = \sum_{h=1}^{h=L} \frac{Y*_h}{Y*} \overline{w}_h(k)$$

2.1.2.1 Estratificación de las estructuras de tallas

Se definieron estratos espaciales en base a las estructuras de tallas provenientes de los lances de pesca. El procedimiento consistió en agrupar los lances en que las estructuras de tallas fueran similares. La homogeneidad de las estructuras de tallas

por estrato se estableció mediante el uso de la Dócima de Hipótesis Generalizada, el que utiliza el χ^2, (Conover, 1981) como estadístico de comparación.

2.1.3 Relación longitud-peso

La relación longitud peso se estima según un ajuste de mínimos cuadrados aplicado a la función no lineal dada por la siguiente relación:

$$\overline{p} = \beta_0 L^{\beta_1}$$

donde p es el peso de los ejemplares en gramos y L corresponde a la longitud, en cm, $ß_0$ y $ß_1$ son los parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión.

2.1.4. Descripción de los estadios de madurez de anchoveta

El examen macroscópico de las gónadas de anchoveta permite determinar sus estadios de madurez sexual, clasificándolas según la escala de Simpson y Gil (1967); mediante la que se pueden distinguir en machos y hembras, seis estados de desarrollo gonádico. Esta escala de maduración sexual, presenta VI estadios de desarrollo de la gónada 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 gónadas en un estado de inmadurez virginal a partir del cual se sigue una evolución progresiva que se mantiene hasta que alcanzan la primera madurez sexual. Los adultos muestran ciclos periódicos con las gónadas en diferentes estados, durante el año, y son procesos reversibles que se repiten a través de la vida.

Las gónadas 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 coloración es amarillenta pálida. No se observan óvulos. Se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral, inmediatamente detrás del intestino y sobre la vejiga natatoria. Corresponden a ejemplares de longitud entre 7,5 y 10,0 cm.
II.	**Virginal en maduración o adultos en recuperación** Se presentan más delgados y anchos, tubulares y más voluminosos y turgentes. La coloración se acentúa más 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 ováricos que nacen de la membrana y se dirigen hacia el lumen. Los tabiques se hallan bien adheridos entre sí y contienen ovocitos de distintos tamaños y fases de desarrollo.
III.	**Maduro**. Aumenta de tamaño conservando una forma aproximadamente cilíndrica aunque son aplanados lateralmente y bastante túrgidos. Se incrementa el suministro arterial. Son de color naranja intenso. Se observan óvulos grandes, de forma ovalada y de color blanquecino opaco, separados en sus septos ováricos.
IV.	**Hidratado**. Han aumentado considerablemente de tamaño ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El diámetro sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado mas intenso; los óvulos son translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en las paredes de la gónada. Es difícil 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 máximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y están en pleno proceso de desove. La coloración varía del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento ocasionando por la rotura de los septos ováricos, luego de alcanzar los óvulos su maduración total. Ocurre a veces que las gónadas pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovados y con óvulos en pleno desarrollo.
VI.	**Desovado**. Corresponde al post-desove y los ovarios se tornan flácidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vacías. Su color es anaranjado violáceo. La longitud está visiblemente reducida. El interior de la pared ovárica presenta un aspecto hemorrágico y los septos ováricos contienen ovocitos y óvulos grandes y opacos en vías de deformación y reabsorción. A esta fase de recuperación sigue el estado de reposo, después del cual sé reiniciar un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.

2.1.5 Índice gonadosomático

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

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

donde:

PO = peso de la gónada (g)

PT = peso total del ejemplar (g)

2.2 Estimación y composición de la edad de anchoveta

La estimación 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, vértebras, espinas.

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

Los criterios de asignación de edad de anchoveta han sido contrastados con expertos internacionales como la Dra. Beatriz Morales-Nin del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB) y miembro del EFAN (European Fish Ageing Network), a través del Proyecto FIP 97-10 “Evaluación Indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro sur” (Barría *et al*., 1998) obteniéndose buenos niveles de concordancia en los criterios de asignación de edad.

2.2.1 Lectura de otolitos

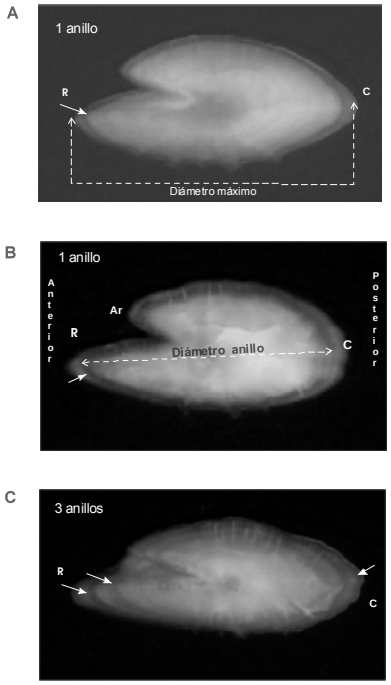
El análisis de los otolitos de anchoveta se realizará provisto de microscopio estereoscópico con luz reflejada, utilizando aceite como líquido aclarador. Se emplea un aumento de 20X para registrar las siguientes mediciones:

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

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

O = opaco
o = opaco pequeño
H = hialino
h = hialino pequeño

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 número que permite, a posteriori, relacionar la lectura con el muestreo biológico.



Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostro; C=cauda; Ar=antirrostro. 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.

2.2.2 Clave edad-talla y Composición de la abundancia por edad

2.2.2.1 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 esta 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

$n_{i\,j}$: número de individuos de edad “i” con longitud “j”

n_j : número total de individuos de longitud j.

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

2.2.2.2 Abundancia por Grupo de Edad

Denominada también como estructura de edad, corresponde a la expansión de la abundancia mediante la clave edad-talla determinada. Así esta composición corresponde a la matriz que representa la distribución de los ejemplares que están presentes en la captura, por grupo de edad y por estrato de tamaño. Además, se logra otra información como la longitud promedio por grupo de edad y sus varianzas.

2.2.2.3 Expansión de la abundancia por grupos de edad

Una de las principales componentes de los modelos analíticos es el conocimiento de la estructura de edades de las capturas para generar a su vez información del stock explotado. A partir de la abundancia en número estimada para cada talla en la evaluación hidroacústica, se procede 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 : número estimado de individuos a la longitud "j"

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

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

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

El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

2.2.2.4 Peso medio a la edad

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

La estimación del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistemático, 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 métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos métodos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que en este estudio se opto por desarrollar las correcciones bajo la metodología de Pienaar & Ricker, 1968.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2, L~ N (μ,σ^2), se pueden presentar dos casos, uno es cuando se está 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 función de W, Ψ (L), es:

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

donde el número de términos depende del exponente b de la relación peso-longitud.

3. Objetivo específico B3. *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.*

3.1 Distribución espacial de los recursos

La información proveniente del crucero de prospección, procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribución geográfica, utilizando una escala de densidad (t/mn²), determinada por la expresión (**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 concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

Los mapas de distribución espacial de anchoveta, se confeccionaron mediante el uso de los módulos de grillado y mapeo del software Surfer6 (Kleckner, 1996). La interpolación se realizó mediante el método de la distancia inversa al cuadrado. La caracterización de las estructuras espaciales de anchoveta se realizó mediante el uso de variogramas, herramienta analítica que permite describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.* 1996, Maynou *et al.* 1998; Rivoirard *et al.,* 2000).

En el método geoestadístico, los datos son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$ como función de su distancia *h*, definida mediante la ecuación:

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

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

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

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

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

Modelo esférico:

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

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 correlación. La suma de ambas variabilidades (c_0 + c_s), representa el *"sill"* o nivel máximo de variabilidad de los datos.

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realizó mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la función:

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

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 ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000).

La distribución batimétrica de los recursos detectados se presenta en histogramas de frecuencia del número de cardúmenes registrados a la profundidad. La profundidad corresponde al promedio de los valores máximos y mínimos en que se detectó el cardumen.

Los mapas de distribución espacial se confeccionaron realizando una interpolación según el método de la distancia inversa al cuadrado entre las ESDU y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad según las categorías señaladas anteriormente.

3.2 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas en la III y IV Regiones durante el verano del 2010.

3.2.1 Recolecta de muestras y registro de datos

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa **(Fig. 2)**. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se realizaron además 20 estaciones costeras intertransecta ubicada a 1 mn de la costa, lo que sumó un total de 100 estaciones.

En cada estación se obtuvo registros verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y fluorescencia, hasta una profundidad máxima de 500 m, con un perfilador continuo CTD Sea Bird modelo 9 en tiempo real, el cual trabaja en conjunto con un sistema de muestreo vertical tipo Roseta marca Sea Bird modelo 11 equipado con 12 botellas tipo Niskin de 5 L de capacidad.

En todas las estaciones se obtuvo muestras para análisis discreto de clorofila-a y/o oxígeno disuelto en las profundidades estándar a 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 y 500 m. Los análisis de oxígeno se realizaron a todas las muestras de las profundidades señaladas, mientras que los de clorofila-a se hicieron para los niveles entre superficie y los 100 m.

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) y clorofila-a según la metodología descrita más adelante.

Durante la realización de las estaciones bio-oceanográficas se registró información meteorológica de carácter básico: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y dirección de las olas. En el registro se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Los datos de viento fueron registrados con un anemómetro fijo marca Osaka Nunotani Seiki, y los datos corresponden al valor predominante observado durante la ejecución de la estación. Durante la navegación se recopiló también información del viento en forma horaria que corresponde al valor predominante observado.

3.2.2 Medición de la clorofila-a

Para los análisis de clorofila-a, se colectó un total de 767 muestras a las profundidades estándar mencionadas hasta un nivel máximo de 100 m. Las muestras se filtraron ***in situ*** con un sistema de filtrado múltiple, utilizando filtros de fibra de vidrio (MFS GF-75, 0,7 µm, 25 cm de diámetro) (Jeffrey ***et al.,*** 1997), con un volumen de filtrado estandarizado en 50 ml.

La extracción de la muestra para el análisis de clorofila-a, se realiza en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90% v/v, por un período de 24 horas y a casi -20°C. La lectura del sobrenadante se efectuó en ambiente de baja luminosidad con la técnica fluorimétrica con y sin acidificación descrita en Parsons ***et al.,*** (1984), utilizando para tales efectos un fluorómetro digital marca Turner Designs, modelo 10AU, calibrado con un estándar puro de clorofila-a marca Sigma Chemicals. Las

muestras se mantuvieron en nitrógeno líquido hasta el momento de su análisis en laboratorios de IFOP.

3.2.3. Procesamiento de la información oceanografica de los cruceros

La información del CTD del crucero se procesó de acuerdo a procedimientos estándar recomendados por el fabricante Sea Bird. El control de calidad de los datos de CTD se realizó con la información de los análisis de muestras de agua para salinidad y con información obtenida en perfiles simultáneos con un CTD SB 19 plus V2. Además, todas las estaciones realizadas con el CTD SB 9 cuentan con doble medición de temperatura y salinidad.

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

Con los datos de crucero ya procesados se confeccionaron las cartas de distribución superficial y vertical de las variables: temperatura, salinidad, oxígeno, densidad (sigma-t) y fluorescencia.

Con los datos verticales se obtuvo información de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad de la base, temperatura base, gradiente de temperatura promedio y máximo, profundidad del máximo gradiente) y el límite superior de la capa de mínimo OD (profundidad), realizándose las respectivas cartas y su posterior interpretación.

Con respecto a la metodología de cálculo de estas estructuras verticales (eg. capa de mezcla, termoclina, y capa de mínimo 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 °C, 0,1 psu y 0,1 kg/m^3 con los datos correspondientes observados en el primer metro de la columna de agua. Los datos de observación de esta variable fueron los datos de CTD.

- Termoclina: Se define como termoclina la capa de agua que presentó una variación de temperatura mayor o igual a 0,1°C/m. Los cálculos de gradiente para la definición de termoclina y el valor de gradiente máximo 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.

- Límite de la capa de mínimo oxígeno disuelto: Corresponde a la profundidad de ubicación de la concentración de 1 ml/l de oxígeno disuelto. Esta profundidad fue extraída de los datos corregidos del sensor de OD.

Para el cálculo de densidad del agua se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero & Poisson (1981) y UNESCO (1981b y 1981c), que corresponde a la siguiente expresión:

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

(Densidad del agua de mar **(ρ)** y densidad del agua pura **(ρ_o)** en kg/m^3, Temperatura (t) en °C, Salinidad (s) en psu)

Donde:

A = 8.24493 x 10-1 – 4.0899 x10 –3 t + 7.6483x10-5 t2 - 8.2467x10-7 t3 + 5.3875 x 10-9 t4

B = -5.72466 x 10-3 + 1.0227 x 10-4 t - 1.6546 x 10-6 t2

C = 4.8314 x 10-4

ρ_o = 999.842594 + 6.793952 x 10^{-2} t – 9.095290 x 10^{-3} t^2 + 1.001685 x 10^{-4} t^3
- 1.120083 x 10^{-6} t^4 + 6.536336 x 10^{-9} t^5

Para señalar la densidad se utilizará la denominación sigma-t. Un valor sigma-t expresa para 1 cm^3 el número de miligramos que sobrepasa la unidad.

Para el análisis de las masas de agua se confeccionaron diagramas T-S para todas las transectas. Se calculó el porcentaje de participación de las masas de agua (PPM): Subtropical, Subantártica y Ecuatorial subsuperficial de cada transecta. Los PPM de cada estación se obtuvieron mediante el método del triángulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gráfica como secciones verticales. Los valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla se muestran en la **Tabla 2**.

Con los datos de viento horario obtenidos durante la ejecución del crucero se elaboró una carta de intensidad y dirección, las cuales se utilizaron principalmente en la interpretación de los datos oceanográficos superficiales.

Los vientos horario medidos durante la navegación fueron corregidos en forma vectorial, restándose el efecto de navegación de la embarcación de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\mathbf{Vr = Vm - Vb}$$

Donde:

Vr = vector del viento real

Vm = vector del viento medido durante la navegación

Vb = vector del viento relativo producido por la navegación del buque

Con la información de viento horario se calculó también 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 dirección de éste.

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

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

donde:

$\mathbf{M_x}$ = transporte de masa hacia el oeste

$\mathbf{t_y}$ = coacción del viento sobre la superficie en la dirección norte-sur

f = parámetro de Coriolis

siendo:

$$\mathbf{f = 2\,\omega\,Sen\,(\,l\,)} \qquad (2)$$

donde en (2) :

ω = velocidad angular de la tierra

l = latitud del lugar

a su vez, de la ecuación 1:

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

donde en (3):

r_a = densidad del aire (1.25 kg/m^3)

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 utilizó en los cálculos fue igual a 0,0013 de acuerdo a Bakun y Parrish, (1982).

Con la información de viento horario registrado durante la navegación se determinó también el índice de turbulencia (IT), el cual corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (W^3) (Bakun y Parrish, 1982). Con la información 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.

Con toda la información disponible del crucero, satelital e histórica, se trata de determinar una “condición de normalidad” estacional de la zona de estudio. Para lo anterior se hace uso de los promedios mensuales superficiales de temperatura y salinidad para la zona (Rojas y Silva, 1996) con los cuales se compara la información obtenida en el crucero. Así también se busca identificar la ocurrencia de procesos locales que son de corta duración (horas a días), como el viento, el cual gobierna la intensidad de la surgencia y el espesor de la capa de mezcla. En los de mayor duración (semanas a meses), se encuentran los giros de mesoescala que provocan ascensos o hundimientos de agua y que afectan la distribución vertical de las variables físicas y químicas, incluso hasta profundidades mayores a 500 m (Narváez, 2000), definiendo también la distribución de oxígeno y la producción fitoplanctónica. Los procesos que provocan los cambios señalados se pueden clasificar como de procesos locales de frecuencia intraestacional.

Procesos no locales en la zona de estudio, como lo son el paso de ondas atrapadas a la costa (OAC), pueden producir cambios en el valor de la TSM en la frecuencia intraestacional (Hormazabal*, et al., 2001*). Las características del muestreo y la información recopilada durante los cruceros no permiten, sin embargo, distinguir el paso de las OAC.

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 feopigmentos fue analizada solamente como un índice relativo de la degradación de la biomasa fitoplanctónica activa.

Para la adecuada representación de la estructura biológica de toda la columna, se calculó el valor de la clorofila a integrada (Lohrenz *et al.,* 1988), utilizando la siguiente ecuación:

$$\sum Cloa = \sum_{0}^{100} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$

Donde:

$\sum Cloa$ es la clorofila integrada en la columna de agua entre 0 y 100 m como máximo

i son las profundidades de muestreo discretas definidas en el punto **1.1**

C_i y C_{i+1} son las concentraciones de clorofila (µg/l), en la profundidad i, desde superficie a la profundidad máxima de 100 m.

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

Este cálculo expresa la clorofila-a de toda la columna en unidades de área (mg/m^2), lo que permite representar adecuadamente los máximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanctónica, los que pueden ser subestimados si se considera sólo la clorofila-a superficial. Esta información se entrega en cartas de distribución tanto para la clorofila integrada como para los feopigmentos integrados.

3. 2.4 Informacion satelital y procesamiento

3. 2.4.1 Distribución espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital.

Para el análisis de la estructura termica superficial se confeccionaron imágenes, que corresponden a promedios semanales de TSM de los cruceros RECLAN III y IV regiones anteriores, que serán utilizadas para el análisis histórico, y para el análisis de TSM durante el crucero de febrero de 2010. Las imagenes correspondientes a los cruceros realizados en el mes de febrero de los años 2006 a 2010 se confeccionaron con datos MODIS, provenientes del espectroradiómetro a bordo del satélite MODIS Aqua (NASA). Los datos fueron fueron obtenidos de PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center). Para las imágenes 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 procedió a filtrar los datos, dejando sólo los datos de mayor calidad, sin nubes y continente.

Las cartas promedio para analizar las condiciones durante el periodo del crucero corresponden a las fechas entre 2 y 9, 10 y 17, 18 y 25, y 26 de febrero a 5 de marzo del 2010. Para el análisis histórico se utilizaron dos imagenes promedio semanal por crucero, escogiendo las que contengan el mayor porcentaje de datos no contaminados por nubes. Las fechas del promedio semanal para todos cruceros se señalan en la **Tabla 3.**

El propósito de utilizar cartas promediadas semanalmente es el de obtener una buena visualización de los fenómenos térmicos 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 más días, por otro lado Barbieri *et al*. (1995), al efectuar un análisis multitemporal de las imágenes diarias en la zona norte, llega a la conclusión que los procesos asociados con la estructura térmica superficial y/o eventos de surgencia tienen una moda de 8 días.

3.2.4.2 Distribución espacial y temporal de la clorofila superficial del mar

Para el análisis de la clorofila superficial del mar, se recepcionaron y procesaron imágenes satelitales promedio semanal para el mes de febrero de 2010, simultáneas al periodo del crucero. Dichas imágenes son de alta resolución y fueron derivadas del sensor SeaWifs a bordo de satélites SeaStar.

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.

Para el crucero RECLAN III y IV regiones, las cartas promedio corresponden a las fechas 3 al 9, del 10 al 17, del 18 al 25 de febrero y del 26 de febrero a 5 de marzo del 2010.

3.2.4.3. Imágenes satelitales del nivel del mar y corriente geostrofica superficial.

Los datos de anomalía del nivel del mar y el campo superficial de corrientes geostróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografia Satelital, Interpretacion, Validación y Almacenamiento, conocido en su sigla en inglés como AVISO (http://www.aviso.oceanobs.com/), con una resolucion espacial de 0,25° x 0,25°. Estos datos satelitales son el resultado del procesamiento combinado de todos los satelites 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, 10, 19 y 28 de febrero del 2010, las 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 comparación histórica, en el caso del crucero RECLAN III y IV regiones, se analizaron imágenes correspondientes a la fecha en que se realizó el crucero del año 2006, especificamente de los días 4 y 25 de febrero, para el crucero del año 2007 los dias 24 de febrero y 6 de marzo, para el 2008 los dias 8 y 21 de febrero, para el 2009 los dias fueron el 6 y 15 de febrero, y finalmente para el 2010 los dias 6 y 16 de febrero.

3.2.4.4 Imágenes satelitales del viento superficial

Los datos de viento del océano provenientes del satélite QuikScat, comprometidos para este informe, no estuvieron disponibles para el mes de febrero de 2010. Lo anterior se debe a que la serie publicada en el centro de distribución de datos CERSAT (Centre ERS d'Archivage et de Traitement) del Instituto de Investigación Francés para la explotación del mar (IFREMER)(http://www.ifremer.fr) fue retirada a partir de noviembre de 2009 para una revisión y corrección de los procesos de cálculo de esta variable.

3.2.5 Comparación histórica de las condiciones oceanográficas

Se realizó una comparación histórica de las condiciones oceanográficas encontradas durante los anteriores cruceros RECLAN en la III y IV regiones y también dentro de un marco ambiental regional (Pacífico Ecuatorial). Los cruceros realizados en la III y IV regiones son 5, y abarcan desde el año 2006 al 2010 (**Tabla 4**).

Para tal efecto se revisó y actualizó el análisis efectuado en los proyectos RECLAN anteriores, haciendo una descripción de la información de variables superficiales y aquella información obtenida con percepción remota. El análisis se realizó con variables para cada crucero según la **Tabla 5**.

Para el análisis regional se analizó el Índice Ecuatorial multivariado (MEI), el cual permite estimar las condiciones Ecuatoriales respecto a periodos fríos o cálidos. Este índice combina la Presión a nivel del Mar, las Componentes Zonal y Meridional del viento, la TSM, la temperatura superficial del aire y la fracción total de nubosidad en la zona Ecuatorial y es obtenido de la página de Internet de la NOAA http://www.cdc.noaa.gov.

La información para el análisis de la circulación geostrófica superficial (satelital) de los cruceros anteriores fue obtenida según la metodología para el proceso satelital indicado anteriormente y se realizó con las imágenes de las fechas ya indicadas.

3.3. Oferta ambiental del alimento en las Regiones III y IV en el verano del 2010.

3.3.1 Fitoplancton

El muestreo contó con un total de 20 transectas perpendiculares a la línea de costa (transectas bio-oceanográficas) y 20 transectas acústicas o inter-transectas. En cada transectas bio-oceanográficas se dispusieron estaciones a 1, 5, 10 y 20 mn de la costa. En las inter-transectas se realizaron muestreos a 1 mn, completándose un total de 100 estaciones (**Figura 2**).

3.3.1.1 Muestreo biológico

El muestreo se llevó a cabo entre el 05 y 24 de febrero de 2010 a bordo del B/C Abate Molina.

Para la identificación de grupos y especies del microfitoplancton se colectaron muestras, con una red de 20 µm de abertura de malla, mediante arrastres verticales desde 50 m de profundidad a superficie. Estas muestras fueron fijadas con formalina al 4% neutralizada con bórax. Para el recuento celular se utilizaron submuestras de 250 ml obtenidas desde 0, 5, 10, 30 y 50 m de profundidad utilizando botellas oceanográficas Niskin. Estas submuestras fueron fijadas con una solución de lugol-acético 1%.

3.3.1.2 Análisis de las Muestras

La identificación de grupos y especies de microfitoplancton se realizó mediante microscopía de contraste de fases, utilizando literatura especializada y técnicas de apoyo. Los recuentos se llevaron a cabo siguiendo la metodología para microscopio invertido descrita por Sournia (1978) y Villafañe y Reid (1995). Las mediciones fueron hechas según Hillebrand ***et al.***, (1999), considerando individuos solitarios y en cadena.

3.3.1.3 Análisis de la Información

Para la construcción de gráficos de distribución horizontal del microfitoplancton los valores de abundancia fueron integrados utilizando la fórmula de Hasle (1969). Para los gráficos de distribución vertical se obtuvo un promedio de transectas las cuales fueron seleccionadas en función de la abundancia.

Se definieron áreas en términos de la abundancia mediante un análisis de agrupación K-medias (Wilkinson y Engelman, 2005). Las áreas fueron caracterizadas con las especies más importantes, elegidas de acuerdo al aporte porcentual que realizaron a la abundancia total por transecta, seleccionándose aquellas que individualmente contribuyeron con un mínimo del 5% y que en conjunto aportaron con más del 50%.

3.3.2 Zooplancton

Se tomaron muestras de zooplancton, mediante el uso de redes bongo de 59 cm de diámetro, 300 µm de abertura de malla y equipadas con flujómetros.

Los arrastres se efectuaron en forma vertical entre la superficie y 70 m de profundidad o 10 m sobre el fondo cuando la profundidad del lugar fue menor. Las muestras fueron preservadas en solución de formalina en agua de mar al 5%, para su posterior análisis en laboratorio.

Las muestras zooplanctónicas se obtuvieron en 80 estaciones oceanográficas distribuidas en 20 transectos perpendiculares a la línea de costa comprendidos entre Paposo (25,0º S) y Puerto Oscuro (31,5º S), además de 20 estaciones costeras distribuidas entre cada transecto. En 80 estaciones, las capturas fueron nocturnas y en las 20 restantes, las capturas fueron diurnas (**Fig. 4**).

Para establecer la condición diurna y nocturna, se uso la tabla de marea (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada), que determina la hora de salida y puesta del sol para cada latitud y fecha.

De cada muestra, se determinó el volumen húmedo del zooplancton (cm^3 de zooplancton •100 m^{-3} de agua filtrada), valor que permitió establecer la alícuota de la muestra en la que se identificaron y contabilizaron los componentes zooplanctónicos presentes.

El volumen filtrado por la red se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Vf = \pi \quad r^2 \quad \frac{N^o R}{C_C}$$

Donde:

r^2 = radio de la boca de la red al cuadrado.

N^oR = número de revoluciones del medidor de flujo.

C_C = constante de calibración del medidor de flujo.

El número total de zooplancteres y el de cada grupo zooplanctónico, fueron estandarizados en 100 m^3 de agua de mar filtrada.

La dominancia numérica de cada grupo zooplanctónico, fue calculada de la relación porcentual entre la abundancia de cada grupo y el total de zooplancteres encontrados en cada estación.

La constancia o frecuencia de ocurrencia de los grupos, fue determinada de la relación porcentual existente entre el número de estaciones donde se encontró cada uno, respecto del total de muestras.

Ejemplares de cada grupo zooplanctónico fueron medidos mediante oculares graduados de microscopios estereoscópicos, para determinar la talla máxima y mínima de ellos.

3.4 Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento.

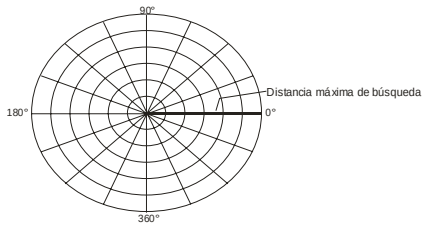
El análisis de las relaciones ambiente-recurso se realiza mediante dos enfoques. El primero consiste en la aplicación de sistemas Geográficos de Información (SIG) para relacionar los distintos planos de información y el segundo mediante una modelación con métodos Aditivos Generalizados (GAM).

3.4.1 Relaciones entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables oceanográficas, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Se efectúo un análisis espacial de la distribución y abundancia del recurso y de las variables bio-oceanográficas temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, clorofila a, zooplancton y fitoplancton. Para ello las variables ambientales fueron estimadas de acuerdo a la profundidad media de los cardúmenes de adultos y reclutas.

Las variables fueron interpoladas mediante los módulos del programa Surfer 8.0. Así, la anchoveta fue interpolada en el área de prospección mediante el método Inverso de la distancia, donde se crean grillas continuas de datos cuya correlación disminuye al aumentar la distancia entre ellos, mientras que las variables bio-oceanográficas se interpolaron con el método Kriging, que se utiliza para datos correlacionados entre sí.

Con el fin de incluir la variabilidad espacial de las variables bio-oceanográficas e incorporar la varianza propia de las estructuras espaciales, se utilizaron variogramas experimentales para la interpolación de la cartografía. Se ocupó el módulo VARIOGRAM del programa Surfer 8.0, y se aplicó una grilla polar omnidireccional. Esta grilla no puede ser desplegada y es solamente usada en el contexto de cálculo del variograma y es de la forma:



Esta grilla polar incorpora la distancia y ángulo de separación de cada par de datos, los que son calculadas de acuerdo a:

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

Ángulo: $$\vartheta = \arctan\left[\frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}\right]$$

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 máximo de búsqueda y con un ángulo de separación entre 0° y 180°. Una vez construidos los variogramas, ajustados los modelos y verificados los valores estimados, se realizó la interpolación de las variables, generando grillas de distribución con una resolución espacial de 0,5 x 1 mn (en sentido longitudinal y latitudinal, respectivamente). Posteriormente, éstas fueron importadas por el programa IDRISI Kilimanjaro (Eastman, 2003).

El mapeo de cada variable implicó la superposición de un vector de costa obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. Cada plano así generado fue reclasificado para favorecer el estudio visual. A la cartografía reclasificada de abundancia de la especie, se le determinó el índice de Ocupación (IOC), por categorías de clases de acuerdo a:

$$IOC_i = \frac{NC_i}{NT}$$

Donde:

IOC_i = Índice de Ocupación de la categoría “i”.
NC_i = N° de pixeles categoria “i”.
NT = N° pixeles positivos totales.

Para determinar si existe asociación entre la distribución del recurso y las variables ambientales, los datos fueron tabulados en una tabulación cruzada o tabla de contingencia, y la existencia de asociación entre frecuencia de anchoveta y 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:

H_0 : No hay asociación entre densidad (especie) y variable oceanográfica.
H_1 : Sí hay asociación entre la densidad (especie) y variable oceanográfica.

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

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

Donde:

O_{ij} : Es la frecuencia observada de la celda que está 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 según lo establecido en la hipótesis nula, asumiendo que esta es verdadera. La estadística de prueba, corresponde a una estadística que se distribuye como una Chi-cuadrado con (*r*-1) (*c*-1) grados de libertad. El criterio de "aceptación o de rechazo" de la hipótesis Nula está dado por: Rechace la hipótesis nula si $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$, al nivel de significación "α" (igual a 0,05 por ejemplo).

Una vez determinada la posible existencia de asociación entre las variables, se cuantifica el grado de asociación observada entre las variables por medio del índice $V\left(Cramer\right)$ (Aguilera, 2001), cuyo rango de variación se encuentra entre 0 y "+1". Valores destacados del índice que corresponden a:

- "0" indica que no existe asociación entre las variables;
- "1" indica que las variables presentan una asociación perfecta.

Por cierto que la proximidad al valor "0" del índice constituirá un antecedente de no asociación existente entre las variables y, por el contrario, una proximidad a "+1" constituirá un antecedente o presunción de alta asociación entre las variables.

Adicionalmente, se realizó un análisis de las frecuencias acumuladas de la distribución de anchoveta respecto de las variables ambientales, de acuerdo a la metodología desarrollada por Perry and Smith (1994).

3.4.1.1 Estimación de los centros de gravedad (CG) de la biomasa de anchoveta.

Una vez realizada la cartografía se procede a calcular los índices estadísticos de los mapas. En el caso de las cartografías de anchoveta se calculó el centro de gravedad de las cartografías (CG), de la siguiente manera:

$$CGn = \frac{\sum_{i=1}^{m} (Lat\,(Long_{in}) * Den_{in})}{\sum_{i=1}^{m} (Den_{in})}$$

donde: CGn = Centro de gravedad del n-ésimo crucero.

$Lat(Long)_{in}$ = Latitud (Longitud) de la i-ésima posición.

Den_{in} = Densidad de anchoveta de la i-ésima posición.

3.4.2. Modelamiento entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales, mediante GAM.

Se estudia el efecto de las variables bio-oceanográficos (temperatura, salinidad, oxigeno, densidad, clorofila, abundancia de fitoplancton y biomasa de zooplancton) y espaciales (latitud, distancia a la costa, profundidad de las agregaciones, profundidad inicio y término termoclina y profundidad mínima de oxigeno) sobre la distribución de la densidad de anchoveta, mediante modelos aditivos generalizados (GAM). El GAM es un método estadístico, similar al de regresión clásica, pero con supuestos distribucionales más generales, además de asumir no linealidad en las covariables. Genéricamente el GAM tiene la siguiente estructura (Hastie & Tibshirani, 1990).

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

La función $g(\cdot)$ es la función de enlace, la cual define la relación 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 estadística exponenciales. El término x_k es el valor de la k-ésima covariable. El término β_0 es un intercepto, y $S_k(\cdot)$ es una función de suavizamiento unidimensional para la k-ésima covariable.

Las variables consideradas como predictoras en el modelo, fueron suavizadas mediante funciones no-paramétricas localmente ponderados (loess) (Hastie y Tibshirani, 1990). Las densidades locales de anchoveta provenientes de la prospección acústica (S_A) fueron transformados a una escala logarítmica, asumiendo una distribución de probabilidad log-normal, con distribución normal y función de enlace identidad (Bertrand *et al.*, 2004).

En atención a que la información bio-oceanográfica fue recolectada en estaciones discretas, se aplicó una interpolación lineal de las variables oceanográficas entre las estaciones cercanas a la posición geográfica y profundidad promedio de las observaciones acústicas de anchoveta. En el caso de la oferta ambiental de alimento, la interpolación se realizó considerando un suavizador tipo spline.

Los criterios de selección de las variables explicativas que aportaron significativamente al modelo se basaron en tres estadísticos que se aplicaron en forma complementaria y consecutiva, según:

- la prueba F basada en la máxima verosimilitud con un nivel de significación del 5%, este estadístico permitió seleccionar las variables que aportaron significativamente al modelo.

- el criterio de Akaike (AIC) usado como complemento al F, y que permite penalizar el número de parámetros en el modelo, por lo que el criterio de selección es escoger el modelo con menores AIC, con este criterio se reducen las variables que intervienen.

- cociente pseudo-R^2, que se obtiene a través de las desvianzas nula y residual, este índice evalúa el aporte de todos y cada término modelado en la variabilidad total.

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

La caracterización de las agregaciones de anchoveta, se efectuó mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones acústicas realizadas durante las transectas de prospección acústica diurna, sus réplicas nocturnas y las intertransectas costeras mediante el sistema de ecointegración Simrad EK500 y fueron procesadas mediante el programa SonarData Echoview®. Versión 3.00.

Un ecotrazo es definido como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponderá a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

4.1 Procedimiento de detección y de asignación de ecotrazos de anchoveta

- Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitan las zonas de detección superior e inferior en el ecograma.
- Revisión y edición de la línea de fondo, la cual debió ser corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, corrigiendo la señal por zona muerta. Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración y detección.
- Revisión y edición de la línea de superficie, la cual fue generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco

del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubica generalmente 3 metros bajo el transductor.

- Limpieza del ecograma, este proceso consistió en definir regiones del tipo “bad regions”, las cuales fueron excluidas de la detección e integración de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido acústico y fuera del contorno de éstos.
- Una vez limpio el ecograma se enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones mediante el modulo Shapes de echoview, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estándar provocaba cortes en la agregación.
- Asignación de s_A: A fin de asignar correctamente los S_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaron el largo de la ESDU (0,5 mn), se procedió a exportar dos tipos de archivos. Uno con “regiones” y otro con “regiones y celdas (ESDU’s)”, debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada “región” la sumatoria de los s_A (PRC_NASC) que esta región generó en cada celda o ESDU.

4.2 Descriptores de una agregación

Se extrajeron descriptores referidos a su posición geográfica, energía, morfometría, batimetría y distancia a la costa.

4.2.1 Descriptores de posición: Están referidas a la posición geográfica de las agregaciones y a la distancia a la costa.

a) Posición: se utiliza la posición media de la agregación referida a latitud (Lat_m) y longitud (Lon_m).

$$Lat_m = Lat(p_m)$$

$$Lon_m = Lon(p_m)$$

Donde: $p_m = (p_s + p_e)/2$

p_m: Ping ubicado en el medio de la agregación

p_s: Ping ubicado al inicio de la agregación

p_e: último ping asociado a la agregación

b) Distancia a la costa**:** Referido a la distancia en el sentido Este-Oeste de la agregación respecto a la referencia costera más cercana. En atención a que las distancias son loxodrómicas se calcula mediante la resolución de trigonometría plana, siendo x = Lon_m cos (Lat_m). La distancia se obtiene mediante la diferencia de las Longitudes de la costa y de la agregación multiplicada por 60 (mn).

4.2.2 Descriptores de energía: Están referidos a la energía retrodispersada de las agregaciones en unidades de S_A (m^2/mn^2) y a la densidad acústica (*Dens*) de las agregaciones referidas en unidades de S_A por área (S_A /m^2), determinadas de acuerdo a:

$$S_A = 4 * \pi * (1852)^2 * 10^{\frac{S\bar{v}_{prom}}{10}} * Altura\ media$$

Donde:

$$Sv_{prom} = 10 * Log(E) \text{ (Db)}$$

$$E = \sum_{i=1}^{N} E_i$$

$$E_i = 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

Altura media= Altura media (m) de la agregación (definida a continuación en descriptores morfológicos).

N: número de muestras utilizadas para calcular Sv_{prom} en la agregación, y

$$Dens = S_A / Area$$

Donde *Area*: Area transversal (m^2) de la agregación (definida a continuación en descriptores morfológicos).

4.2.3 Descriptores morfológicos: Dentro de los descriptores morfológicos extraídos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el área transversal (m^2), el largo (m) y el perímetro (m) donde:

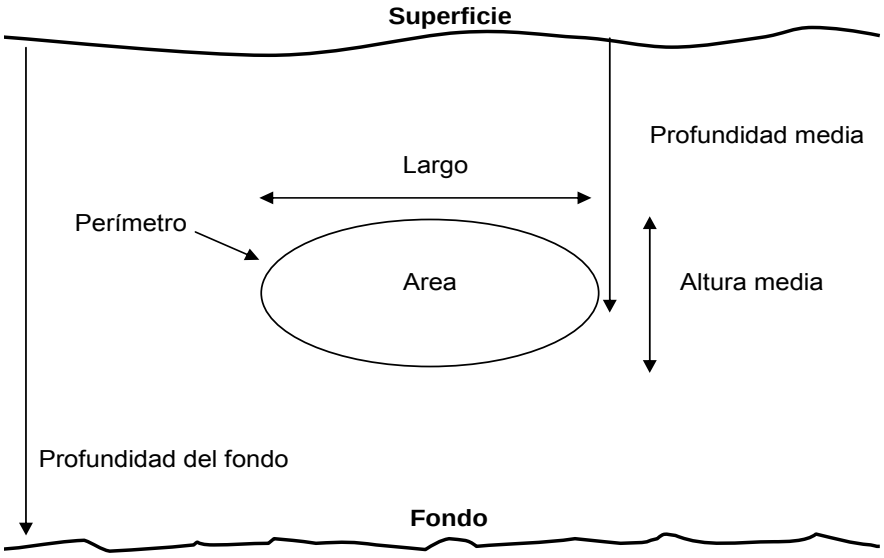
La altura media se define como la altura promedio de todos los pings que conforman la agregación.

$$Altura\ \ media = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} t_i \text{ (m)}$$

Donde

t_i = altura o espesor del ping$_i$

N = número total de pings en la agregación.



Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación

El área de una agregación se obtuvo asociando un rectángulo a cada muestra *S* con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo "*Se*" fue 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 área transversal de la agregación (*Area*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

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

Finalmente se extrajo el largo de la agregación (*Largo*) medida en metros junto al perímetro de éstas (*Perim*) en metros, completando las estimaciones básicas, a partir de las cuales se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación.

La dimensión fractal (*DFrac*) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997):

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

La elongación (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregación y es definido básicamente como la relación entre el largo y el alto, donde valores elevados estarán asociados a agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

$$Elon = \frac{L\arg o}{Alto}$$

4.2.4 Descriptores batimétricos

Los descriptores batimétricos extraídos directamente del ecograma fueron la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calculó el índice de altura (*IndAlt*). Este índice fue utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo pudiéndose determinar si la especie en cuestión presenta dependencia con el fondo marino y se expresa en forma porcentual como:

$$IndAlt = 100 * \frac{(\Pr of.fondo - \Pr of.media)}{\Pr of.fondo}$$

4.3 Análisis de los datos

La muestra fue diferenciada de acuerdo a la hora de detección en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 6:45 horas de la mañana y las 20:00 horas, mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el período restante para completar las 24 horas.

En un primer paso se aplicó estadística descriptiva entregándose valores promedio, máximo, mínimos y sus respectivas dispersiones de las variables analizadas para el día y la noche, respectivamente. Posteriormente los datos fueron analizados de acuerdo a la separación por zonas determinadas con anterioridad para la estimación de biomasa y abundancia. Finalmente se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) separado según condición diurna y nocturna, herramienta que permite resumir la información contenida en los datos y reducir su dimensionalidad (Rencher, 1995), El ACP permitió resumir la información contenida en la matriz de datos y permitir una representación visual o geométrica de la información (Rencher,

1995), preservando las características de la observación original. Esto se efectuó mediante la búsqueda de un grupo de vectores propios (eigenvectors) ortogonales de la matriz de correlación, y que correspondieron a una nueva variable que es la combinación lineal de las variables iniciales. Cada eingenvector es asociado a un eigenvalue, que representa la proporción de la varianza total que es explicada por cada factor (Scalabrin, 1997).

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose nuevas variables que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que fueron trabajadas las diferentes variables. Se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), para determinar los componentes que fueron seleccionados como principales para su posterior interpretación.

VII. RESULTADOS

En atención a que los resultados de algunos de los objetivos se encuentran vinculados entre si y a la importancia de desarrollar el presente capítulo desde el medioambiente hasta los recursos, la entrega de los resultados sigue un orden diferente al de la Metodología, presentándose el Objetivo 3, luego el Objetivo 2, Objetivo 1 y finalmente el objetivo 4.

Objetivo específico B3. *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.*

1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la III y IV Regiones de Chile durante el verano del 2010. (Objetivo B3).

1.1 Dinámica de los vientos

Los vientos horario medidos sobre el track de navegación **(Fig. 5)**, de intensidad débil (< 5 m/s) y moderada (5 a 10 m/s) se distribuyeron a lo largo de toda la costa con un porcentaje similar, 52% y 41%, respectivamente mientras que los vientos de intensidad fuerte (> 10 m/s), medidos en un bajo porcentaje de sólo el 3%, estuvieron ubicados al sur de los 28°S. Respecto a la dirección de ellos, predominó ampliamente el viento con dirección favorable a la surgencia, es decir del segundo y tercer cuadrante, el cual alcanzó un porcentaje del 78% de los registros.

Los índices de surgencia promedio por latitud (IS) se muestra en la **Figura 6a**. El menor IS fue de sólo 158 m^3/s por 1000 m de costa (en adelante sólo m^3/s) en el extremo sur de la zona, sin embargo, el máximo se midió inmediatamente al norte y fue de 965 m^3/s centrado en los 30°30'S. En general, el resto de los IS promedio en la zona estuvieron entre 332 y 596 m^3/s. Los valores del índice de turbulencia (IT) **(Figura 6b)** tuvieron un rango de 83 a 392 m^3/s^3, y son coincidentes con la ubicación del mínimo y máximo de IS señalados anteriormente.

1.2 Condiciones hidrográficas en superficie y en la vertical *in situ*

1.2.1 Condiciones hidrográficas superficiales

a) Temperatura superficial

La temperatura superficial del mar (TSM) **(Figura 7a)** tuvo un rango de valores para la zona de estudio que fue de 13,5° a 21,2°C. El mínimo se midió en la estación costera (1 mn) en la transecta 36, que corresponde a la latitud 30°50'S, y el máximo a 20 mn frente a la bahía de Copiapó.

La franja más costera, primeros 5 mn, que va de rada Paposo a Puerto Carrizal Bajo registra valores menores a 17°C, mientras que hacia el sur esta TSM disminuye en 1°C hasta punta Farellones y disminuye a menores de 15°C desde esa localidad hasta el límite sur de la zona. En general, las mayores TSM se ubican en el sector oeste, siendo las mayores aquellas que se ubican entre rada Paposo y caleta Peña Blanca, que es donde las TSM superan los 17°C. Se observan focos de máximos que superan los 20°C en rada Paposo, Caldera y bahía de Copiapó. Es esta área, por tanto, se registran los mayores gradientes horizontales de TSM entre la costa y las 20 mn. Desde Huasco al sur se presenta el área más fría de la zona y con bajos gradientes este-oeste.

b) Salinidad Superficial

Esta variable **(Figura 7b)** registró un rango total de valores medidos entre 34,3 y 34,85 psu. La salinidad máxima se localizó en la estación de 10 mn, sección 13, que corresponde a la latitud 27°S. El mínimo se midió en la estación de 1 mn en la transecta 39 (31°20'S).

Las mayores salinidades se registraron en la mitad sur de la zona y abarcan el área entre Rada Paposo y Huasco, donde las salinidades superan los 34,5 y alcanzan el máximo señalado en sector oeste frente a la bahía de Copiapó. En esta última localidad se forma un foco de máxima salinidad (> 34,7 psu) como también desde punta Ballenita al norte. Al sur de Huasco la salinidad disminuye notoriamente como también los gradientes de salinidad en un sentido norte- sur y este-oeste. En esta área predominan valores mayores a 34,4 con focos de menor salinidad en punta Farellones, frente a Río Limarí y en caleta Maitencillo de Coquimbo.

c) Densidad

La densidad superficial **(Figura 8a)** presentó un rango total de 24,3 a 25,85. El mínimo se midió en la estación de 20 mn frente a bahía de Copiapó y el máximo en la estación de 1 mn en la última sección (31°30'S). En general, los mayores gradientes de densidad superficial se observaron entre los 26°30'S y 28°20'S dada la existencia de focos de baja densidad ubicados hacia el extremo oeste y que avanzaron hacia la costa. Lo mismo ocurrió hacia el extremo norte de la zona. Focos de alta densidad se ubicaron entre Tal Tal y Chañaral. Al sur de los 28°30'S la densidad aumentó notoriamente en la zona, con valores de sigma-t superiores a 25, ubicándose focos de máximos relativos (> 25,4) en caleta Inglesa y desde punta Farellones al sur.

d) Oxígeno disuelto superficial

En el mes de febrero de 2010, las aguas del nivel superficial presentaron un rango de concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre 2 y 7 ml/l **(Figura 8b)**. Las concentraciones más altas, > 6 ml/l, se ubicaron en dos focos, uno en punta Totoralillo, donde además se registró el máximo del muestreo, y en las estaciones 76 y 78 al norte de punta Farellones.

Los focos de concentraciones < 5 ml/l se observaron repartidos a lo largo de toda la zona costera del muestreo. Desde el extremo norte, se observó un extenso foco entre rada Paposo y Caldera, donde además se registraron las concentraciones las más bajas del muestreo, < 3 ml/l, en torno a punta Ballenita. Hacia el sur, otros focos de concentraciones < 5 ml/l se observaron al sur de bahía Salada, en un pequeño foco en las 5 mn de T21 al norte de Huasco, en el sector de caleta Peña Blanca a caleta Inglesa, el que se extendió casi hasta las 20 mn y un extenso foco entre punta Farellones y punta Pozo en el extremo sur del muestreo, con valores mínimos < 4 ml/l. En el sector oceánico destaca un foco de 4 ml/l en las 20 mn de T29 en Coquimbo.

1.2.2 Condiciones hidrográficas verticales

a) Distribución de la isolínea de 1 ml/l

En enero de 2010 la profundidad de la isolínea de 1 ml/l **(Figura 8c)** que representa el límite superior de la capa de mínimo OD fluctuó entre 7 y 109 m. En la mayor parte del sector costero de las primeras 5 a 10 mn, desde rada Paposo hasta punta Farellones se presentaron profundidades < 40 m, registrándose los menores niveles, < 20 m, en el sector de punta Ballenita-T6 y T7, donde además se ubicó el mínimo del muestreo, y < 30 m en: Bahía de Copiapó, en T24 al norte de caleta Inglesa, y en

T32 al norte de punta Farellones. Hacia el sector oceánico se observó un marcado gradiente, el que alcanzó profundidades de 70 m, más un pequeño foco > 80 m en las 20 mn de bahía Salada. En este sector las menores profundidades se observaron en los 26°S con > 50 m, entre caleta peña Blanca y caleta Inglesa < 50 m, y en los 29°40'S al norte de Coquimbo-T29 con < 60 m.

Desde punta Farellones al sur el nivel de profundidad aumenta con respecto al sector norte y central del área de estudio. En el sector costero salvo por punta Pozo, 37 m, el resto de las estaciones fluctuaron entre 52 y 91 m, este último nivel ubicado en caleta Maitencillo de Coquimbo, generó un foco costero de mayor profundidad. En el sector oceánico se observó un foco de mayor profundidad en las 20 mn de río Limarí, el único que superó los 100 m ya que hacia el sur el nivel de profundidad disminuyó gradualmente hasta los 52 m en T39.

b) Capa de mezcla

La capa de mezcla (CM) **(Figura 9a)** fue en general menor a 10 m, con un máximo de 21 m en la estación de 20 mn en los 29°40'S. La CM presenta 3 focos de valores mayores a 10 m en el área más oeste de la zona que son uno entre Caldera y caleta Peña Blanca, el segundo entre punta Totoralillo a Coquimbo y entre los 30° y 31°S. El área desde el extremo norte hasta Caldera registró sólo una CM < 5 m

c) Características de la termoclina

El espesor de la termoclina (ET) **(Figura 9b)** tuvo un máximo de 31 m en la estación de 10 mn frente a rada Paposo. En general fue de un espesor entre 5 y 15 m con focos de mayor espesor en rada Paposo, Caldera, que es también él de mayor tamaño, y en caleta Maitencillo de Coquimbo. Los focos de ET < 5 m se presentaron en la franja más costera, de no más de 5 mn de ancho, entre Taltal y punta Obispo, y desde Río Limarí (30°40'S) al sur.

La temperatura base de la termoclina (TBT) **(Figura 9c)** registró un amplio rango total que fue de 12,4° a 18,4°C, sin embargo el rango predominante en la zona fue de 13° a 15°C. El área de rada Paposo a Caleta Inglesa (29°S) tuvo las mayores TBT en la zona, área en donde se superó los 15°C, excepto entre Chañaral y bahía Copiapó en donde se midieron TBT <14° en una estrecha franja costera. Al sur de caleta Inglesa, el rango general de TBT fue de 13° a 14°C, con focos de temperatura menor a 13° frente a Coquimbo y en la última sección de la zona.

La profundidad base de la termoclina (PBT) **(Figura 10a)** presentó valores extremos de 5 a 44 m, aunque el rango general observado en el área fue de 10 a 30 m en la mayoría de las mediciones. Las menores profundidades se ubicaron siempre en la costa, aumentando hacia el oeste, donde el foco de menor PBT estuvo en caleta Inglesa. El máximo PBT, > 40 m, se localizó como foco frente a Coquimbo.

El gradiente promedio de la termoclina (GPT) **(Figura 10b)** registró un rango total de 0,1 a 0,65°C/m, con un amplio predominio de valores entre 0,2 a 0,4°C/m. Los mayores GPT, > 0,4°C/m, se ubicaron en focos pequeños en la costa de punta Ballenita, caleta Inglesa y Coquimbo. Valores de GPT < 0,2°C/m se ubicaron, en general, como focos aislados con la excepción del área al sur de los 30°S donde predominó el rango 0,1 a 0,2°C/m.

El máximo gradiente de la termoclina **(Figura 10c)** (MGT) registró un amplio rango de valores, entre 0,1 a 1,7°C/m. De Arica hasta los 29°S (caleta Inglesa) el MGT tuvo un predominio de valores entre 0,4 a 1°C/m. Al sur de esta latitud, los valores de MGT en el rango anterior se ubicaron en la costa entre caleta Inglesa y Coquimbo, mientras en el resto del área predominaron valores < 0,4°C/m, con la presencia de focos aislados de mayor gradiente.

La profundidad del gradiente máximo de la termoclina (PGMT) se muestra en la **Figura 10d**. Esta variable tuvo un rango de valores entre 2 y 40 m. El máximo se midió en la estación de 20 m en la latitud de 29°40'S, al sur de punta Totoralillo, mientras que las menores profundidades, < 10 m, estuvieron en la franja costera. Entre el límite sur y los 29°S hubo un predominio de profundidades entre 10 y 20 m, mientras que al sur de esa latitud la profundidad aumentó a un rango parcial entre 20 y 30 m.

d) Temperatura Vertical

La distribución vertical de temperatura por transecta se muestra en la **Figura 11**. En todas las secciones se observó un fuerte gradiente térmico que fue más intenso en aquellas ubicadas en la mitad norte de la zona y que tuvieron un espesor variable, pero que no se ubica más abajo del nivel de 50 m. En superficie, las mayores temperaturas se localizaron en la sección de caleta bahía de Copiapó (T15), en donde en el sector más oeste se midió en forma exclusiva valores > 21°C. La temperatura en el nivel de 500 m disminuyó de norte a sur y es cercana a 8°C en todas las secciones. En las secciones 1 a 25, se registró bajo el nivel de 100 m una notoria pendiente negativa de las isotermas (transectas 9 y 27 sólo con datos profundos en la estación de 20 mn), mientras que desde la sección 29 al sur la pendiente fue positiva o con tendencia a ubicarse en forma paralela a la superficie. En la capa superficial de los primeros 30 m, las isotermas presentaron ascensos hacia la superficie, los que fue en general de baja pendiente y ocurrió en las primeras 10 mn desde la costa. El ascenso indicado fue más intenso en las secciones al sur de la zona.

e) Salinidad vertical

La distribución de salinidad en la vertical se muestra en la **Figura 12**, y en ella se ve la presencia de dos núcleos bien desarrollados a lo largo de toda la zona. En la capa superficial predomina un núcleo de agua de baja salinidad relativa, de valores entre 34,3 a 34,7. El espesor de este núcleo es variable, aumentando de norte a sur y también su cobertura espacial en la sección. Es así como en Arica este núcleo fue delgado con no más de 30 m y de salinidades entre 34,5 a 34,7, ubicado más hacia el oeste de la sección. Hacia la última sección, en cambio, en el extremo sur, este núcleo se hizo más intenso y de mayor espesor, con valores de salinidad < 34,4 que forman un núcleo de 70 m y que abarcó las 20 mn de la sección. Las secciones 7 y 9 son las que presentaron más disminuido el núcleo de mínima, mientras que las de mayor participación fueron las transectas 33 a 37 (de punta Farellones a los 31°S).
El núcleo de máxima subsuperficial, >34,8, se presentó desarrollado en la zona. En el extremo norte tuvo un espesor de 250 m y centrado en los 150 m de profundidad, no obstante este disminuyó de intensidad de norte a sur. En algunas secciones este núcleo cruzó toda la sección, sin embargo en las secciones 35 y 37 no apareció o estuvo muy disminuido, aun cuando estuvo presente en la sección 39 con un espesor de sólo 70 m, aproximadamente. En la costa de las secciones 1 a 9 (rada Paposo a Chañaral) se vio participación en la superficie de salinidades entre 34,7 a 34,8, sin embargo en el resto de la zona predominaron salinidades bajas que fueron inferiores a 34,6.

f) Densidad vertical

La distribución de densidad **(Figura 13)** mostró una capa superficial de al menos 50 m de espesor bien estratificada a lo largo de toda la zona, la cual tuvo una picnoclina más intensa en la mitad norte de la zona, que es donde se encontraron las menores densidades en superficie (< 25). En tanto, la isopicna de 26 kg/m3 se localizó en el nivel entre 50 y 70 m en el borde oeste pero disminuyó su profundidad hacia la costa.

En este sentido, las secciones 11 a 21 y 35 a 39 son las que registraron la mayor pendiente de las isolíneas. Se destaca el hecho que hubo una notoria pendiente negativa de las isopicnas ubicadas bajo los 100 m de profundidad en las secciones 1 a 25, en la cual hubo una diferencia de nivel entre el borde oeste y este de 100 m en algunos casos. Las secciones 9 y 27 no tuvieron datos en la estación de 10 mn, lo que no permite observar la tendencia de las isopicnas. Desde la sección T29 al sur hubo una situación de paralelismo de las isolíneas de densidad con la superficie.

g) Distribución vertical del oxígeno disuelto

La distribución vertical del OD se presenta en la **Figura 14**. En ella se observa que toda la zona contó con fuertes gradientes óxicos, concentraciones entre 1 y 5 ml/l, los que tendieron a hacerse más someros hacia la costa. No se observa una clara tendencia a debilitarse hacia el sur, siendo los gradientes menos intensos los de las transectas T33 y T35. La capa superior más oxigenada de concentraciones > 5 ml/l estuvo presente en todas las transectas, aunque en algunas de ellas como en T7, T9, T23, T29 y T31, estuvo muy restringida a alguna estación y/o a sólo los primeros metros. Salvo las secciones señaladas la capa oxigenada presentó espesores de entre 20 y 30 m. Dentro de esta capa concentraciones mayores a 6 ml/l sólo fueron detectadas en un pequeño núcleo costero de T27.

Concentraciones < 5 ml/l interceptaron la capa superficial entre las transectas T3 a T13 afectando la primeras 1 a 5 mn, salvo T7 donde el ascenso de las isolíneas afectó las primeras 10 mn, alcanzando la profundidad de la isolinea de 1 ml/l su menor nivel, 10 m en la estación de 5 mn, en tanto hacia la costa el OD aumentó dentro de los 30 primeros metros, pero manteniendo concentraciones < 3 ml/l.

Hacia el sur el ascenso del gradiente fue más importante en T23 donde su efecto abarcó las primeras 10 mn, en T25, T29 y de T31 a T39, registrándose en todas las estaciones costeras de estas últimas transectas concentraciones < 5 ml/l.

El límite inferior de la capa de mínimo OD, concentración de 1 ml/l, se registró en la mayoría de las transectas bajo los 400 m, siendo esto más notorio desde T33 al sur.

h) Masas de agua

Los diagramas T-S por sección perpendicular a la costa se muestran en la **Figura 15**. En ellos se ven tres principales masas de agua en la vertical que comprende el muestreo de 500 m de profundidad. Estas son: agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS). El AST participó en forma discreta en todas las transectas. Las secciones 13 a 19 son las que sobresalen con una participación mayor en relación a las otras, pero esto fue en una o dos estaciones de la sección. De la sección 29 al sur la participación de AST fue la menor de toda la zona. El AESS registró participación en todas las secciones pero lo hizo disminuyendo su intensidad de norte a sur. Esta masa de agua se ubicó bajo el AST y el ASAA. En las secciones 1 a 9 participó en forma más intensa, desplazando en la mezcla al AST, que fue siempre baja, y al ASAA. El ASAA fue la masa de agua que participó en forma más intensa en la mezcla en todas las secciones y se localizó bajo el AST cuando ella estuvo presente. Su participación aumentó de norte a sur, haciéndose máxima desde la sección 21 hacia el sur y ocupó prácticamente toda la capa superficial. En las secciones 1 a 9 se vio disminuida respecto a la participación de AESS.

Los porcentajes de participación de masas de agua (PPMA) de las tres masas de agua indicadas, se muestran, por transecta, en la **Figuras 16 a 18**. El AST **(Figura 16)** se presenta en la zona como un núcleo superficial de baja participación en la

mezcla. El máximo PPMA en superficie se midió en la sección 15, bahía de Copiapó, en donde se superó el 60% en el área oeste. En las secciones de más al norte, los máximos PPMA llegaron a 50%, mientras que hacia el límite sur de la zona estos fueron de entre 20% y 30%. Siempre los mayores PPMA en cada sección se midieron en el lado oeste, mientras que hacia la costa las isolíneas ascendieron evidenciando una menor participación de esta masa de agua. Desde la sección 17 (bahía Salada) hacia el sur disminuyó rápidamente la participación de AST, siendo la de menor porcentaje la sección 29 (29°40'S) en donde no se superó el valor de 20%. En la vertical, el AST llegó hasta una profundidad no mayor a 50 m con un PPMA de 10%, aunque en las secciones 1 a 15 los PPMA < 10% llegaron hasta una profundidad de 100 a 150 m, y hacia el sur esta no superó los 100 m.

El ASAA **(Figura 17)** se ubicó también en la capa superficial con una fuerte participación que abarca, en general, los primeros 150 a 200 m con PPMA > 10%, aunque en la sección 1 a 7 se superó este nivel. Valores de PPMA < 10% llegaron hasta los 450 a 500 m de profundidad. Los máximos PPMA se registraron en un núcleo superficial, aunque en las secciones 3, 5, 21 y 24 el núcleo fue subsuperficial. Los mayores PPMA superaron el porcentaje de 60% en las secciones del borde sur de la zona, mientras que hacia el norte este superó el 40%. Las isolíneas de PPMA mostraron una pendiente positiva en la costa lo que señala una mayor participación en la mezcla en esa área. Se destaca en las secciones 1 y 3 la pendiente negativa de la isolíneas de 10% desde las 10 mn hacia la costa. En la sección 15 se aprecia un PPMA menor en 10% de ASAA en comparación con las secciones contiguas.

El AESS **(Figura 18)** se presentó con los PPMA más altos de tres masas de agua en toda la zona. Su núcleo > 80% se ubicó a nivel subsuperficial y centrado en los 200 m, con un espesor de 200 a 250 m en el límite norte de la zona, disminuyendo hacia el límite sur a sólo 100 m, sin presentarse en la sección 35 y muy disminuido

en las secciones 33 y 37. En general, el núcleo de máxima participación fue de mayor espesor hacia el lado este de las secciones. Las secciones 15 y 25 mostraron este núcleo que no llegó a las 20 mn y la sección 22 fue la única que tuvo el núcleo en el sector más oeste y no llegó hacia la costa. Las secciones, en general, registraron un ascenso de las isolíneas en el área costera lo que señala mayor participación de AESS en la costa respecto del área más oeste a ese nivel de superficie, lo que fue más intenso desde la transecta 31 al sur. La capa superficial tuvo las menores PPMA, registrándose en la mitad norte un PPMA < 10% en ese nivel, destacándose las transectas 13 a 19 que tuvieron los menores porcentajes. La sección 19 no registró participación de AESS en los primeros 20 m de profundidad entre las 10 y 20 mn. La sección 7 registró el mayor PPMA en superficie con porcentajes > 40% en las primeras 10 mn. Esta misma sección tuvo los mayores PPMA, cerca de 60%, en el nivel de 500 m, él que disminuyó a < 50% en las restantes transectas.

1.2.3 Clorofila y feopigmentos

a) Distribución superficial de clorofila y feopigmentos

La clorofila-a (cloa) superficial **(Figura 19a)** presentó un rango de concentraciones entre 0,1 y 6,6 µg/l. En el sector costero entre rada Paposo y punta Farellones se observó una franja casi continua de concentraciones > 1 µg/l, interrumpida sólo en los 26°S- T6 y T7, en los 26°30'S- T10 y T11, y en Caldera donde las concentraciones fluctuaron entre 0,2 y 0,5 µg/l.

La franja productiva, > 1 µg/l, en general fue muy costera, primeras 5 mn, extendiéndose como máximo hasta las 10 mn en T23-caleta Peña Blanca y en T29-29°40'S. En ella las mayores concentraciones, > 5 µg/l, se registraron en Chañaral, mientras que focos > 4 µg/l se registraron al norte de bahía Salada, en el entorno a punta Totoralillo y en los 30°S al norte de punta Farellones.

En el sector oceánico concentraciones ≥ 0,5 µg/l se extendieron hasta las 20 mn: entre Taltal y Chañaral, en T21 al norte de Huasco, en T29-29°40'S y en el sector de punta Farellones, registrándose además en las 10 mn de esta última localidad un pequeño núcleo > 1 µg/l, mientras que en punta Obispo los valores > 0,5 µg/l superaron las 10 mn. En el resto de las transectas las concentraciones descendieron hasta 0,2 µg/l.

Al sur de punta Farellones hasta los 31°S se extiende una zona de pobreza costera con concentraciones < 0,5 µg/l. Entre caleta Maitencillo de Coquimbo y punta Pozo se registró un gran foco de concentraciones > 0,5 µg/l, con un máximo > 1 µg/l en las 10 mn de T39.

La distribución de feopigmentos (feop) superficiales **(Figura 19b)** en general presentó concentraciones bajas, con un rango de entre 0 y 0,96 µg/l. En general se observaron sólo dos sectores con focos de feop > 0,5 µg/l, en la parte norte del área de estudio un pequeño foco se ubicó en Chañaral y en la parte sur tres focos se ubicaron entre caleta Inglesa-29°S y los 29°40'S. En el resto de la zona costera se observaron numerosos focos > 0,2 µg/l, los que abarcaron una mayor área entre rada Paposo y Chañaral y entre los 29° y 30°S.

b) Distribución superficial de fluorescencia *in vivo*

La fluorescencia in vivo (fliv) **(Figura 19c)** presentó un rango superficial de 0,2 a 10,5 volt. Una buena parte del sector costero entre rada Paposo y punta Farellones tuvo valores > 2 volt, con las excepciones de: punta Ballenita a los 26°S, 26°30 al sur de Chañaral, Caldera-27°S, 28°10 al sur de puerto Carrizal Bajo, y en los 28°50'S al norte de caleta Inglesa. Hacia el sector oceánico los valores descendieron hasta < 0,5 volt en las 20 mn de bahía de Copiapó y de Caleta Inglesa, mientras que desde Taltal a punta Ballenita, en Huasco y punta Farellones los valores > 2 volt alcanzaron las 20 mn.

Los focos de mayores valores, > 10 volt, se ubicaron en la estación costera de Chañaral y de bahía de Copiapó, siguiéndole a éstos un foco > 9 volt en el entorno de punta Totoralillo y uno > 7 volt en T31 al sur de Coquimbo. Varios focos > 3 volt se registraron en: rada Paposo, Taltal y punta Ballenita, de Huasco a caleta Peña Blanca y en las 10 mn de punta Farellones.

En el sector costero, 1 mn, desde punta Farellones al sur los valores de fliv fluctuaron entre 0,3 y 1,4 volt con predominancia de los valores < 1 volt, los que se extendieron hacia el sector oceánico en T39, en resto de éste sector fuera de las 5 mn se mantuvo con valores > 1 volt.

c) Distribución de Clorofila Integrada

La clorofila integrada (cloaint) **(Figura 20a)** tuvo un estrecho rango valores entre 8 y 86 mg/m². Se observó un pequeño foco de > 80 mg/m² en las 5 mn de rada Paposo más otro de mayor tamaño ubicado en el sector más costero de punta Totoralillo. Focos de cloaint > 40 mg/m² se registraron en las 20 mn de Taltal y Chañaral y en sector costero de bahía de Copiapó, en los 27°50'S al sur de bahía

Salada y entre caleta Inglesa y T29 al norte de Coquimbo. El resto del sector fluctuó en torno a los 20 mg/m².

Los feopigmentos integrados (feopint) **(Figura 20b)** tuvieron un rango de valores entre 5 y 33 mg/m². De éste, focos de > 20 mg/m² se repartieron entre Taltal y Chañaral abarcando hasta las 20 mn en ambas localidades. Otros focos > 20 mg/m² se registraron en el sector costero entre Caldera y puerto Carrizal Bajo, en caleta Peña Blanca, en caleta Inglesa y entre punta Totoralillo y Coquimbo. Los demás sectores presentaron valores < 20 mg/m².

d) Distribución vertical de clorofila

La distribución vertical de cloa se presenta en la **Figura 21**. Este pigmento tuvo un rango total de concentraciones entre 0 y 7,41 µg/l. De las veinte transectas, cuatro de ellas presentaron concentraciones máximas > 0,5 µg/l, T7, T13, T35 y T37, siendo la más pobre de todas T13. Siguiendo en el rango de concentraciones, tanto T11 como T39 presentaron amplios núcleos de concentración > 0,5 µg/l, más un pequeño núcleo > 1 µg/l ubicado en los 10 y 0 m de las 10 mn. Luego un núcleo > 1 µg/l se registró en las 10 mn en T33, el que se extendió hasta las 5 mn con un espesor > 10 m. En las restantes transectas al menos se registró un núcleo costero de concentraciones > 1 µg/l.

Estos núcleos principalmente superficiales tuvieron espesores de entre 10 y 20 m, con extensiones variables hacia el oeste. Los de mayor tamaño fueron los de las dos transectas del extremo norte T1 y T3, alcanzando las 10 mn más un núcleo subsuperficial ubicado en los 20 m de las 20 mn, separado del núcleo costero con concentraciones máximas > 1 y > 2 µg/l respectivamente. Luego en la zona central, el núcleo de T23 sobrepasó los 10 m de espesor dentro de las 10 mn, al igual que T29.

En el sector oceánico un tercer núcleo, > 1 µg/l, subsuperficial, a parte de T1 y T3, se registró en los 10 m de T9, aunque de menor tamaño que los anteriores.

Las mayores concentraciones del muestreo, > 5 µg/l, se registraron en T9, T27 y T29, estos dos últimos subsuperficiales. Luego siguió T31 con > 4 µg/l, T15 > 3 µg/l y T1 > 2 µg/l.

e) Distribución vertical de feopigmentos

La distribución vertical de feop se presenta en la **Figura 22**. En general la concentración de feop fue muy inferior a la cloa, con un rango entre 0 a 1,13 µg/l. Las mayores concentraciones, > 1 µg/l, se registraron en un pequeño núcleo costero en T9, siguiéndole en concentración pequeños núcleos costeros > 0,5 µg/l en T1, T25, T27 y T29, este último el de mayor tamaño abarcó las 10 mn con un espesor de entre 5 y 10 m. En el resto de las transectas los valores fluctuaron en torno a 0,2 µg/l.

f) Distribución vertical de fluorescencia *in vivo*

La distribución vertical de fluorescencia *in vivo* (fliv) se presenta en la **Figura 23**. Este año los núcleos > 3 volt, no sobrepasaron los 30 m y estuvieron presente en trece de las veinte transectas, con extensiones hacia el oeste variables desde una milla en T9, T17, T19 y T21 hasta abarcar las primeras 10 mn como en T23 o las últimas 10 mn como en T3. Los valores más altos superaron los 10 volt, en dos núcleos ubicados en las estaciones costeras de T9 y T27, el último subsuperficial. Les siguieron en valor los núcleos de fliv > 5 volt que se registraron en T1, T3, T19 a T23, T33, T15, T29 y T31 estos tres últimos los de mayor tamaño al superar las 5 mn. Los valores más bajos se registraron en las transectas T13, T35 y T37 con máximos > 1 volt, siguiéndole T7, T11, T25 y T39 con núcleos de fliv > 2 volt.

En el sector oceánico núcleos de fliv > 3 volt se registraron en los 20 m de T1 y T3, mientras que núcleos > 2 volt se observaron en las 20 mn de T5, T9, T11 y T21.

g) Asociación de clorofila v/s fluorescencia *in vivo*

Para la zona comprendida entre rada Paposo y punta Pozo el análisis exploratorio de los datos ploteados sugirió como mejor modelo una relación lineal para los ajustes. En el primer caso entre la cloa v/s fliv con los datos de superficie, el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0{,}8527 (r \cong 0{,}92)$ **(Figura 24a)**, relación que bajó levemente a un $R^2 = 0{,}8324 (r \cong 0{,}91)$ al utilizar todos los datos disponibles **(Figura 24b)**. De ambas asociaciones se puede calcular que el equivalente al valor de fliv de 3 volt es una concentración de cloa estimada de 1,4 y 1,2 µg/l respectivamente, mientras que a un valor de fliv de 10 volt el valor de cloa estimada sería de 4,8 y 4,2 µg/l.

En ambas relaciones hacia los valores bajos de cloa y fliv, aumenta la dispersión, disminuyendo el grado se asociación lineal entre ambas, lo que se traduce en que la representatividad del valor de fliv estimado como cloa disminuye.

1.3 Información satelital del periodo del crucero

a) Temperatura superficial del mar

La TSM satelital **(Figura 25)** muestra una franja de 20 mn de agua más fría, desde < 15°C en la costa y limitada hacia el oeste por la isoterma de 18°C, a lo largo de toda la zona que está presente en las cuatro semanas. En la última semana del mes esta franja se hizo más débil debido a un aumento de las TSM a > 16°C. Así también, las dos primeras semanas mostraron una isoterma de 18°C más pegada a la costa entre Taltal y caleta Inglesa, pero hacia el sur se abrió hacia el oeste hasta alcanzar los 74°W. Desde la tercera semana, esta isoterma de 18°C se acercó desde las 80 mn, en la latitud de Coquimbo, hasta las 20 mn hacia la costa. El área de Coquimbo registró las menores TSM durante la segunda y tercera semana del mes. En la primera y segunda semana se observa un núcleo de máxima TSM > 21°C en el sector oceánico que llegó hasta los 73°W y que se extendió en forma de lengua angosta hacia el sur y alcanzó hasta los 28°S. En la tercera semana este núcleo de máxima se contrajo hacia el norte, pero en la cuarta semana la TSM aumentó considerablemente en toda la zona, pues el núcleo de máxima se hizo más intenso, agrandando su cobertura espacial abarcándo prácticamente toda el área desde el límite norte hasta los 27°S. La isoterma de 19° y 20°C se desplazó hacia el sureste, alcanzando la latitud de Coquimbo por el oeste y llegando hasta las 40 mn de la costa desde Taltal hasta Huasco.

b) Anomalía del Nivel del mar y circulación geostrófica superficial

Durante el mes de febrero se aprecian giros y estructuras de meso escala que cambian en posición y/o intensidad durante el período del crucero **(Figura 26)**. La presencia y distribución de estas estructuras provocaron un flujo geostrófico en distintas sentidos e intensidades. Las menores velocidades se midieron en la primera semana (< 10 cm/s) mientras que las mayores (> 20 cm/s), en general, ocurren en la

segunda y tercera semana asociadas a los giros ciclónico y anticiclónico ubicados en el sector oceánico. En la primera semana se destaca en la zona una tendencia general hacia valores neutros en la anomalía del nivel del mar (ANM) con la presencia de una estructura anticiclónica de ANM positiva > 3 cm en la costa entre Chañaral y Caldera y otro al oeste de los 74°W y al sur de los 31°S. Un giro ciclónico débil con ANM < 3 cm se aprecia frente a Caldera centrado en los 74°W. En la segunda semana hubo un incremento en la altura del nivel del mar pues las ANM fueron en general positivas y > 3 cm en gran parte de la zona, con excepción de áreas de ANM negativas asociadas a giros ciclónicos débiles frente a Taltal, Caldera y Coquimbo, los tres ubicados entre los 72° y 74°W. En la tercera semana todas las alturas del nivel del mar disminuyeron. Si bien se mantuvo el tipo de anomalía, las positivas se hicieron casi neutras mientras que las negativas se intensificaron en los giros ciclónicos señalados, especialmente los de Caldera y Coquimbo. En la cuarta semana, las ANM se mantuvieron similares a las de la semana anterior, con un leve descenso en la costa entre Taltal y Huasco, mientras que al sur de esa área las anomalías positivas se incrementaron levemente.

c) Clorofila satelital

La cloa satelital **(Figura 27)** registró en las cuatro semanas una franja costera de al menos 20 mn de ancho con una concentración mayor a 1 µg/l a lo largo de toda la zona, con máximos que superaron el valor de 5 µg/l. Al sur de los 31°30'S las concentraciones de cloa disminuyeron notoriamente en las imágenes con información de esa área. En la primera semana se destaca un filamento de agua con concentraciones altas que nace de un núcleo en la costa de Coquimbo y que se proyectó hacia el noroeste de la zona con un largo de, al menos, 50 mn. En la segunda semana no se aprecia este filamento, pero sería debido a la nubosidad. Sin embargo, en las dos últimas semanas del mes las extensiones de focos de alta concentración entre Caldera y Coquimbo se mantuvieron o se proyectaron aun más

hacia el oeste. En las cuatro semanas, las concentraciones en el sector más oceánico se mantuvieron por sobre los 0,5 µg/l, incluso con focos de concentración > 1 µg/l. Sin embargo, en la última semana hubo una tendencia hacia valores más bajos en las concentraciones en esa área, en relación a las semanas anteriores.

1.4 Información satelital histórico de los cruceros RECLAN

a) Temperatura Superficial del Mar (TSM) satelital y de cruceros

La información de cruceros RECLAN y satelital del período de febrero/marzo entre los años 2006 y 2010 **(Figuras 28 y 29)** permite analizar el comportamiento de la TSM en la zona de estudio.

Durante febrero de 2006, el desarrollo de una banda costera bien definida permitió apreciar una surgencia acotada a la plataforma continental relacionada a TSM menores de 18ºS, con la penetración desde el oeste de aguas de TSM mayores de 20ºC a lo largo de toda la zona. La banda de agua fría incrementó su extensión hacia el oeste asociada a un filamento que se desarrolló desde caleta Inglesa y que alcanzó hasta los 73°W **(Figura 28)**.

El patrón espacial para la TSM descrito anteriormente fue similar al observado durante febrero de 2007, cambiando posteriormente en marzo desde bahía Salada hacia el sur, donde la proyección de aguas surgentes (< 16ºC) atravesó la plataforma continental, donde la isoterma de 18°C llega hasta los 73°W. Especialmente intensa fue la lengua de surgencia que afloró desde punta Farellones (< 14ºC), y se proyectó hacia el noroeste, proceso que es evidente tanto en datos de crucero como satelital **(Figuras 28 y 29)**.

En febrero de 2008, se repitió el patrón espacial con una banda costera desarrollada

pero no intensa, tal como ocurrió en 2006, con afloramiento de agua en la costa y penetración de aguas oceánicas (> 18ºC) en algunos puntos. Se destacan en este periodo las aguas frías (< 16ºC) que se encuentran en el sector de caleta Inglesa, las que fueron producto de la surgencia local. La banda costera limitada con algunos puntos de surgencia y penetración de aguas oceánicas se observó también en febrero de 2009 y en el último crucero de febrero de 2010. En estos dos últimos periodos, a diferencia de febrero de 2008, una intensa surgencia se desarrolló desde punta Farellones (< 14ºC) y se proyectó hacia bahía Coquimbo y hacia el norte, haciendo descender las TSM sobre la plataforma (< 17ºC) hasta caleta Inglesa. Por otro lado, la entrada de aguas oceánicas (> 19ºC) es evidente desde el límite norte hasta los 29°S. Febrero de 2010 se diferencia además de todos los otros periodos de muestreo anteriores, especialmente de 2006 y 2007, por una franja costera de aguas fría < 17°C que abarca desde rada Paposo a bahía Salada. Una franja fría similar se ve en las imágenes de TSM satelital de febrero de 2008, pero esto no se observa tan claramente en la distribución de TSM con datos del crucero.

En general, para la zona es evidente que el descenso de TSM por surgencia en la costa fue más intenso al sur de los 29ºS con focos bien definidos en el sector de caleta Inglesa y punta Farellones. Por otro lado la entrada de aguas de tipo oceánica, más cálidas, está principalmente asociado al sector norte de la zona, especialmente entre Chañaral y punta Ballenita donde se ha observado la entrada de aguas con TSM > 21ºC.

b) Salinidad Superficial del Mar de cruceros

La salinidad observada en los cruceros **(Figura 30)** mostró durante febrero de 2006, una banda costera de menores salinidades (~34,4 psu) respecto de la zona oceánica (> 34,5 psu), mientras que hacia el sector sur de la zona salinidades del orden de 34,3 predominaron en toda la capa superficial.

Durante marzo de 2007 toda la zona está dominada por salinidades relativamente bajas, con valores menores a 34,3 entre punta Obispo y Huasco, a partir de donde las salinidades descienden a menos de 34,2 ó 34,1 al sur de punta Farellones.

Durante febrero de 2008 la estructura superficial, de salinidad volvió a presentarse como en febrero de 2006 pero sin grandes cambios zonales, sino que solamente meridionales ya que de ~34,5 (rada Paposo a Huasco) paso a menos de 34,4 entre punta Farellones y caleta Maitencillo de Coquimbo.

Durante febrero de 2009, aparecieron nuevamente los gradientes zonales entre Tal-Tal y Huasco evidenciando la penetración de aguas oceánicas (> 34,5 psu) durante el desarrollo del crucero. Al sur de Huasco predominaron salinidades del orden de 34,3 excepto en el área de punta Farellones donde se observó un núcleo de salinidades mayores a 34,3 asociadas al afloramiento de agua en esa zona.

En febrero de 2010 esta variable registra comparativamente salinidades mayores a las observadas en los cruceros pasados. Es así como no se observan en toda la zona salinidades menores a 34,3 psu, los gradientes zonales son débiles y las salinidades > 34,5 dominan el área entre rada Paposo y Huasco.

En general, el área entre rada Paposo y Huasco registra mayores salinidades en el sector más oeste. Los focos de máxima salinidad, en algunos casos, ingresan al sector costero. La diferencia de salinidad entre ambos sectores forma un gradiente zonal dadas las bajas salinidades en la costa. El crucero de 2010, con las mayores salinidades de los cinco periodos, no presentó esta distribución que si se observa, con algunas variantes, en todos los cruceros anteriores.

c) Circulación geostrófica cruceros RECLAN

La circulación de mesoescala **(Figura 31)** asociada a la zona de estudio ha presentado corrientes altamente variables en intensidad y dirección, especialmente al comparar entre años, pero hay también aspectos similares. Así, durante el período 2006 los flujos predominantes entre la costa y los 72°W son hacia el sur con puntos de convergencia hacia la costa como caleta Inglesa (29°S) y el sur de punta Farellones (30°20'S). Este esquema cambia hacia finales de febrero, cuando a partir de los 26ºS el sistema diverge desde la costa pero asociados a una estructura anticiclónica que invierte los flujos hacia el sector de Huasco.

En el período febrero/marzo de 2007, el desplazamiento de un giro de mesoescala ciclónico hacia la costa entre Chañaral (26°20'S) y punta Ballenita (25°40'S) hizo variar la corriente que en febrero convergía hacia la costa en sentido opuesto con mayor intensidad, pero al mismo tiempo hacia el sur permanecen relativamente constantes la corrientes hacia la costa en el sector de puerto Carrizal Bajo (28ºS) y punta Farellones (30°20'S).

En febrero de 2008, las anomalías del nivel del mar (ANM) y las corrientes aparecieron más intensas que otros años, de hecho hacia finales de febrero la zona pasó a estar modulada por ANM positivas (> 8 cm) las que producen que las corrientes, que a principios de ese mes eran moderadas, se incrementen (> 10 cm/s). La generación de estructuras anticiclónicas de gran envergadura produjo corrientes de meandro hacia el norte en toda la zona las cuales se intensificaron hacia finales de mes.

Febrero de 2009 presentó nuevamente el patrón más desordenado que caracteriza la circulación de la zona, pero aun así es posible identificar la divergencia hacia el océano en los 26ºS asociados a una estructura anticiclónica que devuelve las corrientes a la altura de Huasco (28°30'S). También se puede observar la presencia de un giro ciclónico que se proyecta hacia la costa (26º30'S) cambiando el sentido de las corrientes asociado a esta divergencia. Además, aparece una zona de convergencia en bahía de Coquimbo, pero que al estar asociada a un giro anticiclónicos en los 29ºS genera una divergencia desde caleta Inglesa (29°S), similar a la observada en los 32ºS.

En el mes de febrero de 2010 se registró el habitual patrón de circulación desordenado en la zona. La velocidad de la circulación fue mayor en la segunda semana del mes respecto de la tercera, y ambas fueron similares, en magnitud como distribución, a lo observados en febrero de 2009. En las dos semanas hubo un claro predominio de valores positivos de la ANM con focos de ANM negativas al oeste de los 73°W. El predominio de ANM positivos en la costa, y con ello la presencia de estructuras y giros anticiclónicos, favoreció entre la costa y los 73°W la presencia de un flujo con tendencia hacia el sur.

d) Oxígeno Disuelto

Al comparar los resultados de los cinco cruceros el único que no presentó focos de concentraciones < 5 ml/l en el sector costero fue el 2006. En 2007 se registraron tres sectores con afloraciones de aguas de contenido de OD < 5 ml/l, siendo el más significativo punta Farellones. En 2008 también hubo tres sectores siendo más importante caleta Peña Blanca. En 2009 se observó una sola lengua que abarcó desde caleta Maitencillo de Coquimbo hasta el norte de punta Farellones. En los cuatro años dos sectores han presentado estos focos en más de una oportunidad, rada Paposo y punta Farellones de Coquimbo

(Tabla 6). En 2010 la distribución superficial es completamente distinta a la observada con anterioridad al presentar amplios focos tanto en extensión longitudinal como latitudinal entre rada Paposo y Caldera, y desde Huasco al sur, lo que coincidió con una disminución en la cobertura de los valores de OD > 6 ml/l. En este sentido destaca el sector de punta Totoralillo que ha presentado focos de OD > 7 ml/l en todos los cruceros.

En la vertical el muestreo de 2006 fue el único que no presentó profundidades costeras del límite superior de la capa de mínimo OD, isolínea de 1 ml/l, < 40 m, en 2007 se mantuvieron los niveles entre 100 y 170 m en el sector oceánico pero en la costa destacan tres sectores de afloramiento de aguas pobres en OD rada Paposo, Chañaral y Huasco. Febrero de 2008 mantuvo el rango oceánico sólo desde punta Totoralillo al sur, mientras que hacia el norte, se observó un claro ascenso de las isolíneas llegando a niveles < 20 m en gran parte del sector costero. En 2009 la distribución es más similar al de los dos primeros años aunque con máximos de 130 m y mínimos < 50 m de Caldera al norte y < 40 m de Coquimbo al sur. En 2010 la profundidades del sector oceánico apenas superaron los 100 m, en río Limarí, mientras que en el sector costero el acenso de aguas pobres se registró desde Rada Paposo a caleta Inglesa, con profundidades < 40 m.

e) Clorofila-a

De los cinco cruceros realizados en los meses de febrero entre los años 2006 y 2010 **(Tabla 7)**, el que presentó las mayores concentraciones fue el de 2007, teniendo además una mayor cobertura de altas concentraciones ya que prácticamente todo el sector costero presentó núcleos de altas concentraciones tanto a nivel superficial como subsuperficial. Los cruceros de 2006, 2008 y 2009 presentaron distribuciones superficiales similares, teniendo las mayores diferencias en la vertical, ya que por ejemplo en 2008 los núcleos en general

estuvieron más superficiales que en los otros dos cruceros. En febrero de 2010, a nivel superficial si bien hubo una buena cobertura de concentraciones > 1 µg/l, con un sólo núcleo > 5 µg/l. Sin embargo, en la vertical los núcleos de altas concentraciones fueron escasos, por lo que la cloaint sólo superó los 80 mg/m² en el sector de punta Totoralillo, observándose en general menores concentraciones que en los cruceros precedentes.

En los períodos estudiados los sectores más recurrentes de focos importantes de cloa han sido desde rada Paposo a punta Obispo y desde caleta Inglesa a Coquimbo, en menor medida entre Caldera y caleta peña Blanca. En tanto que el sector de mayor pobreza se ubica desde río Limarí al sur.

1.5 Condiciones regionales (Pacífico Ecuatorial)

El año 2009 comenzó con condiciones superficiales frías en el Pacífico Ecuatorial **(Figura 32)** como consecuencia de una reactivación del evento La Niña 2007/2008, el cual parecía haber entrado en declinación hacia mediados de 2008, lo que es mostrado por la disminución de las anomalías negativas y del MEI **(Figuras 32y 33)**. Anomalías negativas de TSM se presentaron en todos los sectores Niño desde el mes de noviembre de 2008 y se mantuvieron hasta marzo de 2009, si embargo en febrero se había dado inicio a una notable tendencia hacia una normalización del sistema, donde sólo el sector Niño 1+ 2 tuvo una alternancia en el tipo de anomalía en los tres primeros meses del año **(Figura 33)**. A partir del mes de abril de 2009 ya todos los sectores Niño presentaron anomalías de TSM positivas, lo que marcó el fin del evento frío entrando desde ahí en una condición normal (valores de anomalías menores a 0,5°C), como así también el MEI cambio a un valor positivo a partir de ese mes **(Figura 33)**.

A partir de abril el Océano Pacifico Ecuatorial entró claramente en una condición neutra, donde la mayor parte de los indicadores volvieron a valores normales. Solamente la costa sudamericana (costa peruana) presentó condiciones propias de un evento frío. El MEI ese mes marcó valores positivos por primera vez desde mediados del 2008 **(Figura 33)**.

Aun cuando en los meses siguientes se dieron condiciones neutras en la mayor parte del Océano Pacífico, las condiciones oceanográficas y meteorológicas tuvieron un rápido tránsito hacia una condición más cálida como respuesta a un debilitamiento de los vientos alisios en la región. La evolución presentada por parámetros utilizados para caracterizar El Niño marcó condiciones típicas de la etapa previa al inicio de un nuevo evento cálido, registrándose en junio una tendencia firme hacia el evento cálido, con desviaciones térmicas de hasta + 1ºC en las tres regiones Niño **(Figura 32)**. Valores positivos se mantuvieron en el MEI desde abril y éstos se prolongaron hasta el fin de la serie (mayo 2010), con un máximo en el mes de febrero de 2010 **(Figura 33)**.

En julio de 2009, las condiciones oceanográficas y meteorológicas indicaron el inicio de “El Niño” de intensidad débil en el Océano Pacífico ecuatorial, sin embargo en agosto las condiciones fueron más frías que lo normal en la parte occidental. En este sentido, de oeste a este en el sector ecuatorial, los valores del índice semanal de anomalías de TSM fluctuaron desde -0,4°C en la región del Niño 4, - 0,8 °C en el Niño 3+4, hasta +0,7°C en la región del Niño 1+2 **(Figura 33)**.

Hacia octubre de 2009, las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3, 4 y 3.4) superaron + 1ºC, sin embargo ese mismo mes en el sector Niño 1+2 se registraron anomalías negativas cercanas a -1°C. Hacia noviembre de 2009 se presentaron anomalías positivas en el sector Niño 1+2 que alcanzaron los +1,5°C. En este sentido, se destaca el sector Niño 1+2 que presentó una condición variable desde septiembre de 2009, registrando anomalías en general positivas pero con eventos de fase negativa a principios de octubre, a mediados de diciembre, y en el 2010 a principios de febrero y en marzo, para mantenerse en esa fase desde mediados de mayo. Sólo el sector Niño 4 mantuvo anomalías positivas hasta fines de mayo de 2010, pero en los sectores Niño 3 y 3.4 ya fueron negativas desde mediados de mayo **(Figura 33)**.

Utilizando el MEI **(Figura 33)** para una comparación histórica del marco ambiental en el momento de la realización de los cruceros RECLAN, se puede observar que los cruceros realizados en periodos frios o fase negativa del MEI son los de febrero de 2006, 2008 y 2009, mientras que los realizados en periodos cálidos o fase positiva del MEI son los de marzo de 2007 y febrero de 2010.

2. *Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2010. (Objetivo B3)*

2.1 Fitoplancton

Se identificó un total de 108 especies microfitoplanctónicas, de las cuales 50 correspondieron a diatomeas y 58 a formas flageladas. Entre las diatomeas, las formas en cadenas fueron más numerosas destacando el género *Chaetoceros* por exhibir la mayor cantidad de especies (10). El rango de tamaño de las diatomeas fluctuó entre 45 y 1.735 µm, con un promedio cercano a 300 µm. Las mayores longitudes fueron detectadas entre los géneros *Chaetoceros*, *Proboscia* y *Rhizosolenia*. Las formas solitarias estuvieron representadas sólo por 10 especies y

sus tamaños fluctuaron entre 45 y 1.982 µm, con un promedio cercano a 350 µm. Las mayores longitudes se debieron a la presencia de las especies del género *Lioloma* (**Tabla 8**).

Los flagelados estuvieron representados principalmente por formas tecadas, destacando los géneros *Ceratium* y *Protoperidinium* con 13 y 9 especies respectivamente. Los tamaños de este grupo variaron entre 30 y 455 µm, destacando el género *Ceratium* con las mayores longitudes (**Tabla 9**).

La abundancia fitoplanctónica total, considerando los valores integrados por estación, fluctuó entre un mínimo cercano a cero (0,002) y 168,5 cél/ml. Las diatomeas presentaron las mayores concentraciones celulares, con un máximo de 168,1 cél/ml realizando un aporte promedio al total de 74%. Los flagelados presentaron concentraciones que no superaron las 5 cél/ml, con un aporte promedio cercano a 26%. Sólo en la Transecta 19 (28º00'S) se observaron abundancias superiores a 10 cél/ml con un máximo de 27,3 cél/ml, el cual generó un aporte superior al 90% por parte de este grupo para esa transecta (**Tabla 10**).

Respecto del espectro de tamaños, las diatomeas exhibieron como grupo un rango entre 75 y 701 µm, con un promedio cercano a 200 µm. Los flagelados presentaron tamaños inferiores que fluctuaron entre 40 y 171 µm, detectándose un predominio de formas cercanas a 100 µm en longitud (**Tabla 11**).

La distribución espacial de la abundancia integrada de diatomeas reveló la presencia de dos focos de alta concentración que se extendieron entre la costa y las 10 mn. El primero de ellos se registró al norte del área de estudio, entre Rada Paposo y Caldera (25º00'S-27º00'S), donde las concentraciones fueron cercanas a 30 cél/ml, y el segundo se localizó al sur, entre Caleta Inglesa y Punta Farellones (29º00'S-30º20'S), donde se detectaron las máximas abundancias con valores superiores a 100 cél/ml a 1

mn frente a Norte Coquimbo (29º40'S). En el sector alrededor de los 28º00'S, las densidades celulares de este grupo fueron las más bajas (< 1 cél/ml), y en el resto del área de estudio exhibieron abundancias cercanas a 1 cél/ml (**Fig. 34a**).

Respecto de la estructura de tamaño de las diatomeas, en la componente horizontal el área de estudio estuvo dominada por formas con longitudes entre 200 y 300 µm, excepto al sur de Punta Farellones (30º20'S) donde se registraron tamaños superiores a 500 µm, los cuales se debieron a la presencia de *Chaetoceros convolutus* (**Fig. 34b**).

La distribución vertical de la abundancia de las diatomeas reveló en el sector norte del área de estudio (Transectas 1-13), la presencia de las mayores concentraciones (30 cél/ml) a 10 m de profundidad, con magnitudes inferiores a 5 cél/ml a partir de los 20 m. En la zona entre los 27º20'S y 29º00'S la columna de agua estuvo dominada por valores menores a 2 cél/ml, excepto por un pequeño núcleo de 12 cél/ml localizado a 5 m de profundidad. Entre los 29º20'S y 30º20'S (Transectas 27-33) se observó la mayor abundancia (>100 cél/ml) asociada al estrato entre la superficie y los 5 m de profundidad, que generó un fuerte gradiente vertical registrándose valores de 10 cél/ml desde 15 m de profundidad. El sur del área de estudio exhibió una columna de agua con concentraciones inferiores a 0,5 cél/ml entre la costa y las 10 mn. Hacia el sector más alejado de la costa, y entre la superficie y los 10 m, se detectaron valores mayores a 1 cél/ml, debidos a la presencia de un foco superficial (7 cél/ml) situado a 20 mn (**Figura 35**).

La distribución vertical del espectro de tamaño de las diatomeas mostró, entre Rada Paposo y Caleta Inglesa (25º00'S-29º00'S), una homogeneidad en los tamaños entre la costa y 20 mn y la disminución de éstos con el aumento de la profundidad. Entre las Transectas 27 y 33 (29º20'S-30º20'S), donde estuvieron las abundancias más altas, la columna de agua estuvo dominada por tamaños entre 200 y 300 µm,

mientras que el sector sur del área de estudio mostró las mayores longitudes y una homogeneidad vertical en su distribución, con un gradiente longitudinal caracterizado por la disminución de los tamaños (**Figura 36**).

El grupo de los flagelados exhibió en la componente horizontal la predominancia de concentraciones inferiores a 5 cél/ml en toda el área de estudio, acentuándose la disminución de sus abundancias desde Caleta Inglesa (29º00'S) al sur. Sólo un foco de alta densidad (>20 cél/ml) se registró a 20 mn de la costa frente a los 28º00'S, que se debió a la presencia de nanoflagelados en colonia (**Figura 37a**).

La estructura horizontal del espectro de tamaño de los flagelados mostró, en general, la presencia de individuos de tamaño inferior a 100 µm en el margen costero tanto al norte como al sur de los 28º00'S. En este sector, donde se detectó la mayor concentración de las formas flageladas, los tamaños fluctuaron entre 120 y 140 µm. Los focos superiores a 140 µm, asociados a las estaciones localizadas a 20 mn de la costa, se debieron a la presencia de especies del género *Ceratium* que superan los 200 µm en longitud (**Figura 37b**).

La distribución vertical de la abundancia de los flagelados al norte del área de estudio (Transectas 1-15) reveló la presencia de bajas concentraciones (~0,5 cél/ml) en toda la columna de agua, excepto por abundancias de 1,5 cél/ml localizadas a 10 m de profundidad. En el sector donde se detectó la máxima concentración (27º40'S-28º20'S), la columna de agua en la zona costera exhibió concentraciones celulares entre 1 y 10 cél/ml que se distribuyeron de forma homogénea. Estas aumentaron hacia el sector más oceánico asociadas al foco localizado a 20 mn de la costa, registrándose densidades de 5 cél/ml hasta 20 m de profundidad. Hacia el sur las concentraciones no superaron 1 cél/ml. Se detectaron focos en la costa y hacia 20 mn entre la superficie y 10 m de profundidad, con un gradiente de disminución que reveló valores cercanos a cero a 50 m (**Figura 38**).

En la componente vertical, la estructura de tamaño de los flagelados no reveló un patrón definido. En general, en la franja entre 1 y 10 mn de la costa, se observó una disminución de los tamaños con la profundidad y un aumento hacia las estaciones más alejadas de la costa (**Figura 39**).

2.1.1 Análisis del fitoplancton

Al analizar la abundancia de las especies, seis pertenecientes al grupo de las diatomeas fueron las que realizaron los mayores aportes porcentuales al total por transecta. Tres de ellas pertenecieron al género *Chaetoceros*, y las otras fueron *Guinardia striata*, *Dactyliosolen fragilissimus* y *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*. Estas especies exhibieron un gradiente latitudinal en términos de ocurrencia y abundancia que permitió la caracterización de los grupos resultantes del análisis de cluster (**Tabla 12**).

Un mayor número de especies de flagelados resultaron importantes en términos de su aporte porcentual por transecta, lo cual fue producto de la alta variabilidad latitudinal que presentó el grupo en términos de la ocurrencia de las especies (**Tabla 13**). Sin embargo, dada su baja abundancia, no fueron relevantes en la caracterización de los grupos, con excepción de los nanoflagelados en colonia.

Mediante el análisis de cluster se definieron tres agrupaciones dentro del área de estudio. La primera de ellas, se localizó entre Caleta Inglesa y Punta Coquimbo y comprendió las estaciones localizadas entre 1 y 5 mn de la costa. Este grupo presentó una abundancia máxima de diatomeas sobre 200 cél/ml, y estuvo caracterizado por la presencia de *Guinardia Striata* que aportó con más del 90% a la concentración celular total. La abundancia de los flagelados fue desestimable.

La segunda agrupación comprendió dos sectores, uno al norte entre los 25º00'S y los 26º40'S y entre 1 y 10 mn de la costa, y otro entre Caleta Inglesa y Punta Coquimbo, abarcando las estaciones localizadas a 10 mn. Este segundo cluster presentó una abundancia máxima de diatomeas de 91,6 cél/ml y estuvo caracterizado principalmente por las especies *Guinardia striata* y *Chaetoceros compressus*, que en conjunto aportaron con un 75%. Los flagelados, aunque con mayor abundancia que en el primer grupo, no superaron las 5 cél/ml.

La tercera agrupación comprendió el resto del área de estudio, es decir, las estaciones localizadas a 20 mn, la zona circundante a Bahía Salada entre los 27º00'S y los 28º40'S, y al sur de Punta Farellones. Este grupo se caracterizó por la presencia de abundancias de diatomeas cercanas a 30 cél/ml y por una alta concentración de flagelados (74,4 cél/ml). *G. striata* continuó siendo la especie de diatomea más importante aportando un 24%, y entre las formas flageladas destacaron las colonias de nanoflagelados con un aporte del 55%. Este aporte se debió a la dominancia de este grupo en la zona alrededor de Bahía Salada (**Figura 40**).

2.2 Zooplancton

2.2.1 Número de zooplancteres (Nº • 100 m^{-3} de agua filtrada):

Los valores extremos del zooplancton, fluctuaron entre 2.670.834 y 27.798 ind. • 100 m^{-3}, (Est. 25 y 87, respectivamente). La primera estación ubicada próxima a la costa comprendida entre las caletas Esmeralda y Barquito y la otra ubicada en la costa al sur de Ba. Tongoy. Ambas se efectuaron en horas de oscuridad (**Figs. 41 y 42**).

Las mayores concentraciones de zooplancteres (> 300.000 ind. • 100 m^{-3} de agua filtrada), se encontraron en estaciones nocturnas y costeras, con la excepción de la estación 23 (oceánica, nocturna) y la estación 36 (costera, diurna). Todas ellas se encuentran ubicadas al norte de Cta. Hornos (**Fig. 42**).

Las menores concentraciones de zooplancteres (< 50.000 ind. • 100 m^{-3} de agua filtrada), se encontraron en estaciones ubicadas en extremo sur del área de muestreo (Est. 87 y 100), ambas nocturnas y costeras, con 27.798 y 37.832 ind. • 100 m^{-3}, respectivamente.

En general, las mayores concentraciones de zooplancton, se encontraron en estaciones costeras tanto diurnas como nocturnas ubicadas en la parte norte de la zona de estudio, mientras que las menores concentraciones se encontraron en estaciones apartadas de la costa en la parte norte y próxima a la costa, al sur de Ba. Tongoy (**Fig. 42**).

2.2.2. Composición de grupos zooplanctónicos (%):

Los copépodos fueron el grupo más abundante, constituyendo más del 90% de los zooplancteres capturados (**Tabla 14**), con abundancia total de 15.941.822 ind. • 100 m^{-3}. Este grupo estuvo presente en todas las estaciones y en la mayoría de ellas constituyó más del 80% de las capturas, exceptuando las estaciones 38, 69, 70, 75, 77, 87, y 94, ubicadas principalmente al sur de Cta. Chañaral, en las cuales constituyeron entre el 65 y 78% de la captura (**Fig. 42**).

Las mayores concentraciones de copépodos (> 200.000 ind. • 100 m^{-3}), se encontraron en estaciones costeras de toda la zona de estudio, con máximos de 2.502.874 ind. • 100 m^{-3} en la estación 25, ubicada al norte de Cta. Barquito (**Fig. 43**). Las menores (< 40.000 ind. • 100 m^{-3}), se encontraron en estaciones ubicadas al sur de Cta. Chañaral, con abundancia mínima de 18.084 ind. • 100 m^{-3} en la estación 87, al sur de Ba. Tongoy.

En general, se puede señalar que en la parte norte de la zona de estudio, la abundancia de copépodos disminuyó desde la costa hacia el océano, mientras que en la parte sur, tanto estaciones costeras como oceánicas tuvieron ocasionalmente bajas abundancias (**Fig. 43**).

Las talla de estos componentes del zooplancton estuvieron constituidas por ejemplares comprendidos entre 700 y 6200 µ (**Tabla 15**).

Los quetognatos, tuvieron la segunda dominancia numérica del estudio con valores notoriamente inferiores a los copépodos (**Tabla 14**). Estuvieron presente en todas las estaciones y su abundancia fue relativamente homogénea, en la que predominó el cuarto y quinto rango de abundancia (**Fig. 44**).

Las máximas concentraciones (10.000 a 13.000 ind. • 100 m^{-3}) se registraron en estaciones nocturnas y principalmente oceánicas ubicadas entre Carrizal Bajo y Coquimbo. Las menores concentraciones (<500 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en estaciones costeras, distribuidas en toda la zona de estudio (**Fig. 45**). El rango de tallas de los quetognatos fluctuó entre 1.500 y 26.000 µ (**Tabla 15**).

Los eufáusidos, que constituyeron la siguiente dominancia numérica del estudio (**Tabla 14**), tuvieron abundancias comprendidas entre 12.997 y 15 ind. • 100 m^{-3}. Sólo estuvieron ausentes en una estación (36), ubicada en la costa comprendida entre Ba. Copiapo y Cta. del Medio.

Las mayores concentraciones (> 10.000 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en las estaciones 5, 9, 55, 58, 73 y 74, con máximo de 17.440 ind. • 100 m^{-3} en ésta última. Todas ellas coinciden con muestras obtenidas en horas de oscuridad en estaciones ubicadas principalmente en la zona comprendida al sur de Pto. Carrizal Bajo y Cta. Hornos (**Fig. 46**). Las menores concentraciones (< 100 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en las estaciones 46, 70, 71 y 72, todas costeras tanto diurnas como nocturnas. La mínima abundancia (15 ind. • 100 m^{-3}) se registró en la estación 46 (diurna, costera).

El rango de tallas de los eufáusidos fluctuó entre 500 y 26.000 µ (**Tabla 15**), entre los que se encuentran adultos y estados de desarrollo (nauplios, caliptopis y furcilias).

Las apendicularias, al igual que quetognatos y eufáusidos tuvieron dominancia numérica superior al 1% (**Tabla 14**). Ellas estuvieron presentes en el 95% de las estaciones y las mayores abundancias (>10.000 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron principalmente en estaciones costeras ubicadas al norte de Cta. Barquito y entre Cta. Chañaral y Ba. Tongoy, con un máximo (35.796 ind. • 100 m^{-3}) en la estación 70. Las menores concentraciones (<100 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en estaciones, principalmente nocturnas, distribuidas al norte de Cta. Chañaral, con mínimo de 15 ind. • 100 m^{-3} en las estaciones 16 y 18 (**Fig. 47**). Sus tallas se encontraron comprendidas entre 1.900 a 4.500 µ.

Aunque en forma independiente las larvas de los diferentes grupos de crustáceos decápodos tuvieron dominancias numéricas inferiores al 1% y frecuencias de ocurrencias comprendidas entre 4 y 92% (**Tabla 14**), en forma integrada estuvieron presente en el 98% de las estaciones, lo que sumado a la importancia que tienen como ítem alimentario de consumidores secundarios pelágicos, su abundancia y distribución se han analizado en forma independiente, al igual que el ictioplancton.

Las larvas de crustáceos decápodos, tuvieron tallas diversas (**Tabla 15**) y sólo estuvieron ausentes en las estaciones 64 y 90 y en las estaciones en la que se encontró mayor número de taxa, en general fueron costeras, principalmente ubicadas al norte de Cta. Esmeralda, entre Ba. Copiapó y Pto. Huasco y la zona costera comprendida entre Cta. Chañaral y Coquimbo (**Fig. 48**).

Entre las larvas de decápodos, las de Brachyura (jaibas) fueron las más abundantes y frecuentes, con abundancias superiores a 1.000 ind. • 100 m^{-3} en estaciones costeras (36, 40, 41, 76, 77 y 78), próximas a la Ba. Copiapó y Ba. Coquimbo (**Fig. 48**).

Las larvas de Caridea (camarones), fueron menos abundantes que el grupo anterior, pero también tuvieron amplia distribución (**Tabla 14**). En la estación 46 se detectó su máximo (1.156 ind. • 100 m^{-3}). Otros valores a destacar (> 200 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en estaciones costeras ubicadas en la costa entre Ba. Copiapó y Pto. Carrizal Bajo (Est. 36, 39, 46 y 47), al sur de Cta. Chañaral (Est. 68), Coquimbo (Est. 78) y al norte de Pto Oscuro (Est. 99).

Dentro del grupo de los Anomura, las larvas de pagúridos (ermitaños) y porcelánidos (cangrejos) tuvieron las mayores dominancias numéricas (0,05%), con frecuencia cercana al 50% (**Tabla 14**). Las mayores abundancias de larvas de pagúridos y porcelánidos (>500 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en estaciones costeras, las primeras principalmente distribuidas en la parte norte de la zona de estudio (Cta. del Medio hacia el norte) y las de porcelánidos ubicadas próximas a Paposo, Ba. Copiapo y al sur de Cta. Chañaral (Est. 1, 5, 40 y 70).

A los grupos anteriores, le siguen en dominancia numérica hípidos (pulga de mar) y galatéidos (langostinos) (**Tabla 14**). La mayores abundancias de larvas de hípidos (>100 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en las estaciones, principalmente costeras, ubicadas entre Cta. Chañaral y Coquimbo y las de galatéidos, en estaciones entre Paposo y Tal Tal. Al sur de Cta. Hornos, no se capturaron larvas de galatéidos (**Fig. 48**).

Las larvas de albunéidos (cangrejos de arena), fueron muy escasas y presentes sólo en cuatro estaciones costeras y dispersas (6, 61, 70 y 87), con máximos de 341 ind. • 100 m^{-3} en la estación 70.

Las larvas de callianaceos (napes), también fueron muy poco abundantes y presentes en el 30% de las estaciones. Sus máximos (122 a 325 ind. • 100 m^{-3}) se encontraron en estaciones costeras (10, 47, 70 y 76; **Fig. 48**). Las larvas de sergéstidos (camarones) estuvieron presentes sólo en cuatro estaciones (2, 7, 37 y 40) y en mínimas concentraciones.

Ictioplancton se encontró en la mayoría de las estaciones (93%), constituido por huevos, larvas y juveniles. Las larvas fueron las de mayor frecuencia de ocurrencia, pero los huevos fueron más abundantes (**Tabla 14**), con máximos de 86.029 y 77.884 huevos • 100 m^{-3}, en las estaciones 25 y 70 respectivamente. Estos se distribuyeron principalmente en dos focos, con concentraciones de más de 1.000 huevos • 100 m^{-3}, en torno a las mayores concentraciones antes descritas, correspondiente a las áreas de Cta. Barquito al norte, en estaciones costeras y oceánicas las del norte y en el sistema de bahías de la zona de Coquimbo, principalmente costeras (**Fig. 49**).

Las mayores concentraciones de larvas, se registraron en las mismas estaciones de los máximos de huevos (Est. 25, 70 y 71), con concentraciones de 2.341, 8.291 y 1.346 larvas • 100 m^{-3}, respectivamente (**Fig. 49**).

Los juveniles de peces, se encontraron sólo en diez estaciones, en baja abundancia, con máximos de 176 juveniles • 100 m^{-3}, frente a Ba. Copiapó, lugar en que se concentró la mayoría de las estaciones con presencia de juveniles (**Fig. 49**).

Los rangos de tallas del ictioplancton (huevos, larvas y juveniles) se encontraron comprendidos entre 600 y 63.000 µ (**Tabla 15**).

Los restantes grupos, que tuvieron dominancias numéricas < 1%, los sifonóforos, larvas cifonautas, pterópodos, poliquetos, ostrácodos y anfípodos tuvieron frecuencia de ocurrencia superior al 75%, mientras que los restantes grupos, además de tener baja abundancia se encontraron en pocas estaciones (**Tabla 14**).

Los sifonóforos fueron más abundantes en estaciones de la parte norte de la zona de estudio, al igual que las larvas cifonautas, mientras que las mayores abundancias de pterópodos se encontraron en estaciones costeras frente a Ba. Copiapó y oceánicas al sur de Ba. Tongoy (**Fig. 43**).

Las mayores abundancias de poliquetos (> 3.000 ind. • 100 m^{-3}), se encontraron en las estaciones 9, 18 y 19, ubicadas al norte de Cta. Esmeralda; mientras que los ostrácodos tuvieron sus máximas concentraciones (> 1.000 ind. • 100 m^{-3}) en estaciones apartadas de la costa (7, 23, 38, 48 y 79), distribuidas en toda la zona de muestreo (**Fig. 43**).

Los anfípodos tuvieron amplia distribución, poco abundantes en la parte sur del muestreo y con máximos (> 1.000 ind. • 100 m^{-3}), en dos estaciones oceánicas frente a Caldera y Ba. Copiapó y una costera, al sur de Huasco (**Fig. 43**).

3. *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. (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 identificación de ecotrazos y obtención de muestras biológicas, es una red de arrastre de media agua de cuatro paneles de diseño Engel, con un tamaño de malla en el copo de 12 mm, que esta diseñada específicamente para operar en el B/C Abate Molina con peces de pequeño tamaño.

Debido a las dificultades que implica realizar un estudio de selectividad con esta red, la efectividad en la captura de ejemplares de pequeño tamaño como la anchoveta, se analiza mediante la comparación de la estructura de tallas obtenida en el crucero de evaluación RECLAN34 0602 (febrero 2006), RECLAN34 0702 (marzo 2007), RECLAN34 0802 (febrero 2008) y el presente crucero RECLAN34 1002, respecto de la estructura de tallas obtenidas por la flota cerquera artesanal, que operó en forma simultánea a los períodos en los que se realizaron los cruceros de evaluación. Durante el presente crucero (RECLAN34 1002), se utilizaron las estructuras de talla obtenidas en el marco del “Proyecto Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales” (Martínez *et al*., 2010), estos lances corresponden tanto espacial como temporalmente a los lances efectuados por el B/C “Abate Molina”.

La comparación se realiza mediante los rangos de captura y la frecuencia acumulada, que se puede considerar como la ojiva de selectividad, determinándose

la talla de retención ($L_{50\%}$) y el rango de selección que se calcula como la diferencia entre la $L_{25\%}$ y $L_{75\%}$.

3.1.1 Estructura de tallas capturadas con red de cerco

La estructura de talla de anchoveta proveniente de la flota cerquera en febrero de 2006 (RECLAN34 0602), fue unimodal con moda centrada en 10,5 cm y un rango de tallas que fluctuó entre 8,5 cm y 18 cm, durante marzo del 2007 (RECLAN34 0702) también se observa una estructura tipo unimodal, centrada en 14,5 cm con rango de tallas que varió entre 8 cm y 18 cm (**Fig. 50**), durante febrero del año 2008 (RECLAN 0802), se observó una estructura polimodal con un rango de tallas entre 7 cm y 17,5 cm, con dos modas principales en 11,5 y 12,5 cm y una secundaria en 16 cm. En el presente crucero (RECLAN 1002), se observa una estructura de talla multimodal con tallas entre 8,5 cm y 17,5 cm, con una moda principal en 10,5 cm y secundarias en 11,5, 15,5, 16,5 cm (**Fig. 51**).

Las estructuras de tallas analizadas presentan un rango de tallas similar, con modas principales centradas entre 10,5 cm y 11,5 cm, sin embargo el año 2007 presenta una moda principal con un desplazamiento entre 3 a 4 cm hacia tallas mayores, para al año 2008 se presenta una estructura diferente a las anteriores con mayor presencia de ejemplares pequeños en relación al año 2006, 2007 y 2010 (**Figs. 50 y 51**).

3.1.2 Estructura de tallas capturadas con red arrastre de media agua

Respecto de la estructura de talla de los individuos capturados con red de arrastre de media agua, se observa que durante el crucero realizado en febrero de 2006 (RECLAN34 0602) la estructura de tallas fue bimodal registrándose la moda principal en 10,5 cm y la moda secundaria incipiente en 16 cm, mientras que el

rango de tallas varió entre 8 cm y 18,5 cm, en el crucero (RECLAN34 0702), la estructura fue polimodal con una moda principal centrada en 14,5 cm y modas secundarias en 13,5 y 15,5 cm, el rango varió entre 6,0 y 18,5 cm (**Fig. 50**). Para el crucero realizado en el año 2008, fue polimodal con una moda principal centrada en 16,5 cm y moda secundaria en 12,5 y 10 cm, el rango varió entre 7 y 18,5 cm. En el presente crucero (RECLAN34 1002), la estructura fue bimodal con un rango de tallas entre 11 y 17,5 cm y una moda principal centrada en 12 cm y otra secundaria centrada en 15,5 cm. (**Fig. 50**).

Del mismo modo que las capturas con cerco, se tiene un desplazamiento de la estructura de tallas hacia tallas mayores para el año 2007 en relación al crucero realizado en el año 2006, en el presente crucero se observa un rango de talla menor a lo observado en años anteriores en arrastre e inferior a lo observado en cerco el mismo año (**Fig. 50 y 51**).

3.1.3 Comparación estructura de tallas entre cerco y arrastre

La comparación de las estructuras de tallas obtenidas a través de cerco y arrastre, se realizó con lances con correspondencia tanto espacial como temporal. Los lances utilizados son aquellos realizados en una zona común con un margen espacial de 3 millas y de 1 día como margen temporal. En este caso la evaluación se realizó entre el 8 al 11 de febrero del 2010, en la zona común entre los paralelos 26°50´S – 27°07´S, cercanos a la costa entre 70°51´W - 70°56´W.

Los lances de arrastre realizados en la zona común fueron 9, 11,14 y para cerco 70, 72, 73 (lances realizados en el marco del proyecto del Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2010).

La longitud de retención al 50% (L50%) obtenida con la red de arrastre de media agua modelo Engel, fue mayor a la registrada con red de cerco en 0,6 cm en el año 2006 y 2,4 cm en 2010, sin embargo para los años 2007 y 2008 la longitud al 50% fue mayor en 0,2 y 1,3 cm en cerco, respectivamente (**Fig. 50 y Tabla 16**). Los valores del año 2010 se explican por el hecho de que los lances de cerco considerados en el análisis estuvieron constituidos principalmente (>90%) por ejemplares reclutas, mientras que en el caso de los lances con red de media agua esta fracción alcanzaron sólo a un máximo de 24%. Estos resultados sugieren que el arrastre a media agua permite muestrear una amplia estructura de tamaños, que incluye a los reclutas registrados en la pesca de cerco, por lo que lo ratifica como el arte de muestreo más adecuado para los efectos del presente estudio. Además queda de manifiesto el hecho que el cerco opera sobre cardúmenes homogéneos en sus tamaños y que para establecer una estructura de tallas espacialmente representativa, es necesario realizar un alto número de lances.

3.2. Composición de tallas y pesos de anchoveta

Durante el crucero realizado entre el 02 y el 25 de febrero de 2010, se llevaron a cabo un total de 30 lances de pesca de identificación dirigidos a la captura del recurso anchoveta a bordo del B/C Abate Molina (**Fig. 2**). Del total de lances realizados en 13 de ellos (43%) se obtuvo captura de anchoveta, las que oscilaron entre los 2,2 a 436 kg por lance y con una captura promedio de 82 kg por lance.

Para el total de lances realizados se obtuvo una captura de 9.211 kg, compuesta principalmente de jurel en un 47,5% (4.376,7kg), seguida de medusa con un 38,5% (3.550 kg), anchoveta 11,5% (1.063 kg), jibia 2,34% (216 kg), y otras especies con un 0,06% (5,7 kg), correspondiente a caballa, agujilla, pejerrey, mote y merluza común (**Tablas 17 y 18**).

Del total de lances con capturas de anchoveta, en solo 1 de ellos se capturó exclusivamente anchoveta y en los restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 0,7 y 79,3%. Las mayores capturas de esta especie se registraron entre Tal Tal y Chañaral, con capturas que alcanzaron los 901 kg (85% del total capturado), disminuyendo hacia el sur del área prospectada.

En 6 lances se registró exclusivamente captura de jurel y en los restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 0,1 y 98,2%. Las mayores capturas de esta especie se registraron entre Caldera y el norte de Huasco, con capturas que alcanzaron los 2.090 kg (48% del total capturado), y entre el sur de Coquimbo y el norte de Punta Canela (30°20' – 31°00' S), con 1.840 kg (42% del total), disminuyendo hacia el norte del área prospectada.

Operacionalmente, los lances de arrastre a media agua tuvieron una duración entre 25 y 50 minutos, rastreando a una velocidad promedio de 4,2 nudos, con distancias rastreadas entre 1,4 y 3,9 mn.

3.2.1 Estructura de tallas en la zona total

a) Anchoveta

Al considerar el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 8,5 y 17 cm, presentando los ejemplares una distribución del tipo bimodal, con una moda principal centrada en 15 cm y otra secundaria centrada en 11,5 cm. Los ejemplares presentaron una talla promedio de 13,8 cm y un peso promedio de 21,5 g, siendo el aporte porcentual de reclutas del 28,7% para toda el área de estudio (25°00' S a 31°30' S) (**Figs. 52 a 56**).

Al apreciar todo el rango latitudinal del área de estudio, se observa que los ejemplares de anchoveta se distribuyen de forma unimodal en el sector norte del área de estudio (Tal Tal), concentrados en torno a los 15 cm, con un muy bajo aporte de reclutas (<1%). En la zona comprendida entre el norte de Chañaral y norte de Huasco (25°57,5' – 27°57,5' S), la estructura de tallas de la anchoveta es de tipo bimodal, con una moda principal centrada en 12 cm y una secundaria centrada en 15,5 cm, aumentando la participación de los reclutas (37,8%). En el sector sur comprendido entre el norte de Huasco y Punta Canela la distribución también fue bimodal, con una moda principal centrada en 11 cm, ligeramente menor a la zona anterior, y una moda secundaria en 15,5 cm, y un aumento sustancial de los reclutas, alcanzando un 65,2% (**Fig. 52 y Tabla 19**).

b) Jurel

Considerando el total de lances realizados, la talla de jurel capturado varió entre 19,5 y 37,5 cm, presentando los ejemplares una distribución del tipo multimodal, con una moda principal centrada en 26,5 cm y dos secundarias centradas en 24 y 32,5 cm. Los ejemplares presentaron una talla promedio de 25,7 cm y un peso promedio de 203,4 g, siendo el aporte porcentual de reclutas del 35,3% para toda el área de estudio (25°00' S a 31°30' S) (**Fig. 57 a 61**).

3.2.2 Estratificación de las estructuras de tallas

a) Anchoveta

Las estructuras de tallas por lance (**Figs. 53 a 55**) se agruparon en 3 zonas (**Fig. 52**), (**Tabla 20**).

- Zona 1: Corresponde a la zona de menor amplitud, comprendida entre los 25°00' S y 25°57,5' S y que contiene los lances 1, 2, 4, 5, 6 y 7 en la cual se obtuvo una captura total de 842 kg de anchoveta (79,3% del total de la especie) (**Tabla 18**). Esta zona presenta una estructura de tallas unimodal concentrada en 15 cm y con un rango de distribución comprendido entre 11 y 16,5 cm (**Figs. 52, 53 y 54**). La longitud y peso promedio de los ejemplares fue de 15 cm y 27 g. El aporte porcentual de reclutas de esta zona solo alcanzo un 0,9% los cuales presentaron una talla media de 11,3 cm y un peso promedio de 27 g. (**Tabla 20**).

- Zona 2: Ubicada entre los paralelos 25°57,5' - 27º57,5' S. Esta zona incluye los lances 9, 11 y 14 en los cuales se obtuvo una captura total de anchoveta de 91 kg (8,6% del total de anchoveta) (**Tabla 18**). El rango de distribución de los ejemplares de anchoveta estuvo entre 10,5 y 17 cm y la estructura de tallas fue de tipo bimodal, con una moda principal centrada en 12 cm y una secundaria centrada en 10 y 15,5 cm. Los ejemplares de esta zona presentaron una talla y peso promedio de 13,3 cm y 18,5 g respectivamente, siendo el aporte de los ejemplares reclutas de 37,8% del total de la zona, presentando una longitud promedio de 5,7 cm y un peso promedio de 12,9 g (**Figs. 52 y 55; Tablas 19 y 20**).

- Zona 3: Esta última zona es la más extensa y se ubica entre las latitudes 27°57,5' y 31º30' S, incluye los lances 20, 21, 23 y 25, los cuales arrojaron una captura de anchoveta de 129 kg (12,2% del total capturado de esta especie). En esta zona los individuos se distribuyeron de forma bimodal, con una moda principal centrada en 11 cm y una secundaria centrada en 15,5 cm, el rango de cobertura estuvo comprendido entre 8,5 y 17 cm. Los ejemplares ubicados en esta zona presentaron una talla y peso promedio

de 12,3 cm y 15,3 g, en tanto que los reclutas presentaron una talla promedio de 10,7 cm y un peso promedio de 9 g. A diferencia de las demás, esta zona registró el mayor aporte de reclutas, 46,7% (**Figs. 52 y 56; Tablas 19 y 20**).

En resumen, la cantidad de ejemplares reclutas fue bastante reducida, estando casi ausentes en el sector norte del área de estudio. Finalmente, se aprecia un patrón de incremento de los reclutas hacia el sur.

b) Jurel

Las estructuras de tallas por lance (**Figuras 58 a 61**) se agruparon en 3 zonas (**Fig. 57**), (**Tabla 21**).

- Zona 1: Esta corresponde a la zona de mayor amplitud, comprendida entre los 25°00' S y 28°33' S y que contiene los lances 3, 4, 7, 14, 15, 16, 17 y 18 en los que se obtuvo una captura total de 2.288 kg de jurel (52,3% del total de la especie) (**Tabla 21**). Esta zona presenta una estructura de tallas multimodal con moda principal centrada en 24 cm y secundarias en 26 y 32 cm, con un rango de distribución entre 19,5 y 33,5 cm (**Figs. 57, 58 y 59**). La longitud y peso promedio de los ejemplares fue de 25,5 cm y 199,4 g. El aporte porcentual de reclutas de esta zona alcanzó un 52,1% los que presentaron una talla media de 23,8 cm y un peso promedio de 163 g. (**Tabla 22**).

- Zona 2: Ubicada entre los paralelos 28°33' - 30º05' S. Esta zona incluye los lances 19, 22, 23 y 25 en los que se obtuvo una captura total de jurel de 248 kg (5,7% del total de jurel). El rango de distribución de los ejemplares de jurel estuvo comprendido entre 20,5 y 31,5 cm, con una estructura de tallas de tipo

multimodal, compuesta de una moda principal centrada en 22,5 cm y secundarias centradas en 26,5 y 24 cm. Los ejemplares de esta zona presentaron una talla y peso promedio de 23,4 cm y 151 g respectivamente. El aporte de los ejemplares reclutas fue el mayor de las tres zonas, alcanzando el 83,3%, los que presentaron una longitud promedio de 22,7 cm y un peso promedio de 137 g (**Figs. 57 y 60; Tablas 21 y 22**).

- Zona 3: Esta última zona es la de menor extensión y se ubica entre las latitudes 30°05' y 31º30' S, incluye los lances 28, 29 y 30, los cuales arrojaron una captura de jurel de 1.841 kg (42,1% del total capturado de esta especie). En esta zona los individuos también se distribuyeron de forma multimodal, con una moda principal centrada en 26,5 cm y secundarias centradas en 32,5 y 23,5 cm, el rango de cobertura estuvo comprendido entre 22 y 37,5 cm. Los ejemplares ubicados en esta zona presentaron una talla y peso promedio de 27,8 cm y 251,4 g, en tanto que los reclutas presentaron una talla promedio de 24 cm y un peso promedio de 161,5 g. El aporte de los reclutas alcanzó un 20,3% (**Figs. 57 y 61; Tablas 21 y 22**).

En resumen, la mayor cantidad de ejemplares reclutas se presenta en la zona centro sur del área de estudio (entre Huasco y Coquimbo), disminuyendo hacia los extremos, especialmente hacia el sur del área prospectada.

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

a) Anchoveta

Se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, α = 0,05), con el objetivo de verificar las divisiones establecidas en el área total de estudio, obtenidas a partir de la estratificación de las estructuras de talla de anchoveta observadas en los lances de identificación, realizados en el crucero de evaluación de febrero de 2010.

El análisis estadístico para las tres zonas establecidas a partir de la estratificación de tallas observadas durante el actual crucero para esta especie, muestra que sólo la zona 2 cumple el supuesto de homogeneidad en sus estructuras, en tanto que las dos zonas restantes no cumplen el supuesto de homogeneidad, rechazando la hipótesis nula (Ho) (**Tabla 23**). Es decir, la estructura de talla de las zonas 1 y 3 presentan diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla global generada por el total de zonas, lo que implica que las estructuras de estas zonas son estadísticamente distintas entre sí.

- Para la zona 1, la zona de menor tamaño, la prueba estadística indica que el 100% de los lances incluidos en ella (lances 1, 2, 4, 5, 6 y 7), cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, aceptando la hipótesis nula (**Tabla 24**).

- Para la zona 2, la prueba estadística indica que el 66,7% de los lances incluidos en ella (lances 9 y 14), cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, aceptando la hipótesis nula, mientras que el lance 11, rechaza Ho, mostrando una estructura estadísticamente distinta a la estructura

general formada por el conjunto de lances de esta zona. Sin embargo, ésta se considera dentro de la zona 2 debido a su cercanía geográfica con los demás lances. (**Tabla 25**).

- En la zona 3 (**Tabla 26**), la prueba estadística muestra que el 75% de los lances de pesca (lances 20, 21 y 23), cumple el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de talla, aprobando la hipótesis nula (Ho). Solo el lance 25 no cumple el supuesto, rechazando la hipótesis nula, presentando una estructura estadísticamente distinta a la generada por el conjunto de lances, no obstante lo anterior se incluye este último lance dentro de esta zona debido a su cercanía geográfica con los demás lances.

b) Jurel

Se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, α = 0,05), con el objetivo de verificar las divisiones establecidas en el área total de estudio, obtenidas a partir de la estratificación de las estructuras de talla de jurel observadas en los lances de identificación, realizados en el crucero de evaluación de febrero de 2010.

El análisis estadístico para las tres zonas establecidas a partir de la estratificación de tallas observadas, muestra que las tres zonas cumplen el supuesto de homogeneidad en sus estructuras, aprobando la hipótesis nula (Ho) (**Tabla 27**). Es decir, la estructura de talla de todas las zonas no presenta diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla global generada por el total de zonas. No obstante se decidió separar en tres zonas dada algunas diferencias en la estructuras de tallas y diferencias en las modas principales, de estas tres zonas.

- Para la zona 1, la zona de mayor tamaño, la prueba estadística indica que el 100% de los lances incluidos en ella (lances 3, 4, 7, 14, 15, 16, 17 y 18), cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, aceptando la hipótesis nula (**Tabla 28**).

- Para la zona 2, la prueba estadística también indica que el 100% de los lances incluidos en ella (lances 19, 22, 23 y 25), cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, aceptando la hipótesis nula (**Tabla 29**).

- En la zona 3 (**Tabla 30**), y al igual que las dos zonas anteriores la prueba estadística muestra que el 100% de los lances de pesca asignados (lances 28, 29 y 30), cumple el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de talla, aprobando la hipótesis nula (Ho).

3.2.3 Relaciones longitud-peso, mediante modelos lineales y no lineales

a) Anchoveta

Para el conjunto de datos de longitud y peso obtenidos (n = 2.404 individuos) a partir de los lances de identificación realizados por el B/C Abate Molina, se estimó la relación de longitud–peso para anchoveta en toda el área de estudio, mediante la aplicación del modelo lineal estimándose un coeficiente de correlación **R^2=0,94** con valores estimados para los coeficientes de regresión de **a=0,004** y **b=3,2471** (**Fig. 62**).

El modelo lineal presentó el mayor grado de ajuste en las zonas 3 y total con un R^2 =0,951 y 0,94, en tanto el menor grado de ajuste se observó en la zona 1 con un R^2= 0,65. Las pendientes de la regresión al igual que el grado de ajuste presentan los

mayores valores en la zona 3 y total con un b de 3,3287 y 3,24711 respectivamente, en tanto la menor pendiente se observa en la zona 1 al igual que el grado de ajuste, la zona 2 presenta una pendiente superior a la observada en la zona 1 de b=2,7784 (**Tabla 31**) y (**Fig**. **62**).

Para el modelo no lineal se observa un mayor grado de ajuste en todas las zonas evaluadas en relación al modelo lineal, siendo la zona 3 donde se observa el mayor grado de ajuste con un R^2= 0,9835, en tanto en el área total se presenta un R^2= 0,957. Contrario a lo observado para el R^2 las pendientes de las regresiones ajustadas por zonas son menores en el modelo no lineal (**Tabla 31**).

El análisis de varianza (Andeva) para anchoveta se muestra en la **tabla 32**. El análisis muestra que los modelos ajustados para la relación longitud-peso de cada zona, no cumplen con la hipótesis de igualdad, rechazándose la hipótesis nula (Ho). El análisis en detalle, comparando pares de zonas entre sí, muestra que las zonas 1-3, 2-3, no cumple con el supuesto de igualdad, ya que la estructura de talla de la zona 3 presenta individuos menores a 10,5 cm, sin embargo la zona 1 y 2 presenta en su estructura ejemplares mayores a 10,5 cm por lo tanto la comparación entre ellas cumple con el supuesto de igualdad.

Mediante el análisis de varianza, de la relación longitud-peso para cada zona (**Tabla 33**), se determinó 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 33**). De lo anterior, se tiene que el modelo total de la relación longitud-peso, seria representativo de toda la estructura de talla presente en la zona total de estudio.

La comparación de los pesos medios por talla y zona total, estimados a partir de los parámetros de la regresión lineal y no lineal, indica un mayor peso por el modelo no lineal en rango de tallas entre 8,5 y 14,5 cm, con diferencias entre 0,2 g a- 0,5 g, sin embargo en tallas mayores a 14,5 cm los mayores pesos se observan para el modelo lineal con mayores diferencias entre 0,2 g y 0,9 g (**Tabla 34**). Al comparar los pesos estimados por zona, se observa que el modelo no lineal presenta los mayores pesos en todo el rango de talla en las zonas 2 y 3, sin embargo en la zona 1 los mayores pesos se presentan entre 11 y 15 cm, en tallas superiores los mayores pesos están dados por el modelo lineal (**Tabla 34**).

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 35**).

El análisis indica que la zona 3 comparada con las zona 1 y 2, hay diferencias rechazándose la hipótesis nula (**Tabla 35**). La comparación de pendientes mediante el test Tukey (α=0,05), muestra que sólo entre la zona 1- 3, y 2-3, las pendientes de regresión son estadísticamente diferentes, rechazándose la hipótesis nula (**Tabla 35**). Esto puede ser explicado por las diferencias en el rango de tallas, tanto la zona 1 como la zona 2 presenta un rango de tallas similar (11 - 16,5 cm para la zona 1 y entre 10,5 – 17 cm para la zona 2), sin embargo el rango de tallas de la zona 3 presenta ejemplares de tallas menores a 11 cm, lo que claramente incide en la pendiente de la regresión.

b) Jurel

Para el jurel al igual que para la Anchoveta, se estimaron los parámetros de la regresión con los datos de longitud y peso (n = 1.218 individuos) provenientes de los lances de identificación. Los parámetros de esta relación se estimó en toda el área de estudio con un modelo lineal, donde se observa un coeficiente de correlación **R^2=0,9245** con valores estimados para los coeficientes de regresión de **a=0,01917** y **b=2,8454** (**Fig. 63**).

El modelo lineal presentó el mayor grado de ajuste en las zonas 2 y 3 con un R^2 =0,9445 y 0,9655, en tanto el menor grado de ajuste al igual que para la anchoveta se observó en la zona 1 con un R^2= 0,8505. Las pendientes de la regresión al igual que el grado de ajuste presentan los mayores valores en la zona 2 y 3 con un b de 3,0090 y 2,9088 respectivamente, en tanto la menor pendiente se observa en la zona 1 al igual que el grado de ajuste, la zona total presenta una pendiente superior a la observada en la zona 1 de b=2,7272 (**Tabla 36**) y (**Fig**. **63**).

Para el modelo no lineal se observa un mayor grado de ajuste en todas las zonas evaluadas en relación al modelo lineal, siendo la zona 3 donde se observa el mayor grado de ajuste con un R^2= 0,9758, en tanto en el área total se presenta un R^2= 0,9664. Contrario a lo observado para el R^2 la pendiente en las regresiones ajustadas en las zonas son menores en el modelo no lineal (**Tabla 36**).

El análisis de varianza (Andeva) para el jurel se muestra en la **tabla 37**. El análisis muestra que los modelos ajustados para la relación longitud-peso de cada zona, no cumplen con la hipótesis de igualdad, rechazándose la hipótesis nula (Ho). El análisis en detalle, comparando pares de zonas entre sí, muestra que las zonas 1-2, no cumple con el supuesto de igualdad, en tanto la comparación entre las zonas 1-3 y 2-3 cumplen con el supuesto de igualdad.

Mediante el análisis de varianza, de la relación longitud-peso para cada zona (**Tabla 38**), se determinó 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 38**). De lo anterior, se tiene que el modelo total de la relación longitud-peso, seria representativo de toda la estructura de talla presente en la zona total de estudio.

La comparación de los pesos medios de jurel por talla y zona total, estimados a partir de los parámetros de la regresión lineal y no lineal, indica un mayor peso por el modelo no lineal en rango de tallas entre 19,5 y 28,5 cm, con diferencias entre 0,1 g a- 1,4 g, en el rango de tallas entre 29 y 37,5 cm se observan mayores pesos estimados por el modelo lineal con diferencias entre 0 g a 5,9 g (**Tabla 39**). Al comparar los pesos por zona, se observan diferencias en los pesos estimados por ambos modelos. En la zona 1 el modelo no lineal presenta mayores pesos en el rango de tallas entre 19,5 y 30 cm, mientras el modelo lineal presenta mayores pesos en el rango de talla entre 30,5 y 33,5 cm, con diferencias entre 0,1 g a 1,3 g en ambos modelos. En la zona 2 el modelo no lineal presenta mayores pesos en el rango de tallas entre 20,5 y 24,5 cm con diferencias entre 0,1 g a 0,7g, en tanto los mayores pesos en el rango de tallas entre 20,5 y 24,5 cm están dados por el modelo lineal, con diferencias entre 0,1 g a 2,9 g. En la zona 3 el modelo no lineal presenta mayores pesos en el rango de tallas entre 22 y 33 cm, mientras el modelo lineal presenta mayores pesos en el rango de talla entre 33,5 y 37,5 cm, con diferencias entre 0,1 g a 0,9 g (**Tabla 39**).

Análisis de covarianza para la relación longitud-peso jurel

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 40**).

El análisis indica que la zona 1 comparada con las zona 2, hay diferencias rechazándose la hipótesis nula (**Tabla 40**). La comparación de pendientes mediante el test Tukey (α=0,05), muestra que sólo entre la zona 1- 2, las pendientes de regresión son estadísticamente diferentes, rechazándose la hipótesis nula (**Tabla 40**). Esto puede ser explicado por los menores pesos estimados en la zona 2 en comparación con la zona 1.

3.2.4 Proporción sexual de anchoveta

Para toda la zona de estudio no se presentaron individuos indeterminados sexualmente. Las hembras en la zona contribuyeron con el 61,2% las que predominaron en el rango de tallas 9,5 a 12 cm y entre 15 a 17 cm. Los machos representaron el 38,8% predominando en las tallas entre 12,5 a 14,5 cm (**Fig. 64**).

En la zona 1 el 39,2% de los individuos sexados fueron machos, la fracción restante correspondió a hembras con el 60,8%. Las hembras predominaron entre las tallas menores a 11,5 cm y mayores a 15 cm y los machos entre 12 a 14 cm (**Fig. 64**).

En la zona 2, las hembras representaron el 64% las que predominaron en el rango de talla 11,5 a 12 cm y ejemplares mayores a 13,5 cm. Los machos representaron el 34% los que presentaron sus mayores ocurrencias en el rango de tallas 12,5 a 13 cm e individuos menores a 11,5 cm (**Fig. 64**).

En la zona 3, del total de los individuos 59,5% correspondió a hembras, las que fueron predominantes en el rango de tallas 9,5 a 11,5 cm e individuos menores a 13,5 cm. La fracción restante corresponde a machos (40,5%), los que fueron predominantes en tallas menores a 9,5 cm (**Fig. 64**).

3.2.5 Indice Gonadosomático (IGS) y estados de madurez (EMS) de anchoveta

Para la zona de estudio el valor promedio de IGS fue de 6,84%, con un mínimo de IGS de 1,62% en 10 cm y 10,73% en 17 cm (**Fig. 65**). En general los valores de IGS presentan una relación indirecta a longitudes menores a 10 cm, sin embargo, a longitudes mayores esta relación es directa. Para las hembras, el IGS promedio fue de 6,34% con un comportamiento similar al total, con valor mínimo en 10 cm (1,63%) y máximo en 17 cm (10,73%). Los machos presentan valores de IGS promedio de 7,17% con un mínimo en 10 cm (1,59%) y un máximo en 16 cm (7,26%) (**Fig. 65**).

En la zona total, la anchoveta presentó estados de madurez 2, 3 y 4 con una representación de 53,5%, 46% y 0,5% respectivamente. En general los estados de madurez 2 y 3 predominaron para machos y hembras en la zona total (**Fig. 66**). En machos el estado de madurez 2 (69,9%), se presentó en individuos con tallas menores 14 cm, el estado 3 (30,1%) en individuos con tallas mayores a 14,5 cm. En hembras el estado de madurez 2 (42,6%), se presentó en individuos menores a 13,5 cm, el estado 3 (56,6%) en individuos con tallas mayores a 14 cm y el estado 4 (0,9%) se observó en ejemplares con tallas mayores a 14,5 cm (**Fig. 66**). En la zona total 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. 69**).

En la zona 1 se registró un IGS promedio de 7,29%, con un mínimo de 5,52% en 13,5 cm y un máximo de 8,7% en 16,5 cm (**Fig. 65**). Los machos presentaron un IGS promedio de 7,09%, con un mínimo de 1,25% en 11 cm y un máximo de 8,71% en 11,5 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 7,43%, con un mínimo en 13,5 cm que corresponde a 5,45% y un máximo en 11 cm para las hembras de 10,55% (**Fig. 65**).

En la zona 1, la anchoveta presento estados de madurez 2, 3 y 4 con una representación de 34,14%, 65,31% y 0,55% respectivamente. En general los estados de madurez 2 y 3 predominaron para machos y hembras en la zona (**Fig. 68**). En machos el estado de madurez 2 (53,531), se presentó en tallas entre 11 y 15 cm, mientras que el estado 3 (46,69%) se presento en individuos con tallas entre 15,5 a 16 cm. En hembras el estado de madurez 2 (21,49%), se presentó en individuos en tallas 11 a 13,5 cm; el estado 3 (77,59%) se presento en individuos con tallas 14 a 16 cm y el estado 4 (0,91%) se presenta en rango de tallas entre 14 a 15 cm (**Fig. 68**). En la zona 1, 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 (**Fig. 67**).

En la zona 2 se registró un IGS promedio de 9,36%, se observó un mínimo en 13 con IGS de 7,36% y en 10,5 cm un máximo de 12,5%. Los machos presentaron un IGS promedio de 8,63%, con un máximo de 12,5% en 10,5 cm y un mínimo de 6,38% en 13,5 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 9,76%, con un máximo de 11,2 % en 11 cm y un mínimo de 7,88% en 13 cm (**Fig. 65**).

En la zona 2, se observaron estados de madurez 2, 3 y 4, con una representación de 62,8%, 36,6% y 0,6% respectivamente. En machos predomina el estado de madurez 2 (85,28%), presentándose en individuos con tallas entre 10,5 a 13,5 cm, en tanto el estado 3 (14,72%) se presentó en individuos en tallas mayores a 14,5 cm (**Fig. 69**). En hembras el estado de madurez 2 (48,18%), se presentó en individuos con tallas menores a 13 cm, el estado 3 (50,83%) se presentó en individuos con tallas > 13,5 cm (**Fig. 69**). 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. 67**).

En la zona 3, se observa un IGS promedio de 4,21%, los machos presentaron un IGS promedio de 3,59% y hembras 4,62% (**Fig. 65**). En esta zona la anchoveta presentó el estado 2 con 72,15%, el estado 3 con un 27,42% y el estado 4 con 0,43% predominando los estados de madurez 3 y 2 para machos y hembras. (**Fig. 70**). En machos el 80,43% se presentó en estado 2 en el rango de tallas <14 cm, en estado 3 un 19,57% este se observó en ejemplares con tallas >14,5 cm. En hembras un 66,5% se presentó en estado 2, entre 8,5 y 13,5 cm, un 32,77% en estado 3 en individuos con tallas entre 14 a 17 cm y por último el estado 4 con un 0,73% en ejemplares entre 15,5 a 16,5 cm (**Fig. 70**). En 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. 67**).

3.3 Determinación de la Clave edad-talla de anchoveta

Para la elaboración de la clave edad-talla en anchoveta se analizó un total de 193 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 8,5 y 17 cm de longitud total, con una moda en 11 y otra en 15,5 cm. Los grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo I y III, de los cuales el grupo I que corresponde a las clase anual 2009 representó el 59% de la muestra analizada.

En las **tablas 41 y 42** se presentan la clave 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

El 29 de mayo y el 29 y 30 de diciembre del 2009 se efectuó en la bahía de Valparaíso la calibración del sistema SIMRAD EK-60 del B/C Abate Molina, de acuerdo a los métodos estándar para estos efectos (**Tabla 43**).

Los resultados de las calibraciones, varían dentro de los rangos históricos, pudiendo calificarse que los parámetros operativos de los equipos funcionaron en forma normal.

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

En esta sección se han incluido las mediciones realizadas en los cruceros RECLAN152 0912 (FIP 2009-02) y RECLAN 34 1002 (FIP 2009-03). En ambos cruceros se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz en lances de pesca utilizándose el pulso de trabajo de 1.024 ms y en estaciones de TS con el buque detenido o navegando a bajas velocidades (<2 nudos) con los pulsos 256 (extra corto), 512 (corto) y 1.024 (medio).

En ambos cruceros se consideraron los lances en que la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo en el crucero RECLAN152 0912 se procesaron los datos recopilados en 16 lances de pesca (lances 1, 5, 13, 15, 17, 18, 19, 29, 30, 33, 37, 38, 44, 45, 46 y 48) y 3 estaciones de TS, asociadas a los lances 19, 21 y 44, mientras que en el crucero RECLAN34 1002, se almacenó información en 3 lances (lances 4, 5 y 7).

Los resultados se presentan en la **Fig 71** y **Tabla 44**, de ellos se deduce que ningún lance o estación de TS presentaron la condición de blanco resuelto, requerida para asociarla con la talla. Esta situación ya se había presentado en los trabajos realizados en el proyecto FIP 2008-02 "EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA ENTRE LA XV y IV REGIONES, AÑO 2009 en que sólo se lograron filtrar información en 2 lances (47 y 58) y 2 estaciones de TS (TS 46 c y 46 M), provenientes de un rango estrecho de tallas (8; 8,5 y 16) no pudiendose lograr un ajuste de regresión con un adecuado nivel de confiabilidad. Sin embargo los TS obtenidos se encontraban dentro del rango de variación del modelo ajustado por Castillo ***et al.***, 2008 (TS=20,95 Log L- 74,6102), que a su vez proviene de una compilación de la información entre 1996 y 2007.

Es así como la ecuación del TS –L considerada para anchoveta (**Fig. 72**) fue la obtenida por Castillo ***et al.***, (2008), según:

$TS = 20,95 \text{ Log } (L) – 74,61$

$r^2 = 0,9064$; $n=281$; $F=2702,7$; $p<0,05$

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

$TS = 20 \text{ Log } (L) – 73,55$

4.3 Sesgo de Orilla

El estudio del sesgo de orilla en la evaluación acústica, comprometido en el proyecto, no se realizó debido a que en el periodo que se programó el trabajo, la anchoveta y el jurel se encontraban en plena temporada de pesca, siendo insuficientes los incentivos ofrecidos a los armadores para participar en la investigación.

El 29 de enero del 2010 se efectuó un llamado público a los armadores artesanales de

la III y IV Regiones a participar en el estudio, mediante un aviso en los diarios regionales el Atacama de Copiapó y El Día de La Serena. Adicionalmente y en atención a que se ha observado que los armadores en las regiones actúan corporativamente a través de sus organizaciones, el Jefe de Proyecto se entrevistó personalmente con los dirigentes gremiales para lograr que se instara a los respectivos asociados a participar en el estudio. No obstante todos los esfuerzos desplegados, no se consiguió la participación esperada.

Dado lo anterior, se puso especial énfasis en la prospección con el B/C Abate Molina de los sectores costeros y se aplicó un procedimiento alternativo, basado en la relación entre la intensidad del muestreo acústico acumulado en áreas costeras respecto a las densidades acústicas locales.

4.3.1 Intensidad de muestreo y densidades acústicas locales de anchoveta respecto a la distancia de costa

La cobertura espacial total de la prospección acústica del B/I Abate Molina se muestra en la **figura 73**. El límite oriental de la prospección varió entre 0,96 y 1,1 mn de la costa, mientras que el límite occidental llegó hasta las 24,62 mn. La prospección acústica privilegió los recorridos en las cercanías de la costa, tanto con navegaciones paralelas a la costa como con réplicas en las prospecciones de día y de noche. Lo anterior se debió a la distribución costera de la especie en estudio. La **figura 74** muestra el porcentaje de frecuencia acumulada de observaciones acústicas y densidades locales de anchoveta respecto a la distancia a la costa para toda la zona prospectada. En esta figura se aprecia que dentro de las primeras 5 mn de costa se concentró el 35,71% del esfuerzo de muestreo que representó el 36,7% de la energía acústica total de anchoveta. Además en esta franja se observó la mayor pendiente de la curva de frecuencia acumulada de ESDU, la que corresponden a la razón de cambio de la frecuencia de muestreo según la distancia de costa, y cuyo valor fue de 0,088 En

la franja comprendida entre las 5 y las 10 mn de costa se concentró el 23,8% del esfuerzo de muestreo del crucero, equivalente al 36,37% de la energía acústica total. La pendiente de la curva acumulada de ESDU llegó a valores en torno a 0,05. Entre las 10 y 15 mn de costa se acumuló el 16,74% del esfuerzo de muestreo con una pendiente de la curva con valores cercanos a 0,03 y acumulando el 10,37% de la energía acústica. Por último la franja entre las 15 y 20 mn de costa acumuló el 13,7% de la frecuencia de muestreo evidenciando también una pendiente de 0,03 y un 16,67% de la energía acústica. Pasada las 20 mn no se registró presencia de anchoveta (**Fig. 74**).

En el sentido latitudinal se agruparon las observaciones cada un grado (**Figuras 75**). En estos gráficos se pudo apreciar que el mayor esfuerzo de muestreo se aplicó en las primeras 5 mn de costa, representando entre un 29,5 y un 42,0% de las observaciones realizadas en cada sector agrupado por grado de latitud. En este sector también se observaron las mayores pendientes de la curva, cuyos valores estuvieron entre 0,08 y 0,10. En general las curvas acumuladas de ESDU muestran un comportamiento bastante homogéneo por grado de latitud, a excepción de la zona comprendida entre el 26º y 27º LS donde la pendiente dentro de las primeras 3 millas es mayor que en el resto de la zona. Se observó además que el 71,5% de la energía acústica total estuvo al norte de los 28º LS. El resto de la energía se registró entre el 29º y 30º LS.

4.3.2 Determinación del sesgo de orilla

En la **tabla 45** se muestran los valores de P y los distintos estadísticos asociados a los sectores divididos por grado de latitud. De acuerdo al procedimiento y a los criterios establecidos, las zonas comprendidas entre los 27º-28º S y 29º-30° S pudiese haber efecto de sesgo de orilla, siendo el sector más importante entre 27º y 28º S. Se entregan las áreas correspondientes a la franja costera entre el límite oriental de la prospección y las 0,3 mn.

4.4 Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta

La abundancia y biomasa de anchoveta se estimaron aplicando la ecuación ajustada por Castillo ***et al.*** (2008), según:

$$TS = 20{,}95 \text{ Log } (L) - 74{,}61$$

$$r^2 = 0{,}9064;\ n=281;\ F=2702{,}7;\ p<0{,}05$$

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73{,}55$$

y la relación longitud peso $P= 0{,}004021421\ L^{3.24711}$ (R^2=0,935; n=2.404), obtenida en el presente crucero.

La abundancia total de anchoveta, incluyendo el sesgo de orilla, varió entre 8.587,8 y 8.977,2 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el de conglomerados y el menor con el geoestadístico. De este total, el 45,6% correspondió a juveniles ($\leq$ 12 cm) (4.094,7 millones de ejemplares) **(Tabla 46) (Fig. 76).**

El 68,1% de la abundancia se registró entre el límite norte de la zona de estudio (24º58´S) (norte punta Guanillo) y bahía Salado (27º40´S) (Subzonas 1 y 2), con 6.113,2 millones de ejemplares. En este sector se registró el 45,3% de los reclutas estimados para toda el área de estudio (1.854,3 millones de ejemplares).

Regionalmente, el 27,2% (2.284 millones) de la abundancia de anchoveta se presentó en la II Región (Subzona 1). Los límites de las subzonas 2 y 3 se sobreponen con los límites regionales de las Regiones III y IV. Sin embargo, dado el patrón de distribución de la anchoveta se puede considerar que la abundancia estimada en la Subzona 2 corresponde a la Región III (3.829,2 millones, 45,6%) y la evaluada en la Subzona 3 con la Región IV (2.863,99 millones, 31,9%), esta zona incluye el sesgo de orilla, que alcanzó a 20,1% del total de la zona y 6,4% del total evaluado. El mayor porcentaje relativo de reclutas se verificó en la Subzona 3, con el 78,2% de la abundancia, correspondiente al 54,7% del total **(Tabla 46, Fig. 76).**

La biomasa total de anchoveta, incluyendo el sesgo de orilla, varió entre 157.040 y 161.985 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el de los conglomerados **(Tabla 47; Fig. 76).** El 77,5% de esta biomasa se localizó al norte de bahía Salado (27º40´S) (Subzonas 1 y 2). Entre el límite norte de la zona de estudio y el paralelo 25º57,5´S, correspondiente a la subzona 1 y a la Región II se verificó la presencia del 36,9% de la biomasa con 59.811 t. El sesgo de orilla, corrrespondiente a la zona 3, alcanzó al 20,1 % de la biomasa de la zona y al 4,5% del total.

En general la estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 15 cm y secundarias en 11,5 cm, el rango varió entre 8 y 17,5 cm. En la zona 1 se aprecia una distribución unimodal centrada en 15 cm; la zona 2 fue bimodal con moda principal en 12 y secundaria 15 cm. La zona 3 estuvo agrupada en torno a 11 cm, 15,5 cm y se sugieren modas secundarias en 8,5 y 10 cm. **(Fig. 52).**

4.5 Estimación de la abundancia y biomasa de jurel

La abundancia y biomasa de jurel se estimaron aplicando la ecuación ajustada por Córdova et al (1998) TS= -68.67+20.11 Log (L) y la relación longitud peso P= 0,020458 $\mathbf{L^{282494}}$ **(R^2=0,9197; n=1.222),** obtenida en el presente crucero.

La abundancia de jurel varió entre 1.848,5 y 1.905,6 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap **(Tabla 48; Fig. 77**). El 64,6% del total estuvo compuesto por ejemplares bajo la talla mínima legal (TML=26 cm) con 1.139,9 millones. El 48% de esta abundancia se concentró al norte de Huasco (28º30´S) (subzona 1). Hacia el sur la abundancia se distribuyó en forma relativamente homogénea entre las subzonas 2 (28º33´ a 30º05´S) con el 25,2% (465,8 millones) y en la subzona 3 (30º05´S a 31º30´S) con el 26,8% (495,5 millones). La mayor concentración de juveniles de jurel se presentó en la subzona 1 con 611,2 millones de ejemplares, correspondientes al 51,2% del total.

La biomasa del jurel varió entre 353.357 y 364.345 t, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap **(Tabla 49 y Figura 77).** Las mayores estimaciones de biomasa se obtuvieron en la subzona 1 (norte de Huasco), con 167.329 t, equivalente al 47,4% del total. El 52,7% de la biomasa correspondió a ejemplares bajo la Talla Mínima Legal (TML=26 cm) con 186.154 t.

En general la estructura de tallas de jurel fue polimodal con una moda principal centrada en 26,5 cm y varias secundarias en 22,5; 24; 31 y 32,5 cm, el rango varió entre 19,5 y 37,5 cm **(Fig. 57).**

4.6 Precisión de los estimados de biomasa

a) Anchoveta

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta variaron entre 0,08 y 0,16 (**Tabla 50**), siendo los menores los logrados con los métodos bootstrap y estratos agrupados y el mayor con el método geoestadístico, representando coeficientes de error entre 13,5 y 26,5%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,09 y 0,15 según el método de estimación utilizado (**Tabla 51)**, obteniéndose la mayor precisión con los métodos bootstrap y estratos agrupados (Wolter), mientras que los alcanzados con el método geoestadistico presentó los mayores CV. Estos niveles del coeficiente de variación se reflejaron en errores entre 15,9 y 25 %.

b) Jurel

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de jurel variaron entre 0,09 y 0,12 (**Tabla 52**), siendo los menores los logrados con los métodos bootstrap y estratos agrupados y el mayor con el método conglomerados, representando coeficientes de error entre 16,4 y 19,8%. Los CV de los estimados de biomasa total de jurel variaron entre 0,097 y 0,116 según el método de estimación utilizado (**Tabla 53)**, obteniéndose la mayor precisión con los métodos bootstrap y estratos agrupados (Wolter), mientras que el método conglomerados presentó los mayores CV. Estos niveles del coeficiente de variación se reflejaron en errores entre 16 y 19,1 %.

4.7 Estructura de edad de la Abundancia

La estructura de edad fue analizada en la zona total de estudio, expandiendo a la edad la abundancia estimadas por los métodos Bootstrap, Geoestadístico y de la Razón (Conglomerados, Estratos Agrupados).

La estructura de edad de la anchoveta de la III y IV región, que comprendió la expansión de la abundancia por talla estimada con los cuatro métodos antes mencionados, mostró un predominio del grupo de edad I con porcentaje que oscilaron entre el 53 y 55%, dependiendo del método de estimación. El GE II representó entre un 39 y 40% de la captura, y la abundancia del grupo III llegó cerca del 6%. La talla y peso promedio por grupo de edad no mostraron diferencias entre los distintos métodos de estimación de abundancias (**Tablas 54 a la 57**).

Para la asignación de grupo de edad cronológica, en que la fecha de cumpleaños es el primero de enero, el GE I concentra los ejemplares nacidos del desove de invierno 2009 y en menor proporción los nacidos el 2008. Por esta razón este grupo concentra la fracción recluta que se puede distinguir aquí como los ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, esta fracción fluctuó entre un 30 y 31%, dependiendo del método de estimación de abundancia, lo que equivale aproximadamente a 2.600 millones de ejemplares. El porcentaje de reclutas disminuyó en un 52% respecto del 2009.

Al comparar la estructura de edad del presente año con el 2009, se aprecia la disminución del número de ejemplares del GE I y un aumento del GE II y GE III en un 37 y 5%, respectivamente. Durante el 2010 la mayor abundancia correspondió al GE I, con alrededor de 4.604 millones, sin embargo el GE II presentó una abundancia importante cercana a los 3.283 millones. La mayor abundancia del GE II en este año puede deberse al alto porcentaje de reclutas estimado el 2009, cuya sobrevivencia se representa en este grupo durante el 2010. (**Fig. 78**).

5. Distribución de los recursos

5.1 Distribución geográfica

a) Total de especies.

Las principales especies detectadas en la prospección diurna fueron anchoveta con un 11,54% del total y jurel con un 47,52%, seguidos de caballa, jibia, pez linterna (vicinguerria) y de medusa (**Figs. 79 a 81**).

b) Anchoveta

La anchoveta se registró principalmente en dos sectores (**Fig. 79**); el primero se localizó desde el límite norte de la zona de estudio hasta el paralelo 27º38´ S (bahía Salado) entre la costa y las 18 mn mar afuera, donde se registraron las mayores densidades de esta especie. Se destaca en este sector las altas densidades entre las 10 y 15 mn de la costa entre punta San Pedro (25º30´ S) y punta Ballenita (25º46' S); entre las 3 y 5 mn al oeste de Cta. Pan de Azúcar (26º08´ S) y entre las 2 y 3 mn al Oeste de bahía Salado (27º38' S). Un segundo sector de menos intensidad se registró en las primeras 12 mn de la costa entre la Cta. Chañaral (29º04' S) y la bahía de Guanaqueros (30º09' S).

La anchoveta se presentó espacialmente bien estructurada, ajustándose a modelos espaciales simples esférico en la zona 1 y exponenciales en las zonas 2 y 3. En todos los casos, la variabilidad espacial fue explicada completamente por los modelos ajustados (**Tablas 58 y 59**).

Los variogramas ajustados a las densidades de anchoveta en cada zona **(Fig. 82)** (**Tabla 58**) muestran estructuras espaciales entre 0,9 y 4,2 mn.

En cuanto a los índices de Ocupación (IOC), por categorías de densidad obtenidos en el presente crucero, los resultados indicaron que, en el caso del total de anchoveta (adultos y reclutas), el IOC alcanzó solamente el 10,4% del área prospectada lo que indicaría que la repartición espacial presentó índices menores que el año anterior (Castillo ***et al.,*** 2009). Asimismo, se debe mencionar que en este año también se repite que los principales porcentajes son ocupados por las categorías de bajas densidades, a su vez el estrato de mayores densidades (>300 t/mn²), presentó un IOC de sólo un 0,3% (**Tabla 60**).

Por su parte los ejemplares adultos exhibieron un IOC de un 10,2%, mientras que la porción recluta alcanzó solo un 9,7%, en este sentido se destaca que si bién los IOC fueron menores que años anteriores, la especie vuelve a ubicarse preferentemente en las primeras millas de la costa con agregaciones muy definidas (**Fig. 83**). Así, la distribución espacial señaló que adultos y reclutas registraron un foco principal al norte de Chañaral, destacándose que en ambos casos se asocian a isotermas de 14-15ºC y a gradientes térmicos moderados.

c) Jurel

Este recurso se distribuyó ampliamente en toda la zona prospectada (**Fig. 79**). Destacan tres sectores de altas densidades, el primero ubicado entre la bahía Copiapó (27º20’ S) y la caleta Pajonal (27º44’ S) que presentó las mas altas concentraciones del crucero ubicadas entre las 5 y 14 mn de costa. Un segundo foco de menor densidad se detectó entre caleta Apolillado (29º10’ S) y punta Poroto (29º45’ S) entre las 10 y 13 mn de costa. El tercer foco se detectó entre la bahía de Tongoy (30º15’ S) y la punta Talinay (30º39’ S) encontrándose las mayores densidades de este foco dentro de la bahía de Tongoy y por fuera de las 17 mn de la punta Talinay.

d) Caballa

Este recurso tuvo una pobre distribución en la zona de estudio (**Fig. 80**). Se detectó un pequeño foco entre caleta Pajonal (27º44' S) y caleta Matamoros (27º54' S) entre las 6 y 12 mn de costa.

e) Jibia

Esta especie estuvo presente en bajas densidades entre Caldera (27º03' S) y caleta Sierra (31º08' S) (**Fig. 80**) hasta las 20 mn de costa.

f) Vinciguerria

Especie con baja presencia durante el crucero (**Fig. 81**). Presenta su principal foco de densidad entre caleta Pajonal (27º44' S) y caleta Herradura (28º05' S) a 16 mn de costa. También presenta un pequeño foco secundario entre Pta. Ballenita (25º46' S) y caleta Esmeralda (25º54' S) a una distancia entre 10 a 17 mn de costa.

g) Medusa

Esta especie fue detectada en bajas densidades entre el puerto de Tal Tal (25º24' S) y caleta Matamoros (27º54' S) y también en la bahía de Tongoy (30º15' S) (**Fig. 81**).

5.2 Distribución batimétrica y latitudinal de la anchoveta

La profundidad media de la anchoveta fluctuó entre 6,0 y 32 m con una marcada preferencia por los primeros 15 metros (80% de agregaciones), lo que es similar a lo descrito en años precedentes (Castillo ***et al.***, 2009). Latitudinalmente se observa que entre 25º-27ºS y 29º-30ºS hubo una distribución superficial con un máximo de 14,3 m, mientras que entre 27º-28ºS y 30º-31ºS la mediana alcanzó hasta los 23,5 m de profundidad (**Figura 83**).

La temperatura que limitó a la anchoveta varió entre 12,6º y 20,0ºC, disminuyendo hacia el sur. Al norte de los 26ºS hubo una amplia distribución con un rango entre 14,2º y 20ºC. Mientras que al sur de los 26ºS, el rango térmico fue más acotado fluctuando entre 14,1º y 15,7ºC. Esta distribución batimétrica estuvo relacionada con la profundidad de la capa de mezcla o de inicio de la termoclina, con gradientes térmicas verticales medias a bajas (<0,15º C/m). En el crucero RECLAN34 1002 el rango de profundidad de inicio de la termoclina es mas superficial en las primeras 5 mn variando entre 2,5 y 4,0 m, profundidad que tiende a aumentar conforme aumenta la distancia a la costa alcanzando hasta 31,3 m (**Figs 83 y 84**).

Las salinidades también tienden a disminuir hacia el sur de la zona, siendo mayores al norte de los 27ºS con un amplio rango de distribución, en cambio, al sur de los 30ºS las salinidades son las más bajas. El resto de la zona, entre los 27º-28ºS y 29º-30ºS muestra salinidades entre 34,8-38,52 psu. En el sentido vertical, la anchoveta estuvo asociada a gradientes de salinidad entre valores muy cercano a 0 psu/m y < a 0,01 psu/m, ocasionalmente se registraron algunas agregaciones de anchoveta en gradientes cercanas a 0,02 psu/m.

El oxigeno presentó un amplio rango de distribución entre 1,40 y 6,84 ml/l, con gradientes cercanas a 0 ml/l/m y hasta <0,2 ml/l/m, llegando ocasionalmente hasta valores levemente mayores a 0,8 ml/l/m.

La clorofila alcanzó máximos de 1,56 mg/m^2. Sin embargo entre 29º-30ºS se presenta una amplia distribución variando entre 0,18 y 5,52 mg/m^2. Las gradientes de clo-a también estuvieron cercanas a 0, excepto en el sector mencionado en que también se verifica una alta variabilidad.

Por su parte, la densidad del agua al igual que la salinidad, presenta un aumento en las magnitudes hacia el sur con un rango que varia entre 25,34-25,69 sigma-t (**Figura 83**). Las medianas de la gradiente variaron entre -0,1 y -0,03 sigma-t/m.

La estimación del fitoplancton compuesta por la abundancia de diatomeas y flagelados muestra una baja abundancia para la zona de estudio. En este sentido, la abundancia de diatomeas alcanza concentraciones máximas de 2000 cel/ml, en cambio para los flagelados la concentración máxima observada es alrededor de las 100 cel/ml (**Figura 84**).

5.3. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento.

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

Para el análisis visual entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas, se calcularon las variables ambientales a la profundidad promedio de los cárdumenes de la especie, mediante la utilización de SIG (**Fig. 85**). Dichas profundidades variaron entre los 7 y 45 metros. Por otra parte, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulación) con el propósito de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie respecto a los parámetros ambientales; se calculó además la frecuencia acumulada de las variables ambientales y la densidad del recurso y también se estimó el coeficiente $V(Cramer)$.

5.3.1.1 Relación con la temperatura

Las isotermas que limitaron la distribución vertical del recurso fluctuaron entre 11,2 y 21,0ºC, así la repartición horizontal presentó un gradiente norte-sur con aguas más cálidas en el extremo norte, lo que se corresponde con la climatología local.

De los gráficos de frecuencia acumulada se destaca que los adultos y reclutas de la especie tienen un rango preferente entre los 14-16,9ºC donde se concentra sobre el 78% de los registros de la especie, tanto adultos como reclutas (**Figs. 86 y 87**), lo que es similar a lo mencionado en el crucero anterior (**Fig. 88**). La asociación entre la temperatura y la frecuencia de cardúmenes es consistente con los resultados derivados de la aplicación del estadístico de prueba χ^2 que mostró cierto grado de asociación entre la temperatura y la presencia de cardúmenes. A partir de la aplicación de esta prueba se rechazó la hipótesis de independencia entre las variables (H_0). La medida de la intensidad de asociación entre los niveles de temperatura fue obtenida a través del cálculo del índice $V(Cramer)$, la evaluación de dicho índice reveló que en el rango preferencial se obtuvó un coeficiente $V(Cramer)$ de 0,20 tanto para adultos como para reclutas (**Tabla 61**).

Por otra parte, la anchoveta tiende a situarse en los bordes de gradientes térmicos debido probablemente a un menor gasto energético. El análisis de los índices $V(Cramer)$ de los gradientes térmicos también reflejó moderadas correlaciones (**Tabla 61**). Al analizar solamente el rango óptimo (< 0,1 ºC/m) los índices aumentaron levemente y alcanzaron los 0,19.

5.3.1.2 Relación con la salinidad

Las isohalinas que restrigieron la repartición de los ejemplares oscilaron entre 34,17-34,82 psu, con un comportamiento espacial que indicó aguas más salinas en los sectores ribereños. Los gráficos de frecuencia acumulada señalan que el recurso

tiene un estrato dominante entre los 34,4 y 34,69 psu donde se concentra sobre un 80% de los ejemplares, situación que es diferente a lo sucedido en todos los cruceros anteriores en los cuales la ventana óptima estuvo en un estrato inferior de 34,3 a 34,4 psu (**Fig. 88).**

Al igual que en el caso de la temperatura, se estudió la asociación entre los niveles de salinidad y la frecuencia de cardúmenes haciendo uso de la prueba de asociación χ^2 y del índice $V(Cramer)$. Los resultados de la prueba de χ^2 muestran en general una moderada asociación con un índice de 0,19 (adultos) y 0,21 (reclutas); sin embargo, dichos valores aumentaron considerablemente en el rango predilecto a 0,36; por lo que existe una signifcativa asociación entre las variables (**Tabla 61**).

El análisis de los índices $V(Cramer)$ de los gradientes salinos reflejaron moderadas asociaciones (**Tabla 61**), y al igual que en los diferenciales térmicos los ejemplares tienden a ubicarse en sectores aledaños a zonas de frentes salinos. Por otro lado, al analizar solamente el rango óptimo (< 0,04 psu/m) los índices aumentan fuertemente y alcanzaron los 0,23 (fracción reclutas) lo que indicaría una buena asociación entre las variables. Cabe destacar que la anchoveta registró sus más altas abundancias en las franjas más costeras donde se situaron los dos núcleos principales (norte de Chañaral, los que se relacionan a diferenciales salinos menores a 0,02 (psu/m).

5.3.1.3 Relación con el oxígeno disuelto

Los valores de oxigeno que delimitaron la distribución de la anchoveta variaron entre los 0,11-6,84 ml/l. Se destaca que la repartición espacial de los ejemplares se corresponde con un sector de aguas bien oxigenadas (**Fig. 85**). Los histogramas de frecuencia indicaron que los ejemplares se ubicaron entre los 2,0 y 4,9 ml/l, especialmente en zonas ribereñas, situación que es similar al crucero precedente.

Al estimar los cuocientes $V(Cramer)$ se observó que los ejemplares reclutas exhibieron valores más altos siendo el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0) (**Tabla 61**), no obstante los índices $V(Cramer)$ son moderados y solamente alcanzaron a un 0,21.

5.3.1.4 Relación con la densidad del agua de mar

Las isolíneas de densidad que limitaron la distribución del recurso estuvieron entre 24,34 y 26,55 kg/m³, en este sentido la estructura lateral de la densidad del agua mostró isopicnas más densas en el sector costero. El histograma de frecuencias señaló que la especie se situó en un amplio rango de concentraciones de esta variable en un rango de entre 24,6 y 26,2 σt con una ventana preferencial en isopicnas de 25,4-25,79 σt, lo que es similar a lo mencionado en el crucero anterior (**Figs. 86 y 87**).

El cálculo del indicador $V(Cramer)$ para todo el rango de distribución de densidad indicó bajas asociaciones para adultos y reclutas alcanzando la fracción adulta un valor de 0,17 (**Tabla 61**), no obstante, si se analiza solamente el rango óptimo dicho registro aumenta considerablemente a 0,36 lo que da cuenta de una significativa asociación entre ambas variables, con un tipo de asociación directa. En este sentido se señala que para años anteriores también se registró un rango preferente relacionado con aguas más densas.

5.3.1.5. Relación con la clorofila "a"

Los niveles de clorofila que condicionaron la distribución de las agregaciones variaron entre 0,01 y 5,52 µg/l, en general la biomasa pigmentaria evidenció bajos registros con un foco principal al NW de Coquimbo que se relacionó con agregaciones de anchoveta de bajas densidades (**Fig. 85**).

A su vez el histograma de frecuencias de la clorofila señala que la especie se localizó mayoritariamente en valores acotados del parámetro ambiental especialmente en registros menores a 1,0 µg/l (**Figs. 86 y 87**). Los índices $V(Cramer)$ dan cuenta de una moderada correspondencia entre la anchoveta y la cloa, sin embargo los índices aumentan si se considera la ventana óptima (**Tabla 61**). En este sentido es importante destacar que los resultados son similares a los encontrados por otros autores que incluso indican una relación inversa entre las concentraciones de anchoveta y la abundancia de la clorofila, se señala que en estudios de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta también se han encontrado asociaciones inversas entre ambas variables.

5.3.1.6 Relación con el zooplancton

Con respecto al zooplancton, se advirtió que presentaron grandes abundancias con un núcleo principal en los alrededores de Caldera que coincide con las mayores abundancias de la anchoveta. El análisis indicó una moderada relación con las mayores abundancias de estos grupos tanto con adultos como con reclutas, así el mayor número de celdas positivas de anchoveta se registran en densidades entre 100.000 y 200.000 (núm/100m^3) estrato que concentra sobre el 80% de la presencia de anchoveta (**Figs. 86 y 87**).

Cabe destacar que el zooplancton ha sido mencionado por diversos autores como parte de la dieta de la especie (Balbontín *et al*., 1979; Yañez ***et al.***, 1995 entre otros). Finalmente, el cálculo de los índices $V(Cramer)$ mostró una moderada asociación entre las variables, no obstante al analizar el estrato óptimo los coeficientes aumentan considerablemente (**Tabla 61**).

5.3.1.7 Relación con el fitoplancton

En el caso del fitoplancton, desde el punto biológico, se registraron bajas abundancias con solamente un foco primordial que se localizó al norte de Caldera en la banda costera, al extremo sur las densidades del fitoplancton disminuyen considerablemente (**Figs. 85**).

El gráfico de frecuencias de abundancia de fitoplancton señaló que los adultos y reclutas de la especie se localizaron en un amplio rango de concentraciones de fitoplancton, no obstante sobre el 90% de las celdas positivas se ubicaron en concentraciones menores a 100 (cél/m^3) (**Figs. 86 y 87**). Al analizar las asociaciones entre la distribución de la especie y la composición del fitoplancton se da una relación inversa entre las variables, es decir que las mayores concentraciones de la especie se asocian a moderados registros de la variable ambiental, sin embargo los valores de los índices $V(Cramer)$ dan cuenta de asociaciones significativas al rechazar la hipótesis de independencia entre las variables, especialmente si se considera el rango preferente (**Tabla 61**).

5.3.2 Distribución espacial de la anchoveta en los cruceros de primavera-verano (período 2006 – 2010)

En el período 2006 a 2010 se han efectuado 5 cruceros para cuantificar hidroacústicamente la anchoveta en el pic de reclutamiento. En la **Figura 89** se presentan las cartografías de las distribuciones de adultos y juveniles de anchoveta clasificado por categoría de densidad.

En el año 2006, los ejemplares adultos se distribuyeron a lo largo de toda la costa concentrando sus mayores focos en el extremo sur, a su vez la fracción recluta presentó sus mayores registros en regiones localizadas más al norte. En el año 2007, las fracciones adultas y reclutas de anchoveta, presentaron patrones de distribución similares, esto se contrapone a lo observado en el 2006, donde hubo una estratificación latitudinal de las tallas. En el año 2007, posiblemente debido a los efectos del evento “La Niña” se observó un fuerte desplazamiento de la especie en dirección norte, no obstante lo anterior, las variaciones en los rangos de distribución del recurso respecto de las variables ambientales fueron leves lo que implicaría que el recurso migró en función de encontrar condiciones ambientales óptimas.

Durante el 2008, la distribución espacial de las agregaciones señaló tres focos principales: el primero se localizó desde el límite norte de la zona al paralelo 26º40´S en las primeras 18 mn de la costa, donde se registraron las mayores densidades de esta especie, el segundo entre punta Cabeza de Vaca (26º50´S) y Bahía Salada (27º50´S) y; el tercero entre punta Lobos (28º20´S) y la latitud 30º40´S, donde la anchoveta presentó una extensa distribución espacial, cabe destacar que las mayores concentraciones de adultos y reclutas de anchoveta se asociaron a gradientes térmicos moderados, se destaca que en este año el recurso presenta

diferencias en sus rangos de temperatura respecto de los años anteriores, sin embargo en el caso de la salinidad la anchoveta continúa reportándose mayoritariamente entre los 34,3 y 35,9 psu. Durante los años 2009 y 2010 se observaron dos núcleos principales, al norte de Caldera y en las cercanías de Coquimbo, se destaca que en estos años el recurso registró una fuerte disminución en su extensión geográfica (**Fig. 89**).

5.3.2.1 Análisis de los centros de gravedad (CG)

El año 2006, los ejemplares adultos presentaron una repartición espacial a lo largo de toda la costa en cambio la fracción recluta presentó sus mayores registros localizados más al norte. Lo anterior se reflejó en la ubicación de los CG, en los cuales se apreció claramente que la fracción adulta presentó un CG mucho más desplazado al sur (**Fig. 90**). El 2007, ambas porciones presentaron patrones de distribución similares, posiblemente debido a los efectos del evento "La Niña". Este año se verificó una migración del recurso hacia el norte que se reflejó en la localización de los CG, los cuales se emplazan en el extremo norte de la zona de estudio, este desplazamiento no implicó grandes variaciones en los rangos de las variables ambientales los cuales se mantienen en torno a los 13-15ºC.

Durante el 2008, la especie presentó una distribución espacial a lo largo de toda la costa donde las mayores densidades se apreciaron al norte sin embargo los CG se situaron en las cercanías de Huasco, este año se destacó por las variaciones que se presentaron en los rangos de distribución de adultos y reclutas respecto de la temperatura y salinidad. En los años 2009 y 2010 los CG migraron hacia el extremo norte, se destacó especialmente el 2010, año en que el CG de la fracción adulta se situó a la cuadra de Chañaral.

5.3.3 Modelamiento estadístico de la densidad acústica de anchoveta y las condiciones bio-oceanograficas.

5.3.3.1 Análisis Inferencial

Los predictores modelados se agruparon como espaciales (latitud, distancia a la costa y profundidad media de las agregaciones, descriptores termoclina y capa mínima de oxigeno) y bio-oceanográficas (abundancia de fitoplancton (diatomeas y flagelados) y abundancia zooplancton, temperatura, salinidad, oxigeno, densidad, clorofila, profundidad de inicio y fin de la termoclina y profundidad inicio capa mínima de oxígeno).

La **tabla 62** muestra las covariables que aportaron significativamente al modelo con reducciones de 1882,19 unidades en la devianza de los residuales. El predictor profundidad media de las agregaciones, reduce mayormente la magnitud de la devianza y en segundo orden lo hace la abundancia de diatomeas.

El criterio Akaike (AIC) alcanza su valor mínimo con la variable abundancia de diatomeas (**tabla 62**), excluyendo las variables clorofila y densidad del agua que fueron significativas según la prueba de máxima verosimilitud F (Pr(F)=1,05E-06 y 0,99E-06).

Según el ranking establecido mediante el pseudo coeficiente de determinación R2 la variable que mayormente explica la distribución de la densidad de anchoveta fue la profundidad media de las agregaciones con un 57,83% de la variabilidad, lo que representa el 75,96% del total explicado por la suma de las variables, en segundo orden lo hace la abundancia de diatomeas con una contribución del 4,64%. El resto de los predictores contribuyen marginalmente a la explicación de la respuesta con un

aporte máximo del 2,3% (**tabla 62**). En general, el pseudo coeficiente de determinación obtenido es de 0,7613, lo que indica que el modelo explica un 76,13% de la variabilidad total de anchoveta.

5.3.3.2 Efecto individual de los predictores en el modelo

En las **figura 91** se presentan gráficamente las covariables y su influencia relativa sobre la densidad de anchoveta con la función de suavización loess y sus intervalos de confianza al 95% en líneas segmentadas.

La profundidad media presenta un efecto positivo sobre la densidad de anchoveta, hasta alcanzar un máximo entre 10-20 m, a mayores profundidades las densidades de anchoveta descienden, con amplios límites de confianza (**Figura 91)**.

La densidad de anchoveta se maximiza a 7 mn de la costa, con un efecto tipo domo, a mayores distancias se aprecia un descenso en la abundancia y se amplian las bandas de confianza a partir de las 10 mn de distancia a la costa (**Figura 91**).

Las densidades de anchoveta se maximizaron en gradientes de salinidad entre -0,005 psu/m y 0 psu/m, en valores positivos se relacionan inversamente minimizando la función de densidad en torno a valores de gradiente de 0,0075 psu/m (**Figura 91**).

La densidad de anchoveta se relaciona positivamente con la temperatura y el oxígeno y negativamente con la salinidad, aunque sus bandas de confianza convergen en 15,2º C; 3,8 ml/l y 34,55 psu, con amplias variabilidades e incertidumbre hacia los extremos (**Fig. 91**). Estos puntos de convergencia sugieren rangos preferenciales en la distribución de anchoveta, pudiendo ser una de las

razones de la relativamente baja explicación al modelo que entregan las variables oceanográficas.

En cuanto a la latitud, se observa que entre los 26º y 28º S hubo una tendencia negativa en las densidades de anchoveta hacia el norte y sur de estos límites, la incertidumbre aumentó (**Figura 91**).

Las densidades de anchoveta se maximizaron en torno a los 14 m de profundidad de inicio de la termoclina con una relación tipo domo que tuvo un rango óptimo entre 6 y 22 metros (**Figura 91**). Esta variable está fuertemente vinculada con las gradientes verticales térmicas y salinas, indicando que la anchoveta se distribuyó en la capa de mezcla y en la termoclina, pero en gradientes someros a bajos, incluso negativos, como es el caso de la gradiente de salinidad.

Las variables gradiente de clorofila y abundancia de diatomeas indican que la densidad de anchoveta se localizó en valores <0,05 mg/m^3 de gradiente de clo-a y bajas abundancias de diatomeas (< 120 cel/ml), disminuyendo hacia valores más altos, hasta minimizarse entre >0,0-0,1 mg/m^3 (gradiente de clo-a) y entre >0,0-240 cel/ml (abundancia diatomeas). (**Figura 91**).

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

La muestra fue separada en agregaciones diurnas y nocturnas resultando en el día 210 agregaciones, mientras que para la noche se detectaron 52 agregaciones.

6.1 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas

Las **Tablas 63 y 64** entregan los resultados para las agregaciones diurnas y nocturnas de anchoveta, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza (ANDEVA), para la comparación de los valores medios de los descriptores, factor día-noche, se entrega en la **Tabla 65**. En ésta se observa que los descriptores: profundidad de agregaciones, índice de altura, distancia media a la costa y la energía retrodispersada, no presentaron diferencias significativas entre sus valores promedio diurnos y nocturnos.

6.1.1 Descriptores morfológicos

Las agregaciones diurnas de anchoveta presentaron un largo promedio de 28 m (±31). En la noche el largo alcanzó un mayor valor promedio y un rango más amplio de variación que en el día, resultando en 643 m (±1.566) (**Fig. 92**). El alto de agregaciones para período diurno resultó en 4 m (±3). El valor nocturno del alto disminuyó a 3 m (±2) (**Fig. 93**). La elongación (relación largo/alto de las agregaciones), alcanzó, al igual que el largo, mayores valores en ambiente nocturno. En ambiente diurno el promedio fue igual a 8 con desviación de ±11. En período nocturno el valor aumentó a 129 (±264) (**Fig. 94**).

Los descriptores referidos al tamaño de las agregaciones también evidenciaron un mayor tamaño de éstas en ambiente nocturno. Durante el día los valores de perímetro y área fueron de 81 m (±107) y 122 m^2 (±175), respectivamente, mientras que en la noche los valores aumentan a 1.843 m (±4.057) y 3.483 m^2 (±9.241) para perímetro y área, respectivamente (**Fig. 95 y 96**). El valor de la dimensión fractal, que es una medida de la complejidad de la forma de la agregación, también fue menor durante el día con un valor de 1,28 (±0,16) y 1,59 (±0,12) para el día y la noche,

respectivamente (**Fig. 97**), reflejando la tendencia de anchoveta de formar agregaciones más irregulares o alargadas durante el período nocturno.

6.1.2 Descriptores batimétricos

La profundidad promedio de las agregaciones de anchoveta durante el día y la noche fueron similares, ubicándose en ambos períodos a 9 m y con similar desviación de ±3 (**Fig. 98**). La profundidad promedio del fondo en que fueron detectadas las agregaciones en período diurno fue de 456 m (±403), mientras que en la noche disminuyó su valor a 312 m (±167) (**Fig. 99**).

El descriptor índice de altura que refleja la posición relativa de las agregaciones con respecto al fondo, fue de 96% (±3) en el día y de 96% (±4) en la noche (**Fig. 100**). El bajo valor de dispersión de los datos refleja que casi la totalidad de las agregaciones presentaron valores altos de este índice.

6.1.3 Distancia a la costa

La distancia a la costa no presentó diferencias significativas entre el día y la noche con similares valores promedio en 7 mn y desviaciones de ±5 y ±3 mn para el día y la noche, respectivamente (**Fig. 101**).

6.1.4. Descriptores de energía

La energía retrodispersada (S_A) no presentó diferencias significativas entre el día y la noche entre el período diurno y nocturno, aun cuando en la noche el promedio fue levemente superior. El promedio diurno fue de 876 S_A (±2.423) mientras que en ambiente nocturno fue de 962 S_A (±2.420) (**Fig. 102**). Dado el mayor tamaño de las agregaciones en período nocturno, es que el valor de la densidad acústica (S_A/m^2)

fue mayor durante el día que la noche, con promedio diurno de 8 S_A/m^2 (±24) y promedio nocturno de 1 S_A/m^2 (±2) (**Fig. 103**).

6.1.5. Valores promedio descriptores por rango de hora

Se agrupó los valores observados de los descriptores por crucero y rango de hora, siendo éste de 1 hora y abarcando 19 de las 24 horas del día. Los resultados muestran una tendencia a presentar mayores valores en el largo de las agregaciones en ambiente nocturno (**Fig. 104**). El alto de las agregaciones se observa una clara tendencia a presentar mayores valores de alto en ambiente diurno, especialmente entre las 09 y 12 horas del día (**Fig. 105**). La elongación, al igual que el largo, presenta sus mayores valores en ambiente nocturno (**Fig. 106**).

Los valores de perímetro y área por rango de hora (**Fig. 107 y 108**), presentan el mismo patrón observado en los valores de la elongación respecto a las variaciones en sus valores promedio, con sus mayores valores en horario nocturno, patrón que se refleja también en los valores de la dimensión fractal, en donde se observa una coincidencia entre los mayores valores de los descriptores referidos al tamaño de las agregaciones y el referido a la regularidad en la forma de los cardúmenes (**Fig**. **109).**

La profundidad de agregaciones no permite asociar una tendencia horaria de las agregaciones con este descriptor dada la forma de las curvas promedio, observándose una profundidad promedio máxima y mínima en ambiente nocturno y una segunda profundidad máxima en el día, aun así durante el día se aprecia una mayor regularidad en los promedios diurnos (**Fig. 110**). La profundidad del fondo presenta una mayor variabilidad en ambiente diurno con los máximos en dicho período (**Fig. 111**). El índice de altura presenta valores muy altos en todo el período horario, excepto en el horario entre las 03 y 07 a.m. donde presenta una tendencia a estar mas cerca del fondo, pero siempre con valores altos (**Fig. 112**).

La distancia a la costa de las agregaciones presenta una curva bastante similar tanto en ambiente diurno como nocturno, con similar tendencia día-noche, no observándose grandes diferencias entre períodos, lo que se comprueba con los resultados de la ANDEVA que no arrojó diferencias significativas entre el día y la noche (**Fig. 113**).

La energía retrodispersada presenta una alta variación en sus valores promedio durante el período registrado, con rangos entre 90 y 1.800 S_A durante la noche y entre 200 y 2.000 S_A durante el día, aun así estadísticamente no se observa diferentas dado el amplio intervalo de confianza que esta condición genera (**Fig. 114**). La densidad acústica presenta sus mayores valores en horario diurno, observándose los menores valores de densidad en ambiente nocturno, dado el aumento en el tamaño de las agregaciones (**Fig. 115**).

6.1.6. Valores promedio descriptores según distancia a la costa

Se agrupó los descriptores según la distancia a la costa en rangos de 1 mn, comprendiendo este rango desde 1 mn hasta 1,99 mn y así sucesivamente. A partir de las distribuciones de frecuencia acumulada del número de observaciones en ambiente diurno (**Fig. 116**), se determinó la mediana de la distancia a la costa, a fin de poder separar las agregaciones en categoría costera y no-costera. Los resultados indicaron que tanto en ambiente diurno como nocturno el 50% de las agregaciones se ubicó a 6 mn. Posteriormente se definió como agregaciones costeras a aquellas ubicadas hasta 6 mn de la costa (<= 5 mn) y como no-costeras a aquellas ubicadas sobre 6 mn de la costa (> 5 mn).

Las **Tablas 66** y **67** entregan los resultados de la ANDEVA realizada al comparar los valores medios de los descriptores separando las agregaciones en costeras y no-

costeras, para ambiente diurno y nocturno, respectivamente. En éstas se observa que en ambiente diurno, solamente los descriptores batimétricos profundidad del fondo e índice de altura presentan diferencias significativas, mientras que el resto de las variables presentan valores promedio similares entre agregaciones costeras y no-costeras. En ambiente nocturno, no se observaron diferencias significativas en ninguno de los descriptores de acuerdo a este factor.

Considerando las variables morfométricas, aun cuando no presentan diferencias significativas, se observa que en el caso diurno las agregaciones no costeras presentan mayor valor promedio de largo y elongación que las agregaciones costeras. En el caso nocturno, se observa que las agregaciones no costeras presentan mayor valor promedio del largo y alto. (**Fig. 117**).

Las variables perímetro y área presentan en promedio mayores valores en la zona no costera, tanto en ambiente diurno como nocturno, se debe consignar que estadísticamente las diferencias no son significativas pero en promedio las agregaciones de mayor tamaño se ubican en la zona no costera (**Fig. 118**).

Las variables batimétricas en el caso diurno presentan las agregaciones costeras levemente a menor profundidad y a un notorio menor fondo promedio que las agregaciones no-costeras, esto implica mayor valor de índice de altura en la zona no-costera. En el caso nocturno, las agregaciones costeras también presentan una leve menor profundidad promedio y un leve menor fondo promedio, pero no llega a ser significativo, siempre se mantiene un mayor fondo promedio que el registrado durante el día en ambos casos (costero y no costero) (**Fig. 119**).

Las agregaciones costeras presentaron mayor valor promedio de energía retrodispersasa que las no costeras, tanto en ambiente diurno como nocturno. A su vez el hecho de que en ambiente diurno las agregaciones de mayor tamaño se

ubican en la zona no costera, provoca que en este sector las agregaciones presenten menor densidad acústica que en la zona no costera. En la noche en ambos sectores las agregaciones presentan menor densidad que en el día, pero las agregaciones costeras nocturnas levemente superan en densidad a las agregaciones de la zona no-costeras. (**Fig. 120**).

6.1.7 Descriptores por zona

A fin de observar la tendencia de los descriptores de las agregaciones respecto a la distribución espacial, se agruparon los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía, de acuerdo a las zonas definidas para el crucero en ambiente diurno y nocturno. La **Tabla 68** presenta los resultados por zona de las agregaciones de anchoveta en ambiente diurno y nocturno.

La zona de mayor área prospectada fue la zona 3 seguida de la zona 2, siendo la zona 1 la de menor tamaño, sin embargo el mayor número de agregaciones se detectó en la zona 1 con 133 detecciones (107 diurnas y 26 nocturnas), seguida de la zona 2 con 66 agregaciones (47 diurnas y 19 nocturnas), y finalmente la zona 3 con 63 observaciones (56 en el día y 26 en la noche). Durante el día las agregaciones de mayor tamaño (perímetro y área) se detectaron en las zonas 1 y 2, respectivamente, mientras que en la noche la zona 3 presentó las mayores agregaciones (largo, perímetro, área). En ambiente diurno las agregaciones presentaron mayor profundidad promedio en las zonas 1 y 2 (9,5 y 9,6 m), disminuyendo su profundidad en la noche a 6,9 y 6,3 m, respectivamente. La zona 3 presentó la tendencia contraria, con la menor profundidad de agregaciones durante el día (6,9 m) y aumentando en la noche a una profundidad de 12,6 m. El mayor valor promedio de energía retrodispersada (S_A) y densidad fue detectado en ambiente diurno en la zona 2, mientras que durante período nocturno los mayores valores de S_A promedio se registraron en la zona 3, la mayor densidad promedio se registró en la zona 2. La

zona 3 sólo tuvo 7 detecciones durante la noche por lo que sus valores promedios si bien son mas altos tanto en tamaño de agregaciones como en los valores de energía retrodispersada, pueden no ser representativos.

6.2 Análisis de componentes principales

6.2.1 Agregaciones diurnas

La **Tabla 63** entrega el resumen de la información de cada descriptor o variable original donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones diurnas detectadas en el crucero.

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 69**, las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-perímetro, largo-elongación, largo-área, perímetro-área, alto-índice de altura, área-S_A y alto-S_A, respectivamente.

El ACP arrojó cuatro componentes principales que en conjunto explican el 80,9% de la variabilidad total. La **Tabla 70** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por todos los componentes. El componente 1, presenta un valor propio de 3,8 explicando el 31,9% de la variabilidad total, siendo el que mas aporta a ésta, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,9 explicando el 24,3% de la variabilidad. El tercer componente explica el 18,8% de la variabilidad con un valor propio de 2,3 y el cuarto con valor propio de 1,0 explica el 8,7% de la variabilidad.

La correlación de las variables originales con los componentes principales se aprecian en la la **Tabla 71**, en ésta se observa que los descriptores morfológicos

área, perímetro y largo junto al de energía S_A se asocian principalmente al componente 1. El componente 2 asocia positivamente a las variables elongación con dimensión fractal y negativamente a las variables alto con profundidad de agregaciones. El tercer componente asocia fuertemente a las variables profundidad del fondo con la distancia a la costa y con el índice de altura. El componente 4 se asocia en mejor nivel con la densidad de agregaciones.

La **figura 121** representa la asociación de las variables originales con los dos primeros componentes, en ésta se aprecia la relación entre los S_A y el tamaño de las agregaciones, pero más correlacionada con el área de las agregaciones que el resto de las variables morfométricas, situación diferente al caso diurno del crucero 1, así como también la relación en este crucero de la profundidad de agregaciones con el alto, significando que en el día las agregaciones de mayor alto se encontrarían a mayor profundidad.

6.2.2 Agregaciones nocturnas

La **Tabla 64** entrega el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones nocturnas detectadas en el crucero.

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 72**, las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-área, largo-elongación, largo-perímetro y elongación-perímetro, seguida de la asociación entre la variable S_A con el largo, elongación, perímetro y área, respectivamente.

El ACP arrojó cuatro componentes principales que en conjunto explican el 84,2% de la variabilidad total. La **Tabla 73** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por todos los componentes. El componente 1 es el más importante con un valor propio de 5,6 explicando el 46,5% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,9 explicando el 16,0% de la variabilidad. El tercer componente explica el 11,5% de la variabilidad con un valor propio de 1,4 y el cuarto con valor propio de 1,2 explicando el 10,2% de la variabilidad.

La correlación de las variables originales con los componentes principales se aprecian en la la **Tabla 74**, en ésta se observa que el componente 1 asocia fuertemente a las variables morfológicas largo, área, perímetro, alto y elongación junto al descriptor de energía S_A. El componente 2 asocia a la profundidad de agregaciones con la distancia a la costa, el componente 3 a la dimensión fractal (negativo) con la densidad y el componente 4 asocia principalmente al índice de altura.

Gráficamente se observa la asociación descrita anteriormente en el caso de las asociaciones morfométricas y de energía con el componente 1 y la profundidad de agregaciones con la distancia a la costa (**Fig. 122**). En este crucero nocturno se observó la relación mas fuerte entre morfometría y energía retrodispersada, resultando este componente el más potente observado entre todos los escenarios

analizados, con unan explicación de la variabilidad del 46,5%. Además se observa la relación de las variables morfométricas con la profundidad del fondo, apreciándose que ante aumentos de éste se encontraran agregaciones de mayor tamaño y de mayores densidades acústicas, situación observada al analizar los descriptores según la distancia a la costa.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de la hidrografía

Dentro del contexto regional, en el mes de Julio de 2009 se dio por comenzado un nuevo periodo cálido El Niño (NOAA, 2009) en el Pacífico Ecuatorial. El Indice Multivariado Ecuatorial (MEI) y el Indice de Oscilación del Sur (IOS) indicaron una fase cálida del evento desde el mes de abril de 2009, sin embargo hasta el mes de octubre se mantuvieron en el sector Niño 1+2 (costa sudamericana) condiciones frías caracterizadas por anomalías negativas de TSM de hasta -1°C. De Arica a Antofagasta, en el mismo mes de octubre, se registró una condición de normalidad con la presencia de anomalías mayores a +1°C en temperatura y +0,1 en salinidad frente a Arica asociadas a una entrada de agua Subtropical por condiciones locales de viento (Braun *et al.,* 2010). En la misma zona, a partir del mes de noviembre se presentó una marcada tendencia hacia una condición cálida y salina, la cual indicaba los primeros efectos de El Niño, manifestándose en anomalías positivas de temperatura y salinidad en el rango de +1° a +2°C y 0,1 a 0,2, respectivamente, (Reyes & Letelier, 2009). En el mes de diciembre las condiciones anormales cálidas provocaron, entre otras, anomalías superficiales en temperatura que fueron en general de +2°C y en salinidad +0,2, con valores mayores en algunas áreas (Reyes & Pizarro, 2010). Finalmente, en enero y febrero se presentaron condiciones cálidas superficiales asociadas a El Niño de +1°C en el sector oceánico y de hasta +2°C en el sector costero (Braun *et al.,* 2010). De acuerdo a las características oceanográficas descritas para la zona Arica – Antofagasta, como también de lo que señala la situación ecuatorial a través de el MEI se puede indicar que el crucero RECLAN en la III y IV regiones, se desarrolló dentro de un marco ambiental definido como condiciones cálidas El Niño.

En el periodo del crucero, la intensidad y dirección del viento, así también el valor del Indice de surgencia derivado, fueron consistente con las condiciones oceanográficas asociadas a procesos de surgencia costera encontradas en la zona, y que son habituales (Strub *et al.,* 1998). Estos procesos afectaron prácticamente toda la costa pero variaron en intensidad. En este sentido, las bajas concentraciones de oxígeno disuelto y TSM que se encuentran en el sector de Tal Tal a Punta Obispo y de Coquimbo hasta Río Limarí evidencian que éstas fueron las áreas de mayor intensidad de la surgencia en las cuales hubo una mayoritaria participación de agua Ecuatorial Subsuperficial en la costa (Silva & Konow. 1975; Ortiz, 1998), sin embargo, los valores de TSM y salinidad medidos principalmente en la mitad norte de la zona, marcan la presencia en superficie de agua Subtropical (AST) hacia el oeste y que ésta penetró hacia la costa en rada Paposo, Caldera y Puerto Carrizal Bajo debido a una relajación de la surgencia.

La localidad de caleta Peña Blanca es otro punto de surgencia importante pero de una menor área de cobertura. El AST no se presentó de Huasco al sur, predominando en este caso agua de origen Subantártico (ASAA) en el área más oeste de dicho sector, lo que justifica los altos valores relativos de OD, baja TSM y relativa baja salinidad encontrados.

Se destacó en los resultados la presencia de un foco de altos valores de oxigeno disuelto (OD) en el área de Totoralillo, donde se superaron los 6 ml/l. En esta área no se estaría produciendo una entrada de agua AST, aun cuando en esa área hubo algunas mediciones de viento mas pegado a la costa con dirección norte y que pudieran significar un relajamiento de la surgencia. En este mismo sentido, los valores de TSM y salinidad en esa área fueron bajos, por lo que tal situación se debería a la presencia de la masa de agua ASAA, lo que es confirmado por los valores de porcentaje de participación que estuvieron entre 40 y 50%.

El proceso de surgencia presente en toda la zona favoreció un sistema productivo

que se observa a través de la información de clorofila superficial y vertical. Altos valores de clorofila (cloa) estuvieron en toda la franja costera hasta los 30°30'S y se extendieron hacia el sector oceánico a través de filamentos como los observados en Chañaral, caleta Inglesa y Huasco. En la vertical, núcleos de concentraciones > 1 µg/l se presentaron en la mayoría de las secciones entre el límite norte y los 30°30'S, destacándose el área de rada Paposo, bahía de Copiapó y Coquimbo.

La pendiente negativa de las isolíneas de temperatura y densidad sobre el talud continental entre el límite norte y caleta Inglesa (29°S), evidencia la presencia de la corriente subsuperficial hacia el polo (Brink *et al.*, 1980) que transporta agua Ecuatorial Subsuperficial y la cual se debilita en sus características originales a medida que viaja al sur (Silva, 1983). Lo indicado es observado claramente en las figuras de las secciones verticales de AESS. La pendiente negativa señalada no se presenta al sur de los 29°S posiblemente debido a que el muestreo se realizó dentro de la bahía de Coquimbo, perdiendo el eje inicial del muestreo costero que viene del norte, sin embargo el núcleo en esta masa de agua se encuentra claramente definido. Mientras que al sur de los 30°S, el cambio de sentido del eje de la costa, aleja el núcleo de AESS hacia el oeste.

Los giros de mesoescala mostraron una fuerte variación en las velocidades geostróficas durante el mes del crucero, aun cuando tiende a mantenerse la posición de las estructuras y giros. Se destaca que en las cuatro semanas se produjo una convergencia del flujo en el área costera de Caldera a Huasco, como así también en el área de punta Talinay (31°30'S). En esta misma área se aprecia una mayor TSM y alta salinidad que está asociada a un transporte desde el área oceánica hacia la costa. En el sector de caleta Inglesa a Coquimbo hubo un área de divergencia hacia el sector oceánico que se hizo más intenso hacia la cuarta semana, lo que fue consistente con las características de baja TSM, baja salinidad y alto OD en esa área. El filamento de altos valores de clorofila que comienzan frente a caleta Inglesa y

llega hasta al menos los 73°W estuvo asociado al constante flujo geostrófico divergente hacia el sector oceánico observado en dicha área.

La información superficial de TSM obtenida del crucero en estudio, al ser comparada con los promedios mensuales históricos respectivos (Rojas y Silva, 1996) no permite señalar una condición de anormalidad para la zona de estudio. Cabe señalar que estos promedios históricos fueron calculados con la información superficial histórica dentro de un grado de latitud por un grado de longitud, por lo que estos no presentan una buena diferenciación costa océano. Por esta razón, al ser este crucero netamente costero, la comparación no es óptima con el tipo de dato histórico disponible. Es muy necesario contar con información de promedios históricos actualizados y construidos a partir de una grilla más fina que la disponible actualmente, lo que ayudaría a poder determinar de mejor forma la condición de normalidad en la zona de estudio. Así también seria muy útil contar con una serie de tiempo de estaciones costeras como las disponibles en la zona norte la que ya cuenta con casi 15 años de datos mensuales.

El rango de salinidad superficial tanto del crucero como de los promedios son similares en la zona pero la distribución fue distinta en la mitad norte. En este caso, los promedios históricos de salinidad superficial muestran la existencia de una banda costera que tiene un gradiente costa océano, el cual no estuvo presente en los datos de crucero.

En el caso de la TSM satelital, la comparación con los promedios históricos muestra una condición neutra para la zona. Los promedios señalan para el área que va desde los 25° hasta los 28°S que deberían encontrarse valores de TSM > 20°C en todo el sector oceánico hasta los 75°W, mientras que en las cuatro imágenes satelitales semanales del período del crucero este valor de TSM se presentó hasta los 28°S en las tres primeras semanas y hasta los 29°S en la última. En este mismo contexto, en

las dos primeras semanas del crucero los valores de TSM > 20°C se observaron como una lengua de agua más cálida que se extiende desde el frente térmico hasta los 73°W y no abarca todo el sector oceánico como en los promedios. En el límite norte de la zona, los promedios históricos muestran valores de TSM que formaron un foco de valores > 22° y > 23°C, situación que no se observó en las imágenes satelitales. Así también, frente a Coquimbo, la distribución de TSM tanto del crucero como de los promedios fue similar y no se observaron diferencias que puedan sugerir una condición anormal.

La condición de normalidad encontrada en la zona, según los promedios históricos señalados, es un punto que se destaca dado que en el mismo mes se presentaron anomalías térmicas de hasta +2°C en el sector oceánico de entre Arica y Antofagasta, y también condiciones cálidas en la vertical en la costa de Arica e Iquique, y que se asoció a efectos de El Niño (http://www.ifop.cl/intranet/documentos/oceanografia/2010/boletin_N_5_Febrero_2010.pdf). En este sentido, la única situación notablemente distinta respecto a los promedios históricos en la III y IV región es la diferencia de distribución de salinidad que se indicó para la mitad norte de la zona. En esta misma línea, en la información entregada por el monitoreo mensual realizado en las estaciones fijas de Arica, Iquique y Mejillones se observó que es la última localidad señalada, efectuada a mediados de mes de febrero, la única que no presentó condiciones claramente cálidas. Lo anterior señala entonces que habría un desfase, respecto de Arica e Iquique, en la propagación de los efectos de El Niño, y por lo tanto durante febrero de 2010 no se manifestaban aun en el área costera de Mejillones ni en la zona de estudio de este crucero. Por otro lado, en los meses siguientes, Mejillones fue la primera estación en mostrar un rápido retorno a condiciones térmicas normales en la vertical, llegando a tal situación las otras dos en uno a dos meses después (http://www.ifop.cl/intranet/documentos/oceanografia/2010/boletin_N_8_Mayo_2010.pdf), lo que parece indicar que al menos desde Mejillones al sur los efectos de eventos

El Niño serían más tardíos y breves. La imagen de TSM satelital de la última semana del mes de febrero mostró, a diferencia de las anteriores, un rápido calentamiento de la superficie del océano, lo que podría ser señal del comienzo de los efectos de El Niño en la zona.

1.1 Análisis Histórico de las condiciones hidrográficas de la zona

Los cruceros RECLAN que abarcan la región entre los 25º y 32ºS se han llevado a cabo en diferentes condiciones ambiéntales regionales. El índice multivariado de eventos El Niño - Oscilación del Sur (**Fig. 33**), es un buen indicador de las condiciones que están presentes en el Océano Ecuatorial (NOAA, 2009) y que podrían afectar la zona norte de Chile. Este índice muestra que los años El Niño (94/95, 97/98, 02/03) o la Niña (98/99, 00/01 y 07/08) se superponen en fases cálidas y frías de mayor duración como ocurrió en el período frío 1999-2002, el período cálido 2002-2006 y el período frío 2007-2009 (http://ggweather.com/enso/years).

En la zona se han realizado 5 cruceros abarcando típicamente el mes de febrero en los años 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010. Los resultados muestran claramente que el período febrero/marzo de 2007 se diferencia de los otros cruceros por presentar relativamente una menor TSM, la presencia de menores salinidades superficiales y también mayor clorofila-a. El índice Ecuatorial indicó que durante el crucero de 2007 la banda Ecuatorial pasaba por una situación de transición entre El Niño y la Niña.

Los efectos de estos cambios serían evidentes en la zona de estudio, pero con un desfase asociado a la distancia y tiempo de propagación de los efectos de estos eventos interanuales sobre la costa de la III y IV regiones de Chile (Letelier, 1998; Hormazábal *et al.,* 2001). Sin embargo, y en este mismo sentido, llama la atención que los cruceros de 2006 y 2009 registran las más altas TSM respecto a los otros cruceros, aun cuando el MEI está en ese mismo momento en una fase fría. Si se considera un desfase temporal de tres a cuatro meses en respuesta a las condiciones ecuatoriales (Letelier, 1998; Hormazábal *et al.,* 2001), las condiciones esperadas deberían haber sido aun más frías en ambos cruceros. El crucero de febrero de 2010, se encuentra también al término de un período cálido en transición hacia un periodo frío según lo que indica el MEI para el área ecuatorial, pero la TSM del crucero en este caso fue similar a la de febrero de 2009 correspondiente a un "periodo frío".

El resto de los cruceros fueron desarrollados dentro del contexto de períodos fríos del Océano Ecuatorial. De estos, en el de febrero de 2008, a diferencia de otros, se presentó una intensa circulación anticiclónica que generó fuertes corrientes en dirección hacia el Ecuador y a lo largo de la costa. Este patrón de circulación ocurrió durante el período en que el índice Ecuatorial presentó los mayores valores negativos, asociados a La Niña 2007/08.

El análisis de la distribución espacial de las variables oceanográficas superficiales en los diferentes cruceros revela patrones característicos de la zona, un descenso hacia el sur de temperatura y salinidad producto de la mayor influencia de aguas menos salinas y frías que provienen de las zonas subantárticas y fiordos (Strub *et al.*, 1998). Además, producto de la surgencia costera y penetración de aguas oceánicas sobre la plataforma continental, es característico encontrar un gradiente zonal, pero que es típicamente

diferenciado en la zona. En este sentido, desde los 25º a 27,5ºS, durante la época de estudio, la surgencia pasa a ser más significativa, sobresaliendo los focos de alrededor de caleta Inglesa y punta Farellones. Durante marzo de 2007, las TSM y especialmente las salinidades disminuyen significativamente, pero la distribución meridional y zonal sigue siendo característica. Los valores relativamente bajos de salinidad están posiblemente asociados al comienzo del periodo La Niña 2007/08. Otros focos de surgencia, pero de menor intensidad área, aparecen en el área de punta Ballenita y Chañaral.

Dentro del contexto de los resultados históricos de la zona, y considerando el análisis de solamente los cinco períodos, resaltan varios aspectos significativos como: la presencia de importantes áreas de surgencia, la significativa influencia del agua oceánica sobre la plataforma continental, la presencia de estructuras de mesoescala que parecen cambiar el patrón de circulación presentando áreas de convergencia y divergencia de las corrientes.

De hecho, los resultados mostraron el desarrollo de giros de mesoescala a partir de la costa. Además, la influencia Ecuatorial sobre el área de estudio se hizo evidente a principios de La Niña 2007/08 generando una disminución significativa de las TSM y salinidad superficial, mientras que cuando el evento se encontraba en su máxima intensidad se alteró significativamente el patrón de circulación del sector asociado a la presencia de importantes anomalías positivas de nivel del mar y corrientes intensas hacia el Ecuador. El mecanismo típico de interacción entre el océano Ecuatorial y las latitudes medias es la propagación hacia el polo de ondas internas que modifican la estructura vertical del océano y dispersan energía modificando el patrón de circulación (Huyer *et al.*, 1987; Brink, 1997; Pizarro, 1999; Hormazábal *et al.*, 2002). La recopilación de nuevos datos obtenidos mediante cruceros e información satelital en períodos cálidos y de transición del océano ecuatorial, permitirán mejorar las aproximaciones a los patrones que caracterizan como valores medios a la zona de la

III y IV Regiones de Chile.

En el presente muestreo, la distribución de la variable OD y cloa fueron distintas a lo observado en los cuatro cruceros anteriores. En este sentido, el gran número de focos de OD < 5 ml/l a lo largo de toda la costa, principalmente en punta Ballenita, y la menor profundidad relativa del núcleo de la mínima de OD, señalan que comparativamente este año hubo una mayor intensidad en la surgencia con participación importante del AESS, sin embargo esto no está repercutiendo directamente en la distribución de cloa, ya que el presente muestreo es el que presenta las menores concentraciones de la serie.

En este actual crucero, a pesar de tener una amplia distribución superficial de concentraciones > 1 µg/l, estás no alcanzaron los niveles anteriores y en la vertical tampoco, lo que se tradujo en valores integrados < 100 mg/m². Por otra parte la fluorescencia *in vivo* confirmó que los núcleos pigmentarios equivalentes a cloa > 1 µg/l tuvieron espesores inferiores a 30 m.

Finalmente, los únicos lugares donde se han detectado focos productivos en los cinco periodos son Taltal y entre caleta Inglesa y punta Farellones, mientras que el sector de Maitencillo de Coquimbo sigue siendo recurrente en cuanto a la pobreza pigmentaria.

2. Oferta ambiental

a) Fitoplancton

Los grupos y especies fitoplanctónicas identificadas durante el presente crucero son características de la zona y coinciden con lo informado durante los cruceros de febrero de 2006 y 2009, aunque se detectó un menor número de representantes (especies) tanto dentro del grupo de las diatomeas como de flagelados, en este último grupo especialmente en comparación con el año 2006.

En la abundancia fitoplanctónica se observó la dominancia de diatomeas sobre las formas flageladas, lo cual es propio de los sistemas de surgencia. Los valores registrados fueron inferiores a los de febrero de 2006, pero estuvieron dentro de los rangos reportados en 2009, sin embargo, respecto de este último crucero se debe recordar que sólo se consideraron dos profundidades de muestreo y los valores informados corresponden a la suma de las abundancias detectadas en superficie y a 10 m de profundidad.

No obstante lo anterior, al comparar la información de febrero de 2010 con aquella obtenida en octubre de 2008, utilizando la misma metodología, las abundancias se encuentran dentro de los rangos registrados para la zona, aunque los valores máximos del grupo de las diatomeas fueron más bajos.

Respecto de la distribución horizontal de las diatomeas se repitió el patrón latitudinal caracterizado por la presencia de focos de alta abundancia muy localizados al norte (25º00'-26º00'S) y sur (29º00'-30º00'S), con bajos valores dominando el resto del área de estudio. De igual forma resultaron comunes con registros anteriores, las especies de diatomeas responsables de estas abundancias. Los cambios latitudinales y longitudinales en la composición y abundancia del fitoplancton han sido

explicados sobre la base de los distintos requerimientos que presentan las especies y por el hecho que un sistema heterogéneo asegurará en un momento determinado una condición ambiental favorable para su crecimiento (Conell, 1978; Hambright y Zahory, 2000; Platt y Denman, 1985).

El espectro de tamaños, al igual que la abundancia, también estuvo controlado por las diatomeas. Si se considera el aporte de este grupo al tamaño por estación, ellas contribuyeron casi con el 70%, lo cual se debe a la predominancia de las formas en cadena.

Los flagelados exhibieron abundancias características para la zona, y las altas concentraciones se debieron a proliferaciones que, en general presentaron un carácter errático en términos de su distribución, como el foco localizado alrededor de Bahía Salada (28º00'S). De igual manera, respecto de los tamaños, se mantuvo la predominancia de formas pequeñas y solitarias.

b) Zooplancton

La abundancia del zooplancton en esta oportunidad fue un orden de magnitud mayor que las encontradas en igual zona y época de muestreo del año anterior (FIP 2008-02). Los grupos zooplanctónicos que más aportan en la transferencia de energía entre los niveles tróficos de la trama pelágica (copépodos y eufáusidos) fueron notoriamente más abundantes que el año anterior, al igual que el ictioplancton. Por otra parte, las medusas y salpas, grupos de gelatinosos, que contribuyen significativamente en el volumen del zooplancton, sin ser importantes transferentes de energía entre los niveles tróficos, en esta oportunidad tuvieron abundancias mucho menores, especialmente las salpas.

Los copépodos, aunque mantuvieron una frecuencia de ocurrencia igual a la registrada el año anterior (febrero 2009), su dominancia fue mayor, alcanzando más del 90% del total de los zooplancteres capturados.

Por lo general, los copépodos son los componentes zooplanctónicos más abundantes en todos los mares y uno de los principales transferentes de energía entre los productores primarios y los consumidores secundarios de la trama trófica pelágica. Por otra parte, tienen un rango de talla que los constituye un ítem alimenticio de la dieta de la mayoría de las larvas, juveniles y peces pequeños y otros vertebrados e invertebrados.

De esta manera, la zona costera del área comprendida entre Cta. Esmeralda y Ba. Copiapó, donde se registraron las mayores concentraciones de copépodos, constituiría un lugar apto para la alimentación de juveniles de peces.

Por otra parte, los quetognatos aunque no constituyen un alimento importante para los consumidores secundarios, son eficientes y voraces predadores, por lo que su presencia y abundancia puede estar relacionada con la presencia de alimentos para ellos. En esta oportunidad, fueron muy abundantes entre Carrizal Bajo y Coquimbo, lo que coincide con zonas de mayor abundancia de eufáusidos, larvas de decápodos e ictioplancton, especialmente en la costa del sistema de bahías de Coquimbo, que de acuerdo a los antecedentes disponibles, es una región de alta productividad, abundancia y riqueza zooplanctónica y meroplanctónica. Estos grupos fueron los segundos en dominancia numérica y definidos como importantes transferentes de energía entre los primeros niveles tróficos de la trama pelágica.

Las apendicularias, que también tuvieron dominancias sobre el 1% sus mayores abundancias se encontraron en similar zona y por ser eficientes pastoreadores, indicarían la presencia de producción primaria en la región.

Las abundancias de estos grupos zooplanctónicos, notoriamente mayores que el año anterior en igual época y área de muestreo, implica una variación interanual en la que la producción zooplanctónica del verano 2009 – 2010 superó en un orden de magnitud al año precedente.

El número de zooplancteres capturado en esta oportunidad, no es comparable con lo registrado en estudio realizado durante el verano (enero – febrero) del año 2007 y 2008, en similar área de estudio, dado que en esos estudios, se muestreó en forma oblicua, lo que significó un volumen de agua filtrada mayor y una metodología de muestreo diferente. Considerando estas diferencias, las abundancias registradas en esta ocasión, son “proporcionales” a las registradas en febrero del 2007 (FIP 2006-07) y la composición de los grupos zooplanctónicos es similar. Al igual que en este muestreo, los copépodos fueron notoriamente más abundantes que los otros años y las apendicularias, quetognatos y eufáusidos, también fueros grupos dominantes y de amplia distribución.

3. Biología Pesquera

a) Anchoveta

En el presente crucero la estructura de tallas observada fue bimodal con un rango entre 11 y 17,5 cm, con una moda principal centrada en 12 cm y otra secundaria centrada en 15,5 cm. Este resultado se asemeja a lo observado durante el crucero realizado en el año 2006 donde se observo una estructura bimodal, sin embargo el

rango de tallas en el presente crucero es mas estrecho a lo observado en años anteriores (8-18,5 cm en el año 2006; 6 a 18,5 cm en el año 2007; 7 a 18,5 cm en el año 2008), destacando un menor número de ejemplares menor de 12 cm, esto se refleja en el escaso aporte de individuos reclutas en el actual crucero de un 28,7%, mientras que en el año 2009 se registro un 73,5% (RECLAN 0902) y en el año 2008 un 57% (RECLAN 0802).

La relación longitud –peso obtenida en el presente crucero muestra un buen grado de ajuste con un R^2 = 0,9351, valor menor al observado en los años 2009 y 2008 donde se obtuvo un grado de ajuste con un R^2 = 0,9445 y R^2 = 0,9833 respectivamente, este resultado podría explicarse a la escasa presencia de ejemplares menores a 12 cm en la estructura de tallas.

Respecto de la proporción sexual, en el actual crucero al igual que el crucero anterior (2009) no se detectaron individuos sexualmente indeterminados situación contraria a los años 2008 (8,82%); 2007 (10%) y 2006 (47,7%). En la zona total las hembras son predominantes con un 61,2% del total de individuos sexados, mientras que los machos representan solo un 38,8%, este predominio de las hembras ha sido observado en cruceros anteriores RECLAN34 2007 (50,1%), 2008 (50,55%), sin embargo en los cruceros RECLAN34 2006 y 2009 se observó un predominio de los machos con 51,3% y 52,9% respectivamente.

Por otro lado, los estados de madurez registrados en el presente crucero fueron los estados 2, 3 y 4 con predominio de los estados 2 y 3 (53,5% y 46%) lo que se observa también en ambos sexos. El espectro de estados de madurez en el presente crucero fue similar a lo observado en el crucero anterior donde se presento los estados 2 a 4 con claro predominio de los estados de madurez 2 y 3 (66,9 y 32,7%), sin embargo es menor al observado durante los cruceros realizados en los años 2006, 2007 y 2008. En el año 2006, se observaron los estados de madurez (1 a 5)

con fuerte predominio del estado 1 (45,8%), seguido en importancia por el estado 3 (29,6%), en tanto en el año 2007 se registraron los estados 1 a 6 con claro predominio de los estados de madurez sexual 2 (50,3%) y 3 (31,2%) mientras que en el 2008 se registraron los estados 1 a 4 con una fuerte predominancia de los estados 1 (51,3%) y 2 (35,3%).

El valor promedio de IGS en la serie histórica ha presentado variaciones interanuales, partiendo de un valor promedio de 4,3% en el año 2006, con una fuerte disminución a un valor IGS de 1,7% en el año 2007, seguido de un aumento paulatino de 2,63% año 2008 y 3,34% en el año 2009, hasta llegar al valor mas alto de la serie de 6,84% en el presente crucero 2010 (**Fig. 123**).

Los resultados anteriormente expuestos en relación a una mayor proporción de hembras, predominio de estados de madurez 2 y 3 junto al mayor valor del IGS, nos sugieren una actividad de pre- desove de la especie en la zona. Esto es concordante con lo reportado para la zona, en cuanto a la presencia de un desove secundario en febrero disminuyendo la actividad reproductiva a finales de febrero y marzo con un repunte en mayo hasta alcanzar un máximo entre junio a agosto (Martínez *et al.*, 2006).

La condición biológica de los individuos (FC) muestra un valor promedio de 0,77 en el actual crucero, valor que se mantiene dentro del rango observado en el periodo 2003-10 en donde el mínimo corresponde a un FC de 0,61 (2004), mientras que el máximo FC de 0,77 se observó en el presente crucero 2010 (**Fig. 124**). El factor de condición en la anchoveta esta relacionado con la tasa de maduración gonadal, ya que la anchoveta destina gran cantidad de energía a la producción de ovocitos, por lo tanto un factor importante podría ser la condición oceanográfica reinante en la zona, esto es coincidente ya que los mayores valores en la serie de IGS están dados en periodos con condiciones frías que favorecen la surgencia local y la abundancia de

alimento.

b) Estructuras de Tallas de Jurel

La estructura de tallas de jurel capturado varió entre 19,5 y 37,5 cm con una distribución del tipo multimodal, y una moda principal centrada en 26,5 cm y dos secundarias en 24 y 32,5 cm, este resultado difiere de la estructura observada el año anterior donde hubo una variación entre 6 y 38 cm, , con tres modas principales ubicadas en las tallas 7; 22 y 33 cm de LH más una serie de modas secundarias, esta diferencia radica principalmente en que en el presente caso hay ausencia de ejemplares de jurel menores a 19,5 cm, reflejándose en un menor aporte de ejemplares reclutas (49,9%), mientras que en el crucero anterior el aporte fue de 59% valor superior.

En el presente crucero la talla promedio fue de 25,7 cm y un peso promedio de 203,4 g, estos resultados son levemente menores a los observados en el crucero anterior con una diferencia para la talla promedio de 1,9 cm y el peso de 8 g, esto puede ser explicado por el importante aporte de reclutas de jurel.

La presencia del grupo de 7 cm en el RECLAN34 0902, puede sugerir el ingreso de juveniles al area de estudio, provenientes fundamentalmente del área oceánica, dado que no hay indicios que este grupo se hubiera presentado mas al norte (Arica- Antofagasta) recientemente.

4. Análisis comparativo de las agregaciones de anchoveta en la XV a II y en la III y IV Regiones

Se comparan las características de las agregaciones de anchoveta entre los cruceros realizados en la XV, I y II regiones (Reclan152 0912, crucero 1) en diciembre del 2009 y en la III y IV regiones (Reclan34 1002, crucero 2) en febrero del 2010.

Es importante tener presente que del total de agregaciones detectadas en ambos cruceros, el 88% se registraron en el crucero 1 (1.938 v/s 262 agregaciones). Sin embargo, al igual que en 2008, las agregaciones de anchoveta observadas en el crucero 2 fueron de mayor tamaño, con promedios mayores de largo, alto, perímetro y área, situación observada en período diurno y nocturno.

Batimétricamente, las agregaciones del crucero 1 tienden a presentar mayor profundidad promedio, así como las profundidades promedio de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones fueron notablemente superiores en el crucero 1 (ambiente diurno y nocturno) lo anterior dada su mayor cobertura longitudinal. Esto también provocó que el crucero 1 abarcara mayores distancias desde la costa, llegando ocasionalmente hasta las 50 mn, mientras que en el crucero 2 la máxima distancia se registró a las 19 mn.

Los valores promedio de la energía retrodispersada de las agregaciones, al igual que el año anterior, fueron mayores en la zona cubierta por el crucero 2, tanto en ambiente diurno como nocturno. Las densidades registradas en ambos cruceros fueron mayores durante el día que la noche, observándose que en ambiente diurno las agregaciones de la zona más al norte presentaban mayores

densidades que las agregaciones de la zona más al sur, ocurriendo el caso contrario en ambiente nocturno.

Respecto a la distancia a la costa, se observó tanto en el caso diurno como nocturno que las agregaciones costeras del crucero 1 presentaron mayor tamaño (largo, alto, perímetro y área) que las agregaciones no costeras, mientras que en el crucero 2, se observó la tendencia contraria, con agregaciones de mayor tamaño en la zona no-costera respecto a la costera.

Las variables batimétricas en el caso diurno en ambos cruceros presentan la misma tendencia, con las agregaciones costeras a menor profundidad promedio y menores fondos promedio que en la zona no-costera. En el caso nocturno, esta diferencia se acentúa sólo en el crucero 1 ya que en el crucero 2 no se observaron diferencias significativas entre zona costera y no costera. Los descriptores de energía en ambientes diurnos y nocturnos presentaron diferencias entre cruceros, en el crucero 1, presentaron mayores valores de S_A y de densidad que las agregaciones no-costeras, mientras que en el crucero 2 en promedio se observo la tendencia contraria al crucero 1, con los mayores valores promedio de S_A y densidad en las agregaciones no-costeras respecto a las costeras.

5. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta y jurel

5.1 Anchoveta

La biomasa total obtenida en el presente crucero (161.985 t) representa un incremento del 51,2% respecto al verano del 2009 (79.057 t), estando aún por debajo de los resultados obtenidos en los los veranos del 2007 (265.050 t) y 2006 (354.501 t), respectivamente (**Fig. 125**). Este resultado, particularmente respecto al 2009, se

explica fundamentalmente por el cambio en la estructura de tamaños de la biomasa, puesto que en el presente caso hay un importante aporte del grupo dominado por 15 y 15,5 cm y secundariamente por las tallas entre 11,5 y 12 cm, a diferencia de lo ocurrido en 2009 en que las tallas modales fueron menores centradas en 9,5-10 y 11 cm (**Fig. 125**). En el verano del 2008 ocurrió algo similar al presente caso, en cuanto a la estructura de tamaños con aportes mayoritarios de peces adultos, aunque los niveles de biomasa fueron mayores a los actuales, con un importante aporte del tallas modales entre 16 y 17 cm.

Lo anterior evidentemente se acentúa al comparar los resultados de las abundancias totales y por tallas **(Fig. 126**), puesto que la abundancia total de anchoveta estimada en el presente crucero es el menor de la serie disponible desde el 2005, con una merma del 10,1% respecto al verano del 2009 (9.887,96 millones de ejemplares) y del 75,2% en relación al verano del 2008 (15.731,86 millones de ejemplares). La fracción juvenil, también presenta una importante merma respecto a los veranos anteriores, siendo uno de los valores más bajos de la serie disponible, sólo superado por el resultado alcanzado en el verano del 2007 (1.699,99 millones de ejemplares).

No obstante que el reclutamiento ocurre en un periodo de tiempo de aproximadamente 4 meses, aparentemente en esta zona, la anchoveta presenta una dinámica espacial y biológica muy alta que obliga a hacer coincidir el crucero con la ocurrencia del hito biológico a medir. En este sentido es necesario considerar en el análisis el periodo del crucero con la ocurrencia del reclutamiento. Para este fín se consideraron los antecedentes provenientes de la estructura de tamaños mensual de la pesquería desde el año 2000 (**Fig. 1**). Estos resultados sugieren que el patrón 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 (Martínez *et al.,* 2008). En la temporada estival 2005-2006 se aprecia una leve anticipación de la presencia de

juveniles, registrándose en las capturas desde diciembre del 2005, manteniéndose la extensión temporal hasta mayo del 2006. En los años 2008 y 2009 las estructuras de tallas indican la presencia de juveniles en la capturas durante los primeros 4 meses del año.. 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**)

Dado lo anterior, el periodo del presente crucero tendiente a evaluar la mayor fracción del reclutamiento de anchoveta centrado al verano recoge adecuadamente la señal del reclutamiento.

El sesgo de orilla en la evaluación de la biomasa de anchoveta no fue posible de realizar en el presenta caso debido a la falta de interés de parte de los armadores de la III y IV Regiones. Sin embargo, los análisis de la frecuencia de observaciones acústicas y las densidades acústicas respecto a la distancia a la costa demuestran que el importante esfuerzo de muestreo en las áreas costeras reduce el sesgo de orilla y que en el sector en que se registró es posible corregir el error, siendo un método alternativo adecuado. Es necesario mencionar que de todas maneras es preferible realizar una prospección acústica en los sectores costeros no cubiertos por el Abate Molina, por lo que en el futuro se deben mantener los esfuerzos para interesar a los armadores artesanales para realizar ese estudio.

5.2 Jurel

En el caso del jurel, la abundancia estimada en el presente crucero (1.848,48 millones de ejemplares) representa un notable incremento de 57,3% respecto al verano del 2009 (788,94 millones de ejemplares) **(Fig. 127**), pero tuvo una merma del 16,9% respecto al mismo periodo del 2008 (2.160,30 millones de ejemplares). Este incremento en la abundancia se explica fundamentalmente en la importante

presencia de ejemplares menores a la talla mínima legal, que en este caso fue de 64,6%, mientras que en el 2009 este aporte alcanzó sólo al 22,4%. De igual modo el 2008 (2.160,3 millones de ejemplares), se registró un importante aporte de peces de tallas menores a la TML (52,1%), que incluso tuvieron una moda en 7 cm y que explican la merma del 16,9% registrada en el presente caso. Al contrastar las biomasas se constata que el resultado alcanzado en el presente caso (353.357,3 t) constituye el más alto de la serie, incrementándose en 35,2%; 13,1% y 54,1% respecto a los valores obtenidos en 2009 (228.985 t); 2008 (307.133 t) y 2006 (162.049 t).

6. 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.

En el presente caso se alcanzaron Coeficientes de Variación de la abundancia entre 0,08 y 0,16, dependiendo del método aplicado, con errores entre 13,5 y 26,5%, alcánzandose la mayor precisión con el método bootstrap y estratos agrupados. Los CV calculados para la biomasa variaron entre 0,09 y 0,15, siendo también el más bajo aquel obtenido con el método bootstrap.

El alto gregarismo registrado por la anchoveta en el presente crucero, con distribuciones altamente segregadas en focos de pequeño tamaño, determinó los relativamente altos valores de CV. Esta situación fue aún más evidente en la aplicación de los métodos de los conglomerados, que siempre presenta los niveles de precisión más bajos. De igual modo, en el caso del método de las variables regionalizadas, los altos CV reflejan la alta concentración de la anchoveta. Contrariamente, los métodos Bootstrap y de estratos agrupados fueron más eficientes, puesto que se reducen las varianzas debido al suavizamiento incluido en sus procedimientos de cálculo.

7. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables biooceanografiaca

La anchoveta se distribuyó desde Coquimbo al norte con sus mayores agregaciones al NW de Caldera en las 10 primeras millas, a su vez, los resultados indicaron que los adultos y reclutas se reportaron en la columna de agua desde la superficie hasta más de 40 m de profundidad, con una clara preferencia por los primeros 15 m, lo que es similar a lo mencionado en los cruceros anteriores y que también ha sido mencionado por otros autores como Castillo *et al*., (2009). También se destaca que este año, la anchoveta exhibió una menor distribución espacial y una migración hacia el norte.

Por su parte, el análisis integrado de la información mediante el SIG, reveló que el recurso se localizó en estratos bien definidos de las variables ambientales. Así, en el caso de la temperatura las isotermas que limitaron la distribución fluctuaron entre 11,2 y 21,0ºC con una clara preferencia por aguas de 14-16,9°C, con una intensidad de asociación $V(Cramer)$ de 0,20 tanto para adultos como para reclutas, en este sentido es importante destacar que Yáñez *et al.,* (2003) indican que la disponibilidad y/o abundancia del recurso es favorecida por períodos cálidos. En el caso de la

salinidad, ambas fracciones se reportaron entre los 34,17 y 34,82 psu, con una inclinación por el rango de 34,4-34,69 psu, resultado que difiere a lo mencionado para años anteriores. En cuanto al oxígeno disuelto, la especie exhibió una clara preferencia por aguas de buen contenido de oxígeno (entre 2 y 4,9 ml/l). Asimismo, los adultos y reclutas se presentaron en zonas aledañas a focos surgentes y asociada a diferenciales térmicos y salinos bajos. Este resultado coincide con otros autores que han estudiado la distribución y abundancia del recurso en la zona Arica-Antofagasta (Yáñez *et al*., 2005). Sin embargo, Silva *et al*., (2003) indicaron que los adultos de anchoveta se concentran en las primeras millas de la costa relacionados con altos gradientes térmicos. También es importante destacar las buenas relaciones que se encontraron entre la distribución del recurso y el zooplancton, no obstante se señala que en estudios de otras especies, por ejemplo jurel, se han encontrado asociaciones inversas entre ambas variables (Córdova *et al.,* 2010), a su vez Balbontin *et al*., (1979) también concluyeron asociaciones inversas entre la oferta de alimento y la anchoveta.

Del análisis de las distribuciones históricas y de los CG se observaron claras variaciones interanuales. En este sentido, los ejemplares adultos exhiben una distribución más amplia que los reclutas, destacándose la reducción en la distribución geográfica de ambas fracciones el 2010 y el desplazamiento hacia el norte que se observó, alcanzando el CG de los adultos la cuadra de Chañaral.

El modelamiento estadístico, mediante el GAM, muestra que la profundidad media de las agregaciones explicaron un 57,83% de la variabilidad total. En segundo lugar lo hacen las variables distancia a la costa y abundancia de diatomeas, aportando un 6,87% a la explicación de la respuesta evaluada. El resto de las variables, de tipo oceanográficas, contribuyen marginalmente con un aporte máximo del 2,3%. Este resultado es similar al verano del 2007 (RECLAN34 0702), en que los predictores oceanográficos aportaron al modelo con menos del 5% de la variabilidad total por

cada variable. Esto refleja que la incorporación de componentes espaciales ayuda a mejorar la explicación de la variabilidad en el modelo.

La mayor incidencia de variables de distribución espacial (batimétricas o espaciales) en las densidades de anchoveta se explican por la alta varianza asociada a la distribución de la anchoveta que puede cubrir amplias áreas, en el presente caso esta especie estuvo restringida a focos muy acotados, por lo que esta variable no aparece en el modelamiento. La poca variabilidad de las variables oceanográficas en las que se distribuye la anchoveta también son la razón de su bajo aporte a la variabilidad del modelo. Lo anterior se visualiza claramente al analizar las estrechas bandas de confianza de las T°, Salinidad y oxígeno que estuvieron asociadas a las densidades de anchoveta.

IX CONCLUSIONES

- La biomasa total de anchoveta, incluyendo el sesgo de orilla, varió entre 157.040 y 161.985 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el conglomerados, con una densidad promedio para toda la zona de 61,3 t/mn^2. El 77,5% de esta biomasa se localizó en la Región III. Los reclutas representaron el 26.2% de la biomasa total, con 42.502 t.

- La abundancia total de anchoveta, incluyendo el sesgo de orilla, varió entre 8.587,8 y 8.977,2 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el conglomerados. De este total, el 45,6% correspondió a reclutas ($\leq$ 12 cm) (4.094,7 millones de ejemplares). El 68,1% de la abundancia se registró entre el límite norte de la zona de estudio (24º58´S) (norte punta Guanillo) y bahía Salado (27º40´S) (Subzonas 1 y 2), con 6.113,2 millones de ejemplares.

- La abundancia de anchoveta fue el menor valor de la serie disponible desde 2005, con una merma de 10,1% respecto al verano del 2009. De igual modo, la fracción reclutas también corresponde a uno de los menores de la serie, sólo superado por el obtenido en el verano del 2007. Sin embargo la biomasa corresponde a uno de los más altos de la serie, incrementándose en 51,2% respecto al 2009.

- La clave edad talla de anchoveta estuvo conformada por tres grupos de edad (I al III), con una distribución de tallas que fluctuó entre los 8,5 a 17 cm de longitud total. La estructura de edad de la anchoveta en la III y IV región se caracterizó, de acuerdo a todos los métodos de estimación aplicados, por un predominio del grupo de edad I con porcentajes que oscilaron entre el 53 y 55%, dependiendo del método de estimación de abundancia.

- La mayor abundancia del GE II respecto del año anterior puede deberse al alto porcentaje de reclutas estimado el 2009, cuya sobrevivencia esta representada en este grupo durante el 2010

- La anchoveta se registró principalmente en dos sectores; entre el límite norte de la zona de estudio hasta el paralelo 27º38´ S (bahía Salado) entre la costa y las 18 mn y en las primeras 12 mn de la costa entre la Cta. Chañaral (29º04' S) y la bahía de Guanaqueros (30º09' S).

- Las agregaciones de anchoveta fueron de mayor tamaño en la noche en comparación con el día, así como también más alargadas en ambiente nocturno. Los valores de energía (S_A) fueron similares en ambiente diurno-nocturno, pero la densidad acústica de estas fue superior durante el día. No se observó diferencias en la profundidad promedio de las agregaciones en ambos períodos. Las agregaciones más costeras presentaron mayores valores de energía que las menos costeras, así como una menor profundidad promedio. Morfométricamente no se observaron diferencias significativas según cercanía a la costa.

- La estructura de tallas de anchoveta capturada varió entre 11 y 17,5 cm, con una distribución bimodal, con moda principal en 12 cm y otra secundaria en 15,5 cm. Los ejemplares presentaron una talla promedio de 15 cm y un peso promedio de 13,8 g, con un aporte de reclutas del 21,5% en el área de estudio.

- La abundancia de jurel varió entre 1.848,5 y 1.905,6 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap. El 64,6% del total estuvo compuesto por ejemplares bajo la talla mínima legal (TML=26 cm) con 1.139,9 millones. El 48% de esta abundancia se concentró al norte de Huasco (28º30´S). Hacia el sur la abundancia se distribuyó en forma relativamente homogénea. La mayor concentración de juveniles de jurel se presentó en la subzona 1 con 611,2 millones de ejemplares, correspondientes al 51,2% del total.

- La biomasa del jurel varió entre 353.357 y 364.345 t, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap**.** Al norte de Huasco se registró el 47,4% de la biomasa con 167.329 t. El 52,7% de la biomasa correspondió a ejemplares bajo la Talla Mínima Legal (TML=26 cm) con 186.154 t.

- La talla del jurel capturado varió entre 19,5 y 37,5 cm, con una distribución multimodal, con moda principal centrada en 26,5 cm y dos secundarias en 24 y 32,5 cm, la talla promedio fue de 25,7 cm y el peso promedio de 203,4 g

- Las condiciones oceanográficas en el periodo de estudio fueron normales, aun cuando se encontraba en desarrollo un evento cálido en el Pacifico Ecuatorial. La intensidad del viento favoreció la ocurrencia de procesos de surgencia a lo largo de toda la costa y que fueron más intensos en el área de Tal Tal a Punta Obispo y de Coquimbo hasta Río Limarí. Los procesos de surgencia favorecieron un sistema productivo en toda el área costera desde el límite norte de la zona de estudio hasta los 30°’30’S. La franja productiva se extendió hacia el sector oceánico a través de filamentos como los observados en Chañaral, caleta Inglesa y Huasco.

- La ocurrencia de importantes procesos de surgencia y participación de agua Ecuatorial Subsuperficial en el periodo del crucero, en comparación con los cruceros de años anteriores, no se reflejó en incremento en los niveles de clorofila, registrándose los menores valores de la serie de cruceros.

- El fitoplancton estuvo dominado por diatomeas que aportaron con el 74% de la abundancia. Los valores registrados fueron inferiores a los de febrero de 2006, pero estuvieron dentro de rangos reportados en 2008 y 2009. Las especies de diatomeas con mayores aportes pertenecieron a los géneros *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Dactyliosolen* y *Pseudonitzschia*. Entre los flagelados, diez especies resultaron importantes por su aporte porcentual.

- La distribución de las diatomeas estuvo restringida a las primeras 5 mn, concentrándose en focos al norte (25º00'S-27º00'S), donde se registraron a 10 m de profundidad y sur del área de estudio (29º00'S-30º00'S), donde estuvieron en los primeros 5 m de profundidad. Los flagelados presentaron bajas abundancias, con valores <5 cél/ml en toda el área de estudio, excepto por un núcleo de concentración mayor a 20 cél/ml a 20 mn de la costa frente a los 28º00'S. La abundancia de los flagelados también se concentró entre la superficie y los 10 m de profundidad, con gradientes verticales someros, excepto donde se registró la máxima abundancia. La estructura de tamaño de los flagelados no reveló un patrón definido, aunque en general, se observó una disminución con la profundidad.

- La abundancia del zooplancton fue un orden de magnitud mayor que en el año 2009. Los grupos zooplanctónicos copépodos, eufáusidos e ictioplancton fueron notoriamente más abundantes, mientras que los grupos de gelatinosos (medusas y salpas) tuvieron abundancias mucho menores que en otras

oportunidades. Los copépodos, que por su tamaño y dominancia constituyen un ítem alimentario importante de la dieta de la mayoría de las larvas, juveniles y peces pequeños, dominaron la abundancia alcanzando más del 90% del total de los zooplancteres y se concentraron en la zona costera entre Cta. Esmeralda y Ba. Copiapó.

- El análisis integrado realizado con SIG, reveló que los ejemplares adultos y reclutas se localizaron en estratos bien definidos de las variables ambientales. Los focos de mayor abundancia de ambas fracciones se asocian a aguas de entre 14 y 16,9°C, con salinidades entre 34,4-34,69 psu, aguas de buen contenido de oxígeno y con altos niveles de zooplancton. Además, los ejemplares adultos y reclutas se concentran en los bordes de gradientes térmicos y salinos moderados, la intensidad de asociación entre los diferenciales salinos respecto de la anchoveta reflejaron significativas asociaciones.

- Del análisis histórico de los CG realizado con SIG, se concluye que éstos tienen variaciones interanuales importantes, no obstante representan de buena manera la distribución del recurso, destacándose el desplazamiento de los CG de adultos y reclutas hacia el norte en los últimos años, alcanzando el CG de los adultos la cuadra de Chañaral en el 2010.

- El modelamiento GAM explica el 76,1% de la variabilidad total, las variables significativas fueron latitud, profundidad media de las agregaciones, distancia a la costa gradientes de salinidad, profundidad inicio termoclina, gradiente de clorofila, salinidad, oxigeno y abundancia de diatomeas. La profundidad media de las agregaciones explicó el 57,83% de la variabilidad y en segundo lugar lo hace la abundancia de diatomeas con 4,54%.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Aguilera, A. 2001. Cuadernos de Estadística. Tablas de Contingencia Bidimensionales. Edit La Muralla, Madrid, España. 212 pág.

Anónimo. 2002. Report of the Study Group of Target Strenght Estimation in the Baltic Sea (SGTSEB). Seattle, USA, 22-23 April 2002

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 Biol-gicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico. 323 pp.

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 Rewiews 15: 46-74.

Bakun, A & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99 112.

Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwellind indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Deparment of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.

Bakun, A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Deparment of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.

Balbontín, F. M. Garretón y J. Maureira. 1979. Estudio experimental sobre selección de alimento y comportamiento alimentario en anchoveta y sardina de Chile (Pises, Clupeiformes). Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile 16(3): 211-220.

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., 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 Arnaud, Marceliano Segura, Mariano Gutiérrez, Luis Vásquez. 2004. From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. Fish and Fisheries 5 (4), 296–316.

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, J. Letelier, M. Pizarro, V. Catasti, F. Espíndola, V. Valenzuela, J. Castillo y J. Saavedra. 2007. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2006. Informe Final FIP Nº 2006-01. 312 pp + Tablas, figuras y anexos.

Braun M., H. Reyes, V. Valenzuela, L. Herrera, E. Pizarro, J. Castillo, F. Espíndola & J. Saavedra. 2010. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la XV y IV Regiones, año 2009. Pre – informe Final FIP 2009-38. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 260 p + Figuras y anexos.

Brink, K., D. Halpern & R. L. Smith. 1980. Circulation in the Peruvian upwelling system near 15ºS. *Journal of Geophysical Research.* 85: 4036-4048.

Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. and Oceangr., 10: 141-143.

Castillo, J. A. Saavedra, C. Hernández, V. Catasti, H. Reyes, M.Pizarro, J. Letelier, F. Cerna, A. López, A. Mujica y E. Uribe. 2009. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2008. Informe Final. FIP 2007-03.

Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández. C. Lang, H. Reyes, M. Pizarro, E. Molina, F. Cerna, A. López, A. Mujica y E. Uribe. 2008. Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2007. Informe Final FIP 2006-07. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 191 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., J. A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández, C. Lang, H. Reyes y M. Pizarro. 2007. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2007. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2006-39. 239 p +Figuras y Anexos.

Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, C. Hernández, F. Cerna, A. López, L. Herrera y G. Claramunt. 2006. Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2005. Informe Final FIP 2005-26. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 177 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., A. Saavedra, M. Espejo, J. Córdova, P. Gálvez, M. A. Barbieri. 2003. Evaluación acústica, georreferenciación y análisis conjunto. Verano 2002 EN: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2001-13. 208 p +Figuras y Anexos.

Castillo, J., J. Córdova, A. Saavedra, M. Espejo, P. Gálvez, M.A. Barbieri. 2002. Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, temporada 2001-2002. Informe Final FIP 2001-11. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 207 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., J. Córdova, M. Espejo. 2000. Evaluación y distribución espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Evaluación 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. 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. 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. 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.

Cochran, W. 1977. Sampling Thechniques. John Wiley & Sons Inc. New York. 513 p.

Conell JH 1978. Diversity in a tropical rain forest and coral reefs. Science, 199: 1304-1310.

Conover, 1981. Practical nonparametric statistics.Wiley & Sons (2ª edición). N.Y.

Córdova, J. C. Lang, C. Hernandez, S. Núñez, S. Vasquez, V. Catasti, V. Valenzuela, P. Rojas y B. Leiva. 2010. Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2009. Informe Final. FIP N° 2009-05. 199 pp + Figuras y Anexos.

Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.

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., 2003. IDRISI Kilimanjaro. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, 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 Resumenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. pp 186-187.

Fisher, J. B. & M. J. S. Tevesz. 1958. Distribution and population density of *Elliptio complanata* (Mollusca) in Lake Pocotopang. Connecticut. The Veliger 18: 332- 338.

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.

Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.

Fuenzalida, R., Schneider, W., Blanco, J.L., Garcés-Vargas, J., Bravo, L., 2007. Sistema de corrientes Chile-Perú y masas de agua entre Caldera e Isla de Pascua. Ciencia y Tecnología del Mar 30(2), 5-16.

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.

Hambright K and T Zohary 2000. Phytoplankton species diversity control through competitive exclusion and physical disturbances. Limnol. Oceanogr. 45(1): 110-122.

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 Aditive Models. London. Chapman and Hall.

Hillebrand H, C-D Dürselen, D Kirschtel, U Pollingher y 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.

Huyer, A., R. Smith & T. Paluszkiewicz. 1987. Coastal upwelling off Perú during normal and El Niño times, 1981-1984. Journal of Geophysical Research. 92 (C13): 14297-14307.

Hormazabal, S., G. Shaffer & O. Pizarro. 2002. Tropical Pacific control of intraseasonal oscillations off Chile by way of oceanic and atmospheric pathways. Geophysical Research Letters. 29 (6): 1081, doi:10.1029/2001GL013481.

Hormazabal, S., Shaffer, G., Letelier, J., & Ulloa, O. 2001. Local and remote forcing of the sea temperature in the coastal upwelling system off Chile. Journal of Geophysical Research, 106, 16657-16671.

Jeffrey, S. W., R. F. C. Mantoura & 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.

Krzanowski, W. 1998. An Introduction to Statistical Modelling. Arnold, London.

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., Escuela de Ciencias del Mar (p. 68). Valparaíso, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Lohrenz, S.E., D. Weisenburg, I.P. De Palma, K.S. Jhonson and D.E. Gustafson,Jr. 1988. Interrelationships among primary production chlorophyll and enviromental conditions in frontal regios of the western mediterranean sea. Deep-Sea Res. 35(5):793 – 810 p.

McCullagh, P. And Nelder, J.A. 1989. Generalized Linear Models (2nd Edition), Chapman & Hall, London.

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.

Martínez, C., G. Böhm., E. Díaz., F. Cerna., M. Ayala., R. Aravena., H. Reyes., M. Troncoso., V. Bocic., C. Machuca y L. Muñoz. 2007. Programa: Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la Situación de la Pesquería Pelágica de la Zona Norte, 2006 – Informe Final. Convenio SUBPESCA - IFOP. Instituto Fomento Pesquero Valparaíso, Chile.

Martínez,C., M.G. Böhm, L. Caballero; A. Aranis; R. Aravena; E. Díaz; M. Cortés; F. Cerna; V. Bosic, 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., M.G. Böhm, L. Caballero; A. Aranis; M. Cortés; E. Díaz;; F. Cerna; V. Bosic; 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., M.G. Böhm; A. Aranis; R. Gili; J. Oliva; L. Caballero. M. Cortés; L. Muñoz; E. Díaz; M. Nilo; E. Palta; A. López; J. Gaete; Z. Young;J.C. Saavedra; H. Miranda; R. Aravena; C. Vera; R. Arancibia 2003. 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, 2002. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. 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, facs. 5, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 212 p.

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

Narváez, D. 2000.Observaciones de vórtices de meso escala frente a la costa norte de Chile utilizando altimetría satelital y datos hidrográficos. Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso, 47 pp.

Nielsen, L.A. and W.F. Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other from mean length. Trans. Am. Fish. Soc. 109(3):319-322.

NOAA. 2009. Multivariate ENSO Index (MEI). National Oceanic and Atmospheric Administration. Earth System Research Laboratory. Physical Sciences Division. http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/fed/oeip/cb-mei.cfm

NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.

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.

Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

Perry, R.I., and S.J. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the northwest. Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 589-602.

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.

Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.

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. Yánez. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 83 - 101.

Pizarro, O. 1999. Low frequency fluctuations in the eastern boundary current offsouth America: Remote and local forcing. Tesis para optar al grado de Ph. D. Earth Sciences Centre, Göteborg, Sweden. 36 pp.

Platt T and K Denman 1980. Patchiness in phytoplankton distribution. In: I. Morris (ed.). The Physiological Ecology of Phytoplankton, University of California Press, Blackwell Scientific Publications. 413-431.

Rencher, A. **1995**. Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.

Reyes H. & J. Letelier. 2009. Condiciones hidrográficas. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009. Diciembre de 2009. Informe de Avance. Proyecto FIP 2009-07.

Reyes H. &. M. Pizarro. 2010. Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de pigmentos entre la XV y IV regiones durante la primavera de 2009. En: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV y II regiones, año 2009. Informe Pre-Final proyecto FIP 2009-02.

Ricker W.,1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., Nº 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. y N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. (18°21'S – 50°00'S). Volumen I. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. 234 pag.

Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des espèces pélagiques à partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospécifiques. Thèse doct., Univ. Bretagne Occidentale.

Schneider, W., Fuenzalida, R., Garcés, J., 2004. Corrientes Marinas y Masas de Agua. In: Werlinger, C. (Eds.), Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos Vol. I. Universidad de Concepción, Chile, pp. 177-194.

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.

Silva, C., E. Yáñez. 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.

Silva, N. 1983. Masas de agua y circulación de la región norte de Chile. Latitudes 18ºS-32ºS. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI - ERFEN II). *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA.* 7: 47-84.

Silva, N & D. Konow . 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. julio agosto 1974. . Cienc. y Tec. del Mar, Cona 3: 37 – 42. CONA 3.

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, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.

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. 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 (**Fig**ures).

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)

Sournia A (ed). 1978. 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.

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 syntesis. 11 A. R. B. K. H. Robinson (Eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York. 273-313 pp.

Swartzman, G., E. Silverman, and N. Williamson. 1995. Relating trends in walleye pollock (*Theragra halcogramma*) abundance in the Bering Sea to environmental factors. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52(2):369-380.

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 y 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.

Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Teoría y práctica. Santiago de Chile:

Wilkinson L y 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.

Yánez, 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

Yáñez E.; M. A. Barbieri y C. Silva. 2003. Fluctuaciones ambientales de baja frecuencia y principales pesquerías pelágicas chilenas. In: Actividad pesquera y de acuicultura. E. Yánez (Ed.). Escuela de Ciencias del Mar. PUCV. Valparaíso. 109-121.

XI. TALLERES DE DIFUSIÓN Y DE RESULTADOS

"PROYECTO FIP 2009-03"
EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA ENTRE LA III y IV REGIONES, AÑO 2010.

De acuerdo a las Bases Administrativas y Especiales del proyecto, se realizaron dos talleres. En el primero se realizó la presentación de la metodología y principales actividades a desarrollar durante el crucero de prospección acústica y en el segundo taller se entregaron los resultados del proyecto.

1. PRESENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA: Taller 1

Esta actividad se efectuó el 29 de enero 2010 en el la biblioteca del Instituto de Fomento Pesquero. El jefe de Proyecto expuso el Plan de Trabajo a realizar en el crucero programado para febrero del 2010. Se analizaron los distintos aspectos relacionados con la posible participación de los pescadores artesanales en la actividad de sesgo de orilla.

Un mayor detalle de este taller se entrega en el **Anexo 3**.

2. DIFUSIÓN y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS: Taller 2

El Taller se realizó el 28 de septiembre del 2010, en el Auditorio "Marcos Espejo V." dependencia del Instituto de Fomento Pesquero. Se enviaron invitaciones a los profesionales, técnicos y a personas relacionados con el tema. En total asistieron 27 personas provenientes del ámbito institucional, productivo (artesanal e industrial), de investigación y académico.

Para efecto de poder comparar los resultados obtenidos en ambos cruceros desarrollados en la zona norte, diciembre del 2009 para las regiones XV, I y II con los de febrero del 2010 (III y IV Regiones) se determinó de importancia el analizar los resultados en un único taller en conjunto. La discusión y principales observaciones de los resultados expuestos se resumen a continuación.

Un mayor detalle de este taller se entrega en el **Anexo 4**.

F I G U R A S

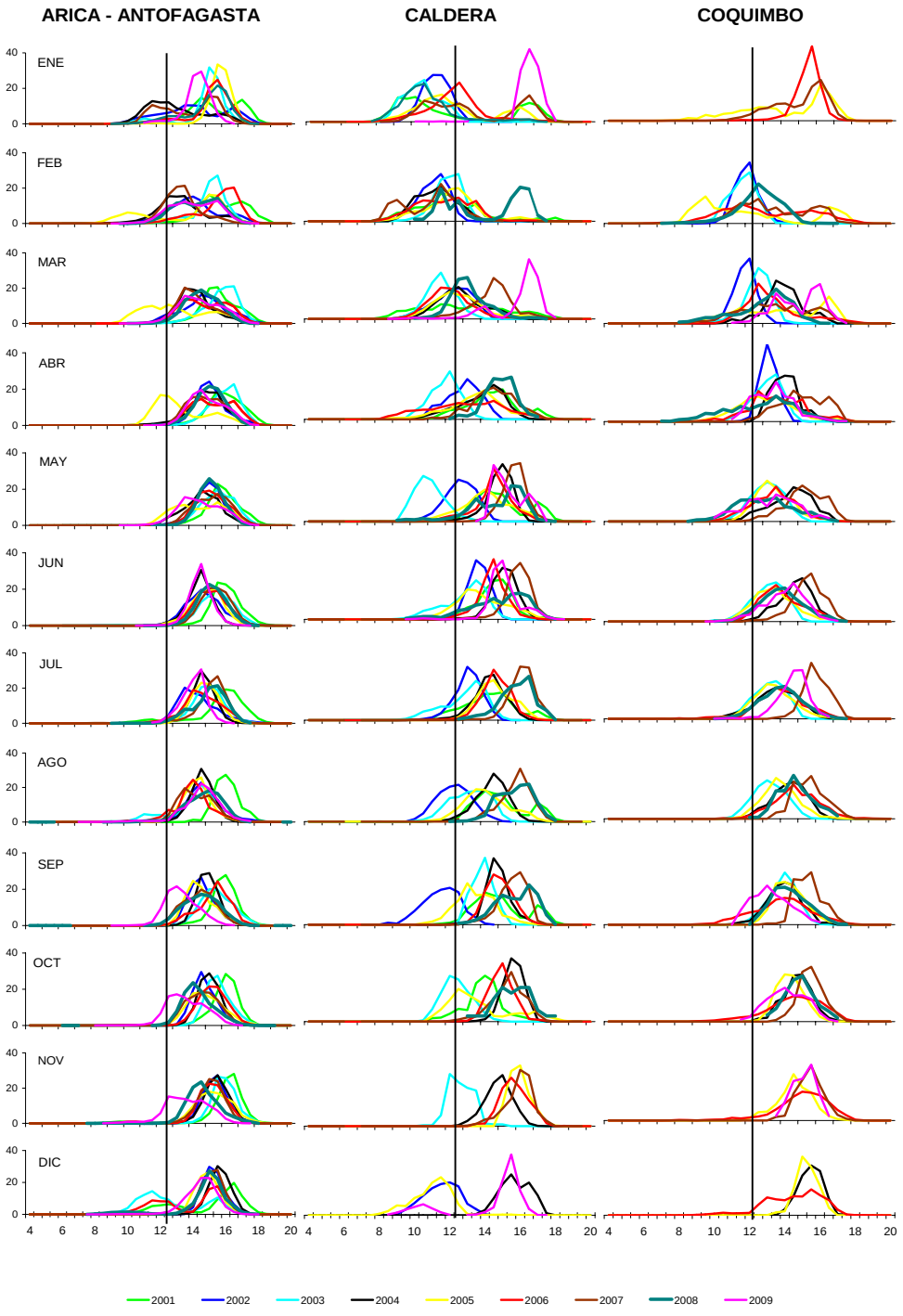


Figura 1. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2009.

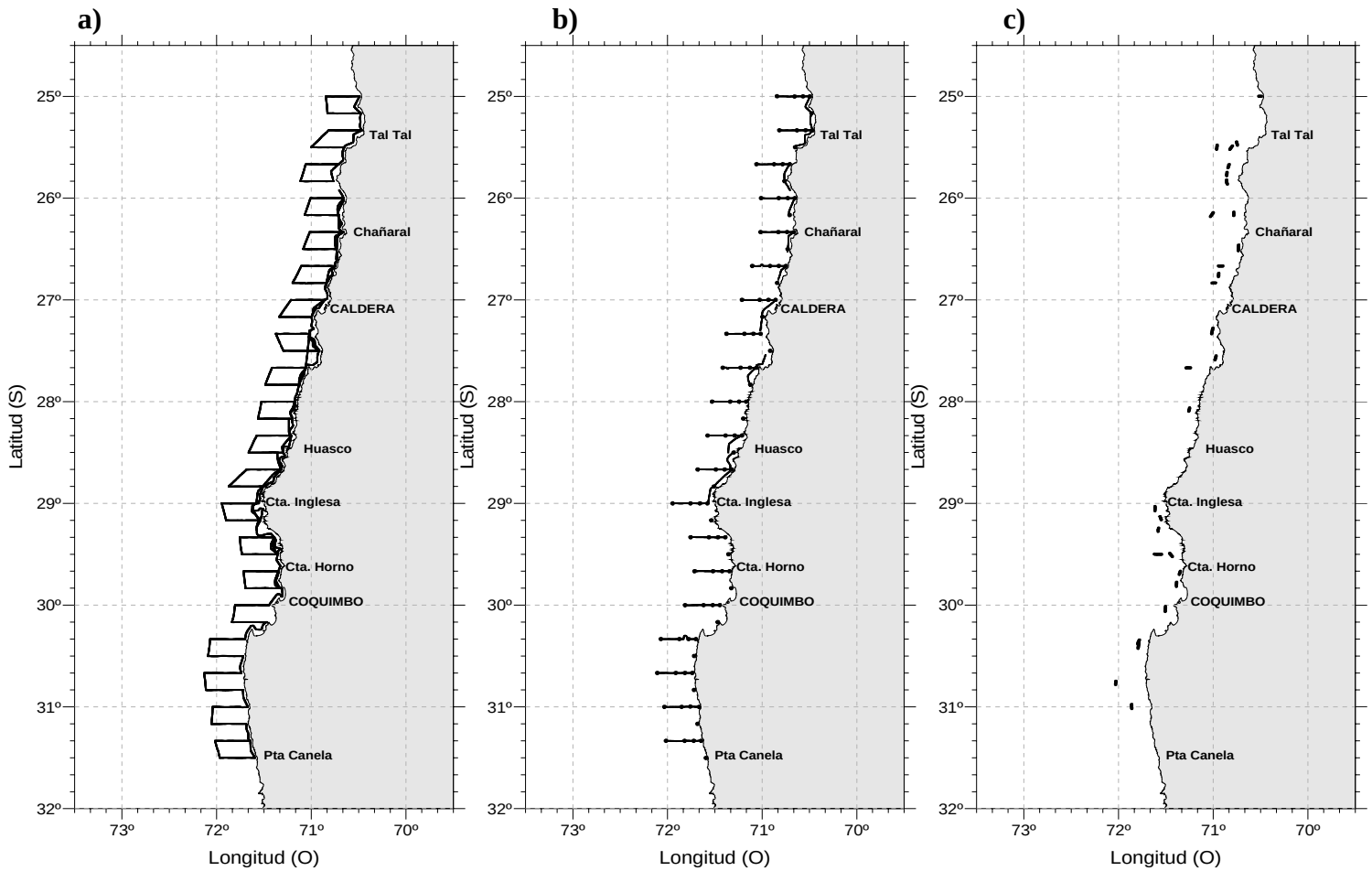


Figura 2. a) Localización de las transectas acústicas diurnas y las prospecciones costeras, b) Localización de las transectas acústicas nocturnas y las estaciones bio-oceanográficas (100) y c) Localización de los lances de pesca realizados por B/I Abate Molina (30).Crucero RECLAN34 1002.

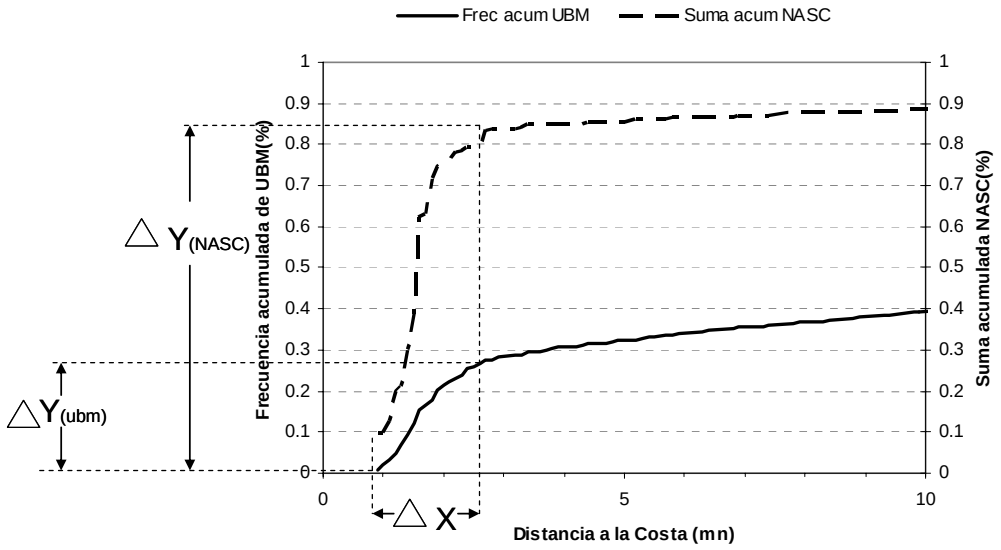


Figura 3. Diagrama para cálculo de las pendientes de las curvas de frecuencia acumulada de UBM y de Suma acumulada de NASC.

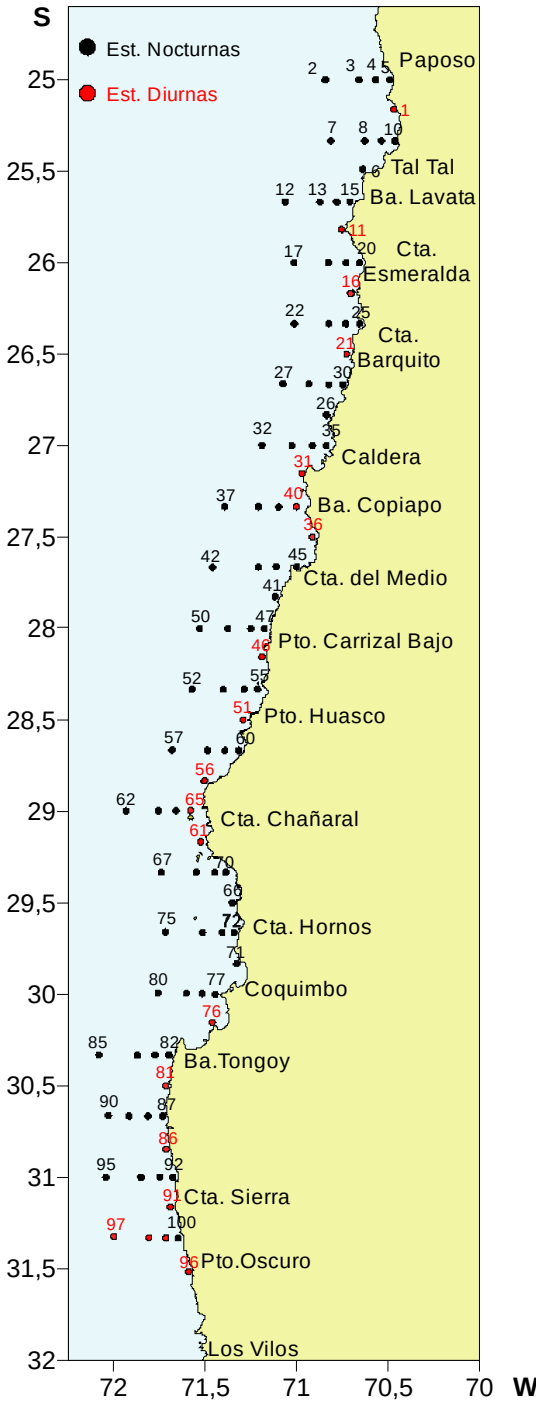


Figura. 4. Ubicación de estaciones de muestreo zooplanctónico. Crucero RECLAN34 1002 (Paposo, 25,0º S – Pto. Oscuro, 31,5º S).

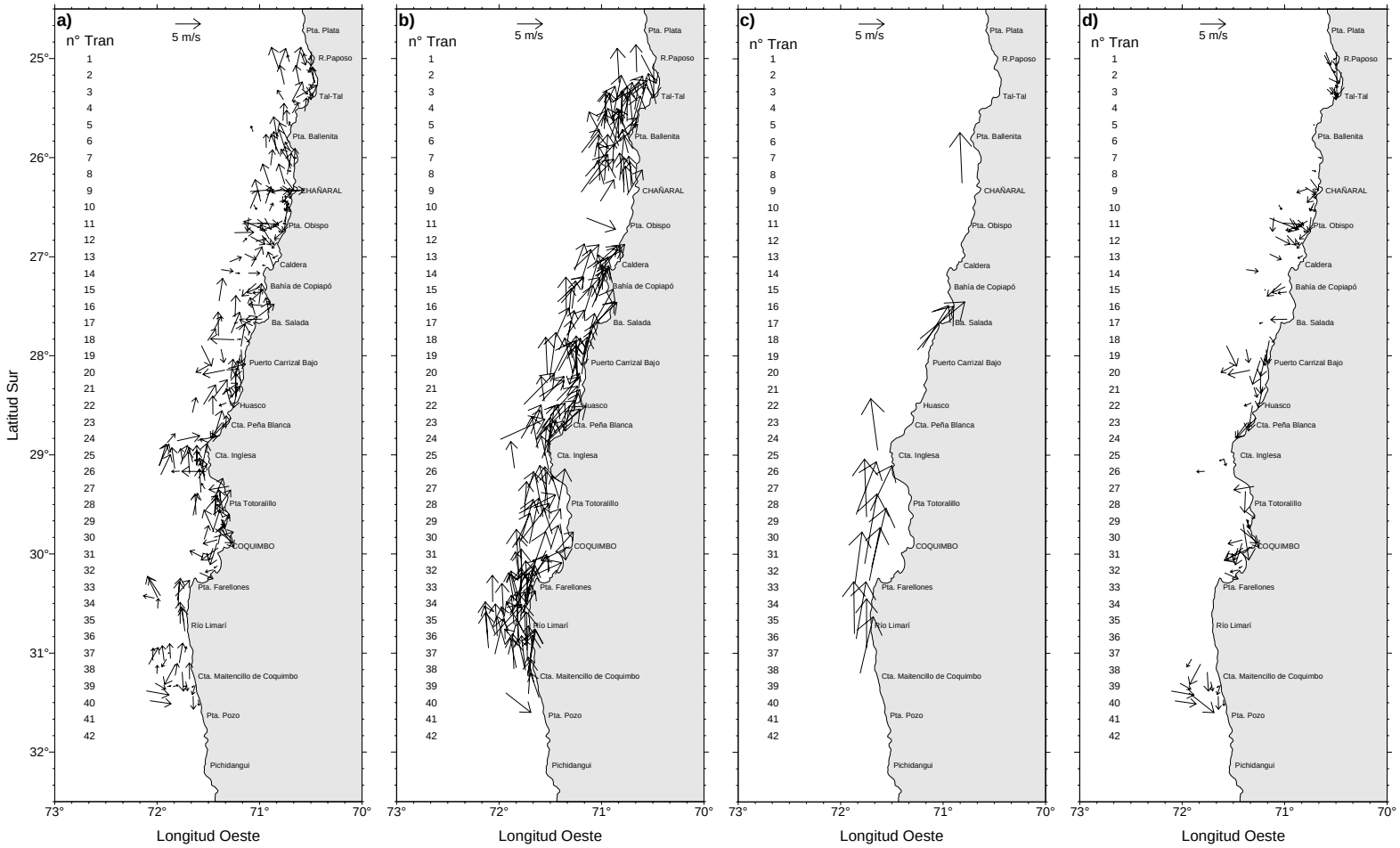


Figura 5. Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento (m/s) menor a 5 m/s, b) dirección e intensidad del viento (m/s) entre 5 y 10 m/s, c) dirección e intensidad del viento mayor a 10 m/s y d) dirección e intensidad del viento (m/s) del primer y tercer cuadrante. Crucero RECLAN34 1002.

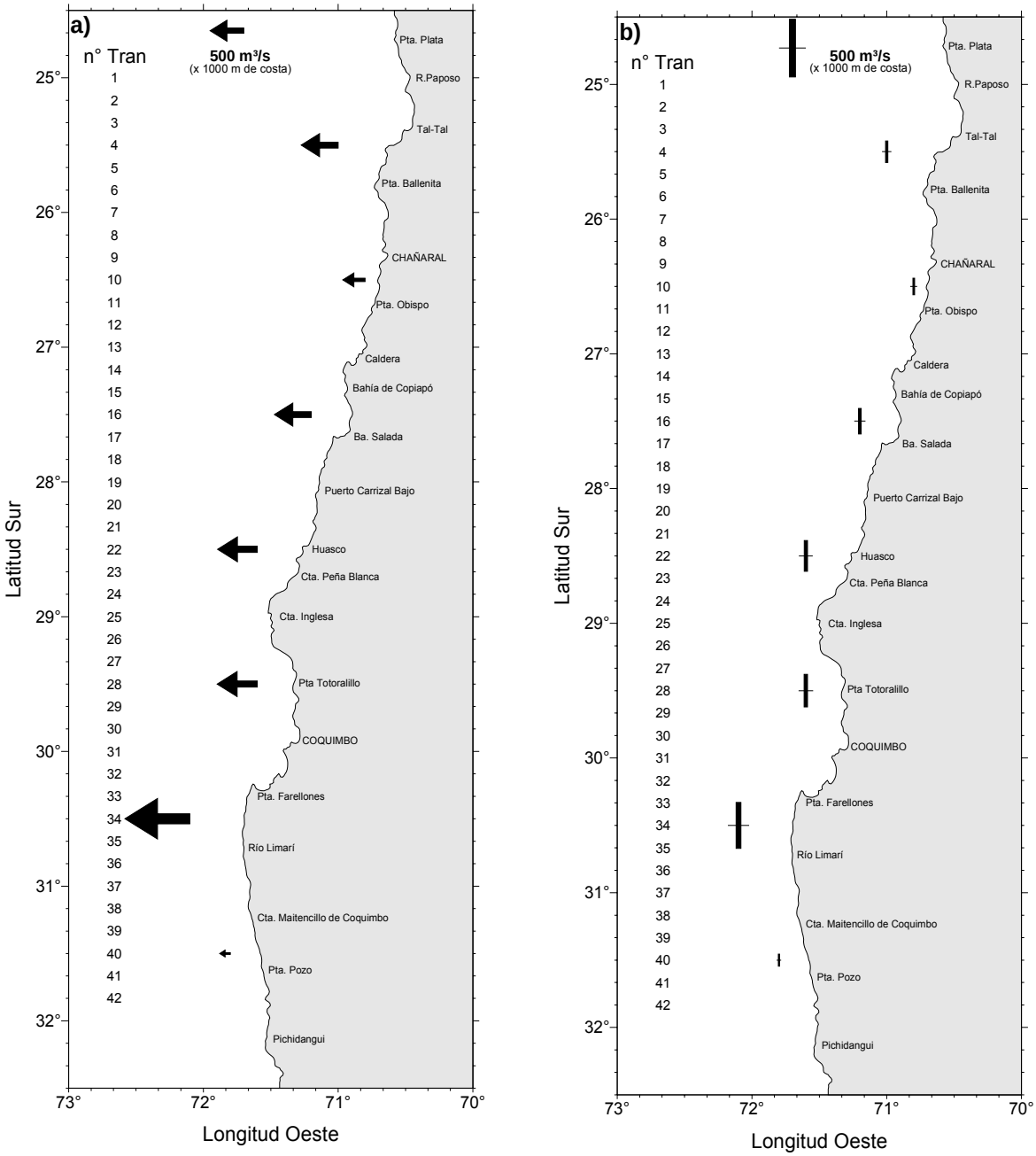


Figura 6. Índice promedio por grado de latitud de a) surgencia y b) turbulencia. Crucero RECLAN34 1002.

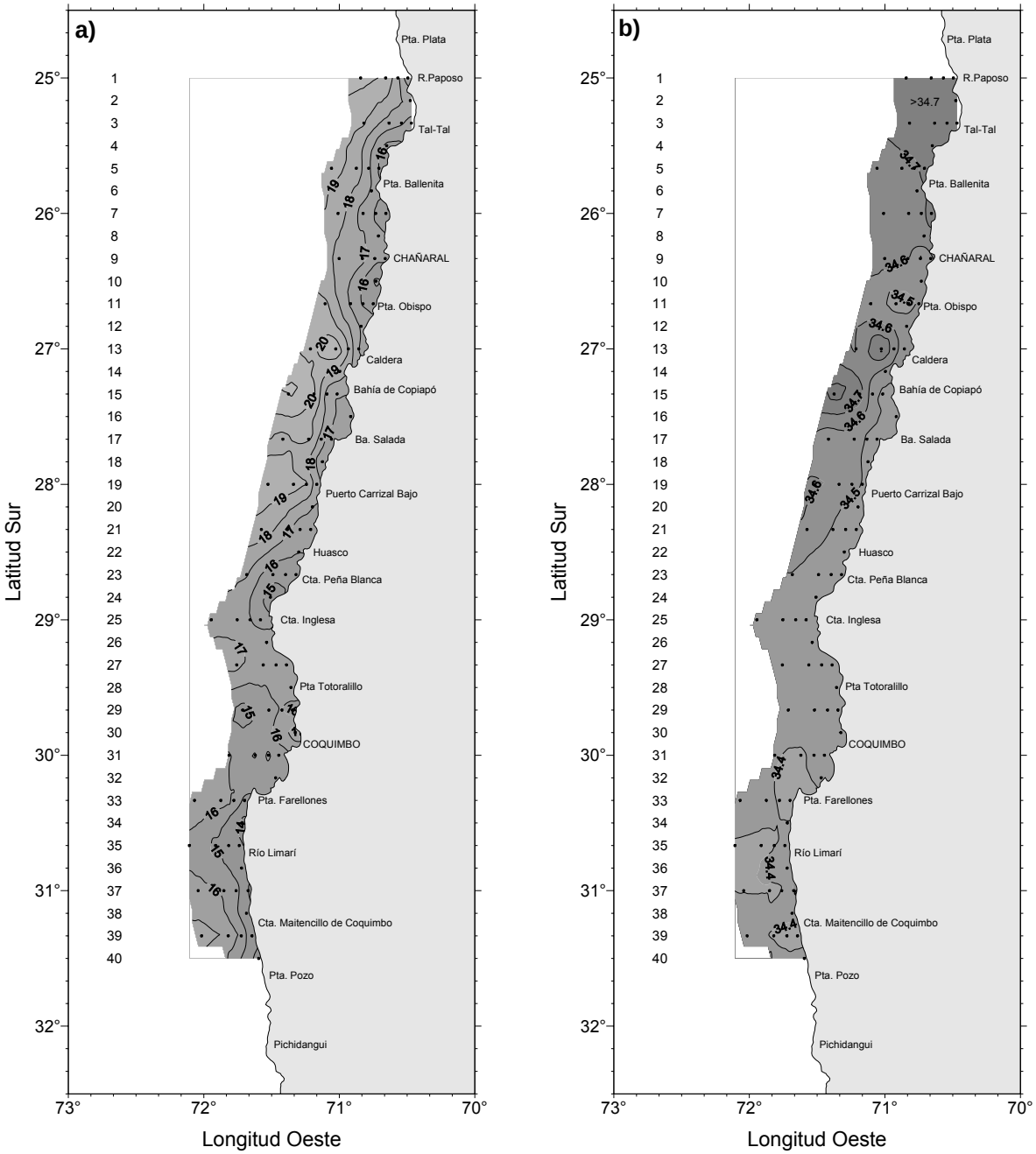


Figura 7. Distribución superficial de a) temperatura (°C) y b) salinidad (psu). Crucero RECLAN34 1002.

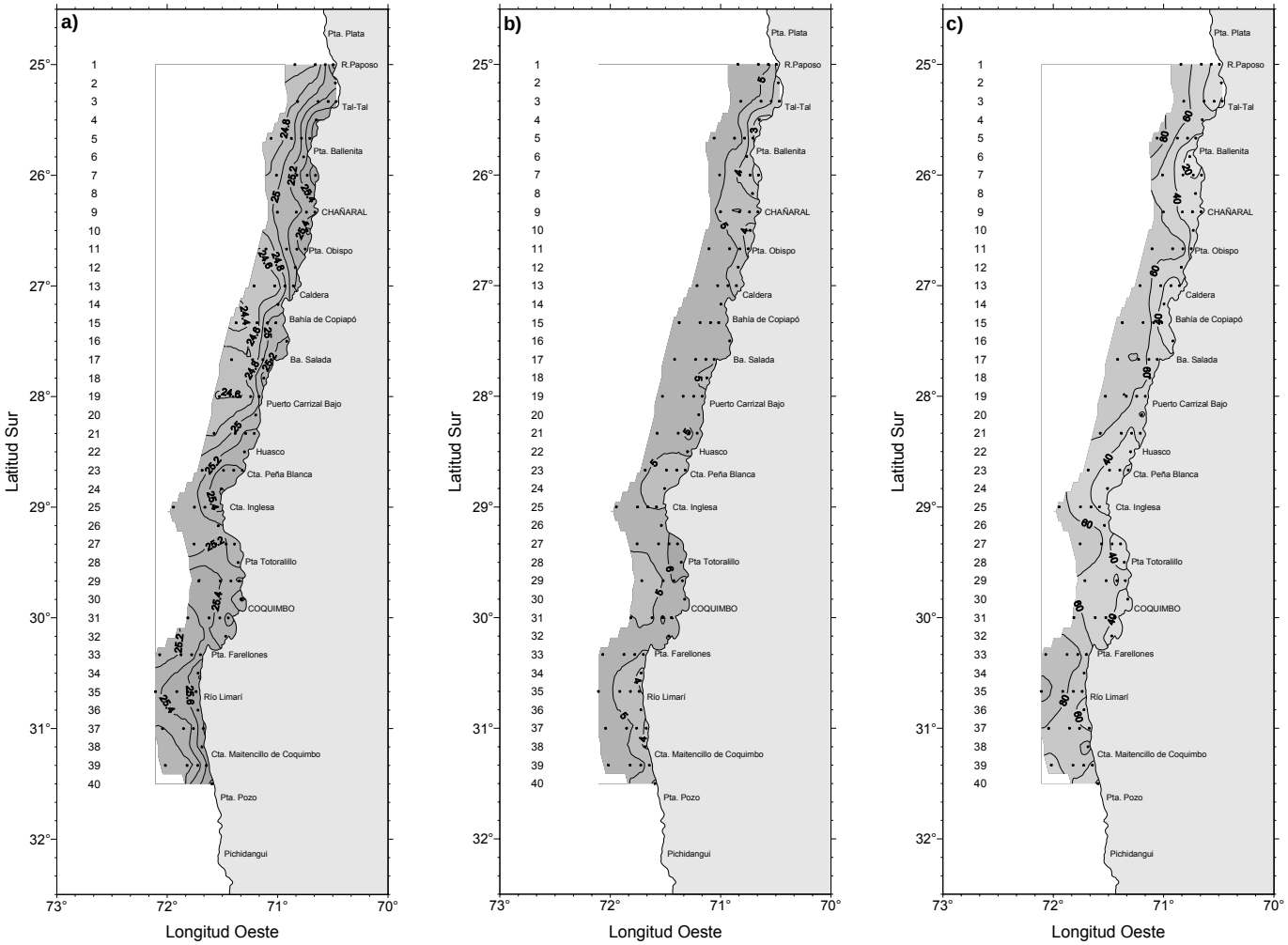


Figura 8. Distribución superficial de a) densidad (sigma-t) (kg/m^3), b) contenido de oxígeno disuelto (mL/L), c) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto. Crucero RECLAN34 1002.

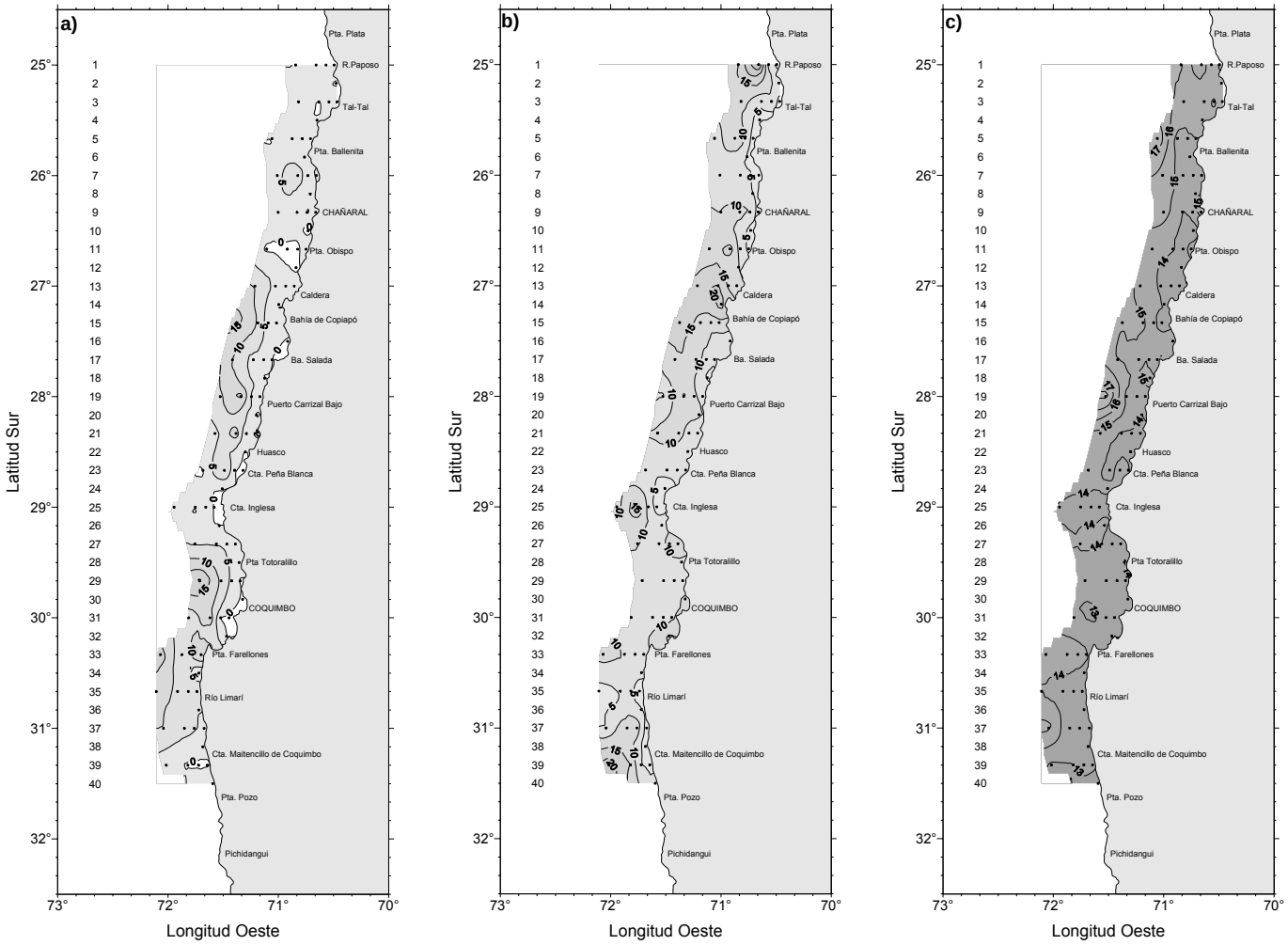


Figura 9. Distribución de a) espesor de la capa de mezcla (m), b) espesor de la termoclina (m) y c) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero RECLAN34 1002.

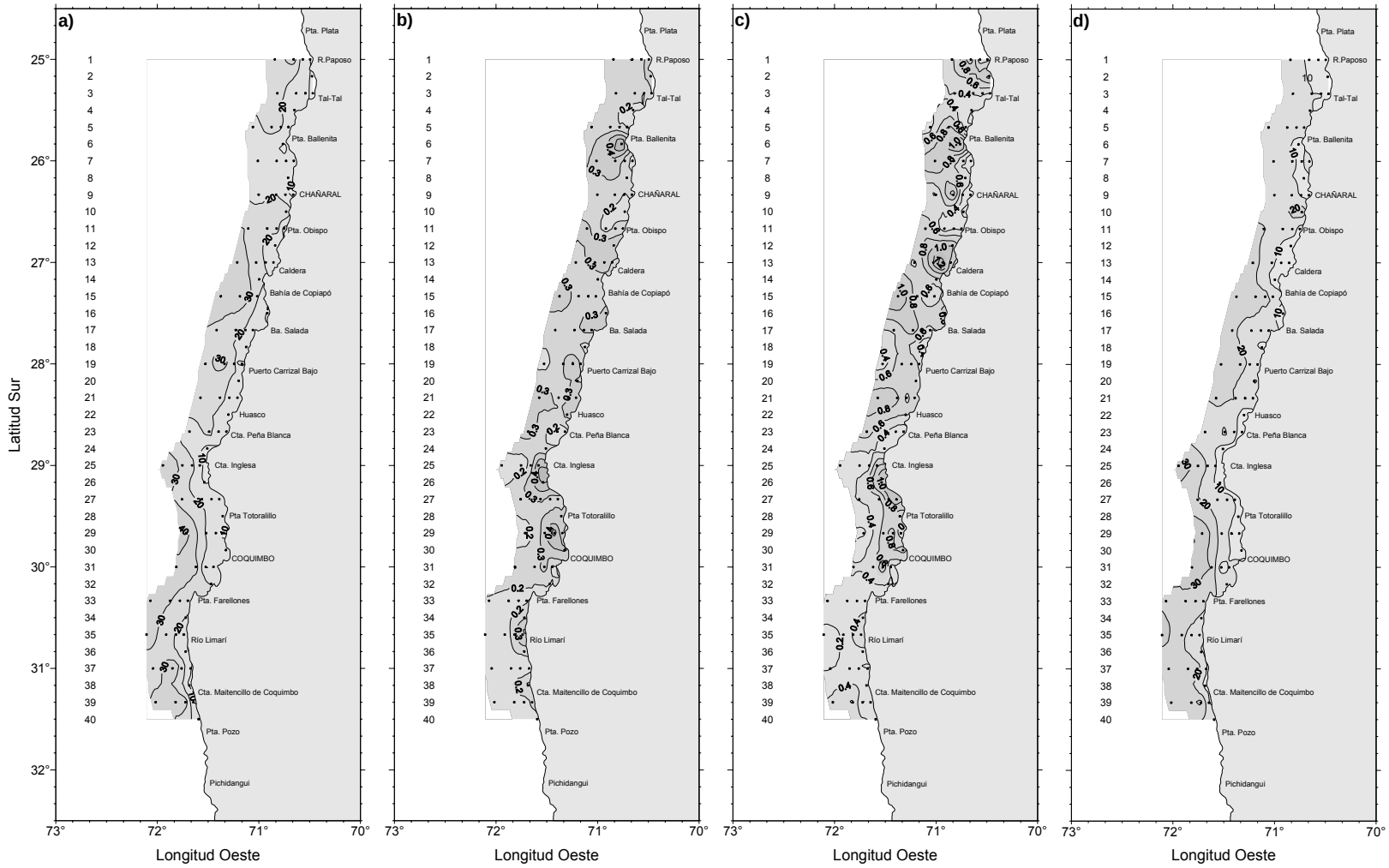


Figura 10. Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (°C/m), c), máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero RECLAN34 1002.

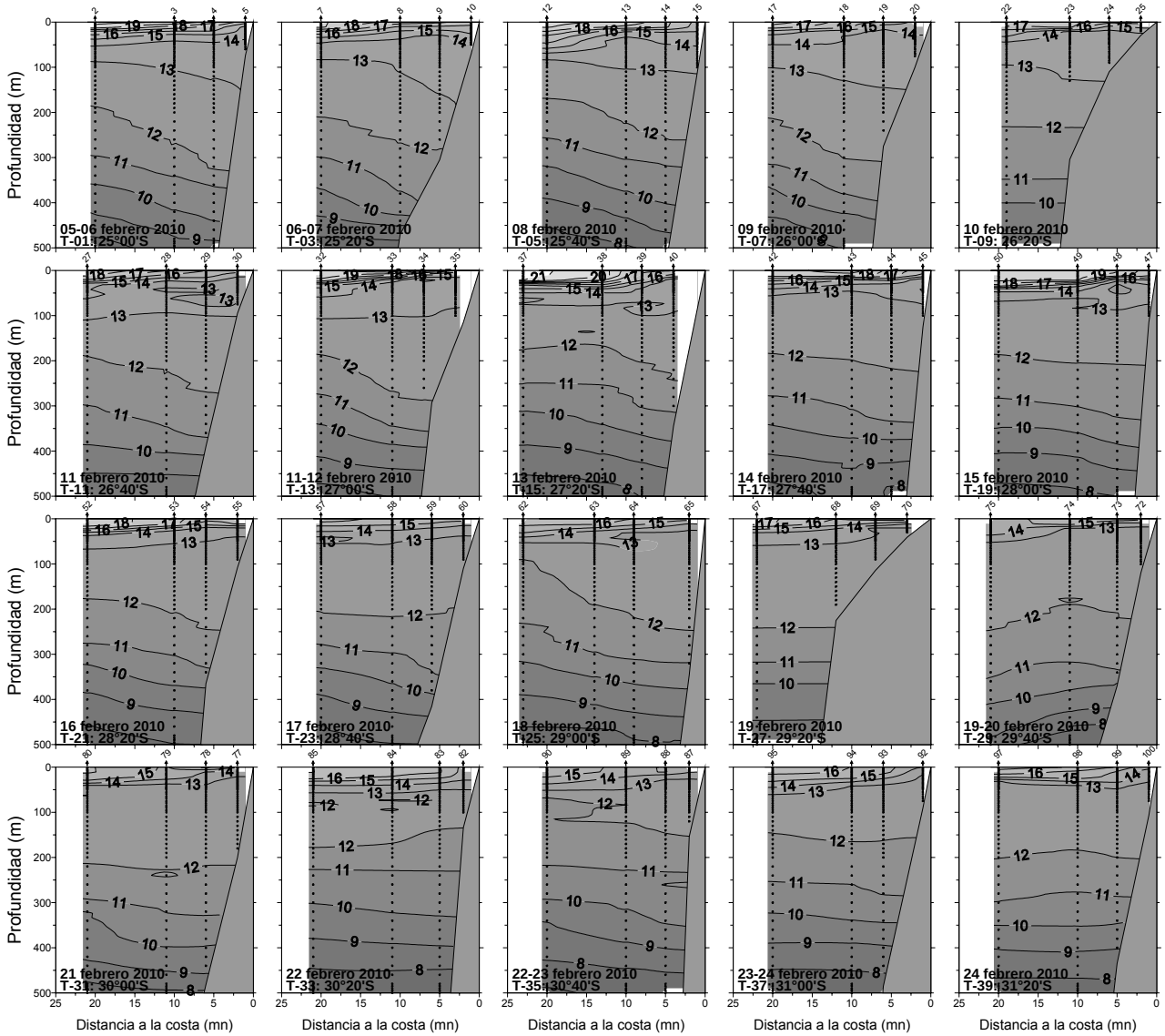


Figura 11. Distribución vertical de temperatura (°C) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

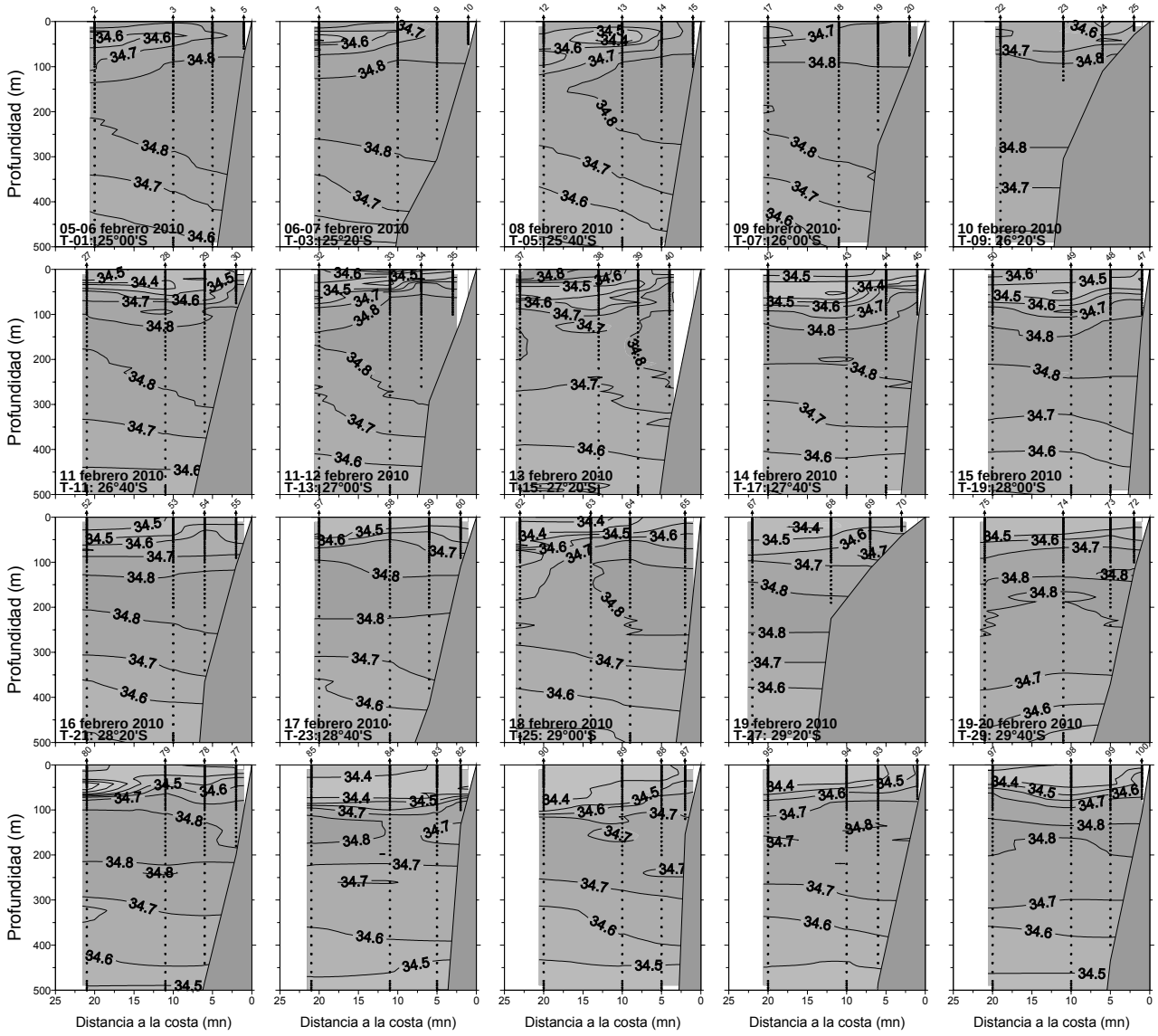


Figura 12. Distribución vertical de salinidad (psu) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

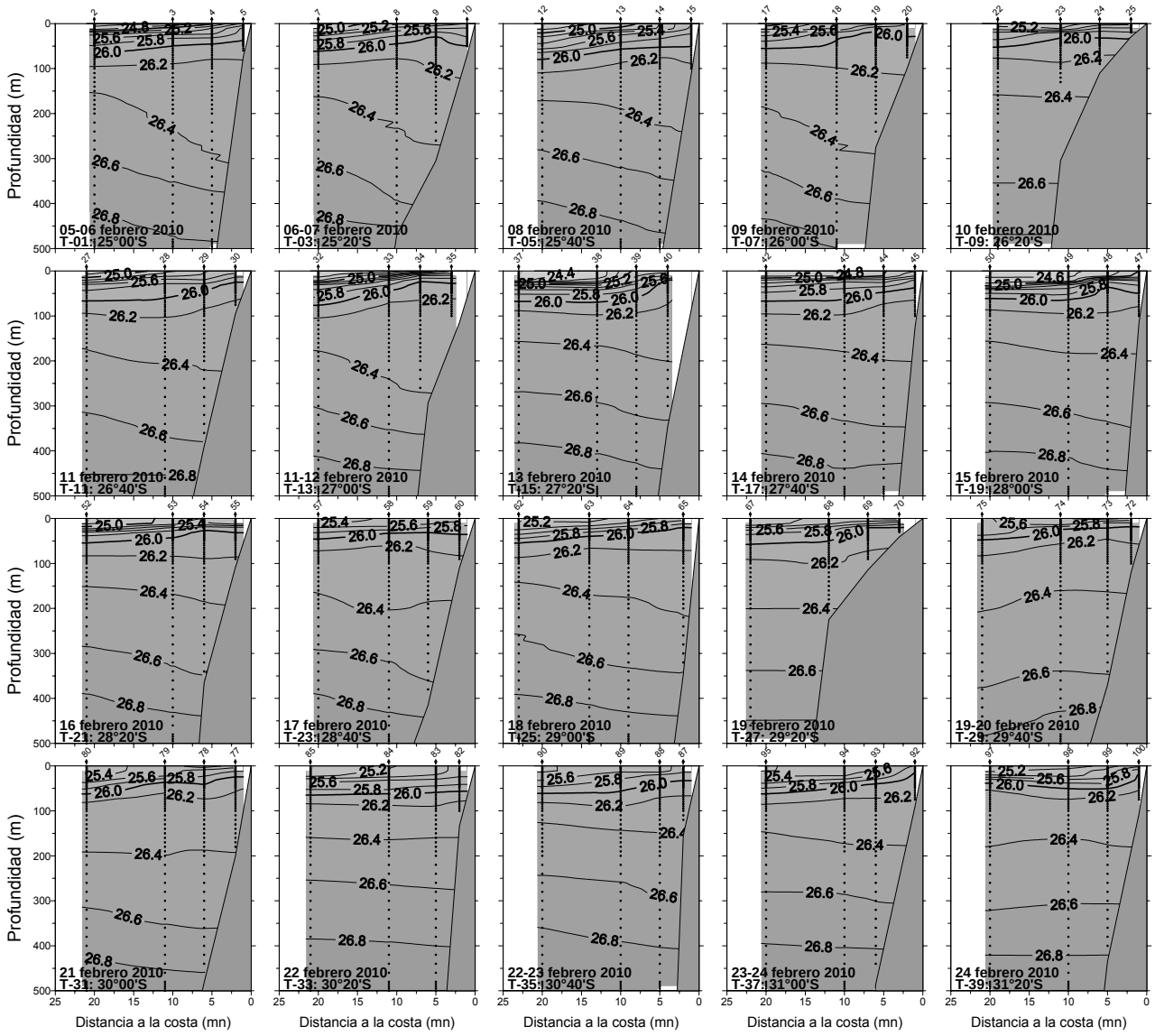


Figura 13. Distribución vertical de densidad (sigma-t)(kg/m^3) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

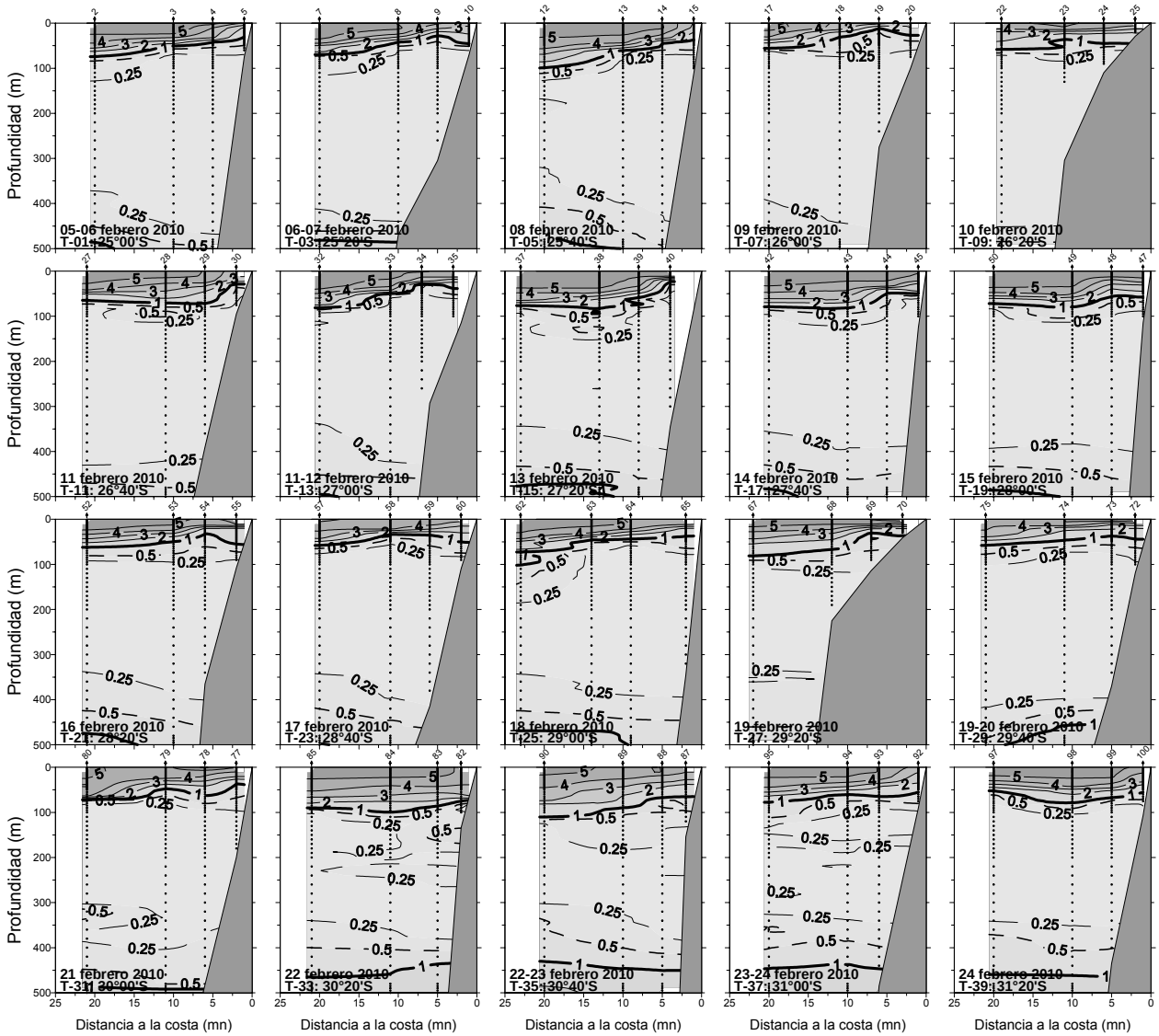


Figura 14. Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

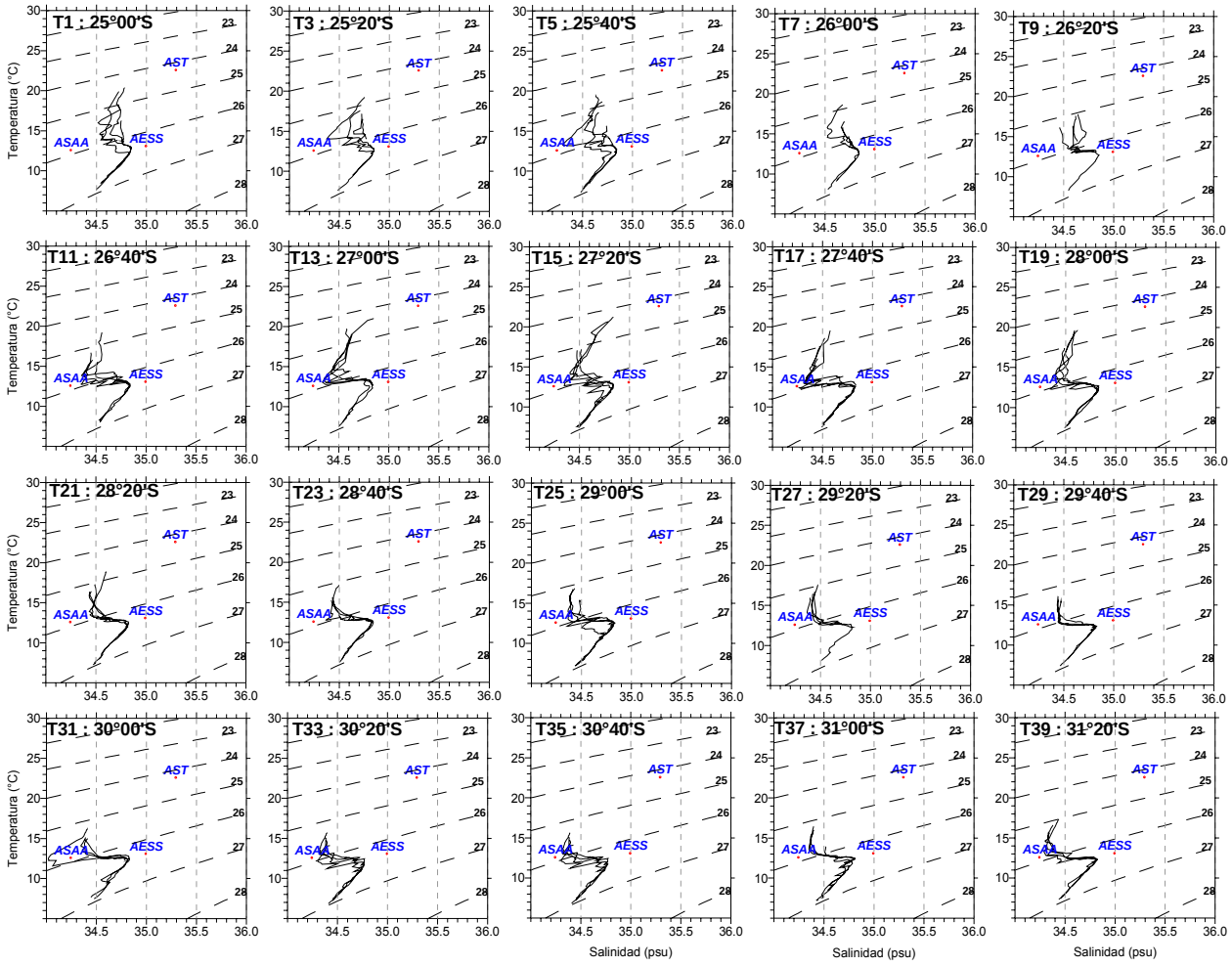


Figura 15. Diagramas **T-S** de las estaciones por transecta. Crucero RECLAN34 1002.

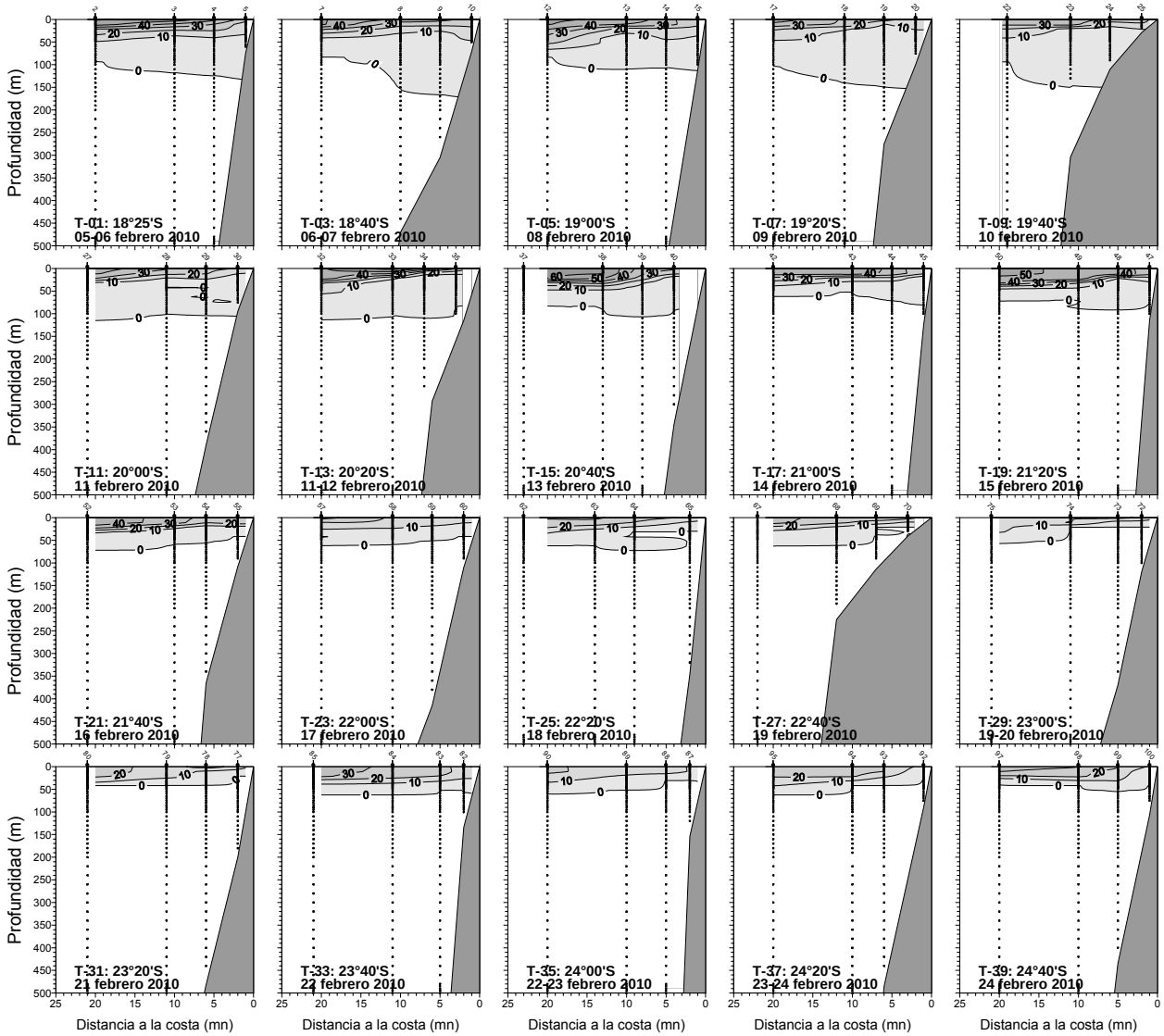


Figura 16. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

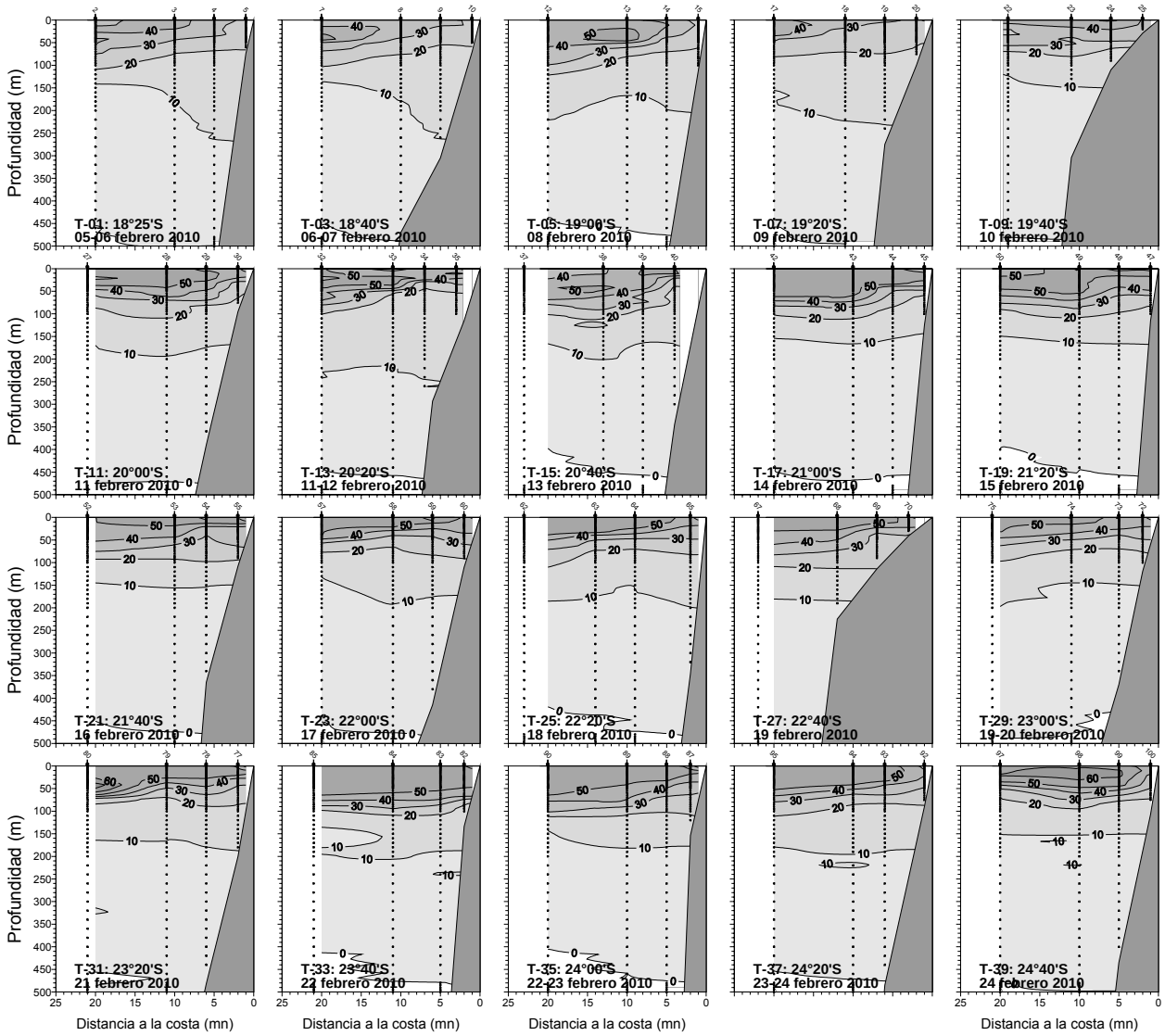


Figura 17. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

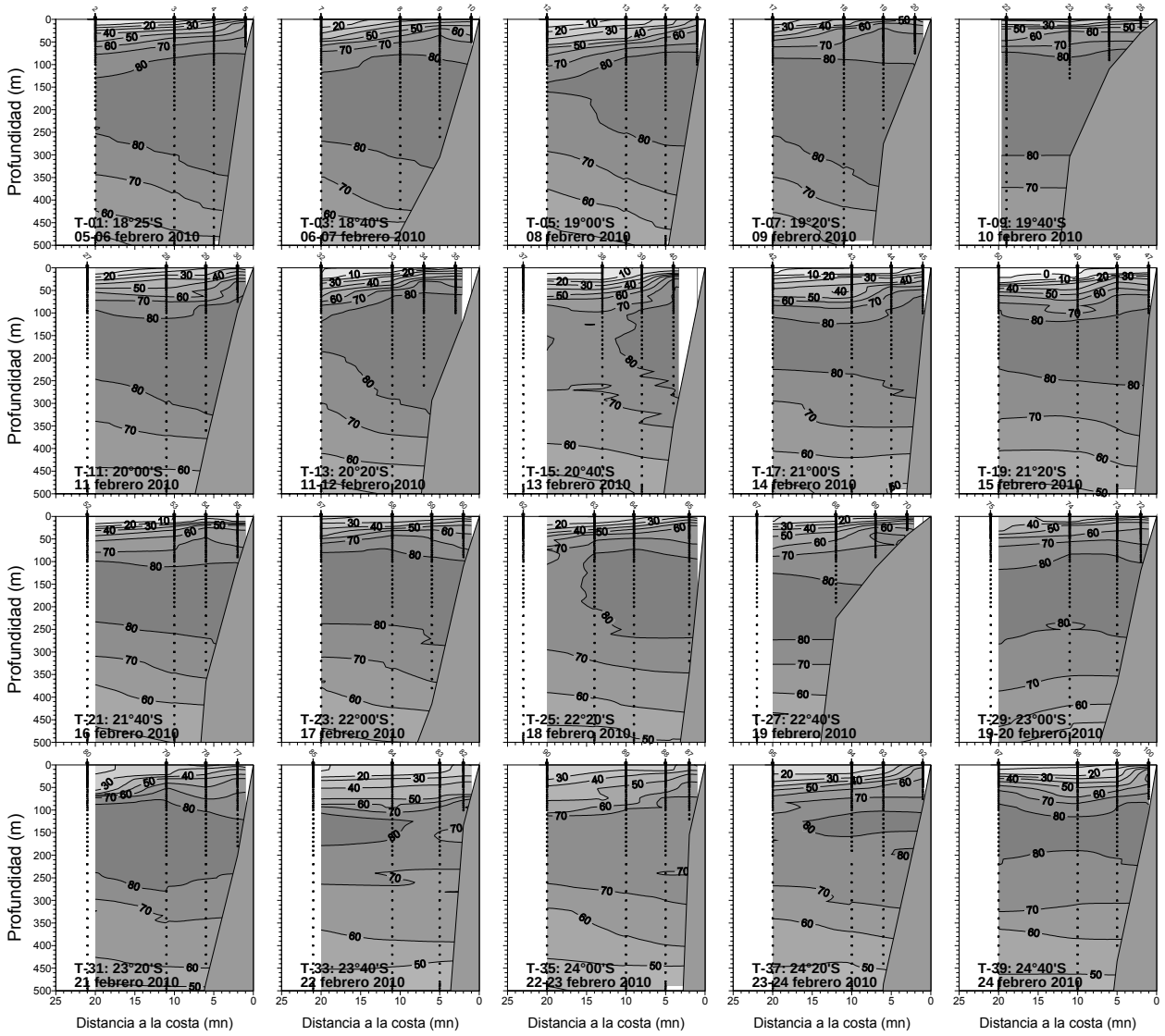


Figura 18. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

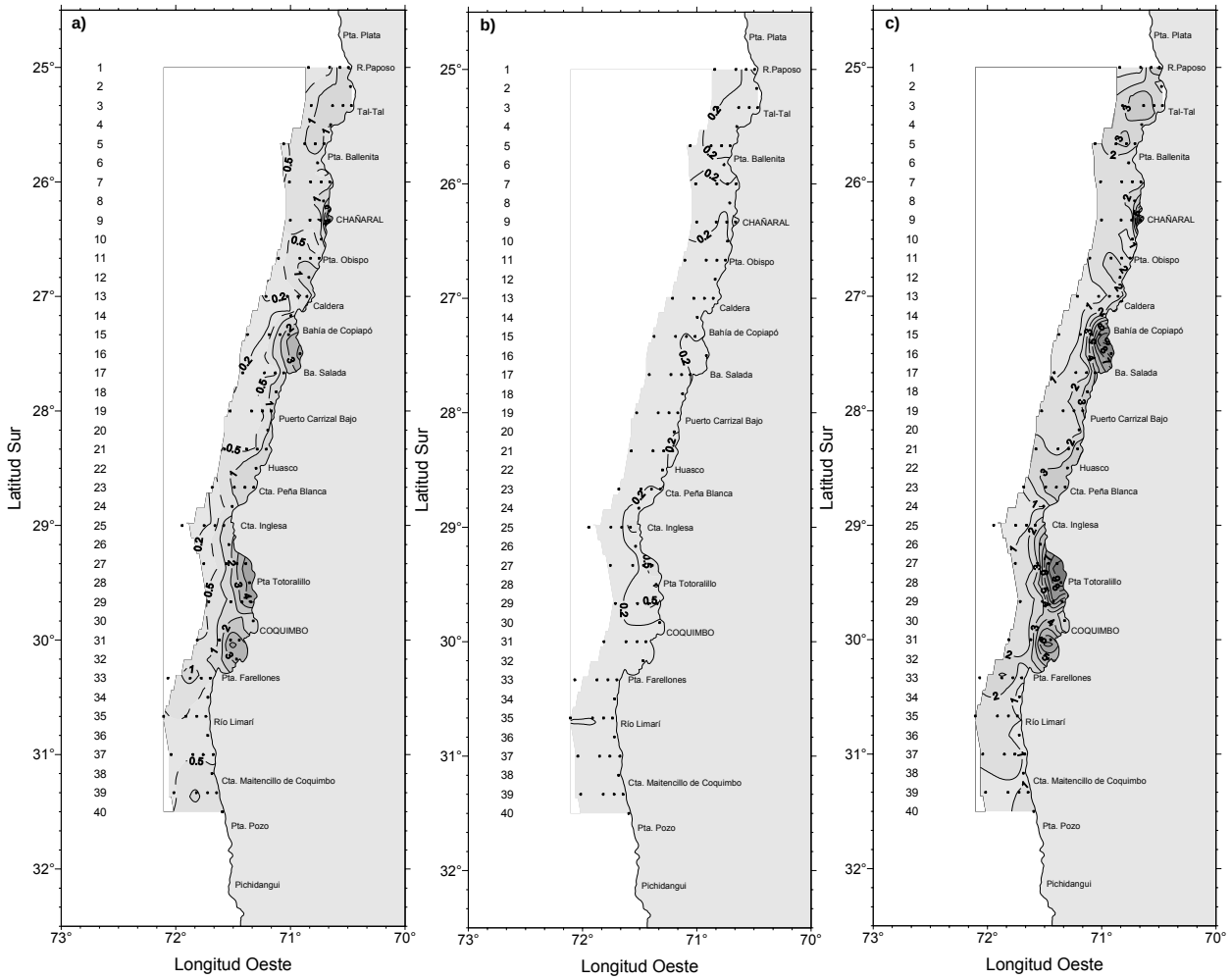


Figura 19. Distribución de a) clorofila-a superficial (µg/L), b) feopigmento superficial (µg/L) y c) fluorescencia *in vivo* (µg/L). Crucero RECLAN34 1002.

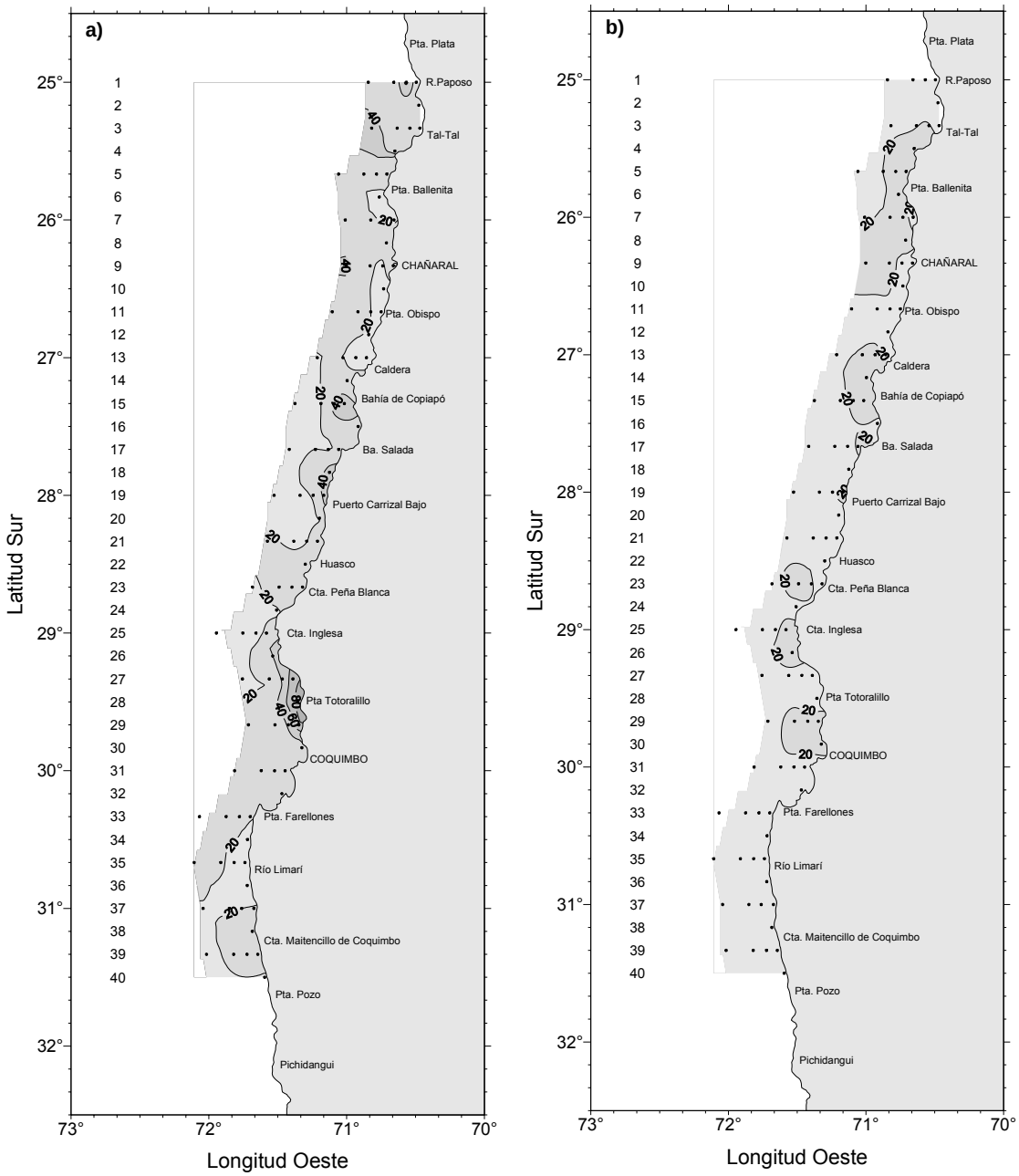


Figura 20. Distribución integrada de a) clorofila-a (mg/m^2) y b) feopigmento (mg/m^2). Crucero RECLAN34 1002.

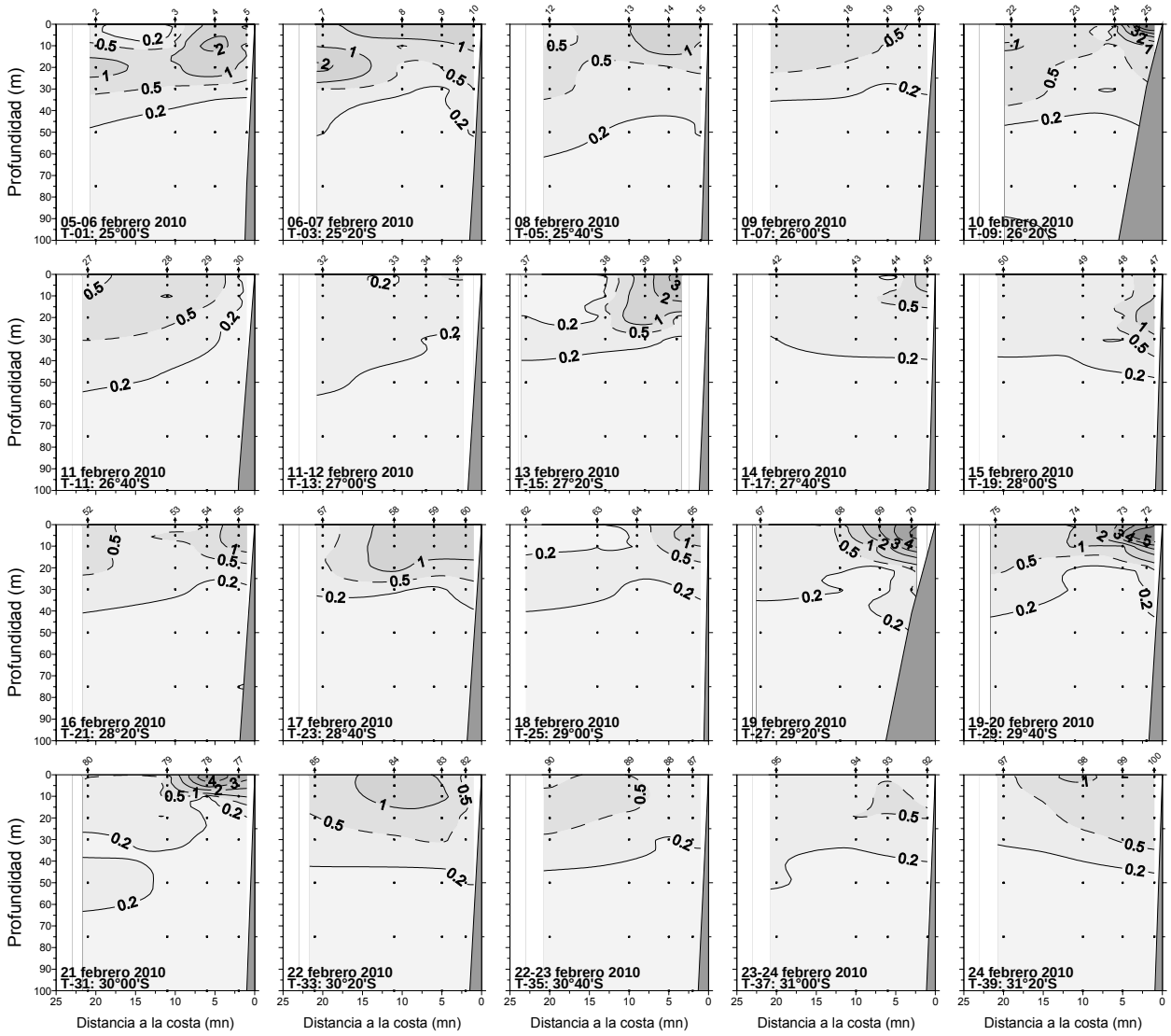


Figura 21. Distribución vertical de clorofila a (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

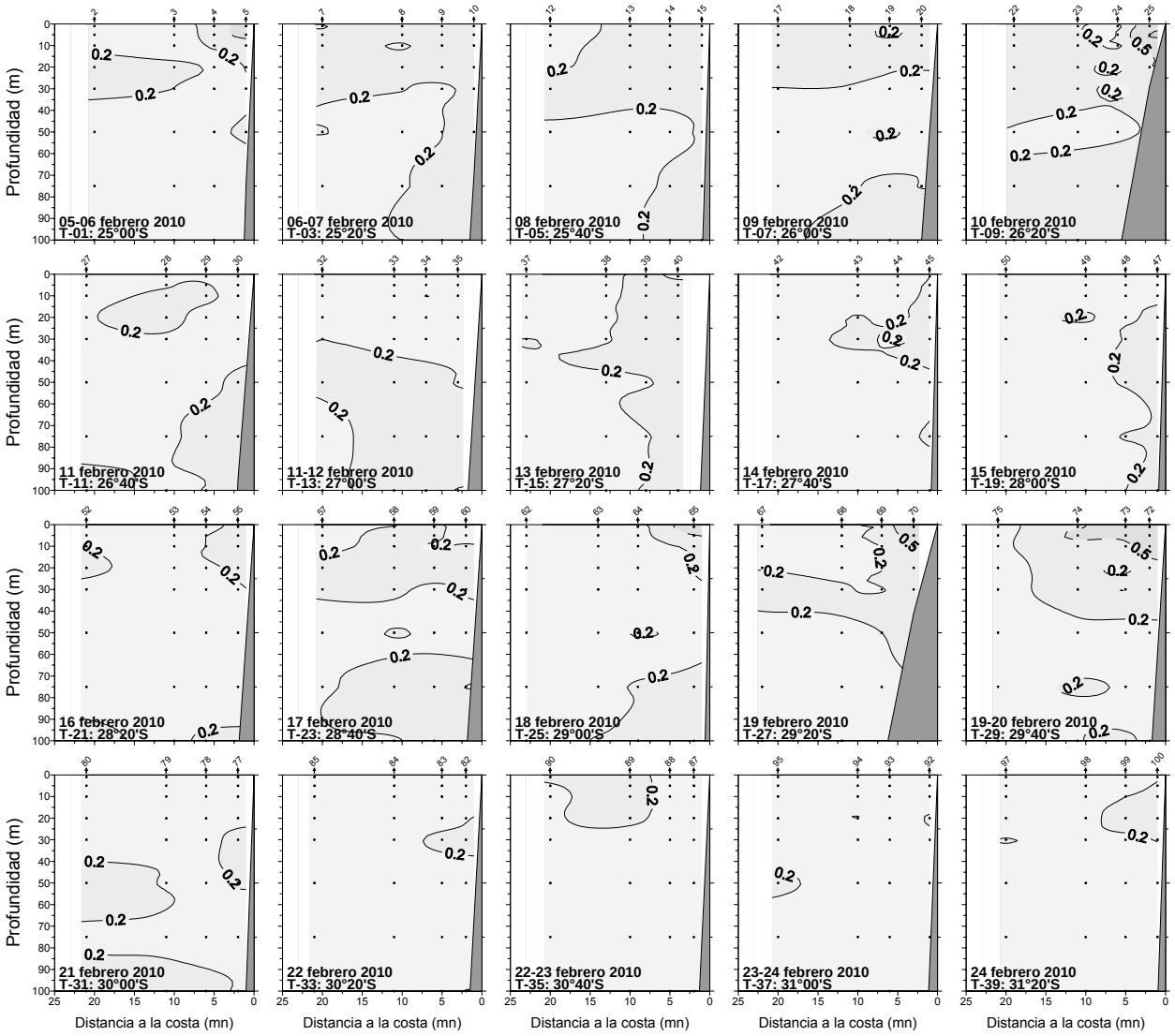


Figura 22. Distribución vertical de feopigmentos (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

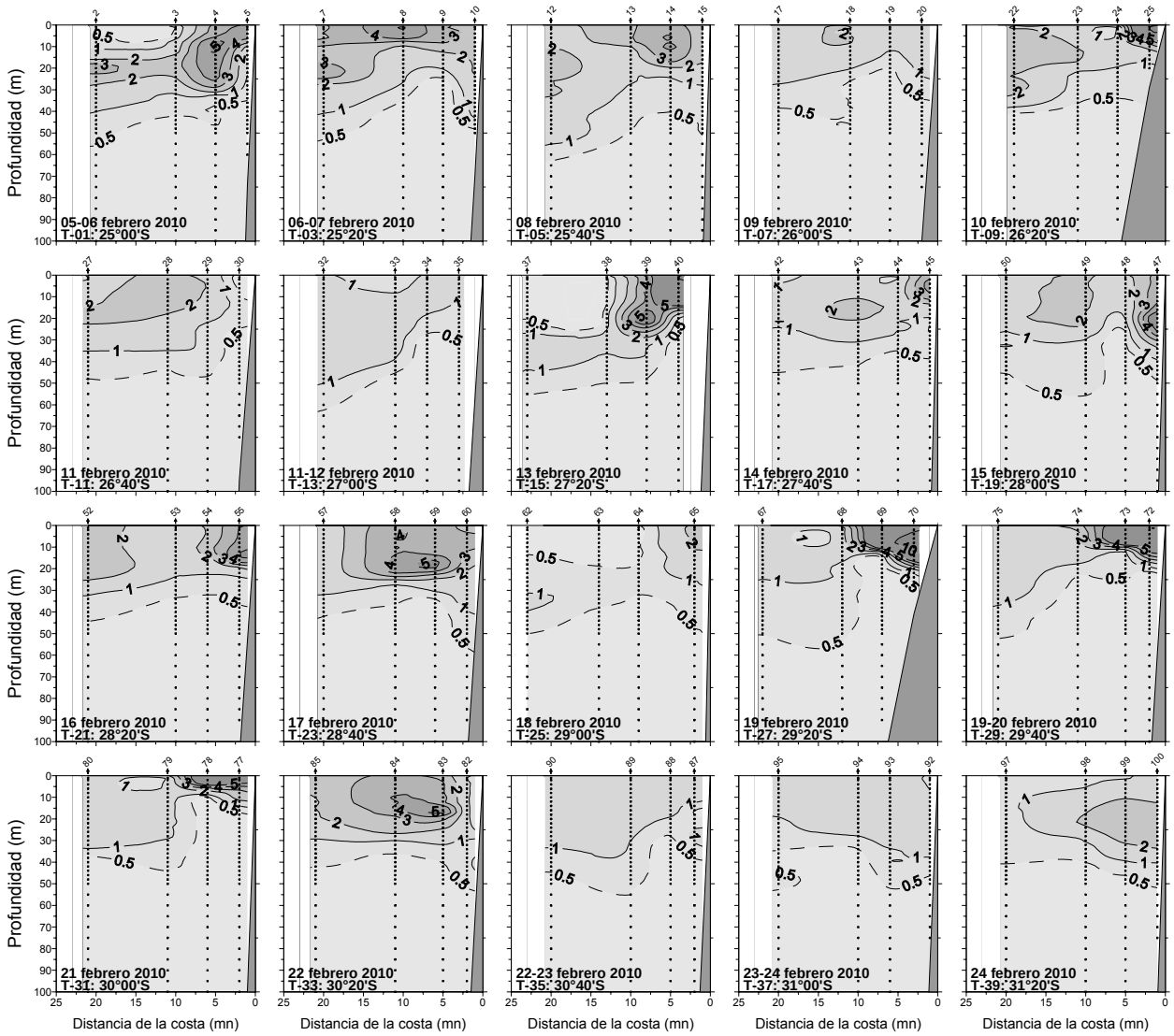


Figura 23. Distribución vertical de fluorescencia en vivo (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

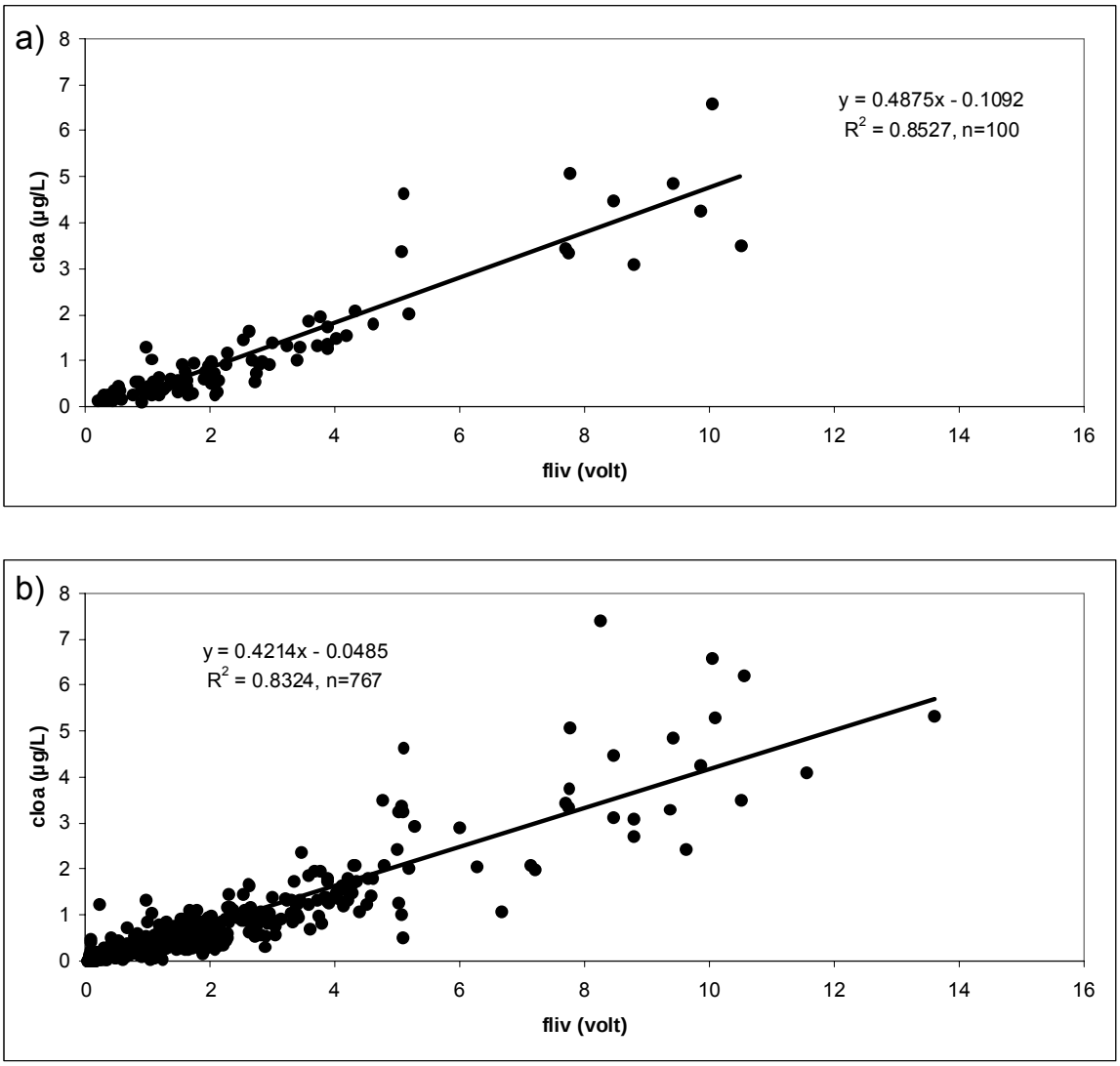


Figura 24. Asociación entre la a) clorofila-a (µg/L) y fluorescencia in vivo (volt) con datos superficiales y b) clorofila-a (µg/L) y fluorescencia in vivo (volt) con todos los datos disponibles. Crucero RECLAN34 1002.

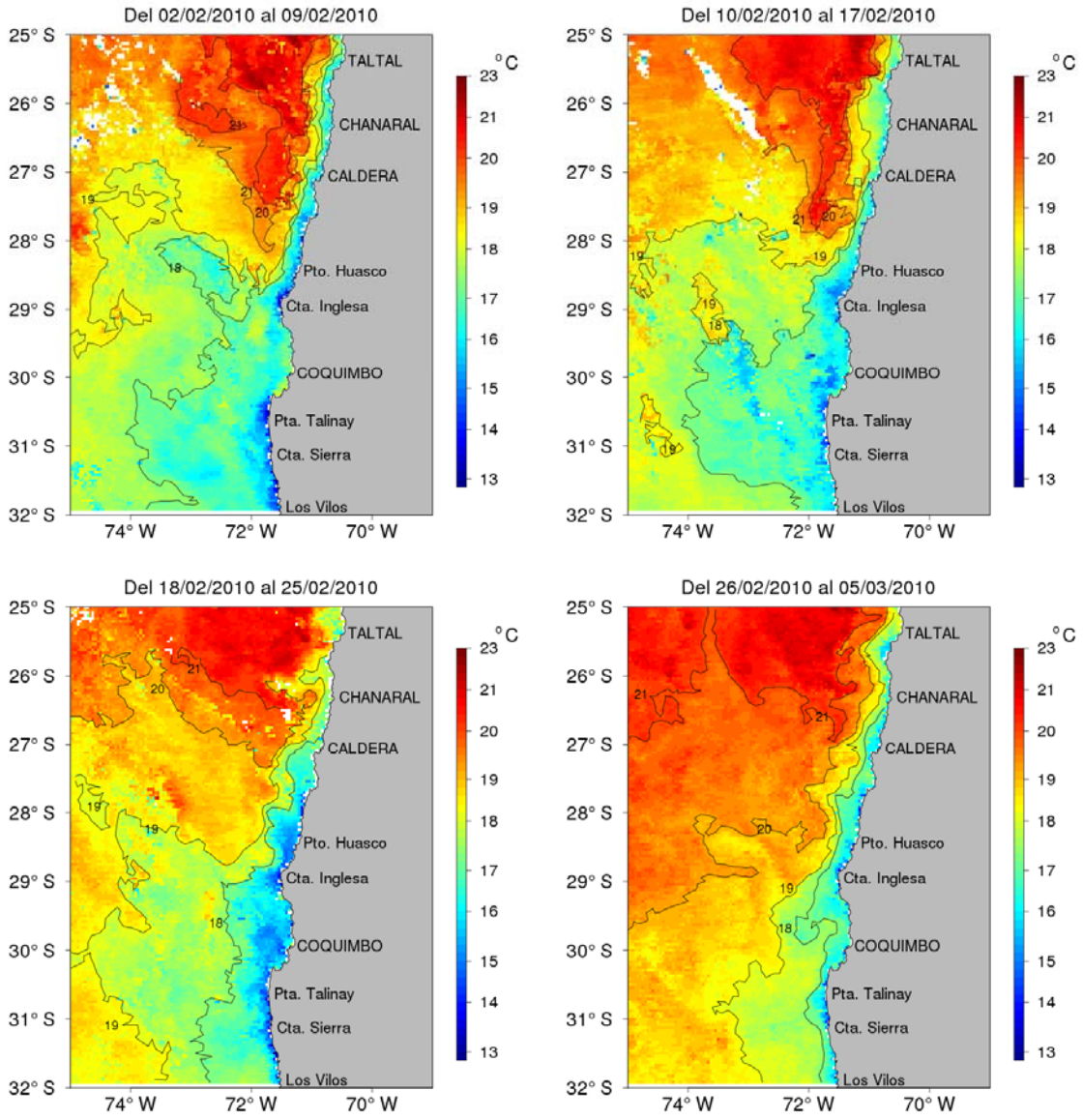


Figura 25. Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre los días a) 2 y 9, b) 10 y 17, c) 18 y 25 y d) desde el 26 de febrero a 5 de marzo de 2010. (Fuente: NASA). RECLAN34 1002

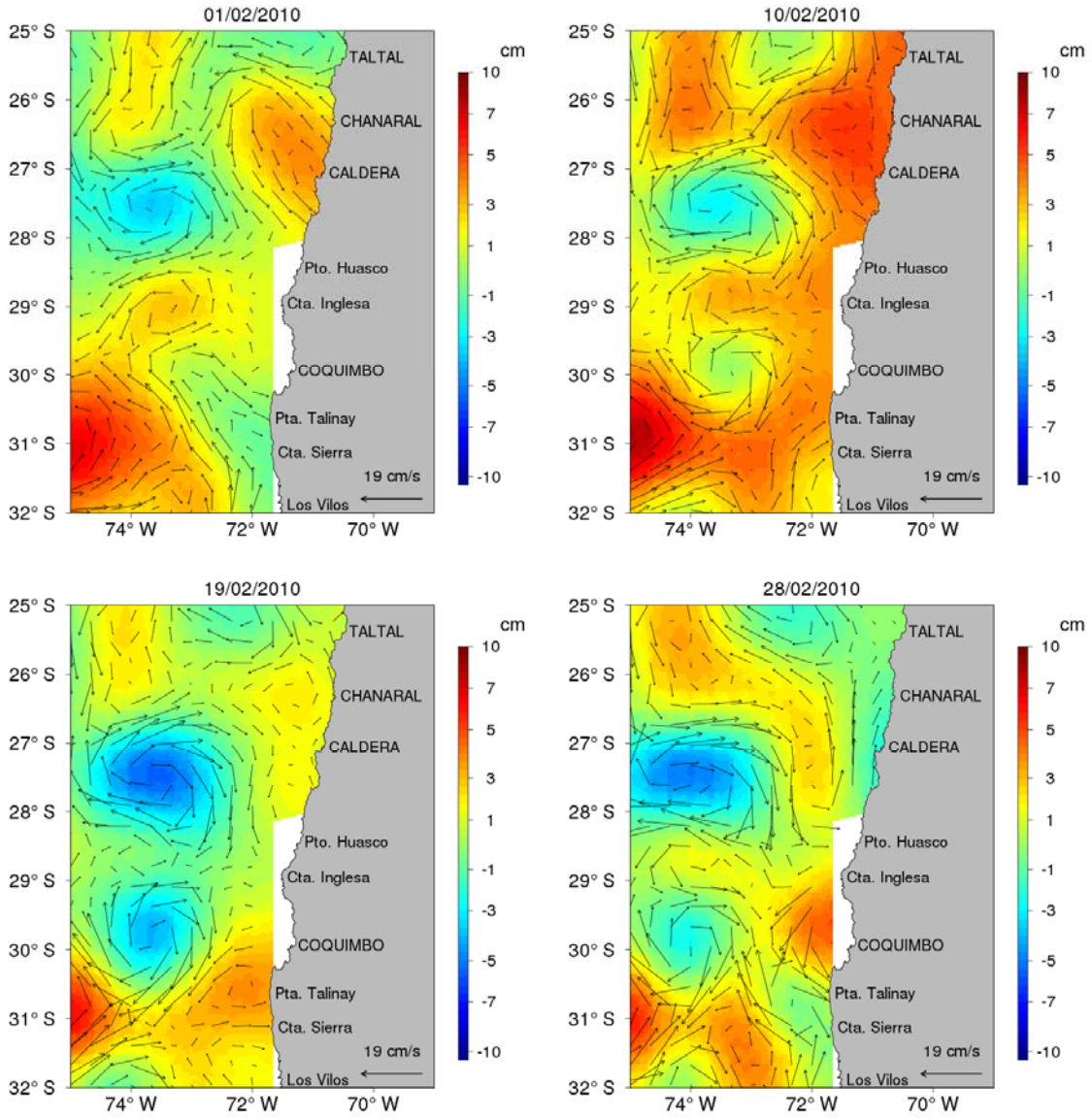


Figura 26. Imágenes diarias de anomalía de nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días 1, 10, 19 y 28 de febrero de 2010 (Fuente: AVISO). RECLAN34 1002

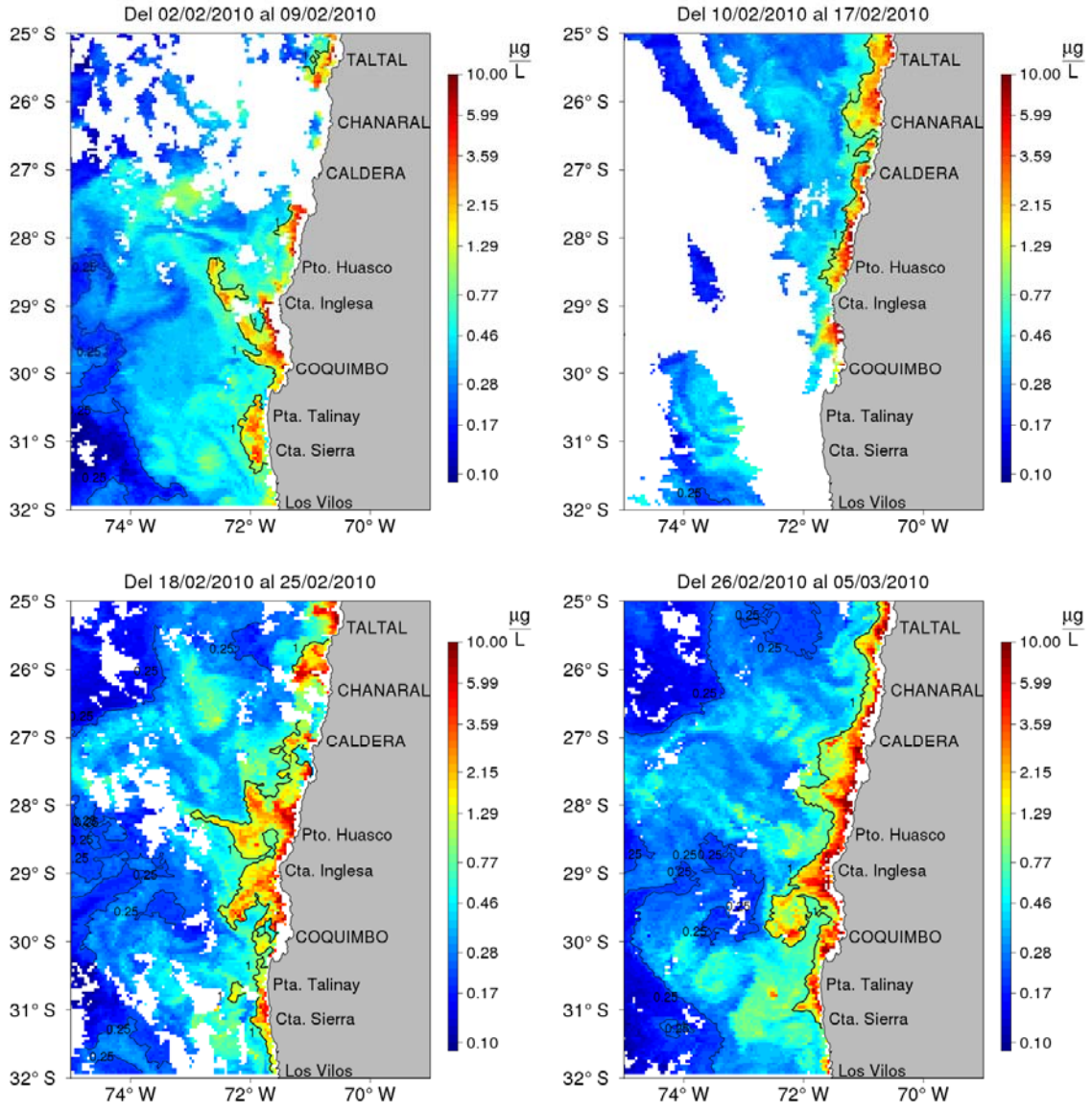


Figura 27. Clorofila-a (µg/L) de imágenes del satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales calculados entre los días a) 2 al 9, b) 10 al 17 y c) 18 al 25 y del 26 de febrero al 5 de marzo de 2010. La línea negra gruesa marca la isolínea de 1 µg/L y la línea negra delgada marca la concentración de 0,25 µg/L. RECLAN34 1002

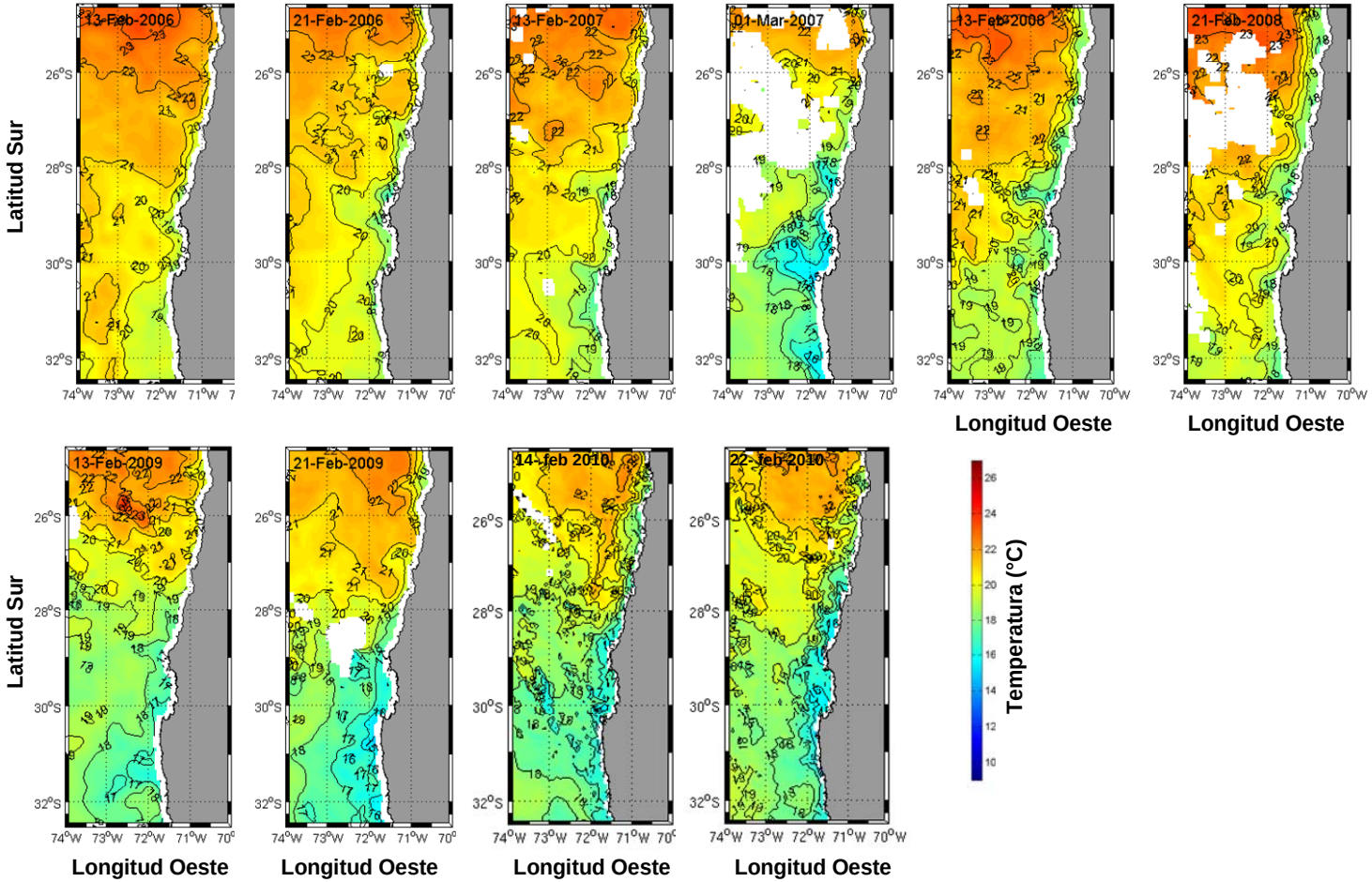


Figura 28. Imágenes de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la III y IV Región. La fecha indicada es la fecha promedio. Las fechas de las imágenes promediadas se indican en la **Tabla 3** y la fecha de los cruceros en la **Tabla 4**. RECLAN34 1002

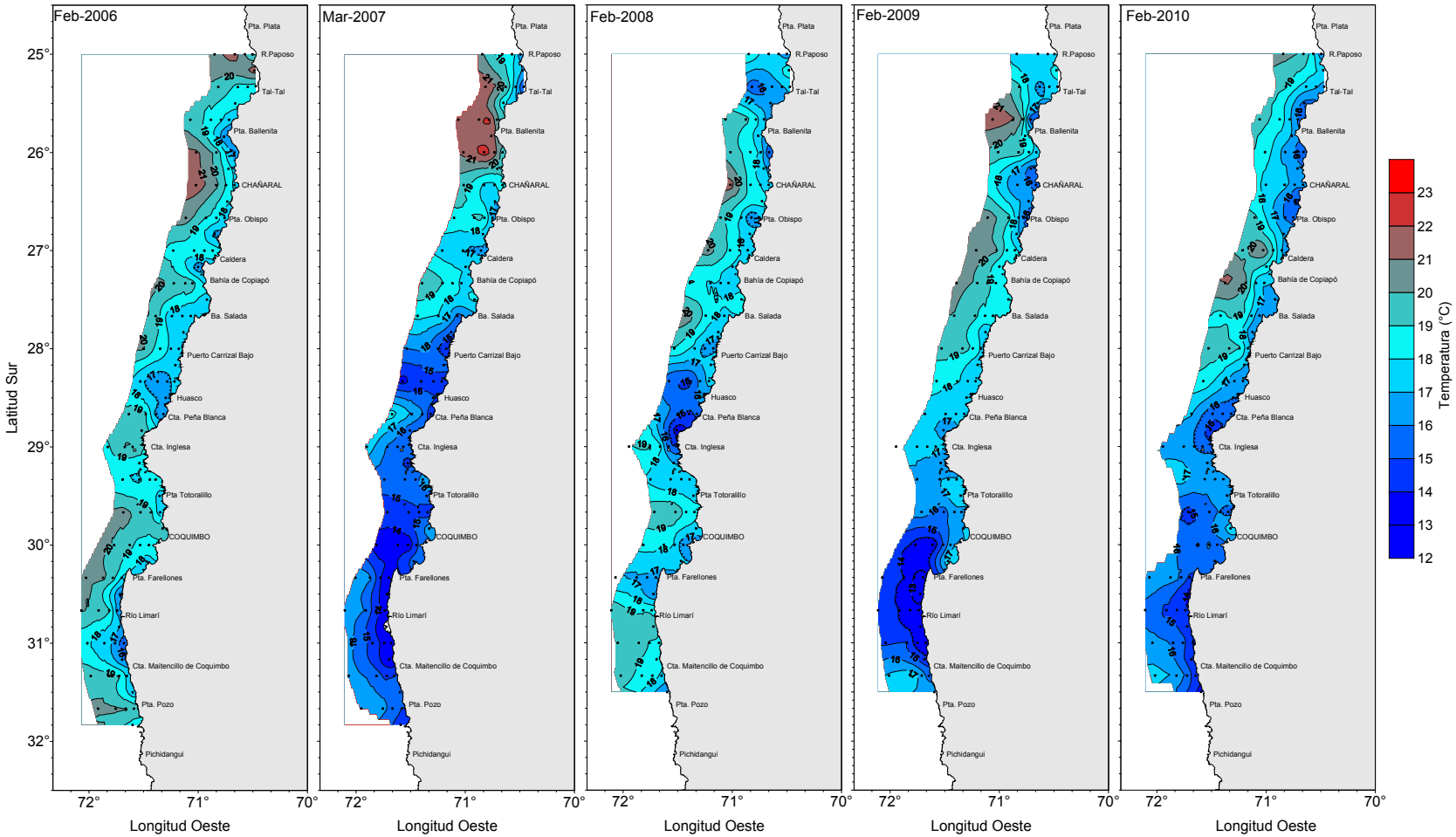


Figura 29. Distribución superficial de temperatura de los cruceros RECLAN en la III y IV Región. La fecha de los cruceros se indica en la **Tabla 4**. RECLAN34 1002

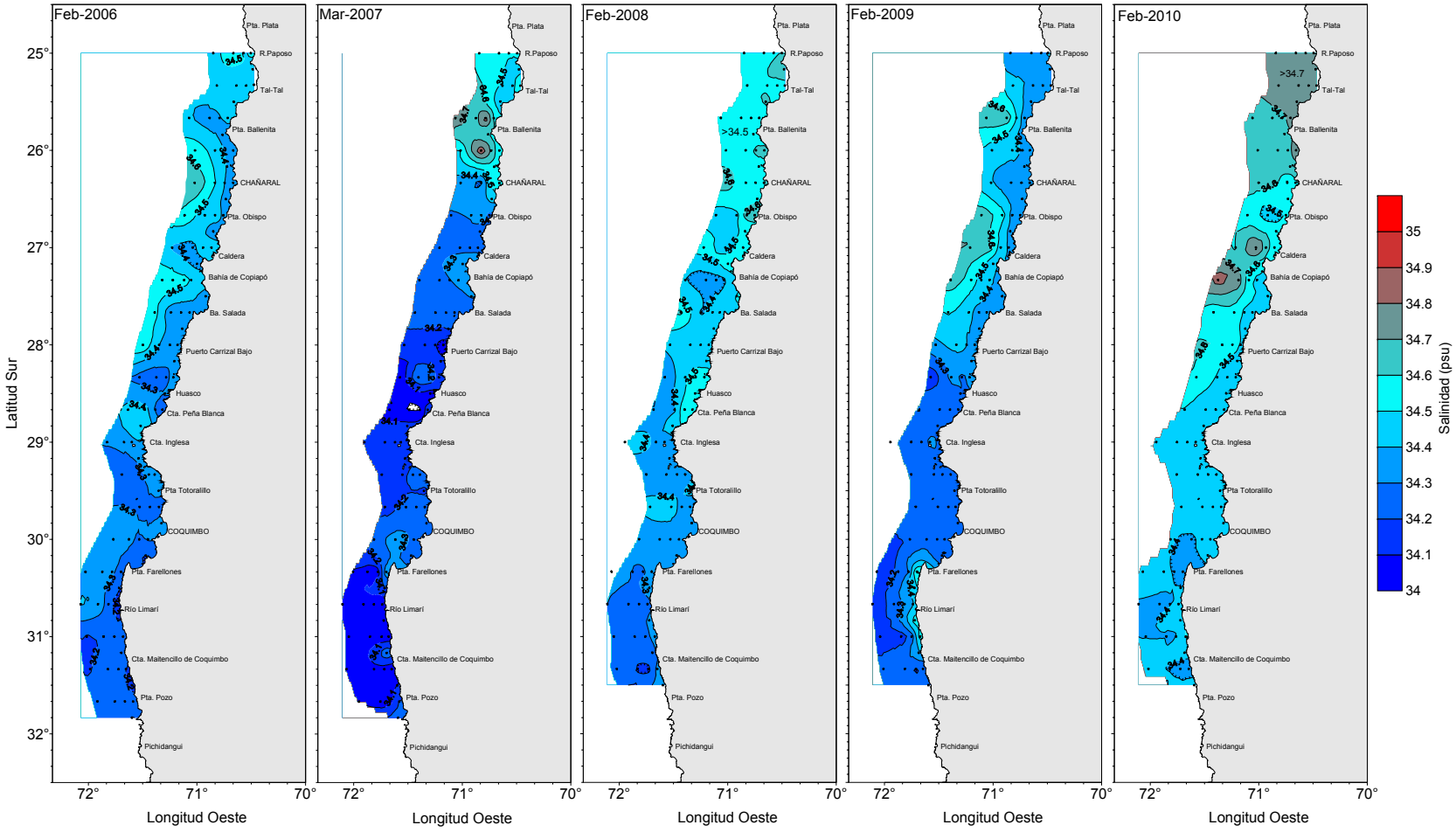


Figura 30. Distribución superficial de salinidad de los cruceros RECLAN en la III y IV Región. La fecha de los cruceros se indica en la **Tabla 4**. RECLAN34 1002.

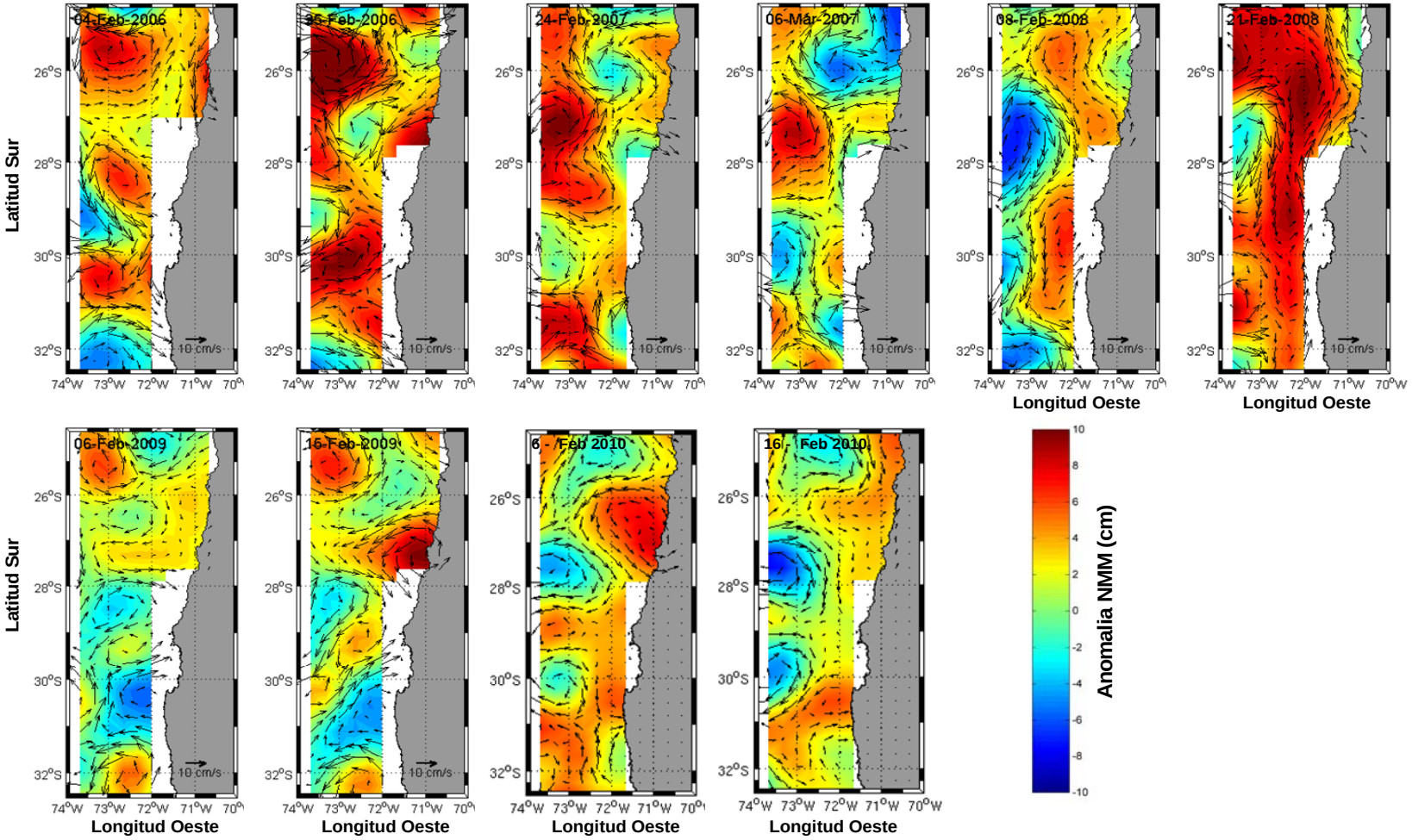


Figura 31. Anomalía de nivel del mar (m) y velocidades geostróficas (cm/s) de días representativos de los meses de febrero desde el 2006 al 2010. RECLAN34 1002.

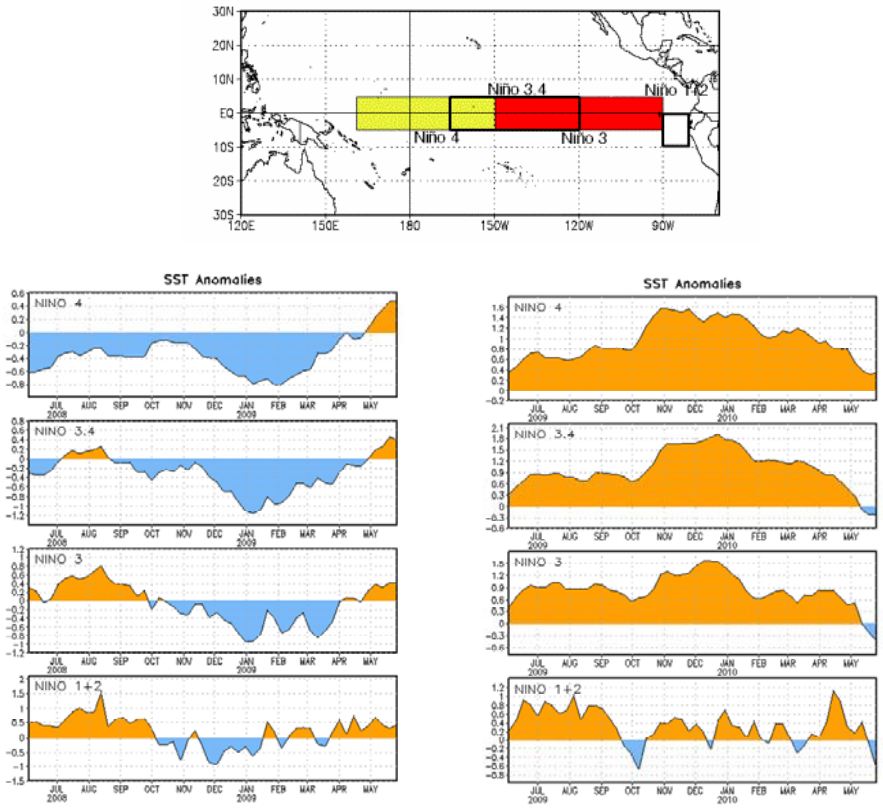


Figura 32. Mapa indicando las diferentes regiones de El Niño en el Océano Pacífico y serie de tiempo de anomalía de la Temperatura Superficial del mar (°C) de cada una de ellas en los periodos junio 2008 a mayo 2009 y de junio 2009 a mayo 2010 (note que las escalas para los gráficos son distintas). Las anomalías están computadas respecto al periodo 1971-2000. Fuente: CPC/NCEP). RECLAN34 1002.

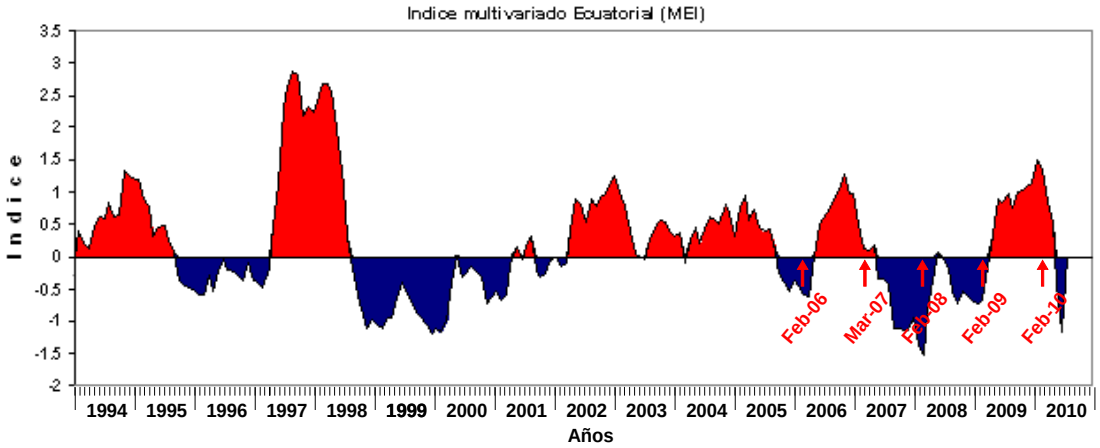


Figura 33. Valores históricos del Indice Multivariado Ecuatorial entre el periodo enero 1994 – 2010. Se incluyen las fechas en que fueron realizados los cruceros RECLAN en la III y IV regiones. (Fuente: Earth system research Laboratory (http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/). RECLAN34 1002.

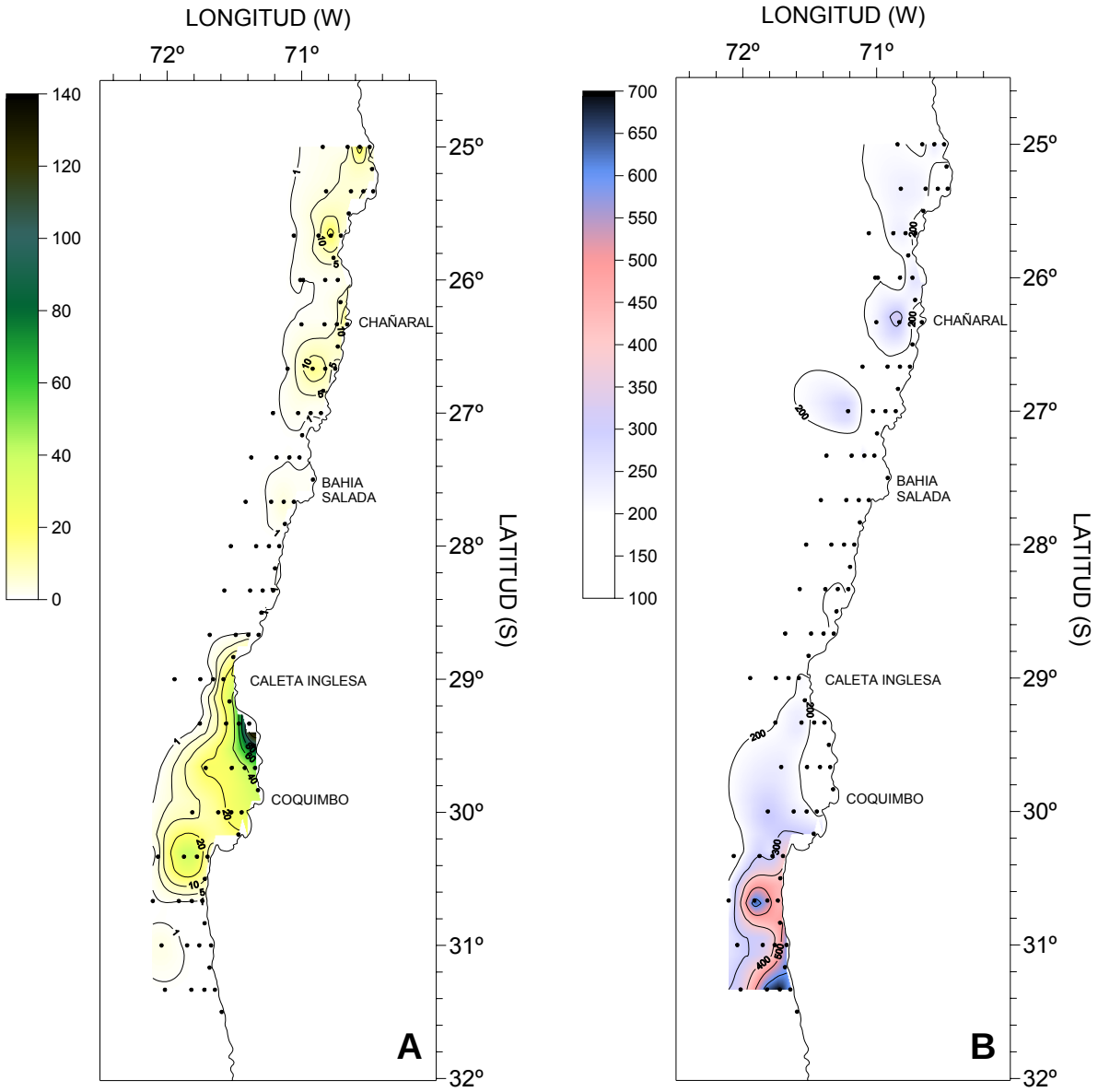


Figura 34. Distribución horizontal de A: abundancia (cél/mL) y B: tamaño (µm) de diatomeas**.** Crucero RECLAN34 1002

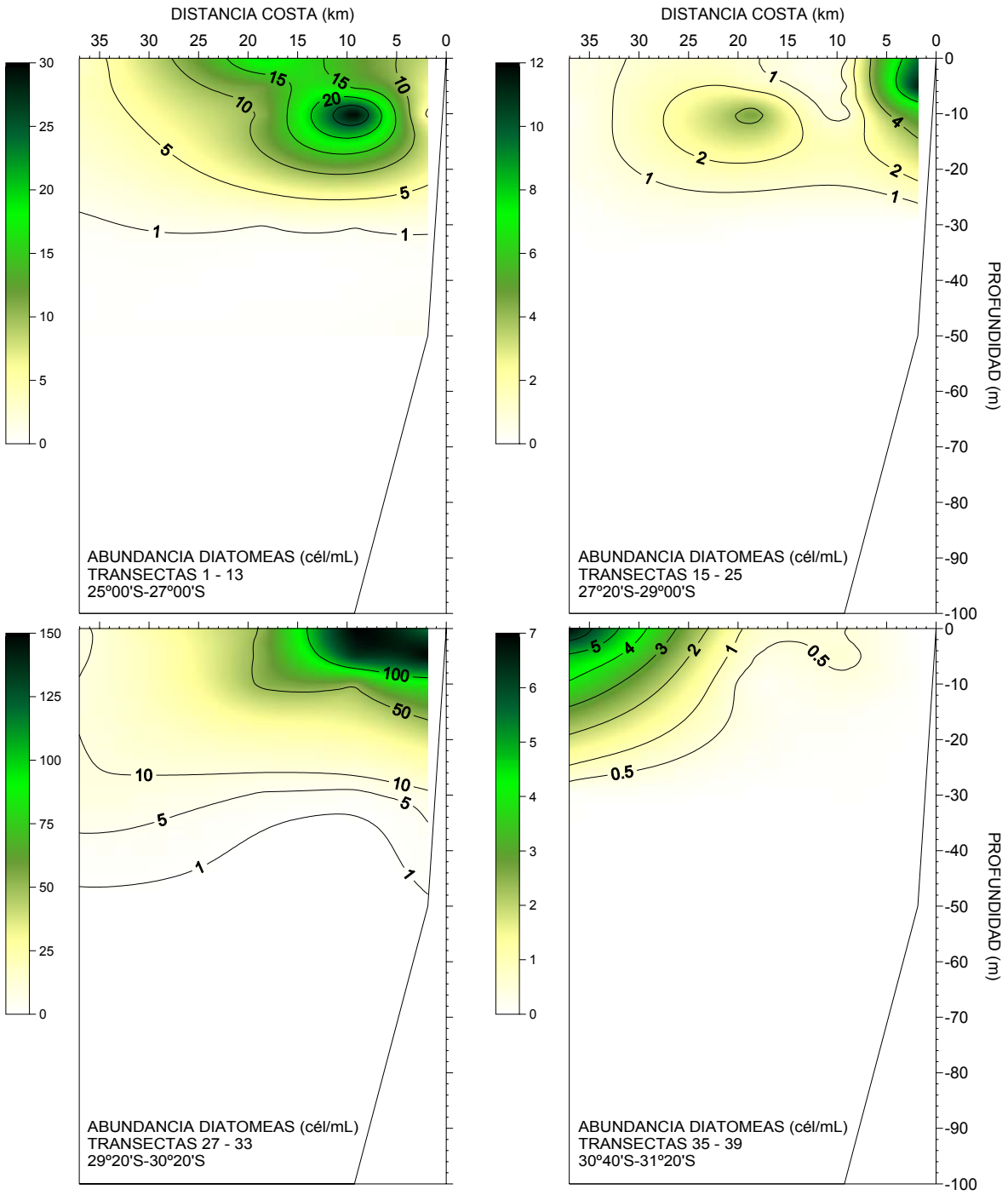


Figura 35. Distribución vertical de la abundancia (cél/mL) de diatomeas**.** Crucero RECLAN34 1002

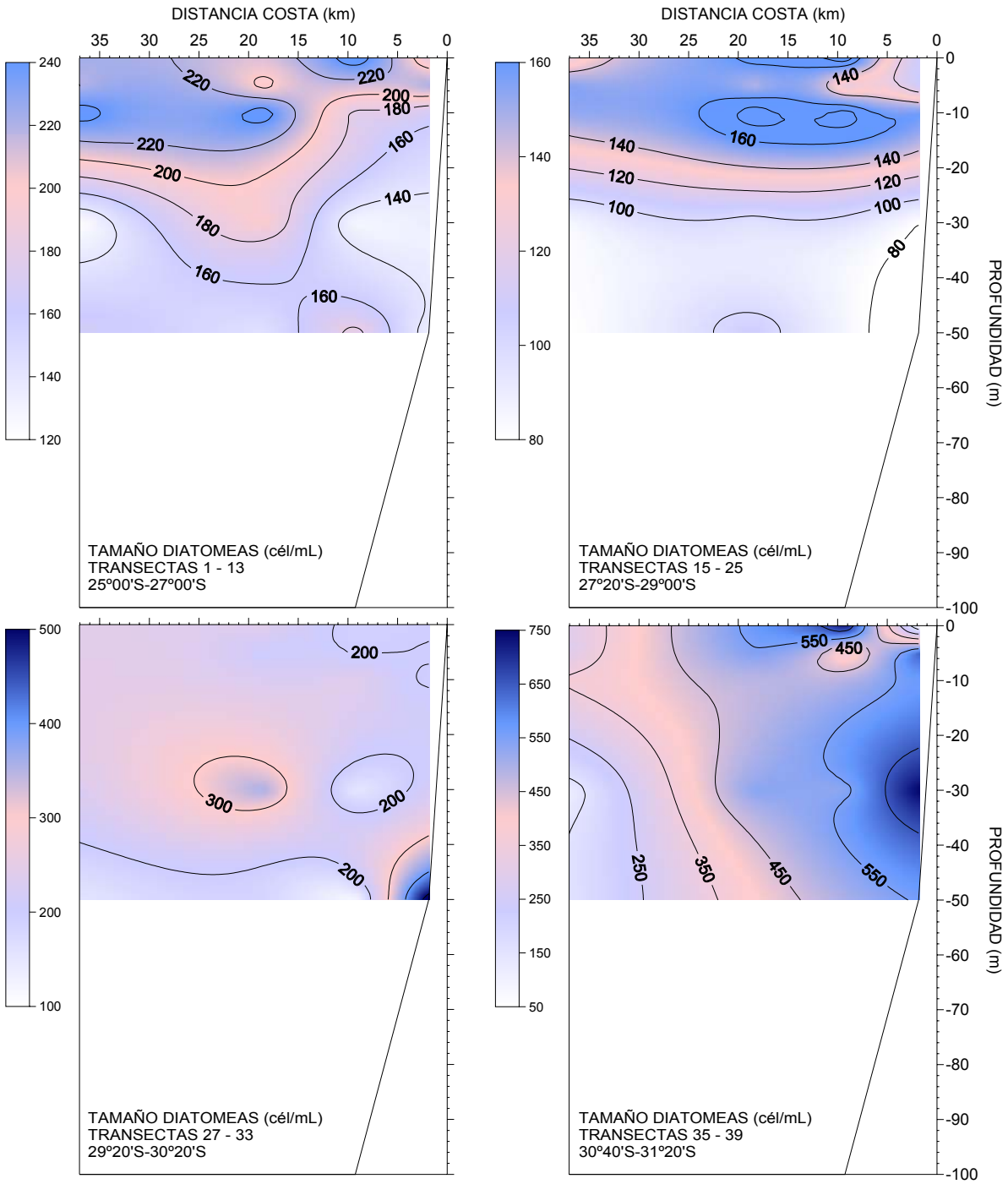


Figura 36. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de diatomeas. Crucero RECLAN34 1002

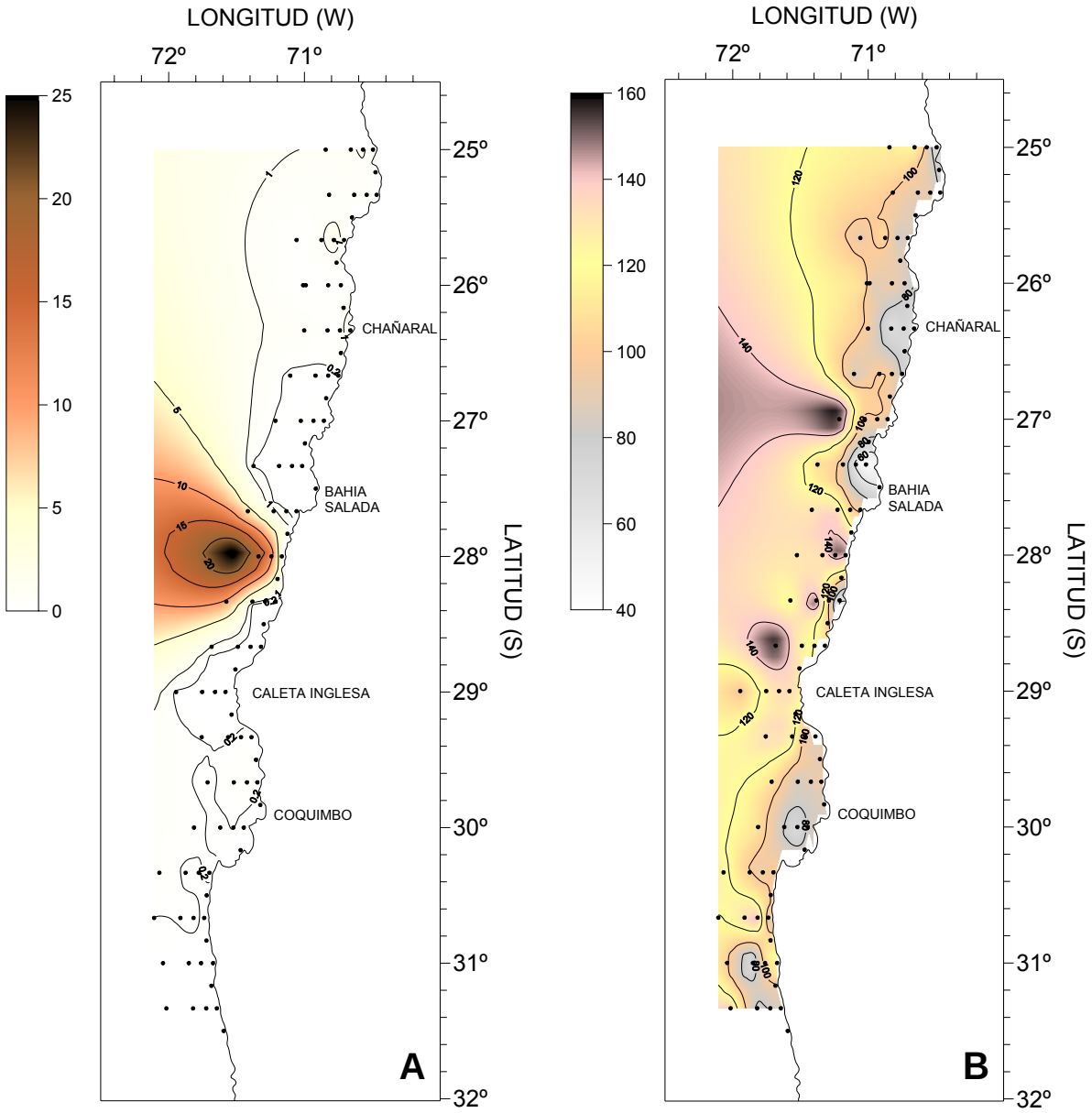


Figura 37. Distribución horizontal de A: abundancia (cél/mL) y B: tamaño (µm) de flagelados. Crucero RECLAN34 1002

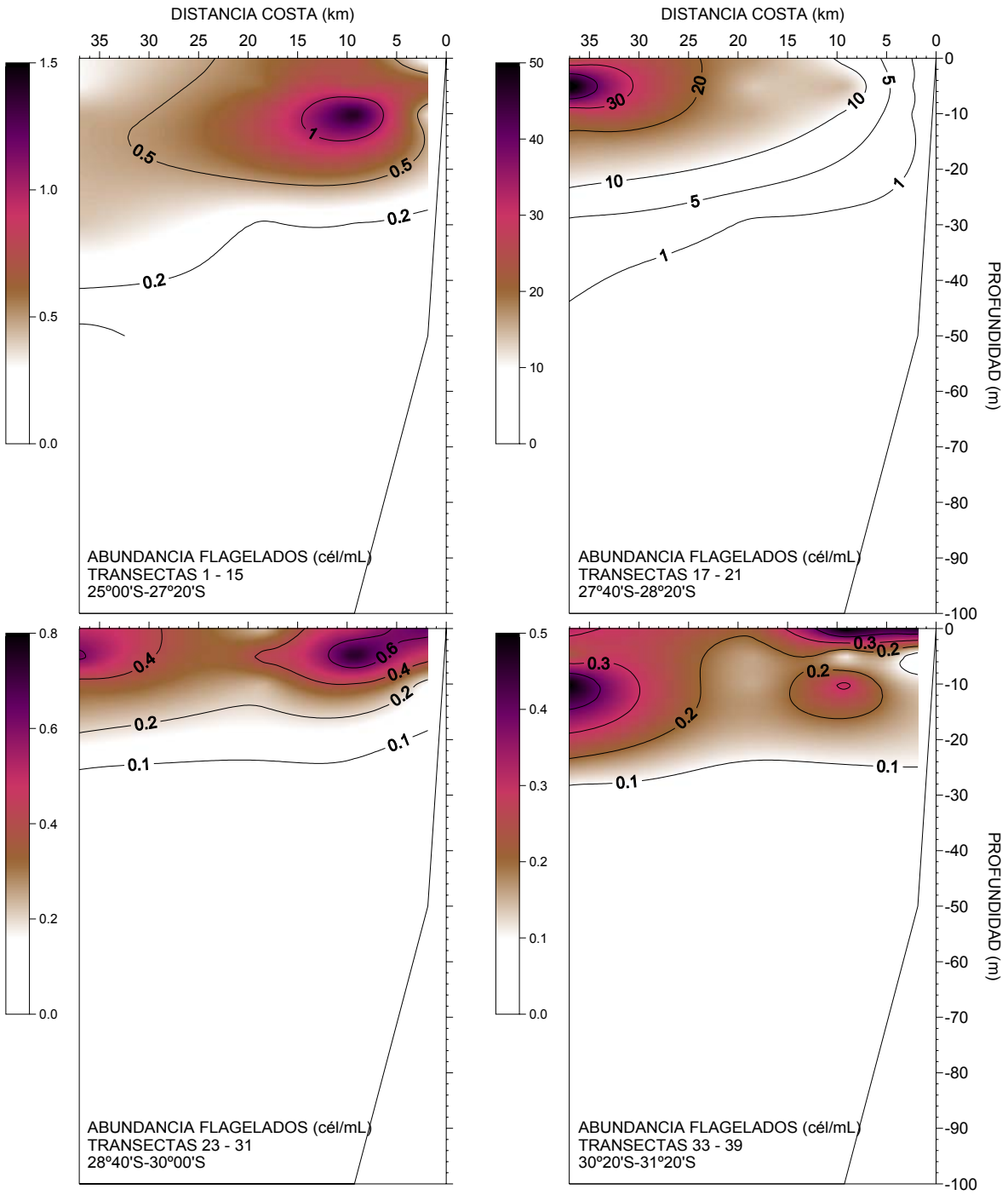


Figura 38. Distribución vertical de la abundancia (cél/mL) de flagelados. Crucero RECLAN34 1002

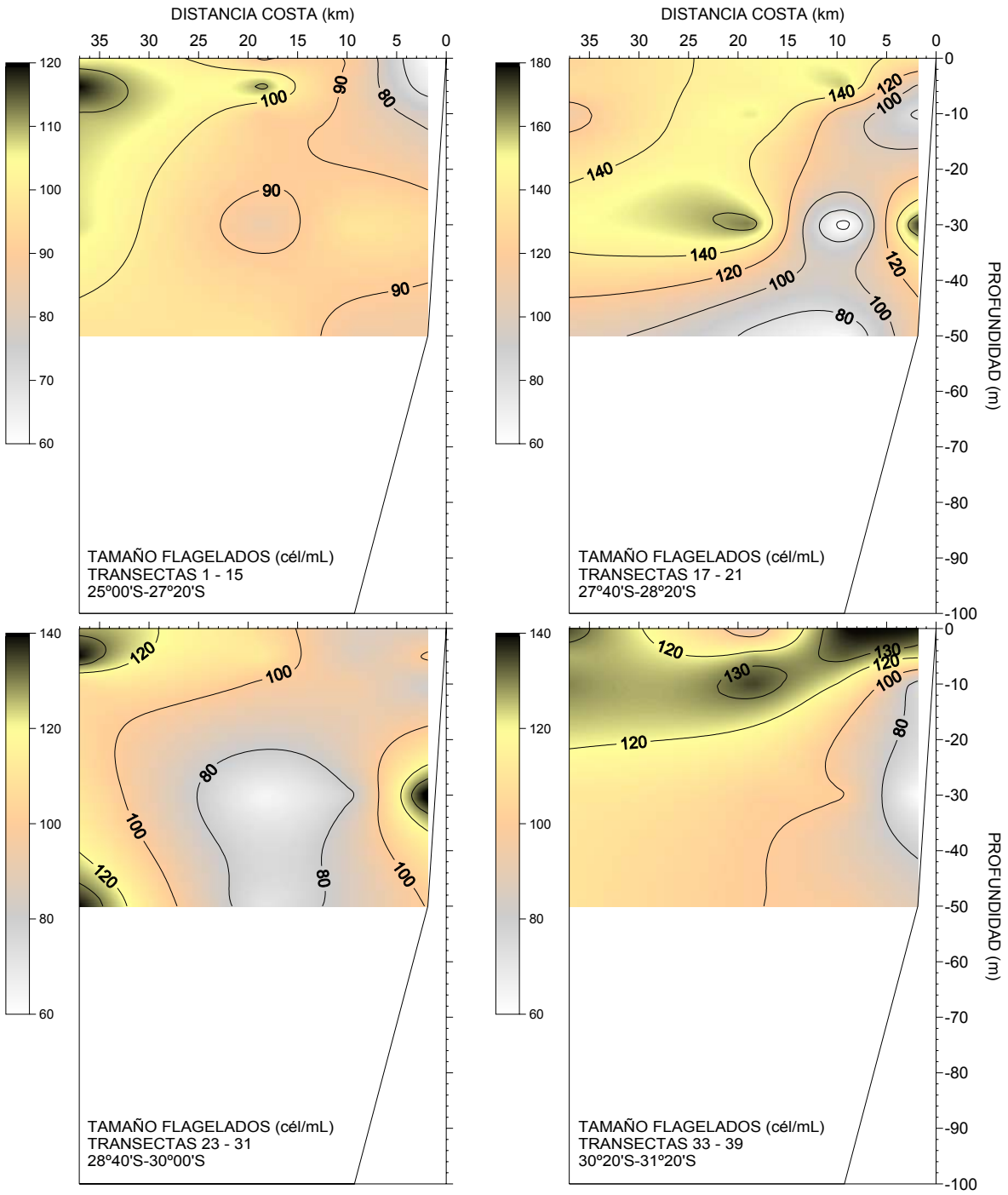


Figura 39. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de flagelados. Crucero RECLAN34 1002

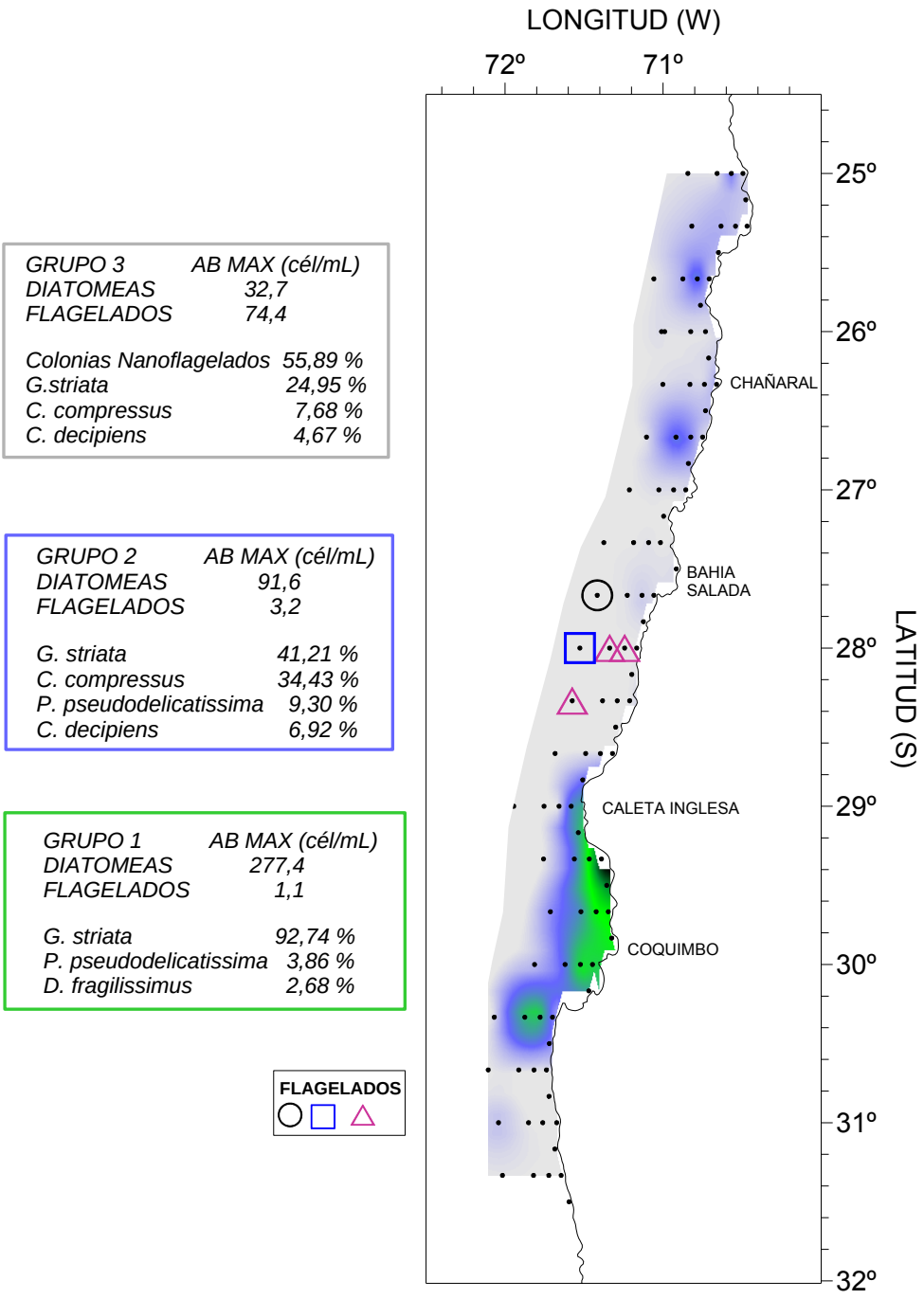


Figura 40. Áreas de abundancia microfitoplanctónica resultantes del análisis de agrupación. En los recuadros el aporte porcentual (%) de las especies de diatomeas y flagelados más importantes. Crucero RECLAN34 1002.

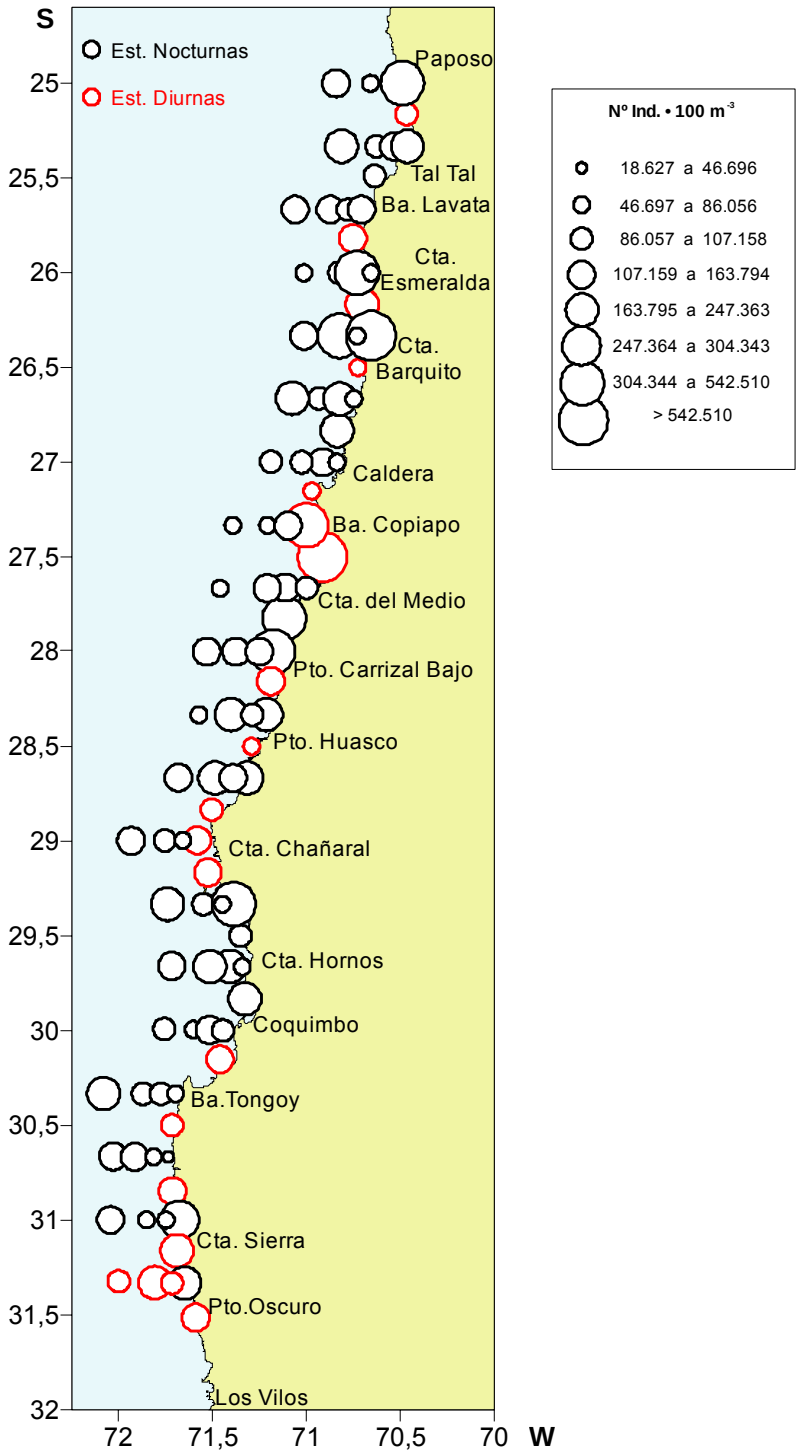


Figura 41. Distribución y abundancia de zooplancteres (Nº • 100 m^{-3}) en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

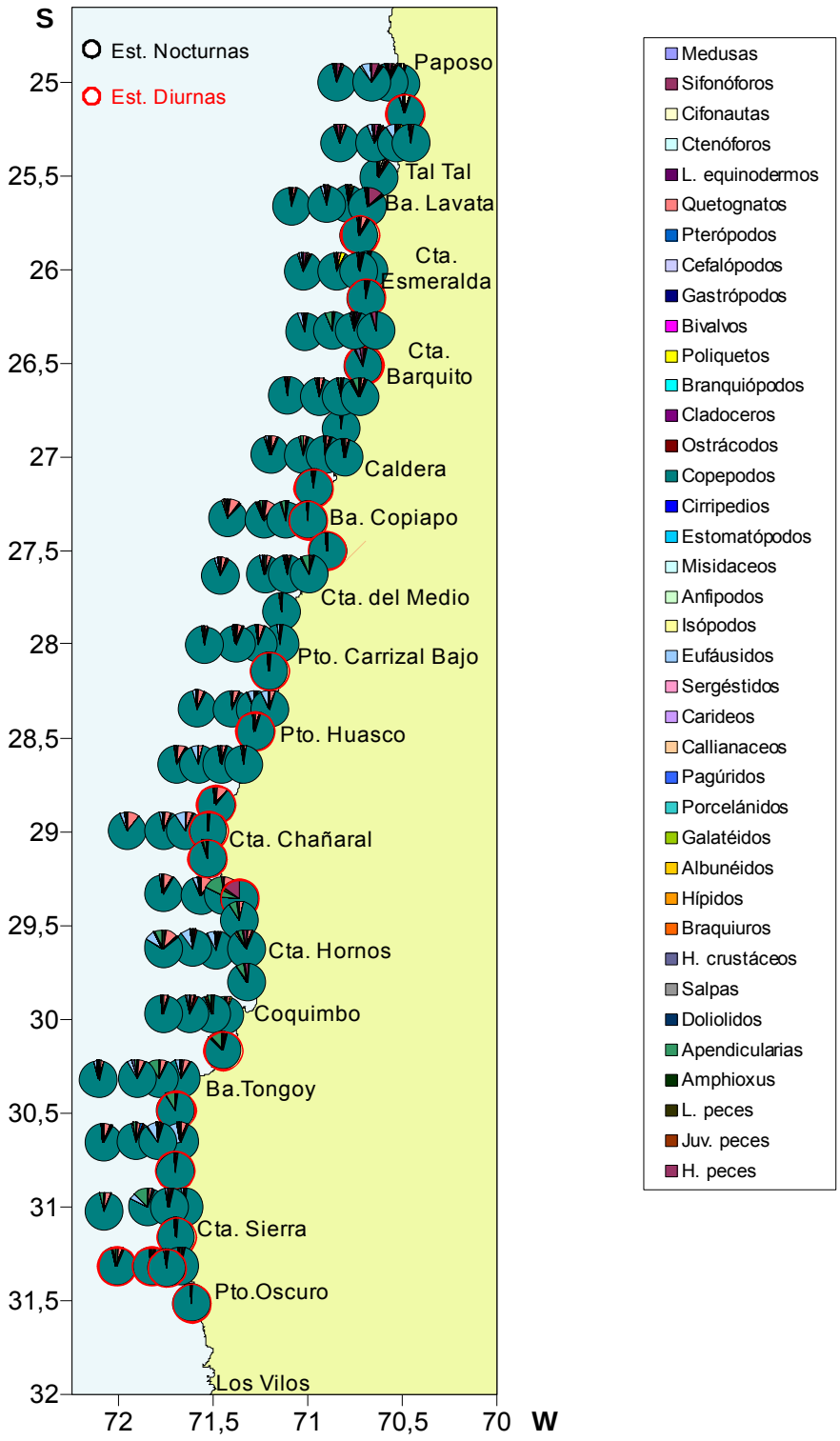


Figura 42. Composición y distribución abundancia de grupos zooplanctónicos (%) en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002

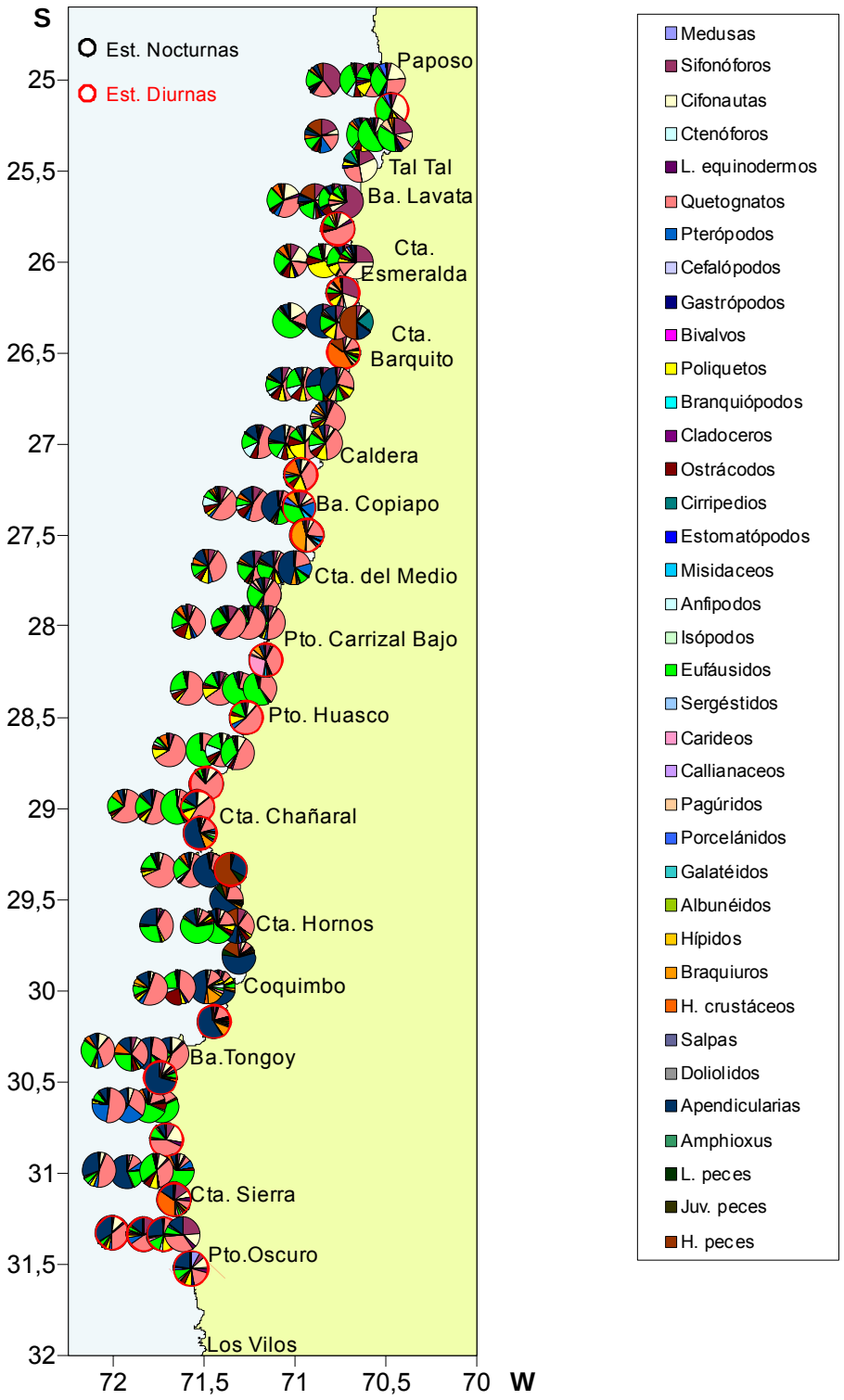


Figura 43. Composición y distribución de grupos zooplanctónicos (%) en estaciones de muestreo, excluidos los copépodos. Crucero RECLAN34 1002

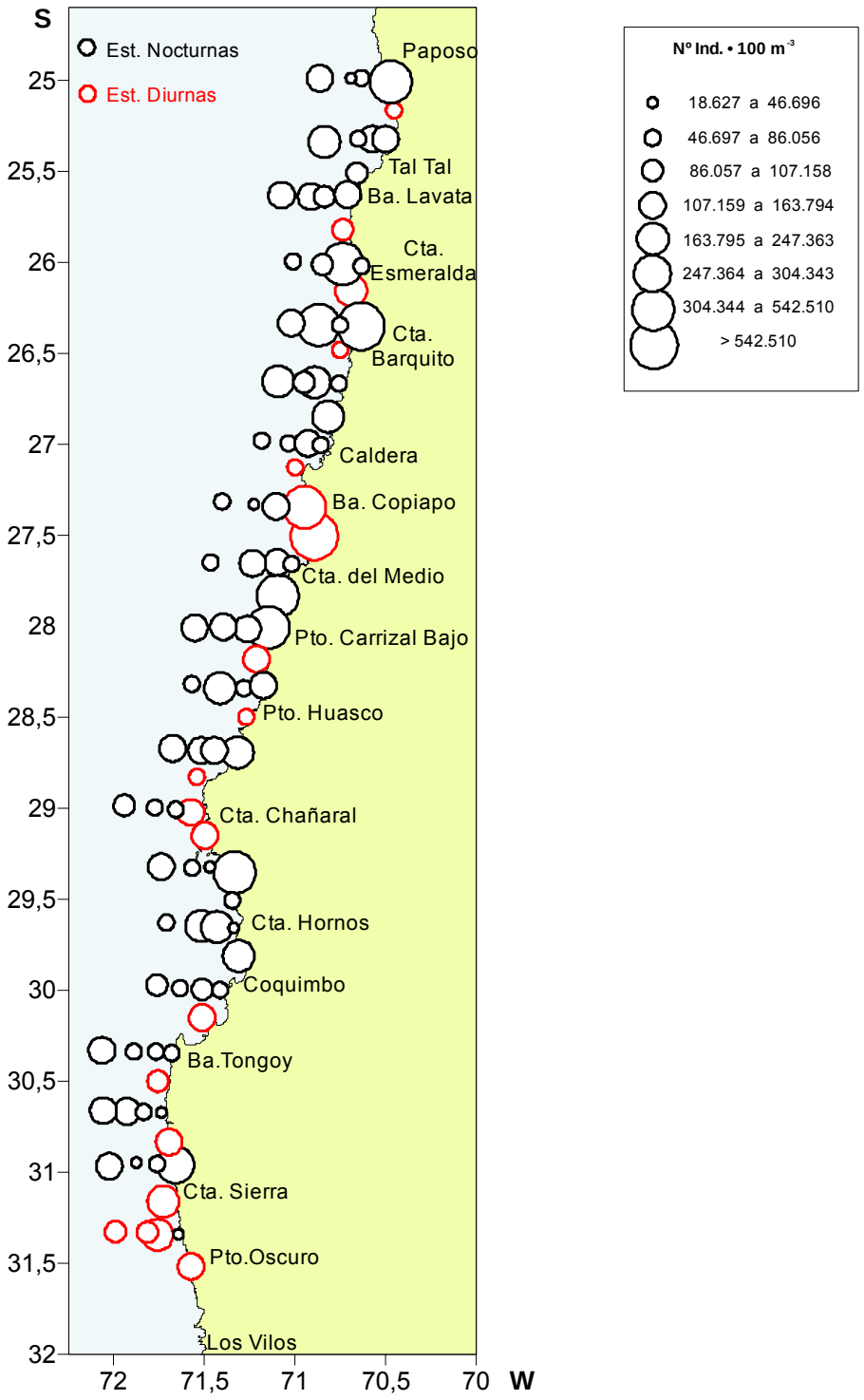


Figura 44. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de copépodos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

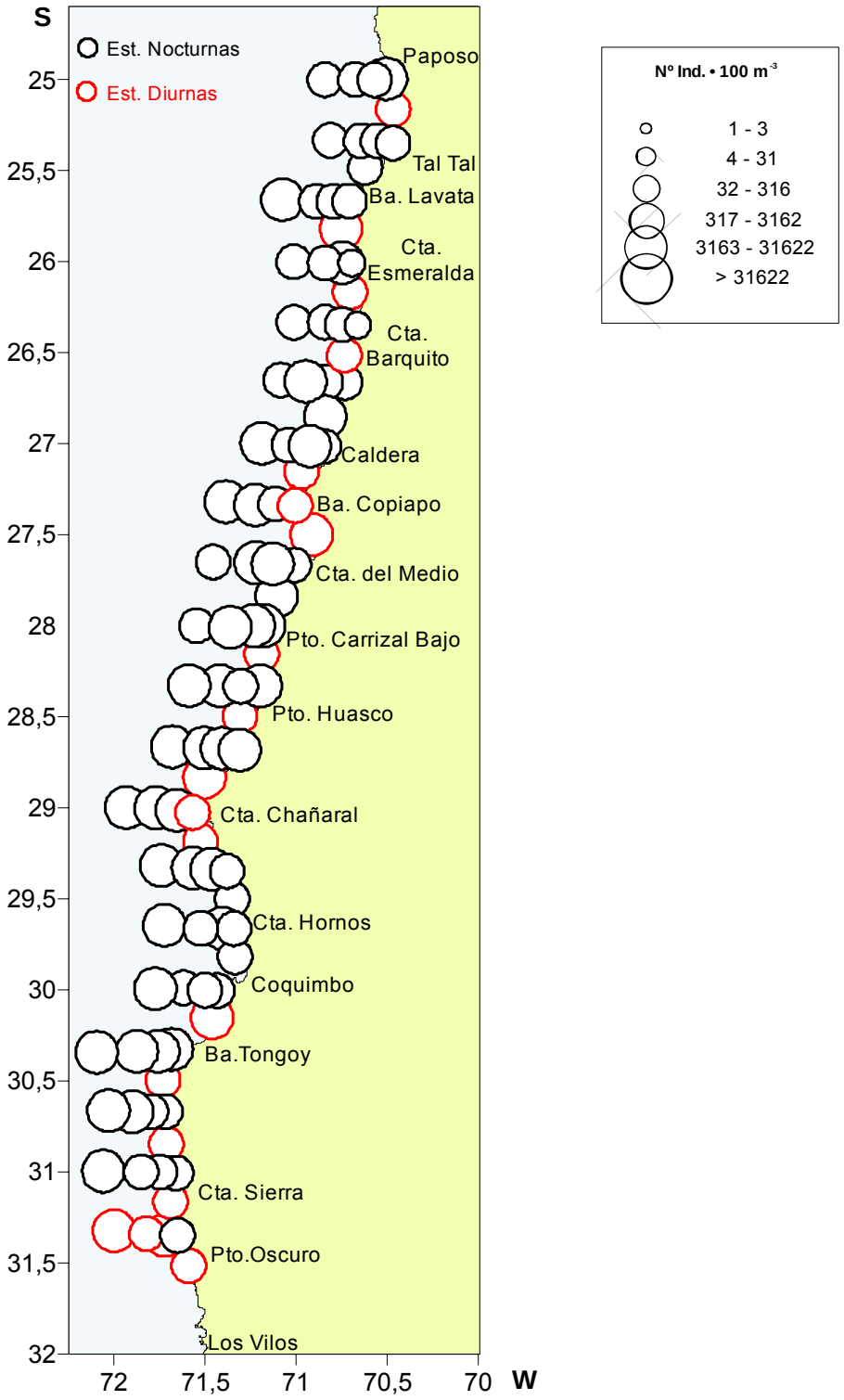


Figura 45. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de quetognatos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

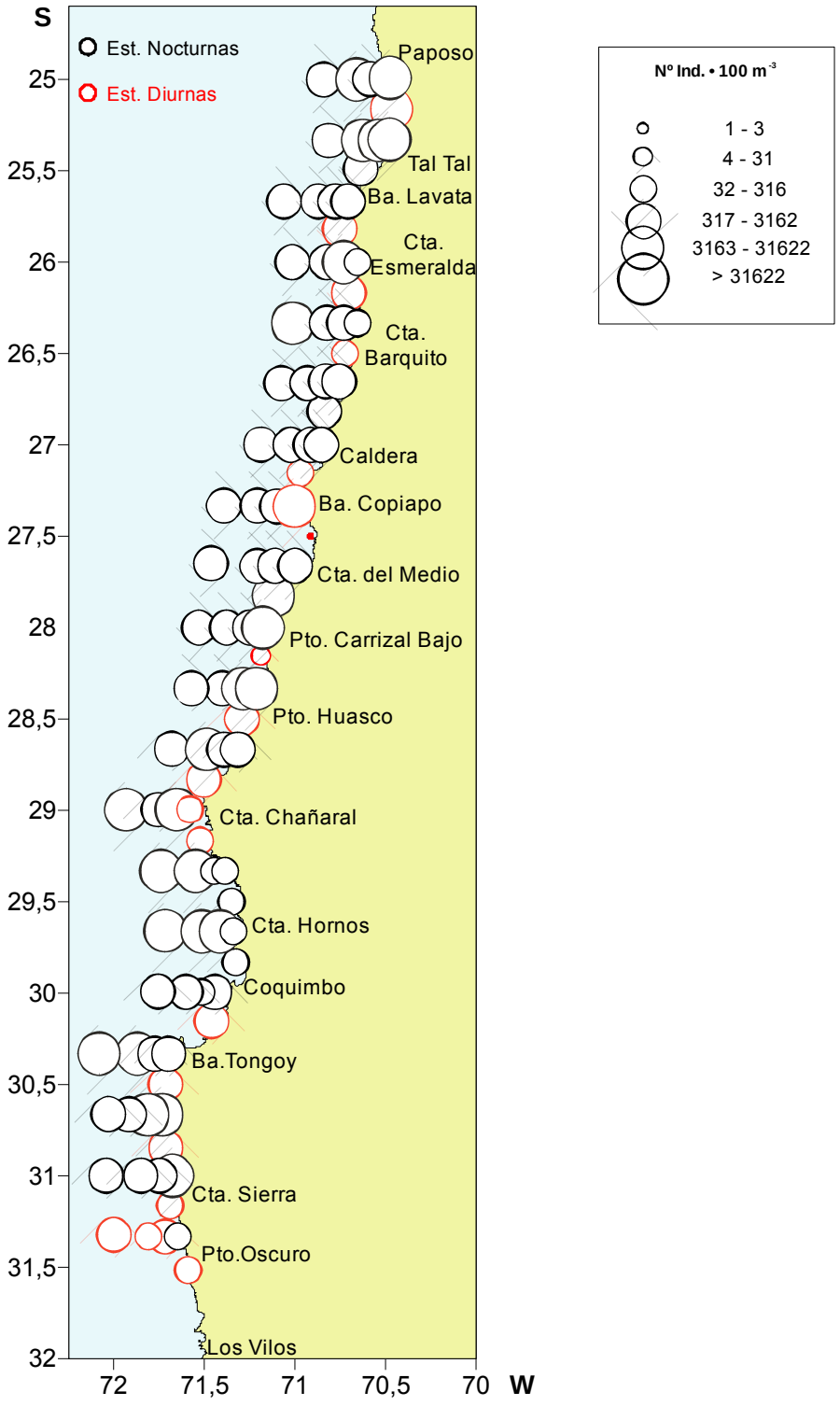


Figura 46. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de eufáusidos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002

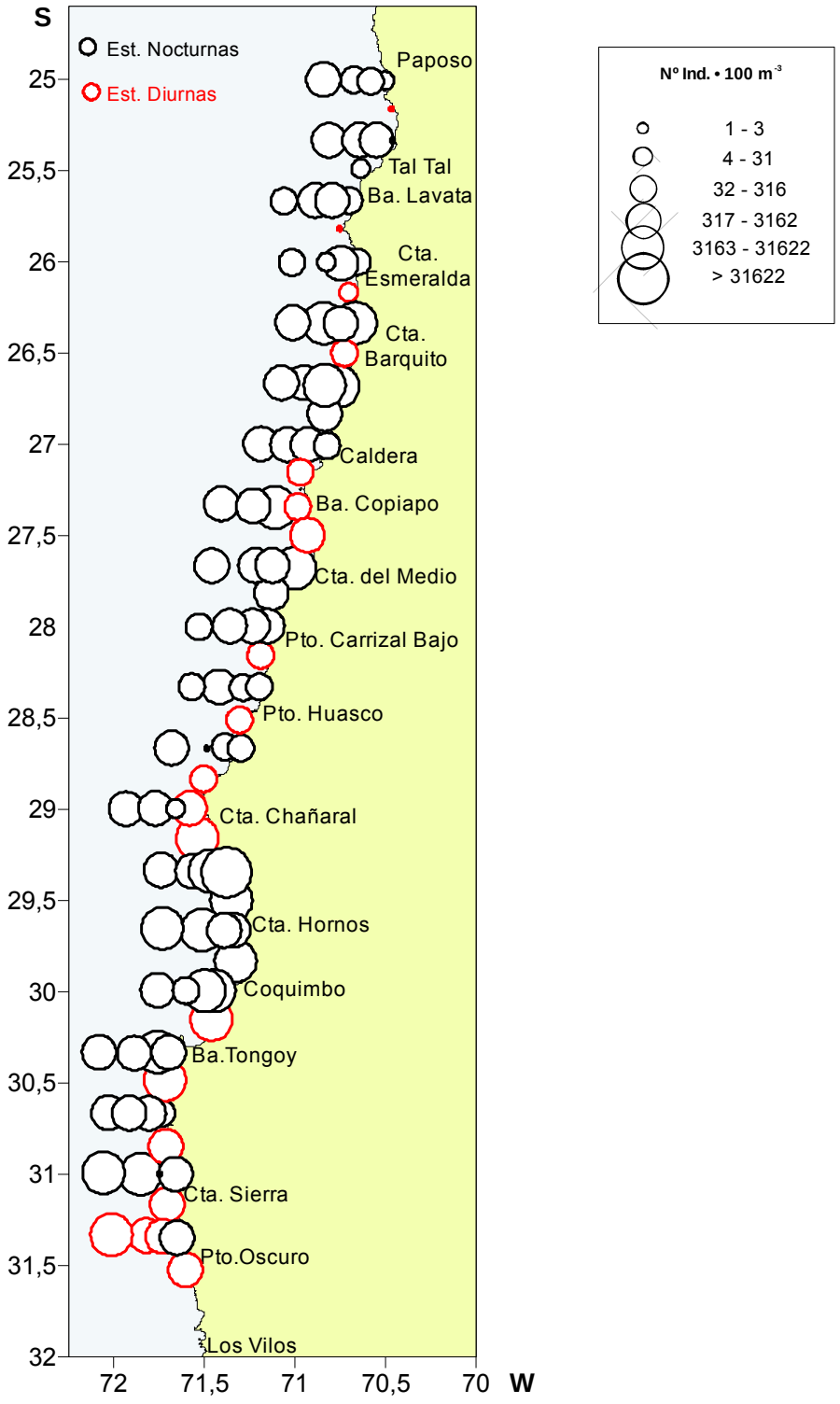


Figura 47. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de apendicularias en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002.

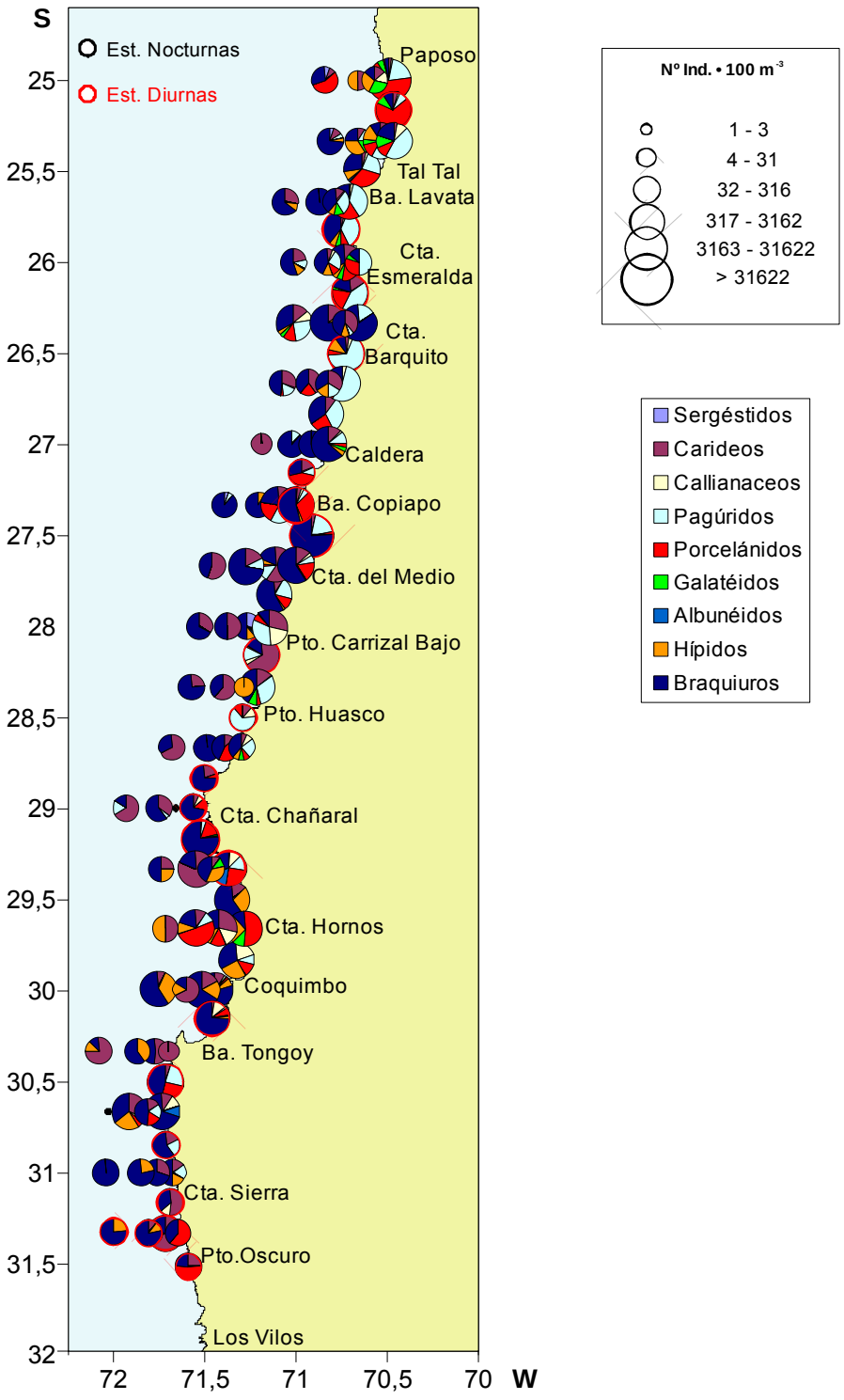


Figura 48. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) de larvas de crustáceos decápodos en estaciones de muestreo. Crucero RECLAN34 1002

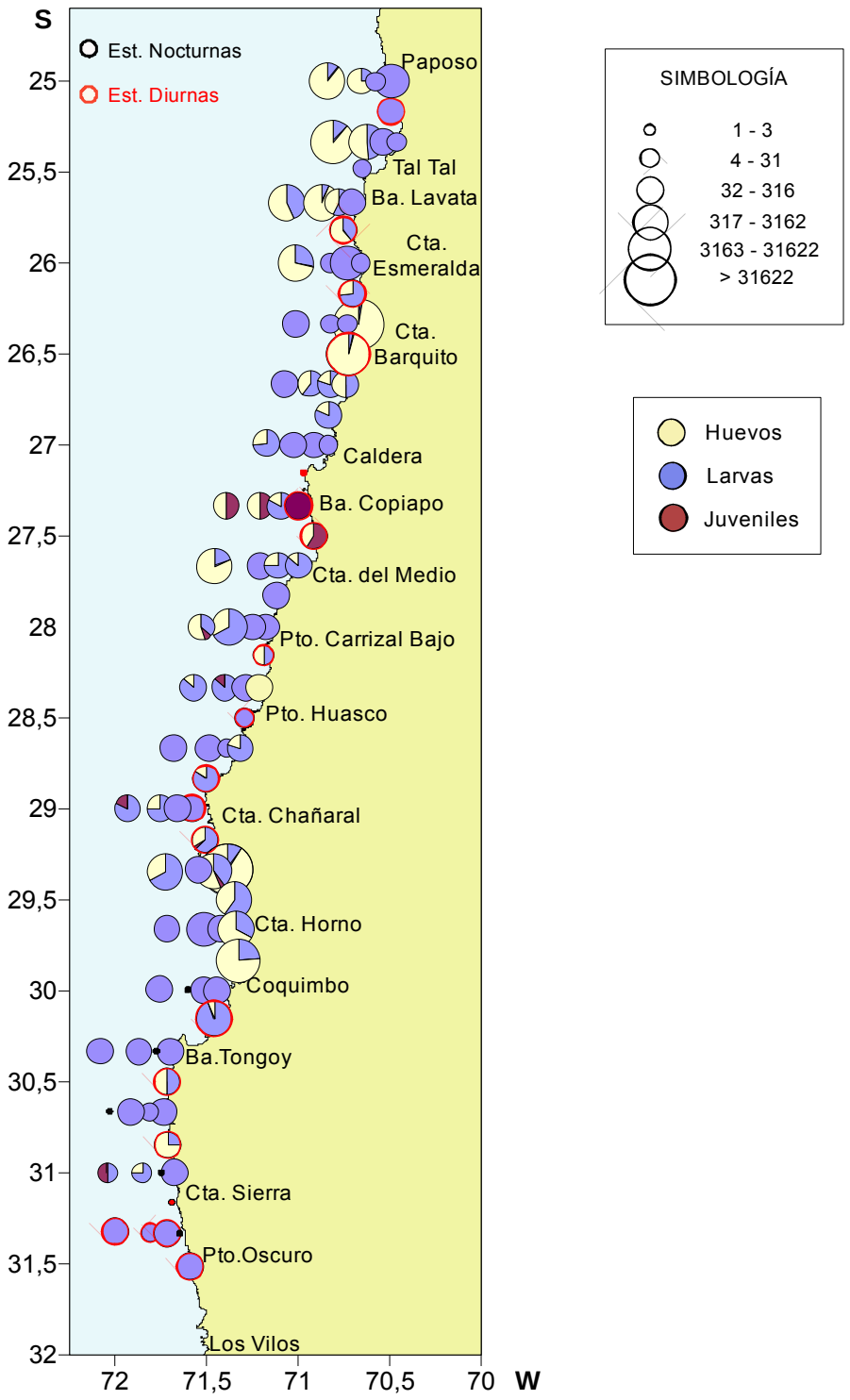


Figura 49. Distribución y abundancia (Nº • 100 m^{-3}) del ictioplancton en estaciones de muestreo Crucero RECLAN34 1002.

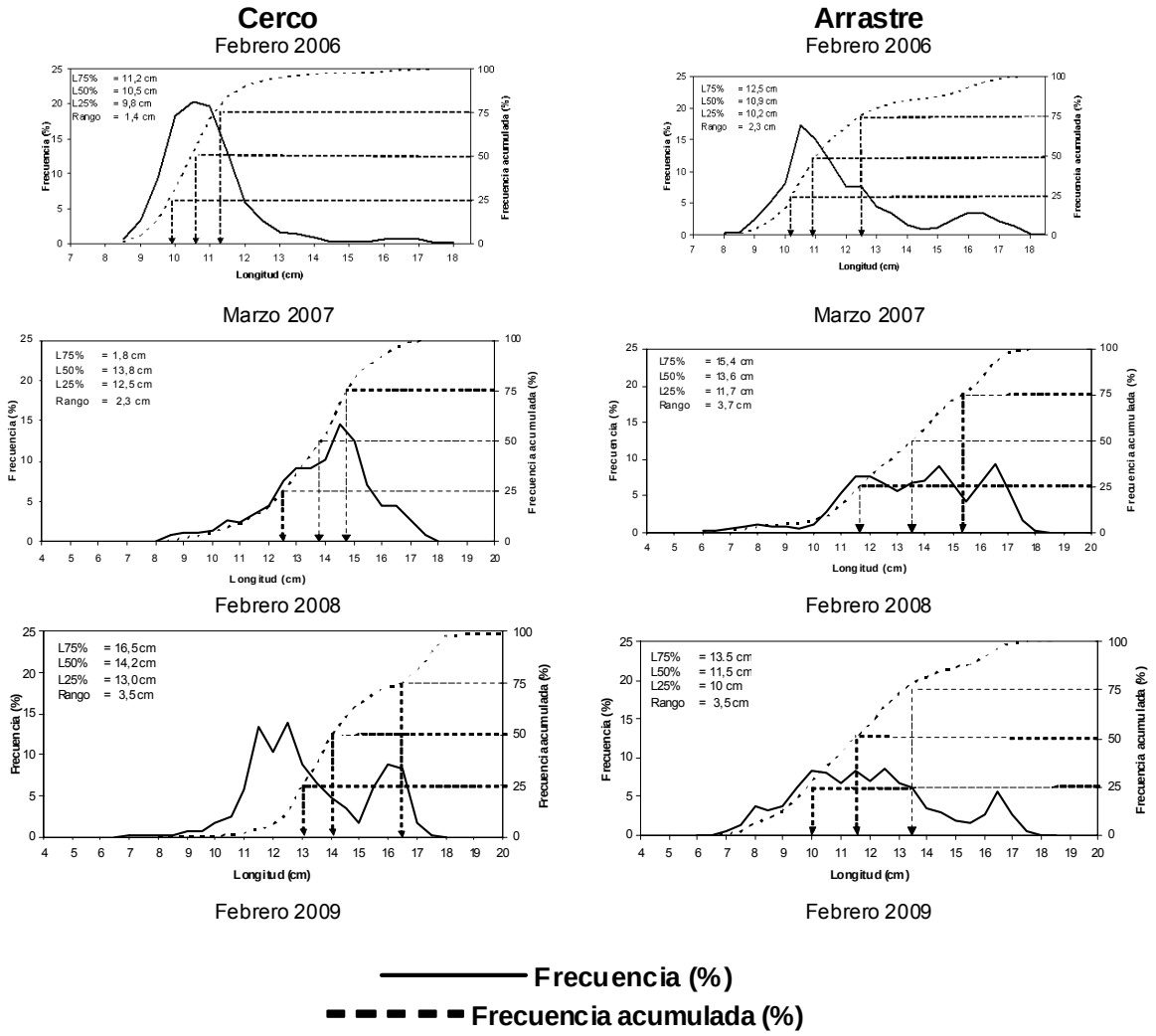


Figura 50. Estructura de tallas y ojivas de selectividad para anchoveta capturada con cerco por la flota pesquera artesanal que opera en la zona y arrastre por el B/L Abate Molina, durante la ejecución de los cruceros de reclutamiento de anchoveta en la zona norte , Febrero 2006, 2008, 2009 y Marzo 2007.

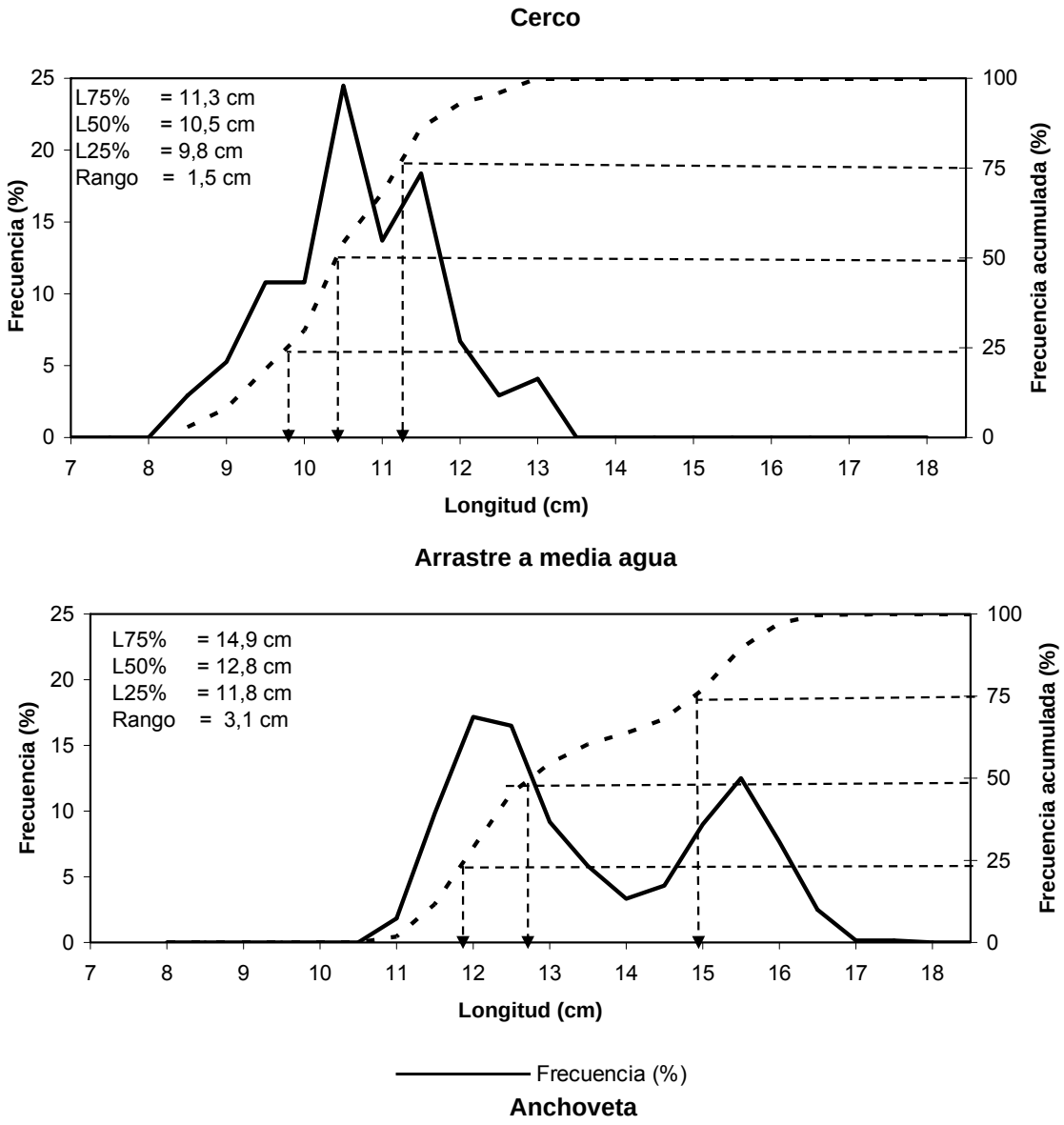


Figura 51. Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta obtenida en los lances de arrastre a media agua (B/C Abate Molina) y cerco realizados por L/M en el marco del proyecto seguimiento de las principales pesquería en la zona norte. Crucero RECLAN34 1002.

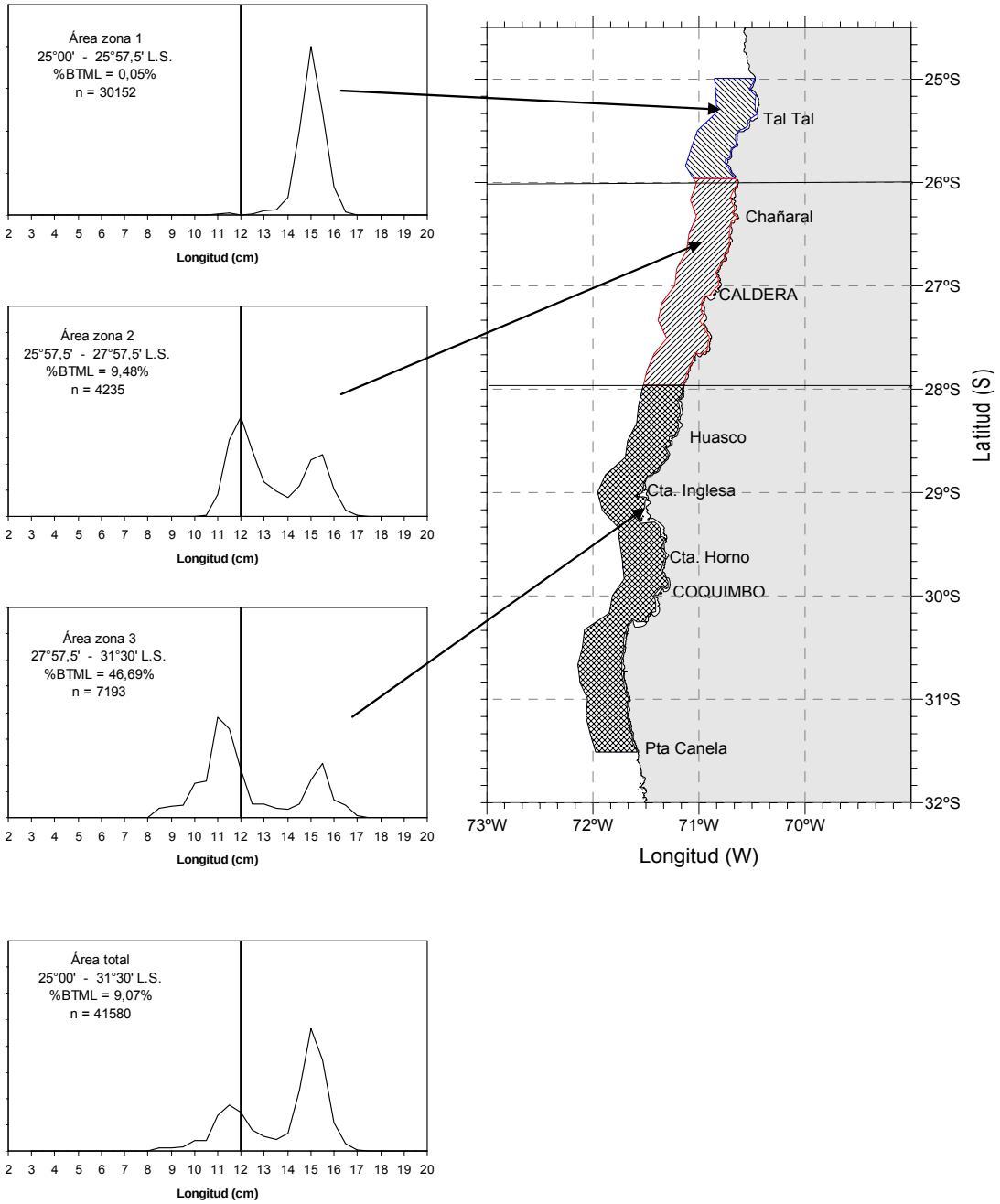


Figura 52. Estructura de tallas de anchoveta para las zonas establecidas en el área de estudio. Crucero RECLAN34 1002.

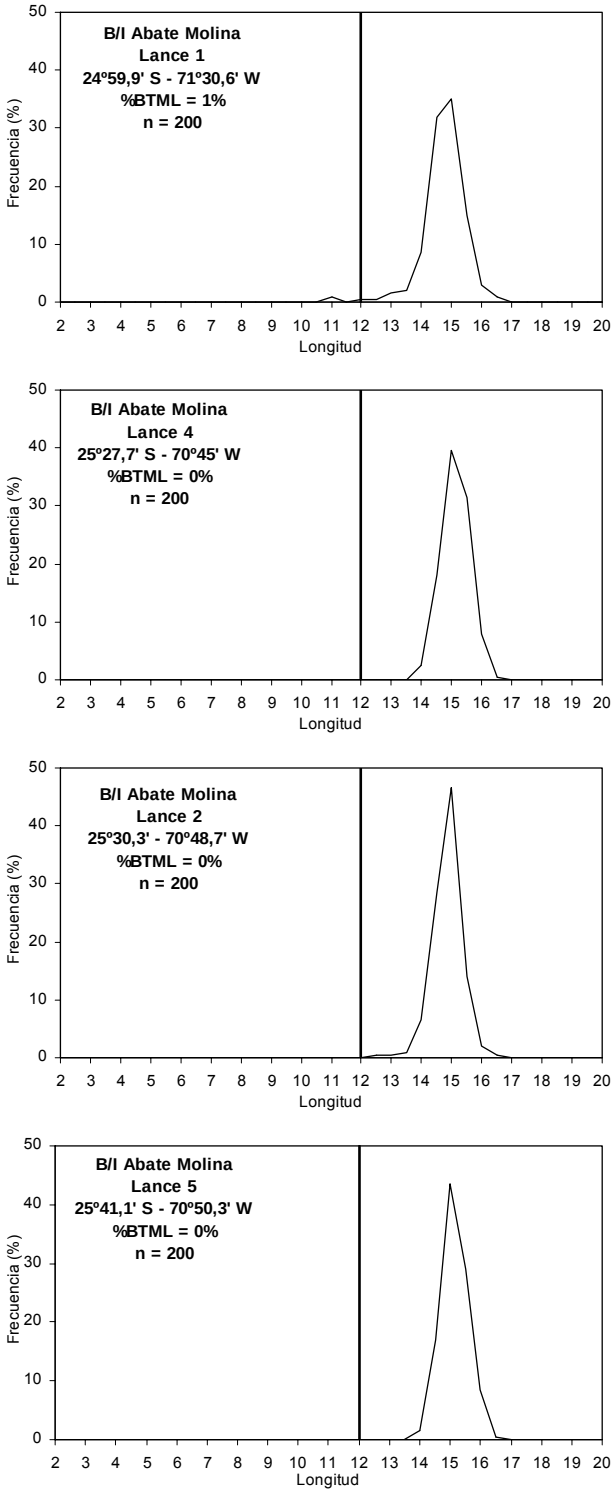


Figura 53. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 1, 4, 2 y 5, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

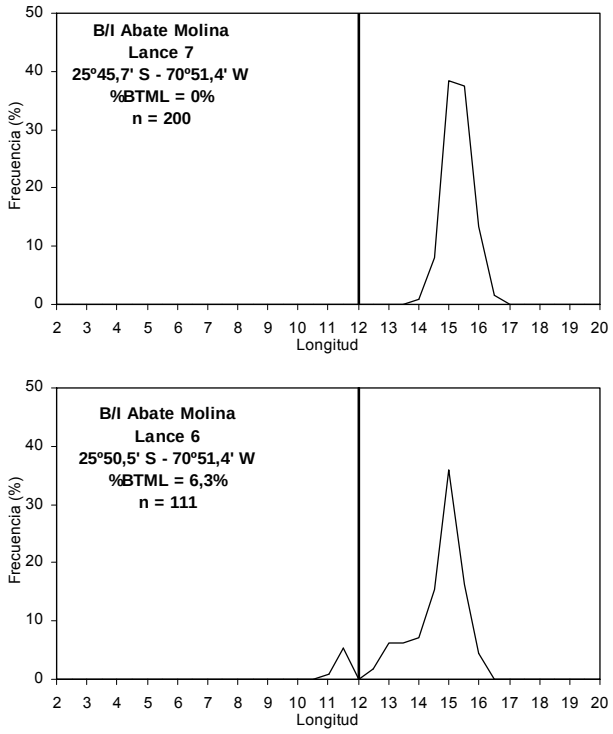


Figura 54. Cont. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 7 y 6, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

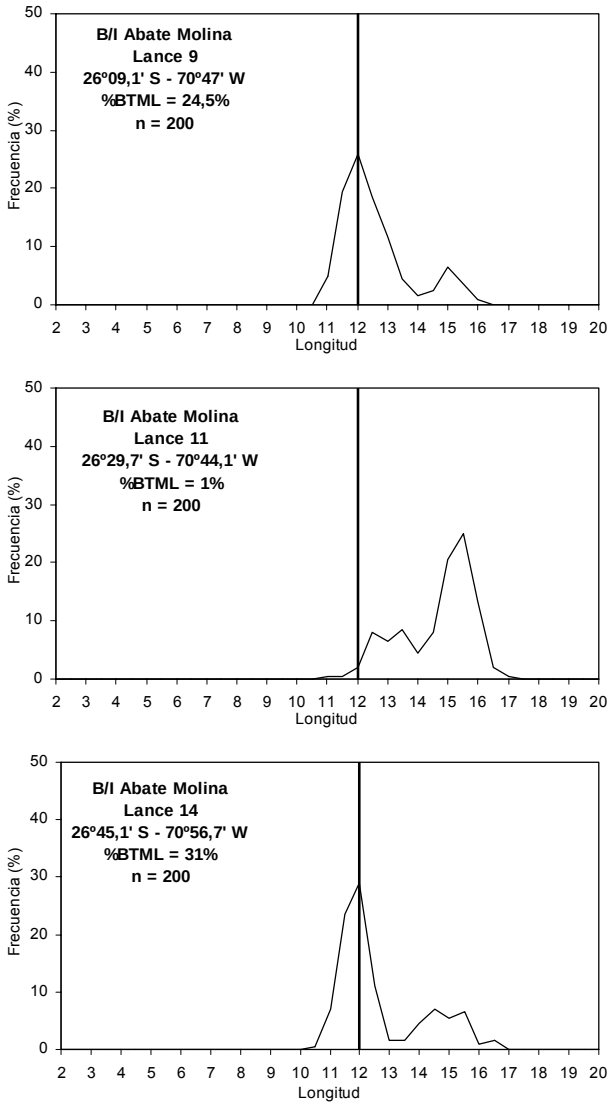


Figura 55. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 2, lances 9, 11 y 14, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

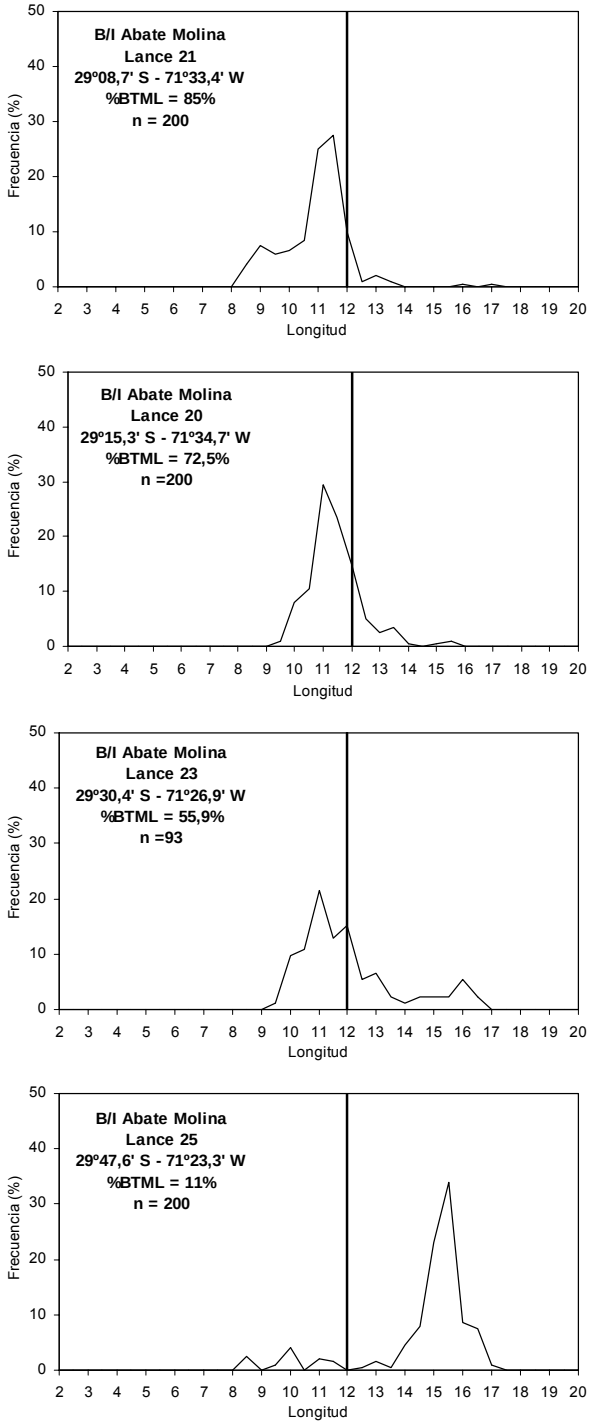


Figura 56. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 3, lances 21, 20, 23 y 25, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

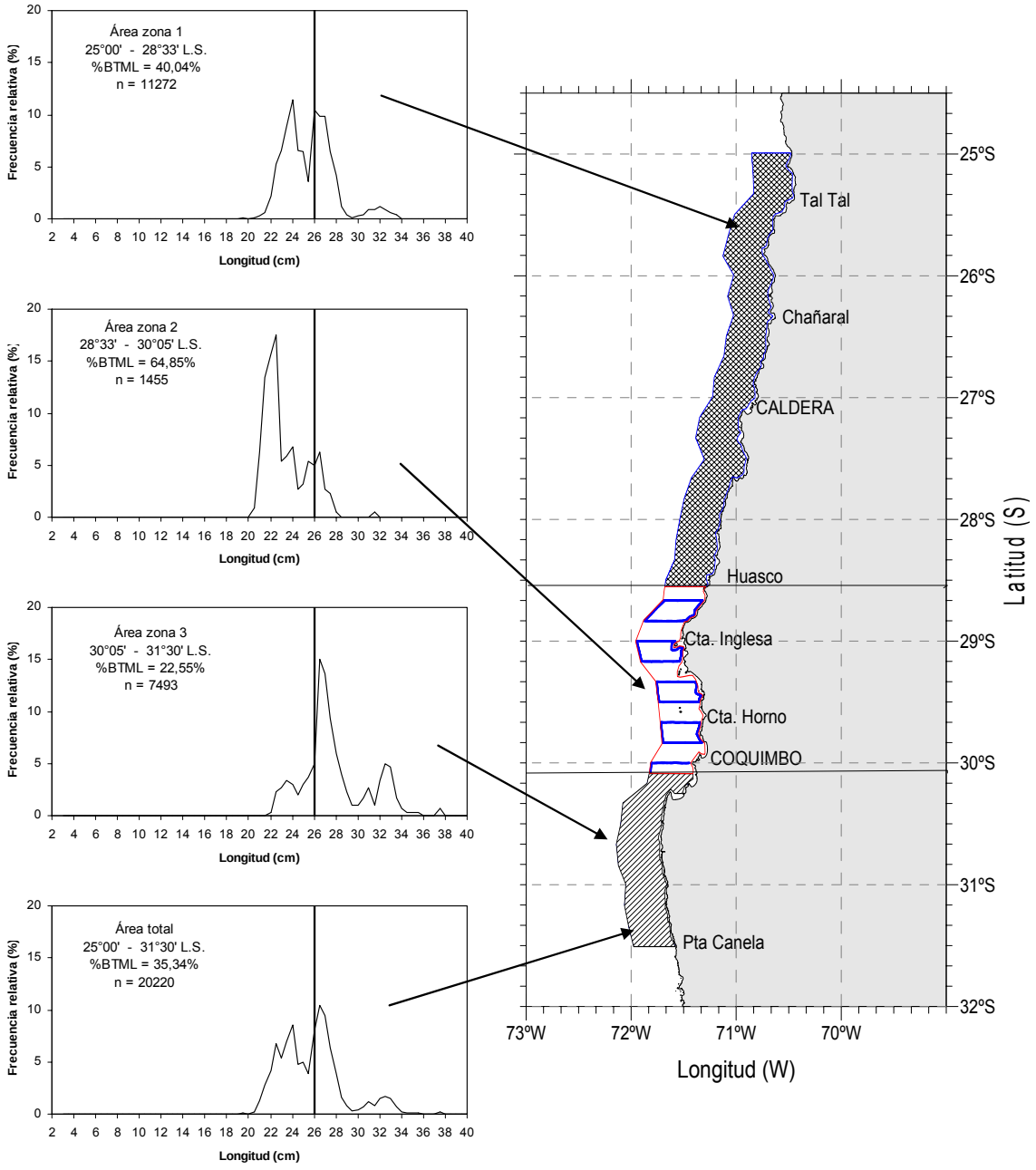


Figura 57. Estructura de tallas de jurel para las zonas establecidas en el área de estudio. Crucero RECLAN34 1002.

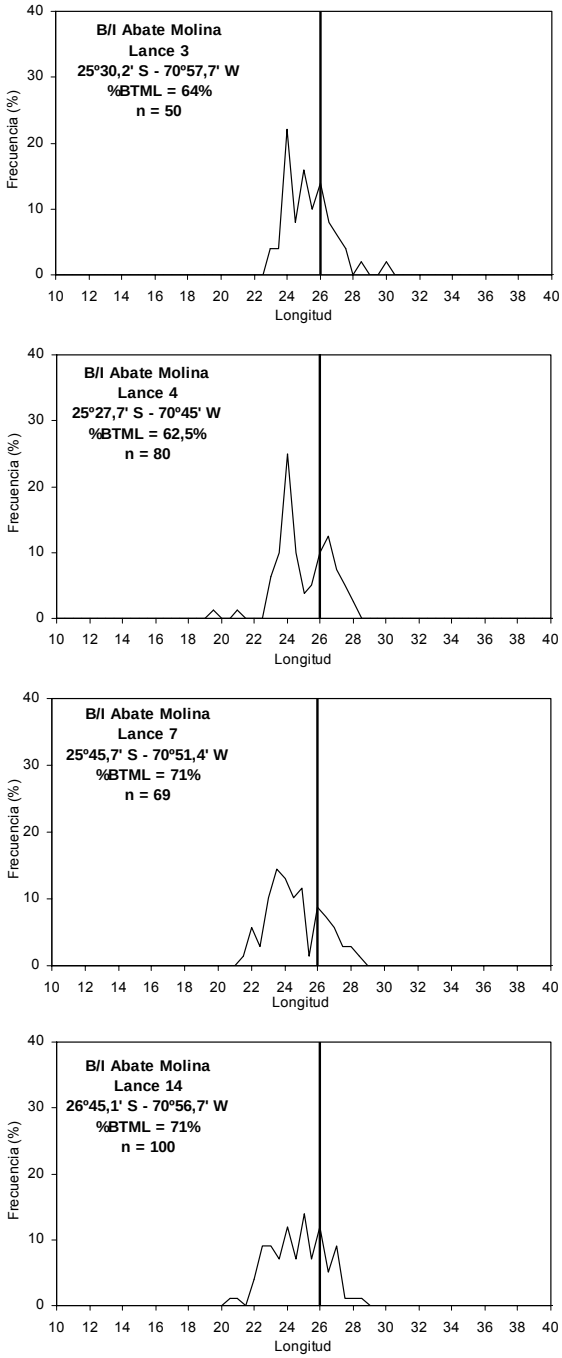


Figura 58. Estructura de tallas para jurel en la zona 1, lances 3, 4, 7 y 14, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

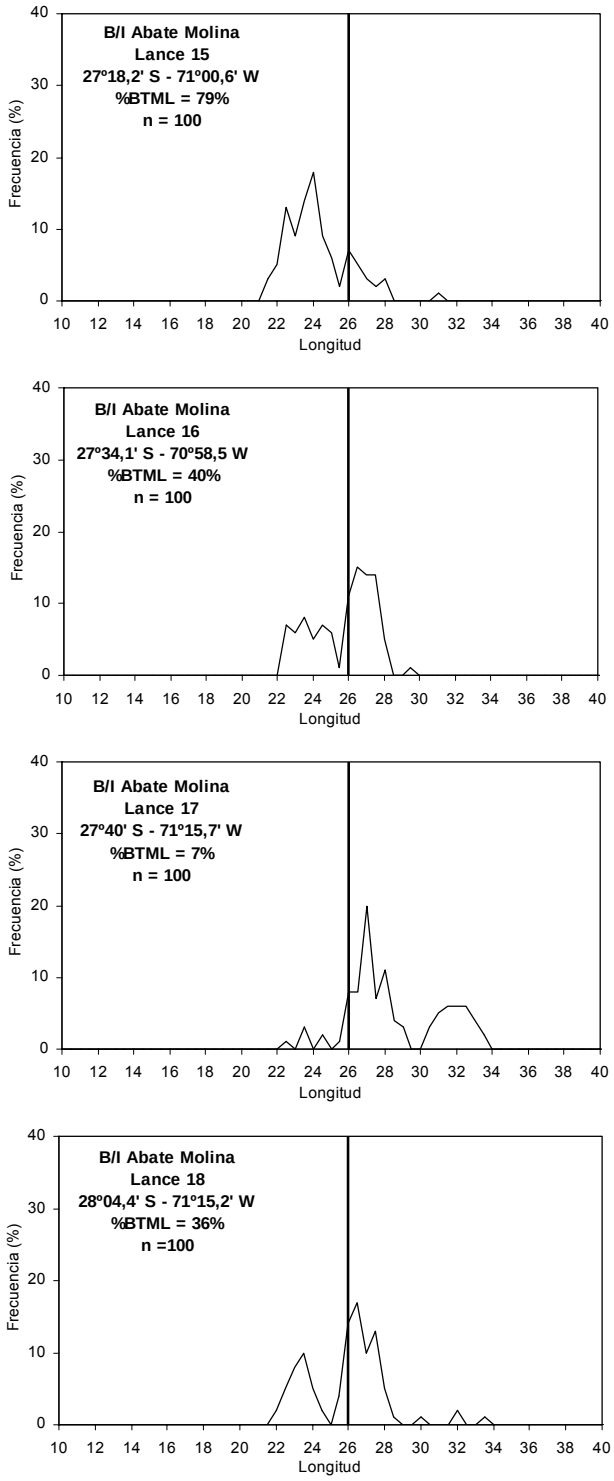


Figura 59. Cont. Estructura de tallas para jurel en la zona 1, lances 15, 16, 17 y 18, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

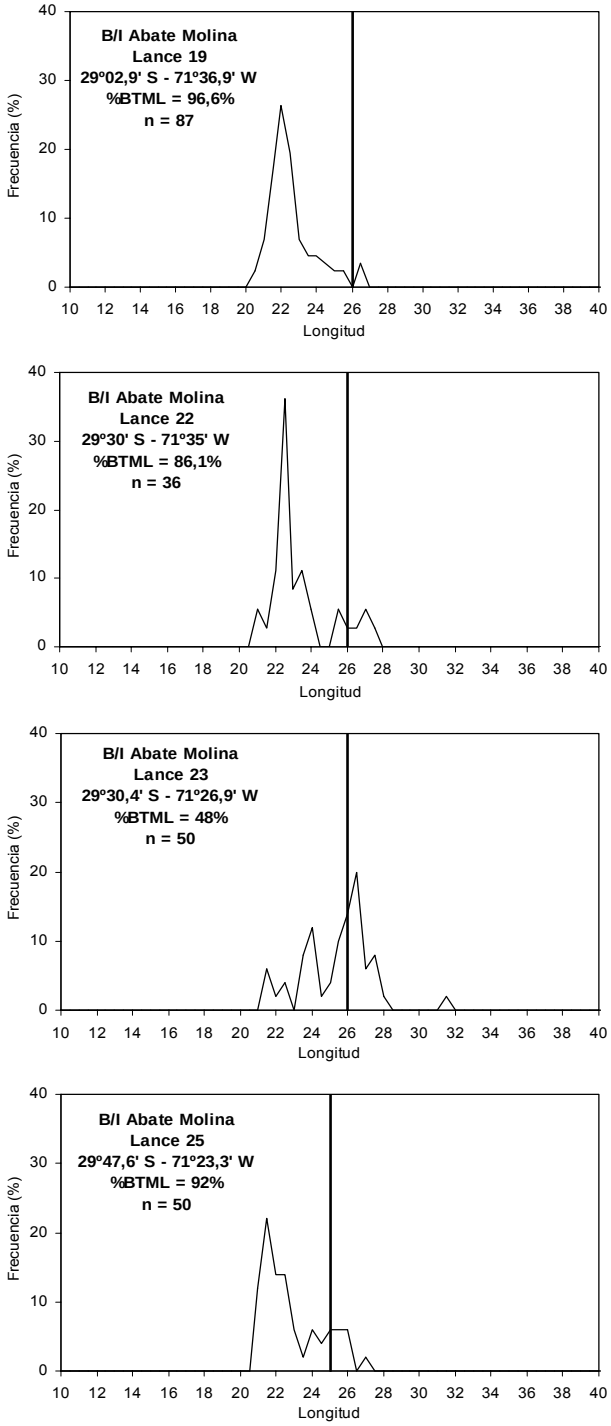


Figura 60. Estructura de tallas para jurel en la zona 2, lances 19, 22, 23 y 25, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

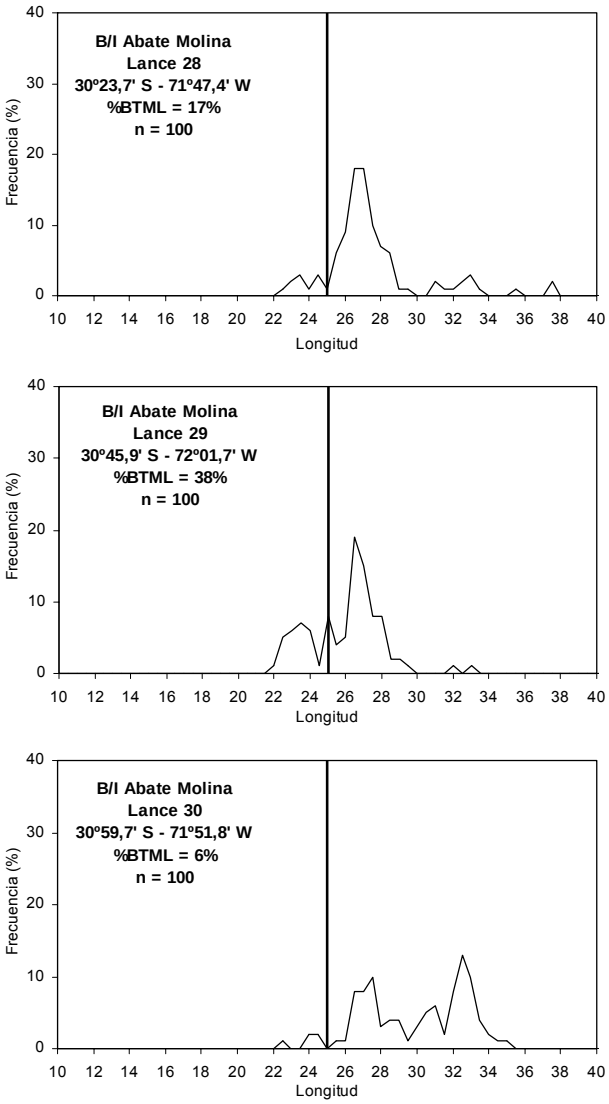


Figura 61. Estructura de tallas para jurel en la zona 3, lances 28, 29 y 30, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

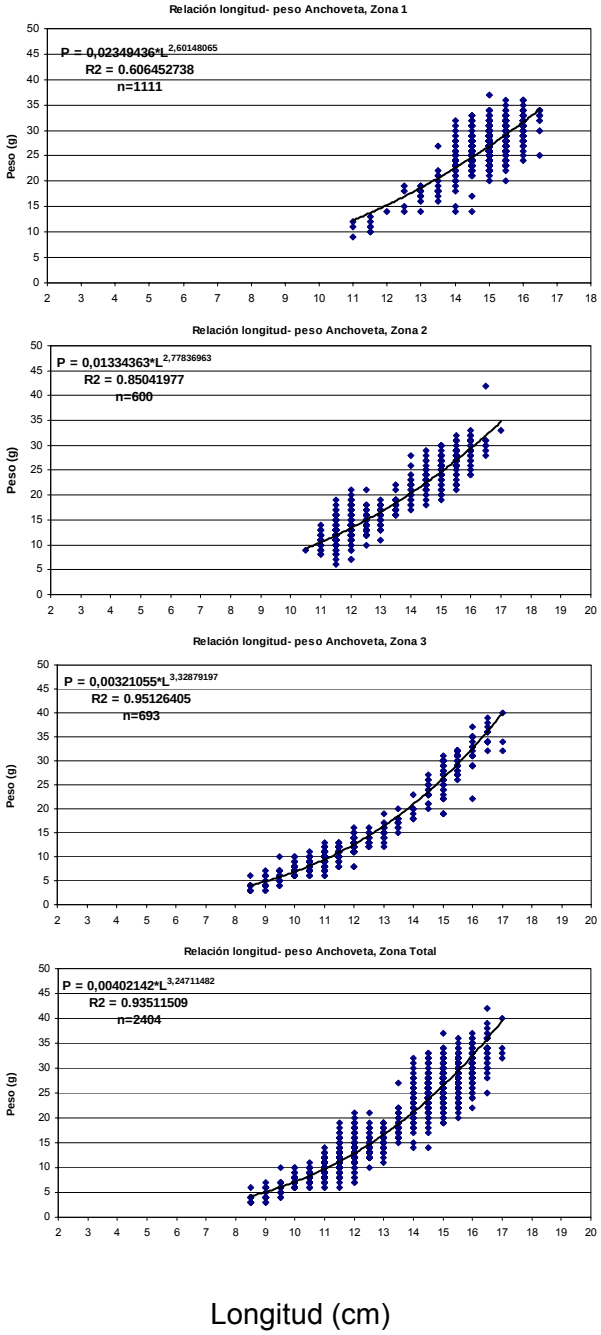


Figura 62. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta por zonas. Crucero RECLAN34 1002.

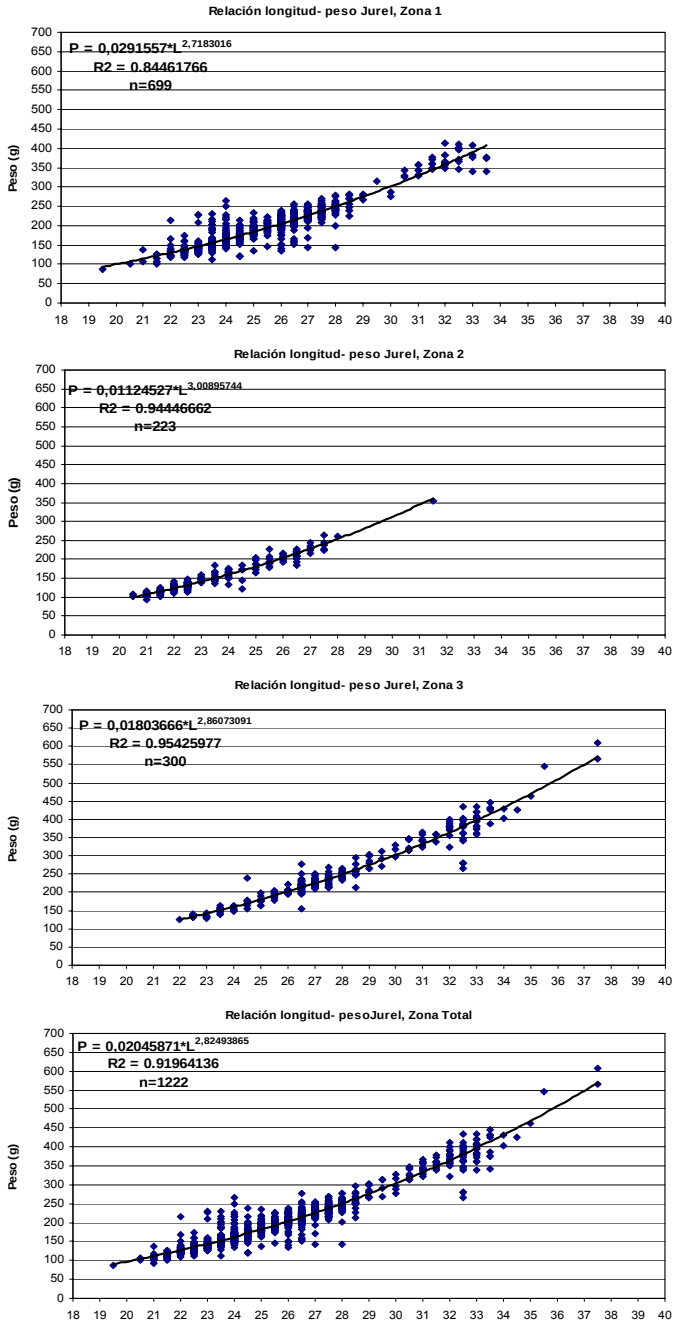


Figura 63. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Jurel por zonas. Crucero RECLAN34 1002.

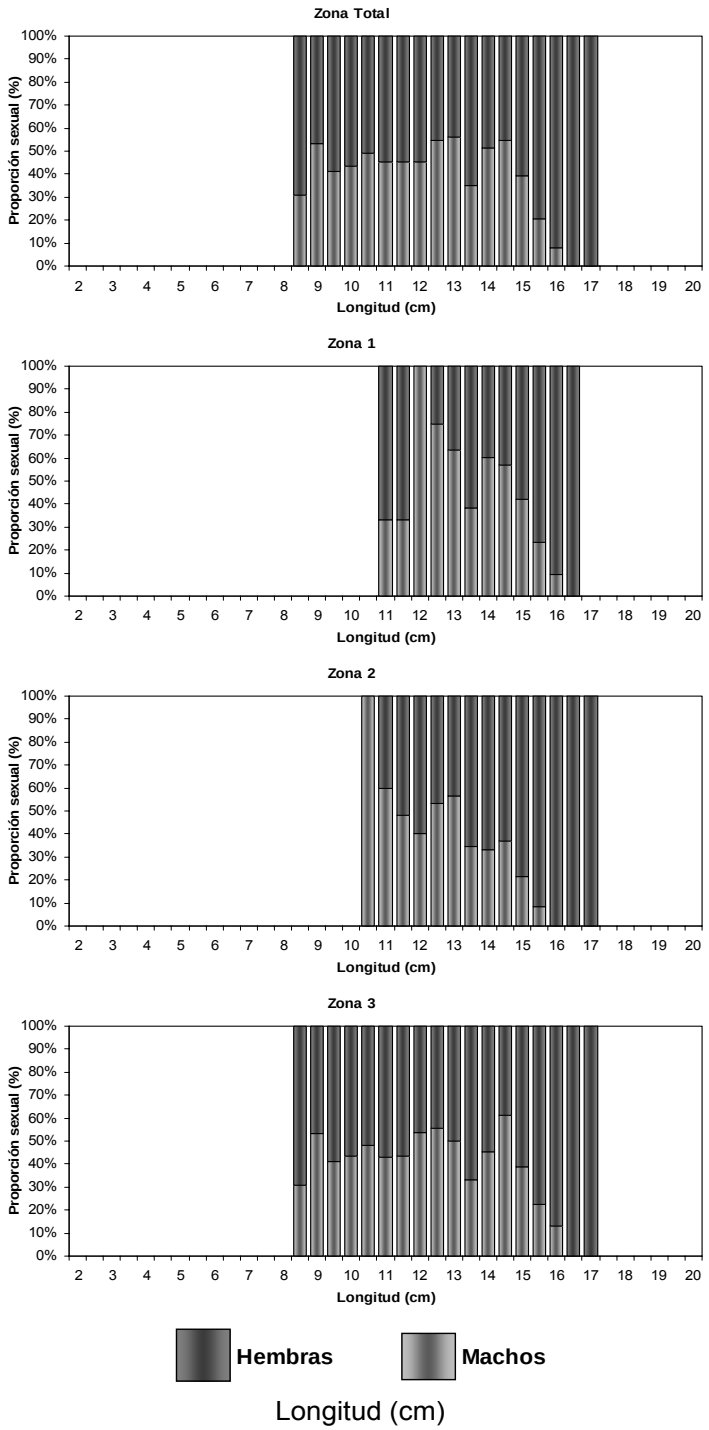


Figura 64. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN34 1002.

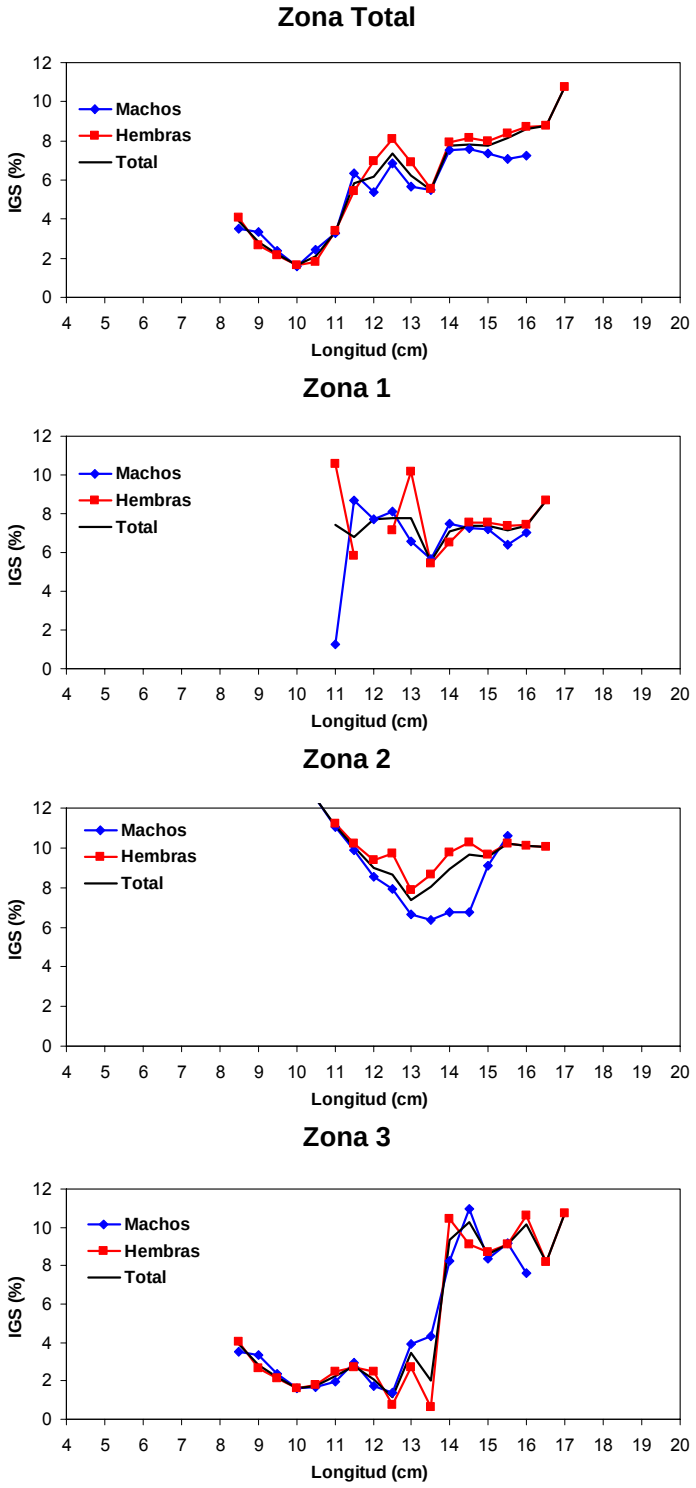


Figura 65. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y zona. Crucero RECLAN34 1002.

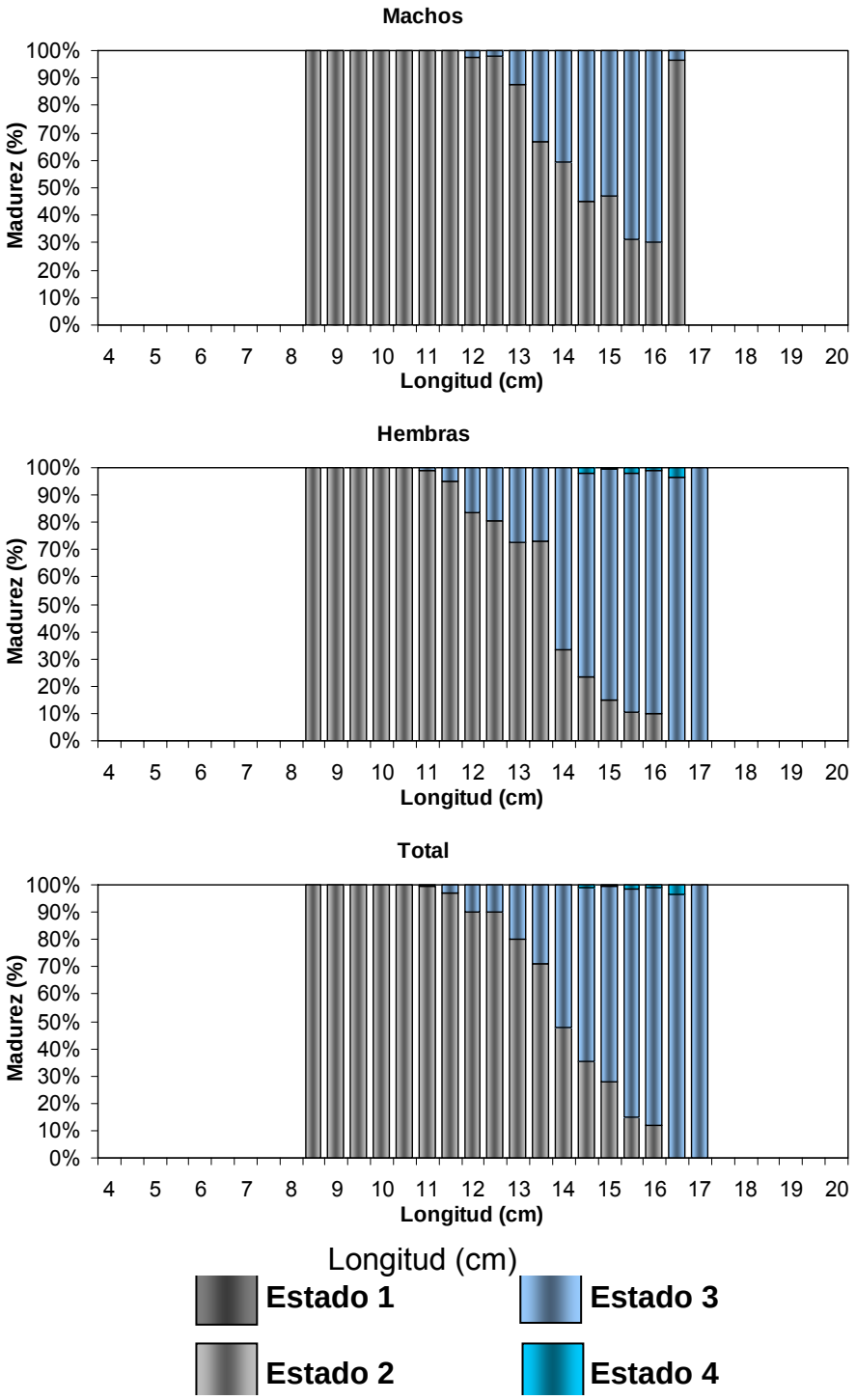


Figura 66. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN34 1002.

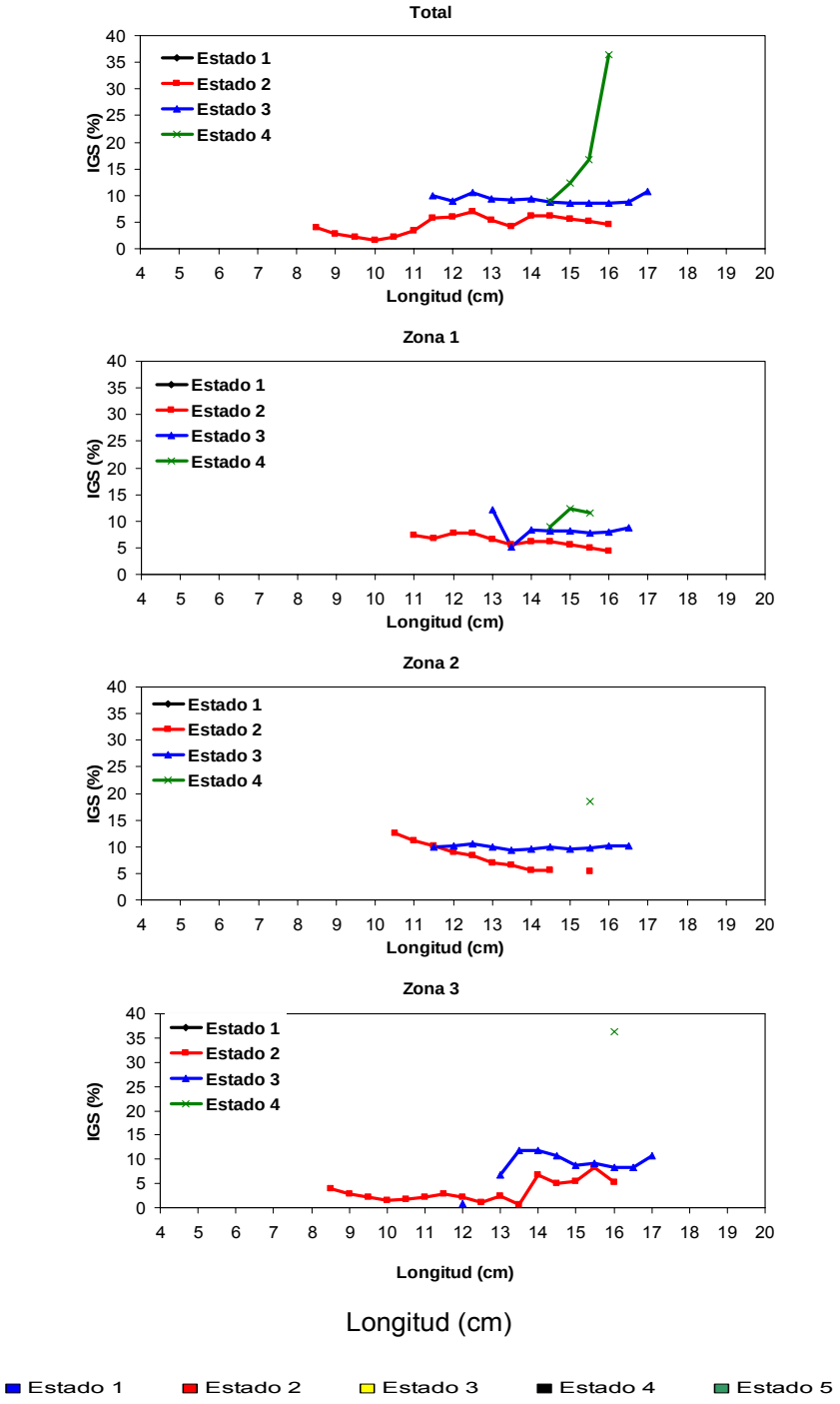


Figura 67. IGS de anchoveta para cada zona de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN34 1002.

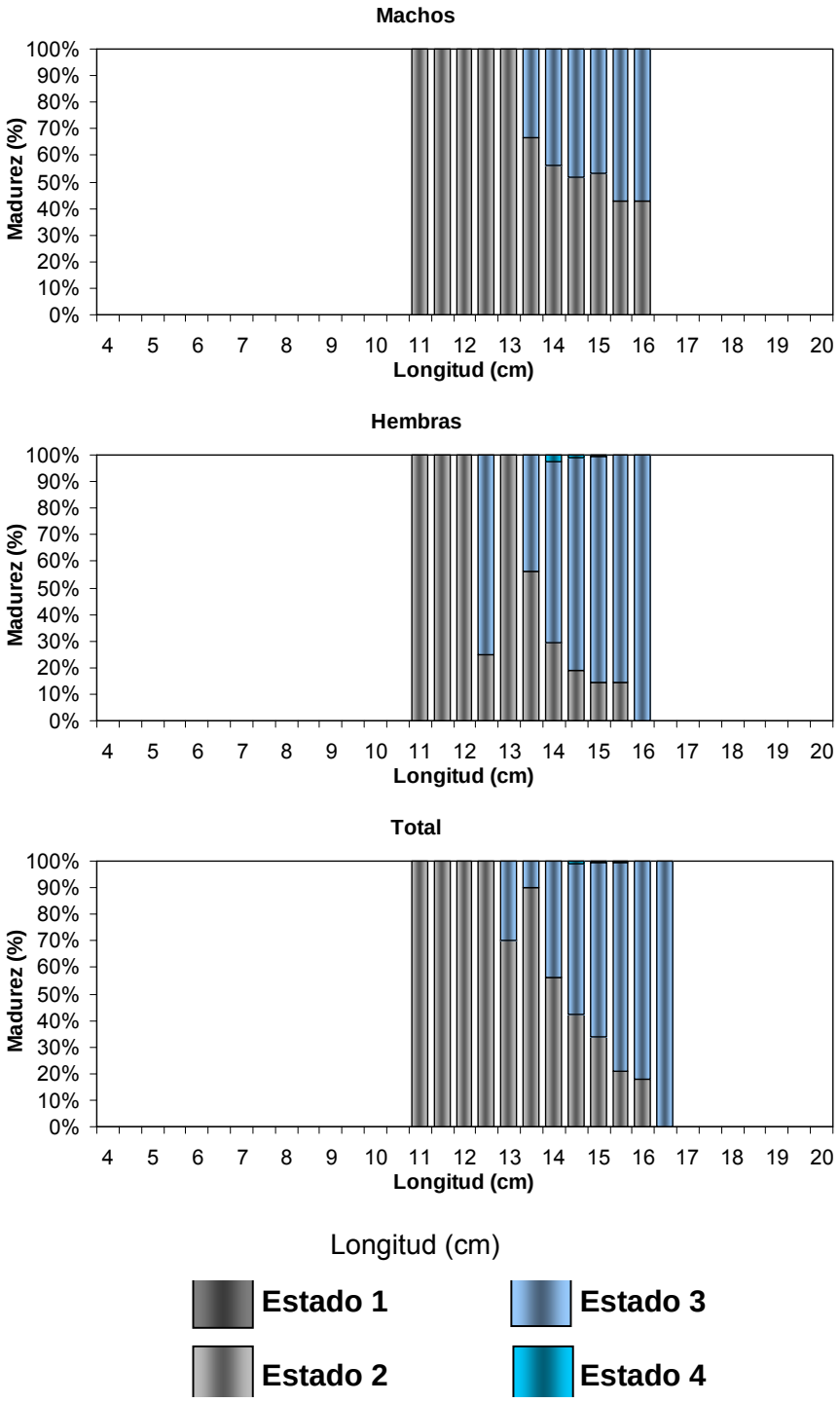


Figura 68. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 1. Crucero RECLAN34 1002.

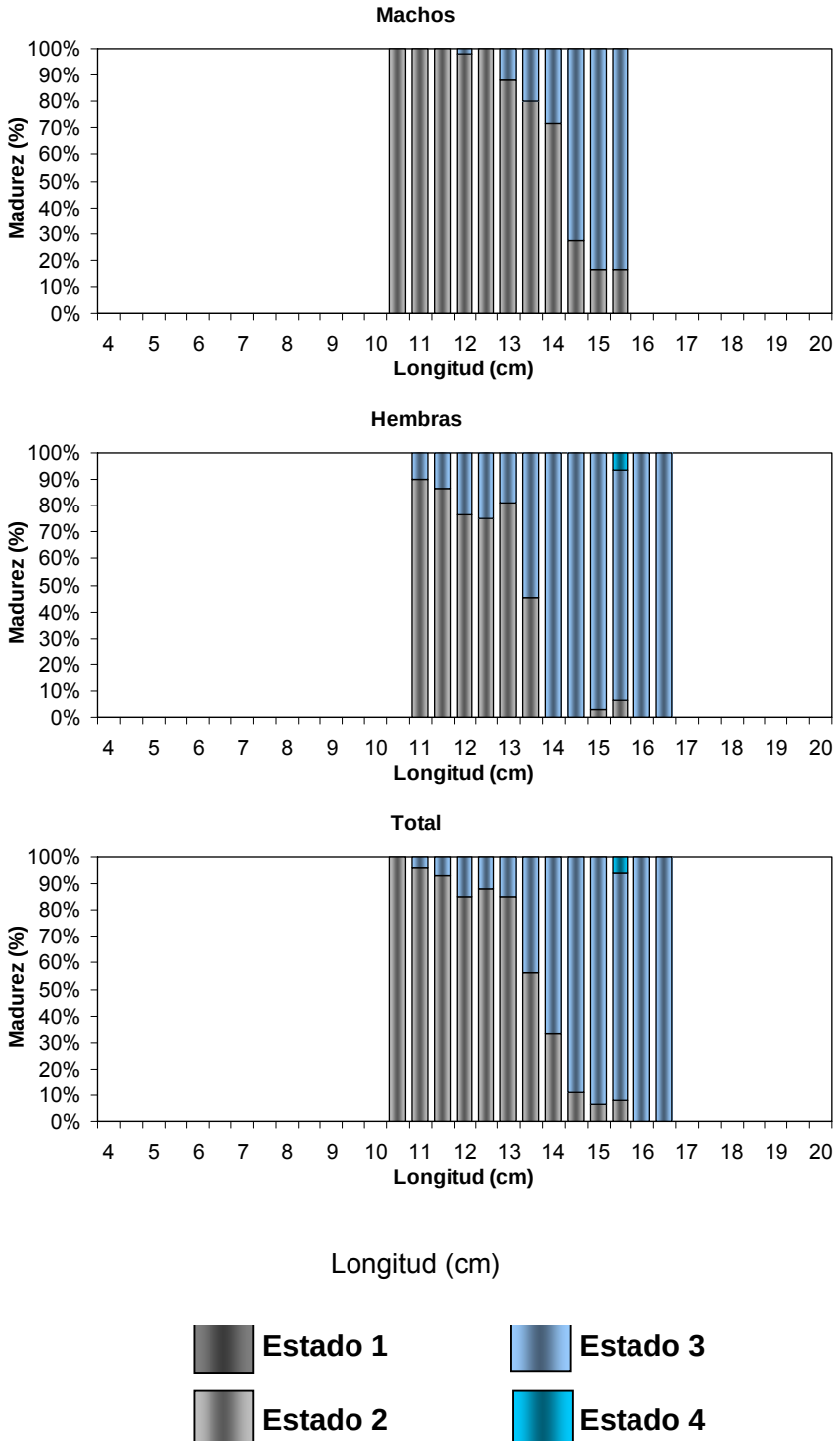


Figura 69. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 2. Crucero RECLAN34 1002.

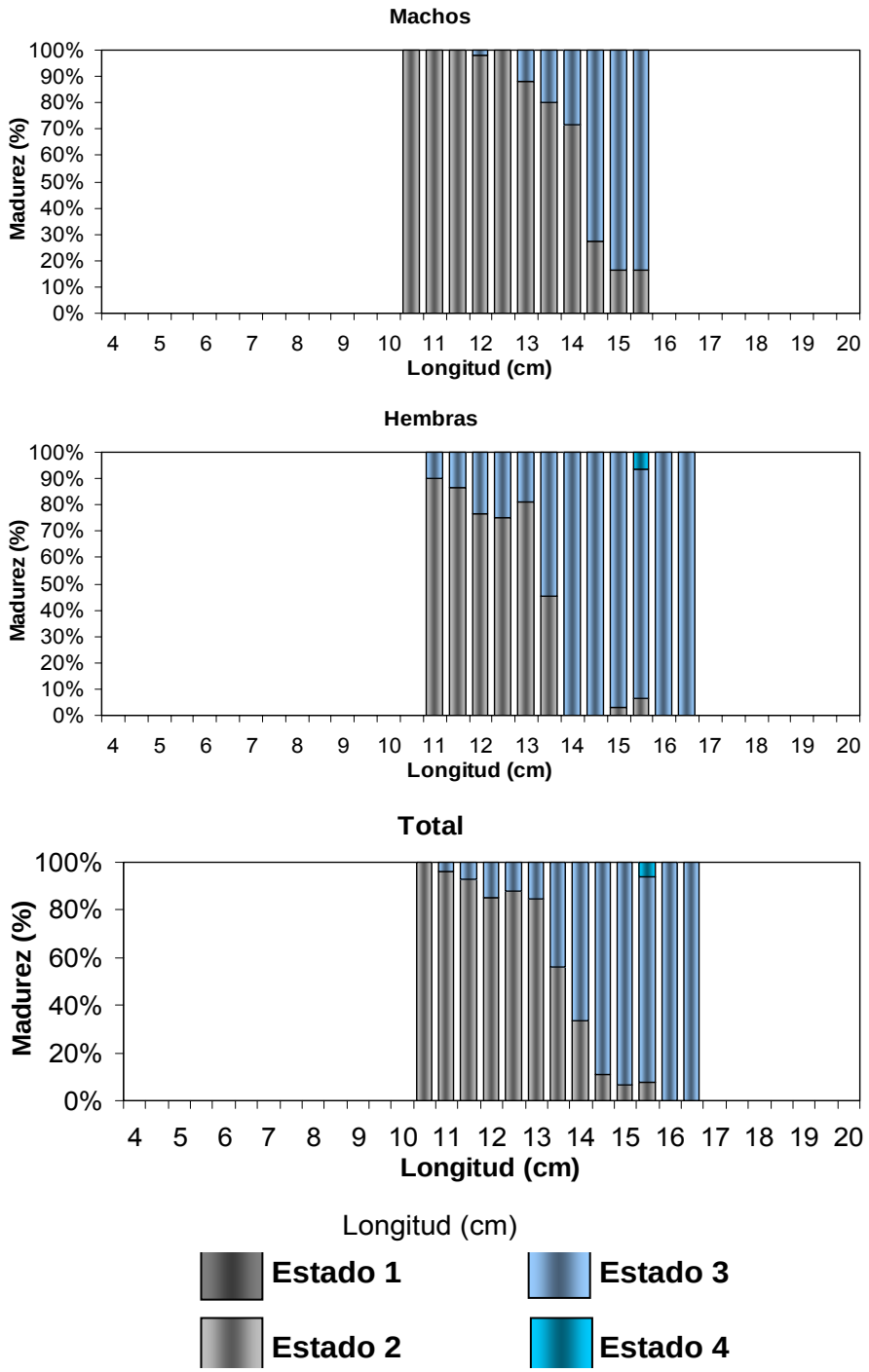


Figura 70. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 3. Crucero RECLAN34 1002.

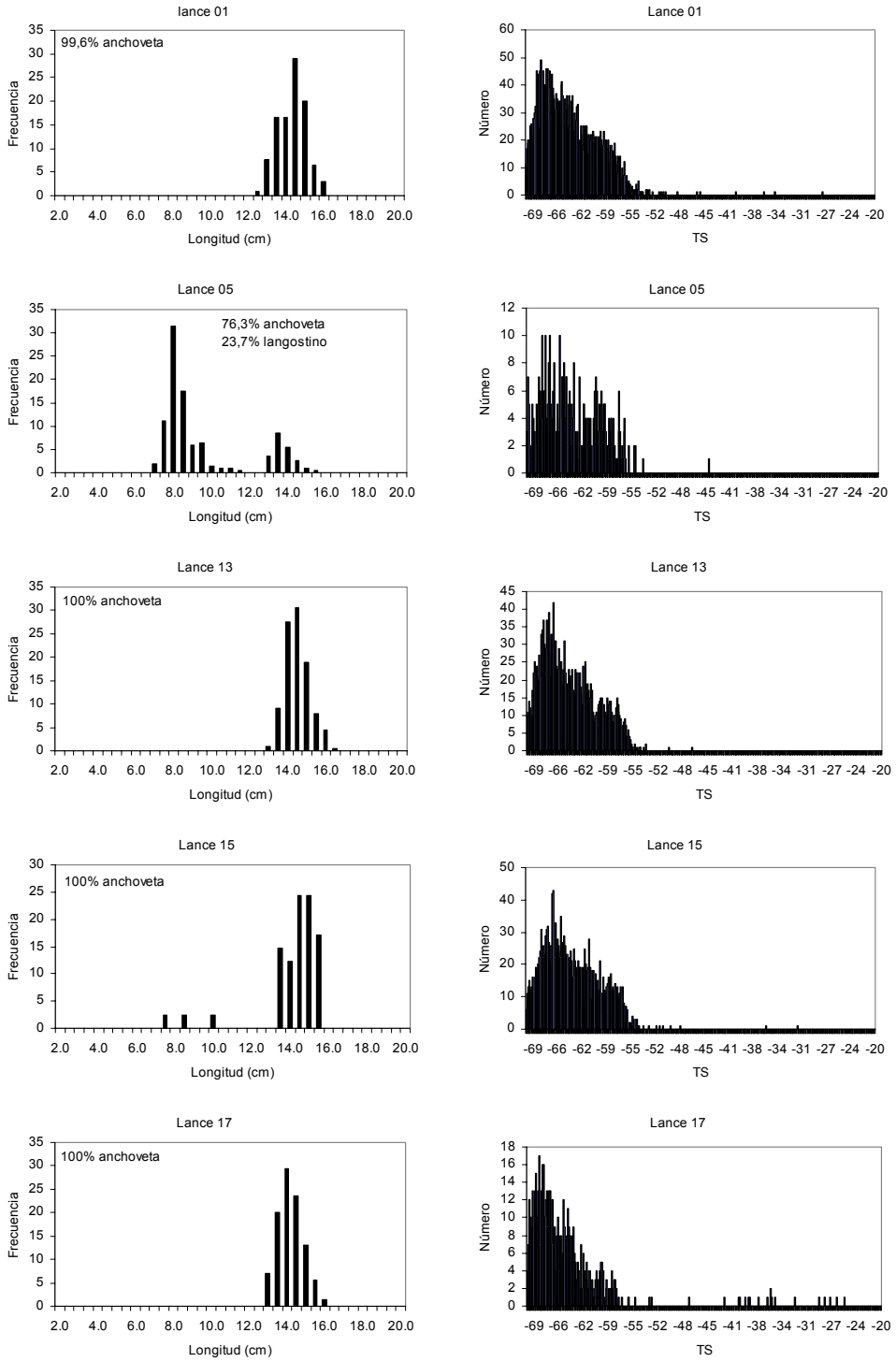


Figura 71. Distribución de frecuencia de talla y de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

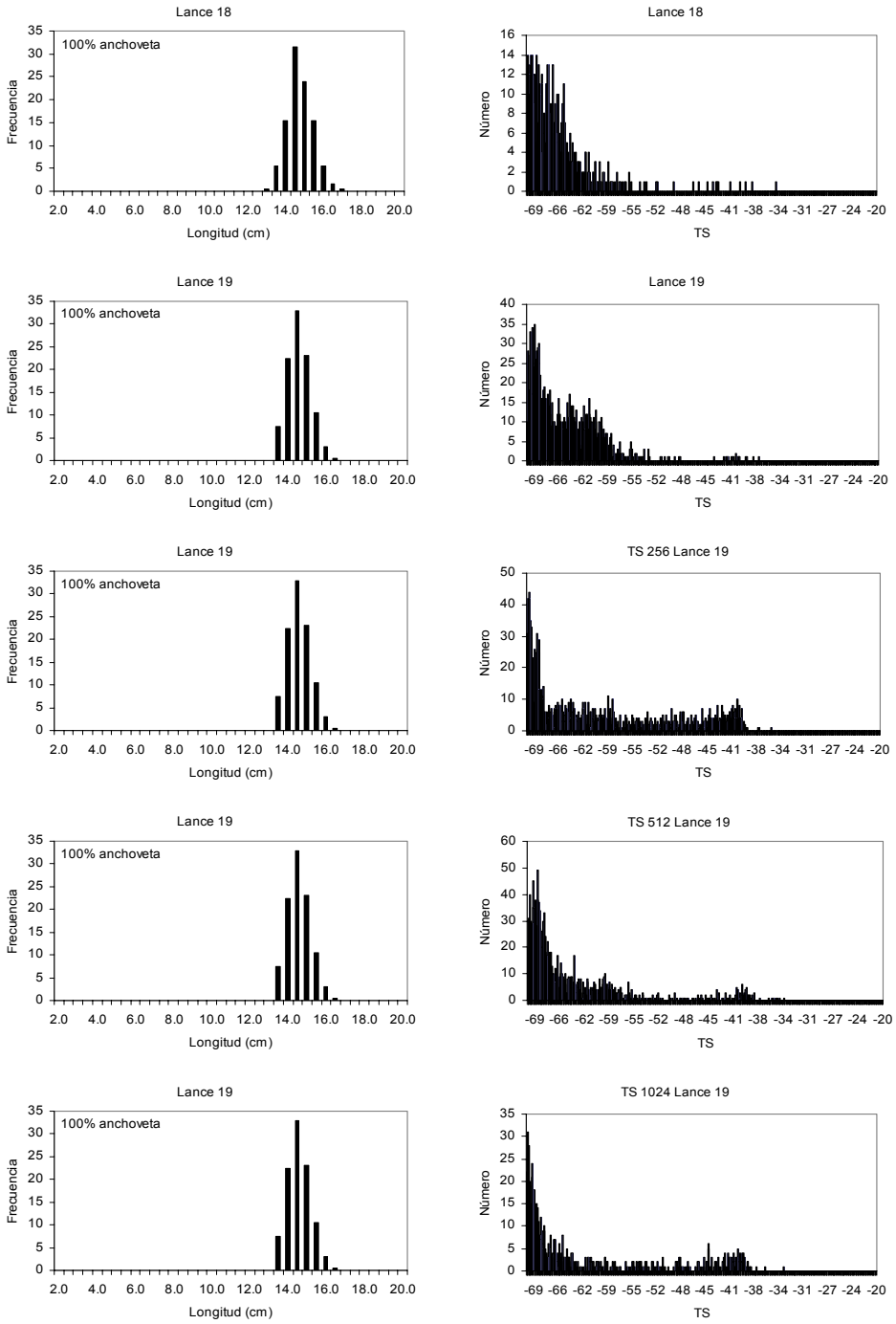


Figura 71 (cont.). Distribución de frecuencia de talla y de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

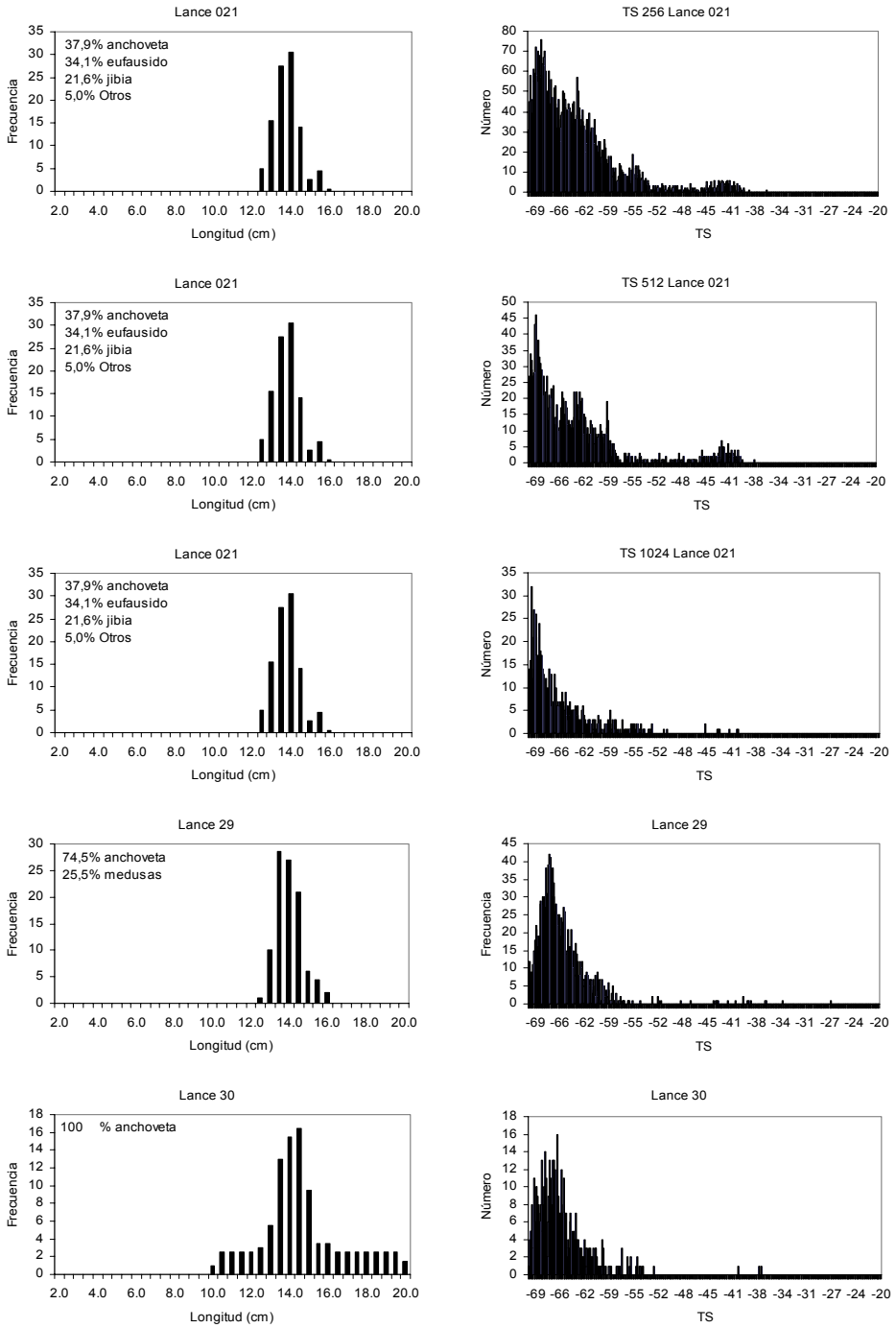


Figura 71 (cont.). Distribución de frecuencia de talla y de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

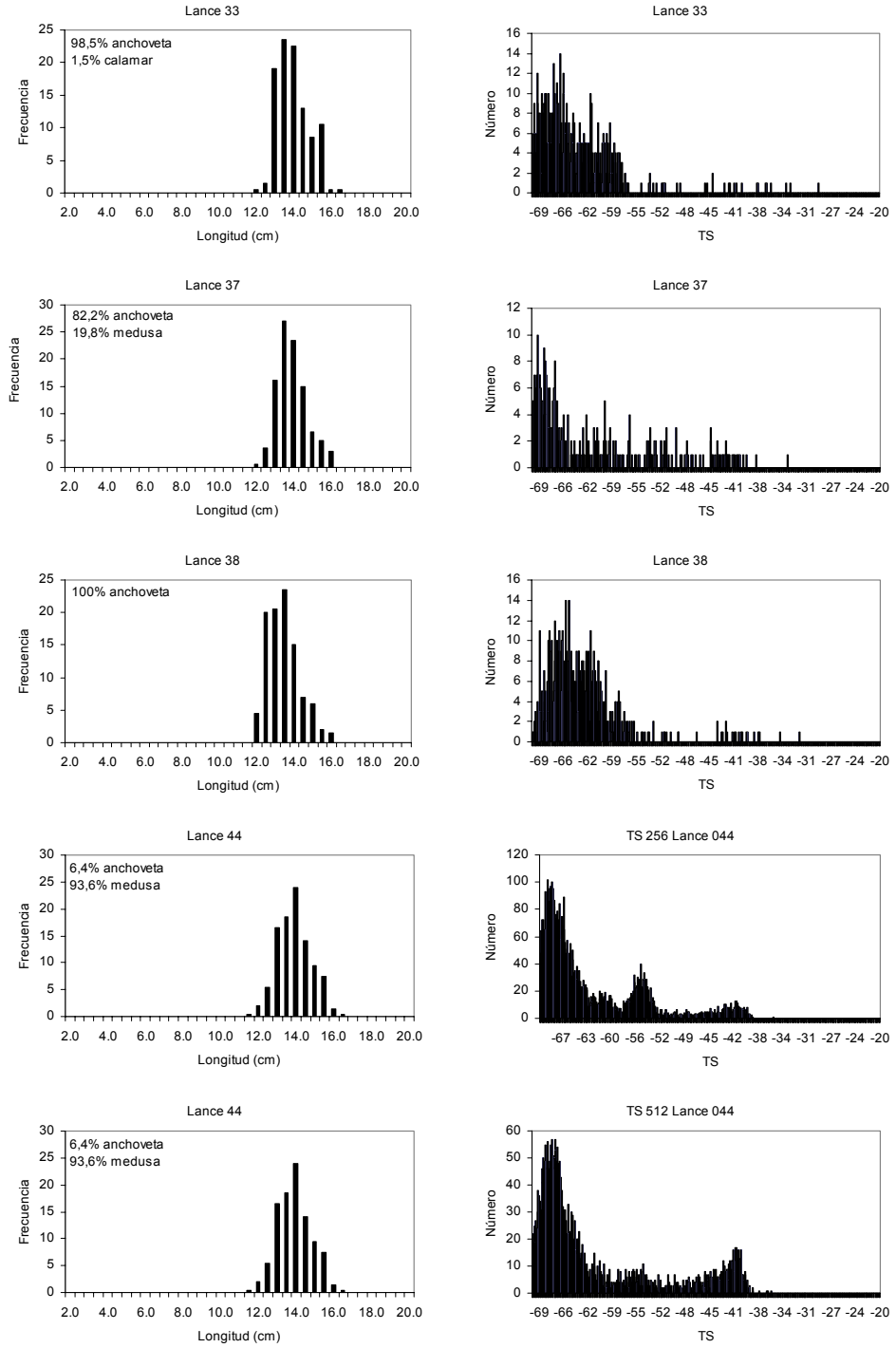


Figura 71 (cont.). Distribución de frecuencia de talla y de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

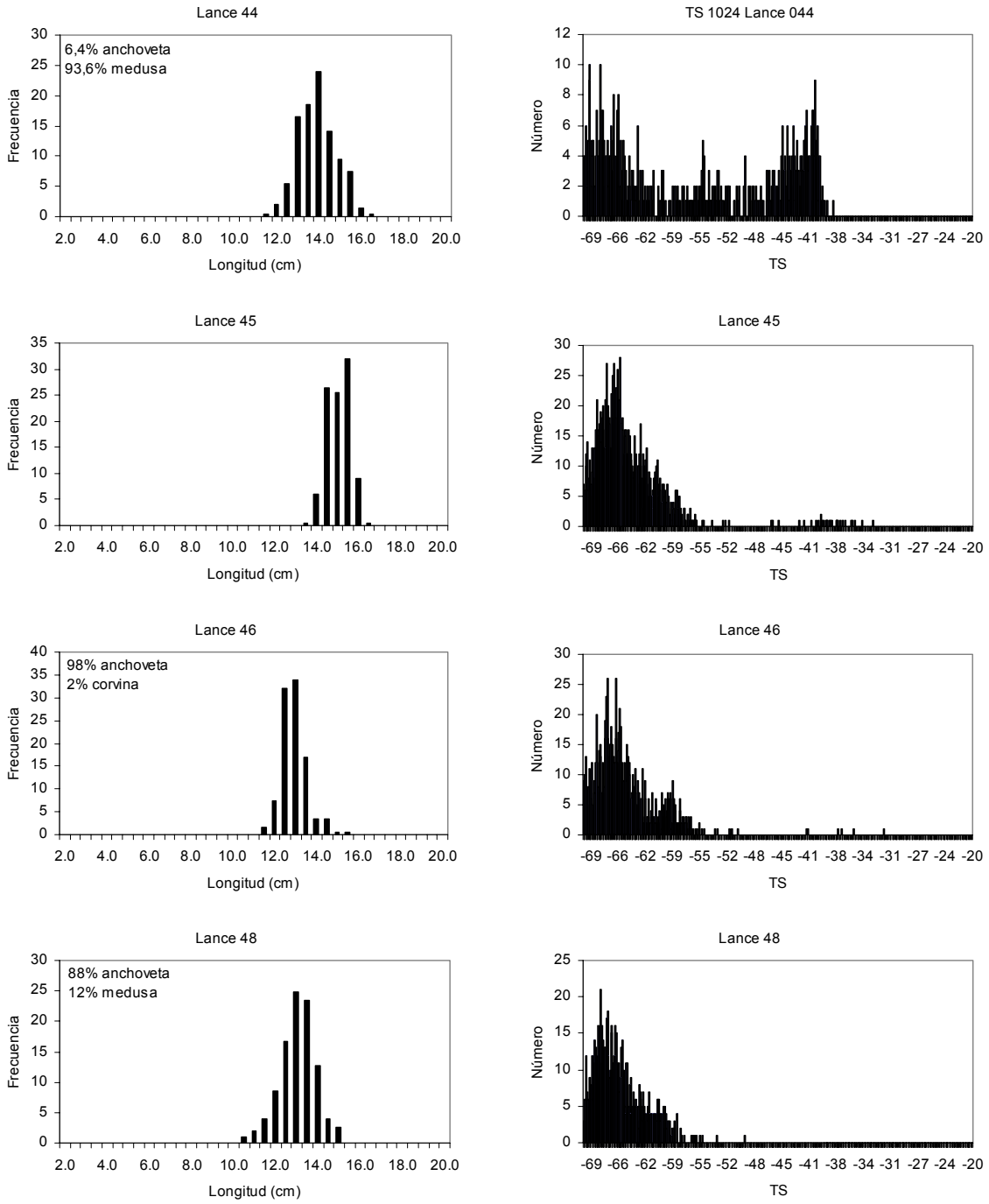


Figura 71 (cont.). Distribución de frecuencia de talla y de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

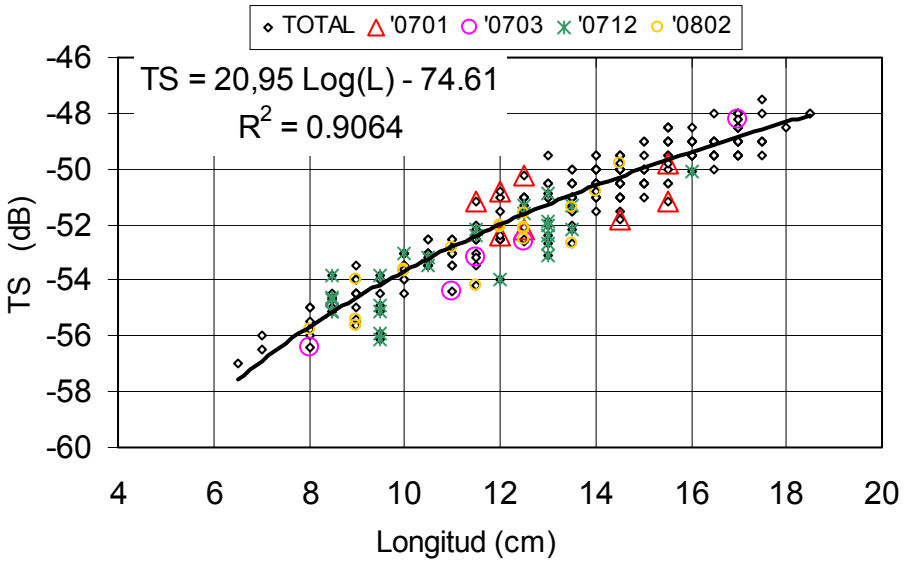


Figura 72. Relación funcional de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla modal para la serie completa de datos disponible en la zona norte desde 1996.

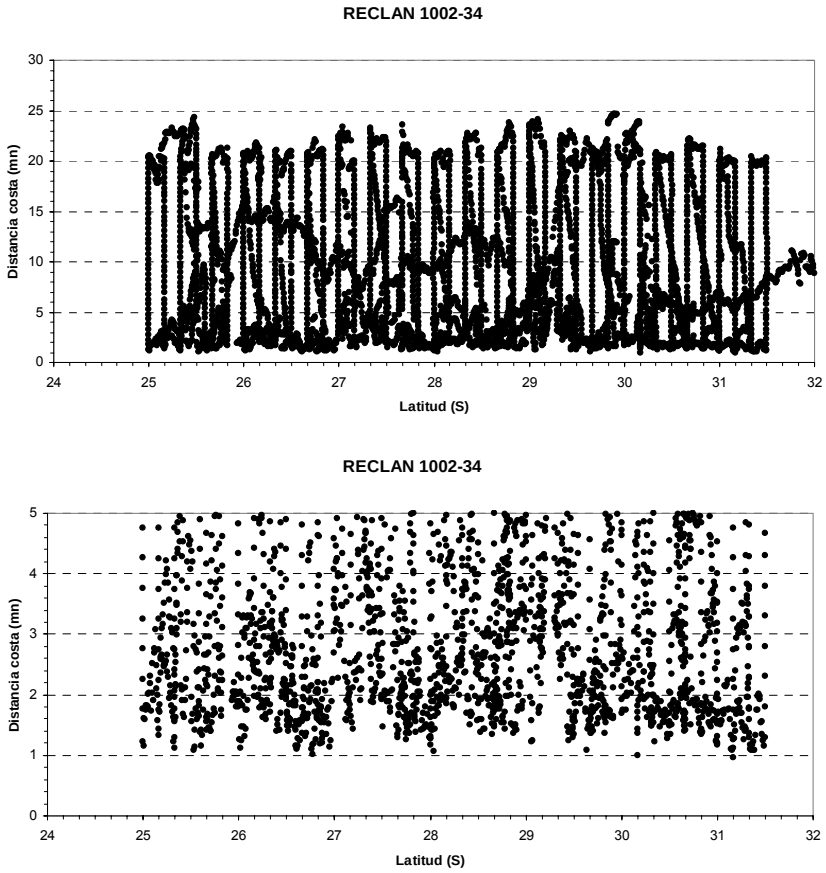


Figura 73. Cobertura espacial de la prospección acústica realizada por el B/C Abate Molina durante el crucero RECLAN34 1002.

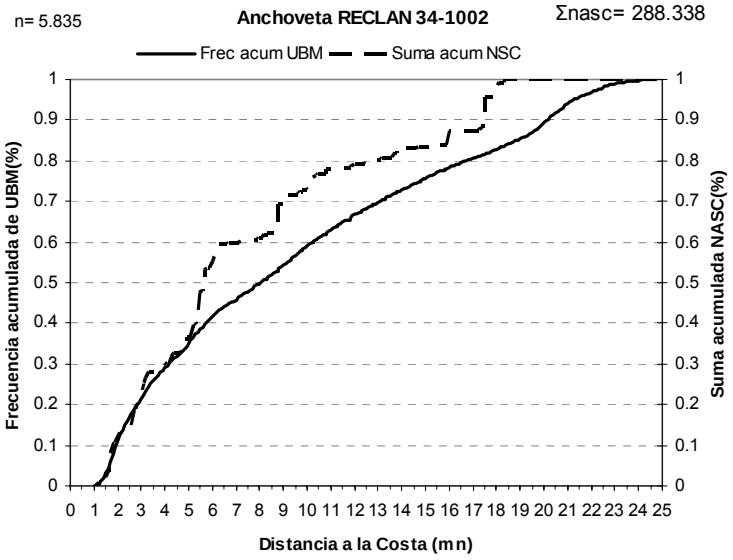


Figura 74. Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica de anchoveta en la prospección realizada por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

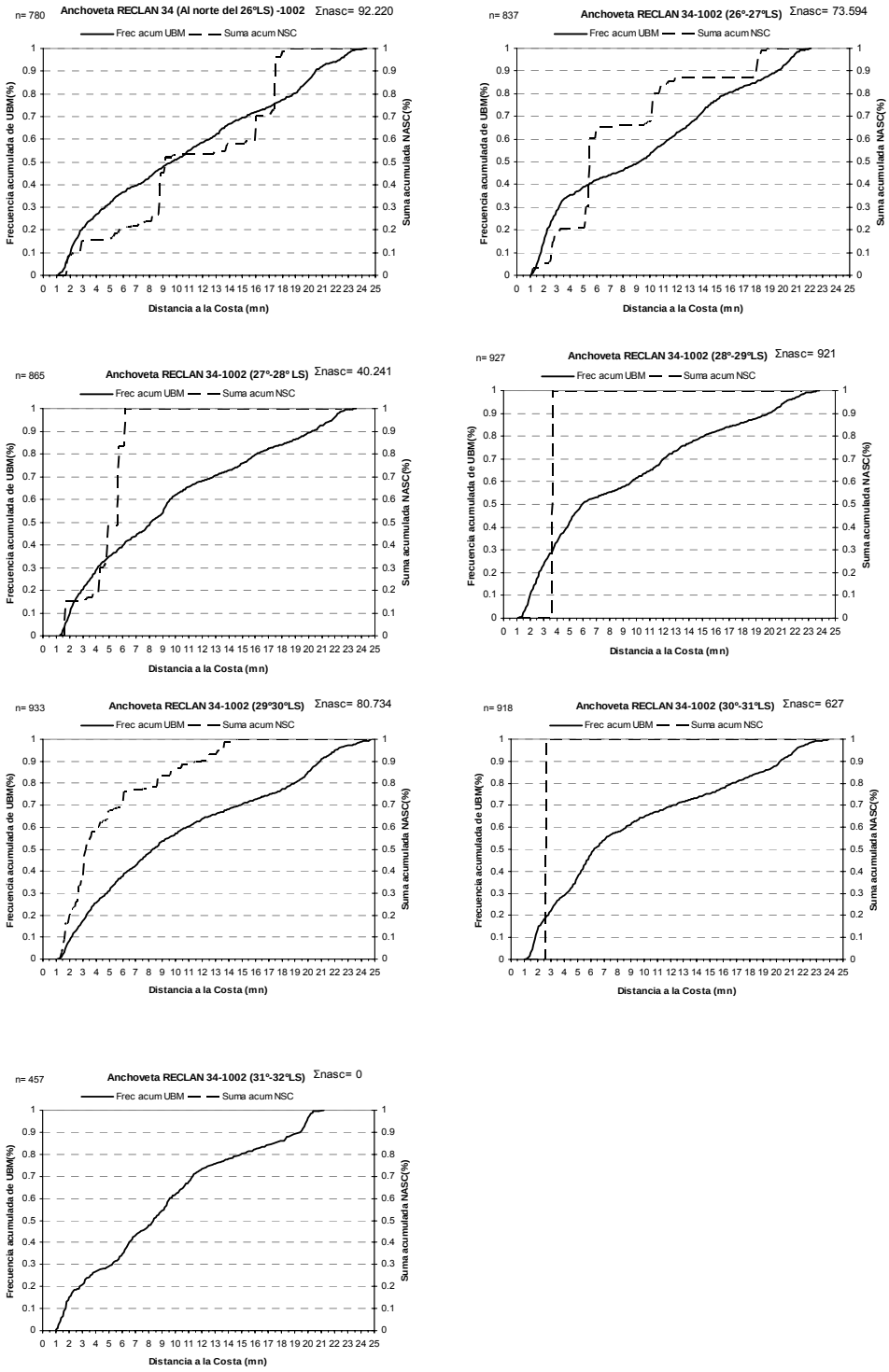


Figura 75. Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica para anchoveta agrupada por grado de latitud proveniente la prospección realizada por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

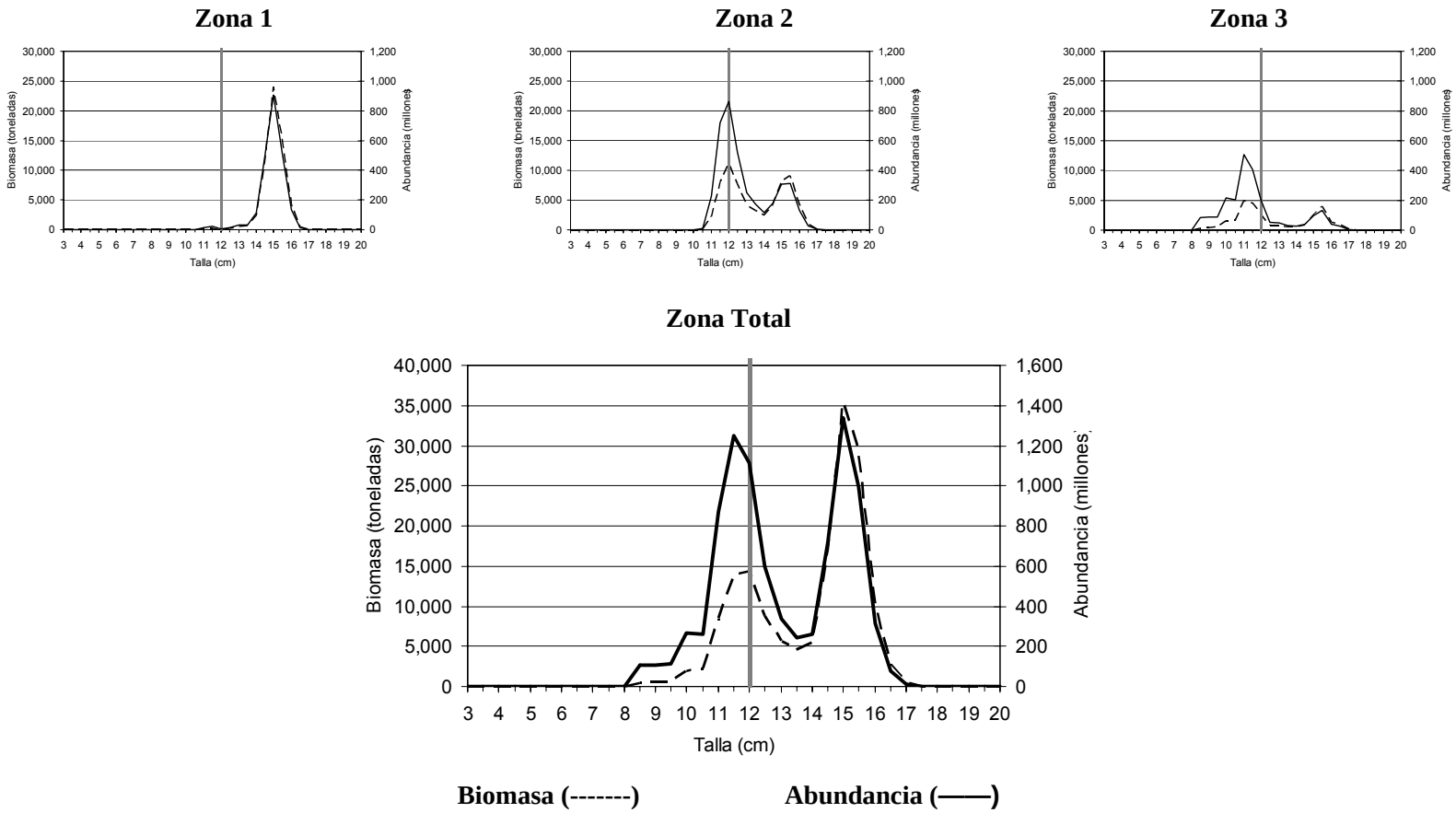


Figura 76. Abundancia y biomasa por tallas de anchoveta por subzonas. En Zona Total se incluye corrección por sesgo de orilla. Crucero RECLAN34 1002.

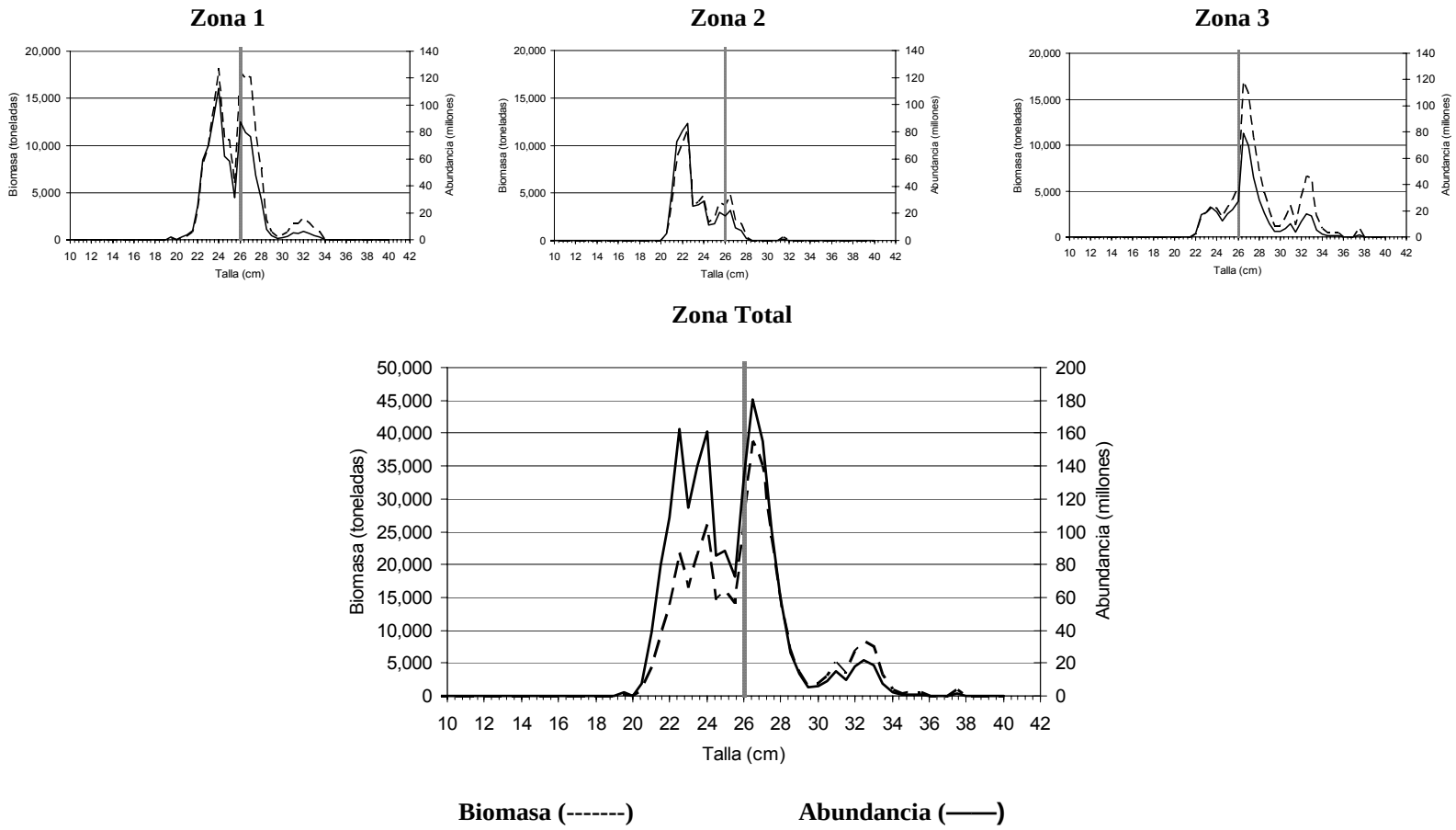


Figura 77. Abundancia y biomasa por tallas de Jurel por subzonas. Crucero RECLAN34 1002.

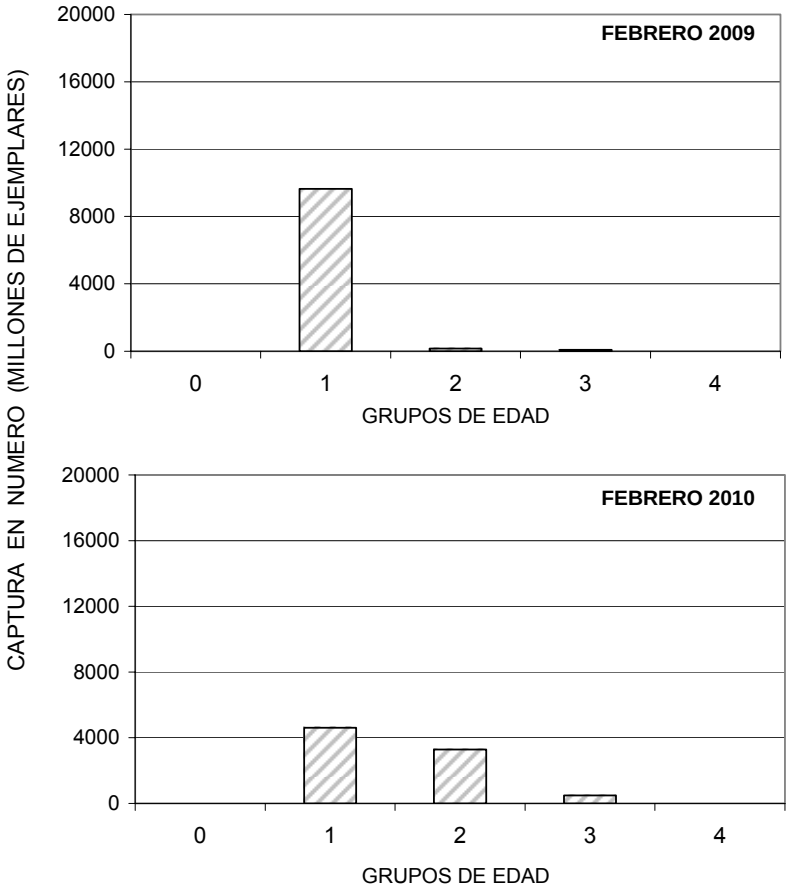


Figura 78. Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta Crucero Cruceros RECLAN34 0902-1002.

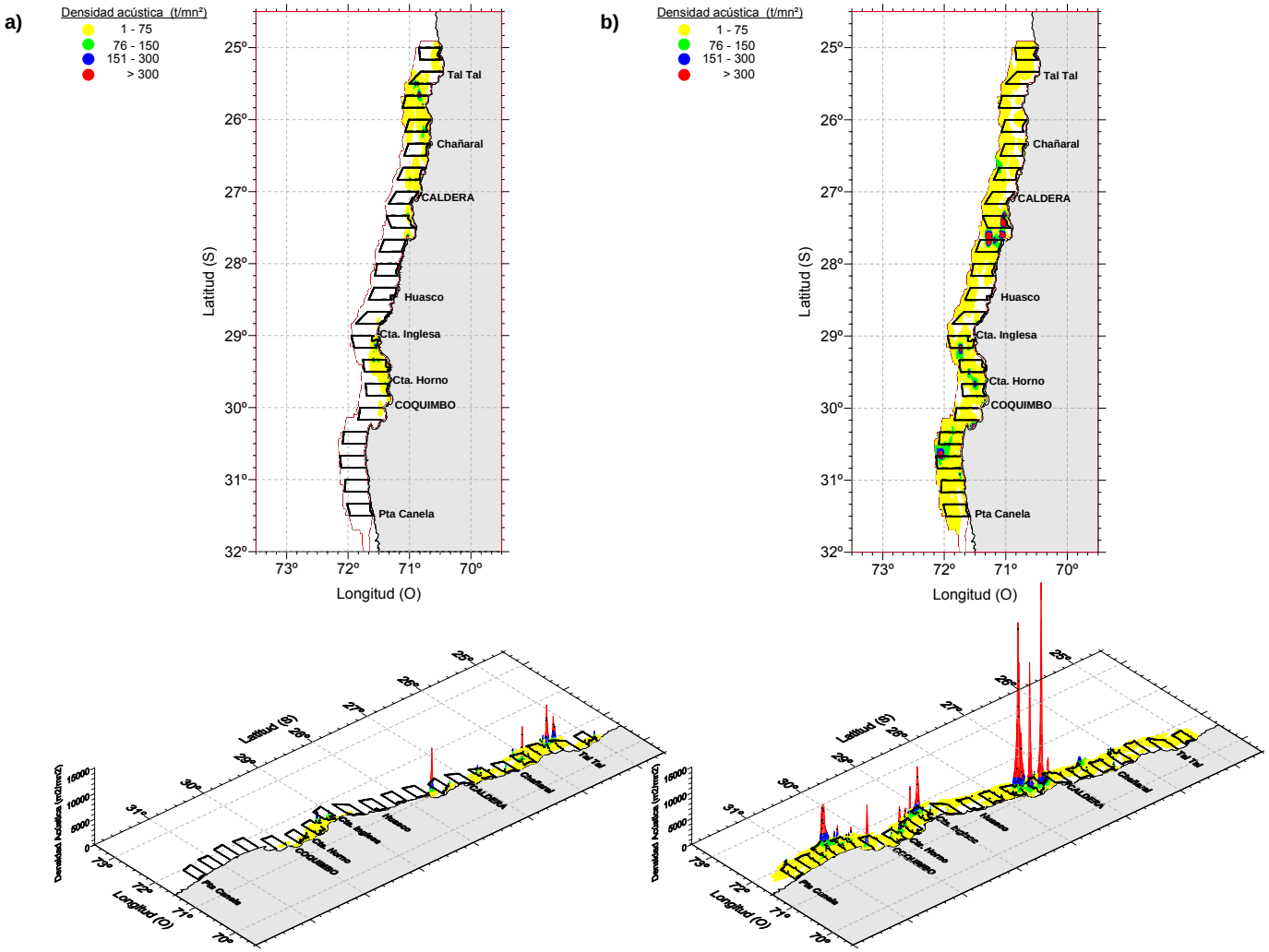


Figura 79. Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn2) de anchoveta (a) y jurel (b) durante el crucero RECLAN34 1002.

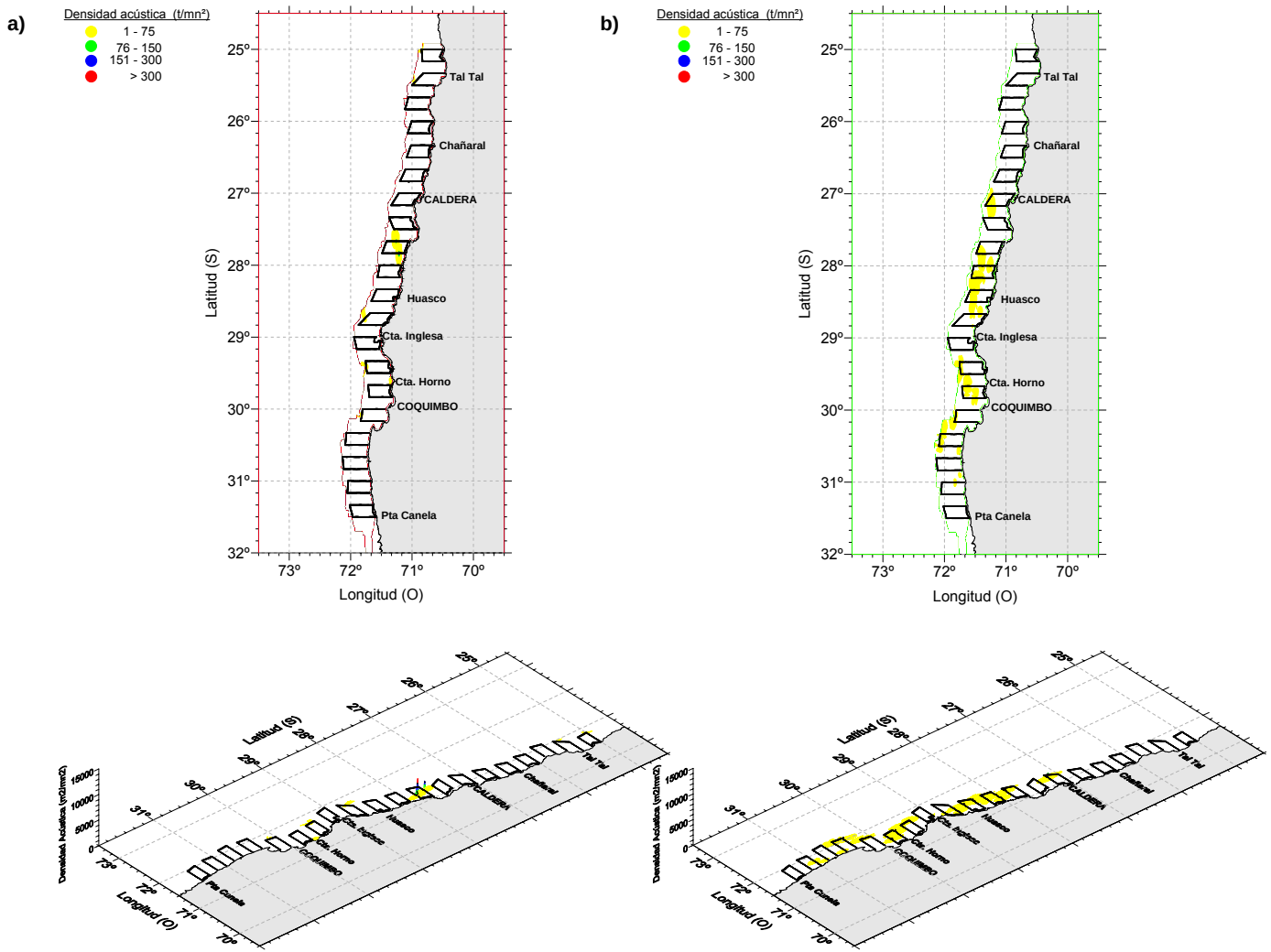


Figura 80. Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn2) de caballa (a) y jibia (b) durante el crucero RECLAN34 1002.

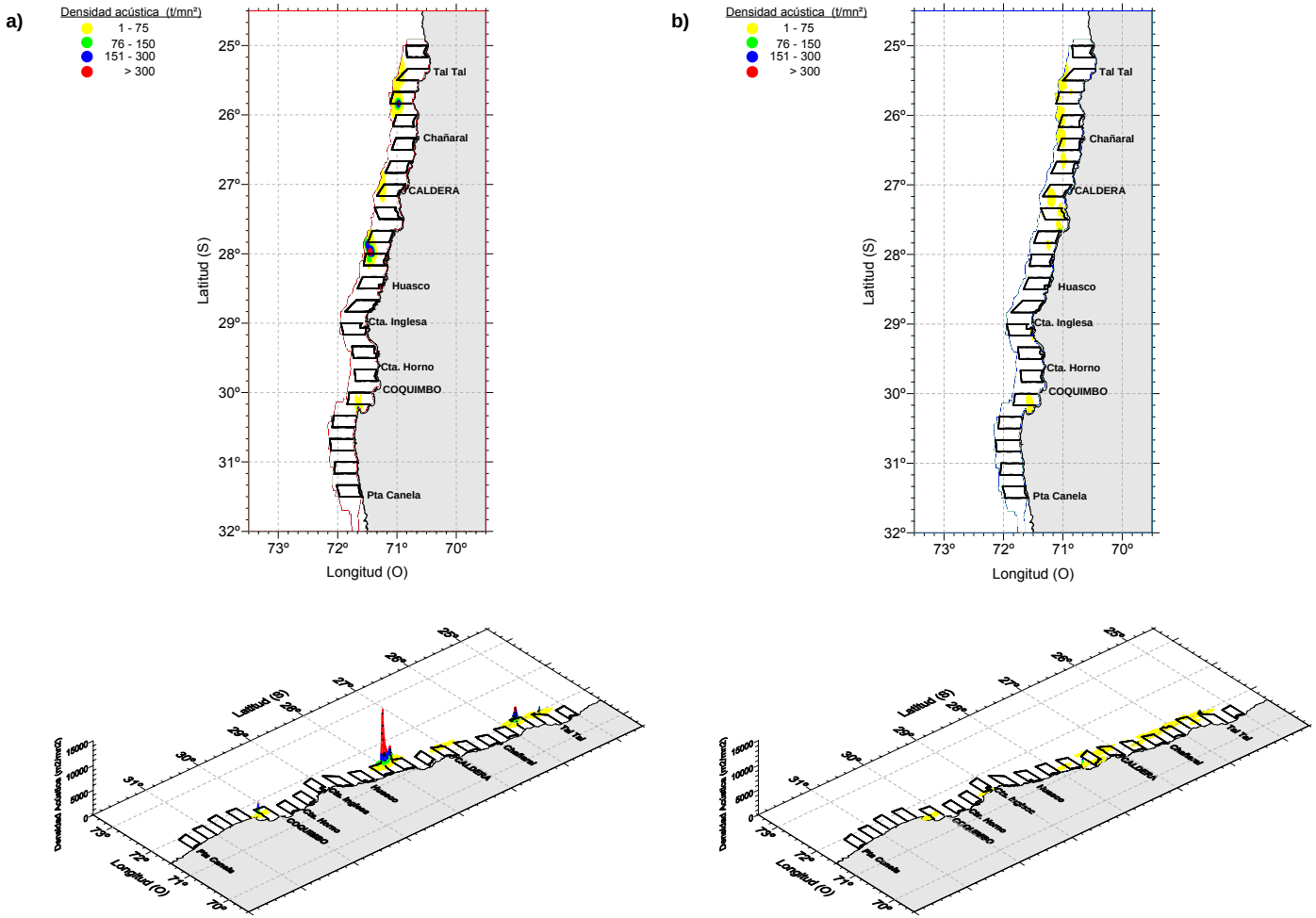


Figura 81. Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn2) de vinciguerria (a) y medusa (b) durante el crucero RECLAN34 1002.

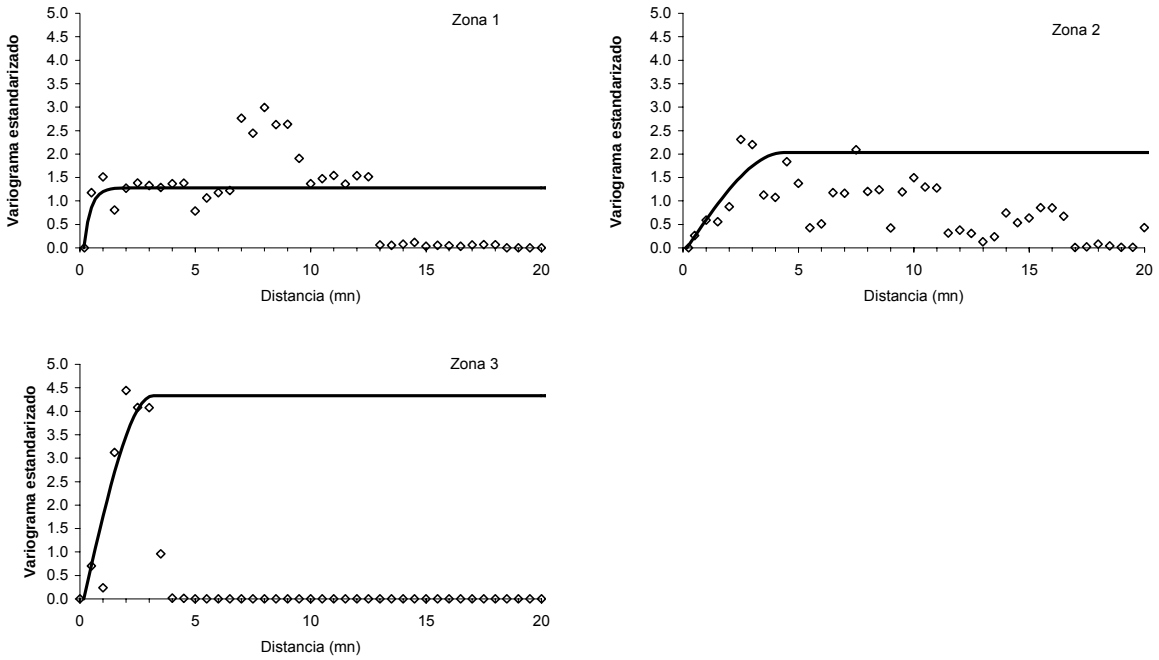


Figura 82. Variogramas de la densidad acústica de anchoveta estandarizados por las varianzas muestreales. Crucero RECLAN34 1002.

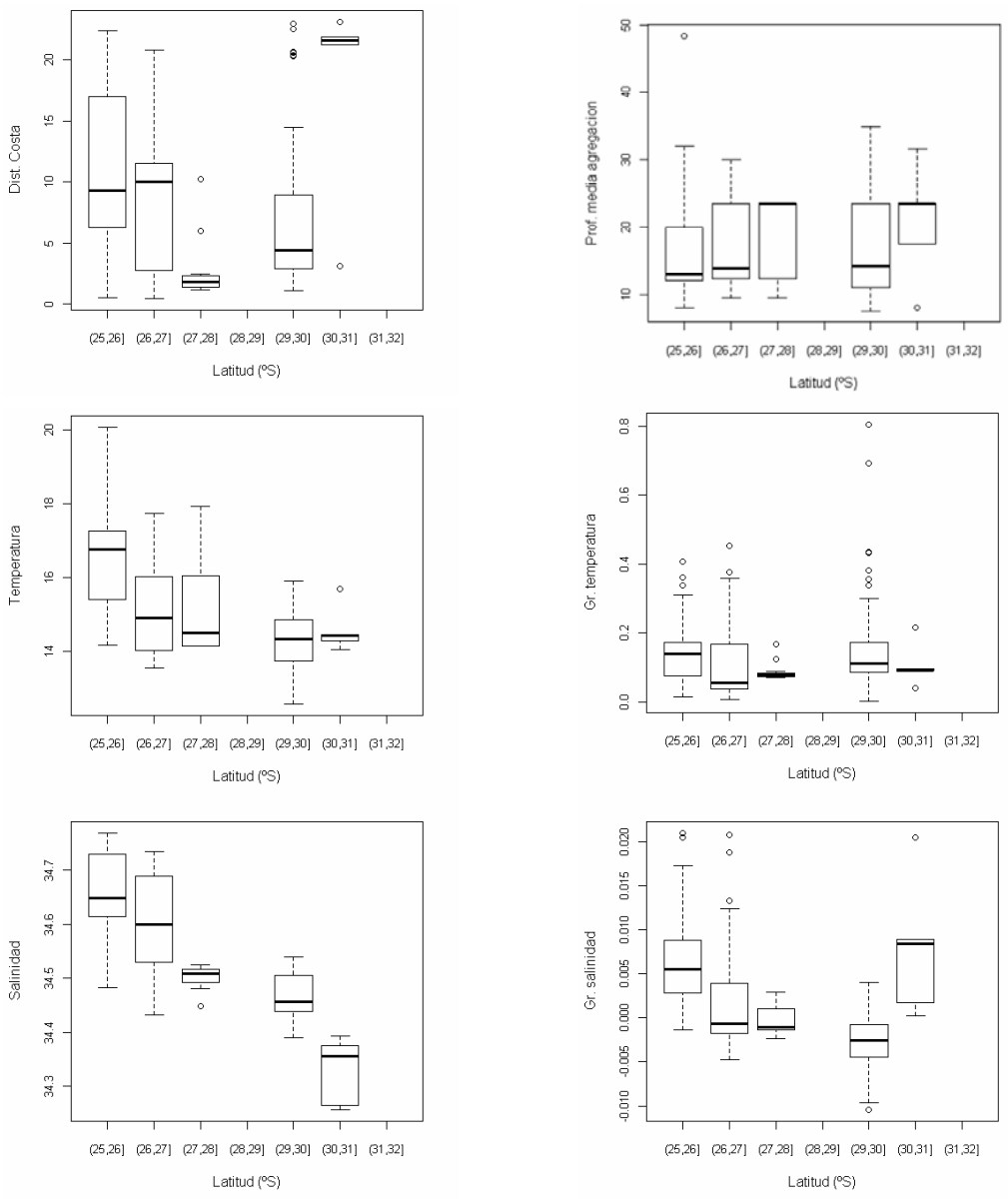
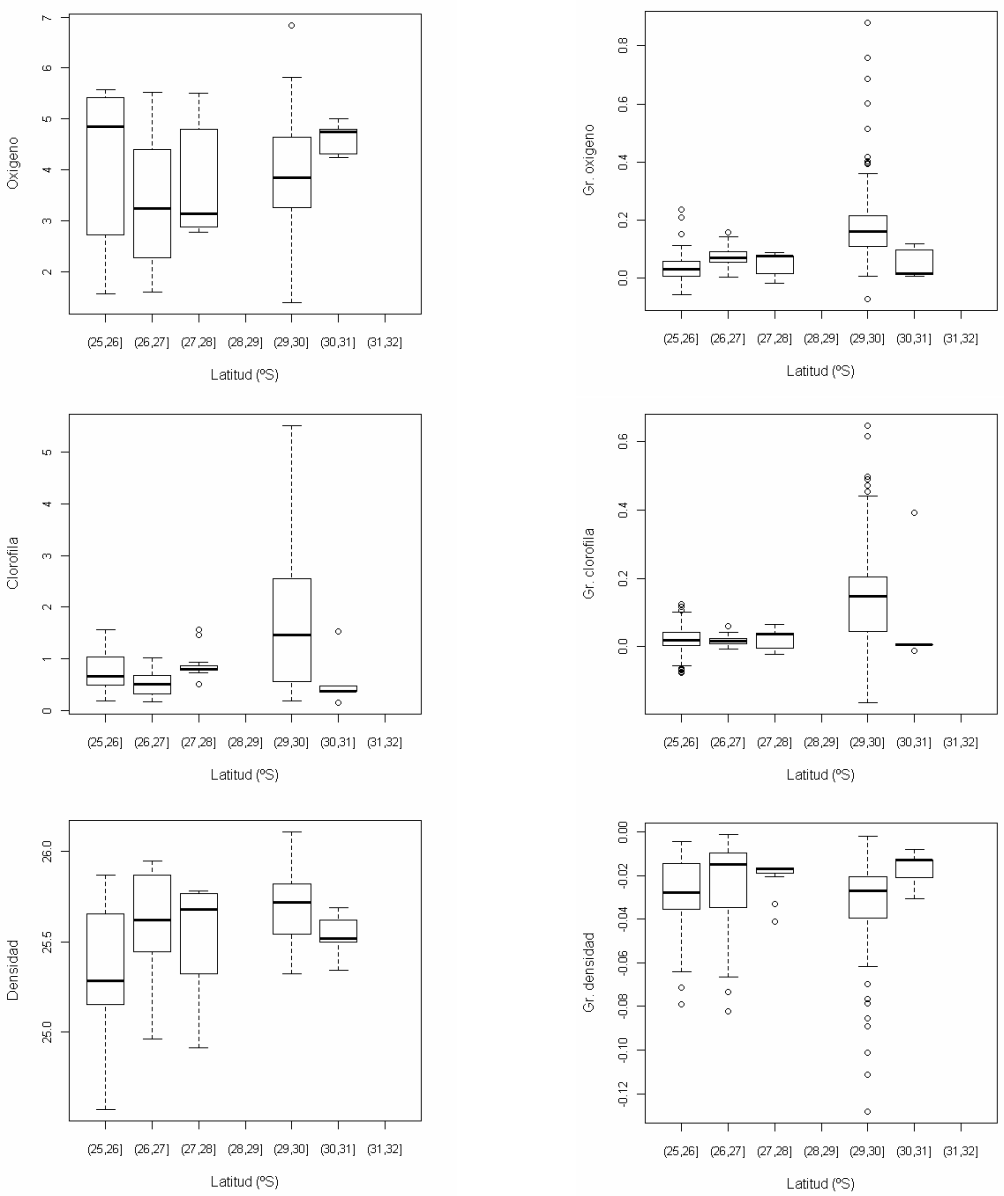
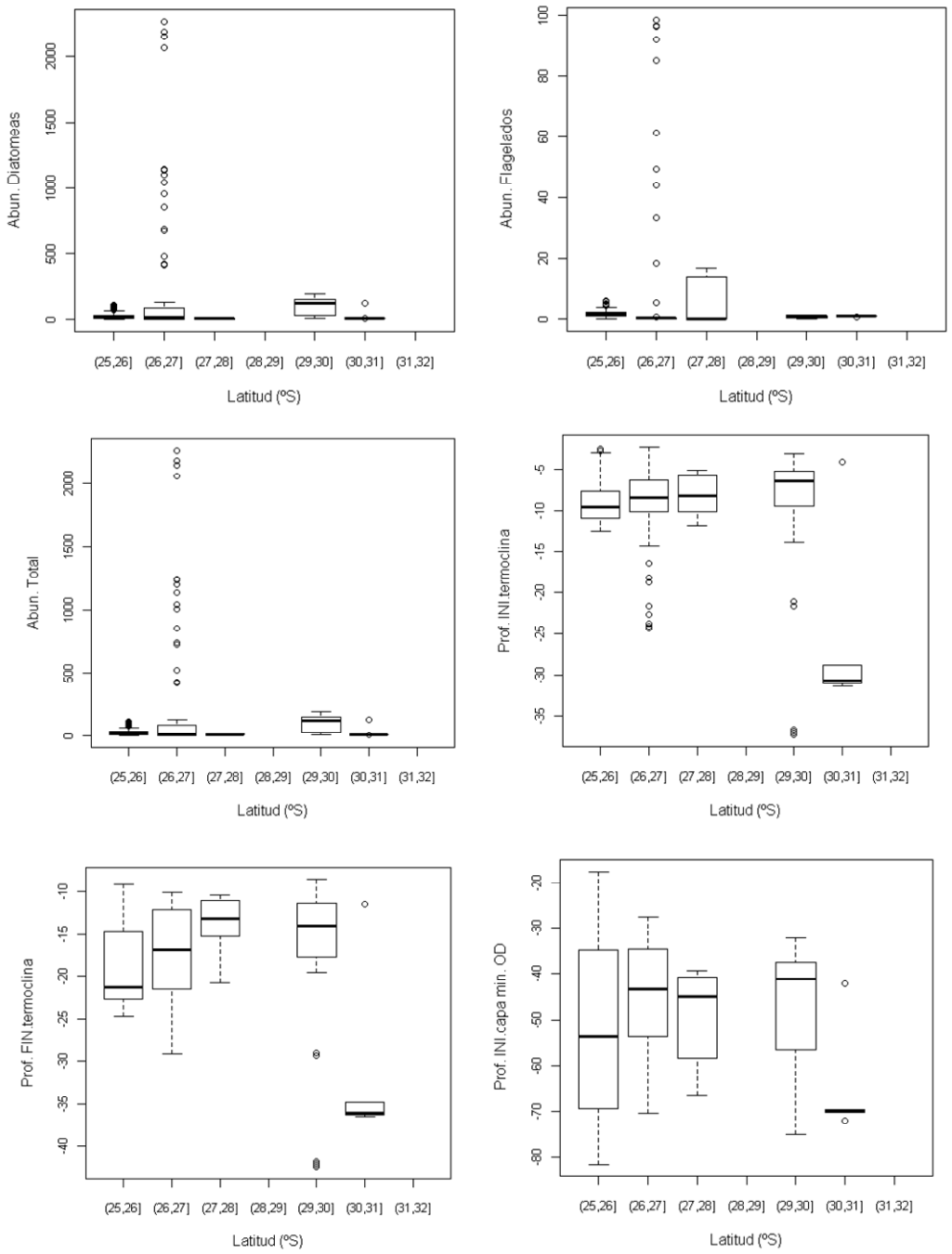


Figura 83. Distribución latitudinal de la tendencia central (mediana) de los predictores del modelamiento GAM: Distancia a la costa (mn), profundidad media de las agregaciones (m), temperatura (°C), salinidad (psu), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m^2), densidad (kg/m^3), gradientes variables físicas, abun. de diatomeas (cel/ml), abun. de flagelados (cel/ml), abun. fitoplanton (cel/ml), profundidad inicio termoclina (m), profundidad final termoclina (m) y profundidad inicio capa mínima de oxigeno (m).



(Continuación) Figura 83. Distribución latitudinal de la tendencia central (mediana) de los predictores del modelamiento GAM: Distancia a la costa (mn), profundidad media de las agregaciones (m), temperatura (°C), salinidad (psu), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m^2), densidad (kg/m^3), gradientes variables físicas, abun. de diatomeas (cel/ml), abun. de flagelados (cel/ml), abun. fitoplanton (cel/ml), profundidad inicio termoclina (m), profundidad final termoclina (m) y profundidad inicio capa mínima de oxigeno (m).



(Continuación) Figura 83. Distribución latitudinal de la tendencia central (mediana) de los predictores del modelamiento GAM: Distancia a la costa (mn), profundidad media de las agregaciones (m), temperatura (°C), salinidad (psu), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m^2), densidad (kg/m^3), gradientes variables físicas, abun. de diatomeas (cel/ml), abun. de flagelados (cel/ml), abun. fitoplanton (cel/ml), profundidad inicio termoclina (m), profundidad final termoclina (m) y profundidad inicio capa mínima de oxigeno (m).

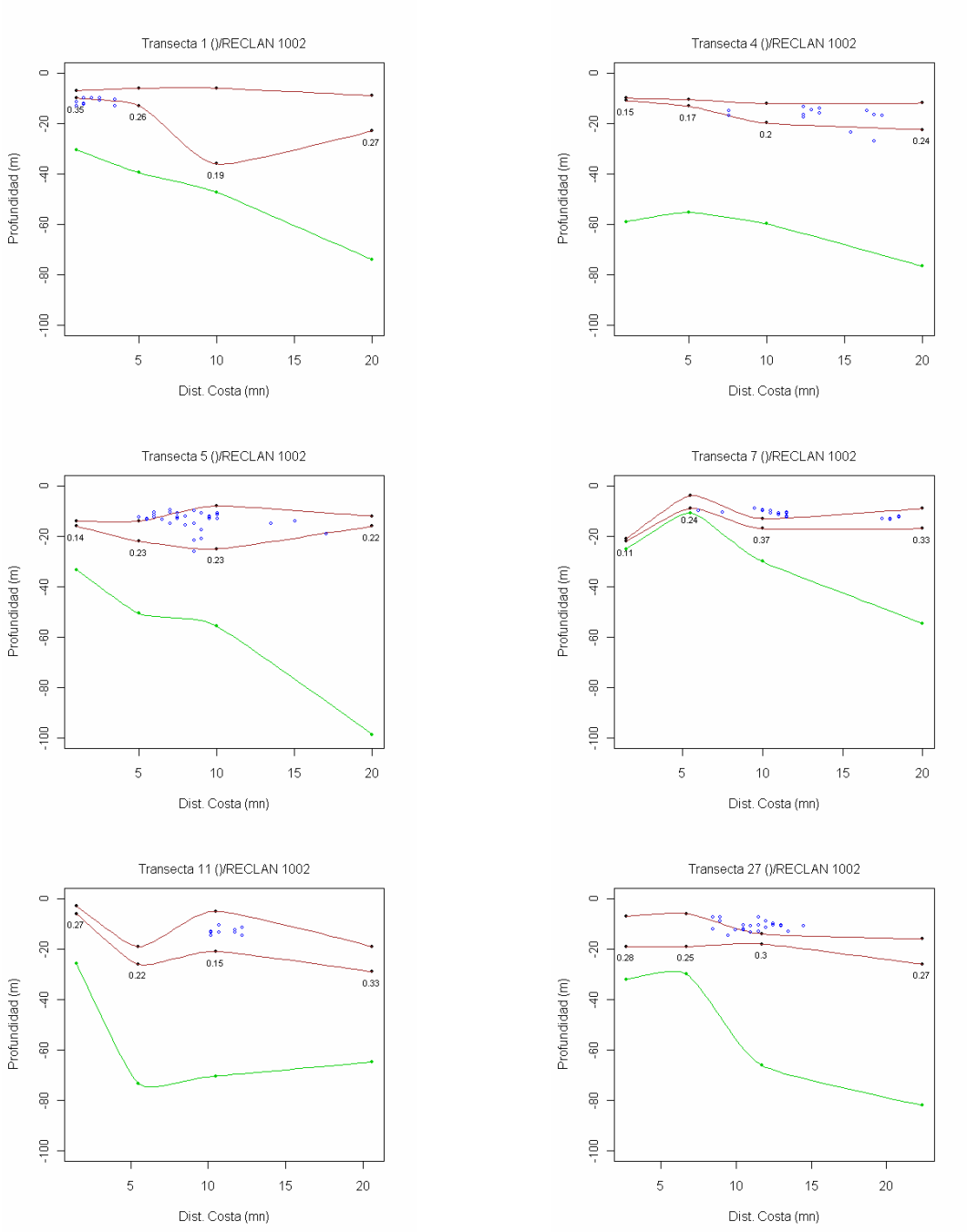


Figura 84. Distribución de las densidades acústicas de anchoveta, termoclina y zona de la mínima de oxigeno (ZMO). Líneas continuas rojas representan profundidad inicio y termino de la termoclina, líneas continuas verdes la profundidad inicio de ZMO y esferas se vinculan con la profundidad promedio de los registros de anchoveta detectados durante el crucero RECLAN 1002.

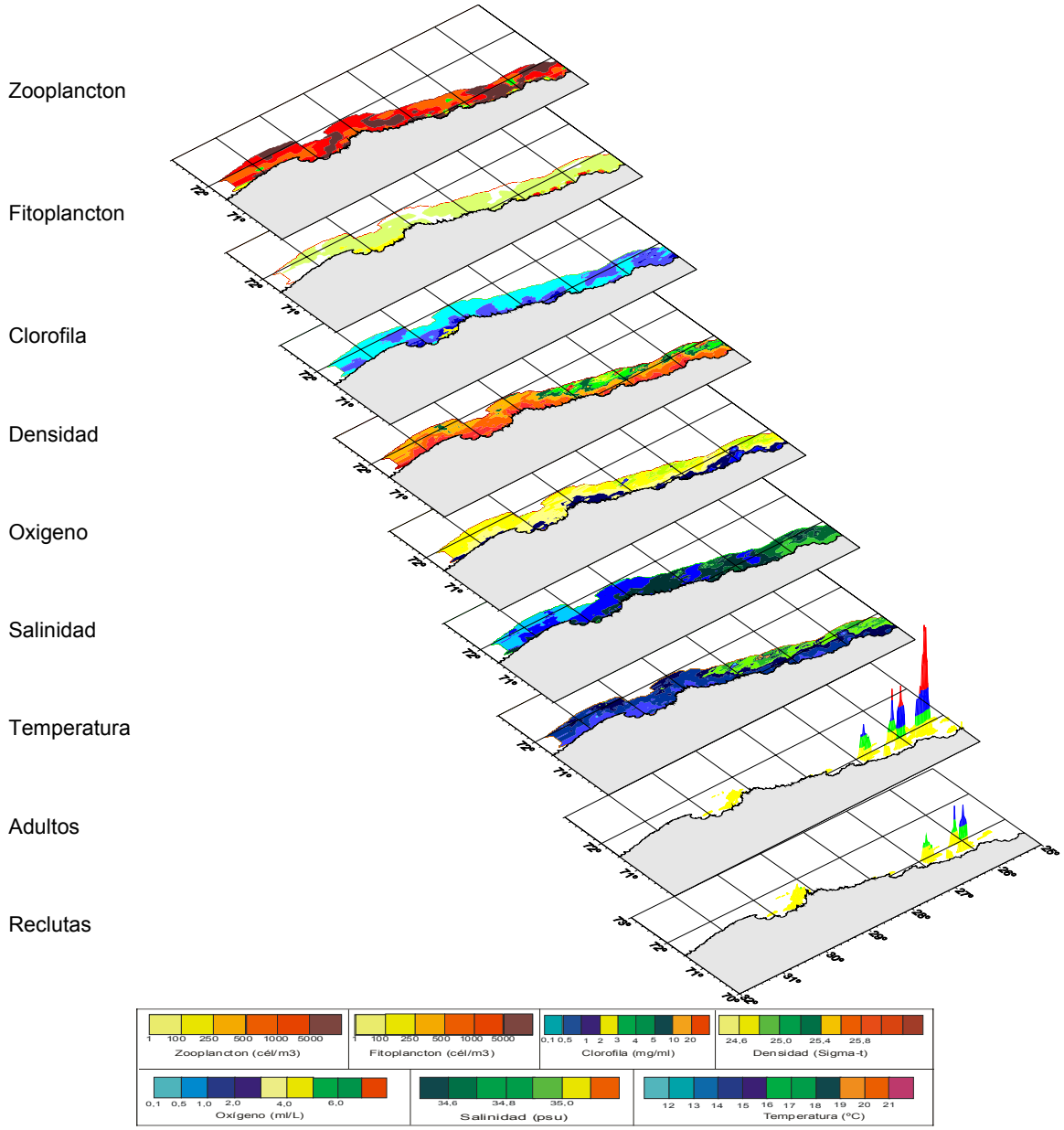


Figura 85. Distribución espacial de los adultos y reclutas y de las variables variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

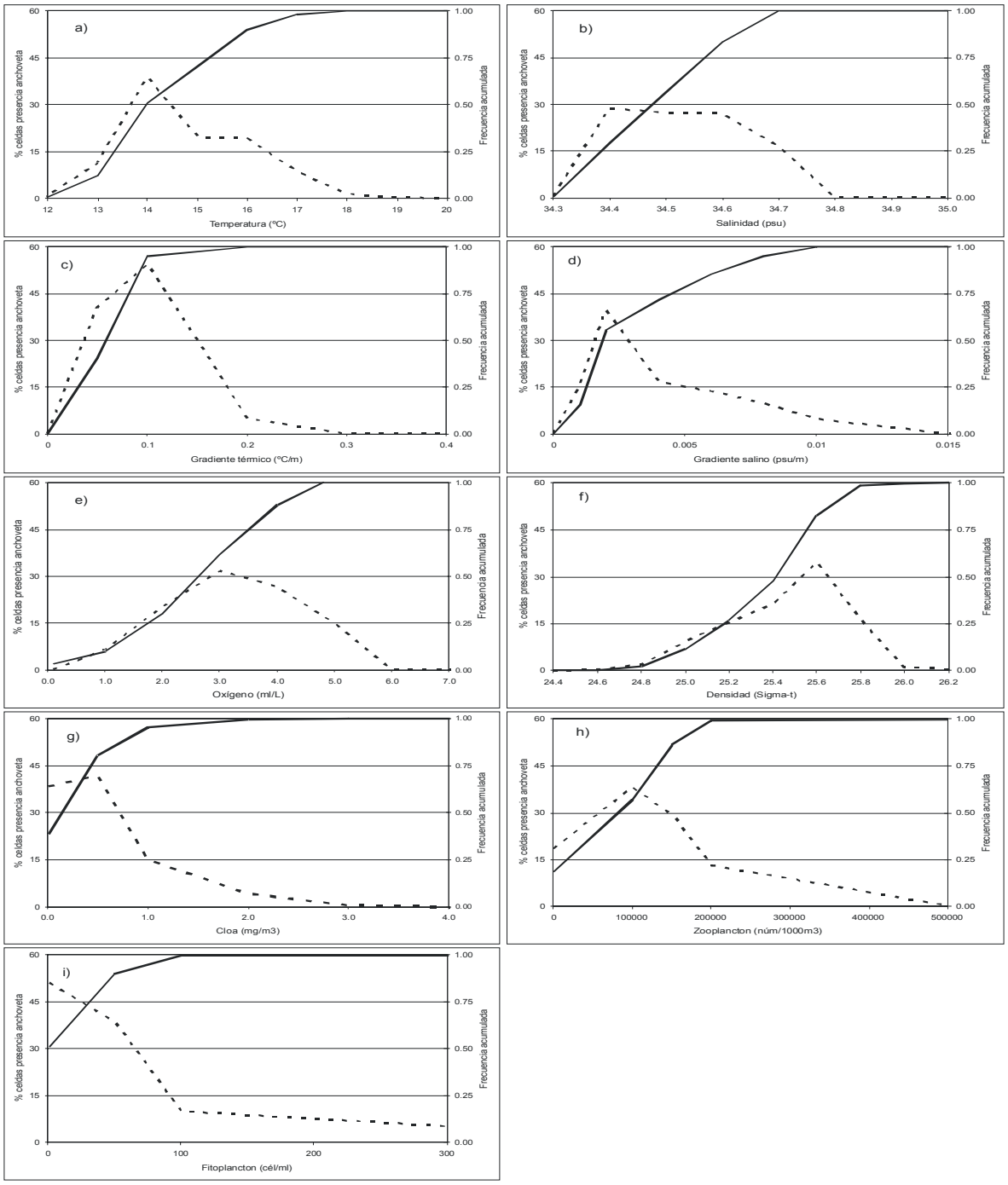


Figura 86. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

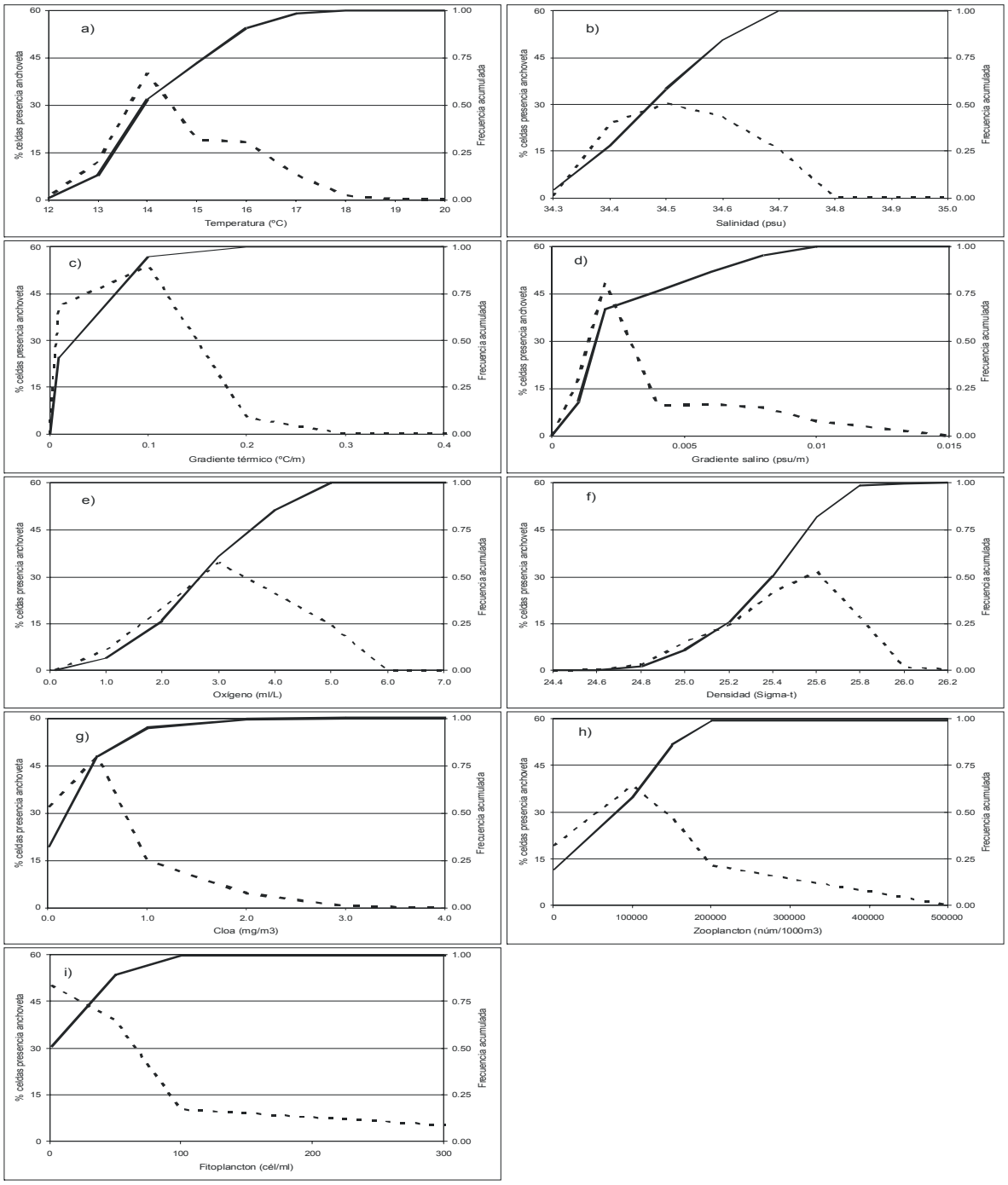


Figura 87. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN34 1002.

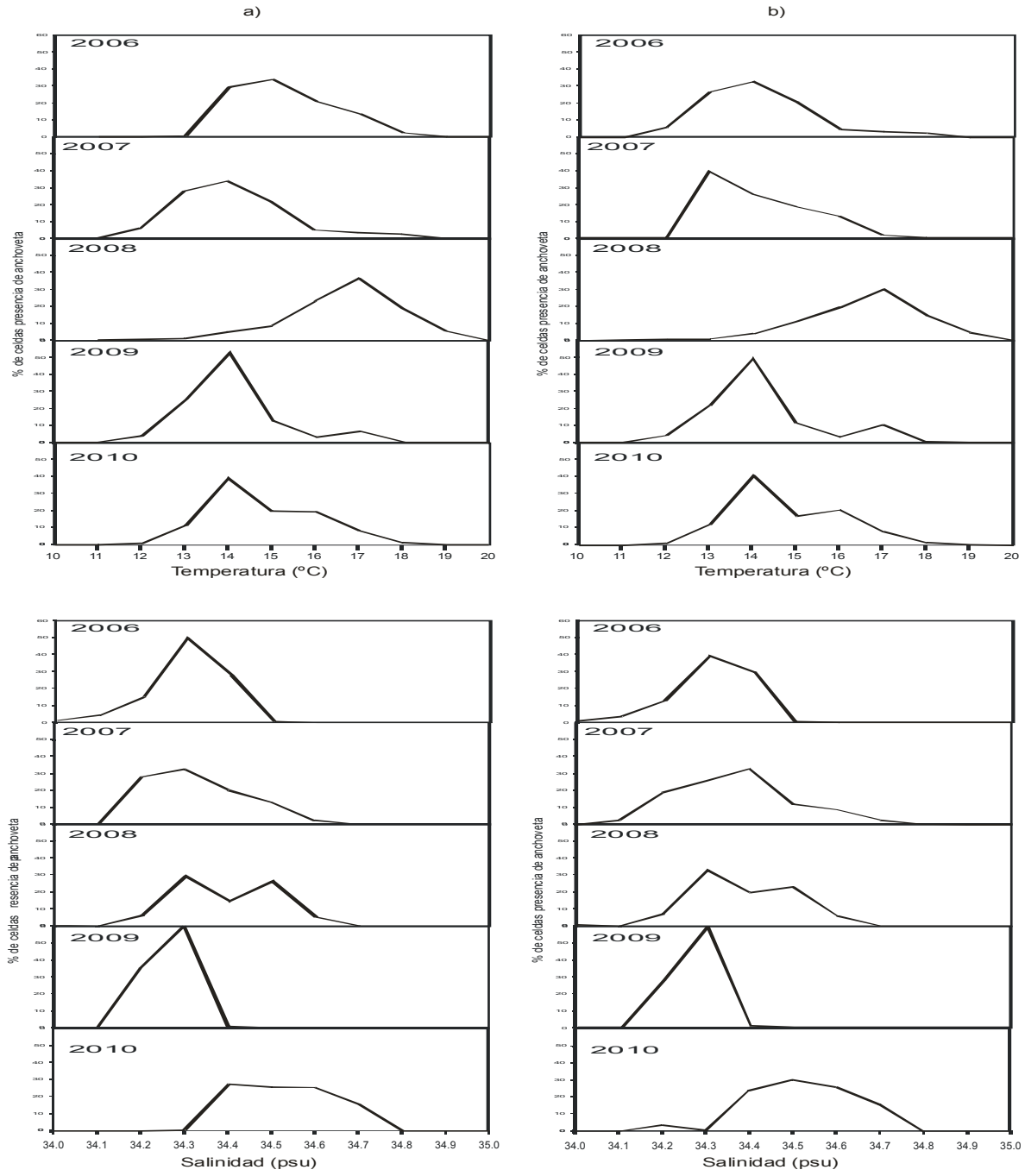


Figura 88. Rangos de distribución históricos respecto de la temperatura y salinidad a) adultos y b) reclutas. Crucero RECLAN34 1002.

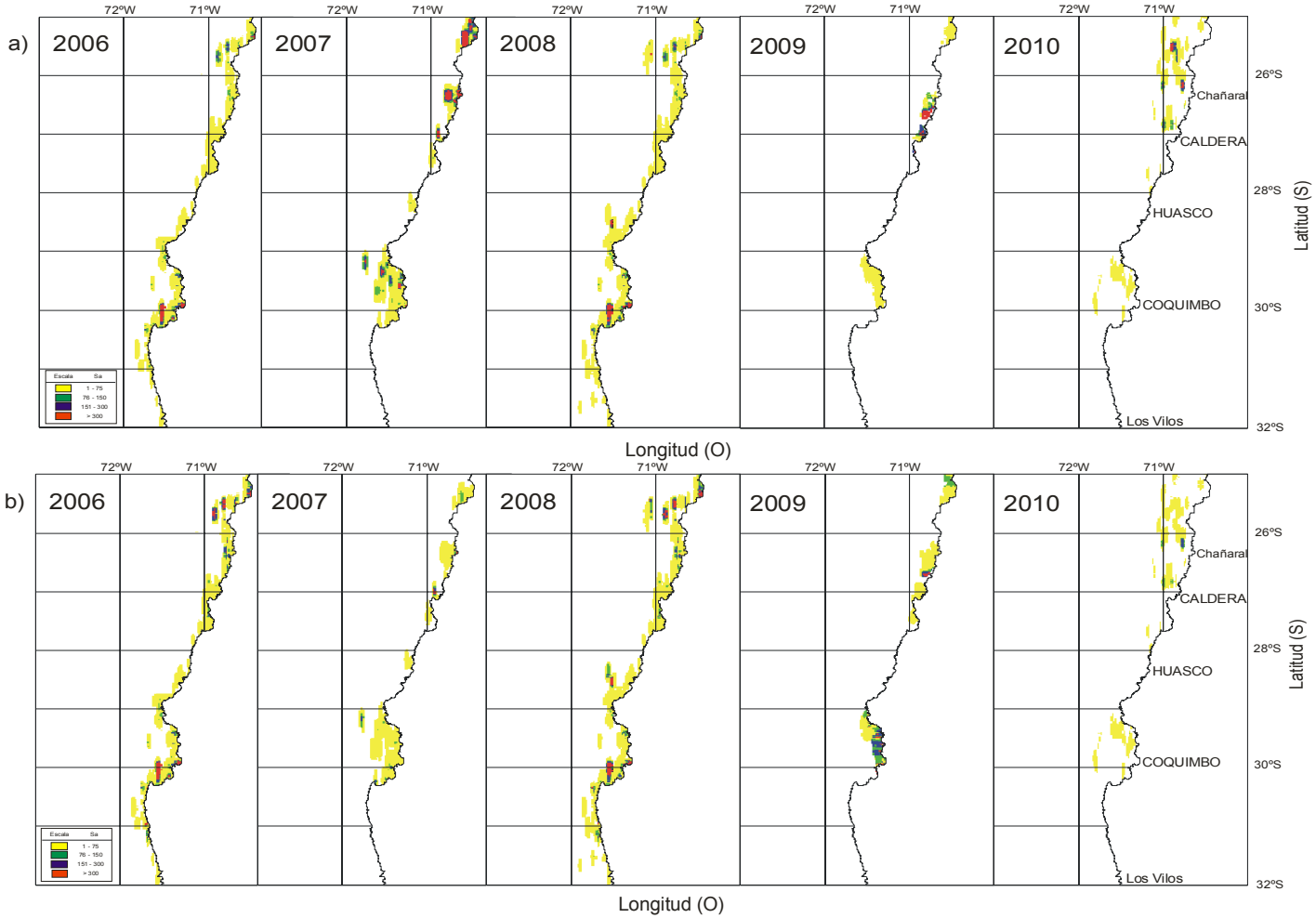


Figura 89. Distribución espacial de las distribuciones de: a) adultos y b) reclutas en la zona norte de Chile. Crucero RECLAN34 1002.

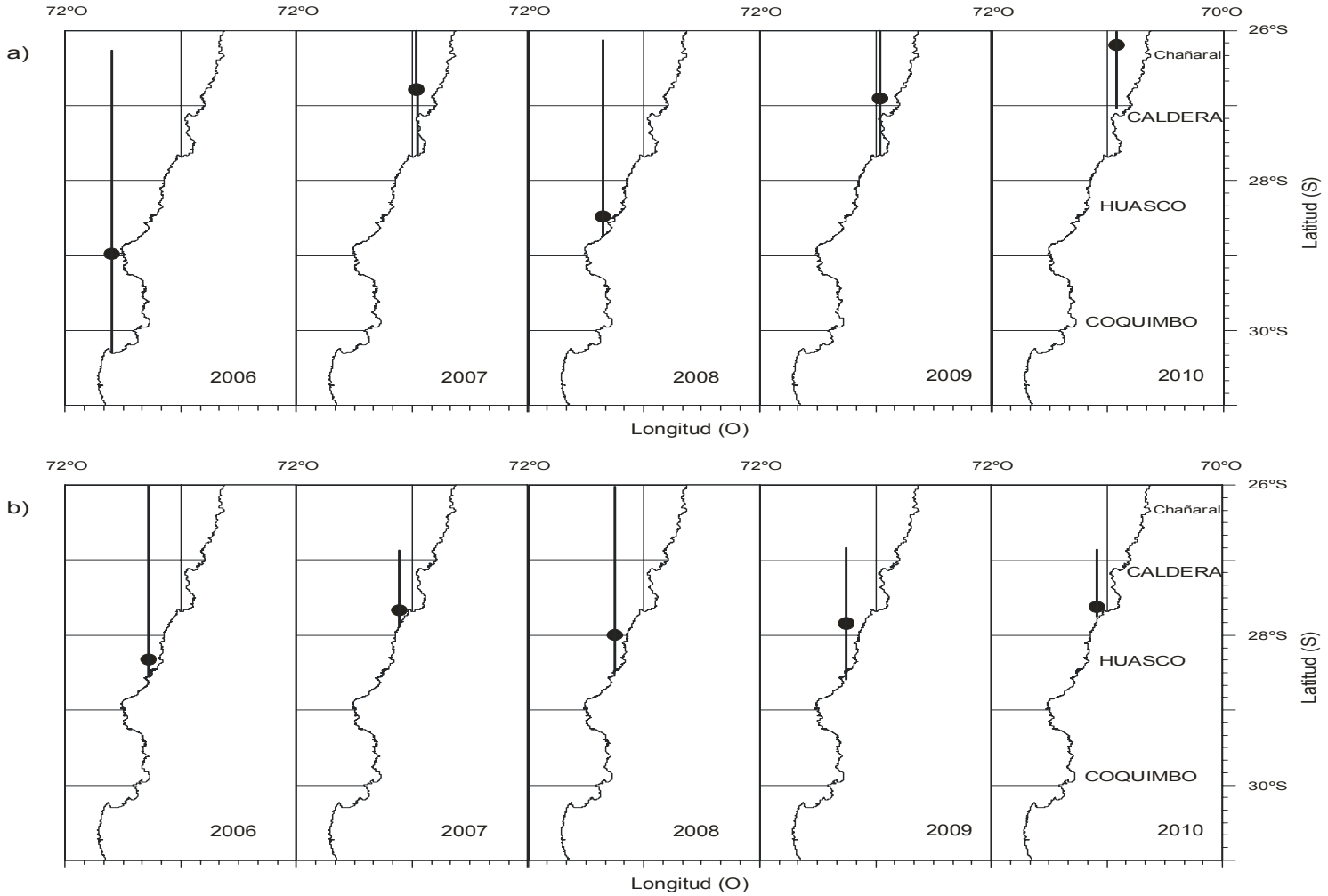


Figura 90. Localización de los centros de gravedad históricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas. Crucero RECLAN34 1002.

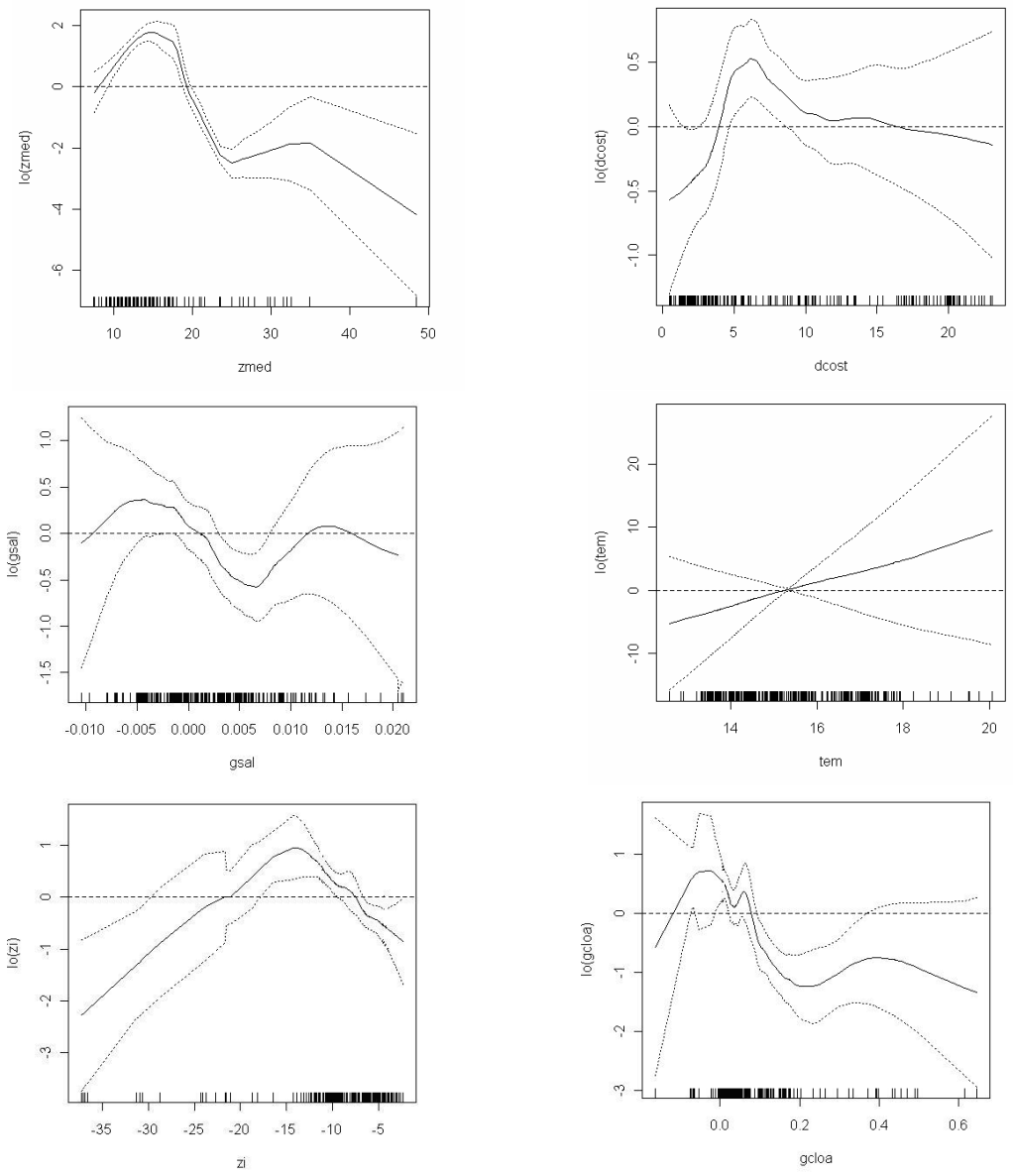
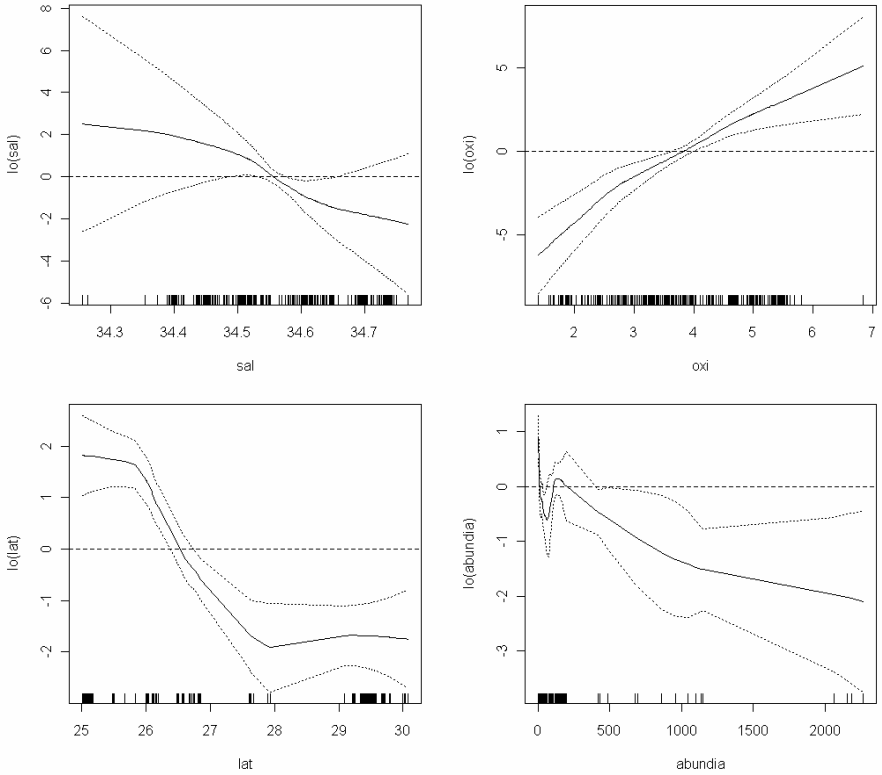


Figura 91. Efectos de los predictores profundidad media de las agregaciones (zmed), distancia a la costa (dcost), gradientes de salinidad (gsal), temperatura (tem), profundidad inicio termoclina (zi), gradiente de clorofila (gcloa), salinidad (sal), oxigeno (oxi), latitud (lat) y abundancia diatomeas (abundia) 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. RECLAN 1002.



(continuación) Figura 91. Efectos de los predictores profundidad media de las agregaciones (zmed), distancia a la costa (dcost), gradientes de salinidad (gsal), temperatura (tem), profundidad inicio termoclina (zi), gradiente de clorofila (gcloa), salinidad (sal), oxigeno (oxi), latitud (lat) y abundancia diatomeas (**abundia**) 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. RECLAN 1002.

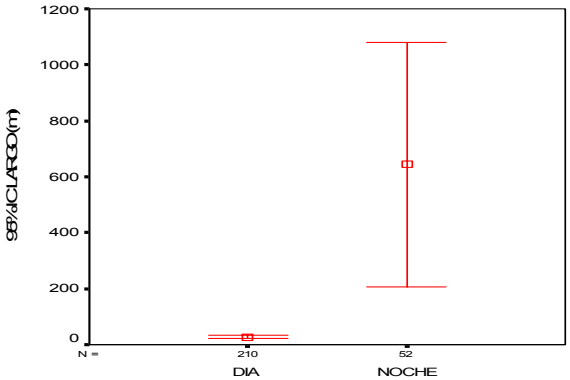


Figura 92. Valores promedio e Intervalo de confianza del largo de agregaciones de , caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

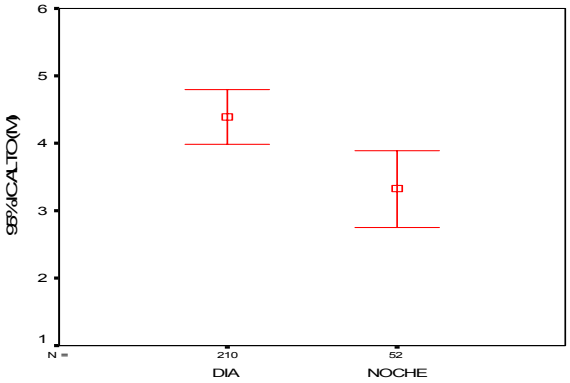


Figura 93. Valores promedio e Intervalo de confianza del alto de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

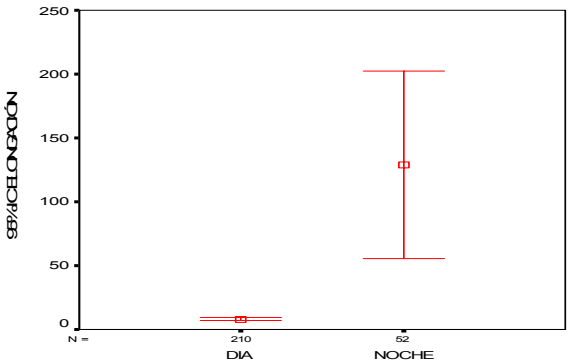


Figura 94. Valores promedio e Intervalo de confianza de la elongación de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

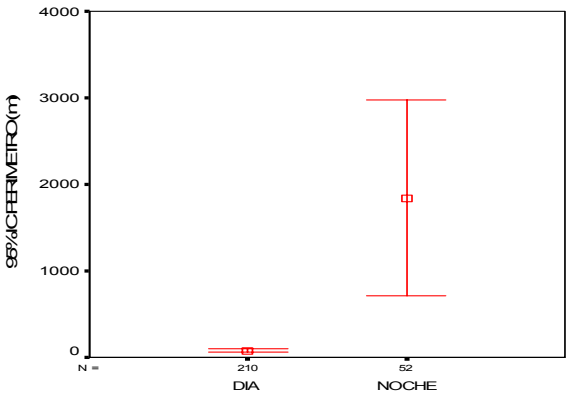


Figura 95. Valores promedio e Intervalo de confianza del perímetro de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

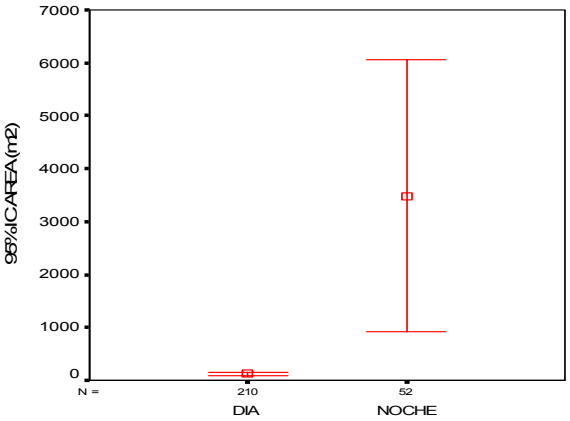


Figura 96. Valores promedio e Intervalo de confianza del área de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

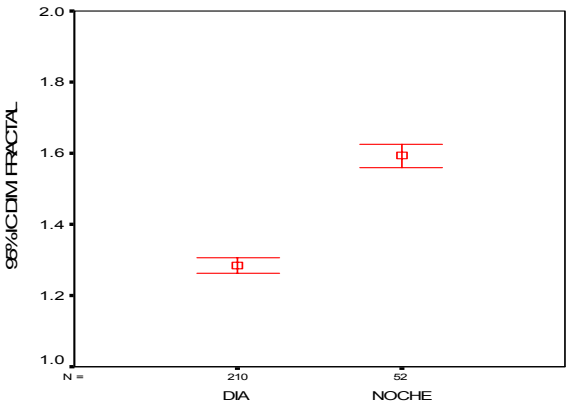


Figura 97. Valores promedio e Intervalo de confianza de la dimensión fractal de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

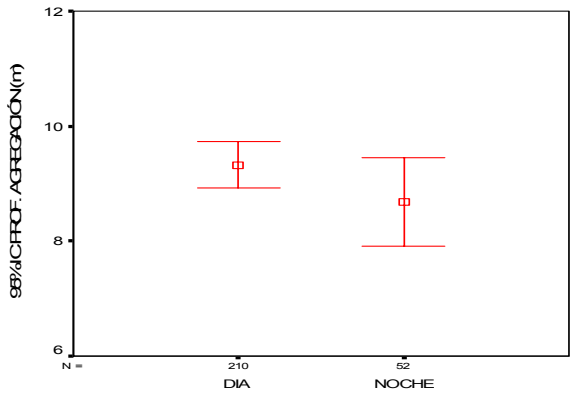


Figura 98. Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

.

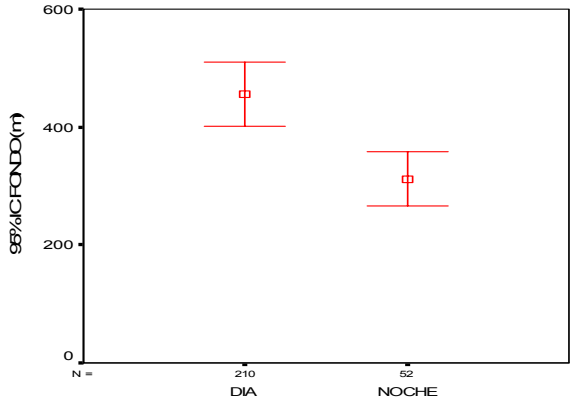


Figura 99. Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad del fondo para agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

.

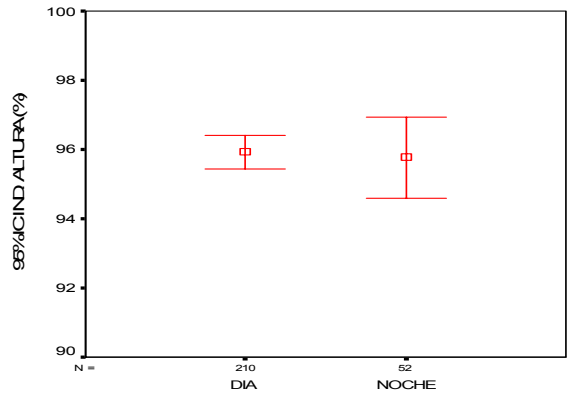


Figura 100. Valores promedio e Intervalo de confianza del índice de altura de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

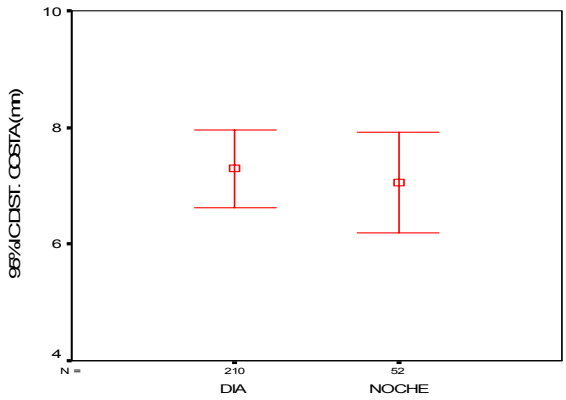


Figura 101. Valores promedio e Intervalo de confianza de la distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

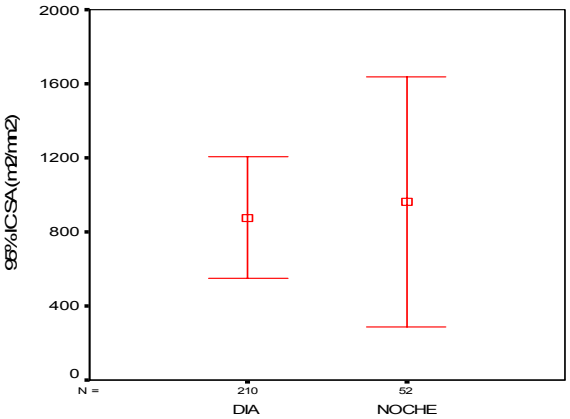


Figura 102. Valores promedio e Intervalo de confianza de los valores de SA de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

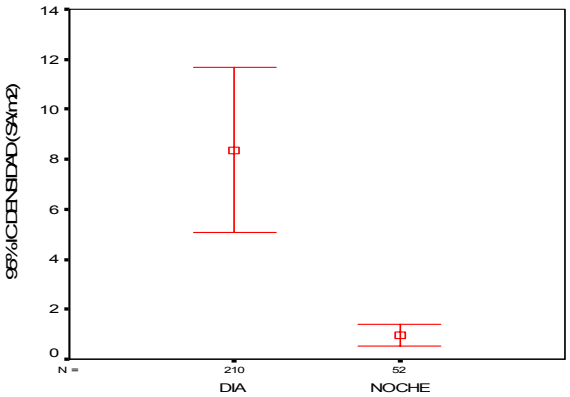


Figura 103. Valores promedio e Intervalo de confianza de la densidad acústica de agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN34 1002.

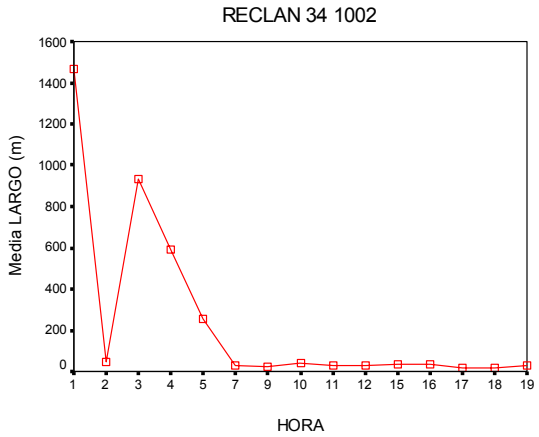


Figura 104. Promedio del largo de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

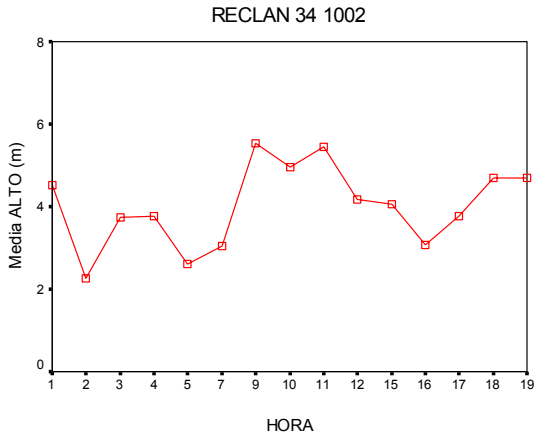


Figura 105. Promedio del alto de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

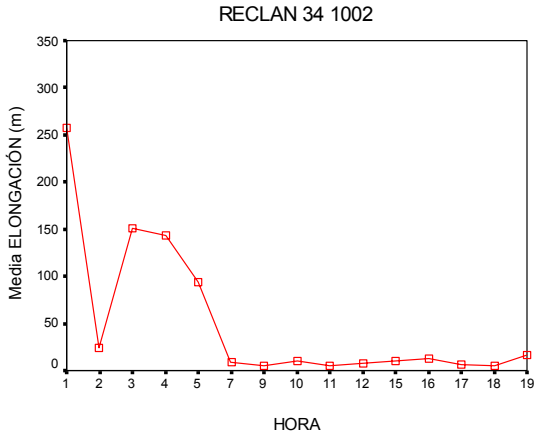


Figura 106. Promedio de elongación de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

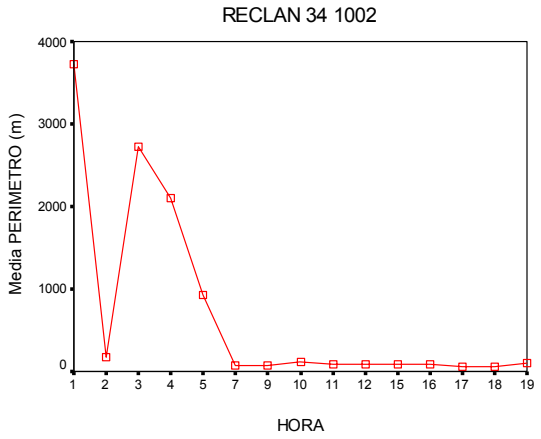


Figura 107. Promedio de perímetro de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

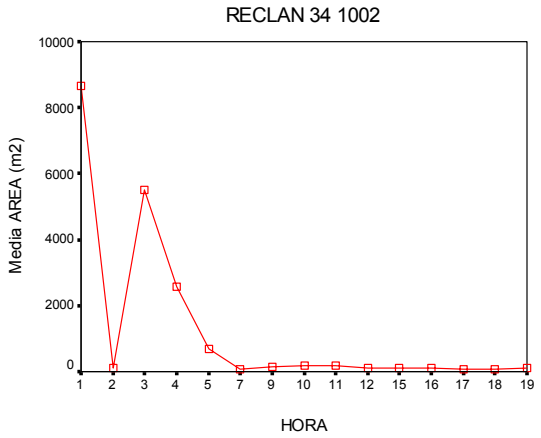


Figura 108. Promedio de área de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

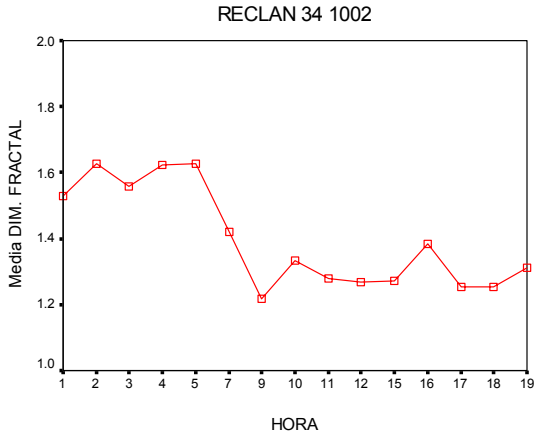


Figura 109. Promedio de la dimensión fractal por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

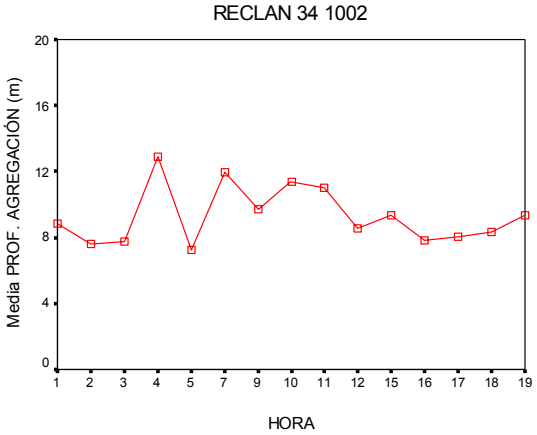


Figura 110. Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

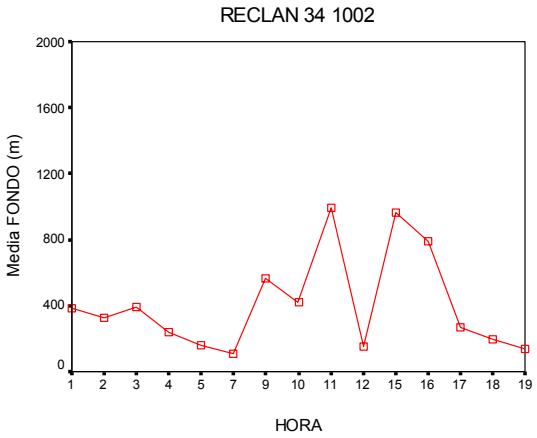


Figura 111. Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

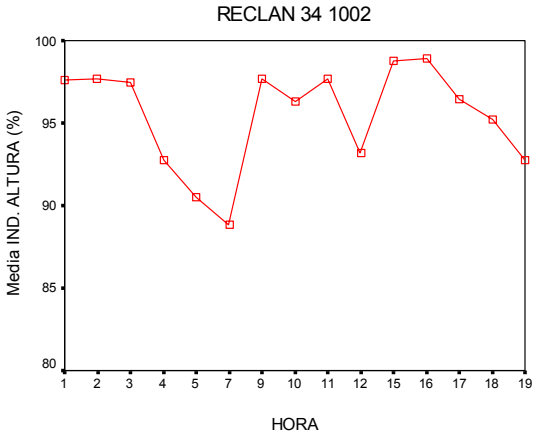


Figura 112. Promedio del índice de altura por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

.

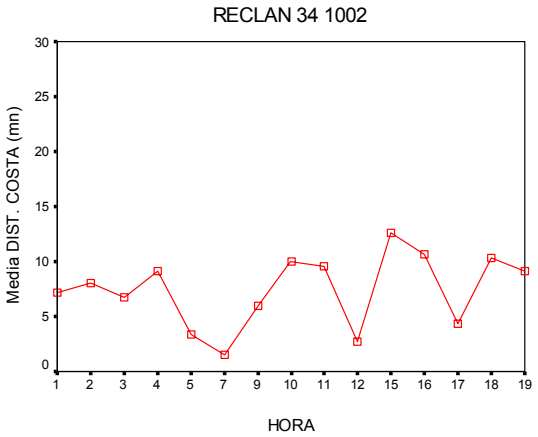


Figura 113. Promedio de la distancia a la costa de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

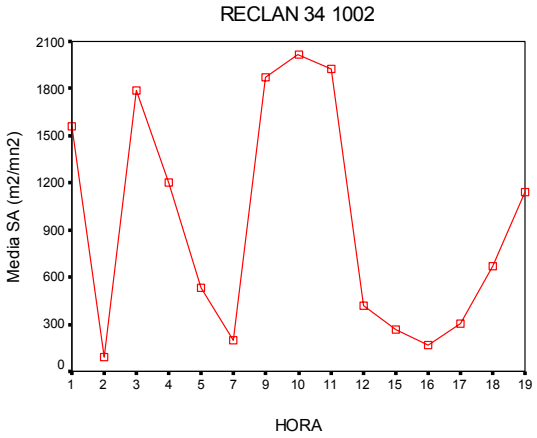


Figura 114. Promedio de energía retrodispersada por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

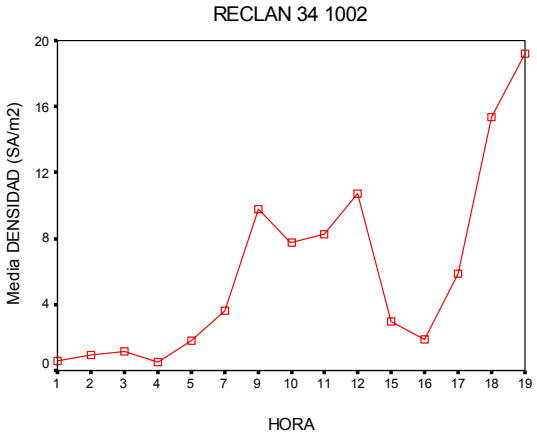


Figura 115. Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora. Crucero RECLAN34 1002.

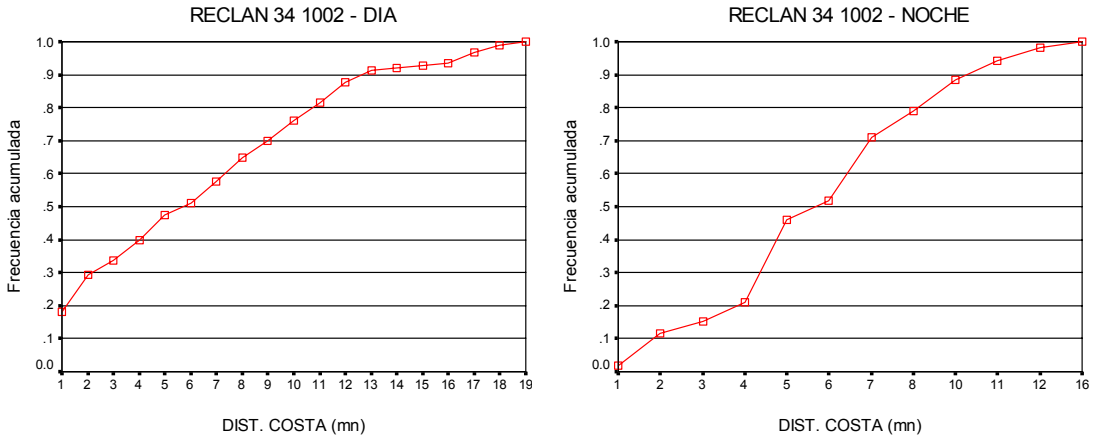


Figura 116. Frecuencia acumulada del número de observaciones por rango de distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

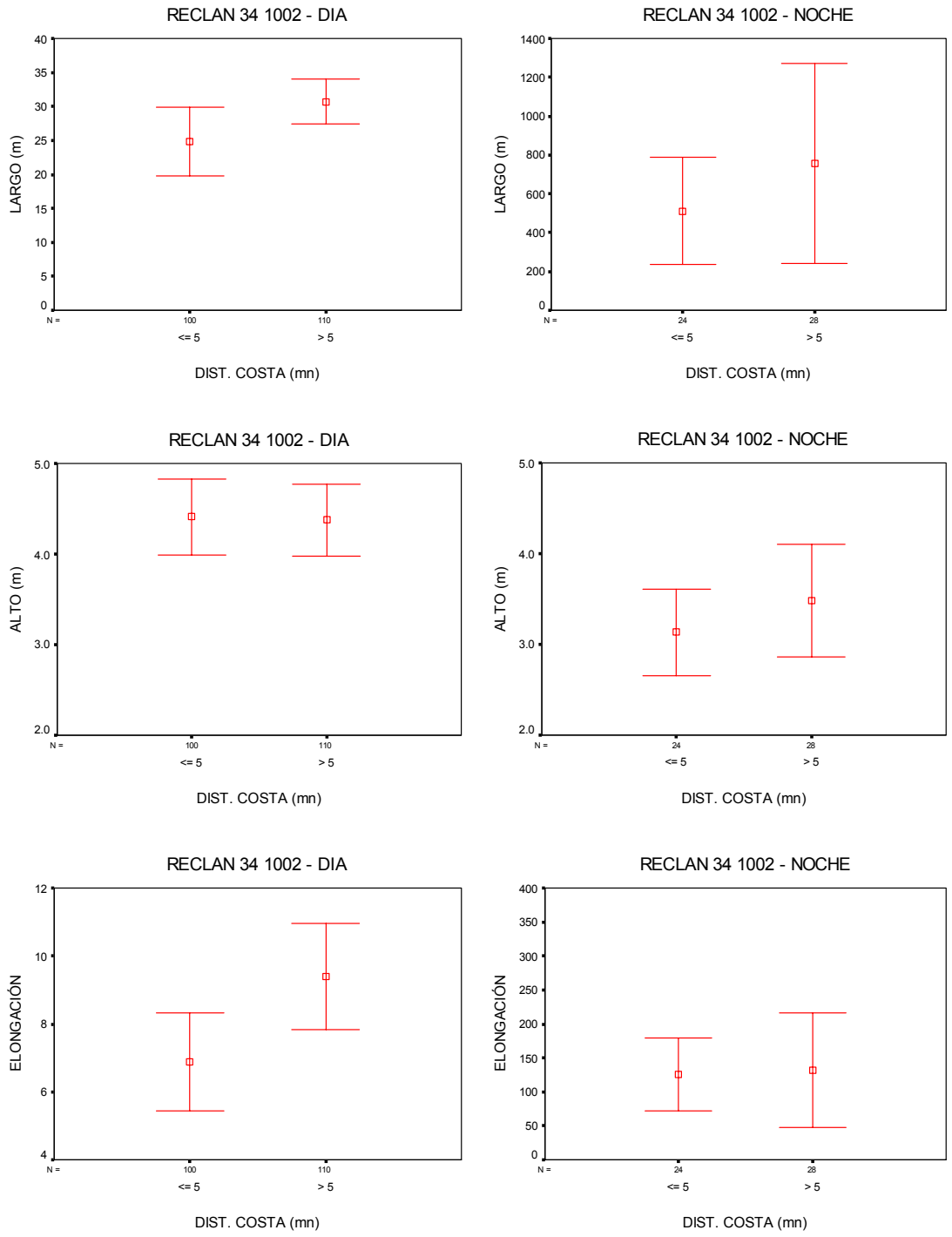


Figura 117. Promedio de largo, alto y elongación de agregaciones según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

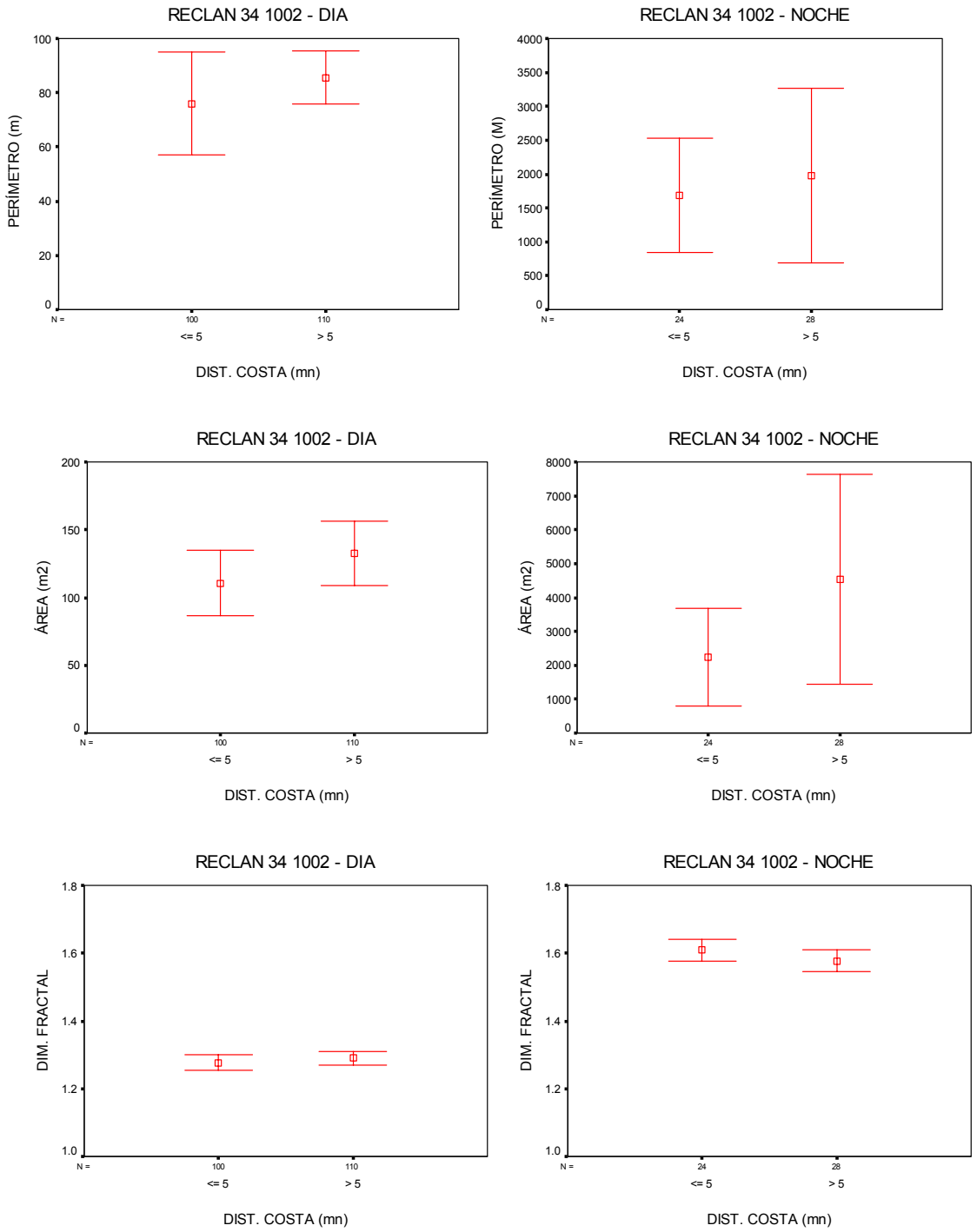


Figura 118. Promedio de perímetro, área y dimensión fractal según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

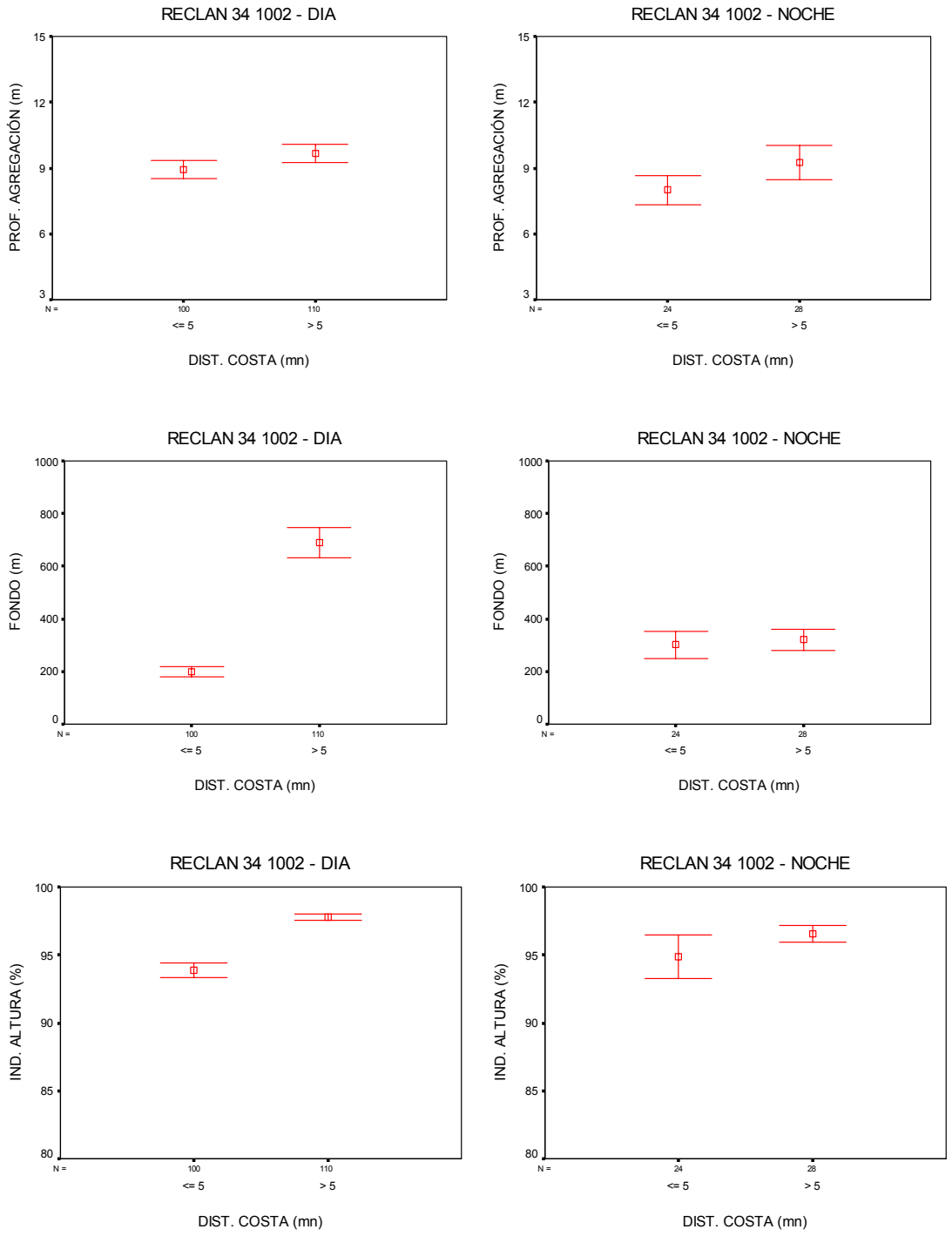


Figura 119. Promedio profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

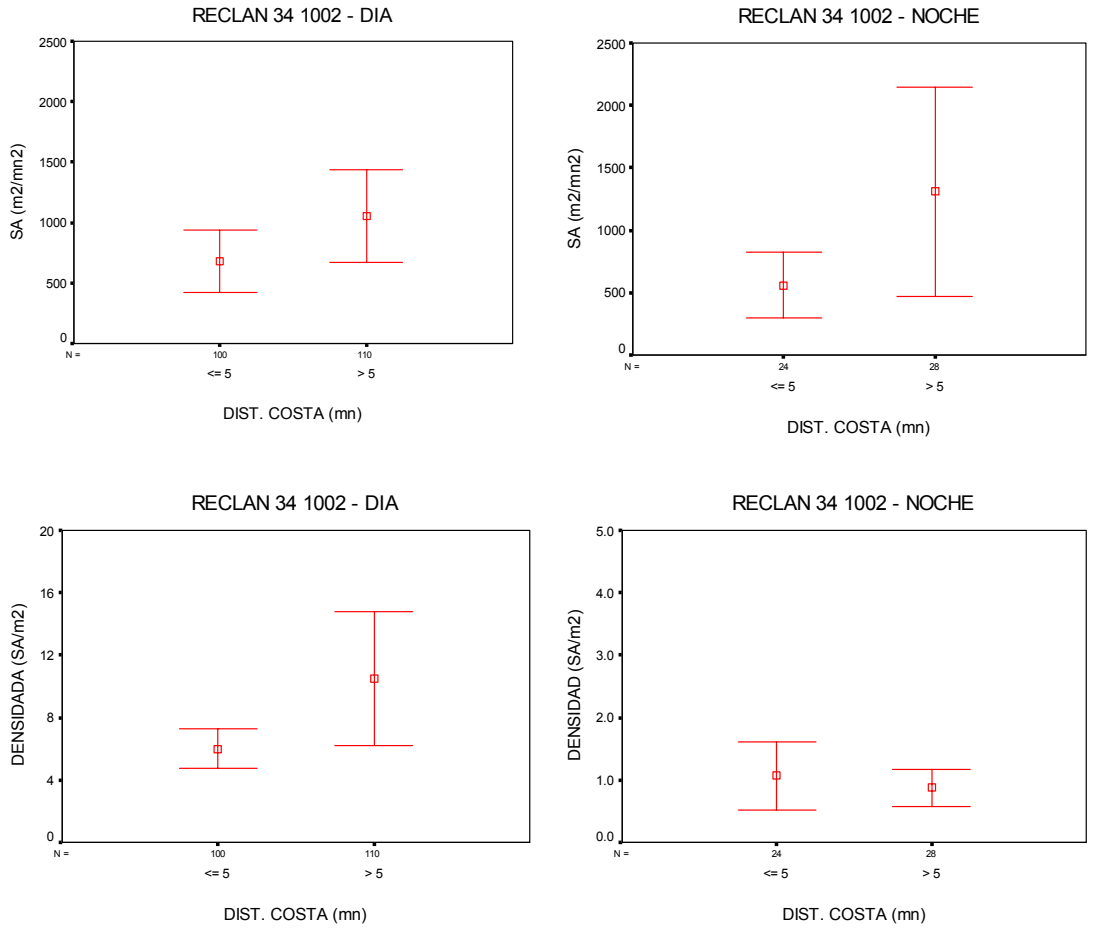


Figura 120. Promedio S_A y de densidad de agregaciones según distancia a la costa, condición diurna y nocturna. Crucero RECLAN34 1002.

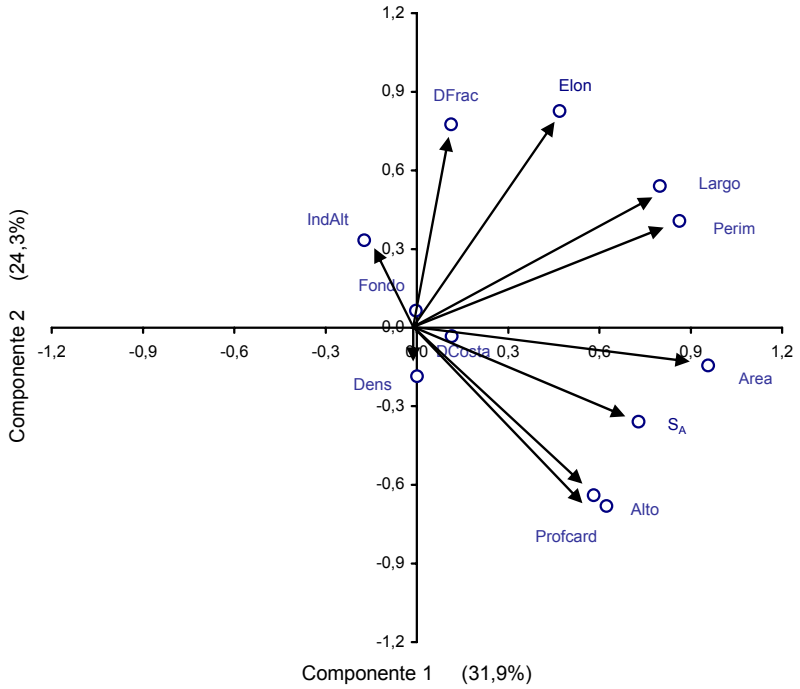


Figura 121. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

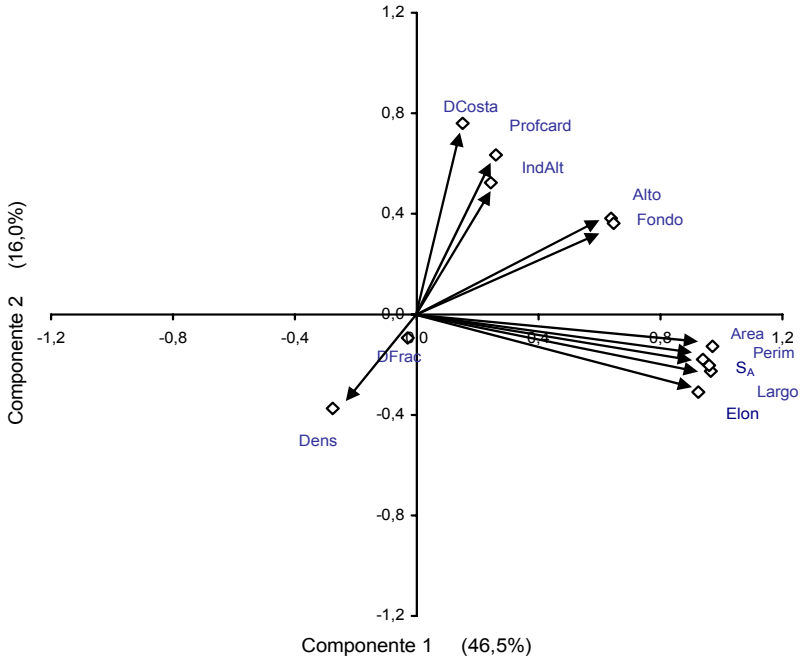


Figura 122. Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

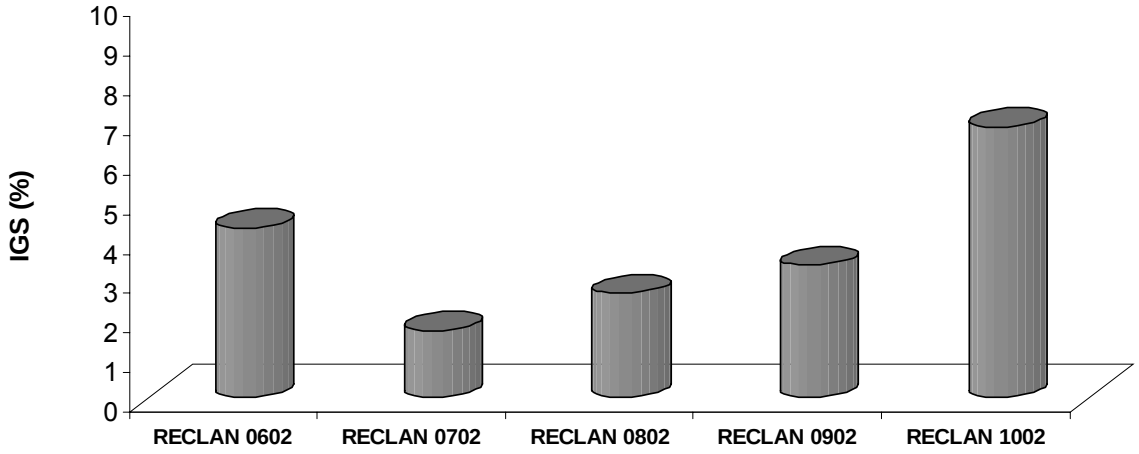


Figura 123. Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta para los cruceros RECLAN34 entre los años 2006 a 2010.

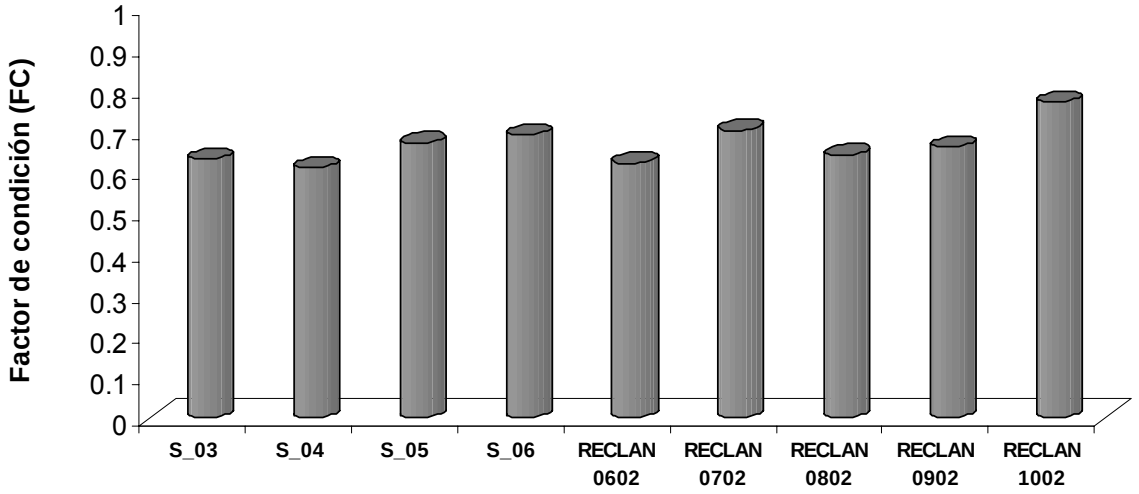


Figura 124. Factor de condición (FC) promedio de anchoveta. Seguimiento 2003, Seguimiento 2004, Seguimiento 2005 y cruceros RECLAN34 entre los años 2006 a 2010.

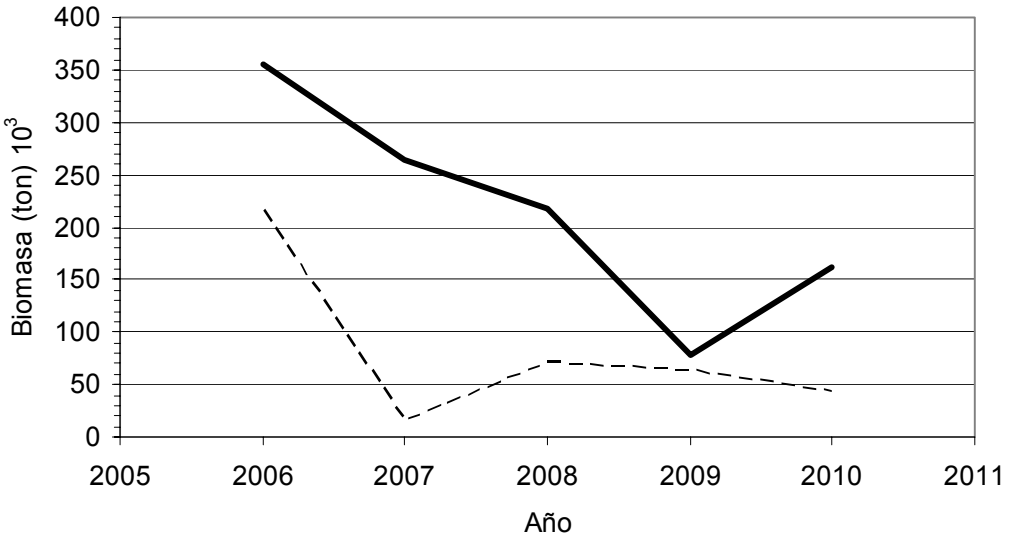
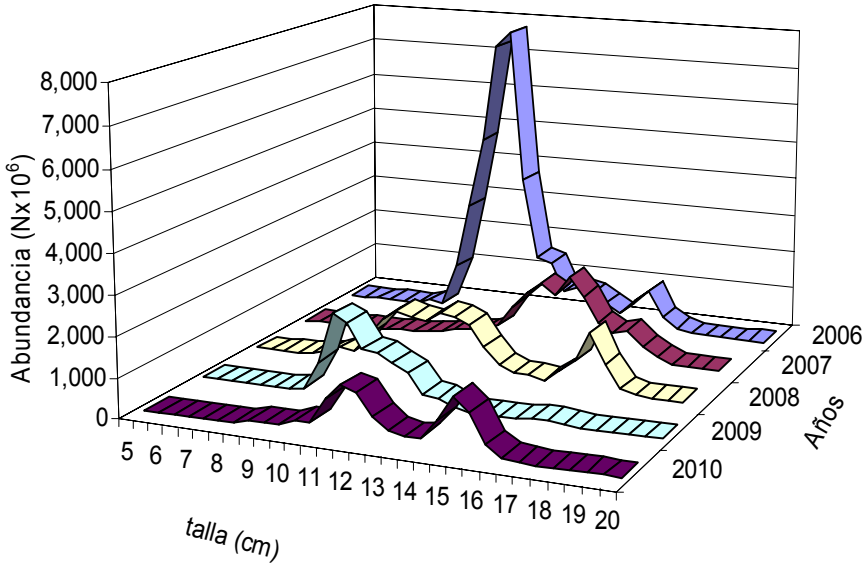


Figura 125. Abundancia y Biomasa total y juvenil de anchoveta estimadas en la III y IV Regiones en los veranos entre 2006 y 2010



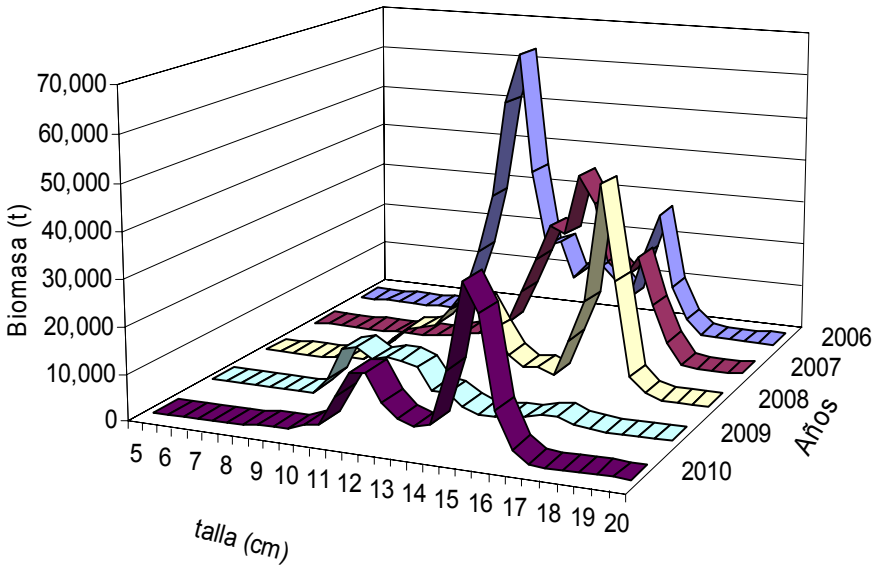


Figura 126. Abundancia y biomasa de anchoveta a la talla evaluada en la III y IV Regiones en los veranos entre 2006 y 2010.

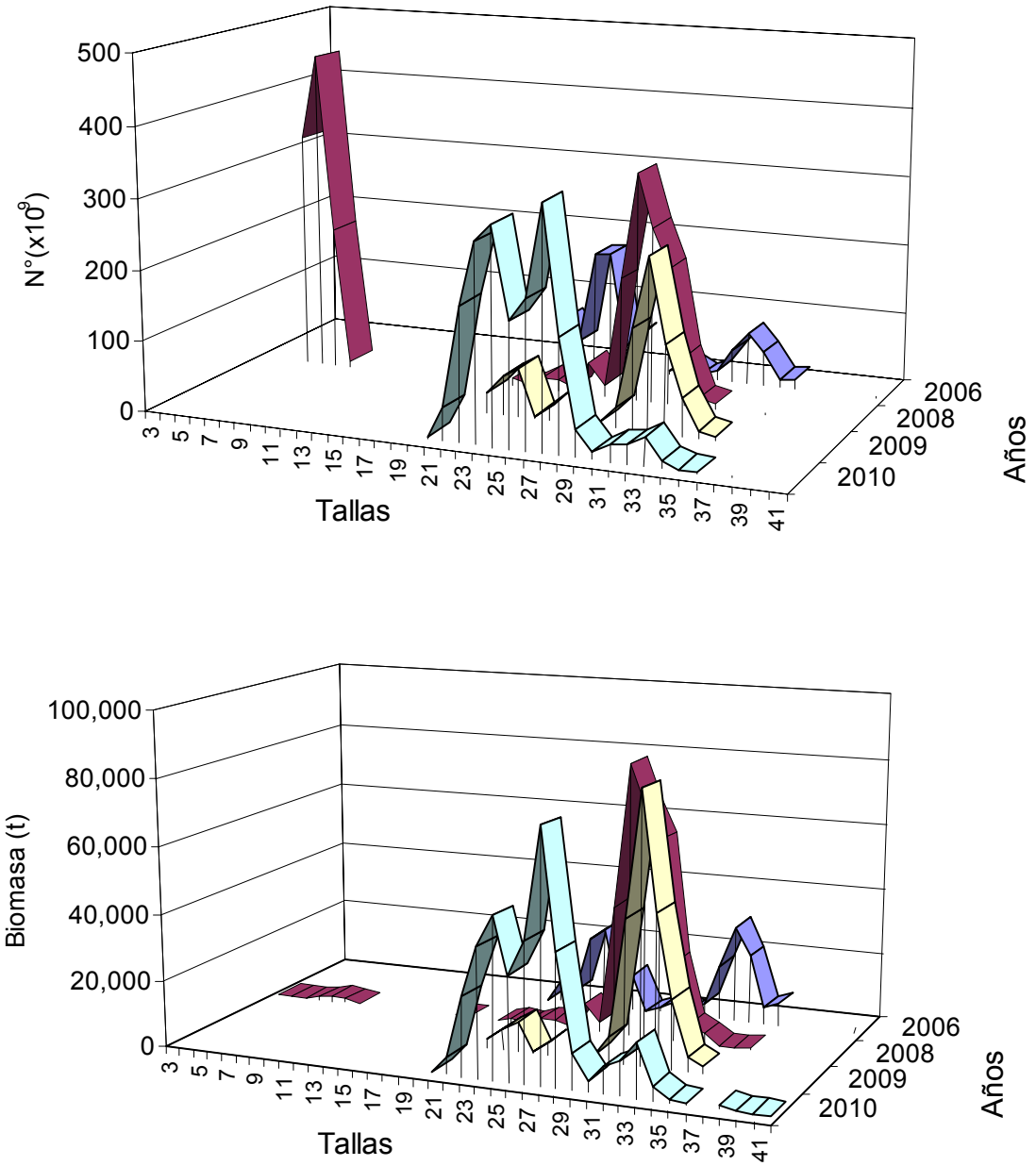


Figura 127. Abundancia y Biomasa de jurel por talla en la III-IV Region en los veranos del periodo 2006-2010.

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. Crucero RECLAN34 1002.

AGUA TIPO	SIGLA	VERANO	
		T°C	SAL.
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 RECLAN34.

RECLAN III y IV			
Año	fecha de inicio	fecha de termino	tipo dato
2006	10 de febrero	16 de febrero	MODIS
2006	18 de febrero	24 de febrero	MODIS
2007	10 de febrero	16 de febrero	MODIS
2007	26 de febrero	4 de marzo	MODIS
2008	10 de febrero	16 de febrero	MODIS
2008	18 de febrero	24 de febrero	MODIS
2009	10 de febrero	16 de febrero	MODIS
2009	18 de febrero	24 de febrero	MODIS
2010	10 de febrero	17 de febrero	MODIS
2010	16 de febrero	25 de febrero	MODIS

Tabla 4. Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la III y IV Región.

RECLAN III y IV		
Año	**Fecha de inicio**	**Fecha de término**
2006	5 de febrero	20 de febrero
2007	22 de febrero	14 de marzo
2008	8 de febrero	27 de febrero
2009	6 de febrero	25 de febrero
2010	5 de febrero	24 de febrero

Tabla 5. Variables utilizadas en la comparación histórica de cruceros RECLAN34

CRUCEROS HISTORICOS (*in situ*)
variables
Temperatura superficial del mar
Salinidad superficial del mar
Oxígeno superficial
Clorofila a superficial
SATELITAL HISTORICOS
variables
Temperatura superficial del mar
Anomalía del nivel medio del mar y velocidad geostrófica superficial

Tabla 6. Localidades donde se presentaron focos superficiales de concentración < 5 mL/L en los cruceros RECLAN34.

	Años				
Localidades	Feb-06	Feb-07	Feb-08	Feb-09	Feb-10
Rada Paposo		x	x		x
TalTal-Chañaral					x
Punta Obispo			x		x
Bahía de Copiapó		x			
Huasco-Caleta Peña Blanca			x		x
Punta Farellones-Coquimbo		x		x	x
Caleta Maitencillo de Coquimbo-Punta Farellones				x	x

Tabla 7. Número de transectas perpendiculares a la costa por rango de concentración máximas de clorofila-a (µg/L) en cada crucero. Se indica además los rangos de clorofila integrada (mg/m²) y las localidades donde se han registrado núcleos de valores > 100 mg/m², para cada crucero RECLAN34.

	Años				
Rangos de clorofila-a	Feb-06	Feb-07	Feb-08	Feb-09	Feb-10
< 1 µg/L	4	2	6	8	4
≥ 1 a < 5 µg/L	12	7	11	9	13
≥ 5 a < 10µg/L	2	7	2	2	3
≥ 10 < 30 µg/L	3	5	1	1	
≥ 30 µg/L					
n° Transectas	21	21	20	20	20
clorofila integrada (mg/m²)	< 50 a < 300	< 50 a > 600	< 50 a > 200	< 50 a < 200	< 50 a < 100
Localidades de los principales núcleos de cloaint (> 100mg/m²)					
Rada Paposo		x			
Tal-Tal		x			
Punta Ballenita-punta Obispo	x	x	x	x	
Bahía Salada		x			
Huasco-caleta Peña Blanca		x			
Caleta Inglesa-punta Totoralillo		x		x	
Coquimbo	x	x			

Tabla 8. Especies de diatomeas con sus rangos de tamaño (µm). Crucero RECLAN34 1002.

DIATOMEAS EN CADENA	MIN	MAX	DIATOMEAS SOLITARIAS	MIN	MAX
Bacteriastrum delicatulum	75	220	*Asteromphalus arachne*	45	65
Bacteriastrum elongatum	275	275	*Asteromphalus heptactis*	100	100
Cerataulina pelagica	60	100	*Corethron criophillum*	125	275
Chaetoceros affinis	100	390	*Coscinodiscus centralis*	130	190
Chaetoceros coarctatus	670	1250	*Cylindrotheca closterium*	60	125
Chaetoceros compressus	68	200	*Ditylum brigthwellii*	253	253
Chaetoceros convolutus	215	1120	*Lioloma delicatulum*	1135	1982
Chaetoceros curvisetus	125	200	*Lioloma pacificum*	525	905
Chaetoceros dancius	150	935	*Nitzschia longissima*	150	235
Chaetoceros decipiens	110	430	*Planktoniella sol*	70	120
Chaetoceros messanensis	240	240			
Chaetoceros protuberans	125	275			
Chaetoceros teres	428	895			
Dactyliosolen fragilissimus	60	275			
Eucampia zodiacus	105	720			
Fragilariopsis doliolus	45	80			
Guinardia flaccida	83	83			
Guinardia striata	85	301			
Hemiaulus hauckii	75	105			
Hemiaulus sinensis	120	120			
Lauderia annulata	50	275			
Leptocylindrus danicus	60	450			
Leptocylindrus mediterraneus	110	335			
Odontella longicruris	200	200			
Proboscia indica	400	610			
Pseudonitzschia australis	110	225			
Pseudonitzschia multiseries	70	218			
Pseudonitzschia pseudodelicatissima	60	225			
Pseudosolenia calcaravis	425	715			
Rhizosolenia bergonii	275	685			
Rhizosolenia imbricata	200	735			
Rhizosolenia imbricata var. minuta	150	1735			
Rhizosolenia setigera	200	515			
Rhizosolenia styliformis	400	875			
Skeletonema costatum	75	375			
Stephanopyxis turris	115	375			
Thalassionema nitzschioides	50	100			
Thalassiosira angustelineata	60	88			
Thalassiosira subtilis	100	375			
Thalassiotrix frauenfeldii	135	250			

Tabla 9. Especies y géneros de flagelados con sus rangos de tamaño (µm). Crucero RECLAN34 1002.

FLAGELADOS	MIN	MAX	FLAGELADOS	MIN	MAX
Actiniscus pentasterias	35	35	*Distephanus speculum var. octonarius*	40	60
Amphisolenia bidentata	310	310	*Distephanus speculum var. polyactis*	40	50
Brachidinium capitatum	90	115	*Distephanus speculum var. septenarius*	40	45
Ceratium azoricum	100	135	*Goniodoma polyedricum*	60	75
Ceratium contortum	290	290	*Gonyaulax grindleyii*	50	60
Ceratium declinatum	190	240	*Gonyaulax polygramma*	70	75
Ceratium furca var. berghii	150	287	*Lingulodinium polyedrum*	65	70
Ceratium furca var. eugrammun	130	150	*Oxytoxum scolopax*	100	100
Ceratium fusus var. seta	225	380	*Podolampas bipes*	125	125
Ceratium lineatum	100	150	*Podolampas palmipes*	100	120
Ceratium macroceros	300	325	*Podolampas spinifera*	150	150
Ceratium massiliense	200	230	*Prorocentrum micans*	55	55
Ceratium pentagonum	195	310	*Prorocentrum obtusidens*	60	65
Ceratium ranipes	200	200	*Protoperidinium brochii*	80	80
Ceratium trichoceros	395	455	*Protoperidinium claudicans*	100	133
Ceratium tripos	200	225	*Protoperidinium conicum*	80	100
Corythodinium diploconus	75	75	*Protoperidinium depressum*	125	145
Corythodinium longiceps	65	65	*Protoperidinium divergens*	75	110
Corythodinium reticulatum	65	70	*Protoperidinium oceanicum*	145	175
Corythodinium sceptrum	60	65	*Protoperidinium pedunculatum*	65	70
Corythodinium tesselatum	70	80	*Protoperidinium pellucidum*	50	50
Dictyocha fibula	40	70	*Protoperidinium steinii*	75	100
Dinophysis acuminata	50	50	*Ptychodiscus noctiluca*	60	80
Dinophysis caudata	90	100	*Colonias Nanoflagelados*	75	250
Dinophysis mitra	75	75	*Eutreptiella sp.*	50	50
Dinophysis rotundata	50	50	*Gymnodinium sp.*	30	130
Dinophysis tripos	110	115	*Gyrodinium sp.*	50	130
Diplopsalis lenticula	60	100	*Kofoidinium splendens*	215	325
Distephanus speculum	40	65	*Pyrocystis lunula*	95	125

Tabla 10. Abundancia celular integrada (cél/mL) y aporte porcentual (%) de diatomeas (DIATO) y flagelados (FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn). Crucero RECLAN34 1002.

TRANSECTA	ESTACION	DDC	TOTAL	DIATO	FLAGE	%DIATO	%FLAGE
1	2	20	3,6	2,6	1,0	72,6	27,4
	3	10	2,8	2,0	0,8	71,2	28,8
	4	5	27,6	26,4	1,2	95,6	4,4
	5	1	3,0	2,7	0,3	89,8	10,2
3	7	20	4,3	4,0	0,4	91,6	8,4
	8	10	6,9	6,0	0,9	87,3	12,7
	9	5	4,9	4,3	0,6	87,5	12,5
	10	1	4,9	4,5	0,4	91,7	8,3
5	12	20	0,5	0,4	0,1	79,9	20,1
	13	10	6,2	5,5	0,7	88,7	11,3
	14	5	30,3	28,2	2,2	92,8	7,2
	15	1	4,5	4,1	0,3	92,8	7,2
7	17	20	2,3	2,2	0,1	95,2	4,8
	18	10	2,0	1,8	0,2	88,8	11,2
	19	5	0,5	0,3	0,1	73,2	26,8
	20	1	0,4	0,3	0,1	82,4	17,6
9	22	20	2,8	1,9	0,9	67,1	32,9
	23	10	2,3	2,2	0,1	94,5	5,5
	24	5	0,8	0,5	0,2	70,0	30,0
	25	1	24,3	22,1	2,2	90,9	9,1
11	27	20	0,5	0,5	0,0	94,0	6,0
	28	10	16,1	16,0	0,1	99,6	0,4
	29	5	11,9	11,8	0,1	99,5	0,5
	30	1	0,8	0,7	0,1	83,2	16,8
13	32	20	0,2	0,1	0,1	30,9	69,1
	33	10	3,1	2,9	0,1	95,4	4,6
	34	5	0,5	0,2	0,3	44,8	55,2
	35	1	0,8	0,8	0,1	90,7	9,3
15	37	20	0,2	0,1	0,1	46,4	53,6
	38	10	0,4	0,3	0,1	70,7	29,3
	39	5	1,0	1,0	0,0	96,5	3,5
	40	1	0,0	0,0	0,0	91,7	8,3
17	42	20	5,2	0,3	5,0	5,4	94,6
	43	10	1,1	0,7	0,4	62,0	38,0
	44	5	8,1	8,1	0,0	99,7	0,3
	45	1	0,6	0,5	0,1	80,7	19,3
19	47	1	0,3	0,0	0,3	7,7	92,3
	48	5	13,1	0,1	13,0	0,9	99,1
	49	10	18,1	0,2	17,9	1,2	98,8
	50	20	27,5	0,2	27,3	0,8	99,2

Continuación Tabla 10

TRANSECTA	ESTACION	DDC	TOTAL	DIATO	FLAGE	%DIATO	%FLAGE
21	52	20	9,7	0,2	9,5	1,8	98,2
	53	10	0,2	0,0	0,2	6,7	93,3
	54	5	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
	55	1	0,0	0,0	0,0	77,3	22,7
23	57	20	0,4	0,1	0,3	20,1	79,9
	58	10	0,0	0,0	0,0	58,3	41,7
	59	5	0,0	0,0	0,0	43,5	56,5
	60	1	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
25	62	20	0,1	0,1	0,1	49,8	50,2
	63	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	64	5	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
	65	1	18,1	18,1	0,0	99,9	0,1
27	67	20	0,2	0,0	0,2	5,4	94,6
	68	10	13,2	13,1	0,1	99,1	0,9
	69	5	35,7	35,4	0,3	99,2	0,8
	70	1	168,5	168,1	0,5	99,7	0,3
29	72	1	46,6	46,3	0,3	99,5	0,5
	73	5	37,7	37,2	0,6	98,5	1,5
	74	10	24,3	23,8	0,5	98,0	2,0
	75	20	23,8	23,8	0,0	99,8	0,2
31	77	1	25,8	25,7	0,1	99,8	0,2
	78	5	27,2	27,0	0,3	98,9	1,1
	79	10	12,2	12,2	0,1	99,6	0,4
	80	20	6,9	6,6	0,3	95,3	4,7
33	82	1	3,1	2,8	0,3	90,0	10,0
	83	5	41,5	41,4	0,1	99,7	0,3
	84	10	43,3	43,3	0,1	99,8	0,2
	85	20	0,8	0,2	0,5	30,9	69,1
35	87	1	0,1	0,1	0,0	70,6	29,4
	88	5	0,6	0,2	0,4	28,4	71,6
	89	10	0,4	0,2	0,2	43,8	56,3
	90	20	0,2	0,0	0,2	21,0	79,0
37	92	1	0,0	0,0	0,0	8,3	91,7
	93	5	0,3	0,3	0,0	95,1	4,9
	94	10	0,1	0,1	0,0	99,1	0,9
	95	20	5,0	5,0	0,0	99,3	0,7
39	97	20	0,5	0,5	0,1	90,7	9,3
	98	10	0,2	0,2	0,0	99,4	0,6
	99	5	0,2	0,2	0,0	100,0	0,0
	100	1	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0

Tabla 11. Tamaño (µm) promedio de diatomeas (T-DIATO) y flagelados (T-FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn). Crucero RECLAN34 1002.

TRANSECTA	ESTACION	DDC	T-DIATO	T-FLAGE
1	2	20	207	113
	3	10	181	118
	4	5	242	96
	5	1	209	64
3	7	20	234	100
	8	10	233	88
	9	5	141	100
	10	1	146	71
5	12	20	146	91
	13	10	226	109
	14	5	239	80
	15	1	168	86
7	17	20	179	110
	18	10	138	96
	19	5	273	86
	20	1	210	83
9	22	20	218	99
	23	10	376	60
	24	5	162	78
	25	1	138	62
11	27	20	129	83
	28	10	185	102
	29	5	164	98
	30	1	175	76
13	32	20	323	171
	33	10	106	89
	34	5	83	108
	35	1	145	92
15	37	20	102	107
	38	10	87	95
	39	5	265	55
	40	1	92	40
17	42	20	108	129
	43	10	127	139
	44	5	200	97
	45	1	100	100
19	47	1	91	148
	48	5	120	151
	49	10	178	130
	50	20	155	129

Continuación Tabla 11

TRANSECTA	ESTACION	DDC	T-DIATO	T-FLAGE
21	52	20	122	114
	53	10	103	156
	54	5	83	
	55	1	112	50
23	57	20	93	162
	58	10	120	119
	59	5	135	122
	60	1	75	
25	62	20	183	97
	63	10		
	64	5	135	
	65	1	218	134
27	67	20	190	134
	68	10	272	134
	69	5	150	84
	70	1	181	93
29	72	1	162	93
	73	5	161	90
	74	10	179	83
	75	20	242	110
31	77	1	173	87
	78	5	214	63
	79	10	230	78
	80	20	319	111
33	82	1	419	103
	83	5	217	91
	84	10	316	98
	85	20	121	125
35	87	1	428	85
	88	5	544	148
	89	10	677	133
	90	20	187	118
37	92	1	650	125
	93	5	330	120
	94	10	270	50
	95	20	272	103
39	97	20	332	138
	98	10	643	75
	99	5	701	
	100	1	580	

Tabla 12. Aporte porcentual (%) de las especies de diatomeas con las mayores abundancias por transecta (T). PO: porcentaje de ocurrencia (%). Crucero RECLAN34 1002.

DIATOMEAS	T1	T3	T5	T7	T9	T11	T13	T15	T17	T19	PO
Chaetoceros compressus	44,9	17,6	37,8	5,0		67,9	12,0		50,9		45
Chaetoceros convolutus				4,6	11,5						
Chaetoceros decipiens	13,4	18,2	15,6	12,6	9,6						25
Dactyliosolen fragilissimus				9,9	42,5		23,2	14,5	10,3	11,7	30
Pseudonitzschia pseudodelicatissima	20,7	35,9	25,6	42,0	14,1	23,1	53,9	70,5	32,4	66,8	
	T21	**T23**	**T25**	**T27**	**T29**	**T31**	**T33**	**T35**	**T37**	**T39**	
Chaetoceros convolutus								67,8		45,8	10
Guinardia striata		9,7	98,6	96,7	85,1	68,4	98,7	8,3	91,1		40
Pseudonitzschia pseudodelicatissima	60,3	54,8						3,9		14,9	70

Tabla 13. Aporte porcentual (%) de las especies y géneros de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T). PO: porcentaje de ocurrencia (%).Crucero RECLAN34 1002.

FLAGELADOS	T1	T3	T5	T7	T9	T11	T13	T15	T17	T19	PO
Brachidinium capitatum	18,0	7,1	18,8	10,2							20
Ceratium declinatum				5,8			12,1				10
Ceratium furca var. berghii							6,1		7,0		
Colonias Nanoflagelados									87,0	98,5	
Diplopsalis lenticula					37,2						5
Distephanus speculum var. octonarius	5,4	9,9	7,2	5,1							20
Gymnodinium sp.	6,2	22,8	17,6	10,2	22,4	9,8	32,1	29,5			
Gyrodinium sp.	23,4	20,3	10,0	17,5	6,6	9,8	14,5	20,3			
Protoperidinium pellucidum						36,9					20
	T21	**T23**	**T25**	**T27**	**T29**	**T31**	**T33**	**T35**	**T37**	**T39**	
Ceratium furca var. berghii		10,8	18,2							44,4	25
Colonias Nanoflagelados	98,3	83,1	14,6	34,6		44,3	76,0	98,4	97,3		50
Gymnodinium sp.			35,4			32,1				22,2	55
Gyrodinium sp.				20,4	17,7						50
Protoperidinium depressum				17,2	40,1						10
Protoperidinium pellucidum					20,0						10

Tabla 14. Abundancia, dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia de grupos zooplanctónicos. Crucero RECLAN34 1002.

Grupos zooplanctónicos	Abundancia (Nº 100 m^{-3})	Dominancia numérica (%)	Frecuencia de Ocurrencia(%)
Medusas	3572	0,02	44
Sifonóforos	105897	0,60	99
Cifonautas	86420	0,49	98
Ctenóforos	829	< 0,01	26
L. equinodermos	7877	0,04	69
Quetognatos	356826	2,04	100
Pterópodos	30961	0,18	75
Cefalópodos	44	< 0,01	3
Gastrópodos	6245	0,04	47
Bivalvos	615	< 0,01	10
Poliquetos	56269	0,32	98
Branquiópodos	910	0,01	6
Cladoceros	277	< 0,01	5
Ostrácodos	44609	0,25	98
Copépodos	15941822	90,94	100
Cirripedios	37289	0,21	29
Estomatópodos	59	< 0,01	3
Misidaceos	2014	0,01	9
Anfipodos	15576	0,09	87
Isópodos	3222	0,02	30
Eufáusidos	272026	1,55	99
Sergéstidos	44	< 0,01	4
Carideos	7435	0,04	81
Callianaceos	1748	0,01	30
Pagúridos	9323	0,05	51
Porcelánidos	8333	0,05	47
Galatéidos	910	0,01	22
Albunéidos	415	< 0,01	5
Hípidos	2386	0,01	49
Braquiuros	26695	0,15	92
H. crustáceos	25448	0,15	70
Salpas	67	< 0,01	3
Doliólidos	3864	0,02	58
Apendicularias	267661	1,53	95
Amphioxus	301	< 0,01	12
L. peces	22985	0,13	88
Juv. peces	497	< 0,01	10
H. peces	179436	1,02	43

Tabla 15. Talla máxima y mínima de los grupos zooplanctónicos (micrones, µ). Crucero RECLAN34 1002.

Grupos Zooplanctónicos	Talla máxima (µ)	Talla mínima (µ)
Medusas	40000	300
Sifonóforos	7300	1500
Cifonautas	650	500
Ctenóforos	70000	4500
L. equinodermos	1800	250
Quetognatos	26000	1500
Pterópodos	42000	450
Cefalópodos	8000	2400
Gastrópodos	1500	500
Bivalvos	400	300
Poliquetos	14000	650
Branquiópodos	550	500
Cladoceros	850	600
Ostrácodos	3000	500
Copépodos	6200	700
Cirripedios	850	400
Estomatópodos	35000	4600
Misidaceos	7000	2300
Anfípodos	10100	1000
Isópodos	2500	2150
Eufáusidos	26000	500
Sergéstidos	4400	1800
Carideos	9000	2500
Callianaceos	11000	4900
Pagúridos	5600	1800
Porcelánidos	22000	7100
Galatéidos	21000	3850
Albunéidos	14500	9900
Hípidos	6600	550
Braquiuros	7400	900
H. crustáceos	750	400
Salpas	2400	1400
Doliólidos	3300	850
Apendicularias	4500	1900
Amphioxus	8600	8300
L. peces	19000	2300
Juv. Peces	63000	17000
H. de anchoveta	1900	1150
H. de otros peces	1700	600

Tabla 16. Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco por la flota pesquera artesanal que opera en la zona y arrastre a media agua por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

Crucero	Frecuencia Acumulada	Anchoveta	
		Cerco	Arrastre
0602	25%	9.8	10.3
	50%	10.5	11.1
	75%	11.1	11.5
0703	25%	12.5	11.7
	50%	13.8	13.6
	75%	14.8	15.4
0802	25%	11.5	9.9
	50%	12.5	11.2
	75%	15.0	13.2
1002	25%	9.8	11.9
	50%	10.4	12.8
	75%	11.2	14.9

Tabla 17. Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 1002.

				Anchoveta		Jurel		Medusa		Jibia		Otras especies		Captura total
Lance	**Fecha**	**Latitud**	**Longitud**	Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)	**lance (kg)**
1	5-2-2010	2459.9	7030.6	17.8	2.5			708.3	97.5					726.2
2	6-2-2010	2530.3	7048.7	6.0	15.1	3.7	9.2	30.0	75.7					39.7
3	6-2-2010	2530.2	7057.7			25.0	10.1	221.5	89.9					246.5
4	6-2-2010	2527.7	7045.0	65.0	79.3	17.0	20.7							82.0
5	7-2-2010	2541.1	7050.3	436.0	100.0									436.0
6	7-2-2010	2550.5	7051.4	2.2	0.7			306.0	99.1			0.5	0.2	308.7
7	7-2-2010	2545.7	7051.4	315.4	75.1	104.6	24.9							420.0
8	8-2-2010	2609.7	7100.9			1.5	0.2	856.5	99.7			0.8	0.1	858.8
9	8-2-2010	2609.1	7047.0	6.0	8.5	0.3	0.5	63.8	91.0					70.2
10	9-2-2010	2628.9	7044.0					925.0	100.0					925.0
11	9-2-2010	2629.7	7044.1	70.0	17.7			325.9	82.3					395.9
12	10-2-2010	2650.1	7059.3											0.0
13	10-2-2010	2640.0	7055.4					45.0	100.0					45.0
14	10-2-2010	2645.1	7056.7	15.0	19.9	45.5	60.3	15.0	19.9					75.5
15	11-2-2010	2718.2	7100.6			40.0	52.6	36.0	47.4					76.0
16	12-2-2010	2734.1	7058.5			920.0	100.0							920.0
17	13-2-2010	2740.0	7115.7			162.0	98.2					3.0	1.8	165.0
18	14-2-2010	2804.4	7115.2			968.3	90.2			105.0	9.8			1073.3
19	17-2-2010	2902.9	7136.9			11.9	100.0							11.9
20	17-2-2010	2915.3	7134.7	7.2	62.7			4.0	35.0			0.3	2.3	11.5
21	17-2-2010	2908.7	7133.4	26.0	64.6	0.1	0.1	13.0	32.4			1.1	2.8	40.2
22	18-2-2010	2930.0	7135.0			5.4	100.0							5.4
23	18-2-2010	2930.4	7126.9	2.6	1.4	170.0	92.2			11.8	6.4			184.4
24	19-2-2010	2940.8	7121.1											0.0
25	19-2-2010	2947.6	7123.3	93.5	60.6	60.7	39.4							154.2
26	20-2-2010	3002.1	7130.4											0.0
27	21-2-2010	3021	7147			0.8	100.0							0.8
28	21-2-2010	3024	7147			506.7	100.0							506.7
29	23-2-2010	3046	7202			640.0	86.6			98.7	13.4			738.7
30	24-2-2010	3060	7152			693.3	100.0							693.3
		Captural Total (kg)		1062.8		4376.7		3550.1		215.5		5.7		**9210.8**
		Proporción (%) respecto captura total		11.54		47.52		38.54		2.34		0.06		

Tabla 18. Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN34 1002.

		Captura especies en el lance (kg)										Captura
Lance	Fecha	Anchoveta	Jurel	Calamar	Agujilla	Mote	Medusa	Pejerrey	Jibia	Caballa	Merluza común	Total (kg)
1	5-2-2010	18					708					726
2	6-2-2010	6	4				30					40
3	6-2-2010		25				222					247
4	6-2-2010	65	17									82
5	7-2-2010	436										436
6	7-2-2010	2					306	0.5				309
7	7-2-2010	315	105									420
8	8-2-2010		1		1		857					859
9	8-2-2010	6	0.3				64					70
10	9-2-2010						925					925
11	9-2-2010	70					326					396
12	10-2-2010											0
13	10-2-2010						45					45
14	10-2-2010	15	45				15					75
15	11-2-2010		40				36					76
16	12-2-2010		920									920
17	13-2-2010		162							2.998		165
18	14-2-2010		968						105			1073
19	17-2-2010		12									12
20	17-2-2010	7		0.2		0.1	4					12
21	17-2-2010	26	0.1	1		0.1	13				0.1	40
22	18-2-2010		5									5
23	18-2-2010	3	170						12			184
24	19-2-2010											0
25	19-2-2010	93	61									154
26	20-2-2010											0
27	21-2-2010		1									1
28	21-2-2010		507									507
29	23-2-2010		640						99			739
30	24-2-2010		693									693
	Captura Total (kg)	1063	4377	1.1	1	0.1	3550	0.5	215	3	0.1	9211
	% respecto del total	11.5	47.5	0.01	0.01	0.001	38.5	0.01	2.34	0.03	0.001	

Tabla 19. Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN34 1002.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Norte
Lances totales	7	8	15	30
Lances exitosos	6	3	4	13
% lances exitosos	86	38	27	43
% de reclutas en Nº	0.9	37.8	65.2	28.7
% de reclutas en peso	0.4	26.4	40.4	14.2
Peso Prom. (g)	27.0	18.5	15.3	21.5
L. Prom. (cm)	15.0	13.3	12.3	13.8
P. Prom. Recl (g)	11.3	12.9	9.5	10.6
L. Prom. Recl (cm)	10.2	5.7	9.2	8.1

Tabla 20. División en zonas del área total de estudio; coordenadas de cada zona; lances de pesca positivos por zona; captura (kg) de anchoveta por zona y porcentaje de la zona respecto al total de anchoveta capturado. Crucero RECLAN34 1002.

Zona	Latitud Inicio	Latitud Fin	Lances	Captura (kg) Anchoveta	% respecto total anchoveta
1	25°00' S	25°57,5' S	1, 2, 4, 5, 6, 7	842	79.3%
2	25°57,5' S	27°57,5' S	9, 11, 14	91	8.6%
3	27°57,5' S	31°30' S	20, 21, 23, 25	129	12.2%

Tabla 21. División en zonas del área total de estudio; coordenadas de cada zona; lances de pesca positivos por zona; captura (kg) de jurel por zona y porcentaje de la zona respecto al total de jurel capturado. Crucero RECLAN34 1002.

Zona	Latitud Inicio	Latitud Fin	Lances	Captura (kg) jurel	% respecto total jurel
1	25°00' S	28°33' S	3, 4, 7, 14, 15, 16, 17, 18	2288	52.3%
2	28°33' S	30°05' S	19, 22, 23, 25	248	5.7%
3	30°05' S	31°30' S	28, 29, 30	1841	42.1%

Tabla 22. Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Norte
Lances totales	18	7	5	30
Lances exitosos	8	4	3	15
% lances exitosos	44	57	60	50
% de reclutas en Nº	52.1	83.3	20.3	49.9
% de reclutas en peso	42.5	75.9	13.1	38.0
Peso Prom. (g)	199.4	150.5	251.4	203.4
L. Prom. (cm)	25.5	23.3	27.8	25.7
P. Prom. Recl (g)	162.9	137.1	161.5	154.9
L. Prom. Recl (cm)	23.8	22.7	24.0	23.5

Tabla 23. Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para anchoveta, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	**χ^2crítico=**	**28**
	N° de categorías=	**18**
	Z=	**1.64485**
	Grupos=	**3**
	np=	**272**
Zonas	**χ^2 calculado**	**Ho**
2	12.11	**NR**
3	39.35	**R**
1	57.54	**R**
% APROBACIÓN		**33.33**

Ho= La estructura de talla de la zona es “similar” a la estructura de talla generada por el conjunto de zonas.

Tabla 24. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	**X^2crítico=** **N° de categorías=** **Z=** **Grupos=** **np=**	**21** **12** **1.64485** **6** **208**
Lances	**X^2 calculado**	**Ho**
5	1.45	**NR**
4	1.87	**NR**
2	4.57	**NR**
7	8.35	**NR**
1	10.62	**NR**
6	17.45	**NR**
% APROBACIÓN		**100.00**

Tabla 25. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	**X^2crítico=** **N° de categorías=** **Z=** **Grupos=** **np=**	**23** **14** **1.64485** **3** **215**
Lances	**X^2 calculado**	**Ho**
9	14.97	**NR**
14	18.76	**NR**
11	47.77	**R**
% APROBACIÓN		**66.67**

Tabla 26. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	**X^2crítico=** **N° de categorías=** **Z=** **Grupos=** **np=**	**28** **18** **1.64485** **4** **198**
Lances	**X^2 calculado**	**Ho**
23	5.15	**NR**
20	13.52	**NR**
21	19.55	**NR**
25	79.13	**R**
% APROBACIÓN		**75.00**

Tabla 27. Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para jurel, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	X^2crítico=	47
	N° de categorías=	33
	Z=	1.64485
	Grupos=	3
	np=	1410
Zonas	**X^2 calculado**	**Ho**
1	10.17	**NR**
2	11.51	**NR**
3	26.75	**NR**
% APROBACIÓN		**100.00**

Ho= La estructura de talla de la zona es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de zonas.

Tabla 28 Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel, Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	X^2crítico=	41
	N° de categorías=	28
	Z=	1.64485
	Grupos=	8
	np=	149
Lances	**X^2 calculado**	**Ho**
7	4.65	**NR**
3	4.74	**NR**
15	7.77	**NR**
16	8.05	**NR**
18	8.12	**NR**
4	10.85	**NR**
14	11.13	**NR**
17	40.14	**NR**
% APROBACIÓN		**100.00**

Tabla 29. Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel, Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	**X^2crítico=**	**27**
	N° de categorías=	**17**
	Z=	**1.64485**
	Grupos=	**4**
	np=	**77**
Lances	**X^2 calculado**	**Ho**
25	2.06	**NR**
22	2.73	**NR**
19	7.20	**NR**
23	11.70	**NR**
% APROBACIÓN		**100.00**

Tabla 30. Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel, Zona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN34 1002.

Parámetros del análisis	**X^2crítico=**	**42**
	N° de categorías=	**29**
	Z=	**1.64485**
	Grupos=	**3**
	np=	**132**
Lances	**X^2 calculado**	**Ho**
28	5.76	**NR**
29	9.32	**NR**
30	21.59	**NR**
% APROBACIÓN		**100.00**

Tabla 31. Parámetros de la Regresión lineal y no lineal para la anchoveta. Crucero RECLAN34 1002

	Parámetros	Zona 1 N=1111	Zona 2 N=600	Zona 3 N=693	Zona total N=2404
Modelo Lineal	a	0.0235	0.0133	0.0032	0.0040
	b	2.6015	2.7784	3.3288	3.2471
	R^2	0.6045	0.8504	0.9513	0.9351
Modelo no lineal	a	0.0587	0.0141	0.0034	0.0065
	b	2.2651	2.7612	3.3139	3.0692
	R^2	0.7262	0.9400	0.9835	0.9570

Tabla 32 Andeva para Anchoveta. Crucero RECLAN34 1002

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
Zona 1	2.328	6.056	25.963	10.209	1109
Zona 2	8.494	23.598	77.075	11.510	598
Zona 3	19.551	65.080	227.721	11.082	691
Regresión pool (p)				32.800	2398
Regresión Común (c)	30.372	94.735	330.759	35.270	2400
Regresión total (t)	49.983	162.301	563.563	36.552	2402

k=	**3**
GLp=	**2398**
Fc =	**90.27**
F 0.05(1) =	**2.99**
Ho=	**Es rechazada**

Tabla 33. Análisis de varianza para anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN34 1002.

Zona		GL	Sc	Pc	F	Valor crítico
Zona 1	Regresión	1	2.97	2.97	1711.50	0
	Residuos	1109	1.93	0		
	Total	1110	4.90			
Zona 2	Regresión	1	12.37	12.37	3406.54	0
	Residuos	598	2.17	0		
	Total	599	14.54			
Zona 3	Regresión	1	40.86	40.86	13507.96	0
	Residuos	691	2.09	0		
	Total	692	42.95			
Zona total	Regresión	1	99.40	99.40	34632.80	0
	Residuos	2402	6.89	0		
	Total	2403	106.29			

GL: Grados de libertad.
Sc: Suma de cuadrados.
Pc: Promedio de los cuadrados.
F : F calculado.

Tabla 34. Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN34 1002

	Modelo lineal				Modelo no lineal			
Longitud (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona total
a	0.023494	0.013344	0.003211	0.004021	0.058694	0.014071	0.003355	0.006502
b	2.601481	2.778370	3.328792	3.247115	2.265054	2.761217	3.313895	3.069209
R^2	0.604527	0.850420	0.951264	0.935115	0.726160	0.940038	0.983539	0.957040
3.0								
3.5								
4.0								
4.5								
5.0								
5.5								
6.0								
6.5								
7.0								
7.5								
8.0								
8.5			4.0	4.2			4.0	4.6
9.0			4.8	5.0			4.9	5.5
9.5			5.8	6.0			5.8	6.5
10.0			6.8	7.1			6.9	7.6
10.5		9.2	8.1	8.3		9.3	8.1	8.9
11.0	12.0	10.4	9.4	9.7	13.4	10.6	9.5	10.2
11.5	13.5	11.8	10.9	11.2	14.8	11.9	11.0	11.7
12.0	15.1	13.3	12.6	12.8	16.3	13.4	12.6	13.3
12.5	16.8	14.9	14.4	14.7	17.9	15.0	14.5	15.1
13.0	18.6	16.6	16.4	16.7	19.6	16.8	16.5	17.1
13.5	20.5	18.4	18.6	18.8	21.3	18.6	18.7	19.2
14.0	22.5	20.4	21.0	21.2	23.2	20.6	21.1	21.4
14.5	24.7	22.5	23.6	23.7	25.1	22.7	23.7	23.9
15.0	26.9	24.7	26.4	26.5	27.1	24.9	26.5	26.5
15.5	29.3	27.1	29.4	29.5	29.2	27.2	29.5	29.3
16.0	31.9	29.6	32.7	32.7	31.3	29.7	32.8	32.3
16.5	34.5	32.2	36.3	36.1	33.6	32.4	36.3	35.5
17.0	37.3	35.0	40.0	39.8	35.9	35.1	40.1	38.9
17.5								
18.0								
18.5								
19.0								

Tabla 35. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN34 1002.

Zona 1- Zona 2		**Zona 1- Zona 3**		**Zona 2- Zona 3**	
k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	2398	GLp=	2398	GLp=	2398
q=	**3.00**	**q=**	**13.64**	**q=**	**14.31**
q0.05,GLp,k	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**
Ho=	**aceptada**	**Ho=**	**rechazada**	**Ho=**	**rechazada**

Tabla 36. Parámetros de la Regresión lineal y no lineal para el jurel. Crucero RECLAN34 1002

	Parámetros	Zona 1 N=698	Zona 2 N=223	Zona 3 N=297	Zona total N=1218
Modelo Lineal	a	0.0283	0.0112	0.0154	0.0192
	b	2.7272	3.0090	2.9088	2.8454
	R^2	0.8505	0.9445	0.9655	0.9245
Modelo no lineal	a	0.0325	0.0126	0.0189	0.0234
	b	2.6867	2.9738	2.8472	2.7851
	R^2	0.9359	0.9755	0.9758	0.9664

Tabla 37. Andeva para Jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
Zona 1	5.429	14.757	47.481	7.367	697
Zona 2	1.454	4.374	13.931	0.770	221
Zona 3	3.408	9.749	29.220	1.332	298
Regresión pool (p)				32.800	2398
Regresión Común (c)	10.290	28.879	90.632	9.581	1218
Regresión total (t)	13.980	39.492	121.303	9.740	1220

k=	**3**
GLp=	**1216**
Fc =	**7.18**
F 0.05(1) =	**2.99**
Ho=	**Es rechazada**

Tabla 38. Análisis de varianza para jurel por zona y total. Crucero RECLAN34 1002.

Zona		GL	Sc	Pc	F	Valor crítico
Zona 1	Regresión	1	7.60	7.60	3966.73345	0
	Residuos	696	1.33	0.00		
	Total	697	8.94			
Zona 2	Regresión	1	2.48	2.48	3776.60	0
	Residuos	221	0.15	0.00		
	Total	222	2.63			
Zona 3	Regresión	1	5.31	5.31	8291.42	0
	Residuos	295	0.19	0.00		
	Total	296	5.50			
Zona total	Regresión	1	21.07	21.07	14900.43	0
	Residuos	1216	1.72	0.00		
	Total	1217	22.79			

GL: Grados de libertad.
Sc: Suma de cuadrados.
Pc: Promedio de los cuadrados.
F : F calculado.

Tabla 39. Comparación de pesos de jurel entre diferentes modelos. Crucero RECLAN34 1002

	Modelo lineal				Modelo no lineal			
Longitud (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona total
a	0.029156	0.011245	0.018037	0.020459	0.032474	0.012592	0.018912	0.023393
b	2.718302	3.008957	2.860731	2.824939	2.686714	2.973843	2.847230	2.785096
R^2	0.844618	0.944467	0.954260	0.919641	0.935939	0.975472	0.975816	0.966428
19.0	93.6			90.2				
19.5	100.3			96.9	94.9			91.6
20.0	107.3	99.5		103.9	101.6			98.3
20.5	114.5	107.0		111.2	108.6	100.2		105.3
21.0	122.1	114.9		118.8	115.9	107.7		112.6
21.5	130.0	123.1	124.9	126.8	123.4	115.5		120.2
22.0	138.2	131.7	133.2	135.1	131.3	123.7	125.6	128.2
22.5	146.7	140.7	141.8	143.8	139.5	132.2	133.9	136.5
23.0	155.5	150.1	150.8	152.8	147.9	141.1	142.5	145.1
23.5	164.6	159.9	160.2	162.1	156.7	150.5	151.5	154.0
24.0	174.1	170.2	169.9	171.9	165.9	160.2	160.9	163.3
24.5	184.0	180.8	180.0	182.0	175.3	170.3	170.6	173.0
25.0	194.1	192.0	190.5	192.4	185.1	180.9	180.7	183.0
25.5	204.7	203.5	201.4	203.3	195.2	191.8	191.2	193.4
26.0	215.5	215.5	212.7	214.5	205.7	203.2	202.1	204.1
26.5	226.8	228.0	224.3	226.1	216.5	215.1	213.3	215.3
27.0	238.4	240.9	236.4	238.2	227.6	227.4	225.0	226.8
27.5	250.3	254.3	248.9	250.6	239.1	240.1	237.1	238.7
28.0	262.7	268.2	261.9	263.5	251.0	253.3	249.5	250.9
28.5	275.4	282.7	275.2	276.7	263.2	267.0	262.4	263.6
29.0	288.5	297.6	289.0	290.4	275.8	281.2	275.8	276.7
29.5	302.0	313.0	303.3	304.5	288.8	295.9	289.5	290.2
30.0	315.9	329.0	317.9	319.1	302.1	311.0	303.7	304.1
30.5	330.1	345.5	333.1	334.1	315.8	326.7	318.3	318.4
31.0	344.8	362.5	348.7	349.6	329.9	342.9	333.4	333.2
31.5	359.9		364.7	365.5	344.4	359.6	349.0	348.4
32.0	375.4		381.3	381.8	359.3		365.0	364.0
32.5	391.3		398.3	398.6	374.6		381.4	380.0
33.0	407.6		415.8	415.9	390.3		398.4	396.5
33.5			433.8	433.7	406.3		415.8	413.5
34.0			452.3	452.0			433.7	430.9
34.5			471.3	470.7			452.1	448.8
35.0			490.8	490.0			471.0	467.2
35.5			510.9	509.7			490.4	486.0
36.0			531.4	530.0			510.4	505.3
36.5			552.5	550.7			530.8	525.1
37.0			574.2	572.0			551.8	545.4
37.5							573.3	566.1
38.0								

Tabla 40. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de jurel. Crucero RECLAN34 1002.

Zona 1- Zona 2		**Zona 1- Zona 3**		**Zona 2- Zona 3**	
k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	1216	GLp=	1216	GLp=	1216
q=	**4.67**	**q=**	**3.12**	**q=**	**3.32**
q0.05,GLp,k	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**
Ho=	**rechazada**	**Ho=**	**aceptada**	**Ho=**	**rechazada**

Tabla 41. Clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Regiones. Crucero RECLAN34 1002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD O	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	8		8				
9,0	6		6				
9,5	8		8				
10,0	9		9				
10,5	6		6				
11,0	22		22				
11,5	16		16				
12,0	10		10				
12,5	14		12	2			
13,0	11		10	1			
13,5	10		7	3			
14,0	7			7			
14,5	17			15	2		
15,0	21			20	1		
15,5	22			18	4		
16,0	2			1	1		
16,5	3			2	1		
17,0	1				1		
17,5							
18,0							
18,5							
19,0							
TOTAL	193		114	69	10		
%	100,0		59,1	35,8	5,2		

Tabla 42. Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Regiones. Crucero RECLAN34 1002

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD O	I	II	III	IV	V
3,0							
3,5							
4,0							
4,5							
5,0							
5,5							
6,0							
6,5	0,0000						
7,0	0,0000						
7,5	0,0000						
8,0	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	0,0000		0,0000				
12,5	0,0188		0,0094	0,0094			
13,0	0,0165		0,0083	0,0083			
13,5	0,0467		0,0233	0,0233			
14,0	0,0000			0,0000			
14,5	0,0130			0,0065	0,0065		
15,0	0,0045			0,0023	0,0023		
15,5	0,0142			0,0071	0,0071		
16,0	0,5000			0,2500	0,2500		
16,5	0,2222			0,1111	0,1111		
17,0	0,0000				0,0000		
17,5							
18,0							
18,5							
19,0							

Tabla 43. Calibración de los transductores del B/I Abate Molina y portátil instalado en L/M Samaritano I antes de crucero RECLAS 1001. (*) Identifica valores de fábrica.

Transductor		Frecuencia (Khz)		Pulso (ms)		Gain 2008	Gain 2009	Gain 2010
Portátil		38		1,024				25.75 *
Abate Molina		38		0,256		24,00*	24,49	26.49
Abate Molina		38		0,512		25,00*	26,14	26.25
Abate Molina		38		1,024		26,59	26,56	26.62
Abate Molina		38		2,048		25,50*	26,33	
Abate Molina		120		1,024		21,65	22,38	
Abate Molina		120		0,512		23,37	22,44	
Abate Molina		200		1,024		27,00*	26,41	
Abate Molina		200		0,512		27,00*	26,3	
Abate Molina		200		0,256		27,00*	26,43	
Abate Molina		200		0,064		25,50*	25,64	

Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-25.2					1																			
-26.2					1																			
-26.9														1										
-27.1					1																			
-27.5	1																							
-27.9					1																			
-28.7					1											1								
-31				1																				
-31.4																							1	
-31.5																		1						
-32.2					1																			
-32.7																						1		
-32.8																1								
-33.2																	1							
-33.3										1														
-33.4																1								
-33.8									1					1										
-34.2																						1		
-34.3	1					1												1						
-34.4									1															
-34.8									1															
-34.9					1				1															
-35.1																						1		
-35.2									1														1	
-35.3																								
-35.4					1			1	1													1		
-35.5				1					1							1								
-35.6					2															1		1		
-35.7																			1					
-35.8	1										1													
-35.9										1														
-36									1															
-36.1					1									1						1				
-36.2														1		1				1				
-36.3																1								
-36.4																						1		

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-36.6																						1		
-36.7																							1	
-36.8																								
-36.9							1															1		
-37															1									
-37.1								1		1														
-37.2					1			1							1			1					1	
-37.3									1													1		
-37.4												1								1		1		
-37.5																1		1				1		
-37.6																1								
-37.7						1	1										1							
-37.8																					1			
-37.9										1														
-38									1	1								1				1		
-38.1									3	1														
-38.2																				2		1		
-38.3									1	2	1			1						1				
-38.4									2	2												1		
-38.5					1				1	1														
-38.6						1								1							1	1		
-38.7					1		1	1	2	1									1	3		1		
-38.8								1		3				1					2	1				
-38.9							1	1	2	1									1	2		1		
-39									2	4								1	1	1	1			
-39.1					1			2		4	2	1					1	1	2	5	1			
-39.2								1	5	2	1								3	4	2	1		
-39.3								3	4	2									3	7		1		
-39.4								2	3	4	1	2		2					3	8	1			
-39.5						1		3	2	3		2							8	6	4	2		
-39.6								7	2	3	2	2					1		6	7	1			
-39.7							1	4	1	5	3								6	5	4	1		
-39.8	1						1	8	6	2	2	4				1		1	3	7	6			
-39.9					1		1	4	2	3		2						1	8	10	1			
-40							1	4	2	3	4	1	1						7	16	5			
-40.1					1			10	3	2	1						1		6	8	3	1		

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-40.2							2	10	1	1		3			1		1		7	13	9			
-40.3								4		1		4	1					1	6	16	4			
-40.4								6	4	4	3						1		7	11	7			
-40.5								7	3	1	5	3		1		1	1		7	13	7			
-40.6							1	6	5	2	2	2							8	17	4			
-40.7							1	4	2	3	1	3						1	6	12	6	1		
-40.8						1	1	8	1		3	4				1			9	17	1			
-40.9								7		3	3	3					1	1	11	12	4			
-41								5		3	3	3					1		13	16	4			
-41.1								4		1	4	2						1	12	8	3		1	
-41.2								6	1	4	6	6					1		7	12	4			
-41.3							1	6		1	4	1	1						13	12	7		1	
-41.4								3	2		2	3							8	9	6			
-41.5							1	4		1	6	1		1		1			6	5	5			
-41.6								5	1	1	5	2				1	1		6	12	5	1		
-41.7							1	3	1	4	4	3					1		5	11	3			
-41.8								5	1	3	4	5					1		11	9	4			
-41.9								4	1			4					1		4	5	3			
-42							1	5	1	2	3	5					1	1	8	9	4			
-42.1					1			3	3		5	5					2	2	2	7	3			
-42.2								6	1		4	7				1	1		7	8	2			
-42.3								3		1	6	1							6	10	3	1		
-42.4								8	1	1	4	5					1		8	8	3			
-42.5								4		1	5	2					1	1	7	12	5			
-42.6						1		2	1	3	4	3					1		10	8	3			
-42.7						1		4			6	1	1					1	8	5				
-42.8						1		3		2	3	2	1				1		10	8	4			
-42.9								8		1	3	2		1					4	6	6			
-43								3	3	2	1	2							7	7	1			
-43.1								4	2	1	2	1	1	1			1		6	5	4			
-43.2								2	2	1	1	3		1			1		6	6	2			
-43.3						1	1	5	4		2	3					1	2	4	6	3			
-43.4								4	1		6	1					2		4	6	4			
-43.5								4		3	2			1					4	2	1			
-43.6								2	1	1	1	2							4	9	1			
-43.7								4	1	1	2	2					1		9	4	1			

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-43.8								4		1	5	1							5	6	6			
-43.9								4	1	6	3								4	9	2			
-44								7		5	3	2				2	1		1	4	4			
-44.1		1				1		3	2	2		2					1		2	1	3			
-44.2								5	1	2	2						2		4	6	3			
-44.3								3	1	1	1	2					3		6	8	6			
-44.4								3	1		3	1							4	6				
-44.5								1	1		5								2	2	4			
-44.6								4	1	3	1	2							4	7	1			
-44.7								2	1	1	2		2						5	5	1			
-44.8								3			1	1				1			5	1	3			
-44.9								3	2		1	4							7		1	1		
-45	1							1		1	1	2				1			5	7	2			
-45.1								7			2								4	7				
-45.2								1			2								4	8	2			
-45.3								2	1	1		2					1		2	2	2			
-45.4	1					1		2		2									5	4				
-45.5								2	2	2									2	3	3			
-45.6								1	1		1								4	1	3	1		
-45.7								3											5	4	2			
-45.8								1	1	1	1	1							1	4	1			
-45.9								3		1	1	1					1			6	1	1		
-46								5	2		1	1							4	7	3			
-46.1								3				1							3	4	1			
-46.2						1		4			2	1							5	3	3			
-46.3								2	1			1						1	1	3	3			
-46.4											2	1					1		4	6	1			
-46.5								3				1							4	1				
-46.6								2	1	1	1								3	4				
-46.7			1					5			1	1							3	4				
-46.8									1	1	4	1							2	5	1			
-46.9								2		2		1		1			1		1	3				
-47					1					1	1	1					1		3	1	1			
-47.1								4			1								3	1	2			
-47.2								4			2								3	2	1			
-47.3								3		1	1								1	4	1			

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-47.4								2	1		1								2	3				
-47.5								2	1								1		2	6	1			
-47.6								2		1	2	2							2	5	1			
-47.7								6		1	1						2		3	4				
-47.8								3	1	1		1							1	5	2			
-47.9				1				6	1	1	1						1		1	3	1			
-48								3	1	3	3	1					1		1	1	1			
-48.1								2		3	1								5	1	2			
-48.2							1	5	1	2	1	1							5	5	2			
-48.3	1						1	6	1	1	1	3		1					1	5	1			
-48.4								2	1	2	1	1							6	2				
-48.5								1	1	2		1					1		3	2	2			
-48.6								1		1	3					1			3		1			
-48.7								3		2		1					1		4	3	2			
-48.8								5			1	1								2				
-48.9						1	1	1			3	1						1	2					
-49								5	1	1								1	1	3				
-49.1								3				1				1			2	4	4			
-49.2				1				2			3						3		3	4	1			
-49.3								3	3		2								3	3	2			1
-49.4								3			2	1								3				
-49.5								7	1		1								1	7				
-49.6								2				1							1	3				
-49.7							1	1		1	3								2	1				
-49.8							1	3	1		2						1		1					
-49.9			1					2	1		2								6	3	2			
-50	1							3	2		1							1	1					
-50.1								3				2							5	3	1		1	
-50.2								3		1			1						1	1				
-50.3	1						1	5		1	1	1					1		4	4	2			
-50.4				1				2			3								2	2				
-50.5	1							1		3	1	1							2	7	1			
-50.6								3			1	1							2	3	1			
-50.7								5		1	3	1	1				3	1	3	3				
-50.8				1			1	2		1	4	1				1			1	3				
-50.9	1						1	3		1	2					1	2	1	2	2			1	

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-51								4	1								1	1						
-51.1								2		1	1	3		1		1	1		4	2	2			
-51.2				1		1		1	1	1	1	1							3	2	1	1	1	
-51.3									1	2	2					1		1	1	1	2			
-51.4								2			1			1			2		6	2	2			
-51.5						1		3		1	3	1		2			2		6	1	2			
-51.6								1	3	1	2								4	5	1			
-51.7								2	2	1		1								1	2	1		
-51.8	1							4			3	1							2	2				
-51.9								2	1	2	1								2	7				
-52								2	1		3						1		6	1	1			
-52.1									1	2	2	1				1			1	3	1	1		
-52.2	2							1			1	1			1		2		6	2				
-52.3								3	2		1			2			2		4	5	2			
-52.4	1			1	1			4	1		1		2				1		2	1	1			
-52.5	2						1	3		1	1		1			1		2	3	2	1			
-52.6							1	1	1		2		1				1		1	4	3			
-52.7	2				1		3	2	1	1	3								8	4	2			
-52.8								2	1	2	6	1					1		3	3	3		1	
-52.9						1		6	1		4	1	1				1		4	1	1			1
-53								3		2	3					2	3		5	5	2			
-53.1						1			1	1	7	1							9	3	1		1	
-53.2	1		2	1				4			5	1				1		1	13	5	2			
-53.3	1						3	1	1	1	5	1					2	1	10	3				
-53.4	1	1					1	2	1	1	6		1				2		15	3	2			
-53.5	1		1					2			6	1	1				1		12	7	1	1		
-53.6	1						1	3		2	10		1						10	6	1			
-53.7	1						1		3	2	7	2			1			1	22	6	1			
-53.8	5			1		1		1	2	1	7	1			1		1		10	5	3			
-53.9	1		1	1			1	3		2	6	3	2						12	7	1			
-54	2		1				1		1	1	9	2	1	1	1				21	11				
-54.1	4		1	3				2	1	1	11		1					1	15	8				
-54.2				2				4	2	1	13	1				1			23	3	1			
-54.3	2						1	1	1	2	9	1			1			1	29	9	1			
-54.4	2			3			2	4			7		2						26	2			1	
-54.5		2	1	3			2			1	13	2	2		1		1		29	3	4	1		

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-54.6	1	2						3	1	1	12	1			2				33	4	5			
-54.7	3			4	1			1	2	2	7		1		1		1		27	7	3	1		1
-54.8	3		2	1				2	1	2	8		2					1	29	6	1		1	
-54.9	1			1			1	4	2	1	9								23	9	2			
-55	4		1	2		1	3	5	1		19	2	2				1		22	5	2			1
-55.1	4		1				3	2	1		7	2	2	1			1		40	4			2	
-55.2	5		2	2			5	1	1	1	11		1						22	8	1			
-55.3	4		3	2		2	3	2	4		4	1	2					2	29	6	1		1	
-55.4	2		1	2			1	2	1	1	12	2			2				21	9	2	1	1	
-55.5	7	2	4	6			1	3	1		6	3	1						27	6	1	1	1	1
-55.6	5		4	4	1		1	2	3	1	5	1		1				2	30	8	2	1		
-55.7	4		6	7	1		1		2		8	2	1	1	1		1		21	2	1	2		1
-55.8	3		2	2		1			7	2	8	1	1	1					24	4		1	1	1
-55.9	12	1	4	7			1	4	1		7	3	1				4		22	6	1	1		
-56	7	3	7	8		1	1	5	2		8	1			2			2	26	6	1	1	1	1
-56.1	10	4	5	13				1	2		9	3	1			1	2	1	32	8	1	1	1	1
-56.2	5	1	9	5			2	1			9	1				1		2	20	2	1		3	
-56.3	6	2	8	10		1		3	2		9		1	1			1	1	15	6	1	3	1	
-56.4	8	1	4	13			2		1		10			1		1			17	4		1	2	
-56.5	14	1	5	11			2			1	11		1	1		2		2	18	9	1	2	3	
-56.6	13	1	7	11	1	1	1	1	1	1	10		3			2			16	3	2	2	1	
-56.7	12	3	9	10		1	5	1	3	1	13				3			3	15	2	1		3	
-56.8	14	6	9	10				5	5		7	1	1			1			12	5	1	1	3	
-56.9	8	3	10	13			2		5		14			2			1	1	8	1		1	2	
-57	14	1	11	10	1		3	1	1		6	2		1	1	3	1	2	14	2	2	3	3	
-57.1	11	1	13	10		2	1	3	1	1	8	1				3			13	1	2	3	1	1
-57.2	19	1	5	14			2	1	4	1	6	1	1	1	1	1			9	4	2		1	
-57.3	11	1	15	11	1	1	1	2	2	2	2	2				3		4	11	8	1	1	3	1
-57.4	13	1	12	12	2		1	4	3		5	3		1	1	4	1		9	1		2	2	
-57.5	14	2	10	13	3		2	1	3	1	12		3	3	1	4		5	11	4	1	3	4	2
-57.6	16	4	9	10	1		4	1	3	2	2	4	1			4	1	2	13	9		2	6	
-57.7	18	1	10	12	3	1	1	6	5	1	10	6	3	1		3		4	10	5	1	5	2	
-57.8	12	1	8	17	2	1	1	4	4	1	12	4	1	1			1		3	4	2	4	2	
-57.9	18	4	8	13	4	1	3	10	1		8	6	3	5		4	2	4	3	3		6	2	
-58	7	4	11	4	2	1	7	2	4	1	8	2	2	1		2		4	5	4	1	3	2	4
-58.1	20	3	14	16	2		6	7	6		18	7	1	3		5		2	6	3		6	4	

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-58.2	16	1	8	14			1	3	3		12	4	1	1		3	2	1	7	4	2	2	5	2
-58.3	17	4	14	11	2	3	3	6	4		16	4	5		1	3	1		7	1			6	3
-58.4	15	2	11	12	2		2	11	3	2	10	3		1	1	4		3	4	3	2	4	6	2
-58.5	20	1	13	13	1		4	1	7	2	18	13	2	4		2		1	5	4		3	9	2
-58.6	8	1	15	11		1	7	4	4	1	14	11	3	6	1	1		1	8	4			2	2
-58.7	23	3	10	12	3		6	4	5	3	16	19	1	2		7	3	2	8	2		4	7	1
-58.8	17	5	8	8	2		7	4	6	3	10	9		2		2	1	3	9	2	1	1	1	1
-58.9	14	5	11	16		2	6	7	6		22	9	2	4		1	2	1	11	9		2	3	3
-59	18	5	7	11	1	2	8	5	3	1	24	9	2	2	1	5	1	2	6	6	1	3	6	1
-59.1	20	2	13	11			5	5	10	1	26	9		5	1	5			8	7		5	7	3
-59.2	17	3	9	5	4		6	1	9	1	14	8	1	2		6	1	2	5	5		7	4	3
-59.3	23	6	12	21		1	9	4	6	2	20	6		5	3	2	2	2	8	4		3	3	4
-59.4	17	3	15	12	5	1	11	5	8	1	21	10		1	1	2		7	14	2	1	4	6	2
-59.5	21	2	15	12	5	3	9	4	5	1	17	12	1	7	4	5	5	4	17	2		6	4	5
-59.6	17	3	14	11	2		6	7	5		14	8	2	1	1	1	1	4	12	7		7	3	2
-59.7	11	5	14	15	4	1	10	5	5	2	25	7	3		1	6	2	3	17	11	3	5	5	5
-59.8	21	3	13	10	3	1	7	4	8		20	3	2	7	1	4		3	14	3	1	7	3	2
-59.9	16	3	12	11	3		7	4	3	2	25	9		6	1	5	1	4	12	7	3	4	7	3
-60	21	6	10	17	1	1	6	3	4	2	20	8	4	3	1	1	1	5	10	6	1	4	1	4
-60.1	18	7	11	17	4	3	10	5	4	1	23	8		9	1	4	1	6	13	8	1	8	2	4
-60.2	19	3	9	15	3	3	13	4	3	1	18	9	2	4		2	1	4	13	6		6	4	3
-60.3	23	6	10	18	3		8	7	4	1	28	6	1	2	2	2		2	19	12	2	7	2	6
-60.4	22	4	9	17	2	2	5	5	3	2	36	11	3	7	3	7	2	8	15	7		11	3	1
-60.5	19		8	18	1	2	11	3	6	2	18	6	1	8	3	4		8	16	7		5	2	6
-60.6	20	2	6	9	1		9	7	7	2	24	11	3	2	2	3	3	3	8	10		10	5	3
-60.7	22	2	11	19	2	1	7	4	5	3	24	8	3	7	2	3	2	6	14	3		9	6	1
-60.8	20	2	17	15	3		10	3	4	2	32	10	1	5	3	4		1	18	5		8	2	4
-60.9	22	4	10	28	2	2	11	6	4	2	32	12	1	3	2	4		7	6	7	3	8	3	4
-61	21	4	19	19	3	4	16	6	4	3	26	13		4		2		6	17	15	2	6	3	3
-61.1	15	2	15	8	4	2	12	1	5	2	30	9	2	7	2	1	3	9	14	10	1	4	7	3
-61.2	25	4	12	10	1		8	2	2	3	31	9	3	7	3	4		3	20	10	2	5	3	4
-61.3	22	2	17	18	4	2	7	9	1		39	6	3	5	2	2		7	11	8	1	3	4	4
-61.4	25	4	19	20	2		12	5	4		29	11	3	5	3	9	1	6	7	11	2	8	2	4
-61.5	12	4	7	19	5	4	7	2	7	3	34	11	2	8	2	3		1	10	7	1	7	6	7
-61.6	15	3	16	25	3	4	12	2	8	1	36	9	1	9	1	10		11	12	9		9	2	4
-61.7	25	4	11	6	3	2	6	3	2		24	13	2	8	3	1	1	2	9	3	2	5	3	5

Continuación Tabla 44.- Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-61.8	18	5	25	19	3	2	14	9	5	1	31	14	3	8	3	5	2	5	15	4		13	3	3
-61.9	16	5	14	13	4	2	8	6	3		20	9		7	1	4		9	5	6	1	9	2	3
-62	25	2	24	18	6	2	10	9	1		33	15	4	7	4	3		5	16	8	1	11	9	4
-62.1	22	1	12	19	2	2	8	7	7		35	9	4	7	2	1	4	8	12	3	2	8	6	3
-62.2	20	2	13	14	2	1	11	5	3	1	41	16	6	5	1	5	1	9	18	11	1	10	2	5
-62.3	19	1	16	19	7	3	3	4	1	1	36	20	5	12	2	5		5	4	10		12	11	7
-62.4	18	3	18	13	1	2	4	2	8		33	19	1	5	3	4	1	7	16	15	3	3	3	5
-62.5	33	7	22	21	2	3	10	4	3		31	22	3	10	2	6	1	5	12	11		8	6	3
-62.6	32		12	17	2	3	7	6	3	1	38	17	3	12	3	4	3	8	9	11	1	10	6	7
-62.7	21	3	17	18	4	3	6	4	4	2	42	13	2	7	2	5		3	11	9	3	17		6
-62.8	27	1	22	19	5	2	8	5	8	1	50	13	3	8	3	3	1	8	15	18		12	7	8
-62.9	30	2	14	21	3	4	11	5	7		38	18	6	12	2	4		4	9	15		10	9	5
-63	23	2	22	13	3	2	13	3	5	2	57	22	4	14	4	5		6	21	13	6	10	1	2
-63.1	23	3	23	25	5	2	10	4	5		36	22	2	11	4	7	2	7	22	10	2	7	5	3
-63.2	36	8	16	16	6	4	8	7	6	1	36	11	6	17	3	4	1	9	25	23	1	6	11	6
-63.3	20	3	14	14	3	3	11	6	3	2	32	14	1	8	7	5		9	21	14		12	7	5
-63.4	24	4	17	21	9	5	14	5	17	4	45	22	5	8	4	5	1	3	23	20	2	15	8	5
-63.5	28	5	15	24	6	3	6	9	7	2	31	11	5	13	4	4	1	9	13	12	1	9	8	1
-63.6	34	4	23	14	5	3	14	6	5	4	44	13	5	15	5	2	1	3	28	20	3	8	10	7
-63.7	36	2	18	16	8	6	9	6	9	1	34	7	5	10	2	2	1	6	23	15	2	10	7	5
-63.8	25	6	21	22	8	3	17	10	9	3	40	11	4	21	2	7	2	4	18	27	3	12	3	9
-63.9	24	1	21	17	3	3	6	4	5	3	33	10	5	11	5	3		6	23	16	1	11	6	5
-64	36	3	23	22	9	3	6	9	8	3	42	12	4	16	6	7	1	6	27	20	4	7	12	8
-64.1	33	4	19	23	5	4	11	3	4	3	21	13	7	16	7	8		7	19	16	2	15	10	4
-64.2	31	5	17	23	11	5	15	6	9	5	44	13	4	10	3	5	1	5	35	29	2	16	13	5
-64.3	25	7	19	17	4	5	8	5	3	1	36	11	6	11	4	2	2	9	16	23	1	12	7	5
-64.4	35	7	16	26	8	4	8	7	8	3	41	17	5	21	3	6	1	8	27	30	1	12	15	11
-64.5	25	4	22	29	7	7	10	8	3	3	41	12	3	15	2	3		4	38	22	3	16	9	11
-64.6	36	8	31	27	9	11	6	5	10	3	46	19	9	11	7	4		14	27	18	2	16	8	5
-64.7	25	3	20	18	9	6	11	3	6	3	42	15	4	14	4	7		14	29	23	4	15	12	4
-64.8	40	7	23	23	12	9	10	6	8	8	49	12	5	26	7	5	4	8	32	33	2	12	8	10
-64.9	41	7	16	17	4	7	9	2	9	2	28	20	6	14	11	6		5	35	21	5	18	9	4
-65	34	6	19	35	6	4	8	10	8	4	50	16	7	27	6	9		9	33	22	1	16	12	14
-65.1	26	4	19	22	8	4	10	6	10	3	40	22	9	23	7	7	2	14	43	27	3	10	9	13
-65.2	34	10	25	26	8	2	10	3	14	4	36	17	4	24	8	4	1	6	50	31	5	28	18	8
-65.3	31	2	22	24	2	6	12	8	10	6	38	6	6	21	12	6	2	4	31	18	2	17	21	9
-65.4	35	3	29	23	3	10	16	8	8	4	32	13	7	19	7	12	2	8	55	31	8	13	17	11
-65.5	33	5	22	28	4	8	8	8	9	3	25	9	2	21	5	10	4	7	26	27	2	21	14	7
-65.6	37	4	23	24	10	10	12	9	5	1	46	11	6	25	7	4	2	11	48	32	7	26	12	11
-65.7	27	3	22	33	7	6	8	1	8	4	39	10	7	23	5	7	3	9	46	38	3	16	16	10

Continuación Tabla 44. Distribución de frecuencia numérica de TS en lances con dominio de anchoveta en la captura (>75%). Crucero RECLAN12 0912.

TS	L1	L5	L13	L15	L17	L18	L19	TS 256 L19	TS 512 L19	TS 1024 L19	TS 256 L21	TS 512 L21	TS 1024 L21	L29	L30	L33	L37	L38	TS 256 L44	TS 512 L44	TS 1024 L44	L45	L46	L48
-65.8	31	2	24	33	8	5	9	7	17	2	42	10	6	25	9	4		10	44	32	2	23	26	15
-65.9	35	3	31	22	4	9	8	8	8	7	32	18	6	22	16	14	2	5	45	43	4	18	12	16
-66	36	8	22	43	8	7	6	6	12	7	44	14	10	28	11	5	1	9	57	43	2	23	13	11
-66.1	39	6	31	25	9	7	10	7	10	2	53	7	10	28	7	3	3	11	48	49	8	27	12	12
-66.2	44	6	42	42	5	13	10	1	7	4	52	12	13	26	12	9	2	9	51	48	3	25	15	11
-66.3	34	4	25	26	5	6	9	2	8	3	25	8	7	30	13	11	3	9	56	41	6	18	18	16
-66.4	30	2	33	22	12	9	15	5	10	3	43	24	7	34	5	8	5	10	89	54	5	22	11	15
-66.5	39	5	23	20	7	9	9	7	13	8	47	17	6	38	13	9	5	6	65	49	2	13	15	10
-66.6	45	10	33	27	13	6	18	5	11	5	56	23	10	26	7	6	8	8	68	57	4	18	15	7
-66.7	39	4	21	25	12	8	12	6	18	3	43	19	13	30	8	10	2	12	75	53	4	17	13	9
-66.8	46	8	39	32	7	13	14	8	18	6	44	20	4	25	11	13	3	6	72	51	5	19	26	18
-66.9	43	2	27	27	13	7	13	6	15	4	43	21	6	41	5	7	6	5	62	50	2	20	16	12
-67	46	5	21	31	11	13	17	4	16	3	60	17	14	42	13	8	5	4	84	46	4	27	23	17
-67.1	40	3	25	26	13	5	13	5	18	2	50	13	10	22	9	4	3	3	58	42	1	20	19	11
-67.2	40	4	37	29	9	11	15	6	22	4	39	17	9	39	6	8	2	10	72	57	4	21	16	13
-67.3	31	10	29	23	12	5	16	2	17	5	44	27	10	31	2	5	3	9	71	55	5	13	8	13
-67.4	45	6	30	26	10	8	19	6	24	9	50	22	12	29	6	8	6	5	79	40	7	16	12	14
-67.5	44	6	21	22	9	8	14	6	18	10	60	22	8	38	11	8	5	11	64	49	2	20	7	13
-67.6	44	6	37	21	16	6	18	14	33	9	70	14	11	27	14	10	3	10	76	46	7	18	7	16
-67.7	49	10	29	22	16	12	14	11	27	6	67	26	10	24	9	3	6	6	73	43	5	19	15	15
-67.8	49	6	34	31	11	11	16	10	30	5	63	27	13	30	10	5	3	3	87	56	10	14	13	21
-67.9	32	4	27	24	13	4	16	13	24	12	64	21	14	30	8	10	7	1	82	52	5	17	14	11
-68	45	6	33	22	8	11	16	13	26	8	58	29	11	23	8	10	8	5	95	55	4	16	12	12
-68.1	24	6	21	19	8	10	22	11	20	7	76	29	17	28	13	8	4	2	76	46	4	15	8	16
-68.2	44	7	27	15	17	13	30	29	34	11	58	31	16	28	8	6	6	7	100	41	3	21	20	9
-68.3	26	1	19	20	7	4	25	25	27	8	57	23	18	29	5	9	9	3	97	49	7	15	7	12
-68.4	45	3	20	18	13	7	29	13	37	14	68	33	24	19	6	8	4	2	90	50	4	16	12	13
-68.5	32	3	24	19	10	11	27	8	38	8	70	32	12	17	7	5	5	4	95	46	2	13	9	7
-68.6	32	5	21	16	9	14	28	31	49	15	60	38	17	19	8	10	5	5	86	41	2	13	7	14
-68.7	30	2	13	15	15	5	26	25	28	13	55	38	15	16	9	2	6	3	78	31	5	8	4	11
-68.8	28	2	25	12	9	12	35	23	38	14	72	23	21	21	10	6	7	11	102	34	5	13	12	12
-68.9	28	3	19	16	13	12	25	26	33	18	58	46	26	22	7	8	7	3	64	29	4	9	5	6
-69	21	4	22	16	6	9	24	9	31	18	59	43	17	18	6	8	6	3	90	36	2	7	6	8
-69.1	22	4	13	12	13	11	33	23	45	21	61	21	21	10	6	12	4	4	65	30	10	5	7	9
-69.2	26	5	17	13	10	14	34	23	35	24	55	28	27	15	11	9	10	4	93	38	9	11	11	9
-69.3	25	1	9	12	9	14	17	33	29	15	46	27	12	11	6	6	7		65	24	2	8	6	6
-69.4	20	2	10	11	3	13	27	30	30	20	37	32	32	9	8	4	6	1	64	27	5	14	8	7
-69.5	18	1	12	15	10	12	33	35	24	19	39	29	14	7	3	4	5	3	72	21	3	6	5	6
-69.6	19	5	14	13	12	8	14	44	40	16	58	34	14	9	5	9	5		72	25	6	12	7	12
-69.7	20	1	10	11	12	10	18	42	26	28	38	23	16	7	5	6	7	2	60	19	2	10	13	6
-69.8	17	7	10	11	7	14	28	42	31	31	45	27	14	12	4	4	5	1	64	22	4	6	10	6
-69.9	11	3	11	6	4	6	10	31	20	22	31	23	9	12	1	6	5	1	48	19	4	7	9	3

Tabla 45. Estimación del sesgo de orilla en la evaluación acústica de la biomasa de anchoveta por grado de latitud. Δx: diferencias en los valores de distancia a la costa m ($_{ubm}$) = pendiente del número de observaciones acústicas (UBM); m($_{NASC}$): pendiente de las densidades acústicas (NASC); m==Δy/Δx donde Δy es diferencias en los NASC (Δy(nasc) ó Δy (ubm); P=cuociente de las pendientes (m(ubm)/m(NASC)); P=1 hay proporcionalidad entre muestreo acústico y densidades acústicas; P<1= submuestreo, se corrige por sesgo de orilla; P>1= sobremuestreo.. Se indica el área del sector costero no prospectado, hasta 0,3 mn de costa y los NASC promedio del sector costero a corregir.

Sector	d cost (mn)	Δx (mn)	m (ubm)	m (NASC)	P	Σ NASC	Nº UBM	NASC prom	AREA (mn2)
25º - 26º	1.9	0.8	0.1025	0.1012	1.0128	7472.6	65	115.0	-
26º - 27º	2.9	1.8	0.1473	0.1038	1.4191	13755.3	224	61.4	-
27º - 28º	1.7	0.4	0.1329	**0.3783**	0.3513	6090.1	49	124.3	107.19
29º - 30º	4.1	3.0	0.0883	**0.2075**	0.4255	48595.2	242	200.8	151.92

Tabla 46. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	CONGLOMERADOS					BOOTSTRAP					GEOESTADISTICO				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	SESGO ORILLA	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	SESGO ORILLA	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	SESGO ORILLA	TOTAL
4,0															
4,5															
5,0															
5,5															
6,0															
6,5															
7,0															
7,5															
8,0															
8,5			85.1	21.4	106.5			83.7	21.4	105.1			80.0	21.4	101.4
9,0			87.1	21.9	109.0			85.7	21.9	107.6			81.9	21.9	103.8
9,5			88.2	22.1	110.3			86.7	22.1	108.8			82.9	22.1	105.0
10,0			214.3	53.8	268.1			210.7	53.8	264.5			201.4	53.8	255.2
10,5		10.0	201.8	50.7	262.5		10.1	198.5	50.7	259.3		9.0	189.7	50.7	249.4
11,0	11.7	226.8	507.4	127.4	873.3	11.6	229.2	499.0	127.4	867.2	12.3	204.5	476.8	127.4	821.1
11,5	21.3	719.2	406.6	102.1	1,249.2	21.1	726.7	399.9	102.1	1,249.8	22.5	648.5	382.2	102.1	1,155.3
12,0	3.2	862.0	200.3	50.3	1,115.8	3.2	871.0	197.0	50.3	1,121.5	3.4	777.3	188.2	50.3	1,019.2
12,5	11.9	520.6	52.5	13.2	598.3	11.8	526.0	51.7	13.2	602.7	12.6	469.5	49.4	13.2	544.6
13,0	30.2	249.4	48.4	12.2	340.1	30.0	252.0	47.6	12.2	341.7	31.8	224.9	45.5	12.2	314.3
13,5	33.0	171.3	29.8	7.5	241.6	32.7	173.1	29.3	7.5	242.6	34.8	154.5	28.0	7.5	224.8
14,0	112.8	115.0	25.3	6.4	259.5	112.0	116.2	24.9	6.4	259.4	119.0	103.7	23.8	6.4	252.8
14,5	489.3	178.0	38.5	9.7	715.5	485.6	179.9	37.9	9.7	713.0	516.0	160.5	36.2	9.7	722.3
15,0	907.4	308.0	97.6	24.5	1,337.4	900.5	311.2	96.0	24.5	1,332.2	956.9	277.7	91.7	24.5	1,350.8
15,5	516.6	309.7	133.9	33.6	993.8	512.7	312.9	131.7	33.6	990.9	544.8	279.2	125.8	33.6	983.5
16,0	133.3	128.3	40.0	10.0	311.7	132.3	129.6	39.4	10.0	311.3	140.6	115.7	37.6	10.0	303.9
16,5	13.3	27.2	27.7	7.0	75.2	13.2	27.4	27.3	7.0	74.9	14.1	24.5	26.1	7.0	71.6
17,0		3.6	4.6	1.2	9.4		3.7	4.5	1.2	9.4		3.3	4.3	1.2	8.8
17,5															
18,0															
Total	2,284.0	3,829.2	2,289.2	574.8	8,977.2	2,266.9	3,868.9	2,251.4	574.8	8,962.0	2,408.7	3,452.8	2,151.4	574.8	8,587.8
Reclutas	36.2	1,818.1	1,790.8	449.7	4,094.7	36.0	1,836.9	1,761.2	449.7	4,083.8	38.2	1,639.4	1,683.0	449.7	3,810.3
% Reclutas	1.6	47.5	78.2	78.2	45.6	1.6	47.5	78.2	78.2	45.6	1.6	47.5	78.2	78.2	44.4
Area (mn²)	666.0	1,224.0	495.0	259.1	2,644.1	666.0	1,224.0	495.0	259.1	2,385.0	666.0	1,224.0	495.0	**259.1**	2,385.0
ρ (nº/mn²)	3.4	3.1	4.6	2.2	3.4	3.4	3.2	4.5	2.2	3.8	3.6	2.8	4.3	2.2	3.6
% Total	**27.2**	**45.6**	**27.2**		**100.0**	**20.5**	**35.0**	**44.5**		**100.0**	28.0	40.2	25.1	6.7	
Límite Norte	**25º00' S**	**25º57.5S**	**27º´57.5'S**												
Límite Sur	**25º57.5' S**	**27º57.5'S**	**31º30'S**												

Tabla 47. Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	CONGLOMERADOS					BOOTSTRAP					GEOESTADISTICO				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	SESGO ORILLA	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	SESGO ORILLA	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	SESGO ORILLA	TOTAL
4,0															
4,5															
5,0															
5,5															
6,0															
6,5															
7,0															
7,5															
8,0															
8,5			356.7	89.6	446.2			350.8	89.6	440.4			335.2	89.6	424.8
9,0			439.6	110.4	549.9			432.3	110.4	542.7			413.1	110.4	523.5
9,5			530.2	133.1	663.3			521.5	133.1	654.6			498.3	133.1	631.4
10,0			1,522.0	382.2	1,904.2			1,496.9	382.2	1,879.1			1,430.5	382.2	1,812.6
10,5		83.3	1,680.1	421.9	2,185.2		84.1	1,652.3	421.9	2,158.3		75.1	1,579.0	421.9	2,075.9
11,0	113.1	2,195.9	4,911.5	1,233.3	8,453.8	112.3	2,218.7	4,830.4	1,233.3	8,394.7	119.3	1,980.1	4,616.0	1,233.3	7,948.7
11,5	238.2	8,043.4	4,547.7	1,141.9	13,971.2	236.4	8,126.9	4,472.7	1,141.9	13,977.9	251.2	7,252.9	4,274.1	1,141.9	12,920.1
12,0	41.7	11,069.4	2,571.9	645.8	14,328.7	41.4	11,184.3	2,529.4	645.8	14,400.9	44.0	9,981.5	2,417.1	645.8	13,088.4
12,5	174.8	7,633.3	770.2	193.4	8,771.7	173.5	7,712.5	757.5	193.4	8,836.9	184.3	6,883.0	723.9	193.4	7,984.6
13,0	502.9	4,152.8	805.8	202.3	5,663.9	499.1	4,195.9	792.5	202.3	5,689.9	530.4	3,744.6	757.3	202.3	5,234.7
13,5	620.8	3,225.2	561.1	140.9	4,548.0	616.1	3,258.7	551.8	140.9	4,567.5	654.7	2,908.2	527.3	140.9	4,231.1
14,0	2,390.2	2,435.5	536.3	134.7	5,496.7	2,372.3	2,460.7	527.5	134.7	5,495.2	2,520.7	2,196.1	504.1	134.7	5,355.5
14,5	11,614.7	4,226.6	913.9	229.5	16,984.6	11,527.4	4,270.5	898.8	229.5	16,926.1	12,248.6	3,811.2	858.9	229.5	17,148.2
15,0	24,046.9	8,162.1	2,586.8	649.5	35,445.4	23,866.3	8,246.8	2,544.1	649.5	35,306.8	25,359.4	7,359.9	2,431.2	649.5	35,800.1
15,5	15,230.1	9,128.4	3,947.4	991.2	29,297.1	15,115.7	9,223.2	3,882.3	991.2	29,212.3	16,061.4	8,231.2	3,709.9	991.2	28,993.7
16,0	4,355.9	4,193.2	1,308.0	328.4	10,185.6	4,323.2	4,236.7	1,286.4	328.4	10,174.8	4,593.7	3,781.1	1,229.3	328.4	9,932.5
16,5	481.4	981.0	1,001.7	251.5	2,715.6	477.8	991.2	985.1	251.5	2,705.6	507.7	884.6	941.4	251.5	2,585.2
17,0		145.1	182.9	45.9	373.9		146.6	179.9	45.9	372.4		130.8	171.9	45.9	348.7
17,5															
18,0															
Total	59,810.7	65,675.1	29,173.9	7,325.4	161,985.1	59,361.5	66,357.0	28,692.2	7,325.4	161,736.1	63,075.4	59,220.4	27,418.5	7,325.4	157,039.7
Reclutas	393.0	21,392.0	16,559.7	4,158.0	42,502.7	390.1	21,614.1	16,286.3	4,158.0	42,448.5	414.5	19,289.6	15,563.3	4,158.0	39,425.4
% Reclutas	0.7	32.6	56.8	56.8	26.2	0.7	32.6	56.8	56.8	26.2	0.7	32.6	56.8	56.8	25.1
Area (mn²)	666.0	1,224.0	495.0	259.1	2,644.1	666.0	1,224.0	495.0	259.1	2,385.0	666.0	1,224.0	495.0	259.1	2,385.0
ρ (nº/mn²)	89.8	53.7	58.9	28.3	61.3	89.1	54.2	58.0	28.3	67.8	94.7	48.4	55.4	28.3	65.8
% Total	36.9	40.5	18.0	4.5	100.0	36.7	41.0	17.7	4.5	100.0	40.2	37.7	17.5	4.7	100.0
Límite Norte	**25º00' S**	**25º57.5S**	**27º´57.5'S**												
Límite Sur	**25º57.5' S**	**27º57.5'S**	**31º30'S**												

Tabla 48. Abundancia (millones de ejemplares) de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	Conglomerados				Bootstrap			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL
19.0								
19.5	2.1			2.1				
20.0								
20.5	1.9	5.3		7.3	2.2			2.2
21.0	3.7	35.6		39.3				
21.5	7.0	72.7		79.7	2.0	5.4		7.5
22.0	25.1	81.0	2.6	108.7	3.8	36.3		40.2
22.5	59.2	86.3	17.1	162.5	7.3	74.3		81.6
23.0	70.4	25.4	18.7	114.5	26.1	82.7	2.6	111.4
23.5	90.9	26.4	22.4	139.6	61.5	88.1	17.5	167.1
24.0	112.4	29.1	19.3	160.8	73.1	25.9	19.2	118.2
24.5	62.0	11.2	12.3	85.5	94.4	26.9	22.9	144.2
25.0	58.2	12.5	17.8	88.5	116.7	29.8	19.8	166.3
25.5	31.1	20.6	20.9	72.6	64.4	11.4	12.7	88.5
26.0	87.3	18.2	27.4	132.9	60.5	12.8	18.2	91.5
26.5	79.4	22.3	79.0	180.7	32.3	21.1	21.4	74.8
27.0	76.5	9.2	69.3	155.0	90.7	18.6	28.1	137.3
27.5	48.1	7.4	45.6	101.1	82.5	22.8	81.0	186.3
28.0	29.9	1.4	28.3	59.6	79.4	9.4	71.1	160.0
28.5	8.0		18.2	26.2	49.9	7.5	46.8	104.3
29.0	2.9		10.3	13.1	31.0	1.5	29.0	61.5
29.5	0.9		4.2	5.2	8.3		18.7	26.9
30.0	1.8		4.1	5.9	3.0		10.5	13.5
30.5	2.6		6.6	9.2	1.0		4.4	5.3
31.0	5.0		10.2	15.3	1.9		4.2	6.1
31.5	4.9	1.1	3.7	9.7	2.7		6.8	9.5
32.0	6.3		12.0	18.3	5.2		10.5	15.7
32.5	4.6		17.5	22.0	5.1	1.1	3.8	10.0
33.0	3.0		15.8	18.8	6.5		12.3	18.9
33.5	2.2		5.5	7.6	4.8		17.9	22.7
34.0			2.1	2.1	3.1		16.2	19.3
34.5			1.0	1.0	2.2		5.6	7.9
35.0			1.0	1.0			2.2	2.2
35.5			1.0	1.0			1.1	1.1
36.0							1.0	1.0
36.5							1.0	1.0
37.0								
37.5			1.7	1.7				
38.0								
38.5							1.8	1.8
39.0								
Total	887.1	465.8	495.5	1,848.5	921.6	475.7	508.3	1,905.6
Reclutas	611.2	424.4	158.3	1,193.9	635.0	433.4	162.4	1,230.7
% Reclutas	68.9	91.1	31.9	64.6	68.9	91.1	31.9	64.6
Area (mn²)	4,448.8	1,834.3	1,834.3	6,283.1	4,448.8	1,834.3	1,834.3	6,283.1
ρ (nº/mn²)	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
% Total	48.0	25.2	26.8	100.0	48.4	25.0	26.7	100.0
Límite Norte	**25º00'S**	**28º 33´S**	**30º05´S**					
Límite Sur	**28º33'S**	**30º05´S**	**31º30´S**					

Tabla 49. Biomasa (toneladas) de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	Conglomerados				Bootstrap			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL
19.0								
19.5	192.3			192.3	199.8			199.8
20.0								
20.5	200.3	554.2		754.6	208.1	566.0		774.1
21.0	408.6	3,956.5		4,365.1	424.4	4,040.4		4,464.9
21.5	833.0	8,642.1		9,475.1	865.3	8,825.5		9,690.8
22.0	3,182.6	10,272.9	323.7	13,779.2	3,306.2	10,490.9	332.0	14,129.1
22.5	7,995.4	11,658.3	2,307.4	21,961.1	8,305.9	11,905.7	2,367.0	22,578.6
23.0	10,119.7	3,651.9	2,684.6	16,456.2	10,512.6	3,729.4	2,754.0	16,996.1
23.5	13,880.4	4,026.1	3,415.0	21,321.6	14,419.4	4,111.5	3,503.3	22,034.3
24.0	18,219.8	4,725.8	3,126.7	26,072.3	18,927.3	4,826.1	3,207.5	26,960.8
24.5	10,653.7	1,922.3	2,119.7	14,695.7	11,067.4	1,963.1	2,174.5	15,205.0
25.0	10,594.9	2,279.9	3,232.3	16,107.1	11,006.3	2,328.3	3,315.9	16,650.4
25.5	5,981.7	3,971.9	4,014.8	13,968.3	6,214.0	4,056.1	4,118.6	14,388.7
26.0	17,744.8	3,698.9	5,561.9	27,005.6	18,433.8	3,777.4	5,705.7	27,916.9
26.5	17,034.5	4,781.2	16,946.4	38,762.2	17,696.0	4,882.7	17,384.5	39,963.2
27.0	17,295.7	2,080.5	15,676.8	35,053.0	17,967.3	2,124.7	16,082.1	36,174.0
27.5	11,449.5	1,759.8	10,867.2	24,076.6	11,894.1	1,797.2	11,148.1	24,839.4
28.0	7,487.6	357.2	7,089.3	14,934.0	7,778.3	364.7	7,272.5	15,415.6
28.5	2,095.5		4,794.8	6,890.3	2,176.9		4,918.7	7,095.6
29.0	797.0		2,836.8	3,633.8	828.0		2,910.2	3,738.1
29.5	269.4		1,232.8	1,502.2	279.9		1,264.7	1,544.5
30.0	546.2		1,249.8	1,796.0	567.4		1,282.1	1,849.5
30.5	830.4		2,111.2	2,941.6	862.7		2,165.8	3,028.4
31.0	1,683.0		3,422.9	5,105.9	1,748.3		3,511.4	5,259.7
31.5	1,705.0	393.1	1,300.4	3,398.6	1,771.2	401.4	1,334.0	3,506.7
32.0	2,302.7		4,390.7	6,693.4	2,392.1		4,504.2	6,896.3
32.5	1,749.0		6,669.6	8,418.6	1,816.9		6,842.1	8,658.9
33.0	1,180.5		6,302.8	7,483.4	1,226.4		6,465.8	7,692.2
33.5	896.3		2,278.7	3,175.0	931.1		2,337.6	3,268.8
34.0			922.6	922.6			946.4	946.4
34.5			466.8	466.8			478.9	478.9
35.0			472.3	472.3			484.5	484.5
35.5			477.8	477.8			490.1	490.1
36.0								
36.5								
37.0								
37.5			999.1	999.1			1,025.0	1,025.0
38.0								
38.5								
39.0								
Total	167,329.8	68,732.8	117,294.8	353,357.3	173,827.0	70,191.1	120,327.2	364,345.3
Reclutas	100,007.3	59,360.9	26,786.0	186,154.2	103,890.5	60,620.4	27,478.5	191,989.4
% Reclutas	59.8	86.4	22.8	52.7	59.8	86.4	22.8	52.7
Area (mn²)	4,448.8	1,834.3	1,834.3	6,283.1	4,448.8	1,834.3	1,834.3	6,283.1
ρ (nº/mn²)	37.6	37.5	63.9	56.2	39.1	38.3	65.6	58.0
% Total	47.4	19.5	33.2	100.0	47.7	19.3	33.0	100.0
Límite Norte	**25º00'S**	**28º 33´S**	**30º05´S**					
Límite Sur	**28º33'S**	**30º05´S**	**31º30´S**					

Tabla 50. Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS				BOOTSTRAP				GEOESTADISTICO			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL
4,0																
4,5																
5,0																
5,5																
6,0																
6,5																
7,0																
7,5																
8,0																
8,5			1.925E+15	1.925E+15			7.049E+14	7.049E+14			7.899E+14	7.899E+14			5.069E+15	5.069E+15
9,0			1.961E+15	1.961E+15			6.695E+14	6.695E+14			7.620E+14	7.620E+14			5.297E+15	5.297E+15
9,5			2.040E+15	2.040E+15			7.248E+14	7.248E+14			8.176E+14	8.176E+14			5.432E+15	5.432E+15
10,0			1.112E+16	1.112E+16			3.140E+15	3.140E+15			3.744E+15	3.744E+15			3.185E+16	3.185E+16
10,5		1.000E+14	9.838E+15	9.938E+15		1.000E+14	2.750E+15	2.850E+15		1.021E+14	3.288E+15	3.390E+15		8.135E+13	2.826E+16	2.834E+16
11,0	9.726E+13	1.377E+16	5.851E+16	7.238E+16	7.976E+13	9.446E+15	1.290E+16	2.242E+16	7.982E+13	7.789E+15	1.652E+16	2.438E+16	9.198E+13	3.147E+16	1.777E+17	2.092E+17
11,5	3.084E+14	1.271E+17	3.763E+16	1.650E+17	2.437E+14	8.234E+16	8.342E+15	9.093E+16	2.447E+14	6.486E+16	1.066E+16	7.577E+16	2.832E+14	3.133E+17	1.141E+17	4.277E+17
12,0	9.676E+12	1.811E+17	9.492E+15	1.906E+17	9.292E+12	1.166E+17	2.470E+15	1.191E+17	9.180E+12	9.143E+16	3.011E+15	9.445E+16	1.041E+13	4.496E+17	2.778E+16	4.774E+17
12,5	9.738E+13	6.711E+16	7.854E+14	6.799E+16	7.747E+13	4.371E+16	3.325E+14	4.412E+16	7.773E+13	3.459E+16	3.618E+14	3.503E+16	8.988E+13	1.643E+17	1.944E+15	1.663E+17
13,0	4.826E+14	1.596E+16	6.807E+14	1.712E+16	2.915E+14	1.066E+16	2.998E+14	1.125E+16	3.008E+14	8.606E+15	3.237E+14	9.231E+15	3.599E+14	3.785E+16	1.653E+15	3.987E+16
13,5	5.497E+14	7.735E+15	2.656E+14	8.550E+15	3.104E+14	5.255E+15	1.227E+14	5.688E+15	3.228E+14	4.301E+15	1.313E+14	4.755E+15	3.899E+14	1.792E+16	6.291E+14	1.894E+16
14,0	5.587E+15	3.619E+15	1.865E+14	9.392E+15	2.408E+15	2.518E+15	8.229E+13	5.008E+15	2.598E+15	2.098E+15	8.883E+13	4.785E+15	3.272E+15	8.108E+15	4.526E+14	1.183E+16
14,5	1.023E+17	8.217E+15	3.932E+14	1.110E+17	4.138E+16	5.524E+15	1.435E+14	4.705E+16	4.510E+16	4.484E+15	1.609E+14	4.975E+16	5.741E+16	1.932E+16	1.037E+15	7.777E+16
15,0	3.510E+17	2.361E+16	2.223E+15	3.769E+17	1.409E+17	1.543E+16	5.482E+14	1.569E+17	1.538E+17	1.225E+16	6.786E+14	1.667E+17	1.960E+17	5.753E+16	6.590E+15	2.601E+17
15,5	1.140E+17	2.376E+16	4.099E+15	1.419E+17	4.598E+16	1.548E+16	9.271E+14	6.239E+16	5.014E+16	1.226E+16	1.178E+15	6.357E+16	6.385E+16	5.813E+16	1.238E+16	1.344E+17
16,0	7.685E+15	4.293E+15	4.246E+14	1.240E+16	3.201E+15	2.897E+15	1.547E+14	6.252E+15	3.472E+15	2.358E+15	1.735E+14	6.004E+15	4.398E+15	1.004E+16	1.121E+15	1.556E+16
16,5	8.652E+13	2.556E+14	2.070E+14	5.491E+14	4.596E+13	2.003E+14	7.801E+13	3.242E+14	4.816E+13	1.807E+14	8.688E+13	3.158E+14	5.870E+13	4.673E+14	5.389E+14	1.065E+15
17,0		1.329E+13	8.801E+12	2.209E+13		1.329E+13	5.972E+12	1.926E+13		1.357E+13	6.027E+12	1.959E+13		1.080E+13	1.559E+13	2.639E+13
17,5																
18,0																
Total	5.823E+17	4.766E+17	1.418E+17	1.201E+18	2.350E+17	3.102E+17	3.439E+16	5.796E+17	2.562E+17	2.453E+17	4.278E+16	5.443E+17	3.262E+17	1.168E+18	4.218E+17	1.916E+18
Reclutas	4.153E+14	3.221E+17	1.325E+17	4.550E+17	3.328E+14	2.085E+17	3.170E+16	2.406E+17	3.337E+14	1.642E+17	3.959E+16	2.041E+17	3.855E+14	7.945E+17	3.955E+17	1.190E+18
CV	0.3341	0.1803	0.1645	0.1221	0.2122	0.1455	0.0810	0.0848	0.22	0.13	0.09	0.08	0.24	0.31	0.30	0.16
Error	55.0	29.7	27.1	20.1	34.9	23.9	13.3	14.0	36.75	21.07	15.12	13.55	39.0	51.5	49.7	26.5
Límite Norte	**25º00' S**	**25º57.5S**	**27º´57.5'S**													
Límite Sur	**25º57.5' S**	**27º57.5'S**	**31º30'S**													

Tabla 51. Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS				BOOTSTRAP				GEOESTADISTICO			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL
4,0																
4,5																
5,0																
5,5																
6,0																
6,5																
7,0																
7,5																
8,0																
8,5			3.240E+04	3.240E+04			1.187E+04	1.187E+04			1.330E+04	1.330E+04			8.532E+04	8.532E+04
9,0			4.693E+04	4.693E+04			1.602E+04	1.602E+04			1.824E+04	1.824E+04			1.268E+05	1.268E+05
9,5			6.957E+04	6.957E+04			2.472E+04	2.472E+04			2.789E+04	2.789E+04			1.853E+05	1.853E+05
10,0			5.500E+05	5.500E+05			1.553E+05	1.553E+05			1.852E+05	1.852E+05			1.576E+06	1.576E+06
10,5		6.931E+03	6.685E+05	6.754E+05		6.931E+03	1.868E+05	1.938E+05		7.076E+03	2.234E+05	2.305E+05		5.636E+03	1.920E+06	1.926E+06
11,0	8.888E+03	1.256E+06	5.387E+06	6.652E+06	7.289E+03	8.620E+05	1.187E+06	2.057E+06	7.294E+03	7.108E+05	1.520E+06	2.239E+06	8.405E+03	2.872E+06	1.635E+07	1.924E+07
11,5	3.815E+04	1.518E+07	4.664E+06	1.988E+07	3.015E+04	9.834E+06	1.034E+06	1.090E+07	3.027E+04	7.747E+06	1.322E+06	9.098E+06	3.503E+04	3.741E+07	1.414E+07	5.159E+07
12,0	1.596E+03	2.874E+07	1.546E+06	3.029E+07	1.532E+03	1.851E+07	4.023E+05	1.892E+07	1.514E+03	1.451E+07	4.905E+05	1.500E+07	1.716E+03	7.136E+07	4.525E+06	7.589E+07
12,5	2.038E+04	1.423E+07	1.678E+05	1.442E+07	1.621E+04	9.272E+06	7.104E+04	9.359E+06	1.627E+04	7.337E+06	7.729E+04	7.431E+06	1.881E+04	3.485E+07	4.153E+05	3.529E+07
13,0	1.328E+05	4.382E+06	1.872E+05	4.702E+06	8.024E+04	2.926E+06	8.243E+04	3.089E+06	8.279E+04	2.363E+06	8.901E+04	2.535E+06	9.907E+04	1.039E+07	4.546E+05	1.095E+07
13,5	1.903E+05	2.726E+06	9.365E+04	3.009E+06	1.075E+05	1.852E+06	4.327E+04	2.002E+06	1.117E+05	1.515E+06	4.632E+04	1.674E+06	1.350E+05	6.316E+06	2.219E+05	6.673E+06
14,0	2.436E+06	1.599E+06	8.328E+04	4.118E+06	1.050E+06	1.112E+06	3.674E+04	2.199E+06	1.133E+06	9.268E+05	3.966E+04	2.099E+06	1.426E+06	3.581E+06	2.021E+05	5.210E+06
14,5	5.705E+07	4.585E+06	2.202E+05	6.185E+07	2.307E+07	3.082E+06	8.038E+04	2.623E+07	2.514E+07	2.502E+06	9.013E+04	2.773E+07	3.200E+07	1.078E+07	5.807E+05	4.336E+07
15,0	2.448E+08	1.643E+07	1.539E+06	2.627E+08	9.827E+07	1.074E+07	3.794E+05	1.094E+08	1.072E+08	8.528E+06	4.697E+05	1.162E+08	1.367E+08	4.004E+07	4.561E+06	1.813E+08
15,5	9.840E+07	2.050E+07	3.552E+06	1.225E+08	3.969E+07	1.336E+07	8.034E+05	5.385E+07	4.327E+07	1.058E+07	1.021E+06	5.487E+07	5.511E+07	5.017E+07	1.073E+07	1.160E+08
16,0	8.164E+06	4.562E+06	4.492E+05	1.317E+07	3.400E+06	3.078E+06	1.636E+05	6.642E+06	3.688E+06	2.506E+06	1.835E+05	6.378E+06	4.671E+06	1.067E+07	1.185E+06	1.653E+07
16,5	1.120E+05	3.277E+05	2.693E+05	7.090E+05	5.951E+04	2.567E+05	1.015E+05	4.178E+05	6.236E+04	2.317E+05	1.130E+05	4.071E+05	7.600E+04	5.991E+05	7.012E+05	1.376E+06
17,0		2.104E+04	1.378E+04	3.482E+04		2.104E+04	9.351E+03	3.039E+04		2.148E+04	9.438E+03	3.092E+04		1.711E+04	2.441E+04	4.152E+04
17,5																
18,0																
Total	4.113E+08	1.146E+08	1.954E+07	5.454E+08	1.658E+08	7.492E+07	4.789E+06	2.455E+08	1.808E+08	5.948E+07	5.939E+06	2.462E+08	2.302E+08	2.791E+08	5.799E+07	5.673E+08
Reclutas	4.863E+04	4.518E+07	1.296E+07	5.820E+07	3.897E+04	2.921E+07	3.018E+06	3.227E+07	3.908E+04	2.297E+07	3.800E+06	2.681E+07	4.515E+04	1.117E+08	3.892E+07	1.506E+08
CV	0.3391	0.1630	0.1515	0.1442	0.2153	0.1318	0.0750	0.0967	0.2	0.1	0.1	0.1	0.24	0.28	0.28	0.15
Error	55.8	26.8	24.9	23.7	35.4	21.7	12.3	15.9	37.3	19.1	14.0	16.0	39.6	46.4	45.7	25.0
Límite Norte	**25º00' S**	**25º57.5S**	**27º´57.5'S**													
Límite Sur	**25º57.5' S**	**27º57.5'S**	**31º30'S**													

Tabla 52. Varianza de la Abundancia de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS				BOOTSTRAP			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL
19.0												
19.5	5.012E+12			5.012E+12	5.090E+12			5.090E+12	5.529E+12			5.529E+12
20.0												
20.5	3.258E+12	1.398E+13		1.724E+13	3.181E+12	8.186E+12		1.137E+13	3.397E+12	9.235E+12		1.263E+13
21.0	9.898E+12	5.163E+14		5.261E+14	9.298E+12	2.164E+14		2.257E+14	9.750E+12	2.618E+14		2.715E+14
21.5	2.969E+13	2.014E+15		2.044E+15	2.646E+13	7.045E+14		7.310E+14	2.702E+13	8.925E+14		9.195E+14
22.0	3.236E+14	2.495E+15	6.514E+12	2.825E+15	2.726E+14	8.681E+14	6.514E+12	1.147E+15	2.701E+14	1.101E+15	6.856E+12	1.378E+15
22.5	1.727E+15	2.864E+15	1.495E+14	4.740E+15	1.431E+15	1.032E+15	8.094E+13	2.544E+15	1.405E+15	1.297E+15	9.591E+13	2.798E+15
23.0	2.455E+15	2.757E+14	1.757E+14	2.906E+15	2.039E+15	1.280E+14	9.227E+13	2.259E+15	2.003E+15	1.513E+14	1.102E+14	2.265E+15
23.5	4.082E+15	3.020E+14	2.459E+14	4.629E+15	3.387E+15	1.450E+14	1.234E+14	3.655E+15	3.327E+15	1.702E+14	1.491E+14	3.646E+15
24.0	6.260E+15	3.594E+14	1.863E+14	6.806E+15	5.200E+15	1.635E+14	9.678E+13	5.460E+15	5.111E+15	1.941E+14	1.159E+14	5.421E+15
24.5	1.934E+15	5.810E+13	8.142E+13	2.074E+15	1.617E+15	3.130E+13	4.731E+13	1.695E+15	1.594E+15	3.587E+13	5.513E+13	1.685E+15
25.0	1.721E+15	7.368E+13	1.591E+14	1.953E+15	1.442E+15	4.037E+13	8.362E+13	1.566E+15	1.425E+15	4.611E+13	9.982E+13	1.571E+15
25.5	5.043E+14	1.916E+14	2.166E+14	9.125E+14	4.273E+14	9.780E+13	1.111E+14	6.363E+14	4.248E+14	1.133E+14	1.335E+14	6.716E+14
26.0	3.859E+15	1.519E+14	3.646E+14	4.375E+15	3.232E+15	8.030E+13	1.792E+14	3.492E+15	3.192E+15	9.237E+13	2.176E+14	3.502E+15
26.5	3.211E+15	2.169E+14	2.910E+15	6.338E+15	2.696E+15	1.049E+14	1.303E+15	4.104E+15	2.666E+15	1.229E+14	1.622E+15	4.411E+15
27.0	2.995E+15	4.710E+13	2.263E+15	5.305E+15	2.519E+15	3.209E+13	1.036E+15	3.588E+15	2.494E+15	3.528E+13	1.283E+15	3.812E+15
27.5	1.199E+15	3.118E+13	1.001E+15	2.231E+15	1.014E+15	2.182E+13	4.797E+14	1.515E+15	1.006E+15	2.388E+13	5.865E+14	1.617E+15
28.0	4.700E+14	2.324E+12	3.963E+14	8.686E+14	3.996E+14	2.441E+12	2.013E+14	6.034E+14	3.980E+14	2.532E+12	2.424E+14	6.429E+14
28.5	3.706E+13		1.702E+14	2.073E+14	3.270E+13		9.253E+13	1.252E+14	3.322E+13		1.095E+14	1.428E+14
29.0	5.311E+12		5.772E+13	6.303E+13	4.814E+12		3.487E+13	3.968E+13	4.961E+12		4.027E+13	4.523E+13
29.5	7.638E+11		1.178E+13	1.254E+13	7.477E+11		8.768E+12	9.516E+12	7.992E+11		9.699E+12	1.050E+13
30.0	3.148E+12		1.101E+13	1.415E+13	3.136E+12		8.190E+12	1.133E+13	3.379E+12		9.060E+12	1.244E+13
30.5	4.404E+12		2.575E+13	3.016E+13	4.010E+12		1.706E+13	2.107E+13	4.141E+12		1.931E+13	2.346E+13
31.0	1.512E+13		5.841E+13	7.353E+13	1.341E+13		3.594E+13	4.935E+13	1.367E+13		4.134E+13	5.501E+13
31.5	1.426E+13	1.435E+12	9.227E+12	2.492E+13	1.267E+13	1.504E+12	7.001E+12	2.118E+13	1.293E+13	1.560E+12	7.716E+12	2.220E+13
32.0	2.346E+13		7.998E+13	1.034E+14	2.076E+13		4.892E+13	6.968E+13	2.113E+13		5.634E+13	7.747E+13
32.5	1.278E+13		1.656E+14	1.784E+14	1.142E+13		9.832E+13	1.097E+14	1.168E+13		1.140E+14	1.257E+14
33.0	5.636E+12		1.381E+14	1.437E+14	5.114E+12		8.405E+13	8.917E+13	5.272E+12		9.691E+13	1.022E+14
33.5	3.144E+12		1.859E+13	2.174E+13	2.894E+12		1.308E+13	1.598E+13	3.005E+12		1.463E+13	1.764E+13
34.0			3.460E+12	3.460E+12			2.947E+12	2.947E+12			3.182E+12	3.182E+12
34.5			1.067E+12	1.067E+12			1.067E+12	1.067E+12			1.122E+12	1.122E+12
35.0			1.007E+12	1.007E+12			1.007E+12	1.007E+12			1.059E+12	1.059E+12
35.5			9.508E+11	9.508E+11			9.508E+11	9.508E+11			1.001E+12	1.001E+12
36.0												
36.5												
37.0												
37.5			2.425E+12	2.425E+12			2.124E+12	2.124E+12			2.282E+12	2.282E+12
38.0												
38.5												
39.0												
Total	3.091E+16	9.614E+15	8.912E+15	4.944E+16	2.583E+16	3.678E+15	4.298E+15	3.381E+16	2.548E+16	4.551E+15	5.245E+15	3.527E+16
Reclutas	2.291E+16	9.315E+15	1.586E+15	3.381E+16	1.909E+16	3.515E+15	8.212E+14	2.343E+16	1.880E+16	4.365E+15	9.839E+14	2.415E+16
C V	0.1982	0.2105	0.1905	0.1203	0.1812	0.1302	0.1323	0.0995	0.17	0.14	0.14	0.10
Error	32.6	34.6	31.4	19.8	29.8	21.4	21.8	16.4	28.51	23.34	23.45	16.22
Límite Norte	25º00'S	28º 33´S	30º05´S									
Límite Sur	28º33'S	30º05´S	31º30´S									

Tabla 53. Varianza de la Biomasa de jurel por talla, zonas y métodos, Crucero RECLAN (3-4) 1002.

	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS				BOOTSTRAP			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3	TOTAL
19.0												
19.5	4.077E+04			4.077E+04	4.140E+04			4.140E+04	4.497E+04			4.497E+04
20.0												
20.5	3.515E+04	1.507E+05		1.859E+05	3.433E+04	8.826E+04		1.226E+05	3.665E+04	9.957E+04		1.362E+05
21.0	1.173E+05	6.364E+06		6.481E+06	1.102E+05	2.667E+06		2.778E+06	1.156E+05	3.227E+06		3.343E+06
21.5	4.159E+05	2.838E+07		2.880E+07	3.706E+05	9.927E+06		1.030E+07	3.785E+05	1.258E+07		1.295E+07
22.0	4.996E+06	4.000E+07	1.048E+05	4.510E+07	4.208E+06	1.392E+07	1.048E+05	1.823E+07	4.170E+06	1.766E+07	1.102E+05	2.194E+07
22.5	3.131E+07	5.212E+07	2.728E+06	8.616E+07	2.595E+07	1.878E+07	1.477E+06	4.621E+07	2.547E+07	2.361E+07	1.750E+06	5.083E+07
23.0	4.956E+07	5.690E+06	3.629E+06	5.887E+07	4.115E+07	2.642E+06	1.906E+06	4.570E+07	4.044E+07	3.122E+06	2.275E+06	4.584E+07
23.5	9.334E+07	7.002E+06	5.726E+06	1.061E+08	7.745E+07	3.363E+06	2.874E+06	8.369E+07	7.608E+07	3.946E+06	3.471E+06	8.349E+07
24.0	1.613E+08	9.405E+06	4.894E+06	1.756E+08	1.340E+08	4.278E+06	2.542E+06	1.408E+08	1.317E+08	5.079E+06	3.043E+06	1.398E+08
24.5	5.655E+07	1.683E+06	2.332E+06	6.056E+07	4.726E+07	9.069E+05	1.355E+06	4.952E+07	4.661E+07	1.039E+06	1.579E+06	4.923E+07
25.0	5.650E+07	2.425E+06	5.248E+06	6.417E+07	4.737E+07	1.329E+06	2.758E+06	5.146E+07	4.681E+07	1.518E+06	3.292E+06	5.162E+07
25.5	1.853E+07	7.063E+06	8.008E+06	3.360E+07	1.570E+07	3.606E+06	4.108E+06	2.342E+07	1.561E+07	4.177E+06	4.933E+06	2.472E+07
26.0	1.578E+08	6.271E+06	1.505E+07	1.791E+08	1.322E+08	3.314E+06	7.398E+06	1.429E+08	1.305E+08	3.813E+06	8.983E+06	1.433E+08
26.5	1.466E+08	9.947E+06	1.330E+08	2.896E+08	1.231E+08	4.813E+06	5.954E+07	1.875E+08	1.217E+08	5.638E+06	7.416E+07	2.015E+08
27.0	1.523E+08	2.404E+06	1.155E+08	2.702E+08	1.281E+08	1.638E+06	5.291E+07	1.826E+08	1.268E+08	1.801E+06	6.548E+07	1.941E+08
27.5	6.778E+07	1.760E+06	5.660E+07	1.261E+08	5.731E+07	1.232E+06	2.712E+07	8.567E+07	5.691E+07	1.348E+06	3.316E+07	9.141E+07
28.0	2.923E+07	1.460E+05	2.485E+07	5.423E+07	2.485E+07	1.533E+05	1.263E+07	3.764E+07	2.475E+07	1.590E+05	1.520E+07	4.012E+07
28.5	2.558E+06		1.175E+07	1.431E+07	2.257E+06		6.389E+06	8.646E+06	2.294E+06		7.563E+06	9.857E+06
29.0	4.065E+05		4.406E+06	4.812E+06	3.685E+05		2.661E+06	3.030E+06	3.797E+05		3.074E+06	3.453E+06
29.5	6.442E+04		9.881E+05	1.053E+06	6.306E+04		7.355E+05	7.986E+05	6.741E+04		8.136E+05	8.810E+05
30.0	2.917E+05		1.018E+06	1.310E+06	2.906E+05		7.576E+05	1.048E+06	3.131E+05		8.381E+05	1.151E+06
30.5	4.481E+05		2.616E+06	3.064E+06	4.080E+05		1.733E+06	2.141E+06	4.214E+05		1.962E+06	2.383E+06
31.0	1.685E+06		6.508E+06	8.193E+06	1.495E+06		4.005E+06	5.500E+06	1.523E+06		4.606E+06	6.130E+06
31.5	1.740E+06	1.754E+05	1.126E+06	3.042E+06	1.547E+06	1.837E+05	8.544E+05	2.585E+06	1.577E+06	1.906E+05	9.417E+05	2.710E+06
32.0	3.124E+06		1.064E+07	1.377E+07	2.764E+06		6.510E+06	9.274E+06	2.813E+06		7.497E+06	1.031E+07
32.5	1.855E+06		2.374E+07	2.560E+07	1.657E+06		1.409E+07	1.575E+07	1.695E+06		1.634E+07	1.804E+07
33.0	8.910E+05		2.187E+07	2.276E+07	8.085E+05		1.332E+07	1.412E+07	8.336E+05		1.535E+07	1.619E+07
33.5	5.426E+05		3.208E+06	3.751E+06	4.995E+05		2.257E+06	2.757E+06	5.187E+05		2.524E+06	3.043E+06
34.0			6.497E+05	6.497E+05			5.533E+05	5.533E+05			5.974E+05	5.974E+05
34.5			2.179E+05	2.179E+05			2.179E+05	2.179E+05			2.293E+05	2.293E+05
35.0			2.231E+05	2.231E+05			2.231E+05	2.231E+05			2.347E+05	2.347E+05
35.5			2.283E+05	2.283E+05			2.283E+05	2.283E+05			2.402E+05	2.402E+05
36.0												
36.5												
37.0												
37.5			7.914E+05	7.914E+05			6.929E+05	6.929E+05			7.447E+05	7.447E+05
38.0												
38.5												
39.0												
Total	1.040E+09	1.810E+08	4.677E+08	1.689E+09	8.713E+08	7.284E+07	2.319E+08	1.176E+09	8.606E+08	8.900E+07	2.810E+08	1.231E+09
Reclutas	6.305E+08	1.666E+08	4.772E+07	8.447E+08	5.258E+08	6.482E+07	2.452E+07	6.151E+08	5.180E+08	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
C V	0.1927	0.1957	0.1844	0.1163	0.1764	0.1242	0.1298	0.0971	0.17	0.13	0.14	0.10
Error	31.7	32.2	30.3	19.1	29.0	20.4	21.4	16.0	27.8	22.1	22.9	15.8
Límite Norte	25º00'S	28º 33´S	30º05´S									
Límite Sur	28º33'S	30º05´S	31º30´S									

Tabla 54. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método boostrap. Crucero RECLAN34 1002.

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	83.703.268			83.703.268	7,8989E+14						
9,0	85.681.909			85.681.909	7,6199E+14						
9,5	86.707.745			86.707.745	8,1760E+14						
10,0	210.717.955			210.717.955	3,7442E+15						
10,5	208.622.769			208.622.769	3,3896E+15						
11,0	739.774.710			739.774.710	2,4384E+16						
11,5	1.147.735.173			1.147.735.173	7,5773E+16						
12,0	1.071.172.585			1.071.172.585	9,4451E+16						
12,5	589.544.397			505.323.769	2,8681E+16	84.220.628	3,6587E+15				
13,0	329.532.647			299.575.134	8,4500E+15	29.957.513	8,9745E+14				
13,5	235.165.087			164.615.561	3,5093E+15	70.549.526	1,6074E+15				
14,0	253.056.098					253.056.098	4,7851E+15				
14,5	703.323.609					620.579.655	4,1618E+16	82.743.954	3,5751E+15		
15,0	1.307.708.579					1.245.436.742	1,5471E+17	62.271.837	3,8778E+15		
15,5	957.306.868					783.251.074	4,8600E+16	174.055.794	8,1432E+15		
16,0	301.286.720					150.643.360	2,2693E+16	150.643.360	2,2693E+16		
16,5	67.952.767					45.301.845	6,1832E+14	22.650.922	5,1306E+14		
17,0	8.204.983							8.204.983	1,9592E+13		
17,5											
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	8.387.197.870			4.603.630.578		3.282.996.441		500.570.850			
PORCENTAJE	100			54,89		39,14		5,97			
LONG. PROM.(cm)	13,1			11,6		14,9		15,5			
PESO PROM. (g)	18,4			11,7		26,1		29,6			
VARIANZA	5,63E+17			2,45E+17		2,79E+17		3,88E+16			
CV	0,0894			0,1075		0,1609		0,3936			

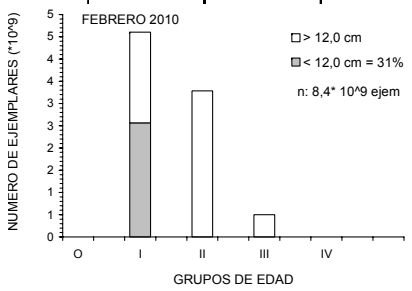


Tabla 55. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método geoestadístico. Crucero RECLAN34 1002.

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	79.987.356			79.987.356	5,0685E+15						
9,0	81.878.157			81.878.157	5,2969E+15						
9,5	82.858.453			82.858.453	5,4325E+15						
10,0	201.363.369			201.363.369	3,1852E+16						
10,5	198.722.958			198.722.958	2,8344E+16						
11,0	693.699.587			693.699.587	2,0922E+17						
11,5	1.053.151.443			1.053.151.443	4,2769E+17						
12,0	968.958.494			968.958.494	4,7744E+17						
12,5	531.416.189			455.499.591	1,2331E+17	75.916.598	4,4880E+15				
13,0	302.196.744			274.724.313	3,3372E+16	27.472.431	7,5473E+14				
13,5	217.293.043			152.105.130	9,9417E+15	65.187.913	2,3646E+15				
14,0	246.463.855					246.463.855	1,1832E+16				
14,5	712.676.283					628.832.014	6,3336E+16	83.844.269	3,8671E+15		
15,0	1.326.322.592					1.263.164.373	2,3933E+17	63.158.219	3,9890E+15		
15,5	949.892.507					777.184.778	9,5383E+16	172.707.728	9,8816E+15		
16,0	293.873.299					146.936.650	2,1590E+16	146.936.650	2,1590E+16		
16,5	64.617.784					43.078.523	8,1892E+14	21.539.261	4,6394E+14		
17,0	7.608.127							7.608.127	2,6392E+13		
17,5											
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	8.012.980.239			4.242.948.851		3.274.237.135		495.794.254			
PORCENTAJE	100,00			52,95		40,86		6,19			
LONG. PROM.(cm)	13,2			11,5		14,9		15,5			
PESO PROM. (g)	18,7			11,6		26,2		29,5			
VARIANZA	1,84E+18			1,36E+18		4,40E+17		3,98E+16			
CV	0,1691			0,2745		0,2026		0,4025			

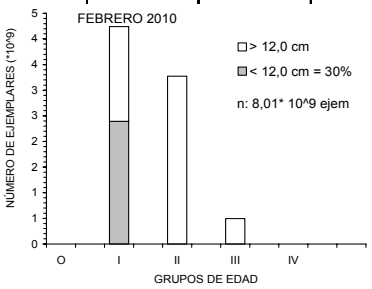


Tabla 56. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método Hansen. Crucero RECLAN34 1002.

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	85.108.265			85.108.265	1,9247E+15						
9,0	87.120.118			87.120.118	1,9606E+15						
9,5	88.163.174			88.163.174	2,0397E+15						
10,0	214.254.950			214.254.950	1,1118E+16						
10,5	211.851.118			211.851.118	9,9378E+15						
11,0	745.883.140			745.883.140	7,2379E+16						
11,5	1.147.141.374			1.147.141.374	1,6504E+17						
12,0	1.065.553.918			1.065.553.918	1,9061E+17						
12,5	585.096.001			501.510.858	5,2536E+16	83.585.143	3,9717E+15				
13,0	327.969.321			298.153.928	1,4900E+16	29.815.393	8,8896E+14				
13,5	234.126.052			163.888.236	5,2691E+15	70.237.816	1,8490E+15				
14,0	253.127.969					253.127.969	9,3922E+15				
14,5	705.785.463					622.751.879	8,8894E+16	83.033.584	4,0477E+15		
15,0	1.312.937.637					1.250.416.797	3,4488E+17	62.520.840	3,9089E+15		
15,5	960.183.030					785.604.298	1,0049E+17	174.578.733	1,0216E+16		
16,0	301.616.471					150.808.236	2,2743E+16	150.808.236	2,2743E+16		
16,5	68.228.736					45.485.824	7,0027E+14	22.742.912	5,1724E+14		
17,0	8.243.039							8.243.039	2,2090E+13		
17,5											
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	8.402.389.778			4.608.629.081		3.291.833.354		501.927.343			
PORCENTAJE	100,00			54,85		39,18		5,97			
LONG. PROM.(cm)	13,1			11,6		14,9		15,5			
PESO PROM. (g)	18,4			11,7		26,1		29,6			
VARIANZA	1,14E+18			5,28E+17		5,74E+17		4,15E+16			
CV	0,1272			0,1576		0,2301		0,4056			

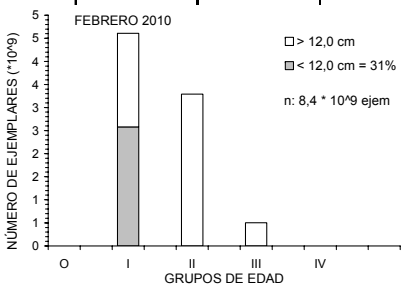


Tabla 57. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regiones. Método Kish. Crucero RECLAN34 1002.

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	85.108.265			85.108.265	1,1865E+04						
9,0	87.120.118			87.120.118	1,6025E+04						
9,5	88.163.174			88.163.174	2,4723E+04						
10,0	214.254.950			214.254.950	1,5534E+05						
10,5	211.851.118			211.851.118	1,9376E+05						
11,0	745.883.140			745.883.140	2,0565E+06						
11,5	1.147.141.374			1.147.141.374	1,0898E+07						
12,0	1.065.553.918			1.065.553.918	1,8915E+07						
12,5	585.096.001			501.510.858	3,2245E+15	83.585.143	3,2245E+15				
13,0	327.969.321			298.153.928	8,8896E+14	29.815.393	8,8896E+14				
13,5	234.126.052			163.888.236	1,2790E+15	70.237.816	1,2790E+15				
14,0	253.127.969					253.127.969	2,1987E+06				
14,5	705.785.463					622.751.879	3,2318E+15	83.033.584	3,2318E+15		
15,0	1.312.937.637					1.250.416.797	3,9089E+15	62.520.840	3,9089E+15		
15,5	960.183.030					785.604.298	6,5309E+15	174.578.733	6,5309E+15		
16,0	301.616.471					150.808.236	2,2743E+16	150.808.236	2,2743E+16		
16,5	68.228.736					45.485.824	5,1724E+14	22.742.912	5,1724E+14		
17,0	8.243.039							8.243.039	3,0392E+04		
17,5											
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	8.402.389.778			4.608.629.081		3.291.833.354		501.927.343			
PORCENTAJE	100,00			54,85		39,18		5,97			
LONG. PROM.(cm)	13,1			11,6		14,9		15,5			
PESO PROM. (g)	18,4			11,7		26,1		29,6			
VARIANZA	1,14E+18			5,28E+17		5,74E+17		4,15E+16			
CV	0,1272			0,1576		0,2301		0,4056			

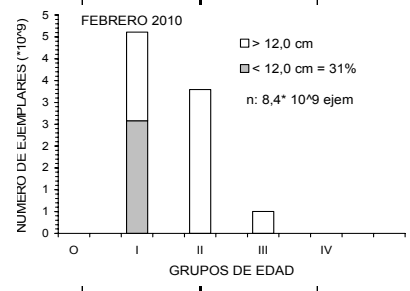


Tabla 58. Parámetros de los modelos de variogramas ajustados a la anchoveta por zona. Crucero RECLAN34 1002

zona	nugget	Mod 1 (Dirección)	sill	Range (mn)	Nugg (%)	Mod 1 (%)
1	0.00E+00	exp (0°/90°)	5.80E+06	0.9	0	100
2	0.00E+00	spherical (45°/135°)	5.60E+06	4.2	0	100
3	0	spherical (45°/135°)	5.00E+06	3.0	0	100

Tabla 59. Media aritmética (x), krigger (x k); varianzas, área e influencia de los parámetros de los modelos espaciales en la distribución de anchoveta por zona. Crucero RECLAN34 1002

zona	n	x	Var (x)	x k	Var (x k)	Area mn2
1	204	418.6053	4530519			720
2	363	290.44	2 757 612.00			1116
3	156	382.02	1 154 674.00	332.62	86 282.41	493.2

Tabla 60. Indices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales) Indices de ocupación positivos (N° pixeles por categorías/N° pixeles positivos). Crucero RECLAN34 1002.

DENSIDAD	**Baja**	**Media**	**Alta**
IOC (celdas totales)			
Adultos	9,6	1,0	0,2
Reclutas	9,7	0,5	0
Total	9,4	1,0	0,3
IOC (celdas positivas)			
Adultos	89,6	8,6	1,8
Reclutas	95,5	4,5	0
Total	87,2	10,0	2,8

Tabla 61. Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales Crucero RECLAN34 1002.

VARIABLE (todos los rangos)		**Adulto**	**Recluta**
Temperatura	(°C)	0,16	0,18
Salinidad	(psu)	0,19	0,21
Gradiente térm	(ºC/m)	0.16	0,18
Gradiente salino	(psu/m)	0,19	0,19
Oxígeno	(ml/L)	0,16	0,18
Densidad	(σt)	0,16	0,17
Cloa	(µg/L)	0,17	0,19
Zooplancton	(núm/100m^3)	0,17	0,20
Fitoplancton	(cél/ml)	0,17	0,18
VARIABLE (rangos óptimos)		**Adulto**	**Recluta**
Temperatura (°C)	(14,0-16,9)	0,20	0,20
Salinidad (psu)	(34,4-34,69)	0,36	0,20
Gradiente térmico (ºC/m)	(< 0,1)	0,19	0,18
Gradiente salino (psu/m)	(<0,004)	0,22	0,23
Oxígeno (ml/L)	(2,0-4,5)	0,20	0,21
Densidad (σt)	(25,4-25,79)	0,36	0,35
Cloa (µg/L)	(< 1,0)	0,23	0,23
Zooplancton	(< 200.000)	0,25	0,25
Fitoplancton (cél/ml)	(< 100)	0,29	0,28

Tabla 62. Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de anchoveta seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación.

Co-variable	**G.l. Residuales**	**Devianza Residual**	**Pr(>F)**	**AIC**	**Pseudo R^2**
Null	325	2472,32		1589,63	
Zmed	320,58	1042,43	<2,2E-16	1316,93	57,83
Dcost	317,10	984,87	8,68E-05	1305,36	60,16
Gsal	309,54	932,55	7,77E-04	1288,06	62,28
Zi	288,99	820,27	2,40E-03	1230,21	66,82
Gcloa	283,03	784,75	5,69E-03	1228,36	68,25
Sal	279,25	734,12	1,88E-04	1215,18	70,30
Oxi	275,99	685,53	6,47E-04	1201,21	72,27
Lat	272,10	645,67	3,13E-04	1189,56	73,88
Abundia	266,36	590,13	7,09E-02	1173,07	76,13

Tabla 63. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Variable	Promedio	Max	Min	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	27,9	347,9	4,3	30,8	1,11	210
Alto (m)	4,4	20,0	1,3	3,0	0,67	210
Elongación	8,2	94,9	0,3	11,1	1,35	210
Perímetro (m)	81,0	1.337,9	14,0	107,0	1,32	210
Area (m^2)	122,1	1.352,8	6,0	174,7	1,43	210
Dim. Fractal	1,28	1,78	1,05	0,16	0,12	210
Prof. Card (m)	9,3	23,4	3,9	3,0	0,32	210
Prof. Fondo (m)	456,0	1.744,8	58,3	403,2	0,88	210
Indice altura (%)	95,9	99,6	78,8	3,5	0,04	210
Dist. Costa (mn)	7,3	19,3	1,4	4,9	0,67	210
S_A (m^2/mn^2)	876,5	20.972,9	11,3	2.422,9	2,76	210
Densidad (S_A/m^2)	8,4	284,2	0,1	24,2	2,89	210

Tabla 64. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Variable	Promedio	Max	Min	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	643,5	7.821,0	6,1	1.565,7	2,43	52
Alto (m)	3,3	13,2	1,2	2,1	0,62	52
Elongación	128,8	1.230,6	3,4	264,3	2,05	52
Perímetro (m)	1.843,4	21.588,7	15,8	4.057,0	2,20	52
Area (m^2)	3.483,0	47.321,8	7,8	9.241,5	2,65	52
Dim. Fractal	1,59	1,75	1,34	0,12	0,07	52
Prof. Card (m)	8,7	15,2	4,8	2,8	0,32	52
Prof. Fondo (m)	312,0	1.034,8	33,0	166,8	0,53	52
Indice altura (%)	95,8	99,0	77,3	4,2	0,04	52
Dist. Costa (mn)	7,1	16,1	1,9	3,1	0,44	52
S_A (m^2/mn^2)	962,5	14.192,0	10,0	2.419,8	2,51	52
Densidad (S_A/m^2)	1,0	8,4	0,0	1,5	1,57	52

Tabla 65. Resultados ANDEVA para descriptores crucero RECLAN34 1002, factor día-noche.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo	Inter-grupos	15796442,3	1	15796442,3	32,80	0,000
	Intra-grupos	125217184,3	260	481604,6		
	Total	141013626,6	261			
Alto	Inter-grupos	47,9	1	47,9	6,08	0,014
	Intra-grupos	2050,4	260	7,9		
	Total	2098,3	261			
Elongación	Inter-grupos	605884,8	1	605884,8	43,91	0,000
	Intra-grupos	3587273,3	260	13797,2		
	Total	4193158,1	261			
Perímetro	Inter-grupos	129465074,4	1	129465074,4	39,99	0,000
	Intra-grupos	841829616,1	260	3237806,2		
	Total	971294690,5	261			
Área	Inter-grupos	470800152,8	1	470800152,8	28,06	0,000
	Intra-grupos	4362017468,7	260	16776990,3		
	Total	4832817621,5	261			
Dim. Fractal	Inter-grupos	4,0	1	4,0	180,24	0,000
	Intra-grupos	5,7	260	0,0		
	Total	9,7	261			
Prof. Agregación	Inter-grupos	17,3	1	17,3	2,03	**0,156**
	Intra-grupos	2221,1	260	8,5		
	Total	2238,4	261			
Fondo	Inter-grupos	863701,0	1	863701,0	6,35	0,012
	Intra-grupos	35390286,4	260	136116,5		
	Total	36253987,4	261			
Ind. Altura	Inter-grupos	1,1	1	1,1	0,08	**0,779**
	Intra-grupos	3470,7	260	13,3		
	Total	3471,8	261			
Dist. a la costa	Inter-grupos	2,3	1	2,3	0,11	**0,740**
	Intra-grupos	5520,6	260	21,2		
	Total	5522,9	261			
S_A	Inter-grupos	308340,6	1	308340,6	0,05	**0,819**
	Intra-grupos	1525580187,6	260	5867616,1		
	Total	1525888528,3	261			
Densidad	Inter-grupos	2290,4	1	2290,4	4,87	0,028
	Intra-grupos	122170,5	260	469,9		
	Total	124460,8	261			

Tabla 66. Resultados ANDEVA para descriptores diurnos crucero RECLAN34 1002, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo	Inter-grupos	1829,4	1	1829,4	1,93	**0,166**
	Intra-grupos	196654,0	208	945,5		
	Total	198483,4	209			
Alto	Inter-grupos	0,1	1	0,1	0,01	**0,930**
	Intra-grupos	1835,6	208	8,8		
	Total	1835,7	209			
Elongación	Inter-grupos	329,9	1	329,9	2,71	**0,101**
	Intra-grupos	25347,1	208	121,9		
	Total	25677,0	209			
Perímetro	Inter-grupos	4900,9	1	4900,9	0,43	**0,514**
	Intra-grupos	2386972,5	208	11475,8		
	Total	2391873,4	209			
Área	Inter-grupos	24914,6	1	24914,6	0,82	**0,367**
	Intra-grupos	6350586,2	208	30531,7		
	Total	6375500,8	209			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	1	0,0	0,42	**0,516**
	Intra-grupos	5,0	208	0,0		
	Total	5,0	209			
Prof. Agregación	Inter-grupos	29,7	1	29,7	3,43	**0,066**
	Intra-grupos	1805,2	208	8,7		
	Total	1834,9	209			
Fondo	Inter-grupos	12527065,5	1	12527065,5	121,51	0,000
	Intra-grupos	21443451,7	208	103093,5		
	Total	33970517,2	209			
Ind. Altura	Inter-grupos	806,8	1	806,8	95,98	0,000
	Intra-grupos	1748,4	208	8,4		
	Total	2555,3	209			
S_A	Inter-grupos	7313529,8	1	7313529,8	1,25	**0,265**
	Intra-grupos	1219631392,0	208	5863612,5		
	Total	1226944921,8	209			
Densidad	Inter-grupos	1067,2	1	1067,2	1,83	**0,177**
	Intra-grupos	120987,0	208	581,7		
	Total	122054,1	209			

Tabla 67. Resultados ANDEVA para descriptores nocturnos crucero RECLAN34 1002, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo	Inter-grupos	768209,1	1	768209,1	0,31	**0,581**
	Intra-grupos	124250491,8	50	2485009,8		
	Total	125018700,9	51			
Alto	Inter-grupos	1,5	1	1,5	0,36	**0,554**
	Intra-grupos	213,2	50	4,3		
	Total	214,7	51			
Elongación	Inter-grupos	425,0	1	425,0	0,01	**0,939**
	Intra-grupos	3561171,3	50	71223,4		
	Total	3561596,3	51			
Perímetro	Inter-grupos	1143275,0	1	1143275,0	0,07	**0,795**
	Intra-grupos	838294467,6	50	16765889,4		
	Total	839437742,7	51			
Área	Inter-grupos	68579066,1	1	68579066,1	0,80	**0,375**
	Intra-grupos	4287062901,8	50	85741258,0		
	Total	4355641967,9	51			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	1	0,0	0,97	**0,331**
	Intra-grupos	0,7	50	0,0		
	Total	0,7	51			
Prof. Agregación	Inter-grupos	20,0	1	20,0	2,73	**0,105**
	Intra-grupos	366,2	50	7,3		
	Total	386,1	51			
Fondo	Inter-grupos	4029,7	1	4029,7	0,14	**0,708**
	Intra-grupos	1415739,5	50	28314,8		
	Total	1419769,2	51			
Ind. Altura	Inter-grupos	37,1	1	37,1	2,11	**0,152**
	Intra-grupos	878,4	50	17,6		
	Total	915,5	51			
S_A	Inter-grupos	7258595,7	1	7258595,7	1,25	**0,270**
	Intra-grupos	291376670,1	50	5827533,4		
	Total	298635265,8	51			
Densidad	Inter-grupos	0,5	1	0,5	0,20	**0,656**
	Intra-grupos	115,9	50	2,3		
	Total	116,3	51			

Tabla 68. Valores promedio, desviación estándar (D.S) y coeficiente de variación (C.V.) de los descriptores de las agregaciones diurnas y nocturnas de anchoveta según zona, crucero RECLAN34 1002.

	RECLAN 34 1002 diurno					RECLAN 34 1002 nocturno				
Variable	Zona	Promedio	N	D.S	C.V.	Zona	Promedio	N	D.S	C.V.
Largo	1	28,7	107	38,0	1,32	1	605,0	26	1669,4	2,76
	2	31,6	47	22,1	0,70	2	194,3	19	210,5	1,08
	3	23,1	56	19,3	0,84	3	2005,9	7	2506,2	1,25
Alto	1	4,4	107	2,9	0,66	1	3,4	26	2,6	0,75
	2	3,9	47	2,8	0,72	2	2,7	19	0,9	0,34
	3	4,7	56	3,1	0,66	3	4,6	7	1,6	0,35
Elongación	1	7,5	107	10,7	1,42	1	108,2	26	273,0	2,52
	2	10,2	47	9,1	0,89	2	70,4	19	83,6	1,19
	3	7,8	56	13,1	1,68	3	363,7	7	430,2	1,18
Perímetro	1	85,8	107	139,7	1,63	1	1868,7	26	4861,5	2,60
	2	85,3	47	57,4	0,67	2	727,3	19	761,4	1,05
	3	67,9	56	53,5	0,79	3	4778,9	7	5068,8	1,06
Área	1	135,6	107	209,5	1,54	1	3711,1	26	10424,3	2,81
	2	123,2	47	160,6	1,30	2	542,3	19	616,1	1,14
	3	95,2	56	92,9	0,98	3	10617,8	7	13602,5	1,28
Dim. Fractal	1	1,28	107	0,14	0,11	1	1,56	26	0,13	0,08
	2	1,34	47	0,16	0,12	2	1,65	19	0,09	0,06
	3	1,26	56	0,17	0,14	3	1,57	7	0,05	0,03
Prof. agregación	1	9,6	107	3,0	0,31	1	8,0	26	2,0	0,24
	2	9,5	47	2,7	0,29	2	8,1	19	2,4	0,29
	3	8,6	56	3,0	0,35	3	12,6	7	3,3	0,26
Fondo	1	495,2	107	425,6	0,86	1	378,2	26	169,8	0,45
	2	654,2	47	444,2	0,68	2	243,7	19	148,3	0,61
	3	214,7	56	88,0	0,41	3	251,5	7	111,4	0,44
Ind. Altura	1	96,3	107	2,7	0,03	1	97,7	26	0,6	0,01
	2	96,5	47	4,0	0,04	2	93,8	19	6,0	0,06
	3	94,8	56	4,1	0,04	3	93,9	7	3,0	0,03
Dist. a la costa	1	6,9	107	4,9	0,71	1	6,9	26	2,2	0,32
	2	8,7	47	5,4	0,62	2	6,3	19	3,4	0,55
	3	6,9	56	4,3	0,62	3	9,8	7	3,7	0,38
S_A	1	792,3	107	2751,4	3,47	1	847,9	26	2846,3	3,36
	2	1320,0	47	2814,0	2,13	2	438,6	19	499,8	1,14
	3	665,4	56	931,5	1,40	3	2810,7	7	3218,1	1,14
Densidad	1	4,0	107	4,5	1,12	1	0,7	26	1,1	1,52
	2	14,1	47	42,1	2,98	2	1,5	19	2,1	1,37
	3	11,9	56	24,9	2,10	3	0,4	7	0,2	0,47

Tabla 69. Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002

	LARGO	ALTO	ELON	PERIM	AREA	DFRAC	PROFCARD	FONDO	INDALT	DCOSTA	SA	DENS
LARGO	1	0,13	0,83	0,96	0,69	0,38	0,09	0,00	0,01	0,04	0,29	-0,09
ALTO	0,13	1	-0,25	0,25	0,71	-0,47	0,74	-0,05	-0,31	0,10	0,62	0,00
ELON	0,83	-0,25	1	0,71	0,29	0,67	-0,24	-0,02	0,12	0,00	0,02	-0,09
PERIM	0,96	0,25	0,71	1	0,77	0,31	0,21	-0,02	-0,06	0,02	0,40	-0,06
AREA	0,69	0,71	0,29	0,77	1	-0,03	0,59	0,01	-0,15	0,10	0,75	-0,03
DFRAC	0,38	-0,47	0,67	0,31	-0,03	1	-0,30	-0,01	0,11	-0,07	-0,06	-0,12
PROFCARD	0,09	0,74	-0,24	0,21	0,59	-0,30	1	0,08	-0,33	0,17	0,61	0,06
FONDO	0,00	-0,05	-0,02	-0,02	0,01	-0,01	0,08	1	0,66	0,65	0,05	0,02
INDALT	0,01	-0,31	0,12	-0,06	-0,15	0,11	-0,33	0,66	1	0,56	-0,05	0,04
DCOSTA	0,04	0,10	0,00	0,02	0,10	-0,07	0,17	0,65	0,56	1	0,16	0,09
SA	0,29	0,62	0,02	0,40	0,75	-0,06	0,61	0,05	-0,05	0,16	1	0,25
DENS	-0,09	0,00	-0,09	-0,06	-0,03	-0,12	0,06	0,02	0,04	0,09	0,25	1

Tabla 70. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
1	**3,83**	**31,94**	**31,94**
2	**2,91**	**24,28**	**56,22**
3	**2,26**	**18,84**	**75,06**
4	**1,04**	**8,67**	**83,73**
5	0,61	5,09	88,82
6	0,47	3,88	92,70
7	0,35	2,92	95,61
8	0,18	1,50	97,11
9	0,16	1,36	98,47
10	0,13	1,04	99,51
11	0,04	0,36	99,87
12	0,02	0,13	100,00

Tabla 71. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4
Largo	**0,80**	0,54	-0,04	-0,02
Alto	0,62	**-0,68**	-0,01	-0,16
Elongación	0,47	**0,83**	-0,06	0,07
Perímetro	**0,86**	0,41	-0,06	-0,01
Area	**0,96**	-0,14	0,02	-0,07
Dim. Fractal	0,11	**0,77**	-0,09	0,09
Prof. Agreg.	0,58	**-0,64**	0,07	-0,08
Fondo	0,00	0,06	**0,88**	-0,14
Ind. Altura	-0,17	0,33	**0,81**	0,00
Dist. Costa	0,11	-0,03	**0,86**	-0,06
S_A	**0,73**	-0,36	0,16	0,26
Densidad	0,00	-0,19	0,16	**0,95**

Tabla 72. Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

	LARGO	ALTO	ELON	PERIM	AREA	DFRAC	PROFCARD	FONDO	INDALT	DCOSTA	SA	DENS
LARGO	1	0,50	0,98	0,97	0,98	-0,02	0,12	0,50	0,12	0,01	0,94	-0,18
ALTO	0,50	1	0,41	0,49	0,61	-0,25	0,40	0,44	0,14	0,33	0,48	-0,26
ELON	0,98	0,41	1	0,96	0,92	0,06	0,10	0,43	0,07	-0,08	0,91	-0,18
PERIM	0,97	0,49	0,96	1	0,93	0,04	0,17	0,53	0,12	0,00	0,94	-0,19
AREA	0,98	0,61	0,92	0,93	1	-0,10	0,14	0,53	0,15	0,11	0,94	-0,17
DFRAC	-0,02	-0,25	0,06	0,04	-0,10	1	-0,01	0,02	-0,04	-0,09	-0,02	-0,29
PROFCARD	0,12	0,40	0,10	0,17	0,14	-0,01	1	0,20	0,00	0,54	0,17	-0,24
FONDO	0,50	0,44	0,43	0,53	0,53	0,02	0,20	1	0,65	0,14	0,50	-0,26
INDALT	0,12	0,14	0,07	0,12	0,15	-0,04	0,00	0,65	1	0,27	0,06	-0,23
DCOSTA	0,01	0,33	-0,08	0,00	0,11	-0,09	0,54	0,14	0,27	1	0,12	-0,11
SA	0,94	0,48	0,91	0,94	0,94	-0,02	0,17	0,50	0,06	0,12	1	-0,12
DENS	-0,18	-0,26	-0,18	-0,19	-0,17	-0,29	-0,24	-0,26	-0,23	-0,11	-0,12	1

Tabla 73. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
1	**5,58**	**46,49**	**46,49**
2	**1,92**	**15,98**	**62,47**
3	**1,38**	**11,51**	**73,98**
4	**1,22**	**10,20**	**84,18**
5	0,72	5,99	90,17
6	0,48	3,99	94,16
7	0,40	3,34	97,51
8	0,19	1,59	99,09
9	0,05	0,41	99,50
10	0,04	0,34	99,85
11	0,02	0,14	99,99
12	0,00	0,01	100,00

Tabla 74. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN34 1002.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4
Largo	**0,97**	-0,23	0,02	-0,01
Alto	**0,64**	0,38	0,31	-0,01
Elongación	**0,92**	-0,31	-0,04	-0,08
Perímetro	**0,96**	-0,20	-0,02	-0,05
Area	**0,97**	-0,13	0,10	0,04
Dim. Fractal	-0,03	-0,09	**-0,67**	-0,58
Prof. Agreg.	0,26	**0,63**	0,31	-0,46
Fondo	**0,65**	0,36	-0,37	0,36
Ind. Altura	0,24	0,52	-0,49	**0,59**
Dist. Costa	0,15	**0,76**	0,29	-0,11
S_A	**0,94**	-0,18	0,10	-0,05
Densidad	-0,28	-0,37	**0,51**	0,41

A N E X O S

A N E X O 1

Personal participante por actividad y objetivo específico

PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO

Proyecto: **Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2010**

OBJETIVO ESPECÍFICO B1. *Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorpora en el periodo de máxima reclutamiento a la pesquería*

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20	40	62	41	163
J.Cordova	140				140
A.Saavedra	70				70
F.Leiva	140	55	45	24	264
R.Bahamonde	75	35			110
M.Rojas	100	47			147
H. Miranda			47		47
B.Leiva	100				100
M.San Martin	140	53			193
Muestreador -Lancha 1	100				100
total	885	230	154	65	1334

OBJETIVO ESPECÍFICO B2. *Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.*

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20		12	5	37
Esteban Molina	140	100	58	90	388
C.Lang		30	30		60
R. Riffo	140				140
R. Lorca	140				140
Fco Cerna			30	20	50
A. Lopez		170			170
Total	440	300	130	115	985

OBJETIVO ESPECÍFICO 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.*

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20	35	15	10	80
F.Leiva		55	48		103
V.Catasti		77	33	30	140
C.Hernandez		52	36	35	123
F. Espíndolar			21	20	41
H.Reyes	140	90	21	28	279
M.Pizarro	140	90	42	48	320
total	300	452	216	171	1139

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
A.Mujica			22	11	33
E.Flores	120	165			285
C. San Francisco		165			165
P.Oyarce		165			165
M.L. Nava		165	21	11	197
TOTAL UCN	120	660	43	22	845

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

	Crucero	Procesamiento	Análisis	Informe	Total
Liliana Herrera C	15	15	20	20	70
Cristina Andrade M.		60			60
Jeannelle Jaque B		45	15		60
Débora Albornoz P	120				120
TOTAL UNAP	135	120	35	20	310

OBJETIVO ESPECÍFICO B4. *Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio*

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20	5	15	19	59
A.Saavedra	70	90	47	47	254
Total	90	95	62	66	313

A N E X O 2

Llamado a participar en Pesca de Investigación estudio sesgo de orilla

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
LLAMADO A PARTICIPAR PESCA DE INVESTIGACIÓN
"ESTUDIO SESGO DE ORILLA EN LA EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL RECURSO ANCHOVETA ENTRE LA III Y IV REGIONES, AÑO 2010"

El Instituto de Fomento Pesquero se encuentra ejecutando el proyecto FIP 2009-03 "Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en III y IV Regiones, año 2010", financiado por el Fondo de Investigación Pesquera-FIP.

Como actividad complementaria, se debe e*studiar el sesgo de orilla en la evaluación hidroacústica de anchoveta. Para este fin se debe realizar* una prospección acústica con embarcaciones de bajo calado, en dos sectores, entre Chañaral (27º20´S) y bahía Salada (27º40´S) y entre bahía Choros (29º15´S) y punta Lengua de Vaca (30º10´S) y desde el veril de 10 m hasta 5 mn de la costa. El estudio se realizará entre el 6 y 21 de febrero del 2010, en que se llevará a cabo la etapa de prospección acústica y hasta el 15 de abril para realizar la etapa del muestreo de las capturas.

Para cumplir con los requerimientos de esta investigación, el Instituto necesita operar con dos (2) embarcaciones pesqueras cerqueras artesanales de la III Región e igual número de la IV Región, que cumplan con las siguientes Características Técnicas: Matrícula al día y vigente; estar inscrito en el Registro Nacional de Pescadores Artesanales, pesquerías de anchoveta en las regiones III ó IV; Eslora: 17 a 18 metros; Calado mayor a 2,5 metros; TRG menor a 49,9 ton; Radar 24 millas; Andar 8 nudos; Radio Vhf; Ecosonda de pesca; Sonar; Sistema de navegación satelital-GPS; Autonomía de navegación de 10 a 15 días; Red de cerco para anchoveta; Puerto Base: Caldera, para la III Región y Coquimbo para la IV Región; Espacio suficiente en el puente de mando para la instalación de un equipo acústico científico, con un transductor por una de las bandas de la lancha; Habitabilidad a bordo para 2 investigadores extra tripulación; Elementos de seguridad reglamentarios.

Para cumplir con los requerimientos de esta investigación, IFOP, solicitará a Subsecretaría de Pesca un volumen de captura para fines de investigación, asignado por región. Para solventar en parte los costos de operación de cada una de las dos lanchas, durante la etapa de prospección acústica, IFOP aportará un monto diario de $580.000 (quinientos ochenta mil pesos) IVA incluido, por día de operación.

Para desarrollar esta investigación el Instituto invita a los pescadores artesanales que cumplan con los requisitos precitados a inscribirse en esta pesca de investigación, mediante una carta de manifestación de interés, aceptación de las condiciones del presente llamado y especificaciones técnicas de la nave, referido a Sr. Jorge Toro D. Director Ejecutivo del IFOP, Atención Sr. Sergio Pino A., Jefe Depto. Planificación y Gestión Estratégica a la máquina de fax N° (32) 215 1645, hasta el día 21 de enero del 2010, a las 11:00 hrs.

Las embarcaciones precalificadas serán visitadas por el Jefe de Proyecto, quién evaluará en terreno el cumplimiento de las características declaradas. La selección final se realizará considerando el cumplimiento de las características técnicas solicitadas. En iguales condiciones técnicas, la selección final se efectuará mediante un sorteo, en presencia de un Ministro de Fe, asignado por IFOP.

Jorge Toro D.
Director Ejecutivo

A N E X O 3

Taller de presentación
Plan de Trabajo

ANEXO 3

TALLER DE PRESENTACION PLAN DE TRABAJO

Proyecto FIP 2009-03 "Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010",**"**

1. Taller de Presentación Plan de Trabajo

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto "Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV regiones, año 2010", el primer taller consideró la presentación de la metodología y las principales actividades a desarrollar durante el crucero de prospección acústica.

Esta actividad se efectuó el 29 de enero 2010 en el la biblioteca del Instituto de Fomento Pesquero.

2. Resumen taller y Discusión

En el primer Taller se presentaron los objetivos y se analizó la metodología a aplicar en las evaluaciones hidroacústicas de anchoveta en la III y IV regiones.

Entre los aspectos planteados en la discusión, se analizó la metodología alternativa de estudiar el sesgo de orilla dado que no hubo interesados entre los armadores artesanales de la III y IV Regiones en participar en el presente estudio. También se discutió acerca de la relación costo-beneficio de realizar este estudio, el aporte real de la evaluación del sesgo de orilla y el comportamiento de la anchoveta en el sector costero. Se concluye que mientras no hubiese una veda de los dos principales

recursos que se pescan en el periodo y se ofrezcan incentivos económicos equivalentes a arriendos de las embarcaciones (alrededor de 1 millón de pesos por día), no será posible conseguir naves para este estudio. Sin embargo también se plantea que en estudios anteriores en esta zona el Abate Molina logra similares aproximaciones a la costa que las lanchas artesanales, motivo por el cual el sesgo de orilla es mínimo ó se encuentra muy localizado.

A N E X O 4

Taller de presentación de Resultados

Taller RECLAN12 0912 y RECLAN34 1002

Proyecto FIP 2009-02: "Evaluación hidroacustica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I Y II Regiones, Año 2010" y **"Proyecto FIP 2009-03** "Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010",**"**

El Taller se realizó el 28 de septiembre del 2010, en el Auditorio "Marcos Espejo V." dependencia del Instituto de Fomento Pesquero.

1.- Lista de asistentes

Nombre	institución
Liliana Herrera	UNAP
Jose Luis Blanco	CORPESCA
Armando Mujica	UCN
Michell Dapremont	FIP
Hernan Miranda	IFOP
Angel Cortes	Cercopesca
Francisco Leiva	IFOP
Victor Catasti	IFOP
Marianela Medina	UNAP
Fernando Espíndola	IFOP
Roberto Bahamonde	IFOP
Luis Ossa	IFOP
Cecilia Machuca	IFOP
Bernardo Leiva	IFOP
Gabriela Bohm	IFOP
Alejandra Ordenes	SUBPESCA
Fernando Mingram	CONA-SHOA
Amalia Lopez	IFOP
Francisco Cerna	IFOP
Mª Angela Barbieri	IFOP
Sergio Lillo	IFOP
Jorge Angulo	IFOP
Guillermo Galindo	IFOP
Antonio Aranis	IFOP
Vivian Valenzuela	IFOP
Carolina Lang	IFOP
Jorge Castillo P.	IFOP

2. Exposición de Abundancia y Biomasa de anchoveta (J Castillo) y condiciones oceanográficas de la zona en estudio (F Espíndola).

Pregunta1 (J.L. Blanco): ¿Podría ser un Eddie el responsable de los vientos costeros, que provocan una condición calida en la zona en estudio, dado también a que el período de estudio son poco mas de 20 días?

Respuesta1 (F Espíndola): Es muy probable, debido al carácter anticiclónico de los vientos en la zona y período en estudio.

Pregunta2 (J.L. Blanco): ¿Existe alguna fuente de series históricas de vientos costeros que se pudiese incluir en los análisis?

Respuesta2.1 (F Espíndola): Se pueden conseguir, pero no está contemplado como una actividad dentro de los objetivos del proyecto.

Respuesta2.2 (J Castillo): El objetivo de la componente oceanográfica dentro del proyecto es caracterizar el arrea de estudio durante la prospección acústica.

Pregunta3 (J.L. Blanco): Creo que lo que Uds. plantean como análisis histórico son solo una “foto” anual de 20 días de duración. Esto plantea muchas limitaciones, puesto que se enmascaran las tendencias y existe mucha variabilidad. Para análisis históricos se debieran integrar procesos, que son más continuos y con una data de más años (10-20 años)

Respuesta3 (J Castillo): Como objetivo del proyecto tenemos la caracterización del ambiente donde se distribuye la anchoveta durante el período de estudio.

Pregunta4 (L Herrera): ¿Qué valores se consideran alto en el Índice de Surgencia?

Respuesta4 (F Espíndola): 700 m3/seg

Pregunta5 (J Castillo): Cuando se habla de condición Niño, que se caracteriza por anomalías positivas, se observa que las condiciones costeras no obedecen a dicha condición. O sea la condición Niño es en el ecuador y no en la zona en estudio?

Respuesta5 (F Espíndola): Las anomalías positivas típicas de un Niño estaban presentes en el Ecuador.

Observación1 (J Castillo): Durante los últimos 3 a 4 años, especialmente al norte de Antofagasta, se ha observado una condición preferentemente fría, independiente de la condición ecuatorial. Esto debe ser considerado en los indicadores pesqueros, sobretodo mirado del punto de la accesibilidad del recurso.

3. Exposición de Oferta Ambiental (Liliana Herrera y Armando Mujica)

Pregunta6 (J Castillo): ¿Existe evidencia de estratificación espacial o latitudinal por especies y/o por tamaño de especies?

Respuesta6 (L Herrera): Sí, se han detectado. A veces puede ser la misma especie, pero su dominancia va cambiando. Se destaca el fuerte gradiente batimétrico en toda la zona, cosa que no había pasado otros años.

Pregunta7 (J Castillo) ¿Coinciden los focos de diatomeas con las concentraciones de anchoveta?....¿Dónde fue mas abundante la diatomea?

Respuesta7 (L Herrera): mucho más abundante las diatomeas en la zona del reclan 12, donde también se detectaron mayores abundancias de anchoveta. En la zona del RECLAN 34 se observan solo focos puntuales de diatomeas, en áreas protegidas del viento. Esas condiciones son mucho mas favorables en la zona norte.

Pregunta8 (A Mujica): Se podría pensar que la distribución de los componentes de la oferta ambiental de la zona RECLAN 12 pudiese influir en la distribución en la zona RECLAN 34, y viceversa?

Respuesta8 (L Herrera): No es tan claro. Por informaciones de crucero MOBIO se sabe que en la zona entre la XV y II regiones hay mas Fito y zooplancton que entre la III y IV regiones.

Pregunta9 (V Catasti): ¿Se mantiene el foco de fitoplancton cerca de los 21ºLS?

Respuesta9 (L Herrera): Así es. Los valores superficiales en esa zona han sido históricamente altos, pero al ser integrados luego en la columna de aguase pierde un poco esta tendencia.

Pregunta10 (J Angulo): ¿Se han detectado etapas tempranas de organismos en la zona norte del crucero RECLAN34, y cómo es su relación con otros años?

Respuesta10 (A Mujica) Así es. Hay evidencia de un desfase latitudinal de las etapas tempranas del zooplancton, las que empiezan en la zona norte de Coquimbo.

Pregunta11 (A Cortez): Existen estaciones a distancias menores a la milla de costa? Se pregunta lo anterior porque existen diferencias enormes de la composición y abundancia de plancton entre la primera milla y las aguas mas oceánicas.

Respuesta11 (L Herrera): No hay estaciones a distancias menores a la milla. Totalmente de acuerdo en lo de las diferencias.

Observación2 (J Castillo): Durante ambos cruceros se observó a simple vista zonas con gran número de medusas, las que no son claramente representadas en los resultados.

Observación3 (A Mujica): Sobre los distintos tamaños de las mallas de las redes bongo, el último taller metodológico arrojó un consenso de 300 micras de tamaño de malla.

Pregunta12 (JR Cañón): Existe mayor información de ictioplancton en la zona, por ejemplo reconocimiento de huevos y larvas de jurel?

Respuesta12 (A Mujica): Falta más personal capacitado para diferenciar los huevos, y falta más tiempo para efectuar dichos análisis. Se han detectado claramente presencia de huevos de anchoveta y de sardina española.

Observación4 (JR Cañón): Ciertos estudios afirman que el jurel de la zona norte no es un stock porque no hay evidencia de desove en la zona,…..y los análisis de estas muestras podrían indicar lo contrario.

Pregunta13 (JR Cañón): Entonces ¿Puede que la sardina española tenga un potencial latente de volver a aumentar su abundancia a los niveles históricos?

Respuesta13 (A Mujica): es posible. Lo que hay que poner en claro que la época en que se realizan estos cruceros no son las de mayor presencia de huevos y larvas.

4. Exposición de contenido estomacal. Marianela Medina

Pregunta14 (J Castillo): ¿Existen diferencias en contenido estomacal según la talla de la anchoveta?....Los resultados del crucero anterior estarían indicando que los juveniles predan más sobre el zooplancton y que los adultos tienen preferencias por el fitoplancton.

Respuesta14 (M Medina): Los resultados durante este crucero no evidencian lo que tú mencionas.

Pregunta15 (J Castillo): Estos resultados tan disímiles ¿podrían estar evidenciando el carácter oportunista de la anchoveta?

Respuesta15 (M Medina): Sí, de todas maneras.

Pregunta16 (a Cortez): Entonces la anchoveta se alimentaría de Fito o de zooplancton?

Respuesta16.1 (A Mujica): Pienso que la anchoveta es mas un pastoreados que un predador. Y en su condición de tal podría estar pastando tanto sobre parche de Fito y/o zooplancton (teoría de Mujica no comprobada aún)

Respuesta16.2 (L Herrera): También la preferencia por uno u otro plancter podría estar ligado a los requerimientos energéticos de cada estadío de vida del recurso.

Pregunta 17 (V Valenzuela): Por qué se prefiere la red Bongo sobre la WP2?

Respuesta17 (A Mujica): Básicamente porque no tiene bridas que puedan dificultar el ingreso de los organismos a la red Además como toma doble muestra favorece la aplicación de estudios en los cuales se deban destruir las muestras.

5. Exposición de SIG. Victor Catasti.

Pregunta18 (L Herrera): ¿Se había dado antes la relación positiva entre anchoveta y zooplancton?

Respuesta18 (V Catasti): Sí, pero no tan fuerte.

Pregunta19 (L Herrera): ¿Y la relación inversa entre anchoveta y fitoplancton es en todos los tamaños de anchoveta?

Respuesta19 (V Catasti): Sí, tanto en adultos como en juveniles.

6. Exposición de GAM. Carolina Lang

Pregunta20 (A Mujica): Si se realizara un muestreo estratificado con redes, se podría incluir en los análisis GAM.

Respuesta20 (C Lang): Sí, todo depende del enfoque del modelo.

Pregunta21 (L Herrera) ¿Trabajaste el fitoplancton separado de las diatomeas?

Respuesta21 (C Lang): Sí.

Pregunta25 (E Leal): ¿Se mantiene en la zona RECLAN34 la relación positiva de anchoveta con latitud observada en la zona RECLAN12?

Respuesta25 (J Castillo): En la zona XV-II regiones la distribución de anchoveta fue más homogénea, en cambio en la zona III-IV esta fue en focos. Debido a lo anterior an esta última región la relación con la latitud es positiva, lo que no es tan marcado en la zona XV-II.

7. Discusiones

J Castillo: Lo llamativo de los resultados de los modelos GAM es el alto impacto de las variables de distribución espacial sobre el recurso, y el poco aporte de las variables oceanográficas. Además se evidencia que cuando la distribución del anchoveta es homogénea en toda la zona los modelos GAM no entregan mucha información. En cambio cuando la distribución es en focos aislados, los GAM recogen esta variabilidad y la entregan bastante bien en los resultados.

JR Cañón: Se debería trabajar en un indicador compuesto, que integre todas las variables, y que las relacione con el desplazamiento de la anchoveta.

J Castillo: Siempre se ha pensado que la distribución de anchoveta está relacionada positivamente con la distribución de alimento, pero esto no aparece en los resultados. Lo anterior deja en evidencia que hace falta mejorar la componente descriptiva del ambiente.

A Mujica: Vuelve a plantear la idea de muestreo estratificado de plancton en la columna de agua. Esto podría estar clarificando la enorme gradiente batimétrica de distribución del plancton y podría estar explicando mejor la distribución de anchoveta, mucho mejor que con la data integrada.

JL Blanco: ya está claro que las variables por separado no explican la presencia/ausencia de anchoveta. Entonces se debería estar pensando en asociar la anchoveta a PROCESOS (como intensidad de la surgencia, transporte de Ekman, etc) los que son mas estables en el tiempo. Se debería agregar al B/I Abate Molina un perfilados de corriente continuo. Se debe poner mayor énfasis en la importancia de los Eddies.

J Castillo: Cree que las variable por separado (GAM) están explicando la variabilidad de la anchoveta, aunque no tanto como uno quisiera.

C Lang: Dice que las variables están combinadas en el modelo GAM.

M Dapremont: Lo único que me queda claro es que los investigadores no están totalmente de acuerdo en ciertos temas. Si el grupo de expertos consideran que faltan itemes a considerar dentro de los proyectos deberían señalarlos para poder ajustar dichos cambios.

J Castillo: Integrar los resultados es lo que siempre se intenta hacer. Quizás incorporar mas actividades dentro de los proyectos no es la solución. Deberían generarse otros proyectos cuyos objetivos sean solo integrar información.

A Ordenes: Puedo observar que el proyecto cumple con los objetivos planteados. Es muy destacable que se redireccionaran los recursos del sesgo de orilla para realizar el estudio de contenido estomacal.

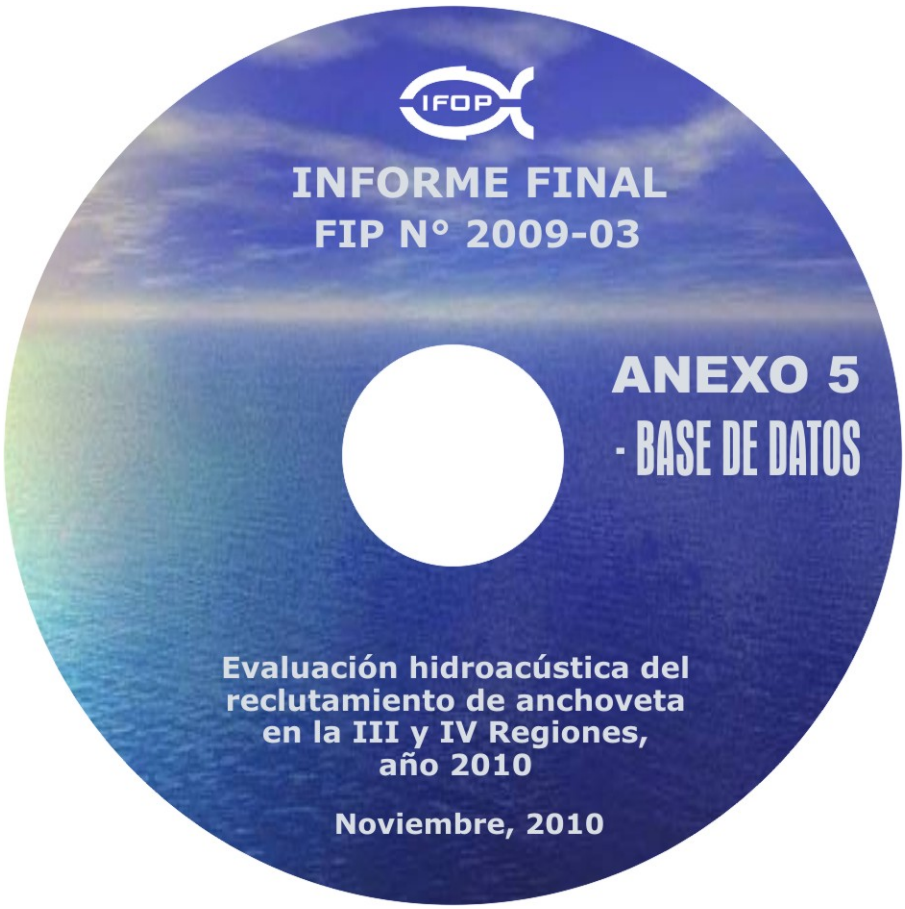
JR Cañón: Está claro que existe mayor abundancia de anchoveta en la zona XV-II que en la II-IV. Pero el recurso que se lleva toda la atención es el jurel en esta última zona. ¿Podría acaso la oferta de alimento estar influenciando el desplazamiento de estos jureles?

JL Blanco: Se debe poner incapié tanto en las surgencias oceánicas, como en el transporte de masas de agua producto de los Eddies.

A Mujica: existe evidencia de transporte de larvas de zonas neríticas hacia zonas más oceánicas, producto de los Eddies.

A N E X O 5

CD contiene:
Base de datos
Proyecto FIP 2009-03


IFOP
INFORME FINAL
FIP N° 2009-03
ANEXO 5
- BASE DE DATOS
Evaluación hidroacústica del
reclutamiento de anchoveta
en la III y IV Regiones,
año 2010
Noviembre, 2010

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Sección Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl

www.ifop.cl